녹색의 땅 전남
Green Jeonnam

전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립 Ⅰ

(2012-2016)

전라남도
JeollaNamdo

제 출 문

전라남도지사 귀하

본 보고서를 귀 도가 의뢰한 「전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획(2012~2016)」의 최종 성과품으로 제출합니다.

2012년 5월

전남발전연구원장

| 참여 연구진 |

연 구 총 괄	김동주	전남발전연구원	녹색창조연구실장
연 구 참 여 진	조창완	전남발전연구원	책임연구위원
	오병기	전남발전연구원	경제사회연구실장
	조승희	전남발전연구원	연구위원
	이남주	전남발전연구원	전문연구원
분야별 연구진	주현수	서남대학교	건강분야
	안건상	조선대학교	재난/재해분야
	천상욱	(주)이파리넷	농업분야
	유한춘	전라남도 산림자원연구소	산림분야
	이인태	(주)해양수산정책기술연구소	해양수산분야
	이홍주	전남대학교	물관리분야
	김종선	전남대학교	생태계
	임창호	한국산업기술시험원	적응산업/에너지분야
T/F 팀	김원익	전라남도 보건한방과	건강분야
	김희원	전라남도 방재과	재난/재해분야
	정인기	전라남도 농업정책과	농업분야
	이정혜	전라남도 산림산업과	산림분야
	선준식	전라남도 해양항만과	해양수산분야
	우삼식	전라남도 환경정책관실	물관리분야
	최재화	전라남도 환경정책관실	생태계
	정은영	전라남도 녹색성장정책실	적응산업/에너지분야
자 문 위 원	조태오	조선대학교	교수
	유상옥	목포대학교	교수
	배창휴	순천대학교	교수
	박경수	서남대학교	교수
	조인형	광주발전연구원	산업경제연구실장
전 라 남 도	임영묵	전라남도 녹색성장정책실	녹색성장정책실장
	윤순홍	전라남도 녹색성장정책실	기후변화지원관
	정금규	전라남도 녹색성장정책실	기후변화대응담당
	정은영	전라남도 녹색성장정책실	담당주무관

연구요약

Ⅰ. 기후변화 영향
Ⅱ. 기후변화 적응의 개념 및 필요성
Ⅲ. 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획

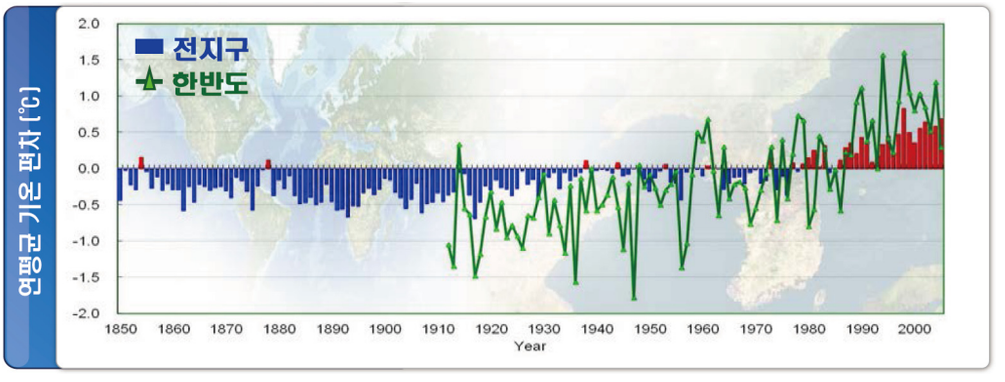
연 구 요 약

Ⅰ. 기후변화 영향

○ 기후변화는 장기간에 걸쳐 자연적·인위적 요인에 의해 기후시스템이 점차 변화하는 현상으로 특히 산업혁명이후 화석연료의 사용에 따른 대기 중 온실가스의 농도증가는 인위적 요인의 주요 원인으로 인식되고 있음.

○ 산업혁명 이후 온실가스의 대부분을 차지하는 이산화탄소 농도는 1850년 280ppm에서 2005년 379ppm으로 상승하였고, 지난 100년(1911~2010)동안 지구 평균기온은 0.75℃ 상승

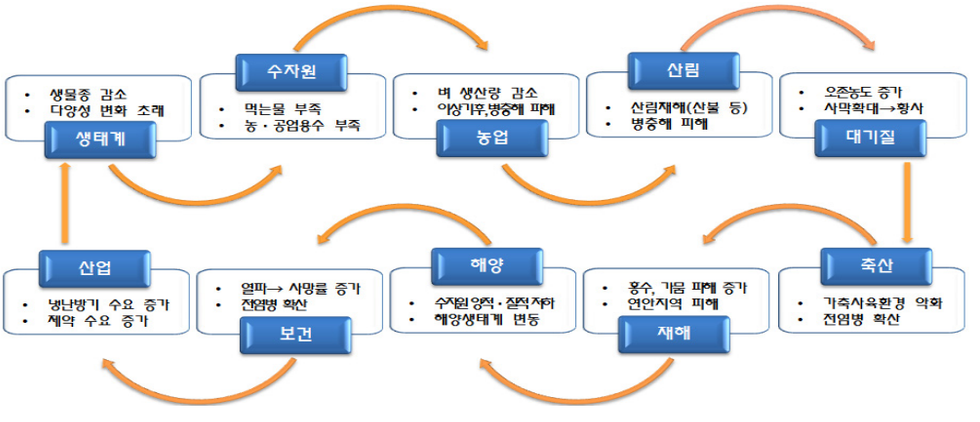
- 한반도의 평균기온은 1.8℃ 상승하여 전지구 온난화 속도보다 빠르게 진행되고 있음.



<그림 1> 전지구와 한반도의 연평균 기온 편차

자료: 기상청, 신기후변화 시나리오 및 한국기후변화백서 소개2011.
주 : 한반도 기온은 6대 도시(강릉, 서울, 인천, 대구, 부산, 목포) 기준임

○ 기후변화는 자연이나 인간 시스템에 부정적 또는 긍정적으로 미치는 효과를 영향(impact)이라 하며, 건강, 농업, 생태계, 해양 등 사회 전반의 다양한 분야에 영향을 주고 있음.



<그림 2> 기후변화 영향

II. 기후변화 적응의 개념 및 필요성

○ 기후변화 대응전략은 기후변화의 원인인 온실가스 감축을 통한 완화(Mitigation)와 기후변화 영향에 대처하는 적응(Adapation)이 있지만 지금까지 대부분 온실가스 감축에 집중

- 온실가스 감축 목표(2020년) : 배출전망치(BAU) 대비 30%(한국), 31.5%(전남)



<그림 3> 온실가스 감축을 위한 국가간 기후변화협약 체결 경과

○ 기후변화 완화정책에 의해 다량의 온실가스 배출을 줄이더라도 기존 배출된 온실가스(대기 중 체류시간 50~300년)에 의해 기후변화 영향은 계속될 것이며, 이러한 영향을 최소화하기 위한 체계적인 적응대책 수립 필요

○ 기후변화 적응(Adaptation)은 2002년 제8차 당사국총회에서 적응전략을 적절한 행동계획으로 권고하는 델리선언문 채택

- 기후변화 적응은 기후변화와 그 영향에 대처하는 행동 또는 과정으로 UNFCCC는 지역사회와 생태계가 변화하는 기후조건에 대응하는 행동으로 정의

<표 1> 주요 국제기구의 기후변화 적응에 대한 정의

구 분	정 의
IPCC (2007)	실제로 일어나고 있거나 일어날 것으로 예상되는 기후자극과 기후자극 효과에 대응한 자연, 인간 시스템의 조절 작용
UNFCCC	지역사회와 생태계가 변화하는 기후조건에 대응할 수 있도록 취하는 행동
UNDP (2005)	기후변화 현상에 수반된 결과를 완화하고 대처하여 이용하는 전략을 강화·개발·실행하는 과정
UKCIP (2003)	기후요소와 기후변화와 관련하여 피해나 위험을 줄이고 이익을 인식하는 과정 또는 과정의 산출물

출처 : 국가기후변화적응센터 자료 재정리
주 : IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화에 관한 정부간 협의체), UNFCCC(United Nations Framework Convention on Climate Change, UN 기후변화 협약), UNDP(United Nations Development Programme, UN 개발계획), UKCIP(United Kingdom Climate Impacts Programme, 영국 기후영향 프로그램)

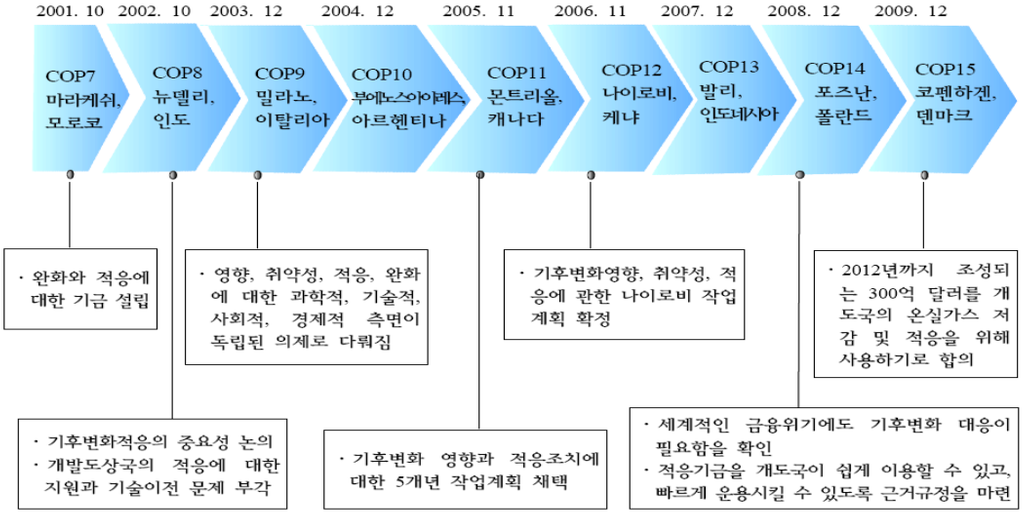
Ⅲ. 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획

1. 과업의 개요

가. 계획의 수립배경 및 목적

○ 국내·외적으로 2000년대 이후 기후변화 영향을 최소화하기 위한 적응 대책을 수립·추진

- 국내 기후변화 적응대책 : 국가 기후변화 적응 종합계획(2008), 국가 기후변화 적응대책(2011)



<그림 4> 2000년 이후 국제사회의 기후변화 적응 논의

나. 계획의 근거 및 성격

○ 정부는 저탄소녹색성장기본법 제48조 및 동법 시행령 제38조에 의거하여 최초의 법정 국가 적응대책인 국가 기후변화 적응대책(2011~2015) 수립

○ 전라남도는 국가차원의 기후변화 적응대책을 토대로 분야별 취약성 평가와 더불어 지역차원의 기후변화 적응대책 실행을 위한 구체적 행동계획인「전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획」을 수립·시행해야함.

- 8개 분야 : 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산, 물관리, 생태계, 적응산업/에너지

저탄소녹색성장기본법 시행령 제38조(기후변화 영향평가 및 적응대책 수립에 관한 사항)
– 환경부장관은 관계부처와 협의하여 5년 단위로 적응대책 수립·시행 – 관계부처 및 지자체는 적응대책에 따라 소관사항에 대해 세부시행계획 수립·시행

다. 계획의 범위

■ 시간적 범위

○ 계획수립 기준연도 : 2010년

○ 목표연도 : 2020년, 2050년, 2100년

○ 계획기간 : 2012년 ~ 2016년(5년)

■ 공간적 범위

○ 대상지역 : 전라남도 22개 시·군

■ 내용적 범위

○ 전라남도 기후변화 영향 현황 및 전망

○ 전라남도 분야별 기후변화 영향 및 취약성 평가

○ 전라남도 분야별 기후변화 적응대책 수립

라. 계획의 활용

○ 전남지역 기후변화 영향과 취약성에 대한 올바른 인식과 기후변화에 따른 부정적 영향의 사전 예방

○ 전남지역 기후변화 영향과 취약성을 토대로 부정적 영향과 피해를 저감하는 시책 마련

○ 과학적 분석에 대한 검토, 비교, 새로운 모델 적용 등을 통해 지역의 기후변화에 대한 보다 과학적 방법과 접근에 대한 연구 활동 촉진

○ 기후변화 관련 정책 추진이나 시책 입안 등

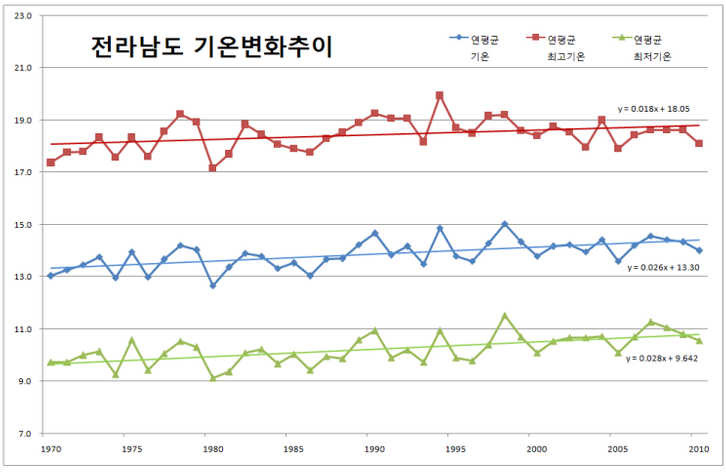
2. 전라남도 기후변화 현황 및 전망

가. 기후변화 현황

■ 기온변화

○ 전남지역 연평균 기온은 최근 40년(1971~2010년)동안 연간 0.018℃상승

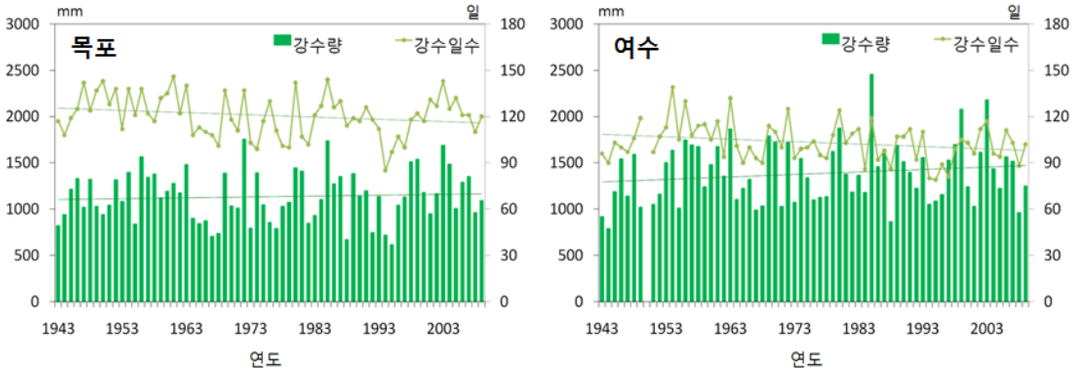
- 최저기온 상승률(0.028℃/년)이 최고기온 상승률(0.026℃/년)에 비해 약간 높고, 서남해안지역이 내륙지역보다 높음.



<그림 5> 전라남도의 연평균기온 변화(1971~2010)

■ 강수량 변화

○ 과거 67년 동안(1943~2009년) 목포 연강수량은 1,133.3mm로 10년 단위로 9.4mm, 여수 연강수량은 1,384.3mm로 10년 단위로 27.1mm씩 증가하고 강수일수는 감소하는 추세임



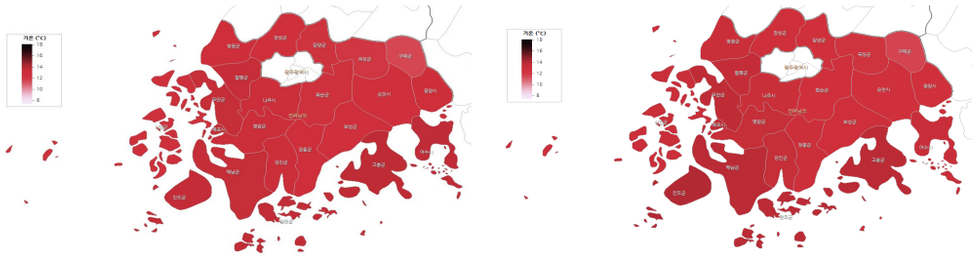
<그림 6> 강수량 및 강수일수의 시계열 및 변화 추세

나. 기후변화 전망

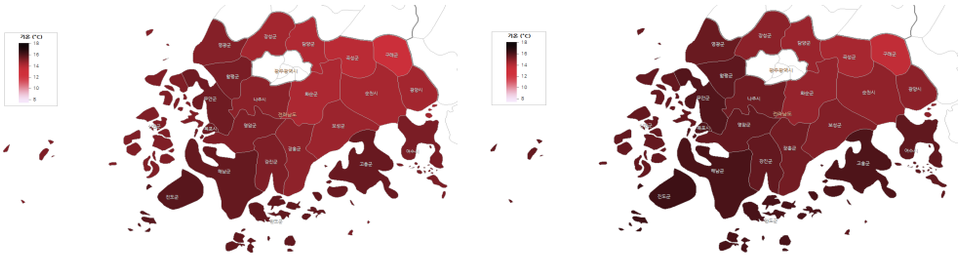
■ 기온변화

○ 전남지역 연평균 기온은 시간이 지남에 따라 점차 증가하는 경향으로 가까운 미래에 전남 서남부해안지역의 기온상승 경향이 나타나다가 2050년대부터 지리산권 지역에서도 기온이 상승할 것으로 전망됨(기후변화시나리오 A1B)

- 전남 일평균기온(℃) 변화 전망 : 12.98(2000년) → 13.23(2020년) → 14.92(2050년) → 15.40(2100년)



(a) 현재 (b) 2020년



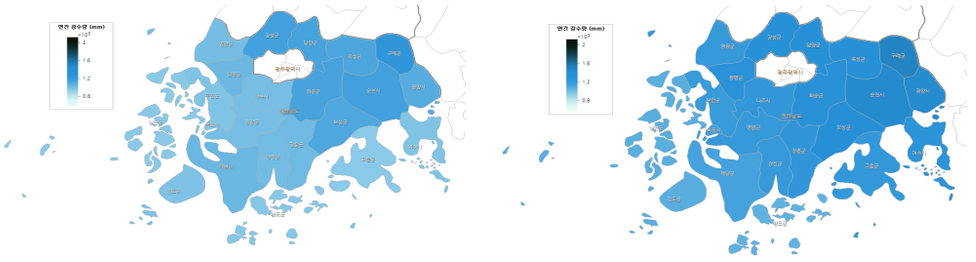
(c) 2050년 (d) 2100년

<그림 7> 전남지역 일평균기온(℃) 변화 전망

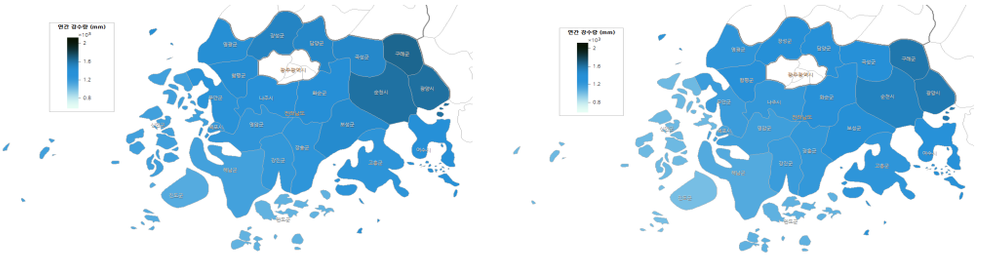
■ 강수량 변화

○ 전남지역 연평균 강수량은 2050년까지 증가하다가 2100년에는 감소할 것으로 전망되며, 2050년을 기준으로 연평균 강수량이 가장 많은 지역은 구례(1,661mm), 가장 작은 지역은 완도(1,061mm)로 전망(기후변화시나리오 A1B)

- 전남 연평균 강수량(mm) 변화 전망 : 1,048(2000년) → 1,260(2020년) → 1,349(2050년) → 1,268(2100년)



(a) 현재 (b) 2020년



(c) 2050년 (d) 2100년

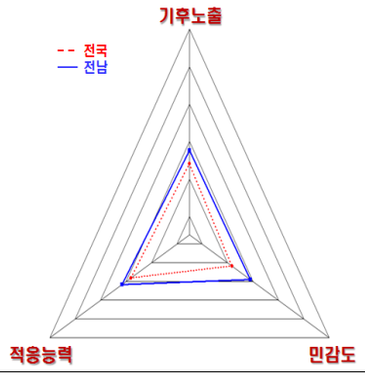
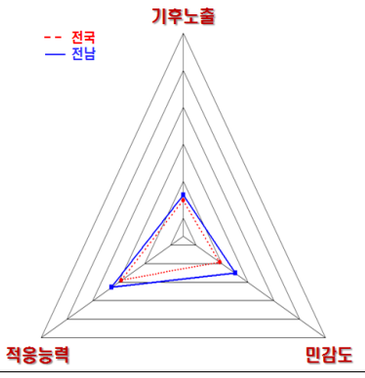
<그림 8> 전남지역 연평균 강수량 변화 전망(기후변화시나리오A1B)

3. 전라남도 분야별 기후변화 취약성 평가

가. 건강분야

○ 취약성 평가항목(9) : 폭염, 전염병, 홍수, 태풍, 한파, 오존농도, 미세먼지, 대기오염물질, 수인성 매개질환

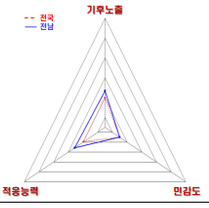
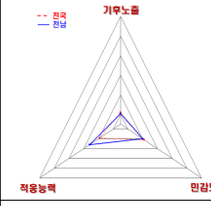
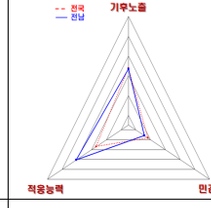
<표 2> 건강분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망

비고	폭염에 의한 건강 취약성	전염병에 의한 건강 취약성
현황 (전국대비)		
상대적 취약 시·군 (전망)	나주, 장흥, 영암, 함평	보성, 순천, 구례, 함평, 나주

나. 재난/재해분야

○ 취약성 평가항목(4) : 홍수 기반시설, 폭염 기반시설, 폭설 기반시설, 해수면 상승 기반시설

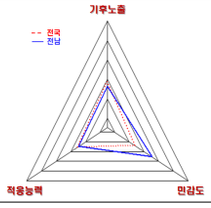
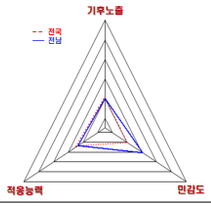
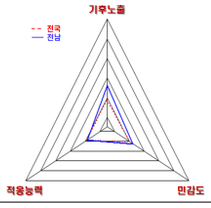
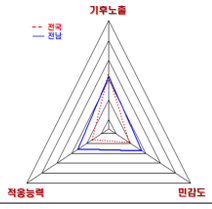
<표 3> 재난/재해분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망

비고	홍수 기반시설	폭염 기반시설	폭설 기반시설	해수면 상승 기반시설
현황 (전국대비)				
상대적 취약 시·군(전망)	순천, 광양	광주 근교권, 동부권	북부 산간지역	진도, 여수

다. 농업분야

○ 취약성 평가항목(5) : 벼 생산성, 가축 생산성, 농경지 토양침식, 배 생산성, 재배·사육시설 붕괴

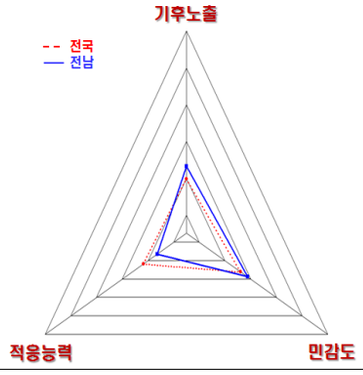
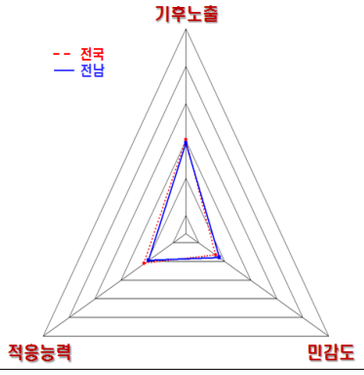
<표 4> 농업분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망

비고	벼 생산성	가축 생산성	농경지 토양침식	배 생산성
현황 (전국대비)				
상대적 취약 시·군(전망)	영암, 해남, 나주	나주, 무안, 함평	순천, 보성, 구례	나주, 순천, 영암

라. 산림분야

○ 취약성 평가항목(7) : 산사태, 가뭄에 의한 산림식생, 임도, 산불, 병해충, 소나무와 송이버섯, 산림생산성

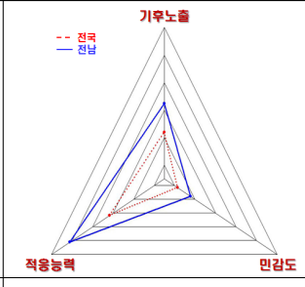
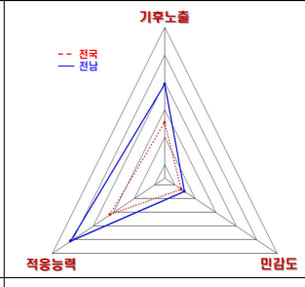
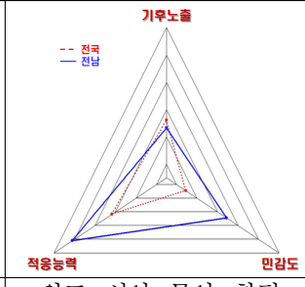
<표 5> 산림분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망

비고	집중호우에 의한 산사태 취약성	가뭄에 의한 산림식생 취약성
현황 (전국대비)		
상대적 취약 시·군(전망)	구례, 곡성, 순천	완도, 진도, 신안

마. 해양/수산분야

○ 취약성 평가항목(6) : 전복 가두리 양식, 해조류 양식, 갯벌면적, 천일염, 연근해 어업, 패류 양식

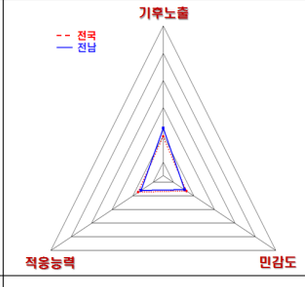
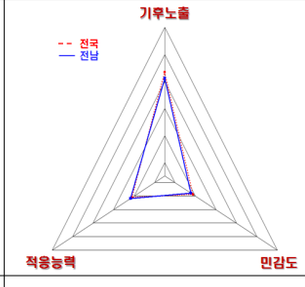
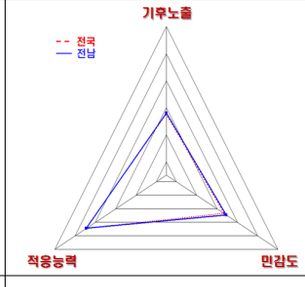
<표 6> 해양/수산분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망

비고	전복 가두리 양식 취약성	해조류 양식 취약성	갯벌면적 취약성
현황 (전국대비)			
상대적 취약 시·군(전망)	완도	완도, 여수	완도, 신안, 무안, 함평, 영광, 고흥

바. 물관리분야

○ 취약성 평가항목(3) : 치수 취약성, 이수 취약성, 수질 및 수생태 취약성

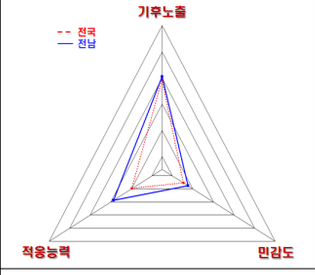
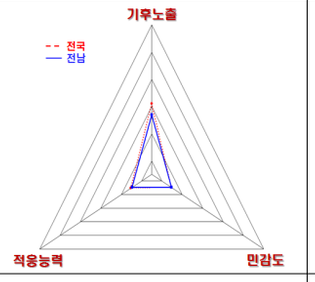
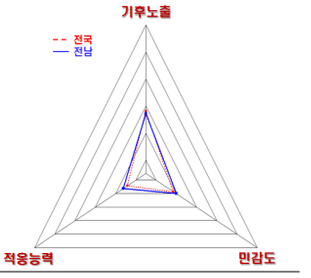
<표 7> 물관리분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망

비고	치수 취약성	이수 취약성	수질 및 수생태 취약성
현황 (전국대비)			
상대적 취약 시·군(전망)	보성, 광양, 구례	목포, 여수, 완도	구례, 광양, 순천, 여수

사. 생태계분야

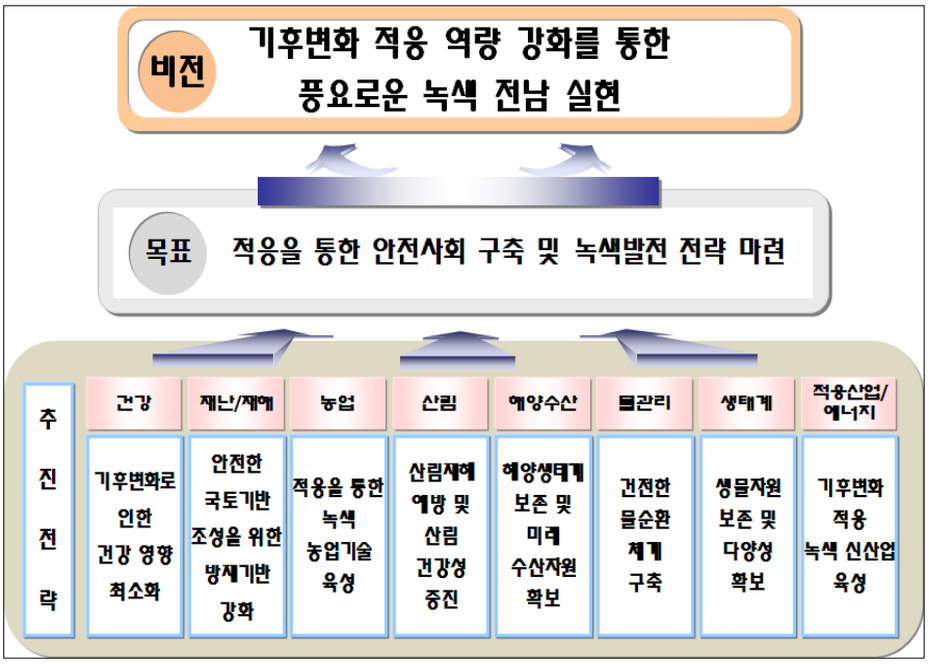
○ 취약성 평가항목(3) : 수목 생장과 분포, 곤충, 국립공원

<표 8> 물관리분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망

	수목 생장과 분포	곤충 취약성	국립공원 취약성
현황 (전국대비)			
상대적 취약 시·군(전망)	목포, 함평, 나주, 무안	여수, 구례, 장성, 고흥	장성, 구례, 고흥, 여수

4. 전라남도 기후변화 적응대책 비전 및 목표

○ 전라남도 기후변화 적응대책 비전, 목표 및 8개 분야별 추진전략은 다음과 같음.



<그림 9> 전라남도의 기후변화 적응 비전 목표 및 부문별 추진전략

5. 전라남도 분야별 기후변화 적응대책 세부시행계획

가. 건강분야

■ 폭염 감시체계 구축 및 폭염 피해 저감(4)

○ 폭염 예·경보시스템 및 감시체계 구축

○ 폭염 취약계층 집중 보호 및 관리 대책 수립

○ 폭염 대피시설 기능 및 성능 강화

○ 폭염 영향 저감을 위한 도시계획 기준 정립

■ 전염병 관리시스템 구축(5)

○ 전염병 매개체 및 방역 관리 통합시스템 구축

○ 수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축

○ 열대성 전염병 발생 분포 네트워크 구축

○ 실내 전파형 호흡기 질환 관리 시스템 구축

○ 가축 및 동물 매개 전염병 관리 시스템 구축

■ 재난 피해 저감(3)

○ 풍수해 대응을 위한 방재제도 강화

○ 범람피해 저감을 위한 방재기준·제도 강화

○ 비탈면 재난 피해 저감을 위한 방재기준·제고 강화

나. 재난/재해분야

■ 재난/재해 위험지구 정비를 위한 방재체계 구축(4)

○ 기후변화에 따른 자연재해 흔적도 작성

○ 홍수 및 산사태 예방사업

○ 기후변화 대응 방재기준 및 제도 강화

○ 재해보험의 활성화

■ 안전한 국토기반 조성을 위한 방재인프라 구축(5)

○ 재해예방사업 추진

○ 전남 도서 및 산악지방 재난대응시스템 구축

○ 반복피해 방지를 위한 재해복구시스템 개선

○ 기후변화 대응 우수유출 저감시설 설치

○ 집중강우 대비 하수도시설 개선

■ **사회기반시설 구축(4)**

○ 해수면상승에 따른 취약지구 분석 및 적응방안 마련

○ 기후변화 적응을 위한 연안환경 개선 및 복원사업

○ 안전한 국토기반 조성을 위한 재해예방사업 추진

○ 해수면 상승에 따른 연안침식 방지시설 및 완충시설 확보·관리

다. 농업분야

■ **작물분야(7)**

○ 기후변화에 따른 국내 작물의 품질, 성분 및 생리활성 변이 연구

○ 유망 열대·아열대 적응 재배법 및 이용성 향상 연구

○ 미래 농업자원의 작물화 및 산업화 기술 개발

○ 기후변화 적응 품종 및 신작물 개발

○ 기후변화 적응 재배기술 개발

○ 기후변화에 따른 조사료 수급체계 대응기술개발

○ 농업용수의 효율적 이용 및 전략기술 개발

■ **기반분야(4)**

○ 기후변화에 따른 병충해 확산방지 시스템 구축

○ 온난화에 따른 가축질병 방지대책

○ 기후변화 적응 아열대작물연구센터 설립

○ 전남 농업 기후변화 취약성 평가지표 개발 연구

라. 산림분야

■ **기후변화 적응을 통한 산림 기능 유지 및 증진(3)**

○ 기후변화 취약 산림 생물자원 보호관리

○ 기후변화 적응 산림 수자원의 체계적 관리

○ 기후변화 대응 도심생활권 녹지공간 확대

■ **산림생산성 증진(3)**

○ 임업부문 기후변화 영향 및 취약성 평가

○ 기후변화 적응 임업 생산성 유지·증진

○ 탄소 흡수원 조성 및 목재 기능적 생산 증대

■ **산림재해 예방대책(5)**

○ 기후변화에 따른 산림재해 취약성 평가

○ 산림재해 예방 및 피해저감 시스템 고도화

○ 산림병해충 예찰 및 조기방제 체계 구축

○ 기후변화 적응 산림관리 실연사업 평가 및 환류

○ 기후변화 대응 종합 산림관리 시스템 구축

마. 해양/수산분야

■ **수산업 생산성 증진(5)**

○ 기후변화에 따른 어패류의 종조성 및 산란시기 변화 대응방안 수립

○ 명품 천일염 생산량 유지를 위한 구조개선 사업

○ 해조류 산업 활성화 및 CO_2 저감 사업

○ 기후변화 대응 생태 양식섬 조성 사업

○ 1가구 자급형 패류 갯벌양식단지 조성 사업

■ **수산업 피해방지(3)**

○ 우량종묘(온도내성, 내병성) 생산 사업

○ 해상 가두리양식장 구조개선 사업

○ 수산업 재해 실시간 모니터링 및 정보제공시스템 구축

바. 물관리분야

■ **수자원 관리체계 구축(3)**

○ 기후변화 적응 역량강화 중장기 계획 수립

○ 기후변화에 따른 물관리 분야 영향분석 및 취약성 평가

○ 지역여건에 적합한 수요관리 체계 구축마. 해양/수산분야

○

■ **기후변화 적응능력 제고(3)**

○ 기후변화 대비 안정적 용수공급 시스템 구축

○ 기후변화 적응능력 제고를 통한 생태공간 조성

○ 하천의 기후변화 적응능력 제고

■ **수질 및 수생태계 관리(3)**

○ 수질오염원 관리 및 수질개선

○ 기후변화 적응을 위한 하천·호소 환경 개선

○ 기후변화 적응을 위한 하천 수생태계 보전·복원

사. 생태계분야

■ **생물자원 모니터링 및 신속대응 체계 마련(2)**

○ 습지보전지역, 도립공원 보전계획 수립 및 모니터링 실시

○ 주홍날개꽃매미 등 생태계 교란 곤충에 때한 대책 마련

■ **기후변화 적응 생물종 확대 조성 및 생물자원 보존(5)**

○ 난대림(상록활엽수림) 확대 조성 및 자원화 방안 마련

○ 밀원식물의 식재와 벌꿀 생산지 조성

○ 난대림을 이용한 치유의 숲 조성

아. 적응산업/에너지분야

■ **온실가스 저감과 연계한 적응대책(3)**

○ 에너지 다소비 업종 온실가스 및 에너지 자발적 감축지원사업

○ 에너지·온실가스 목표관리제 확대

○ 탄소배출 저감활동을 위한 기업 인벤토리 작성 및 배출계수 개발지원사업

■ **신재생에너지 활성화 대책(3)**

○ 하이브리드형 신재생에너지 발전시스템 구축

○ 서남해안 해상풍력단지 구축

○ 태양광 발전 및 태양열 이용 시범단지 구축

6. 추진방법

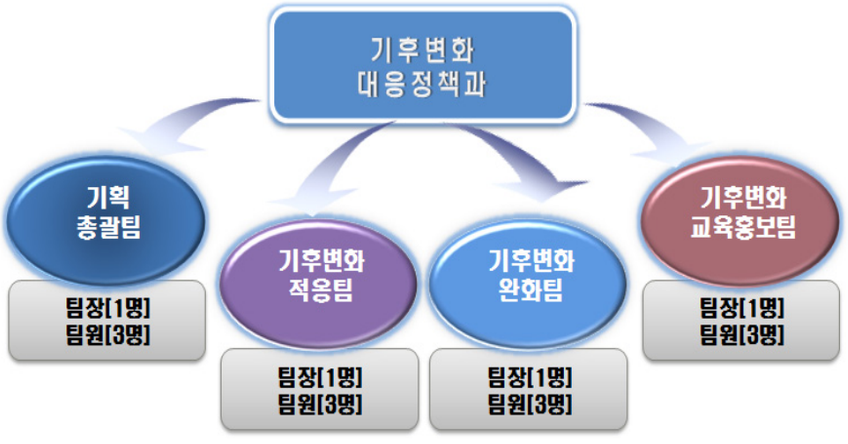
가. 추진체계

○ 기후변화대응정책과(기획총괄팀, 기후변화적응팀, 기후변화대응팀, 기후변화 교육·홍보팀) 신설

○ 기후변화 적응관련 정책을 체계적·통합적으로 추진할 수 있는 기후변화적응위원회 구성·운영

○ 중앙정부, 광역정부, 기초자치단체간 긴밀한 협조를 위한 광역협력체계 구축

○ 전남지역의 기후변화 적응 관련 연구, 정책실행, 교육 및 인력양성을 위한 전남기후변화적응연구원 설립·운영



<그림 10> 기후변화 전담부서(안): 기후변화대응정책과



<그림 11> 전라남도 기후변화적응위원회 구성



<그림 12> 전남기후변화적응연구원(안)의 구성

나. 추진방법

- ○ 중점 3개 분야(농업, 재난/재해, 해양/수산) 및 기존정책과 연계한 계획 우선 추진
- ○ 단기적 성과 보다는 과정 및 장기적 성과 중심의 평가 지향
- ○ 기후변화 적응대책과 관련한 이해당사자들의 지속적인 참여 시스템 구축
- ○ 분야별·지역별 기후변화 적응 매뉴얼 개발 및 보급

목 차

제1장 서 론 ····· 1
1. 과업의 배경 및 목적 ····· 3
2. 과업 범위 ····· 5
3. 과업수행체계 ····· 7
4. 과업의 활용방안 ····· 8

제2장 전라남도 기후변화 영향 현황 및 전망 ····· 11
1. 전라남도 기후변화 영향 현황 ····· 13
가. 기온 현황분석 ····· 13
1) 연도별 기온변화 ····· 13
2) 기온극한값 ····· 15
3) 계절의 변화 ····· 15
나. 강수량 현황분석 ····· 16
1) 연도별 강수량 변화 ····· 16
2) 호우일수 ····· 18
다. 전라남도 기후변화 실태 ····· 19
1) 가뭄 ····· 19
2) 홍수 ····· 23
3) 태풍 ····· 26
4) 폭염 ····· 31
5) 해수면 변동 ····· 35
2. 전라남도 기후변화 예측 ····· 38
가. 기후변화 시나리오 ····· 38
1) 온실가스 배출량 기반의 SRES 시나리오 ····· 38
나. 전라남도 현재 기후분석 ····· 39
1) 기온 ····· 39
2) 강수량 ····· 42
다. 전라남도 미래 기후변화 전망 ····· 44
1) 기온 ····· 44

2) 강수량 ····· 49

제3장 국내·외 선행연구 고찰 ····· 57

1. 기후변화 영향 및 취약성 평가 사례 ····· 59

가. 국내의 기후변화 영향 및 취약성 평가 연구 ····· 59

1) 기후변화 영향 평가 연구 ····· 59

가) 농업부문 ····· 62

나) 산림부문 ····· 63

다) 물관리 부문 ····· 64

라) 재난/재해 부문 ····· 65

마) 보건 부문 ····· 67

바) 해양/수산자원 부문 ····· 68

2) 기후변화 취약성 평가방법 연구 ····· 70

가) 하향식 접근방법 ····· 70

나) 상향식 접근방법 ····· 74

다) 절충형 접근방법 ····· 75

나. 국외의 기후변화 영향 및 취약성 평가 연구 ····· 77

1) 미국 ····· 78

2) 유럽 ····· 80

3) 일본 ····· 83

2. 적응대책 수립사례 ····· 84

가. 국내 기후변화 적응대책 수립 사례 ····· 84

1) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 84

가) 기후변화 협약 대응 종합대책 ····· 84

나) 기후변화 제4차 종합대책(2007. 12) ····· 84

다) 기후변화대응 종합계획(2008. 9) ····· 85

라) 국가 기후변화 적응 종합계획(2008. 12) ····· 85

마) 국가 기후변화 적응대책(2010. 10) ····· 86

2) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 87

가) 제주도 ····· 87

나) 강원도 ····· 88

다) 경기도 ····· 88

라) 인천광역시 ····· 89

나. 국외 기후변화 적응대책 수립 사례 ····· 91
1) 영국 ····· 91
가) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 91
나) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 94
2) 미국 ····· 95
가) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 95
나) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 97
3) 캐나다 ····· 99
가) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 99
나) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 100
4) 호주 ····· 104
가) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 104
나) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 106
5) 일본 ····· 107
가) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 107
나) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 110
3. 시사점 도출 ····· 112

제4장 기후변화 적응 비전 및 목표 ····· 115
1. 비전 및 목표 ····· 117
2. 분야별 목표 및 대책 요약 ····· 118
가. 건강 : 폭염, 전염병 등 기후변화로 인한 건강 영향 최소화 ····· 118
나. 재난/재해 : 재해 취약 및 우려 지역에 대한 방재기반 강화 ····· 119
다. 농업 : 적응을 통한 녹색농업기술 육성 ····· 120
라. 산림 : 기후변화 적응을 통한 산림건강성 증진 ····· 124
마. 해양/수산 : 기후영향으로부터 해양생태계 및 수산자원 보존 ····· 125
바. 물관리 : 건전한 물 순환체계 구축 ····· 126
사. 생태계 : 기후영향으로부터 생물자원 보호 및 다양성 확보 ····· 129
아. 적응산업/에너지 : 기후변화 적응 녹색 신산업 육성 ····· 131
3. 중점 추진 분야 및 과제 ····· 131

제5장 분야별 적응대책 ····· 137
1. 건강분야 ····· 139
2. 재난재해분야 ····· 245
3. 농업분야 ····· 358
4. 산림분야 ····· 478

2편 목 차

5. 해양/수산분야 ····· 575
6. 물관리분야 ····· 665
7. 생태계분야 ····· 749
8. 적응산업/에너지분야 ····· 819

제6장 결론 및 제언 ····· 881
1. 전라남도 기후변화 적응대책의 의의 ····· 883
2. 전라남도 기후변화 적응대책을 위한 제언 ····· 884
가. 효율성 제고를 위한 시스템 구축 ····· 885
1) 기후변화대응정책과 ····· 886
2) 기후변화적응위원회 구성·운영(안) ····· 886
3) 광역적 협력체계 구축 ····· 887
4) 전남기후변화 적응연구원(안) ····· 889
나. 기후변화 적응대책 관련 설문분석 및 결과 ····· 890
1) 설문 개요 ····· 890
2) 설문조사 결과 ····· 891
가) 기후변화의 심각성에 대한 전문가 인식 ····· 891
나) 기후변화에 대응한 국가 및 지자체 적응성 평가 ····· 895
다) 기후변화에 대응한 전남지역의 문제와 현황 ····· 896
라) 조사대상자의 일반적 특성 ····· 899

제7장 참고문헌 ····· **901**

부록 ····· **923**
부록 1. 전라남도 기후변화 적응대책 설문지 ····· 925
부록 2. 1차 TF 및 자문회의 ····· 931
부록 3. 2차 TF 및 자문회의 ····· 934
부록 4. 중간보고회 ····· 938
부록 5. 최종보고회 ····· 940
부록 6. 분야별 전라남도 담당부서와 협의내용 및 결과 ····· 942
부록 7. 기후변화 관련 조직 검토 ····· 949
부록 8. 일본의 기후변화 정책과 최근 동향 ····· 958

표 차 례

<요약 표 1> 주요 국제기구의 기후변화 적응에 대한 정의 2
<요약 표 2> 건강분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 7
<요약 표 3> 재난/재해분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 7
<요약 표 4> 농업분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 8
<요약 표 5> 산림분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 8
<요약 표 6> 해양/수산분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 9
<요약 표 7> 물관리분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 9
<요약 표 8> 물관리분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 10

<표 2-1> 전라남도 주요 시·군의 연평균기온 비교 14
<표 2-2> 호남지방의 계절별 평균, 최고, 최저 기온(1943~2009) 16
<표 2-3> 가뭄의 정의 19
<표 2-4> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 가뭄관련 기사 20
<표 2-5> 우리나라 홍수의 요인 23
<표 2-6> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 홍수관련 기사 24
<표 2-7> 우리나라에 영향을 준 태풍수(1904~2010) 26
<표 2-8> 태풍에 의한 인명 및 재산피해 순위(1904~2009) 26
<표 2-9> 주요 태풍에 의한 전남지역의 연도별 피해현황 27
<표 2-10> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 태풍관련 기사 28
<표 2-11> 전남지역의 폭염발생일수 31
<표 2-12> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 폭염관련 기사 33
<표 2-13> 해역별 지각 변동 속도 및 해수면 상승률 36
<표 2-14> SRES 시나리오별 이산화탄소 배출량 및 기온상승폭 39
<표 2-15> A1B 시나리오에 의한 아시아 지역 및 우리나라 기후전망 39
<표 3-1> 국내 부문별 기후변화 영향 평가 연구 사례 59
<표 3-2> 국내의 농업부문 기후변화 영향 연구 현황 63
<표 3-3> 물관리 부문 국내 기후변화 주제별 연구목록 비율 64
<표 3-4> 물관리 부문 국내 인자별 경향성 분석에 대한 연구목록 비율 65
<표 3-5> 국내의 농업부문 기후변화 영향 연구 현황 67

<표 3-6> 국내의 보건부문 기후변화 영향 연구 현황 ····· 68
<표 3-7> 국내의 수산자원 부문 기후변화 관련 연구기관 현황 ····· 69
<표 3-8> 국내의 보건부문 기후변화 영향 연구 현황 ····· 69
<표 3-9> 하향식 접근방법에 의한 기후변화 취약성 평가 사례(보건 분야) ····· 71
<표 3-10> 하향식 접근방법에 의한 기후변화 취약성 평가 사례(산림 분야) ····· 72
<표 3-11> 홍수피해에 대한 지역안전도 평가 인자 ····· 75
<표 3-12> 지역안전도 평가 인자 ····· 75
<표 3-13> 이상홍수 취약성 지표 ····· 77
<표 3-14> 미국의 부문별 기후변화에 따른 수자원관련 영향 ····· 79
<표 3-15> EU의 기후변화 적응정책과 기존 추진 정책간의 통합 ····· 81
<표 3-16> 유럽 국가의 부문별 영향 및 취약성 평가 현황 ····· 82
<표 3-17> 일본의 부문별 기후변화에 따른 영향 ····· 82
<표 3-18> 제주도 기후변화 적응 부문 대응전략 ····· 88
<표 3-19> 인천광역시의 부문별 기후변화 적응 전략 ····· 90
<표 3-20> 영국 지방정부의 정책대응 및 관련지침 ····· 93
<표 3-21> Kerry-Boxer 상원법안의 주요내용 ····· 96
<표 3-22> 뉴욕시의 기후변화 적응정책 리스트 ····· 98
<표 3-23> 캐나다의 부문별 기후변화 적응 방안 ····· 99
<표 3-24> 광역 밴쿠버 도시 체계의 기후변화 영향과 적응 전략 요약 ····· 103
<표 3-25> 호주의 부문별 기후변화 적응 방안 ····· 106
<표 3-26> 도쿄의 기후변화 적응정책 리스트 ····· 111
<표 3-27> 도시별 기후변화 적응 분야별 우선순위 및 영향평가 방법 ····· 113
<표 5-1-1> 법정전염병의 최근 10년간 발생추이 요약(2000년) ····· 142
<표 5-1-2> 모형에 따른 기온과 식중독 발생률 관계 ····· 146
<표 5-1-3> 질병별 연령대별 전염병 발생예측 건수 ····· 146
<표 5-1-4> 미래의 전염병 종류별 질병 부담예측 ····· 149
<표 5-1-5> 분석에 사용된 지표 목록 ····· 150
<표 5-1-6> 소방방재청 지역안전도 평가 인자 ····· 150
<표 5-1-7> 이상홍수 취약성지표 ····· 153
<표 5-1-8> 분석에 사용된 자료 및 결과물 ····· 154
<표 5-1-9> 분석에 사용된 자료 및 결과물 ····· 155
<표 5-1-10> 분석에 사용된 자료 및 결과물 ····· 156
<표 5-1-11> 서유럽 폭염으로 인한 초과사망자수 및 열 관련 사망자 ····· 157

<표 5-1-12> HAZUS 데이터베이스…… 162
<표 5-1-13> 주요 평가 도구 모음(CATS)…… 163
<표 5-1-14> CVAT의 단계별 입출력값…… 164
<표 5-1-15> 1995년 England, Wales 및 Greater London지역 열파기간 5일중 초과사망에 대한 분석 (연령별, 성별 및 사망원인별)…… 166
<표 5-1-16> 기후변화 적응 분야별 세부 역점 추진과제…… 169
<표 5-1-17> 홍수에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수…… 172
<표 5-1-18> 태풍에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수…… 173
<표 5-1-19> 폭염에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수…… 173
<표 5-1-20> 한파에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수…… 174
<표 5-1-21> 오존농도 상승에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수…… 174
<표 5-1-22> 미세먼지에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수…… 175
<표 5-1-23> 기타 대기오염물질에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수…… 175
<표 5-1-24> 곤충 및 설치류에 의한 전염병 취약성 평가를 위한 대용변수…… 176
<표 5-1-25> 수인성 매개질환의 취약성 평가를 위한 대용변수…… 176
<표 5-1-26> 전남 건강분야 기존 적응대책 문제점 및 방향…… 201
<표 5-1-27> 전남 폭염분야 적응대책…… 203
<표 5-1-28> 전라남도 전염병 적응대책…… 209
<표 5-1-29> 전라남도 재난 적응대책…… 216
<표 5-2-1> 미시시피 홍수의 1, 2, 3차적 영향력(1993)…… 246
<표 5-2-2> 2010년의 2차, 3차적 영향의 예…… 247
<표 5-2-3> 기상 상황별 발생 횟수…… 250
<표 5-2-4> 년도별, 월별 발생 현황…… 250
<표 5-2-5> 최근 10년간 연도별, 월별 피해액…… 251
<표 5-2-6> 최근 10년간 인명 및 재산 피해…… 252
<표 5-2-7> 최근 10년간 복구비 현황…… 253
<표 5-2-8> 풍수해 피해자료 (1996년~2009년 합계)…… 254
<표 5-2-9> 미국 CVI(Coastal Vulner ability index) 지표 개발…… 256
<표 5-2-10> 우리나라를 대상으로 수행된 홍수 관련 기존 연구검토…… 259
<표 5-2-11> 피해유형별 관련 지역인자…… 260
<표 5-2-12> 연안 침식 기후 변화 요소의 장기 변동율…… 261
<표 5-2-13> 연안 침식 기후 변화 요소의 순 변동량 비교…… 261
<표 5-2-14> 취약성 평가 지표의 구성…… 262

<표 5-2-15> 서울특별시의 폭염관련 적응대책 ····· 267
<표 5-2-16> 서울특별시 풍수해 관련 적응대책 ····· 268
<표 5-2-17> 인천광역시 해양재난관련 적응대책 목록 ····· 269
<표 5-2-18> 기후변화 취약성 대용변수 정의 ····· 273
<표 5-2-19> 재해부문 - 대용변수 가중치 ····· 273
<표 5-2-20> 재해분야 취약성 평가 세부항목 ····· 274
<표 5-2-21> 홍수에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수 ····· 274
<표 5-2-22> CCGIS 3.1에 의한 홍수에 대한 기반시설 취약성 지수 ····· 275
<표 5-2-23> 폭염에 대한 기반시설 취약성 평가의 대응변수 ····· 287
<표 5-2-24> CCGIS 3.1 프로그램을 통해 평가된 폭염에 대한 취약성평가 지수 ····· 287
<표 5-2-25> 폭설에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수 ····· 296
<표 5-2-26> CCGIS 3.1를 통한 폭설에 대한 취약성평가 지수 ····· 297
<표 5-2-27> 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수 ····· 306
<표 5-2-28> CCGIS 3.1를 통한 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성평가 지수 ····· 307
<표 5-2-29> 기후변화협약대응 제3차 종합계획에 포함된 적응관련 추진과제 ····· 317
<표 5-2-30> 기후변화 제4차 종합계획의 적응관련 과제 ····· 318
<표 5-2-31> 기후변화대응 종합기본계획의 적응관련 과제 ····· 319
<표 5-2-32> 해일 침수피해가 예상되는 재해취약지역에 대한 방재시설 설치계획 ····· 328
<표 5-2-33> 무역항의 방파제 보강 계획 ····· 329
<표 5-2-34> 연안항의 방파제 보강 계획 ····· 329
<표 5-3-1> 최근 10년(′96~′05년) 농경지 자연재해 피해액(소방방재청) ····· 358
<표 5-3-2> 최근 10년(′96~′05년) 농경지 자연재해 발생건수(소방방재청) ····· 358
<표 5-3-3> 이상기상에 따른 최근 3년간 국내 농작물 피해·복구현황(2008년) ····· 359
<표 5-3-4> 이상기상에 따른 최근 3년간 국내 농작물 피해·복구현황(2009년) ····· 360
<표 5-3-5> 이상기상에 따른 최근 3년간 국내 농작물 피해·복구현황(2010년) ····· 360
<표 5-3-6> 광주·전남 과거 10년간 기상재해 피해 및 복구비 현황 ····· 361
<표 5-3-7> 최근 5년간 기상재해 피해 지원현황 ····· 362
<표 5-3-8> 이상기상이 작물에 미친 영향 ····· 363
<표 5-3-9> 감소 혹은 증가 예상 병해충 종류 ····· 365
<표 5-3-10> 기상조건별 벼 병해충 발생상황 ····· 366
<표 5-3-11> 기상조건별 채소작물(마늘, 양파, 파, 고추, 배추, 무, 오이, 토마토 등) 병해충 발생상황 ··· 366
<표 5-3-12> 기상조건별 과수작물(사과, 배, 포도, 복숭아, 감귤, 감 등) 병해충 발생상황 ····· 366
<표 5-3-13> 폭설로 인한 피해규모 ····· 370

<표 5-3-14> 과종별 동해 한계온도(℃)····· 370
<표 5-3-15> 작목별 피해면적····· 371
<표 5-3-16> 최근 10년 일조시간 비교····· 371
<표 5-3-17> 기후변화로 인한 부문별 영향····· 372
<표 5-3-18> IPCC의 미래 주요 기후변화 시나리오 ····· 374
<표 5-3-19> 최근 농작물과 축산의 피해 발생 현황 (2005. 8 ~ 2007. 4.)····· 376
<표 5-3-20> 기후변화 조건에 따른 벼 잠재생산성 변화····· 379
<표 5-3-21> 보리 잠재생산성 변동 예측기후변화 조건에 따른 보리 잠재생산성 변화····· 381
<표 5-3-22> 고온조건 하에서 동안벼와 6개 품종의 현미완전미율과 천립중의 증감률····· 389
<표 5-3-23> 온도와 CO2 농도 변화에 따른 벼 수량성 평가 (Oryza 2000 모델)····· 390
<표 5-3-24> 과수 동해 피해 산정률 작성····· 392
<표 5-3-25> 외국(주요지역)의 주요 작물재배 동향조사····· 398
<표 5-3-26> 기후변화 취약성 세부항목 선정배경····· 402
<표 5-3-27> 대용변수 및 가중치 선정배경····· 403
<표 5-4-1> 우리나라 2010년 이상기후 기록····· 480
<표 5-4-2> 산림분야에 관련된 기후변화 영향 및 적응연구····· 483
<표 5-4-3> FSGCR의 산림분야 주요 연구 활동분야 및 내용····· 485
<표 5-4-4> 일본 삼림총합연구소의 기후변화 관련 연구····· 486
<표 5-4-5> 뉴질랜드 임업연구원의 기후변화 관련 연구····· 486
<표 5-4-6> 우리나라 산림대의 수평적 분포 구분 ····· 492
<표 5-4-7> 전남 22개 시·군 임상별 산림면적(ha) (산림청, 2010)····· 495
<표 5-4-8> 전남 22개 시·군 임상별 임목축적(㎥) (산림청, 2010)····· 496
<표 5-4-9> 전남 도내 시군별 병해충 발생 면적 (2011년)····· 500
<표 5-4-10> 2011년 동해로 인한 양묘 피해····· 500
<표 5-4-11> 2011년 동해로 인한 양묘하우스내 피해····· 501
<표 5-4-12> 시험지 입지환경 조사표····· 502
<표 5-4-13> 난대 선단지 조림수종 생존율····· 503
<표 5-4-14> 기후변화에 따른 산림분야 항목별 대용변수 및 가중치····· 507

2권 표 차 례

<표 5-5-1> 전남지역 강수량 현황(2010년 기준)····576
<표 5-5-2> 전남지역 강수 관련 현황(강수량 : 2010년 기준)····577
<표 5-5-3> 전국 일강수량 현황(㎜/day)(2010년 기준)····578
<표 5-5-4> 최근 20년 전남지역 태풍 내습 빈도 및 당해 대규모 태풍 현황····579
<표 5-5-5> 2004년~2010년 전남지역 일조시간 변화(시간)···· 580
<표 5-5-6> 2000년~2010년(11년동안)사이 전남지역 6개 시군의 연평균 풍속(m/s)···· 580
<표 5-5-7> 2001년~2010년 사이 전남연안의 표층수온 변화(℃)····583
<표 5-5-8> 전남지역 해수면 상승률····584
<표 5-5-9> 전남지역 연간 해수온도 상승률(°C/yr)···· 593
<표 5-5-10> 전국 해수온도 상승률(%)····594
<표 5-5-11> 국내 기후변동과 수산자원과의 관계 연구현황(환경부, 2010b)···· 597
<표 5-5-12> 국외의 기후변동과 수산자원과의 관계 연구 현황(환경부, 2010B)····600
<표 5-5-13> 전라남도의 어가현황···· 602
<표 5-5-14> 연령별 어가인구(명)···· 602
<표 5-5-15> 양식방법에 따른 어가현황(호)···· 602
<표 5-5-16> 수산업협동조합 및 어촌계···· 603
<표 5-5-17> 도서 및 갯벌 면적···· 603
<표 5-5-18> 전라남도 도서 현황(2010년 기준)···· 603
<표 5-5-19> 전라남도 시·군별 도서 면적···· 604
<표 5-5-20> 전라남도 시·군별 해안선 길이···· 604
<표 5-5-21> 전라남도 어항 현황···· 605
<표 5-5-22> 전라남도 지정항만 현황···· 606
<표 5-5-23> 갯벌현황···· 606
<표 5-5-24> 우리나라 습지보호구역 지정 현황···· 607
<표 5-5-25> 전라남도 습지보호구역 현황···· 607
<표 5-5-26> 전라남도의 시군별 갯벌 현황···· 607
<표 5-5-27> 전라남도의 어업형태별 면허건수 및 면적···· 609
<표 5-5-28> 전라남도 양식어업 현황···· 609
<표 5-5-29> 어장 소유별 현황····609

<표 5-5-30> 전라남도 해상종묘생산 허가 현황 610
<표 5-5-31> 연안어업 허가 현황 610
<표 5-5-32> 시·군별 어류양식 현황 610
<표 5-5-33> 시·군별 염전면적 611
<표 5-5-34> 우리나라 수산물 생산 현황 611
<표 5-5-35> 우리나라 품종별 수산물 생산현황 612
<표 5-5-36> 전라남도 김·미역 양식 및 생산현황 613
<표 5-5-37> 천일염 생산현황 615
<표 5-5-38> 시·군별 천일염 생산현황 615
<표 5-5-39> 소금생산량 변화(2005년~2010년) 615
<표 5-5-40> 전남지역 염전면적 변화 616
<표 5-5-41> 단위면적당 소금생산량 변화 616
<표 5-5-42> 전라남도 품목별 수산물 수출 현황(2010년 말) 617
<표 5-5-43> 전라남도 소금 종류별 수입현황 617
<표 5-5-44> 전라남도 국가별 소금 수입현황 617
<표 5-5-45> 전라남도 소금 수출현황 617
<표 5-5-46> 전남지역 해조류양식 취약성평가 결과(2012년 현재) 624
<표 5-5-47> 전남지역 천일염 생산 취약성평가 결과(2012년현재) 626
<표 5-5-48> 전남지역 전복가두리양식 취약성평가 결과(2012년 현재) 628
<표 5-5-49> 전남지역 연근해어업 취약성평가 결과(2012년 현재) 630
<표 5-5-50> 전남지역 패류양식 취약성평가 결과(2012년 현재) 632
<표 5-5-51> 전남지역 갯벌면적 취약성평가 결과(2012년 현재) 634
<표 5-5-52> 정부의 해양수산분야 기후변화 적응 주요 정책 636
<표 5-5-53> 해양수산분야 기후대응 주요 지자체 정책 637
<표 5-5-54> 전라남도 기후변화 관련 해양수산분야 기존 적응대책 638
<표 5-5-55> 해조류의 CO2 흡수량 비교 641
<표 5-6-1> 전라남도 1994~1995년 가뭄피해 현황 668
<표 5-6-2> 전라남도 2000~2001년 가뭄피해 현황 669
<표 5-6-3> 기후변화 취약성 세부항목 선정배경 680
<표 5-6-4> 치수의 취약성 평가를 위한 대용변수 및 가중치 681
<표 5-6-5> 이수의 취약성 평가를 위한 대용변수 및 가중치 682
<표 5-6-6> 수질 및 수생태에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수 및 가중치 683
<표 5-6-7> 전라남도 각 시군의 현재 치수에 대한 순위별 취약성 평가 지수 691

<표 5-6-8> 전라남도 각 시군의 현재 이수에 대한 순위별 취약성 평가 지수 698
<표 5-6-9> 전라남도 각 시군의 현재 수질 및 수생태에 대한 순위별 취약성 평가 지수 705
<표 5-6-10> 국가 기후변화 적응대책 세부시행계획(2011~2015) 713
<표 5-7-1> 1941～2003년 까지 봄꽃 개화시기 변화 (일/10년) 751
<표 5-7-2> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2000년대) 765
<표 5-7-3> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2020년대) 766
<표 5-7-4> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2050년대) 766
<표 5-7-5> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2100년대) 767
<표 5-7-6> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2000년대) 774
<표 5-7-7> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2020년대) 775
<표 5-7-8> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2050년대) 775
<표 5-7-9> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2100년대) 776
<표 5-7-10> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2000년대) 783
<표 5-7-11> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2020년대) 784
<표 5-7-12> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2050년대) 784
<표 5-7-13> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2100년대) 785
<표 5-8-1> 한반도 주변해역 연평균 해수면상승 예측치(2008년 대비) 819
<표 5-8-2> 한반도 주변해역 연평균 표층수온 예측치(2008) 820
<표 5-8-3> 30년 기간별 이상고온의 연평균 출현 일수 821
<표 5-8-4> 전남 연도별 부문별 온실가스 배출량 823
<표 5-8-5> 전국 연도별 부문별 온실가스 배출량 823
<표 5-8-6> 연도별 전남 연료연소 부문 온실가스 배출량 824
<표 5-8-7> 전남 산업공정별 온실가스 배출량 824
<표 5-8-8> 부문별 기후변화 영향 예측 829
<표 5-8-9> 에너지 공급부문의 영향요소 830
<표 5-8-10> 뉴욕시 기후변화 적응 전략 831
<표 5-8-11> 산업부문에서 온실가스 저감을 위한 기술의 예 834
<표 5-8-12> 분야별 완화선택과 지속가능한 개발 835
<표 5-8-13> 포틀랜드시의 온실가스 배출 감축 전략 837
<표 5-8-14> 레스터 시의 환경정책 839
<표 5-8-15> 동경도의 이산화탄소 저감 대책 840
<표 5-8-16> 산업계에 미치는 기후변화 영향 844
<표 5-8-17> 산업/에너지 기술 분야 취약성 평가지수 845

<표 5-8-18> 에너지 분야 취약성 평가지수 ····· 846
<표 5-8-19> 기후변화 산업 경쟁력지수 산정지표 ····· 847
<표 5-8-20> 기후노출 지표 ····· 848
<표 5-8-21> 기후변화 민감성 지표 ····· 849
<표 5-8-22> 기후변화 적응능력 지표 ····· 850
<표 5-8-23> 전남 제조업 업종별 비중(2009년) ····· 853
<표 5-8-24> 부문별·업종별 감축목표 ····· 856
<표 5-8-25> 연도별 온실가스 감축율 ····· 857
<표 5-8-26> 녹색성장 3대 전략 및 10대 정책방향 ····· 859
<표 5-8-27> 1차 에너지 신재생에너지 보급전망, 목표 ····· 860
<표 5-8-28> 중장기 신재생에너지 원별 보급목표 ····· 861
<표 5-8-29> 국산 신재생에너지의 경제성 확보시기 ····· 862
<표 5-8-30> 기후변화 대응 추진 정책 추진계획 ····· 864
<표 6-1> 기후변화 관련 조직 현황 ····· 888
<표 6-2> 전라남도 22개 시·군 자치단체 기후변화관련 조직 현황 ····· 889
<표 6-3> 기후변화에 가장 취약한 분야 ····· 895
<표 6-4> 중점 연구 분야 ····· 896
<표 6-5> 전남지역에서 기후변화에 가장 취약한 분야 ····· 897
<표 6-6> 기후변화 적응을 위한 지자체의 노력 ····· 897

그림 차례

<요약 그림 1> 전지구와 한반도의 연평균 기온 편차 ····· 1
<요약 그림 2> 기후변화 영향 ····· 1
<요약 그림 3> 온실가스 감축을 위한 국가간 기후변화협약 체결 경과 ····· 2
<요약 그림 4> 2000년 이후 국제사회의 기후변화 적응 논의 ····· 3
<요약 그림 5> 전라남도의 연평균기온 변화(1971~2010) ····· 5
<요약 그림 6> 강수량 및 강수일수의 시계열 및 변화 추세 ····· 5
<요약 그림 7> 전남지역 일평균기온((℃) 변화 전망 ····· 6
<요약 그림 8> 전남지역 연평균 강수량 변화 전망(기후변화시나리오 A1B) ····· 6
<요약 그림 9> 전라남도의 기후변화 적응 비전, 목표 및 부문별 추진전략 ····· 10
<요약 그림 10> 기후변화 전담부서(안): 기후변화대응정책과 ····· 15
<요약 그림 11> 전라남도 기후변화적응위원회 구성 ····· 15
<요약 그림 12> 전남기후변화적응연구원(안)의 구성 ····· 16

<그림 1-1> 기후변화에 따른 지구 평균온도 및 해수면의 상승추이와 전망 ····· 4
<그림 1-2> 과업의 공간적 범위 ····· 6
<그림 2-1> 전라남도의 연평균기온 변화(1971~2010) ····· 14
<그림 2-2> 호남지방의 연 강수량 편차 시계열(좌)과 10년대별 강수량(우) ····· 17
<그림 2-3> 강수량 및 강수일수의 시계열 및 변화추세(목포, 여수, 1943~2009) ····· 17
<그림 2-4> 호남지방의 80mm 이상 호우일수의 시계열 및 변화 추세 ····· 18
<그림 2-5> 목포와 여수관측소의 10년대별 80mm 이상 호우일수 변화 ····· 18
<그림 2-6> 2001~2010년 연평균 폭염발생일수(좌)와 2010년 폭염발생일수(우) ····· 31
<그림 2-7> 최근 10년간 열대야 발생일수(기상청, 2011) ····· 32
<그림 2-8> 위성고도계 자료를 이용한 전 지구 해수면 상승의 계절적 변화 ····· 35
<그림 2-9> SRES 시나리오의 개념(IPCC, 2001) ····· 38
<그림 2-10> 전남지역의 과거 10년간(1996~2005년) 기온 양상 ····· 41
<그림 2-11> 전남지역의 과거 10년간(1996~2005년) 강수량 양상 ····· 43
<그림 2-12> 전남지역의 일평균기온 변화 예측 ····· 44
<그림 2-13> 전남도내 지역별 일 평균기온 변화 예측(A1B기후변화 시나리오) ····· 45
<그림 2-14> 전남지역의 여름철(6~8월) 일평균기온 변화 예측 ····· 45

<그림 2-15> 전남도내 지역별 여름철 일 평균기온 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)……46
<그림 2-16> 전남지역 여름철(6~8월) 일최고기온 변화 예측…… 46
<그림 2-17> 전남지역의 겨울철(12~2월) 일평균기온 변화 예측……47
<그림 2-18> 전남도내 지역별 겨울철 일 평균기온 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)……47
<그림 2-19> 전남지역 여름철(6~8월) 일 최고기온 변화 예측……48
<그림 2-20> 전남지역의 연평균 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 49
<그림 2-21> 전남도내 지역별 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 50
<그림 2-22> 전남지역의 여름철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 51
<그림 2-23> 전남도내 지역별 여름철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 51
<그림 2-24> 전남지역 일강수량이 80mm 이상인 날의 변화 예측…… 52
<그림 2-25> 전남지역 일 최대강수량 변화 예측……53
<그림 2-26> 전남지역 5일 주기 최대강수량 변화 예측…… 54
<그림 2-27> 전남지역의 겨울철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 55
<그림 2-28> 전남도내 지역별 겨울철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 55
<그림 3-1> 기후변화에 의한 재난분야 영향 및 취약성 평가 절차(배덕효, 2010)…… 66
<그림 3-2> 기후변화 취약성 평가 접근방법(Dessai & Hulme, 2003)…… 70
<그림 3-3> 산림분야 하향식 평가방법 사례 : CEVSA 모형(Yu, 2012)…… 73
<그림 3-4> 서울시 자치구별 홍수위험도 분석 결과(도시재생사업단, 2010)……73
<그림 3-5> 지역별 기후변화 취약성-유연성 지표 분포(유가영, 2008)…… 74
<그림 3-6> 절충형 취약성 평가 흐름도(김병식 외, 2009)……76
<그림 3-7> 기후변화 연구 유형 및 진행 과정(Swart et al, 2009)…… 78
<그림 3-8> 미국의 기후변화 영향평가 조정체계(한화진 외, 2005)…… 78
<그림 3-9> 국가 기후변화 적응 종합계획의 비전, 목표 및 추진전략…… 86
<그림 3-10> 국가 기후변화 적응대책의 비전 및 대책분야……87
<그림 3-11> 경기도의 기후변화 대응비전 및 전략(경기개발연구원, 2010)…… 89
<그림 3-12> 영국의 계획체계와 기후변화 관련 리스크 평가체계(국토연구원, 2009)…… 92
<그림 3-13> 런던계획의 체계에서의 기후변화에 대한 계획 (국토연구원, 2009)…… 94
<그림 3-14> 런던 템즈강 유역 홍수위험지역(국토연구원, 2009)…… 95
<그림 3-15> 토론토시 기후변화 실행계획 다이어그램(서울시정개발연구원, 2010)……100
<그림 3-16> 토론토시 기후변화 적응 추진전략(서울시정개발연구원, 2010)…… 101
<그림 3-17> 열 경고 시스템 레벨(The Clean Air partnership, 2005)…… 102
<그림 3-18> 통합적 풍수해 관리계획(ISMPs)의 진행(progress)…… 104
<그림 3-19> 호주의 기후변화 적응 대책 추진 체계(기후변화적응포털(http://kaccc.kei.re.kr/), 2012)… 105

<그림 3-20> 일본의 기후변화 적응 대책 추진 체계(기후변화적응포털(http://kaccc.kei.re.kr/), 2012)·· 108
<그림 3-21> 일본의 기후변화 적응 목표 및 전략(KISTEP, 2010)····· 109
<그림 3-22> 도쿄의 기후변화 적응 추진전략(서울시정개발연구원, 2010)····· 110
<그림 4-1> 전라남도의 기후변화 적응 비전, 목표 및 부문별 추진전략····· 117
<그림 5-1-1> 전남의 전 연령, 65세 이상 인구 변동 추이(2000년~2009년)····· 140
<그림 5-1-2>전남의 전 연령, 65세 이상 사망자수의 변동 추이(2000-2008년)····· 140
<그림 5-1-3> 전남의 순환기계 질환 사망자수(2000-2008년)····· 141
<그림 5-1-4> 전남의 호흡기계 질환 사망자수(2000-2008년)····· 141
<그림 5-1-5> 전남에서의 법정전염병 발생 추이(2005~2010년)····· 143
<그림 5-1-6> 4개 도시에 대한 기온과 사망의 관계(박정임 등, 2005)····· 144
<그림 5-1-7> 연간 인구 10만 명당 기후변화 관련 질병 발생률 추이 (장재연, 2008)····· 145
<그림 5-1-8> 계절 및 연도별 변이를 고려한 온도와 식중독 환자 수의 관계(신호성 등, 2009a)·· 146
<그림 5-1-9> 연령별 기온에 따른 질병부담(YLD)(신호성과 김동진, 2008)····· 148
<그림 5-1-10> 소방방재청 지역안전도 평가 절차(서울시정개발연구원, 2006)····· 151
<그림 5-1-11> 홍수피해 잠재능의 평가요소 및 방법····· 152
<그림 5-1-12> 취약성 평가 흐름도(김병식 등, 2009)····· 154
<그림 5-1-13> CA-Markov 기법에 의해 예측된 토지이용도(안소라 등, 2008)····· 155
<그림 5-1-14> FLUMEN 모형을 이용한 진위천 홍수 빈도(강수만 등, 2007)····· 156
<그림 5-1-15> HEC-GecRAS를 이용한 침수범람도····· 157
<그림 5-1-16> 프랑스 초과사망률 분포(a)와 열파 기간 동안 일별 사망자 변화(b) (2003.8.1-15)·· 158
<그림 5-1-17> 유럽(EU 27개국+ 2개국) ESPON 프로젝트····· 159
<그림 5-1-18> 원인별(열, 심혈관계 질환 및 열과 심혈관계 질환) 사망자와 열지수(1995.7.12-19)··· 160
<그림 5-1-19> HAZUS의 구성····· 161
<그림 5-1-20> CATS 자연재해····· 162
<그림 5-1-21> CATS 기술적 재난····· 163
<그림 5-1-22> England, Wales 및 Greater London지역에서의 일 사망자수 (1993. 5-1995. 9)····· 165
<그림 5-1-23> 더운날 평균온도가 1℃ 증가 시 열 관련 사망자 수의 변화····· 166
<그림 5-1-24> 성별에 따른 열사병 사망자 및 비례 사망률(1968년-1994년)····· 167
<그림 5-1-25> 일평균 기온과 총 사망률(1979년-1997년)····· 168
<그림 5-1-26> 사망과 평균기온과의 관계(사망비 = 관찰된 사망수 / 연구기간의 평균 사망수)·· 168
<그림 5-1-27> 전라남도 지역별 최고기온(°C) 현황 및 전망····· 177
<그림 5-1-28> 일 최고 기온이 33°C 이상인 날의 횟수 현황 및 전망····· 178
<그림 5-1-29> 전라남도 시군별 65세 이상 인구수 및 독거노인 현황(현재)····· 179

<그림 5-1-30> 전라남도 시군별 기초생활수급자 현황(현재)·····180
<그림 5-1-31> 월평균 최고기온(1월)····· 181
<그림 5-1-32> 월평균 최고기온(7월)····· 182
<그림 5-1-33> 월평균 평균기온(1월)····· 183
<그림 5-1-34> 월평균 평균기온 - 7월····· 184
<그림 5-1-35> 전라남도 시군별 열사병/일사병 사망자, 수인성 질환자 현황(2000년대)····· 185
<그림 5-1-36> 전라남도 시군별 대기환경 현황(2000년대)·····186
<그림 5-1-37> 전라남도 시군별 안과, 호흡기, 피부 질환자 현황(2000년대)·····186
<그림 5-1-38> 홍수에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 189
<그림 5-1-39> 태풍에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 189
<그림 5-1-40> 폭염에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 190
<그림 5-1-41> 한파에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 190
<그림 5-1-42> 오존농도 상승에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 191
<그림 5-1-43> 미세먼지에 대한 건강 취약성(2000년대)·····191
<그림 5-1-44> 대기오염물질에 대한 건강 취약성(2000년대)·····192
<그림 5-1-45> 곤충 및 설치류에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 192
<그림 5-1-46> 수인성 매개질환의 건강 취약성(2000년대)·····193
<그림 5-1-47> 홍수에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 193
<그림 5-1-48> 태풍에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 194
<그림 5-1-49> 폭염에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 195
<그림 5-1-50> 한파에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 195
<그림 5-1-51> 오존농도 상승에 의한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 196
<그림 5-1-52> 미세먼지에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)·····197
<그림 5-1-53> 대기오염물질에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)·····197
<그림 5-1-54> 곤충류 설치류에 의한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 198
<그림 5-1-55> 수인성 매개질환에 의한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 199
<그림 5-2-1> 태풍 무이파로 인한 전남 피해····· 249
<그림 5-2-2> 해안침식으로 인한 토지유실····· 255
<그림 5-2-3> 연안 동적변화 시나리오·····257
<그림 5-2-4> 서울특별시시 재난/재해 취약성 평가·····259
<그림 5-2-5> 서울특별시 구별 미래 홍수 피해액 및 위험도····· 260
<그림 5-2-6> 잠재적 영향 및 적응능력 유형에 따른 지자체 분포·····262
<그림 5-2-7> 태풍 Rusa 통과 시의 최대폭풍해일고의 등분포도····· 263

<그림 5-2-8> 태풍 Thelma 통과 시의 최대폭풍해일고 분포 263
<그림 5-2-9> 산출지점 263
<그림 5-2-10> 경상남도 진주시 기후변화 적응 분석표 264
<그림 5-2-11> 부산광역시 기후변화대응 추진계획 265
<그림 5-2-12> 평가 및 적응 대책 작성 시나리오 266
<그림 5-2-13> 부산 온천천의 배수능력 분석 및 침수예상구역 266
<그림 5-2-14> 기후변화 취약성의 정의 (Fussel and Klein, 2006) 272
<그림 5-2-15> 홍수에 대한 기반시설 기후노출 취약성 276
<그림 5-2-16> 홍수에 대한 기반시설 기후노출 취약성의 시·군별 비교 276
<그림 5-2-17> 홍수에 대한 기반시설 민감도 취약성 277
<그림 5-2-18> 홍수에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시·군별 비교 277
<그림 5-2-19> 홍수에 대한 기반시설 기후영향 취약성 278
<그림 5-2-20> 홍수에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시·군별 비교 278
<그림 5-2-21> 홍수에 대한 기반시설 적응능력 취약성 279
<그림 5-2-22> 홍수에 대한 기반시설 적응능력 취약성의 시·군별 비교 279
<그림 5-2-23> 홍수에 대한 기반시설 취약성 280
<그림 5-2-24> 홍수에 대한 기반시설 취약성의 시·군별 비교 280
<그림 5-2-25> 홍수에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수 및 기여도 281
<그림 5-2-26> 사군별 대용변수 기여도 282
<그림 5-2-27> 홍수에 대한 기반시설 취약성 전망 283
<그림 5-2-28> 홍수에 대한 기반시설 취약성(기후영향) 전망 283
<그림 5-2-29> 홍수 기반시설에 대한 전남 시·군별 취약성 평가지수 284
<그림 5-2-30> 고도 10m 이하 저지대면적(a) 및 가구수(b) 285
<그림 5-2-31> 시군별 평균 해발고도(a) 및 평균 경사도(b) 285
<그림 5-2-32> 홍수로 인한 침수 면적 286
<그림 5-2-33> 폭염에 대한 기반시설의 기후노출 취약성 분포 288
<그림 5-2-34> 폭염에 대한 기반시설의 기후노출 취약성의 시·군별 비교 288
<그림 5-2-35> 폭염에 대한 기반시설 민감도 취약성 분포 289
<그림 5-2-36> 폭염에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시·군별 비교 289
<그림 5-2-37> 폭염에 대한 기반시설의 기후영향 취약성 분포 290
<그림 5-2-38> 폭염에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시·군별 비교 290
<그림 5-2-39> 폭염에 대한 기반시설 적응능력 취약성 분포 291
<그림 5-2-40> 폭염에 대한 기반시설 적응능력 취약성의 시·군별 비교 291

<그림 5-2-41> 폭염에 대한 현재의 기반시설 취약성 분포 292
<그림 5-2-42> 폭염에 대한 현재의 기반시설 취약성 시·군별 비교 292
<그림 5-2-43> 폭염에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수 및 세부 대용 기여도 293
<그림 5-2-44> 목포시의 대용 변수의 기여도 293
<그림 5-2-45>폭염에 대한 미래 기반시설 취약성 분포 294
<그림 5-2-46> 폭염에 대한 미래의 기후영향 295
<그림 5-2-47> 취약성 변용지수의 시·군단위 비교 295
<그림 5-2-48> 폭설에 대한 기반시설 기후노출 취약성 분포 298
<그림 5-2-49> 폭설에 대한 기반시설 기후노출 취약성의 시·군별 비교 298
<그림 5-2-50> 폭설에 대한 기반시설 민감도 취약성 분포 299
<그림 5-2-51> 폭설에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시·군별 비교 299
<그림 5-2-52> 폭설에 대한 기반시설 기후영향 취약성 분포 300
<그림 5-2-53> 폭설에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시·군별 비교 300
<그림 5-2-54> 폭설에 대한 기반시설 적응능력 취약성 분포 301
<그림 5-2-55> 폭설에 대한 기반시설 적응능력 취약성의 시·군별 비교 301
<그림 5-2-56> 폭설에 대한 현재의 기반시설 취약성 분포 302
<그림 5-2-57> 폭설에 대한 현재의 기반시설 취약성의 시·군별 비교 302
<그림 5-2-58> 전남 전체의 취약성 303
<그림 5-2-59> 목포시의 대용 변수의 기여도 303
<그림 5-2-60> 폭설에 대한 미래의 기반시설 취약성 분포 304
<그림 5-2-61> 폭설에 대한 미래의 기후영향의 시·군별 분포 305
<그림 5-2-62> 취약성 변용지수의 시·군단위 비교 305
<그림 5-2-63> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후노출 취약성 분포 308
<그림 5-2-64> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후노출 취약성의 시·군별 비교 308
<그림 5-2-65> 해수면상승에 대한 기반시설 민감도 취약성 분포 309
<그림 5-2-66> 해수면상승에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시·군별 비교 309
<그림 5-2-67> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후영향 취약성 분포 310
<그림 5-2-68> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시·군별 비교 310
<그림 5-2-69> 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성의 적응능력 분포 311
<그림 5-2-70> 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성(적응능력)의 시·군별 비교 311
<그림 5-2-71> 해수면 상승에 대한 현재의 기반시설 취약성 분포 312
<그림 5-2-72> 해수면 상승에 대한 현재의 기반시설 취약성의 시·군별 비교 312
<그림 5-2-73> 전남 전체의 취약성 313

<그림 5-2-74> 해수면 상승에 대한 미래의 기반시설 취약성 변화 ····· 314
<그림 5-2-75> 해수면 상승에 대한 미래의 기후영향 기반시설 취약성 변화 ····· 314
<그림 5-2-76> 취약성 변용지수의 시·군단위 비교 ····· 315
<그림 5-2-77> 기후변화 대응전략 국가의 기본방향 ····· 320
<그림 5-2-78> 기후변화 대응 재난관리 중장기 목표(2012년) ····· 320
<그림 5-2-79> 2012년 재해예방 투자 계획(국무총리실, 2012년) ····· 324
<그림 5-3-1> 사과 재배 한계선의 북상 ····· 367
<그림 5-3-2> 벼 줄무늬잎마름병 확산, 갈색여치 피해 : 사과, 복숭아 ····· 367
<그림 5-3-3> 농작물 북상 및 병해충 발생 양상 ····· 368
<그림 5-3-4> 폭설에 따른 피해 양상 [시설하우스 붕괴] ····· 370
<그림 5-3-5> 폭설에 따른 피해 양상 [인삼해가림시설 붕괴] ····· 370
<그림 5-3-6> 사회유형에 따른 미래 세계 기온변화 시나리오 (Newton, 2007) ····· 374
<그림 5-3-7> 기후변화에 따른 농업생태계 변화 기작 ····· 375
<그림 5-3-8> 해충 개체수 증가에 대한 영향 ····· 377
<그림 5-3-9> 해충 개체수 감소에 대한 영향 ····· 377
<그림 5-3-10> 농생태계의 먹이사슬 ····· 377
<그림 5-3-11> 기후변화 시나리오를 활용한 농작물 생산성 예측 모식도 ····· 378
<그림 5-3-12> 온도와 CO2 변화에 따른 벼 생산성과 온난화 효과 ····· 378
<그림 5-3-13> 온도 변화에 따른 벼 생산성과 온도 효과 ····· 378
<그림 5-3-14> CO2 변화에 따른 벼 생산성과 CO2 효과 ····· 379
<그림 5-3-15> 벼 잠재생산성 변동 예측 ····· 379
<그림 5-3-16> 온도와 CO2 변화에 따른 보리 생산성과 온난화 효과 ····· 380
<그림 5-3-17> 온도 변화에 따른 보리 생산성과 온도 효과 ····· 380
<그림 5-3-18> CO2 변화에 따른 보리 생산성과 CO2 효과 ····· 380
<그림 5-3-19> 보리 잠재생산성 변동 예측 ····· 380
<그림 5-3-20> 보리 잠재생산성 변동 예측사과 '후지'의 재배적지 변화 ····· 381
<그림 5-3-21> 사과 (후지) 발아기 전망 ····· 381
<그림 5-3-22> 고랭지 및 준고랭지 채소 재배면적 변화 ····· 382
<그림 5-3-23> 감귤 재배 가능지 변동 예측 ····· 382
<그림 5-3-24> 복숭아 휴면기 동해위험지대 변동 분석 ····· 382
<그림 5-3-25> 아열대작물 노지 재배가능성 분석 ····· 383
<그림 5-3-26> 농산물 kg당 온실가스 배출량 ····· 387
<그림 5-3-27> 함유황화합물과 saponin함유 식물추출물의 메탄저감효과 ····· 388

<그림 5-3-28> 가축분뇨 처리과정의 온실가스 저감을 위한 각종 장치들 ····· 388
<그림 5-3-29> 등숙기 고온경과에 따른 부위별 유리당 함량 변화 ····· 390
<그림 5-3-30> 고도에 따른 생육 평가 ····· 391
<그림 5-3-31> 갈색여치 분포지역 ····· 391
<그림 5-3-32> 정상 꽃눈(좌)과 동해 피해 꽃눈(우) ····· 392
<그림 5-3-33> 복숭아의 동해안전지대와 동해위험지대 표시 지도 ····· 392
<그림 5-3-34> 온도에 따른 젖소 체내 호르몬 변화 ····· 393
<그림 5-3-35> 고온기 젖소의 신호르몬 분비기관(황체) 형태 변화 ····· 394
<그림 5-3-36> 기후학적 과수(사과, 배, 포도) 재배적지 구분도 ····· 394
<그림 5-3-37> 기온상승에 따른 감귤 재배가능지 변동 분석 : 2℃ 상승시 36배 증가 ····· 395
<그림 5-3-38> 자색계 패션프루트 ····· 395
<그림 5-3-39> 망고(열풍기+히트펌프) ····· 395
<그림 5-3-40> 아티초크 재배 ····· 395
<그림 5-3-41> 열대/아열대작물 노지 재배가능지 예측 ····· 396
<그림 5-3-42> 농경지 토양침식에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도 ····· 410
<그림 5-3-43> 농경지 토양침식의 취약성 기여도 ····· 411
<그림 5-3-44> 농경지 토양침식의 취약성 미래예측 (A1B) 평가 ····· 412
<그림 5-3-45> 지자체별 농경지 토양침식의 취약성 평가 지수 ····· 412
<그림 5-3-46> 그룹별 농경지 토양침식의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수 ····· 413
<그림 5-3-47> 지자체간 농경지 토양침식의 취약성 기여도 ····· 413
<그림 5-3-48> 재배 사육시설 붕괴에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도 ····· 414
<그림 5-3-49> 재배 사육시설 붕괴의 취약성 기여도 ····· 415
<그림 5-3-50> 재배 사육시설 붕괴의 취약성 미래예측 (A1B) 평가 ····· 416
<그림 5-3-51> 지자체별 재배 사육시설 붕괴의 취약성 평가 지수 ····· 416
<그림 5-3-52> 그룹별 재배 사육시설 붕괴의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수 ····· 417
<그림 5-3-53> 지자체간 재배 사육시설 붕괴의 취약성 기여도 ····· 418
<그림 5-3-54> 벼 생산성에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도 ····· 419
<그림 5-3-55> 벼 생산성의 취약성 기여도 ····· 419
<그림 5-3-56> 벼 생산성의 취약성 미래예측 (A1B) 평가 ····· 420
<그림 5-3-57> 지자체별 벼 생산성의 취약성 평가 지수 ····· 421
<그림 5-3-58> 그룹별 벼 생산성의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수 ····· 421
<그림 5-3-59> 지자체간 벼 생산성의 취약성 기여도 ····· 422
<그림 5-3-60> 과수(배) 생산성에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도 ····· 423

<그림 5-3-61> 과수(배) 생산성의 취약성 기여도 ····· 423
<그림 5-3-62> 과수(배) 생산성의 취약성 미래예측 (A1B) 평가 ····· 424
<그림 5-3-63> 지자체별 과수(배) 생산성의 취약성 평가 지수 ····· 425
<그림 5-3-64> 그룹별 과수(배) 생산성의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수 ····· 425
<그림 5-3-65> 지자체간 과수(배) 생산성의 취약성 기여도 ····· 426
<그림 5-3-66> 채소(배추) 생산성에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도 ····· 427
<그림 5-3-67> 채소(배추) 생산성의 취약성 기여도 ····· 427
<그림 5-3-68> 채소(배추) 생산성의 취약성 미래예측 (A1B) 평가 ····· 429
<그림 5-3-69> 지자체별 채소(배추) 생산성의 취약성 평가 지수 ····· 429
<그림 5-3-70> 그룹별 채소(배추) 생산성의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수 ····· 430
<그림 5-3-71> 지자체간 채소(배추) 생산성의 취약성 기여도 ····· 430
<그림 5-3-72> 가축 생산성에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도 ····· 431
<그림 5-3-73> 가축 생산성의 취약성 기여도 ····· 432
<그림 5-3-74> 가축 생산성의 취약성 미래예측 (A1B) 평가 ····· 433
<그림 5-3-75> 지자체별 가축 생산성의 취약성 평가 지수 ····· 434
<그림 5-3-76> 그룹별 가축 생산성의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수 ····· 434
<그림 5-3-77> 지자체간 가축 생산성의 취약성 기여도 ····· 435
<그림 5-3-78> 전남 22개 시군별 항목별 기후노출 지수 분포 방사형그래프 ····· 436
<그림 5-3-79> 전남 22개 시군별 항목별 민감도 지수 분포 방사형그래프 ····· 437
<그림 5-3-80> 전남 22개 시군별 항목별 적응능력 지수 분포 방사형그래프 ····· 438
<그림 5-3-81> 전남 22개 시군별 항목별 기후변화 취약성 지수 분포 방사형그래프 ····· 439
<그림 5-3-82> 농업분야 기후변화 중장기 연구 전략 ····· 442
<그림 5-4-1> 근래 약 30년간 평균 강수량의 변화 (1973~2007) ····· 480
<그림 5-4-2> 연평균 기상재해로 인한 경제적 피해액 (기상청, 2010) ····· 481
<그림 5-4-3> 우리나라 기온과 강수량의 변화와 미래 전망 (국립기상연구소) ····· 482
<그림 5-4-4> 근래 100년간 우리나라 6개 관측지점의 기온과 강수량 변화(국립기상연구소) ····· 487
<그림 5-4-5> 기후변화로 쇠퇴하는 한라산 구상나무림 ····· 487
<그림 5-4-6> 우리나라 14개 관측지점의 수종별 평균 발아시기와 단풍시작시기의 변화 ····· 488
<그림 5-4-7> 2002년 태풍 루사에 의한 산사태 피해 ····· 489
<그림 5-4-8> 우리나라 산불발생면적과 산사태발생면적 변화(임종환 등. 2006) ····· 490
<그림 5-4-9> 연강수량과 산사태 발생면적과의 상관관계(임종환 등. 2006) ····· 490
<그림 5-4-10> 기온상승에 따른 산림식생기후대 변화 예측(좌측부터 현재, 2도, 4도 상승시) ····· 492
<그림 5-4-11> 우리나라 주요 활엽수별 산림면적 및 임목축적(산림청, 2010) ····· 493

<그림 5-4-12> 우리나라 주요 침엽수별 산림면적 및 임목축적(산림청, 2010)…… 494
<그림 5-4-13> 전남의 산림면적 중 임상구분에 의한 점유면적 비율……496
<그림 5-4-14> 최근 10년간 산불발생 건수, 면적 및 피해금액…… 497
<그림 5-4-15> 산불 발생원인별 분석(2010년)……498
<그림 5-4-16> 최근 10년간 계절별 산불발생 건수의 변화……498
<그림 5-4-17> 최근 10년간 전남지방의 산불발생 면적의 변화…… 499
<그림 5-4-18> 전남 지역별 최근 10년간 주요 산불 발생지역과 면적…… 499
<그림 5-4-19> 먼나무(좌), 구실잣밤나무(우) 성묘의 동해피해 모습…… 501
<그림 5-4-20> 하우스내 양묘중인 묘목의 동해피해 모습…… 501
<그림 5-4-21> 진도지방 1월중 평균 및 최저온도 변화(2002～2011)……502
<그림 5-4-22> 시험 조림지역별 수종에 따른 생육상황 생장 비교……503
<그림 5-4-23> 2009년 지역별 후박나무 시험식재지 생존율 비교…… 504
<그림 5-4-24> 2010년 지역별 후박나무 시험식재지 생존율 비교…… 504
<그림 5-4-25> 집중호우에 의한 산사태 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도……511
<그림 5-4-26> 집중호우에 의한 산사태 취약성 기여도…… 512
<그림 5-4-27> 전남지역 집중호우에 의한 산사태 취약성 미래예측 (A1B) 평가도……513
<그림 5-4-28> 지자체별 집중호우에 의한 산사태 취약성 평가지수…… 514
<그림 5-4-29> 지자체간 집중호우에 의한 산사태 취약성 기여도…… 515
<그림 5-4-30> 산사태에 의한 임도의 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도…… 516
<그림 5-4-31> 산사태에 의한 임도의 취약성 기여도…… 516
<그림 5-4-32> 전남지역 산사태에 의한 임도의 취약성 미래예측(A1B) 평가도…… 517
<그림 5-4-33> 지자체별 산사태에 의한 임도 취약성 평가지수…… 518
<그림 5-4-34> 지자체간 산사태에 의한 임도 취약성 기여도…… 519
<그림 5-4-35> 산불에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도……520
<그림 5-4-36> 산불에 대한 취약성 기여도…… 520
<그림 5-4-37> 전남지역 산불에 대한 취약성 미래예측(A1B) 평가도…… 521
<그림 5-4-38> 지자체별 산불에 의한 취약성 평가지수…… 522
<그림 5-4-39> 지자체간 산불 취약성 기여도…… 522
<그림 5-4-40> 병해충에 의한 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성 지수의 분포도…… 523
<그림 5-4-41> 병해충에 의한 취약성 기여도…… 524
<그림 5-4-42> 전남지역 병해충에 의한 취약성 미래예측 (A1B) 평가도……525
<그림 5-4-43> 지자체별 병해충에 의한 취약성 평가지수…… 525
<그림 5-4-44> 지자체간 병해충에 의한 취약성 기여도 비교…… 526

<그림 5-4-45> 소나무와 송이버섯의 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도…… 527
<그림 5-4-46> 소나무와 송이버섯의 취약성 기여도…… 527
<그림 5-4-47> 전남지역 소나무와 송이버섯의 취약성 미래예측(A1B) 평가…… 528
<그림 5-4-48> 지자체별 소나무와 송이버섯의 취약성 평가지수…… 529
<그림 5-4-49> 지자체간 소나무와 송이버섯의 취약성 기여도 비교…… 530
<그림 5-4-50> 산림생산성의 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도…… 530
<그림 5-4-51> 산림생산성의 취약성 기여도…… 531
<그림 5-4-52> 산림생산성의 취약성 미래예측(A1B) 평가…… 532
<그림 5-4-53> 지자체별 산림생산성의 취약성 평가지수…… 533
<그림 5-4-54> 지자체간 산림생산성의 취약성 기여도…… 533
<그림 5-4-55> 가뭄에 의한 산림식생 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도…… 534
<그림 5-4-56> 가뭄에 의한 산림식생의 기여도…… 535
<그림 5-4-57> 가뭄에 의한 산림식생 취약성 미래예측(A1B) 평가…… 536
<그림 5-4-58> 지자체별 가뭄에 의한 산림식생 취약성 평가지수…… 537
<그림 5-4-59> 지자체간 가뭄에 의한 산림식생 취약성 기여도…… 537
<그림 5-4-60> 전남 시·군별, 산림분야별 기후노출지수 종합분포도…… 538
<그림 5-4-61> 전남 시·군별, 산림분야별 민감도지수 종합분포도…… 539
<그림 5-4-62> 전남 시·군별, 산림분야별 적응능력지수 종합분포도…… 540
<그림 5-4-63> 전남 시·군별, 산림분야별 취약성지수 종합분포도…… 541

2권 그림 차례

<그림 5-5-1> 전남지역 강수량 변화 576
<그림 5-5-2> 전국 일강수량 현황 577
<그림 5-5-3> 최근 20년간 전남지역 내습 태풍의 당시 최저기압 추세 579
<그림 5-5-4> 2000년~2010년(11년동안)사이 전남지역 6개 시·군 풍속 경향 581
<그림 5-5-5> 2000년~2010년(11년 동안)사이 전남지역 6개 시·군 월별 풍향 582
<그림 5-5-6> 2000년~2009년사이 전남연안의 표층수온 변화(℃) 583
<그림 5-5-7> 전남지역 해수면 상승률(㎜/yr) 584
<그림 5-5-8> SLAMM모델을 적용하여 분석한 2100년까지 순천만의 생태적 변화 585
<그림 5-5-9> 우리나라 주변의 아열대성 어종 출현 현황 586
<그림 5-5-10> 고흥지역에 출현한 보름달 물해파리 588
<그림 5-5-11> 여수 거문도 죽촌(좌측)과 소리도(우측) 589
<그림 5-5-12> 노무라입깃해파리와 보름달물해파리 589
<그림 5-5-13> 양식어류의 동사 피해 590
<그림 5-5-14> 양식장 동사 피해 현황 591
<그림 5-5-15> 전남지역 연간 해수온도 상승률 592
<그림 5-5-16> 전남지역 해수온도 상승률(%) 593
<그림 5-5-17> A1B 시나리오를 통한 목포시 해수면 온도 변화 예측(℃) 595
<그림 5-5-18> A1B 시나리오를 통한 목포시 기온예측(℃) 595
<그림 5-5-19> A1B 기후변화 시나리오를 통한 목포시 월별 일 강수량 변화 예측(㎜/day) 596
<그림 5-5-20> 해수면 상승에 대한 연안역 취약성 평가 모식도(조광우 등, 2009) 598
<그림 5-5-21> 기후변화 취약성평가 과정 601
<그림 5-5-22> 전라남도 어항현황 605
<그림 5-5-23> 전국의 습지보호구역지정 현황 608
<그림 5-5-24> 완도의 전복 가두리 양식장 614
<그림 5-5-25> 우리나라의 전복생산량의 변화 614
<그림 5-5-26> 전라남도 소금생산량 변화(2005~2010년) 616
<그림 5-5-27> 전남지역 해조류양식의 취약성 평가 결과 623
<그림 5-5-28> 전남지역 해조류양식의 취약성 변화(A1B) 623
<그림 5-5-29> 전남지역 천일염생산 취약성평가 결과 625

<그림 5-5-30> 전남지역 천일염생산 취약성 변화(A1B)····· 625
<그림 5-5-31> 전남지역 전복 가두리양식 취약성평가 결과····· 627
<그림 5-5-32> 전남지역 전복 가두리양식 취약성 변화(A1B)····· 627
<그림 5-5-33> 전남지역 연근해어업 취약성평가 결과····· 629
<그림 5-5-34> 전남지역 연근해어업 취약성 변화(A1B)····· 629
<그림 5-5-35> 전남지역 패류양식 취약성평가 결과····· 631
<그림 5-5-36> 전남지역 패류양식 취약성 변화(A1B)····· 631
<그림 5-5-37> 전남지역 갯벌 취약성평가 결과····· 633
<그림 5-5-38> 전남지역 갯벌 취약성 변화(A1B)····· 633
<그림 5-5-39> 기후변화에 따른 남하어류와 북상어류(출처: 국립수산과학원)····· 639
<그림 5-5-40> 고흥군 현장 조사 및 바지락 성숙도 조사 결과····· 640
<그림 5-5-41> 신안군 천일염 생산 모습(출처 : 신안군청 홈페이지)····· 641
<그림 5-5-42> 우리나라에서 재배되는 해조류의 종류····· 642
<그림 5-5-43> 중국의 양식 섬 사례····· 643
<그림 5-5-44> 장자도의 종묘생산시설(육상거점)····· 643
<그림 5-5-45> 갯벌에 조성한 패류양식장의 예····· 644
<그림 5-5-46> 종묘생산시설····· 645
<그림 5-5-47> 로봇형 가두리양식장(출처:중앙일보 라이프, 2009. 8. 31일)····· 646
<그림 5-5-48> 해파리에 의한 피해 사례····· 647
<그림 5-6-1> 전라남도 최근 10년간 홍수 피해액····· 669
<그림 5-6-2> 현재 전라남도 및 전국의 치수에 대한 취약성 분석 비교····· 685
<그림 5-6-3> 현재 치수에 대한 기후노출 시군별 취약성 분포····· 686
<그림 5-6-4> 현재 치수에 대한 기후노출 시군별 취약성····· 686
<그림 5-6-5> 현재 치수에 대한 민감도 시군별 취약성 분포····· 687
<그림 5-6-6> 현재 치수에 대한 민감도 시군별 취약성····· 687
<그림 5-6-7> 현재 치수에 대한 기후영향 시군별 취약성 분포····· 688
<그림 5-6-8> 현재 치수에 대한 기후영향 시군별 취약성····· 688
<그림 5-6-9> 현재 치수에 대한 적응능력 시군별 취약성 분포····· 689
<그림 5-6-10> 현재 치수에 대한 적응능력 시군별 취약성····· 689
<그림 5-6-11> 현재 치수에 대한 취약성의 지역적 분포····· 690
<그림 5-6-12> 현재 치수에 대한 시군별 취약성····· 690
<그림 5-6-13> 현재 전라남도 및 전국의 이수에 대한 취약성 분석 비교····· 692
<그림 5-6-14> 현재 이수에 대한 기후노출 시군별 취약성 분포····· 693

<그림 5-6-15> 현재 이수에 대한 기후노출 시군별 취약성 693
<그림 5-6-16> 현재 이수에 대한 민감도 시군별 취약성 분포 694
<그림 5-6-17> 현재 이수에 대한 민감도 시군별 취약성 694
<그림 5-6-18> 현재 이수에 대한 기후영향 시군별 취약성 분포 695
<그림 5-6-19> 현재 이수에 대한 기후영향 시군별 취약성 695
<그림 5-6-20> 현재 이수에 대한 적응능력 시군별 취약성 696
<그림 5-6-21> 현재 이수에 대한 적응능력 적응능력 시군별 취약성 696
<그림 5-6-22> 현재 이수에 대한 시군별 취약성 분포 697
<그림 5-6-23> 현재 이수에 대한 시군별 취약성 697
<그림 5-6-24> 현재 전라남도 및 전국의 수질 및 수생태에 대한 취약성 분석 비교 699
<그림 5-6-25> 수질 및 수생태에 대한 기후노출 시군별 취약성 분포 700
<그림 5-6-26> 수질 및 수생태에 대한 기후노출 시군별 취약성 700
<그림 5-6-27> 수질 및 수생태에 대한 민감도 시군별 취약성 분포 701
<그림 5-6-28> 현재 수질 및 수생태에 대한 민감도 시군별 취약성 701
<그림 5-6-29> 수질 및 수생태에 대한 기후영향 시군별 취약성 분포 702
<그림 5-6-30> 수질 및 수생태에 대한 기후영향 시군별 취약성 702
<그림 5-6-31> 수질 및 수생태에 대한 적응능력 시군별 취약성 분포 703
<그림 5-6-32> 수질 및 수생태에 대한 적응능력 시군별 취약성 703
<그림 5-6-33> 현재 수질 및 수생태에 대한 시군별 취약성 분포 704
<그림 5-6-34> 현재 수질 및 수생태에 대한 시군별 취약성 704
<그림 5-6-35> 미래 치수에 대한 취약성 (좌: 2020s, 중: 2050s, 우: 2100s) 706
<그림 5-6-36> 각 시군의 시간대별 미래 치수에 대한 취약성 707
<그림 5-6-37> 미래 이수에 대한 취약성 (좌: 2020s, 중: 2050s, 우: 2100s) 708
<그림 5-6-38> 각 시군의 시간대별 미래 이수에 대한 취약성 708
<그림 5-6-39> 미래 수질 및 수생태에 대한 취약성(좌: 2020s, 중: 2050s, 우: 2100s) 709
<그림 5-6-40> 각 시군의 시간대별 미래 수질 및 수생태에 대한 취약성 710
<그림 5-7-1> 전라남도의 생태환경 지도 749
<그림 5-7-2> 전라남도의 시대별 성장 개시일 변화 지도 750
<그림 5-7-3> 전라남도의 시대별 개화기 변화 지도 752
<그림 5-7-4> 전라남도의 시대별 10년 극 최저기온 변화 지도 753
<그림 5-7-5> 전국 침엽수의 취약성 예측 761
<그림 5-7-6> 전국 침엽수의 기후변화 민감도 취약성 예측 761
<그림 5-7-7> 전국 침엽수의 적응능력 취약성 예측 762

<그림 5-7-8> 전라남도 침엽수의 취약성 예측 762
<그림 5-7-9> 전라남도 각 시군의 침엽수의 취약성 예측 763
<그림 5-7-10> 전라남도 각 시군의 침엽수의 기후노출 취약성 예측 764
<그림 5-7-11> 전라남도 각 시군의 침엽수의 기후변화 민감도 취약성 예측 764
<그림 5-7-12> 전라남도 각 시군의 침엽수의 적응능력 취약성 예측 765
<그림 5-7-13> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2000년대) 768
<그림 5-7-14> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2020년대) 768
<그림 5-7-15> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2050년대) 769
<그림 5-7-16> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2100년대) 769
<그림 5-7-17> 전국의 곤충의 취약성 예측 770
<그림 5-7-18> 전국의 곤충의 기후노출 취약성 예측 770
<그림 5-7-19> 전국의 곤충의 기후변화 민감도 취약성 예측 771
<그림 5-7-20> 전국의 곤충의 적응능력 취약성 예측 771
<그림 5-7-21> 전라남도의 곤충의 취약성 예측 772
<그림 5-7-22> 전라남도의 곤충의 기후노출 취약성 예측 772
<그림 5-7-23> 전라남도의 곤충의 기후변화 민감도 취약성 예측 773
<그림 5-7-24> 전라남도의 곤충의 적응능력 취약성 예측 773
<그림 5-7-25> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2000년대) 777
<그림 5-7-26> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2020년대) 777
<그림 5-7-27> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2050년대) 778
<그림 5-7-28> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2100년대) 778
<그림 5-7-29> 전국 국립공원의 취약성 예측 779
<그림 5-7-30> 전국 국립공원의 기후노출 취약성 예측 779
<그림 5-7-31> 전국 국립공원의 기후변화 민감도 취약성 예측 780
<그림 5-7-32> 전국 국립공원의 적응능력 취약성 예측 780
<그림 5-7-33> 전라남도 국립공원의 취약성 예측 781
<그림 5-7-34> 전라남도 국립공원의 기후노출 취약성 예측 781
<그림 5-7-35> 전라남도 국립공원의 기후변화 민감도 취약성 예측 782
<그림 5-7-36> 전라남도 국립공원의 적응능력 취약성 예측 782
<그림 5-7-37> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2000년대) 786
<그림 5-7-38> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2020년대) 786
<그림 5-7-39> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2050년대) 787
<그림 5-7-40> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2100년대) 787

<그림 5-8-1> 전남의 2020년 온실가스 배출량 전망 825
<그림 5-8-2> 전남 부문별 온실가스 배출량 전망 825
<그림 5-8-3> 전남 산업부문 온실가스 배출 추이 826
<그림 5-8-4> 전남 산업부문의 2020년 온실가스 배출량 전망 826
<그림 5-8-5> 전남 수송 부문 온실가스 배출 추이 827
<그림 5-8-6> 전남 수송 부문의 2020년 온실가스 배출량 전망 827
<그림 5-8-7> 전남 가정 부문 온실가스 배출 추이 828
<그림 5-8-8> 전남 가정부문의 2020년 온실가스 배출량 전망 828
<그림 5-8-9> 기후변화 취약성 개념도 (IPCC 2001 인용) 843
<그림 5-8-10> 전남 시군별 산업분야 기후노출 산출 849
<그림 5-8-11> 전남 시군별 기후변화 민감도 산출 850
<그림 5-8-12> 전남 시군별 적응능력 산출 851
<그림 5-8-13> 전남 시군별 취약성 탄력성 산출 851
<그림 5-8-14> 신재생에너지 촉진 정책목표 및 추진전략 860
<그림 5-8-15> 서남권 해상풍력단지 배치도 867
<그림 5-8-16> 서남권 해상풍력 추진 로드맵 868
<그림 6-1> 기후변화 전담부서(안): 기후변화대응정책과 886
<그림 6-2> 전라남도 기후변화적응위원회 887
<그림 6-3> 전남기후변화적응연구원 조직도(안) 890

제1장 서론

1. 과업의 배경 및 목적
2. 과업 범위
3. 과업수행체계
4. 과업의 활용방안

제 1 장. 서 론

1. 과업의 배경 및 목적

○ 기후변화는 기후시스템이 점차 변화하는 현상으로 자연적 요인과 인위적 요인에 의해 발생되고 있으며, 자연적 요인에는 대기, 해양, 육지, 생물권 등에 의한 변화가 있으며 인위적 요인에는 화석연료 사용에 따른 온실가스 증가, 과도한 토지 개발이나 무분별한 벌목 등에 의한 변화 등이 있음(기상청, 2012).

○ 기후변화에 따른 영향은 해수면 상승과 이상기후 발생 등 범지구적으로 광범위하게 나타나고 있으며, 이는 환경과 생태 뿐 아니라 사회와 경제 등 다양한 분야에 영향을 미치기 때문에 국제사회는 공동대응을 강조하고 있음.

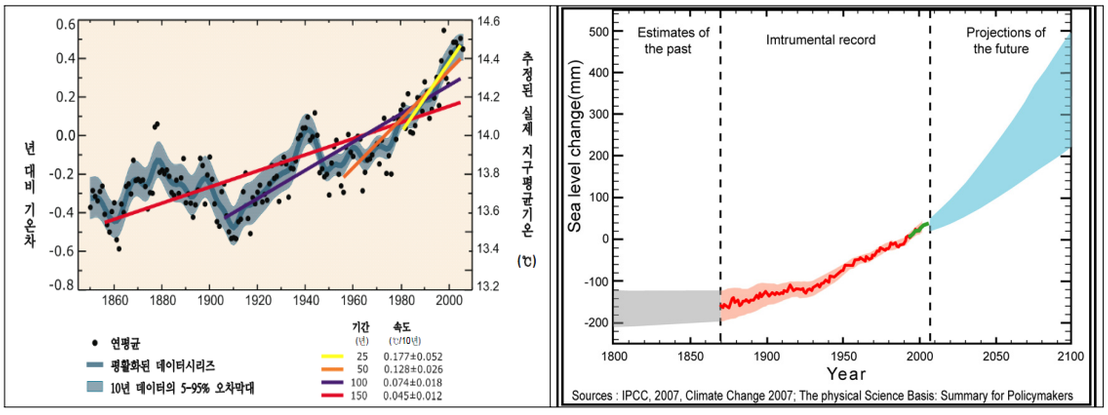
○ 세계기상기구(WMO; World Meteorological Organization)와 유엔환경계획(UNEP; United Nations Environment Program)은 국제적인 대책을 마련하기 위해 공동으로 1988년 11월 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC; Intergovernmental Panel on Climate Change)를 설립하였으며, IPCC는 기후변화와 관련된 전 지구적 위험을 평가하고 관련된 다양한 정보를 제공하고 있음.

○ IPCC의 주요 기능과 역할은 다음과 같음.

- 인간 활동에 의한 기후변화의 위험평가 : 명확한 과학적 관점에서 기후변화의 현재 지식을 통해 기후변화에 수반된 잠재적, 환경적, 사회경제적 부정적 영향에 관한 정보 제공
- 유엔기후변화협약(UNFCCC; United Nations Framework Convention on Climate Change)의 실행보고서 작성 : 세계적으로 기후변화의 이해에 대한 가장 최근의 적절한 과학적, 기술적, 사회경제적 정보의 검토·평가
- 기후변화의 이해에 대한 적절한 과학적, 기술적, 사회경제적 정보, 기후변화에 따른 잠재적인 부정적 영향, 그리고 적응과 완화를 위한 선택의 평가 등

○ IPCC는 최근 기후변화가 인간 활동에 기인한 온실가스(GHGs, greenhouse gases)의 영향이라는 사실을 보다 과학적이고 명백하게 제시하고 있으며, 기후변화 영향은 지구 평균 온도 상승, 지구적 해수면 상승, 북극빙하의 감소, 지역적 극한 기후의 빈번한 발생을 전망하고 있음<그림 1-1>.

- 지구 평균온도는 지난 100년(1906년~2005년)동안 0.74℃상승하였으며, 2100년에는 최소 0.3℃에서 최대 6.4℃까지 증가할 것으로 전망
- 해수면은 1961년 이후로 연평균 1.8㎜씩 증가하였으며, 다가오는 21세기에는 최소 0.18m에서 최대 0.59m까지 상승할 것으로 전망



<그림 1-1> 기후변화에 따른 지구 평균온도 및 해수면의 상승추이와 전망

○ IPCC는 기후변화로 인한 영향에 효율적으로 대응하기 위해 온실가스 완화(mitigation) 조치와 함께 기후변화의 영향을 미리 파악하고 대처하기 위한 적응(adaptation) 대책의 중요성을 강조하고 있음.

- 기후변화 완화 조치는 화석연료의 사용자제와 신재생에너지 이용 등 온실가스의 배출저감을 위한 대책임.
- 완화조치에 의해 효과적인 온실가스 감축이 이루어지더라도 지금까지 배출된 온실가스에 의해 상당기간(100년 이상) 기후변화 영향은 피할 수 없음.

-이러한 기후변화에 의한 영향을 최소화하기 위한 국가 차원의 기후변화 적응 노력이 필요함.

○ 정부는 기후변화에 적극적 대응을 위해 국가차원의 기후변화대응 종합기본계획(2008), 녹색성장 국가전략(2009), 국가 기후변화 적응 종합계획(2008), 국가기후변화 적응대책(2010) 및 국가기후변화 적응대책 세부시행계획(2011) 등을 수립·추진하고 있음.

- 기후변화 대응 종합기본계획 : '범지구적 기후변화대응 노력에 동참하고 녹색성장을 통한 저탄소사회 구현'을 위해 「기후친화산업을 신성장동력으로 육성」,「국민의 삶의 질 제고와 환경 개선」,「기후변화 대처를 위한 국제사회 노력 선도」를 위한 지표를 제시함.
- 녹색성장 국가전략 : 저탄소 녹색성장기본법 제 9조에 근거한 국가전략으로 효율적 온실가스 감축, 탈석유·에너지자립 강화, 기후변화 적응역량 강화를 통한 기후변화 적응 및 에너지 자립, 녹색기술개발 및 성장동력화, 산업의 녹색화 및 녹색산업 육성, 산업구조의 고도화, 녹색경제 기반 조성을 통한 신성장 동력 창출, 녹색국토·교통의 조성, 생활의 녹색혁명, 세계적인 녹색성장 모범국가 구현을 통한 삶의 질 개선과 국가위상 강화의 3대전략 10대 정책방향을 제시하고 있음.
- 국가 기후변화 적응 종합계획 : 정부 13개 부처가 참여한 기후변화 적응관련 종합계획으로 '기후변화 적응을 통한 안전사회 구축 및 녹색성장 지원'이란 비전하에 '종합적이고 체계적인 기후변화 적응역량 강화'란 단기목표와 '기후변화 위험 감소 및 기회의 현실화'란 장기목표를 제시함.

- 기후변화 적응대책 세부시행계획은 10개 부문을 포함하고 있으나, 자자체 기후변화 적응세부시행계획 수립지원을 위한 "기후변화 부문별 취약성 지도"에서 7개 부문에 한정하고 있음.

○ 전라남도는 국가차원의 기후변화 대응전략에 따라 지역특성이 반영된 전라남도 녹색성장 추진계획(2009) 및 실행계획(2010), 전라남도 기후변화 대응 종합계획(2010)을 수립하여 추진하고 있음.

- 전라남도 녹색성장 추진계획(2009~2013)은 '녹색성장을 선도하는 전남'의 비전을 가지는 5개년 계획으로 녹색의 땅, 전남 조성, 녹색성장산업 육성, 녹색성장 선도 지자체 구현의 3대 정책목표와 저탄소 녹색공간 조성, 자원·에너지 절약과 청정에너지 보급, 기후변화 적응역량 강화, 기존산업의 녹색과, 녹색신산업 육성, 녹색관광산업 육성, 녹색성장 실천 및 협력 강화의 7대 추진전략을 제시함.
- 전라남도 기후변화 대응 종합계획은 2010년부터 2020년까지「삶이 풍요로워지는 미래도시, 녹색의 땅 전남」의 비전으로 온실가스 31.5% 감축을 목표로 하고 있음.

○ 정부는 저탄소 녹색성장기본법 제48조 및 동법 시행령 제38조에 의거 국가전략을 효율적이고 체계적으로 이행하기 위한 국가 기후변화 적응대책(2011~2015)을 수립하였으며, 지방자치단체는 국가전략을 토대로 지자체 차원의 세부이행계획을 수립해야함.

저탄소 녹색성장기본법 시행령 제38조(기후변화 영향평가 및 적응대책 수립에 관한 사항)
– 환경부장관은 관계부처와 협의하여 5년 단위로 적응대책 수립·시행 – 관계부처 및 지자체는 적응대책에 따라 소관사항에 대해 세부시행계획 수립·시행

- 전라남도는 지역의 기후변화에 따른 분야별 취약성을 평가하고, 이를 토대로 분야별 기후변화 적응대책 세부시행계획을 수립·시행해야 함.

○ 전라남도는 정부의 국가 기후변화 적응대책을 토대로 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산, 물 관리, 생태계, 적응산업/에너지 등 다양한 분야의 기후변화 관련 분야별 기후변화 취약성 평가와 이를 토대로 지역차원의 적응대책 실행을 위한 구체적 행동계획(action plan)인 「전라남도 기후변화적응 세부시행계획」을 수립·시행해야 함.

2. 과업 범위

■ 시간적 범위

○ 계획수립 기준연도 : 2011년

○ 목표연도 : 2020년, 2050년, 2100년

- 지자체의 기후변화 취약성 평가는 2020년, 2050년와 2100년을 미래 목포 연도로 설정함.

○ 계획기간 : 2012년 ~ 2016년(5년)

■ 내용적 범위

○ 전라남도 기후변화 영향 현황 및 전망

- 전라남도의 기후변화 영향 현황
- 전라남도의 기후변화 실태와 영향
- 전라남도의 기후변화 예측

○ 전라남도 분야별 기후변화 영향 및 취약성 평가

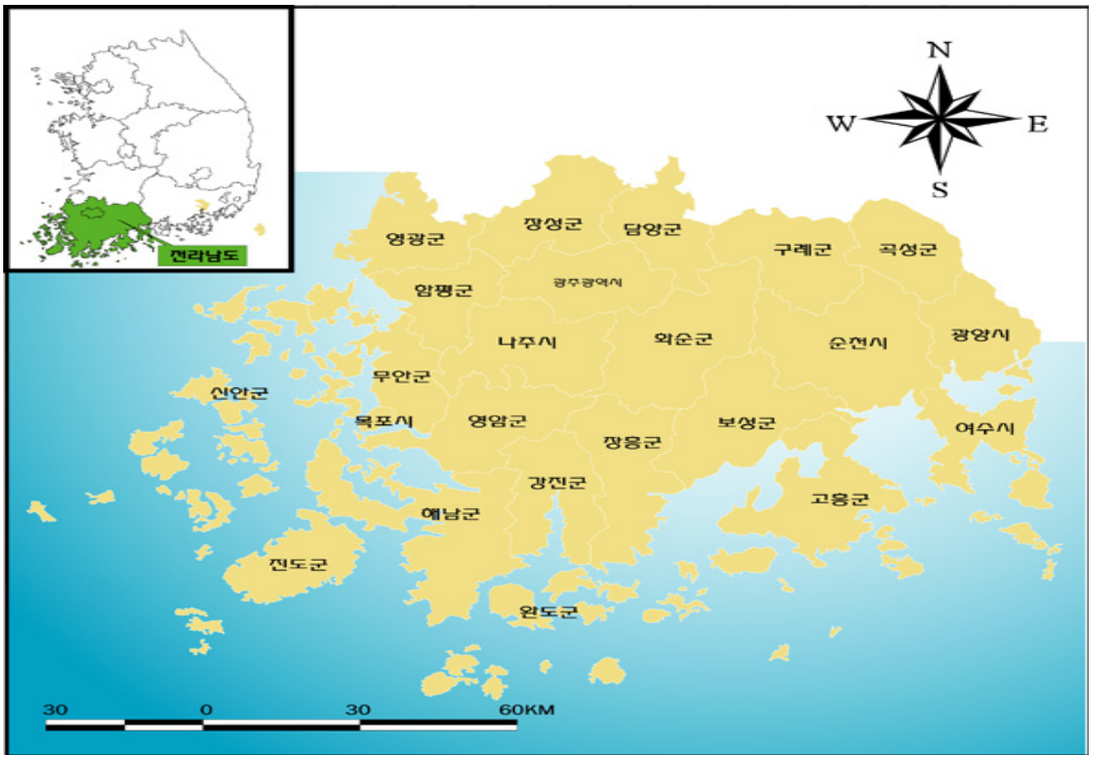
- 지역의 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산, 물관리, 생태계, 적응산업/에너지의 분야별 기후변화 영향 및 취약성 평가
- 기후변화 영향 및 취약성 평가를 토대로 지역의 기후변화 적응대책

○ 전라남도 분야별 기후변화 적응대책 수립

- 분야별 기후변화 적응대책 현황분석
- 분야별 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립

■ 공간적 범위

○ 대상지역 : 전라남도 22개 시·군의 육역과 해역



<그림 1-2> 과업의 공간적 범위

3. 과업수행체계

■ 과업의 추진방법

○ 본 과업은 전남발전연구원이 총괄하고 분야별 전문가들로 구성된 산·학·연의 협력연구를 통해 분야별 기후변화 영향과 취약성을 평가하고 적응계획을 수립함.

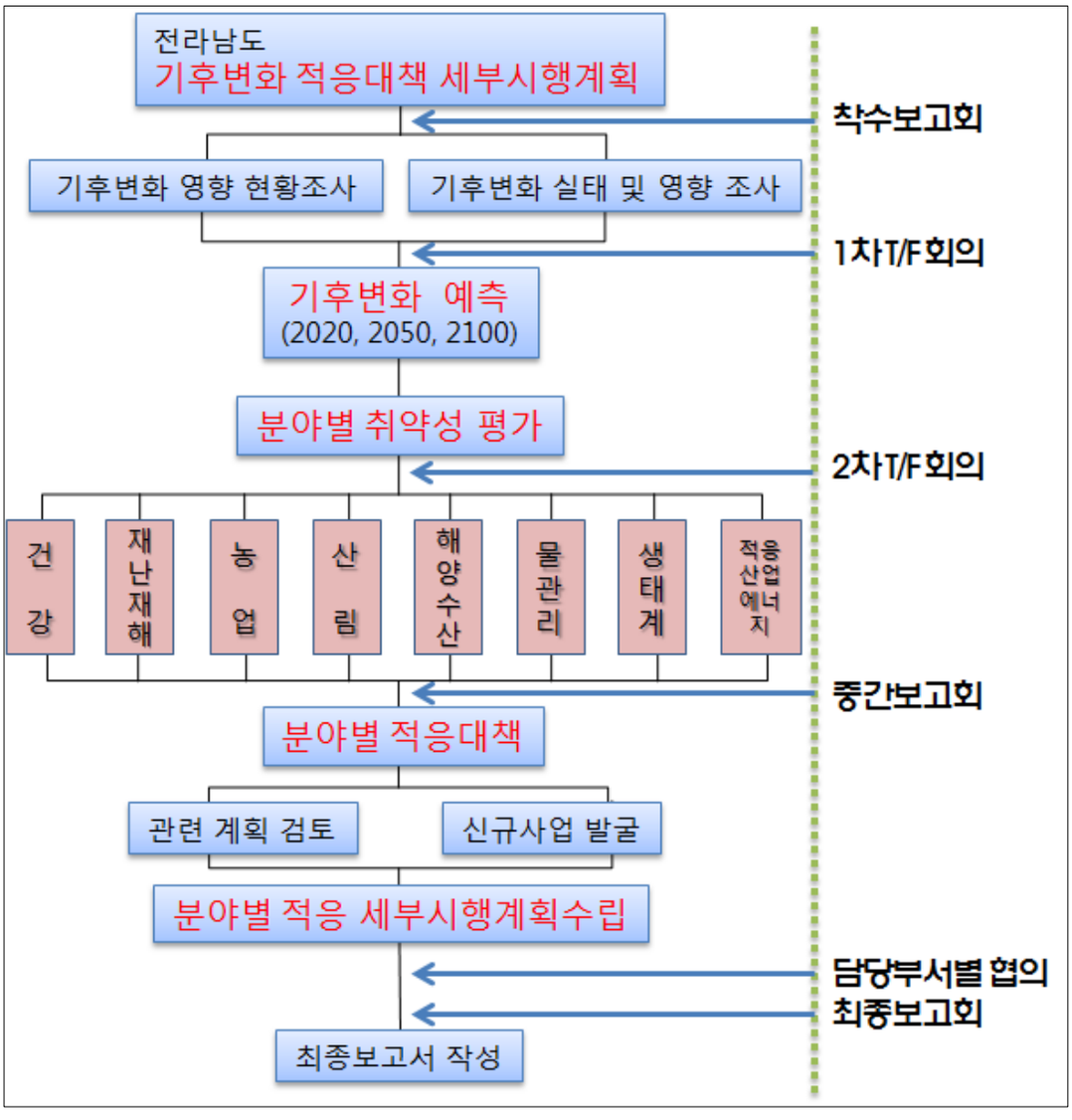
○ 국가 기후변화 적응대책에서 제시한 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산, 물 관리, 생태계의 7개 분야는 산업 현황 파악과 더불어 적응산업/에너지 분야를 포함한 8개 분야에 대해 기후변화 영향과 취약성을 분석하고, 각 분야별 적응대책 세부시행계획을 수립함.

○ 과업추진과정에서 T/F(Task Force)와 자문위원회를 구성하여 중점분야 선정과 기후변화 적응 세부계획의 수립과정에서 긴밀한 협의를 통해 과업추진의 효율성을 제고토록 함.

- T/F는 기후변화 관련 전문가와 행정기관의 분야별 담당자로 구성
- 자문위원회는 대학과 연구기관 등의 분야별 전문가로 구성

■ 과업의 추진체계

○ 본 과업은 전남발전연구원과 분야별 전문가들로 구성된 산학연의 협력을 통해 이루어지며, 추진체계는 다양한 분야의 전문가로 구성된 자문위원과 관련 공무원들로 구성된 T/F를 통해 중점분야를 선정하고, 취약성 평가와 중점분야 선정, 그리고 분야별 중점부문에 대한 검토와 자문 등을 통해 최종적으로 전라남도 기후변화적응 세부시행계획을 수립함.



4. 과업의 활용방안

○ 본 과업의 주요 사항은 지역의 기후변화 영향, 기후변화에 따른 분야별 취약성 평가, 기후변화 적응 세부시행계획으로 대분될 수 있음.

- 지역의 기후변화 영향은 기후변화에 따라 산업전반에 어떠한 영향을 미치고 있는지에 대한 조사
- 기후변화에 따른 취약성 평가는 기후변화에 따라 지역의 취약한 분야와 부문에 대한 이해와 파악
- 기후변화 적응 세부시행계획은 과거의 기후변화와 향후 기후변화에 따른 부정적 영향과 피해를 저감시키면서 적응할 것인지에 대한 구체적인 시책

○ 본 과업은 지역주민, 정책입안자, 정책 시행자뿐만 아니라 기후관련 전문가들에게도 유용

한 기초자료로 활용될 수 있으며, 특히 기후변화와 직·간접적으로 관련된 행정기관에서 정책이나 시책을 입안하는데 유익할 것으로 사료됨.

- 지역주민은 지역의 기후변화에 대한 영향과 취약성을 올바르게 인식하고, 기후변화에 따른 부정적 영향을 사전에 예방할 수 있음.
- 정책입안자나 시행자는 지역의 기후변화에 따른 영향과 취약성을 인식하여 부정적 영향과 피해를 저감할 수 있는 시책 마련
- 전문가들은 과학적 분석에 대한 검토, 비교, 새로운 모델 적용 등을 통해 지역의 기후변화에 대한 보다 과학적 방법과 접근에 대한 연구활동 촉진 등

제2장 전라남도 기후변화 영향 현황 및 전망

1. 전라남도 기후변화 영향 현황
2. 전라남도 기후변화 예측

제 2 장. 전라남도 기후변화 영향 현황 및 전망

1. 전라남도 기후변화 영향 현황

가. 기온 현황분석

1) 년도별 기온변화

○ 한반도의 지난 100년간 연평균기온은 1.7℃ 상승하였으며, 최근 기후평년값(1981~2010년)에 따른 한반도의 연평균기온은 12.5℃로 과거(1971~2000년)에 비해 10년 동안 0.2℃ 상승한 것으로 나타남(국립기상연구소, 2011).

○ 한반도의 연평균 최고기온과 최저기온은 모두 상승 추세이며 1961년 이후의 변화율을 볼 때 최저기온의 평균 상승률이 최고기온 평균 상승률 보다 높은 것으로 나타남.

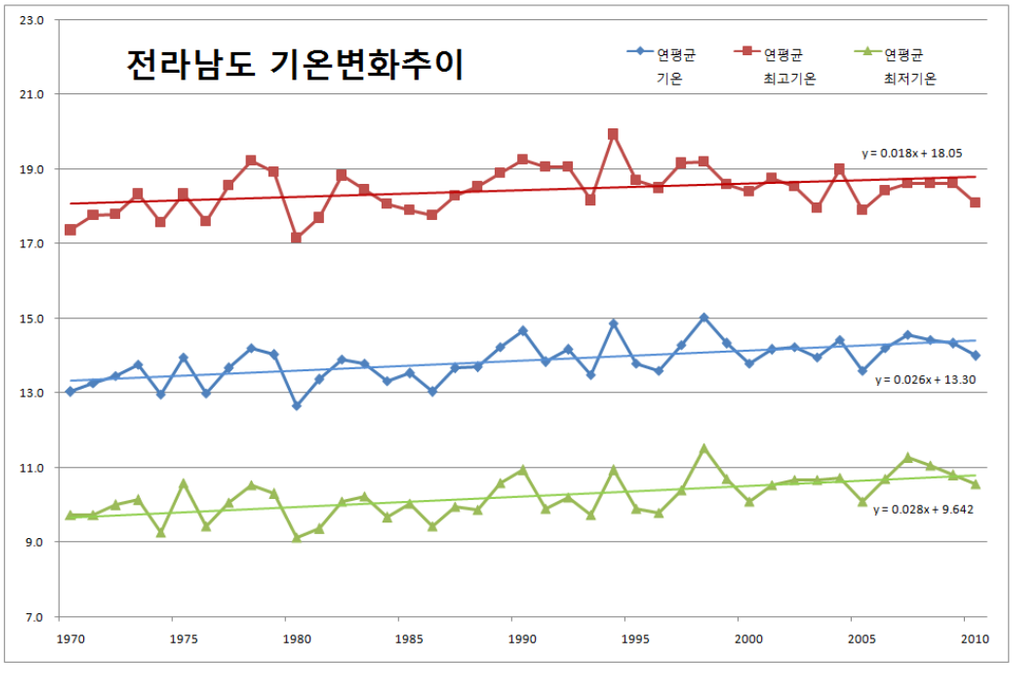
○ 호남지방 내에서 1943년 이후의 관측 자료를 보유한 4개 지점(광주, 전주, 목포, 여수)의 기온상승률은 내륙지방(전주 0.2℃/10년, 광주 0.24℃/10년)이 해안지방(목포 0.06℃/10년, 여수 0.18℃/10년) 보다 높음.

○ 1971~2010년까지 전남지역 연평균기온은 해마다 0.018℃ 상승하고 최고기온 상승률(0.026℃/년)에 비해 최저기온 상승률(0.028℃/년)이 약간 높게 나타남.

○ 최근 기후평년값(1981~2010년)에 따른 전라남도 주요 시·군의 연평균기온은 목포 13.9℃, 여수 14.3℃, 순천 12.6℃, 완도 14.1℃, 장흥 13.0℃, 해남 13.4℃, 고흥 13.6℃ 등으로 과거 기후평년값(1971~2000년)에 비해 10년 동안 0.1~0.2℃ 상승함.

○ 전라남도의 주요 시·군 중 최근 10년간 연평균 최고기온 상승률이 가장 높은 지역은 완도군으로 0.4℃/10년이며, 연평균 최저기온 증가율이 가장 높은 지역은 여수시(0.3℃/10년)로 조사됨.

○ 연평균 기온을 지역적으로 분석해 보면 서남해안에 위치한 시·군의 기온이 구례, 곡성, 담양 등 내륙에 위치한 지역보다 높고, 고흥, 여수 등 남해안 지역 또한 높은 것으로 조사됨.



<그림 2-1> 전라남도의 연평균기온 변화(1971~2010)

<표 2-1> 전라남도 주요 시·군의 연평균기온 비교 (단위 : ℃)

지역별		1971~2000	1981~2010	△
목포	연평균기온	13.8	13.9	0.1
	연평균최고기온	18.6	18.6	0.0
	연평균최저기온	10.3	10.3	0.0
여수	연평균기온	14.1	14.3	0.2
	연평균최고기온	17.9	18.0	0.1
	연평균최저기온	11.0	11.3	0.3
순천	연평균기온	12.5	12.6	0.1
	연평균최고기온	19.1	19.4	0.3
	연평균최저기온	7.2	7.3	0.1
완도	연평균기온	14.0	14.1	0.1
	연평균최고기온	17.7	18.1	0.4
	연평균최저기온	10.7	10.8	0.1
장흥	연평균기온	12.8	13.0	0.2
	연평균최고기온	18.9	19.0	0.1
	연평균최저기온	7.7	7.8	0.1
해남	연평균기온	13.3	13.4	0.1
	연평균최고기온	18.6	18.8	0.2
	연평균최저기온	8.6	8.5	-0.1
고흥	연평균기온	13.5	13.6	0.1
	연평균최고기온	19.3	19.3	0.0
	연평균최저기온	8.2	8.4	0.2

2) 기온극한값

○ 기상관측을 시작한 1943년부터 2009년까지의 열대일수(일 최고기온이 30℃ 이상인 날)는 목포와 여수가 각각 34.2일, 17.7일로 호남에 위치한 다른 내륙지방(전주, 광주)에 비해 출현 빈도가 낮음.

- 특히 여수의 10년 단위 열대일수는 큰 변화가 없지만 목포의 10년 단위 열대일수는 -0.2일/10년의 변화율로 감소 경향이 나타나고 있음(국립기상연구소, 2011).

○ 일 최저기온이 25℃이상인 날로 정의되는 열대야일수는 목포 9.5일과 여수 8.6일로 지난 67년 동안 0.2~0.4일/10년의 변화율로 증가하는 추세이나 통계적으로 유의하지 않음.

○ 일 최저기온이 0℃ 이하인 날인 영하일수는 처음 10년(1943~1952년) 동안 목포 69.5일과 여수 60.2일이며, 최근 10년(2000~2009년) 동안은 목포 59.8일과 여수 40.9일로 각각 9.7일(14.0%), 19.3일(32.1%) 감소하였음.

○ 처음 10년 동안 난방도일(일반적으로 난방이 시작되는 일 평균기온이 18℃를 기준으로 그날의 일 평균기온을 뺀 값을 적산시킨 값)은 목포 2204.4도일, 여수 2176.2도일이며, 최근 10년 동안의 난방도일은 목포 2134.6도일, 여수 1890.0도일로 각각 69.8도일(3.2%), 286.2도일(13.2%) 감소하여 난방의 필요가 낮아지는 것으로 나타남.

○ 냉방도일(일반적으로 냉방이 시작되는 일 평균기온이 24℃를 기준으로 그날의 일 평균기온을 뺀 값을 적산시킨 값)은 목포 164.5도일과 여수 124.3도일이었으나 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타남.

3) 계절의 변화

○ 1943~2009년 동안 호남지방의 계절별 기온변화(광주, 전주, 목포, 여수의 평균값)는 대부분 상승 경향을 보이며, 그 중 겨울철 기온 상승 경향이 뚜렷함<표 2-2>.

○ 동 기간 동안 목포와 여수의 연평균기온은 모두 14.4℃이었으며 처음 10년(1943~1952년)의 연평균기온은 목포 14.2℃와 여수 14.0℃, 최근 10년(2000~2009년)은 목포 14.4℃와 여수 14.9℃로 각각 0.2℃, 0.9℃ 상승하였음.

○ 연평균 최고기온의 경우 여수는 처음 10년에 17.3℃, 최근 10년에 18.0℃로 0.7℃ 상승하였으나 목포는 18.4℃(1943~2009년)에서 18.2℃(2000~2009년)로 0.2℃ 하강하였음.

○ 목포와 여수의 연평균 최저기온은 처음 10년에 10.0℃, 10.7℃, 최근 10년에 10.5℃, 11.8℃로 각각 0.5℃, 1.1℃ 상승하였음.

○ 목포와 여수의 연평균 평균기온의 변화율은 0.06℃/10년, 0.18℃/10년이며, 연평균 최고기온의 변화율은 0.05℃/10년, 0.18℃/10년, 연평균 최저기온의 변화율은 0.08℃/10년, 0.18℃/10년으로 조사됨.

○ 계절별 기온변화는 대부분 상승경향을 보이며 특히, 겨울철 기온상승경향이 가장 뚜렷하게 나타남.

<표 2-2> 호남지방의 계절별 평균, 최고, 최저 기온(1943~2009)

계절 / 기온	봄		여름		가을		겨울		전년	
	평균 (℃)	변화율 (℃/10)	평균 (℃)	변화율 (℃/10y)	평균 (℃)	변화율 (℃/10y)	평균 (℃)	변화율 (℃/10y)	평균 (℃)	변화율 (℃/10y)
평균	12.6	0.2**	24.7	0.0	16.2	0.1**	2.5	0.3**	14.0	0.2**
최고	17.5	0.3**	28.4	0.0	20.7	0.1	6.6	0.3**	18.4	0.2**
최저	7.6	0.2**	21.0	0.1	11.6	0.2**	-1.7	0.3**	9.7	0.2**

주: **P<0.01

나. 강수량 현황분석

1) 연도별 강수량 변화

○ 호남지방의 연강수량(1943~2009년)은 1,283.9mm로, 21.5mm/10년의 변화율로 증가하는 경향이나 통계적으로 유의하진 않음.

○ 호남지방의 연강수량 편차는 평균기온과 달리 변동성이 크며 시간경과에 따라 강수량 편차가 더욱 빈번하게 나타남.

- 10년대별 연강수량 변화는 1940년대 1,185.2mm로 가장 작으며 1980년대 1,363.5 mm로 가장 많고 최근 10년에도 1,355.2mm로 많은 편임.

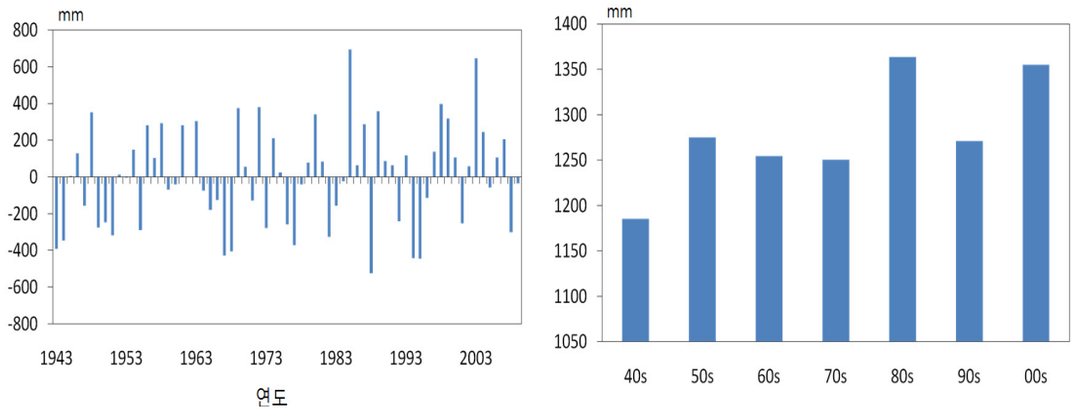
○ 호남지방의 연 강수일수는 117.9일로 -1.1일/10년의 변화율로 감소하는 경향이지만 통계적으로 유의한 변화는 아님.

- 강수강도는 강수량 증가와 강수일수의 감소로 10년에 0.3mm/일씩 증가하는 경향을 보임 ($p<0.05$). 호남지방의 연 강수 강도는 10.8mm/일임.

○ 호남지방의 계절별 강수량(1943~2009년)은 여름철에 657.7mm로 가장 많고 겨울철에 103.2mm로 가장 적음

- 계절별 강수량는 여름철에 33.5mm/10년로 뚜렷하게 증가하는 경향을 보이며 봄, 가을, 겨울에는 감소하는 경향이나 통계적으로 유의한 변화는 아님.
- 호남지방의 연강수량의 증가는 여름철 강수량의 증가로 인한 결과임을 알 수 있으며, 이는 일년 중 강우량 변동성이 커지고 이로써 물공급에 불균형을 초래할 수 있음을 보여줌.
- 호남지방 계절별 강수일수는 전 계절에서 감소하는 경향이나 통계적으로 유의한 변화는 아님.

○ 강수강도는 여름철 강수량 증가에 따라 증가하는 경향을 보임. 또한, 연 강수 강도의 증가는 여름철 강수강도의 증가로 인한 결과임.



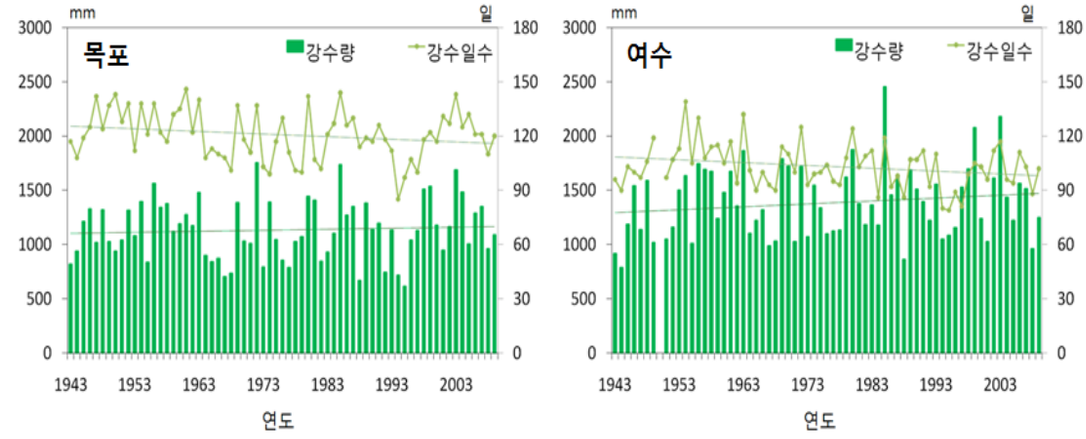
<그림 2-2> 호남지방의 연 강수량 편차 시계열(좌)과 10년대별 강수량(우)

○ 목포의 연강수량(1943~2009년)은 1,133.3mm로, 9.4mm/10년의 변화율로 증가하는 경향이나 통계적으로 유의하진 않음.

- 연 강수일수는 120.7일로 -1.5일/10년의 변화율로 감소하는 추세이나 유의하지 않음.
- 강수강도는 9.4mm/일로 10년에 0.2mm/일씩 증가하는 경향이나 역시 통계적으로 유의하지 않음.

○ 여수의 연강수량은 1384.3mm로 호남지방 관측지점(광주, 전주, 목포, 여수) 중에서 가장 높은 것으로 나타났으며, 27.1mm/10년의 변화율로 증가하는 경향이나 통계적으로 유의한 변화는 아님.

- 연 강수일수는 103.2일로 목포에 비해 17.5일이 적으며 -1.6일/10년의 변화율로 감소하는 경향임($p<0.05$).
- 많은 강수량과 적은 강수일수로 인해 강수강도가 13.4mm/일로 상당히 높으며 강수일수의 뚜렷한 감소로 10년에 0.5mm/일씩 강수강도가 증가하는 추세를 보임($p<0.01$).

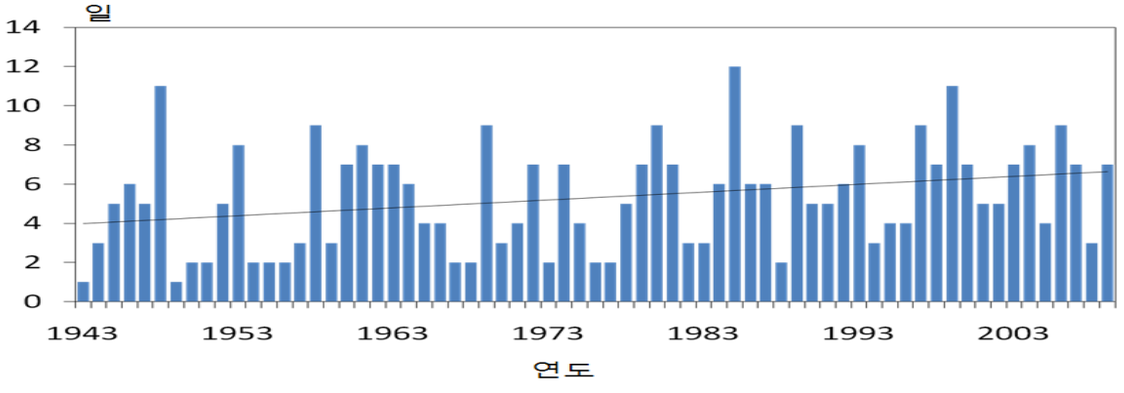


<그림 2-3> 강수량 및 강수일수의 시계열 및 변화추세(목포, 여수, 1943~2009)

2) 호우일수

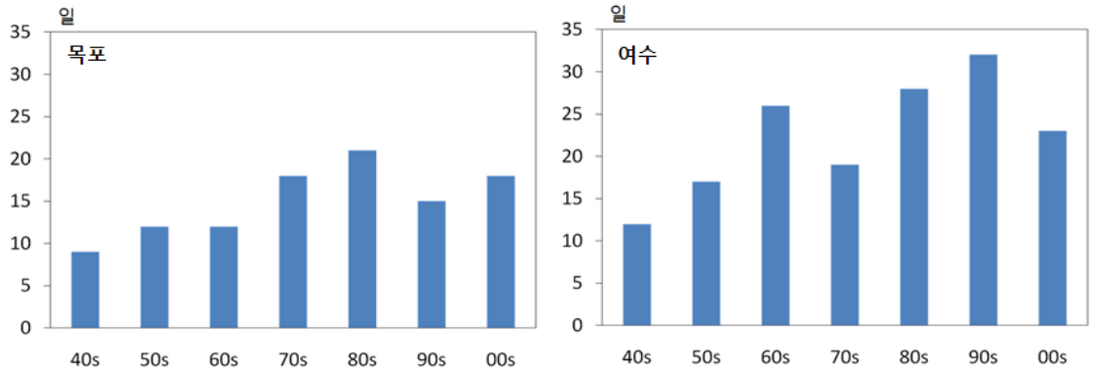
○ 호남지방 4개 관측지점(광주, 전주, 목포, 여수) 중 1개 관측지점 이상에서 80mm 이상의 호우가 관측된 날의 변화경향을 살펴보면 1943~2009년의 관측기간 동안 평균 5.3일이며, 0.4일/10년의 변화율로 증가하는 경향을 보임($p<0.05$).

○ 처음 10년(1943~1952년)의 연평균 80mm이상 호우일수는 4.1일이었으며, 최근 10년(2000~2009년)에는 6.2일로 2.1일 증가함.



<그림 2-4> 호남지방의 80mm 이상 호우일수의 시계열 및 변화 추세

○ 목포와 여수의 연평균 80mm 이상 호우일수(1943~2009년)는 각각 1.6일, 2.4일이며, 호우일수 증가율은 목포 0.1일/10년, 여수 0.2일/10년으로 증가하는 경향이나 모두 통계적으로 유의하지 않음.



<그림 2-5> 목포와 여수관측소의 10년대별 80mm 이상 호우일수 변화

다. 전라남도 기후변화 실태

1) 가뭄

○ 가뭄은 물부족에 의해 발생하는 기상재해 현상으로 학술적 관점에 따라 기상학적, 수문학적, 농업적 가뭄으로 구분함.

<표 2-3> 가뭄의 정의

구 분	정 의
기상학적 가뭄	정상상태와 비교하여 건조한 정도 및 상태의 지속기간을 기준으로 물이 부족하여 피해가 발생하는 현상
수문학적 가뭄	공업용수, 농업용수, 생활용수 공급을 위한 저수지, 하천 또는 지하수의 물이 모자라 피해가 발생하는 현상
농업적 가뭄	강수부족과 잠재증발산량간의 차이로 인해 작물생육에 필요한 토양 수분이 부족하여 피해가 발생하는 현상

출처 : 국가기록원 나라기록(http://contents.archives.go.kr/)

○ 가뭄은 법률적으로 정확하게 정의되어 있지 않고 기준 또한 임의적이어서 통계자료가 구축되어 있지 않은 실정임. 따라서 최근 30년간(1980-2010년) 가뭄관련 기사 및 기후자료를 토대로 전라남도의 가뭄 실태를 파악함.

○ 전라남도의 가뭄 실태 분석 결과는 다음과 같음.

- 1980년대의 가뭄과 그 피해는 농작물 및 양식장 등의 생산량 저하를 가져온 것으로 확인됨.
- 가뭄은 시기적으로 여름과 겨울보다는 봄과 가을에 주로 나타나고 있음.
- 여름가뭄의 경우 장마철 비가 오지 않은 이유에서 발생하고 있음.
- 가뭄으로 섬지역은 제한급수가 빈번하게 발생함.

<표 2-4> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 가뭄관련 기사

일시	내용	피해사항
1981. 5. 23 ~ 6. 11	- 4개월째 가뭄 지속 (예년에 비해 강우량 140mm 부족) - 해안 지방 물부족 심각한 수준	- 수도 작물 면적의 50%(4,800ha) 모내기피해 - 고구마, 양파 등 밭작물 수확의 30% 이상 감소
1982. 6. 9 ~ 7. 6	- 강수량 262.7mm (예년보다 26%낮음) - 전남 도내 저수량26% - 3,255개 저수지 중 64%고갈	- 도내 207,400ha 중 4.6% 모내기 못함 - 모내기 시행 논 면적의 5% 피해 - 가뭄으로 인한 담수유입 불량으로 양식업 피해
1984. 12	- 전남 지역 : 해태 생산 50~60% 감소 - 오랜 가뭄과 이상 고온 현상으로 피해지역 증가	- 해태 양식가구 목표수익의 50%이상 감소
1987. 9	- 8월 태풍 이후 40여 일 동안 가뭄 지속 - 9월 한달 전남지방 평균 강우량 55mm내외 - 예년 평균 강우량의 1/3수준	- 김장용 채소, 딸기, 고추 등 특용작물 작황부진(수확량 50% 감소)
1988. 2. 15 ~ 24	- 지난 10월 현재까지 강우량 33.4mm (평년의 20~30%수준) - 33년 만에 강우량 최저치 기록	- 전남지역 곳곳에 산불 발생 - 심각한 식수난 - 김, 미역 등 해조류 생산량 33% 수준
1988. 6. 29 ~ 7. 13	- 계속되는 가뭄으로 전남 도내 저수량 54~55% - 강우량 361mm로 예년 평균 535mm에 크게 미달 - 6월 한 달 강우량은 38.6mm에 불과	- 전남도내 가뭄피해 농경지면적 : 913ha - 양식장 향어 떼죽음 피해
1989. 5. 27 ~ 6. 3	- 전남도내 저수량이 60% 수준임	- 모내기 등 전남도내 적기 영농에 피해
1992. 6. 15 ~ 7. 6	- 광주전남지역에 2달 이상 가뭄지속 - 지하수 고갈, 도내 저수지 담수율 50%이하 - 5월말 현재 전남도내 평균 강수량 285.5mm(최근 10년간 평균 강수량에 비해 85.4mm가 적은 양임)	- 전남도내 일대 간척지 고사 현상 - 신안군 일대 간척지 염해 피해

<표 2-4> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 가뭄관련 기사(계속)

일시	내용	피해사항
1995. 8	- 도내 서남해안 지역의 간척지 벼가 고사 - 제한급수를 실시하는 등 심각한 가뭄 피해 - 강수량 153mm(예년의 1/3 수준)	- 한성 들녘의 570 여ha가 염해 피해 (74ha는 벼수확 불가) - 전남도내 3천여ha가 농업용수 부족으로 가뭄 피해를 입음
1996. 1	- 농업용수 저수율 45% - 평년 강우량 보다 534.8mm 적음 - 47개 수원지 저수율이 24.7%에 그침	- 전남도내 7개 지역은 3일제 급수, 10개 지역은 격일제 급수 실시 - 지방상수도의 4개 지역 13만여명이 3일제 급수 등 제한급수실시 - 1만여명의 간이상수도 이용 주민들이 물공급에 어려움을 겪고 있음
1997. 10. 22 ~11. 10	- 지난 9월부터 현재까지 강우량 20mm (평년에 비해 172mm 적음) - 도내 저수율 : 4대호 58%, 일반 저수지 57%(농업용수 확보 비상)	- 무, 배추, 마늘 등 밭작물 작황이 부진 - 고흥, 나주, 해남 등을 중심으로 밭작물 1,520ha가 가뭄 피해 입음
2001. 10	- 가을 가뭄으로 인해 전남지역 저수율 53% 기록 - 10월 15일 현재 도내 강수량 936.4mm (평년보다 400mm정도 부족) - 내년 봄까지 물부족 현상이 이어질 것으로 예상	- 6개 시·군 5만5천여명을 대상으로 제한급수 실시(1만6,106세대) - 신안과 완도지역 일부 섬은 4일제 급수 실시
2002. 3 ~ 4	- 도내 봄 가뭄 장기화로 상수원 저수율이 32.%로 급락 - 완도지역 강우량이 지난해 같은 기간의 58%에 불과함 - 완도군 9개 수원지 총저수율이 39%에 그침 - 노화, 보길도의 경우 8일제 급수 실시	
2005. 9. 29 ~10	- 여름이후 총저수율이 56%로 감소 - 완도지역 강수량 800mm(지난해 같은 기간 강수량의 절반에도 미치지 못함)	- 완도읍, 금일, 청산 등 2만7천여명의 주민에 대해 제한급수 실시
2006. 9 ~ 10	- 올해 9월 강수량 32.6mm(2005년 9월 2.8mm, 2004년 9월 283.8mm) - 8월 강수량 158.7mm(2005년 239.8mm, 2004년 437.8mm) - 도내 저수지 저수 : 계획량의 85%수준 (446억 톤)	- 콩과 배추 등 작황 부진 (수확량이 전년에 비해 50% 이하로 감소) - 김장용 배추 흉작(무사마귀병)

<표 2-4> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 가뭄관련 기사(계속)

일시	내용	피해사항
2007. 1. 26	- 지난해 8월 이후의 도내 강우량이 예년의 절반, 전년도의 1/3 수준 - 현재까지의 강우량은 7mm (평년 30.4mm) - 주암호 저수율이 46.4%(3억2,800만톤)에 그치는 등 대부분 저수지의저수율이 평년을 밑돌고 있음.	- 섬지역 제한급수 실시 (대상지역-신안군 흑산면, 완도군 보길면, 노화읍, 군외면, 소안면, 진도군 조도면, 대상주민 : 1만 3,064명)
2008. 10	- 가을 가뭄으로 인해 도내 저수율이 56%로 급감(평년 73% 수준) - 4대호(주암댐 등)의 저수율 46.4%, 지방상수원 60곳의 저수율 64.6% - 도내 밭토양 수분량이 9.4~45% 수준으로 농작물 생육에 적절한 수분량(61~80%)에 크게 미치지 못함. - 특히, 무안(13.1%), 순천(13%), 진도(12%), 신안(10.9%), 완도(9.4%) 등 10개 시·군은 수분량이 20% 이하인 '매우건조' 지역으로, 광양(23.8%), 영광(24.1%), 고흥(30%) 등 8개 시·군은 별도의 급수가 필요한 '건조'지역으로 분류됨.	- 구례, 여수, 무안, 신안 등 4,300세대 9,900여명에 달하는 주민을 대상으로 제한급수 실시 - 섬지역은 철부선을 이용한 운반급수 실시 - 농작물 생육부진 피해 면적 : 226ha
2009. 3. 24	- 영암군 군서면 성양저수지 : 지역 650여 농가 농지 407ha에 농업용수 공급 - 계속된 가뭄으로 인해 76%에 달했던 저수량이 현재5%에 불과함 - 전남지역 물 부족량은 96,000톤으로 추산 - 모내기 차질 면적은 40ha로 집계됨.	- 강우량이 평년 절반 수준에 그칠 경우 물 부족량은 193만 1,000톤, 모내기 차질면적은 712ha가 될 것으로 전망 - 강우량이 평년의 30%에 그치면, 물 부족량이 527만톤으로 모내기 차질 면적은 1,945ha에 이를 것으로 예상됨.

2) 홍수

○ 홍수는 큰 물 또는 강물이 넘쳐흐르는 자연현상으로 하천이 범람하는 외수범람과 내수배제의 불량에 기인하는 내수범람으로 구분하며 우리나라에서 발생하는 홍수는 기상학적, 지형학적, 사회경제적 요인으로 특징지을 수 있음.

<표 2-5> 우리나라 홍수의 요인

구 분	특 징
기상학적 요인	- 여름철 북태평양 고기압의 영향에 따라 장마와 폭우를 동반하는 집중호우에 의해 발생함. - 1시간 이내의 최대강우량은 보통 저기압과 전선에 의해 발생되나, 1일 이상의 최대강우량은 주로 태풍과 장마전선에 의해 발생함.
지형학적 요인	- 전 국토의 2/3이상이 산지로 구성되어 있음. - 동고서저 지형에 따라 대부분의 중소하천이 급류가 많고 호우가 하천유역에 집중됨. - 산지의 피복토가 얇고 수분함유 능력이 적어 산사태와 토사유출로 인한 홍수피해를 가중시키는 경향이 있음.
사회·경제적 요인	– 토지이용 고도화에 따라 재해요인이 해마다 증가 추세임.

출처 : 한강홍수통제소(http://www.hrfco.go.kr/)

○ 우리나라의 주요 강우기록을 살펴보면 전라남도 지역이 집중호우에 노출되어 있는 것으로 나타나며, 기사를 통한 전남의 집중호우 경향분석 결과에 따르면 집중호우는 증가하고 있으며 피해는 감소하는 경향을 보임.

- 1시간 최대강우량 : 순천(145.0mm, '98. 7. 31) > 강화(123.5mm, '98. 8. 6) > 서울(118.6mm, '42. 8. 5) > 서울(116.0mm, '64. 9. 13) > 부여 (116.0 mm, '99. 9. 10)
- 일 최대강우량 : 강릉(870.5mm, '02. 8. 31) > 대관령(712.5mm, '02. 8. 31) > 장흥(547.4mm, '81. 9. 2) > 부여(517.6mm, '87. 7. 22) > 포항(516.4mm, '98. 9. 30)
- 3일 최대강우량 : 강릉(898.0mm, '02. 8. 30 ~ 9. 1) > 해남(659.7mm, '81. 9. 1 ~ 3) > 장흥(654.7mm, '81. 9. 1 ~ 3) > 속초(631.8mm, '81. 9. 1 ~ 3) > 고흥(629.4mm, '81. 9. 1 ~ 3)

<표 2-6> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 홍수관련 기사

일시	내용	피해사항
1981. 7. 11 ~ 12	- 전남 평균 강우량 145.7mm	- 농경지 24,800ha 침수, 가옥 40동 전파 - 전남지역 9,350만원의 재산 피해
1982. 7. 22 ~ 24	- 전남도내 최고 강수량 기록(276.6mm) - 평균 105.5mm 비가 내림	- 가옥 52채 파손, 177명 이재민 발생 - 6,390ha 농작물 침수 - 선박 및 도로파손 등 총 36억7천18만2천원 피해
1986. 7	- 전남지역 호우주의보 - 전남도내 초속 30m 가량 돌풍 - 도내 평균 강우량 30.7mm (최고 53.5mm)	- 약 15억원 비닐하우스 피해 - 가옥 14채 파손, 이재민 36명 발생, 가로수 161 그루 파손 - 닭 1,850 여마리 떼죽음 - 농작물 피해액 7억 1천만원
1989. 7. 25 ~ 27	- 하루 동안 전남지역에 300mm 안팎의 강우(나주 443.mm, 광주 391mm, 장성 343mm 등) - 광주 기상대 관측 51년만의 최대 폭우	- 가옥 2,680여동 파손, 도로·교량 365개소, 하천 697개소 등 공공시설 4,063개소 파괴 (총 1,442억 9천만원 재산피해) - 광주·전남 총 경지면적 35만 1천8백25ha중 56,546ha 침수, 3,051ha 유실·매몰
1990. 6. 19 ~ 20	- 19, 20일 이틀간 최대 232mm 이상의 집중호우	- 가옥 11채 침수, 농경지 13,321ha 침수(총5억 3천9백만 3천원 재산피해발생)
1992. 5. 5 ~ 8	- 강풍을 동반한 폭우로 남부지방에 호우주의보 - 완도 168mm,여수 135.4mm, 광양 151.5mm, 보성 129.9mm 등 남부지역에 집중호우(광주 95.4mm, 전남평균 95.2mm 강수량 기록)	- 전국적으로 6억원의 재산피해 발생 - 광주와 전남지역 피해액은 1억2,700만원으로 잠정 집계됨. - 보리 1천여ha, 비닐하우스시설 3.8ha 피해
1992. 7. 12 ~ 14	- 전남도내 가뭄 해갈에 도움 - 광주 125.1mm, 함평 126.7mm, 나주 120mm, 순천 76mm, 화순 67mm 등	
1992. 9. 1 ~ 3	- 폭풍주의보와 폭풍경보 발효	- 전남도내에서 목포 남해방조제를 비롯 24개소(161m) 무너짐. - 목포시 1, 2차 제방붕괴 피해액은 수십억원대에 이름. - 5천여채에 달하는 상가와 주택 4천여세대 침수피해
1993. 7. 12 ~ 13	- 천둥과 번개를 동반한 집중호우 발생 - 영광 211mm, 광주 113mm, 장성 156mm 등 도내 대부분 지역이 100mm이상의 강우량 기록	

<표 2-6> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 홍수관련 기사(계속)

일시	내용	피해사항
1995. 8. 25 ~ 31	- 강한 비구름을 동반한 7호 태풍 '재니스' - 전남지역 평균 강우량 76.5mm - 전남전지역 가뭄해갈에 도움	- 신안군 홍도 내연발전소 기계시설파손으로 2억2천만원 피해 - 소규모시설 13개소 파손, 5억5천만원 재산피해 - 방파제 등 어항 2개소 유실, 8천8백만원 재산피해
1997. 4. 1 ~ 2	- 농업용수확보로 광주·전남지역 밭작물 가뭄 해갈 및 격일제 식수난 해소 - 광주 36.5mm, 목포 28.8mm, 여수 56.8mm, 순천 60.5mm, 나주39.0mm, 고흥 36.5mm, 강진 61.1mm, 완도 105.3mm 강우량기록	
1997. 8. 3 ~ 5	- 3일째 계속된 집중호우로 도내 평균 강우량 150mm(광주 254mm) - 광주·전남지역에 200mm이상 집중호우로 섬진강댐과 영산강 한때 위험수위까지 차오름	- 주택 500여채, 농경지 400여ha 침수 - 도로 및 제방 붕괴 등으로 총 40여억원의 재산피해 발생
1997. 11. 25 ~ 27	- 완도지역에 186.5mm의 폭우 발생 - 장흥 137.5mm, 고흥127.5mm, 여수126.9mm 강수량 기록 - 1904년 기상관측이래 11월 일 최고강우량 경신	- 55척의 선박과 어선 침몰 또는 파손 - 주택 7채 침수, 비닐하우스 159동 파손, 옹벽 4개소 붕괴 등 모두 17억 7,700여만원 재산피해 발생
1998. 5. 9 ~ 12	- 도내 평균 63.3mm안팎의 강우량을 기록	
1998. 7. 31 ~ 8. 3	- 호남지역 기상관측 사상 처음으로 시간당 145mm의 폭우 - 순천 주암 1시간에 45mm(관측사상최고) 등 240mm이상의 집중호우	- 가옥 55채 침수 - 교통 두절, 다리와 도로 붕괴, 제방유실 피해
2004. 6. 20 ~ 21	- 제6호 태풍 '디앤무' 북상 - 순천 151mm, 구례 141mm, 영광133.5mm, 광양 119.5mm, 완도107.5mm, 광주 52.5mm 등 이틀 동안 광주·전남지역에 평균 80mm안팎의 누적 강수량 기록	- 누전으로 축사 화재피해(돼지 2,500여마리 폐사)등 총 4억원의 재산피해 발생 - 도내 1,872ha의 농경지 일시적 침수 (목포 46ha, 여수 95ha, 함평 1,156ha, 나주20ha, 무안555ha 등) - 도내 16동의 주택이나 상가 침수 - 국도 23호선 절개지 70m가량 붕괴 등의 피해 발생
2009. 8. 7 ~ 8	- 제8호 태풍 '모라꽃'의 간접 영향으로 전남 7개 시·군에 호우주의보 발효 - 보성 벌교 48mm,영암 45mm, 해남 현산 42.5mm, 순천 39mm, 광양38.5mm, 장흥 30mm 등 집중호우	

3) 태풍

○ 태풍은 저위도 지방의 따뜻한 공기가 바다로부터 수증기를 공급받으면서 강한 비바람 동반하며 고위도로 이동하는 기상현상으로, 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)는 열대저기압 중에서 중심 부근의 최대풍속이 33m/s 이상인 것을 태풍, 25~32m/s인 것을 열대폭풍, 17~24m/s 미만인 것을 열대저압부로 구분함.

- 우리나라에서도 WMO 기준과 동일하게 구분하지만 일반적으로 최대풍속 17m/s 이상인 열대저기압을 모두 태풍이라고 부름.

○ 근대적 기상관측이 시작된 1904년 이래 2010년까지 우리나라에 영향을 미친 크고 작은 태풍 수는 총 327건이며 연평균 3개 정도의 태풍에 의해 영향을 받는 것으로 나타남.

<표 2-7> 우리나라에 영향을 준 태풍수(1904~2010)

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계	평균
횟수	-	-	-	-	2	18	94	122	83	8	-	-	327	3.0

출처 : 태풍백서(2010, 국가태풍센터)

- 우리나라에 영향을 주는 태풍은 8월, 7월, 9월 순으로 내습하며, 석 달 동안의 태풍수가 전체의 91%를 차지함.
- 1904년부터 2009년까지 태풍에 의한 총 피해는 사망·실종 6,005명, 재산피해액 140,232억 원으로 연평균 사망·실종이 57명, 지산피해액 1,336억원으로 나타났으며, 1980년을 기준으로 도시화와 산업화로 인해 피해액은 증가하는 반면 태풍 셀마(1987)와 루사(2002)를 제외하고 인명피해는 감소하고 있는 것으로 조사됨.

<표 2-8> 태풍에 의한 인명 및 재산피해 순위(1904~2009)

인명피해				재산피해			
순위	발생연도	태풍명	사망·실종(명)	순위	발생연도	태풍명	피해액(억원)
1	1936	3693호	1,232	1	2002	루사	51,479
2	1923	2353호	1,157	2	2003	매미	42,225
3	1959	사라	849	3	2006	에위니아	18,344
4	1972	베티	550	4	1999	올가	10,490
5	1925	2560호	516	5	1995	재니스	4,562
6	1914	1428호	432	6	1987	셀마	3,913
7	1933	3383호	415	7	1998	예니	2,749
8	1987	셀마	343	8	2000	프라피툰	2,521
9	1934	3486호	265	9	1991	글래디스	2,357
10	2002	루사	246	10	2007	나리	1,592

출처 : 태풍백서(2010, 국가태풍센터)

○ 2002년 15호 태풍 루사(Rusa)

- 발생일 : 2002. 8. 30 ~ 9. 1
- 특징 : 우리나라로 상륙한 태풍 중 세력이 가장 강력한 태풍
- 전남지역에 끼친 영향 : 8월 31일 15시 30분경 전남 고흥반도 남부해안으로 상륙하여 강풍과 집중호우 발생시킴(일 강수량 : 고흥 404.0mm, 순천 254.5mm, 일 최대풍속 : 목포 37.8 m/s).

○ 2003년 14호 태풍 매미(Maemi)

- 발생일 : 2003. 9. 12 ~ 13
- 특징 : 강풍, 폭우 및 해일 등 각종 기상관측 기록을 갱신함.
- 전남지역에 끼친 영향 : 여수기상대 관측 사상 최대 순간풍속(49.2m/s), 전남지역 전역(70~300mm/일)에 강우.

○ 2007년 11호 태풍 나리(Nari)

- 발생일 : 2007. 9. 13 ~ 18
- 특징 : 제주지역의 강수량과 풍속의 최대값 경신
- 전남지역에 끼친 영향 : 9월 16일 18시 15분경 전남 고흥반도로 상륙(풍속-고흥 30.8 m/s).

○ 2010년 4호 태풍 뎬무(Dianmu)

- 발생일 : 2010. 8. 8 ~ 12
- 특징 : 태풍 나리이후 3년 만에 우리나라에 상륙한 태풍으로 폭염과 가뭄 해갈에 도움
- 전남지역에 끼친 영향 : 8월 11일 5시경 전남 고흥군 도화면에 상륙.

○ 2010년 7호 태풍 곤파스(Kompasu)

- 발생일 : 2010. 8. 29 ~ 9. 3
- 특징 : 고온의 해수면 온도역이 분포하여 갈수록 세력 강화, 강우보다는 강풍피해 발생
- 전남지역에 끼친 영향 : 강풍발생(최대 순간풍속 : 홍도 52.4m/s, 흑산도 45.4m/s).

<표 2-9> 주요 태풍에 의한 전남지역의 연도별 피해현황

구 분		피해내용			
		2002년	2003년	2007년	2010년
이재민(명)		1,951	4,491	219	29
사망·실종·부상(명)		16	33	10	0
침수(ha)		1,784	0	918.63	0
재산피해 (천원)	건물	10,085,840	11,918,702	1,875,000	195,000
	선박	1,782,051	2,919,224	146,990	64,088
	농경지	2,886,681	573,064	2,811,792	2,119
	농작물	0	0	0	0
	공공시설	327,596,195	99,627,542	50,749,656	6,356,794
	사유시설	51,223,397	159,081,629	6,431,346	1,439,657
	총 계	342,352,551	274,120,161	62,014,784	8,057,658

출처 : 재난통계·기록(국가재난정보센터 www.safekorea.go.kr)

<표 2-10> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 태풍관련 기사

일시	내용	피해사항
1981. 9. 3 ~ 8	- 18호 태풍 '애그니스' 영향 - 1904년 이후 77년만에 가장 많은 강우량 - 전남도내 평균 335.9mm 강우 기록	- 벼, 논 23,380ha 침수 - 공공시설물 138개소 파손 및 유실 - 주택 3,200동 전·반파 및 침수 - 총 재산피해액 467억여원
1986. 8. 28 ~ 29	- 13호 태풍 '베라' 영향 - 해남 242mm 강우 기록	- 해남군 : 저수지 붕괴 및 제방 300m 유실, 인근 농경지 20ha 침수 - 3,300ha 농경지 침수(전체의20%), 밭작물 3,500ha 피해 - 전남도 전체 피해액 약 50억원(재산피해 8억 8천9백만원, 신안가거도 방파제 유실 37억원, 나주시 배나무 낙과 피해 3억 6천만원, 농경지 12,300ha 침수피해 등)
1987. 7. 15 ~ 16	- 태풍 '셀마(THELMA)'	- 4천 962억의 재산피해
1991. 7. 29 ~ 8. 2	- 9호 태풍 '캐틀린' - 전남도내 동부 내륙지방에 최고 318mm, 평균171mm에 달하는 집중호우(1일 현재 화순 318mm, 곡성 282mm)	- 총 40억원에 달하는 재산피해 집계 - 화순 242ha, 곡성 215ha, 승주 105ha 등 총 562ha의 농경지 침수 - 하천 42개소, 도로 4개소, 철도 1개소 유실 등 10억 5천만원의 재산피해 발생
1992. 9. 23 ~ 25	- 19호 태풍 '테드' - 25일 해면 수위가 연중최고치를 기록 - 전남 평균 96mm, 광양·순천 161.9mm, 장흥 155.2mm, 보성 154.4mm, 여수 117mm 등 집중호우	- 황숙기의 벼와 고추 등 농작물 1만7,500ha가 쓰러지고 물에 잠김 - 전남도내 주택 1개동 전파, 학교축대 등 2개소 붕괴, 980여만원의 재산피해 발생
1993. 8. 7 ~ 21	- 제7호 태풍 '로빈'의 영향권: 순천 43mm, 고흥 41mm, 보성 35mm, 광양 32mm, 광주 142mm 강수 기록 - 20일 시간당 최고 35.5mm 강수량 기록 - 여수 201mm, 광양 192mm, 순천 190mm, 보성 180mm, 목포 114mm 강수량 기록 - 주암댐에서 초당 1천톤씩 물 방류	- 20~21일 기습폭우로 산사태와 철도 유실 - 붕괴, 가옥침수, 매몰 등 피해 발생 - 농경지 9,922ha와 저지대 1천여 가구 침수 피해
1987. 8. 19 ~ 20	- 백중사리와 태풍의 간접영향으로 바닷물 범람 - 19일 새벽 목포항 수위관측이래 최고치인 504m까지 상승(목포시 5개동 1백여 가구와 상가가 1시간여 동안 바닷물 침수) - 제13호 태풍 위니의 간접영향(목포, 신안, 무안, 영광에 해일 발생)	- 전남도내 주택과 상가 400여동과 농경지 453ha 침수 - 방조제 120여 곳 유실 또는 바닷물이 넘쳐 피해를 입음 - 목포해안도로침수

<표 2-10> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 태풍관련 기사(계속)

일시	내용	피해사항
1997. 9. 18	- 19호 태풍 '올리와' - 남해안 지역 적조가 거의 소멸됨.	- 전남도내 농경지 1ha 침수 - 방파제, 도로 등의 파손에 의해 총 6억 3천여 만원 재산피해 발생
1999. 8. 1 ~ 4	- 제7호 태풍 '올가' - 해남 167mm, 신안141.8mm, 진도 123mm, 완도 117mm, 강진 109mm, 영암 97.9mm, 무안91.6mm, 목포89.1mm의 강우량기록	- 주택 428동과 선박 70척 파손, 농경지 2,978ha 침수, 비닐하우스 711.44ha 파손, 축사 15개소 파손, 해양증양식시설피해 - 공공시설 64개소, 아파트 유리파손 1천여장, 가로수 수만여 그루가 뽑히는 등 피해 심각
2001. 7. 31 ~ 8. 2	- 제8호 태풍 '도라지' - 우리나라에 큰 피해는 없었으나 광주·전남지역에 80mm이상의 많은 비 동반	
2002. 7	- 제5호 태풍 '라마순' 부상	- 신안군 흑산면 소흑산도 1~2구 연결도로 200m 유실 - 48개 항로의 68척 연안여객선 운항 중단, 국제선 결항
2002. 7. 27 ~ 28	- 제9호 태풍 '펑셴'이 제주도를 강타 - 27일까지 남부지역에 최고 80mm의 비가 내릴 것으로 예상 - 제11호 태풍 '퐁웡'도 한반도를 향해 북상 중으로 남부지역에 피해 예상	
2002. 8. 30 ~ 9. 1	- 제15호 태풍 '루사' 영향 (30일 광주·전남 태풍주의보) - 31일까지 예상 강우량 80~150mm - 남부해안과 지리산일대 시간당 50mm의 폭우 발생 - 31일 고흥지역 최고 391mm의 폭우와 강풍	- 주택 2,324 가구 파손 및 침수, 이재민 653명, 농경지 2만 6천ha 침수, 낙과 7천45ha 피해, 공공시설 2,186곳 피해 - 낙안읍성 등 총 13건의 문화재 파손으로 총 4억여원의 피해 발생 - 태풍사상 최대 재산피해 : 3,155억원이상 (광양 927억원, 여수 467억원, 완도 351억원, 고흥 308억원, 곡성 175억원, 구례173억원 등)
2003. 9. 12 ~ 14	- 제14호 태풍 '매미' - 여수 순간 최대풍속 초속49.2m 기록 (강우량 358mm, 최대 시우량 48mm)	- 전국적 4조 2천 225억원 재산피해 - 전남 문화재 13건 2억 8천여만원 피해, 이재민 1,292명, 농경지 698.87ha(전 319.15, 답 379.72), 주택 1,453동 파손 및 침수 - 전남 총 피해액 2,668억 8천8백만원(사유시설 1,371억5,200만원, 공공시설 937억 9,200만원)
2004. 8. 18 ~ 19	- 제15호 태풍 '메기'의 영향으로 남부지방 호우주의보 발효 - 18일 오전 거문도 108mm, 여수 초도 107.5mm, 완도읍 87.5mm, 목포 43.5mm 강우량 기록	- 이재민 2,082명, 농경지 7,445ha 침수, 도로 및 하천 등 공공시설 43개소 파손 등 61억 여원의 재산피해 - 주택 126동 침수 - 광주·전남지역 전체 피해액 2,174억원
2005. 9. 6 ~ 8	- 제14호 태풍 '나비'	

<표 2-10> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 태풍관련 기사(계속)

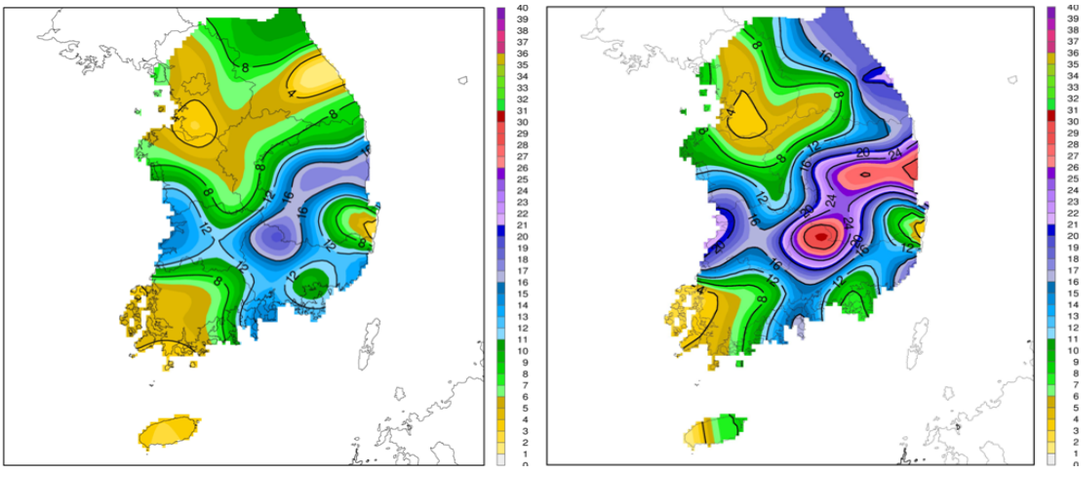
일시	내용	피해사항
2006. 7. 10 ~ 11	- 제3호 태풍 '에위니아' - 여수 10일 오전 한시간 동안 58.5mm 강수량 기록하는 등 일 강수량 170mm 기록, 고흥 200mm 이상의 집중호우 발생	- 여수 소라면과 율촌면, 화양면 일대 농경지 수백ha 침수 - 공공시설 391억원, 사유시설 63억원 등 총 454억원의 재산피해 발생
2007. 9. 16 ~ 18	- 제11호 태풍 '나리' - 16일 오후 4시부터 두 시간 동안 고흥 일대에 217mm 강수, 순간 초속 30m이상의 강풍과 시간당 100mm가 넘는 폭우 - 한라산 최고 550mm, 고흥 239mm 강우량 기록	- 고흥, 보성 등 저지대 주택 1,000여 가구 침수, 2,296명의이재민 발생 - 도내 농경지 1만 505ha침수 - 전라선 신축철도 교량거푸집 50m 붕괴 등 도로, 철도157곳, 하천397곳 피해 - 총 피해액 405억 8,800만원
2010. 9. 2 ~ 6	- 제7호 태풍 '곤파스'	- 총 34억 5,000여만원의 재산피해 발생 (사유시설 6억6,000만원, 공공시설 27억원) - 주택 22동 파손, 13개 시·군에서 449.4ha의 벼쓰러짐 피해, 344ha 과수낙과 피해, 신안 흑산도 방파제 붕괴 및 시설피해 심각
2011. 6. 24 ~ 27	- 장마전선과 제5호 태풍 '메아리'로 인한 집중호우 발생: 지리산 뱀사골과 피아골 각각 254,227.5mm의 집중호우 - 순천 169mm, 광양 158mm, 장흥 141mm, 해남 140.5mm, 영암 110mm, 영광 56mm, 광주 35mm 강우량 기록	- 전남지역 9개 농가 비닐하우스 11개동 7100㎡가 붕괴, 나주 - 배 과수원의 7.8%에 달하는 190ha에서 낙과 피해
2011. 8. 3 ~ 8	- 제9호 태풍 '무이파' 영향 - 7일 순천 시간당 최고강우량 72mm, 진도 최대 순간풍속 초속 38.8m(역대1위), 6일부터 8일까지 총누적강수량 제주도 윗세오름 634mm, 구례 지리산 성삼재 326.5mm, 최대 순간풍속 홍도 46.4m/s, 광주 무등봉 45m/s, 진도 죽도 42.5m/s, 흑산도 42.4m/s 기록	- 전남 재산피해액 1,005억9,500만원(공공시설 837억 2,100만원, 사유시설 168억 7,400만원) - 신안 253억원(가거도 방파제 파손 등), 광양 219억원, 진도 133억원, 구례 62억원, 완도 60억원, 곡성 40억원, 해남 37억원, 영광 33억원 등

4) 폭염

○ 폭염은 여름철에 동서고압대와 북태평양고기압의 영향에 따른 이상고온 현상으로 일 최고기온과 열지수를 기준으로 기상청에서 폭염특보(주의보와 경보)를 발표함.

- 폭염주의보(경보) : 6월~9월 중 일 최고기온 33℃(35℃) 이상, 일 최고 열지수 32℃(41℃) 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때.

○ 우리나라의 최근 10년간(2001~2010년) 평균 폭염 발생일은 8.9일이고, 2010년 한해에는 12.1일로 최근 10년간 발생일수 보다 높게 나타남.



<그림 2-6> 2001~2010년 연평균 폭염발생일수(좌)와 2010년 폭염발생일수(우)

○ 전라남도 시·군 중 순천이 가장 많은 폭염발생일수를 나타내며, 최근 10년간 기준 전국 평균값 은 6.6일에 비해 2010년 기준 5.9일 높은 것으로 나타남. 다른 시·군은 폭염에 크게 노출되어 있지 않은 것으로 조사됨.

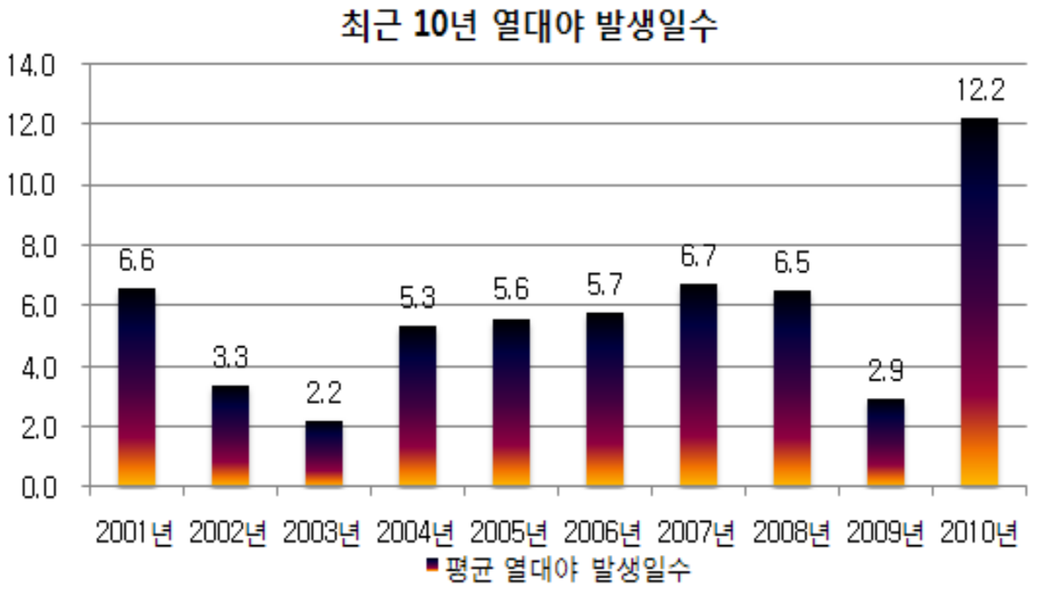
<표 2-11> 전남지역의 폭염발생일수

지 점 명	최근 10년간 평균 폭염발생일수(일)	2010년 폭염발생일수(일)
목 포	3.0	0.0
완 도	3.9	2.0
여 수	0.6	0.0
순 천	15.5	18.0
장 흥	5.2	4.5
해 남	6.3	5.0
고 흥	5.7	5.0

출처 : 기상청 보도자료(2011. 7. 18)

○ 전국의 최근 10년간(2001~2010년) 평균 열대야 발생일수는 5.7일로서 대도시 및 해안가 주변 지역에서의 발생 빈도가 높았으며, 발생일수가 전체적으로 증가하는 경향을 보임.

- 열대야 : 밤(금일 18:01~익일 09:00) 최저기온이 25℃ 이상인 경우
- 2010년의 평균 발생일수는 12.2일로 10년 평균 발생일수보다 6.5일 많았으며, 여름철 평균기온도 평년보다 1.3도 높았음.



<그림 2-7> 최근 10년간 열대야 발생일수(기상청, 2011)

○ 전남지역 내 기상관측소에서 관측된 연평균 열대야 발생일수는 목포(13.6일)가 가장 많았으며, 여수(11.8일), 해남(7.2일), 완도(6.1일), 고흥(5.0일), 장흥(4.5일), 순천(2.1일), 흑산도(1.3일) 순으로 나타남.

○ 폭염에 의한 피해는 기사분석 결과에 따르면 증가하는 경향을 보이고 있으며, 주요 피해 사례로는 열사병에 의한 사망사고, 가축의 폐사 및 산란률 저하, 냉방기 사용으로 인한 정전 등이 있음.

<표 2-12> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 폭염관련 기사

일시	내용	피해사항
1983. 8. 2 ~ 6	- 최고기온 36.9℃(32년만에 최고 무더위) - 불쾌지수 85이상, 습도 75% - 16년만에 열대야 현상 8일째 지속	- 일사병으로 사망 5명, 중태 1명
1984. 5. 11 ~ 8. 10	- 5월 : 봄철 이상고온 현상(평년에 비해 3~4℃ 높은 25~26℃ 기록) - 6월 : 전국 30℃를 넘는 무더위(전남도내 전역이 28~30℃) - 8월 : 불볕더위 광주 35.2℃ 기록 (기온 급상승과 불쾌지수 증가)	- 심한 일교자로 호흡기 질환자 2~3배 증가 - 익사사고로 20명 사망 - 장티푸스, 감기, 이질 등 바이러스성 질환 및 수인성 질환 증가
1985. 7. 30 ~ 8. 9	- 11,105,530 kWh의 전력사용 (올 최대사용량)	
1990. 7. 29 ~ 8. 1	- 7월 한달 동안 연속해서 17일째 30℃ 이상 기록 - 1939년 광주 기상대 관측업무 시작 이래 가장 무더운 날씨 지속 - 보름 이상 열대야 현상 지속	
1992. 7. 19 ~ 8. 11	- 11일째 불쾌지수 80이상 지속 - 30년만의 마른장마로 농업용수와 식수난 가중 - 광주 총 저수량 백여 일에 불과 - 6일 현재까지 도내 강우량은 601mm (지난해의 절반수준, 전체 저수지의 21%(673개소) 바닥을 드러냈고, 3,187개의 저수지가 36% 저수율)	- 해남, 신안, 장흥, 강진 등 전남서남부 지역에 2차 가뭄피해 - 전남도내 1만 217ha의 논이 고갈상태가 되거나 균열
2001. 7. 23 ~ 30	- 23일 순간 전력사용량 최대치 기록 (2,378 MWh) - 광주·전남지역 연속 7일째 30℃ 이상 폭염 지속(화순 36.5℃, 구례 36.2℃ 등)	- 전력 과부하로 4~5차례 정전
2002. 6. 7 ~ 10	- 전국에 30℃를 웃도는 무더위 계속 - 6일 화순 35.8℃, 광주 33.8℃ 등 올 최고 기온 경신 - 7일 화순 35℃ 등 전남도내 대부분 지역이 30℃를 웃도는 폭염 - 우리나라 6월 평년값인 22.6~27.8℃보다 10℃ 가량 높은 수준	
2002. 8. 1 ~ 7	- 일주일째 30℃를 웃도는 무더위 지속	- 사망 6명(열사병 2, 익사 2, 선풍기 바람 과다 노출 2명), 중상 1명(수영미숙)

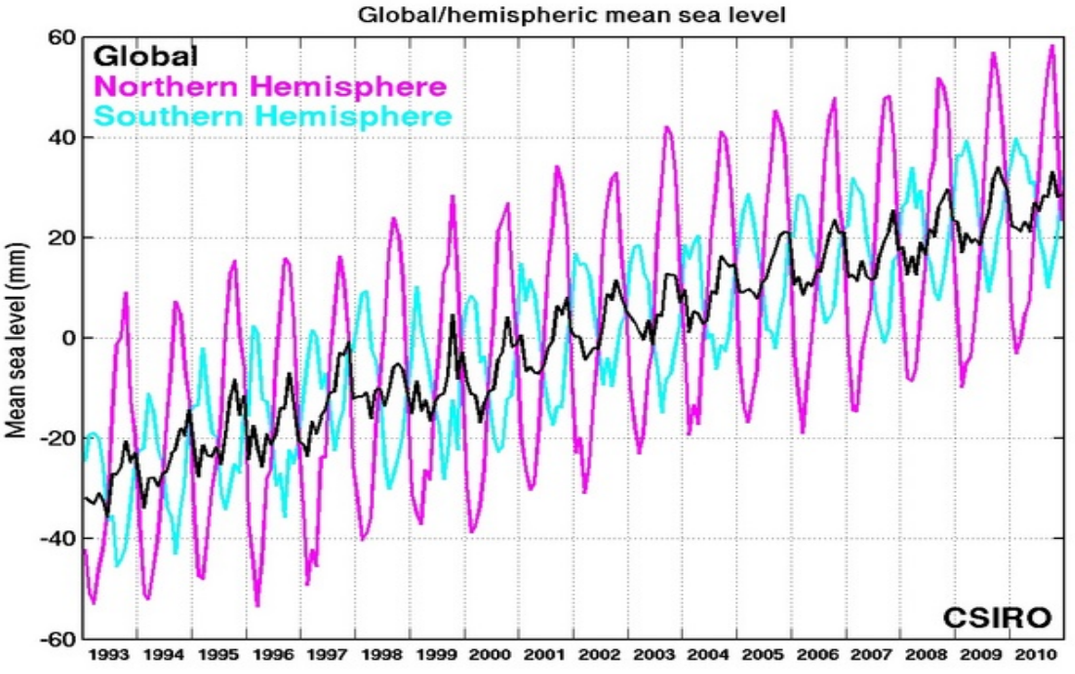
<표 2-12> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 폭염관련 기사(계속)

일시	내용	피해사항
2004. 6. 9 ~ 14	- 13일 광주 낮 최고기온 30.5℃ - 지난 4일 동안 30℃를 웃도는 초여름 더위 기승	
2004. 7. 25 ~ 8. 15	- 25일 최고기온이 구례 35.4℃ 등 대부분 지역에서 30℃를 웃도는 찜통더위, 불쾌지수 83 - 20세기 들어 우리나라 연 평균기온 약 1.5℃ 상승 - 일최저기온과 최고기온 기준으로 서울의 경우 100년 사이 7℃ 상승 - 한반도 대부분의 지역에서 '열파기간' 증가 추세	- 폭염으로 광주지역재래 시장매출 급감
2006. 7. 27 ~ 8. 17	- 연일 낮 최고기온이 30℃를 웃도는 무더위 시작 - 무더위로 물사용량급증, 순천 상사댐을 통한 전남동부 지역(여수, 순천, 광양, 고흥 등)의 하루평균 물사용량은 39만여톤으로 전달에 비해13% 정도 증가	- 함평지역 농장 닭 산란율이 평소 70%에서 폭염으로 5% 이상 감소, 집단 폐사의 위험 노출
2007. 7. 24 ~ 8. 25	- 25일 낮 12시부터 나주, 구례, 순천 폭염주의보 발령 (낮최고기온 33℃ 이상, 습도 높음) - 26일 전남내륙지역중심으로 열대야현상 (최저기온 : 광주 26℃, 나주 26.1℃, 완도 25.8℃, 장성과 해남 25.3℃, 구례 25.3℃, 화순 25.2℃, 목포 25℃) - 27일 전남 대부분 지역 폭염경보 및 주의보 발령 - 8월중 광주·전남지역 6일째 폭염특보 발효	- 사망 2명(열사병)
2008. 7. 7 ~ 31	- 7일 구례지역 낮 최고기온 35.7℃ 기록 (곡성, 구례, 광양지역에 폭염주의보 발효), 광주·전남지역 기습폭염(곡성 34.8℃, 광양34.7℃, 장흥 32.8℃, 광주 32.5℃ 등 도내 대부분 지역이 30도 이상) - 9일 나주 등 전남 6개 시·군지역에 폭염경보 발효 (나주 35.1℃, 곡성 35.2℃, 구례 36.1℃, 화순 36.5℃, 광양 36.9℃, 순천 35.9℃, 광주 34.1℃를 비롯한 도내 10개 시·군지역에 폭염주의보)	- 폭염으로 가축의 생리장애 - 고온지속으로 벼의 잎도열병 및 이삭도열병 발생, 개화, 수정불량 등으로 인한 수확량 감소 우려 - 전북 익산-곡성 전라선 구간철도 온도가 55도를 넘어 스프링클러 가동
2009. 6. 24 ~ 27	- 24일 구례 낮 최고기온 34℃, 전남 5개시·군 첫 폭염주의보 발효(곡성 33.4℃, 광양, 화순 33℃, 광주 32.6℃, 순천 32,5℃, 여수 28.9℃, 목포 28.1℃)	
2009. 8. 9 ~ 25	- 9일 오후 5시를 기해 나주(33.8℃), 담양, 곡성, 구례, 장성, 화순(34.6℃), 순천(33.3℃), 함평 등 8개 시·군 폭염주의보 발효	
2010. 7. 7 ~ 8. 25	- 7일 광주(31.2℃), 광양, 순천(34.1℃), 곡성, 구례(32.1℃), 장성, 화순(32℃), 보성 등 광주·전남 8개 지역 폭염주의보 - 30일 여수, 목포, 신안(흑산면 제외)을 제외한 전지역 폭염주의보(도내 대부분의 지역에서 열대야현상)	- 사망 5명 (익사 3명, 일사병 2명), - 중태 4명
2011. 7. 17 ~ 8. 2	- 17일 순천, 광양, 나주, 화순, 구례 등 전남 5개 시군에 폭염주의보(순천 33.7℃, 광양 33.2℃, 광주 32.7℃ 등)	

5) 해수면 변동

○ 해수면 변동은 해수의 열팽창, 해빙, 물이용도 변화 등에 의해 일어남.

- 해수의 열팽창은 여름철과 같이 해수의 수온이 증가하면 해양의 밀도가 감소하여(결과적으로 해양의 체적은 증가) 해수면이 상승하고, 겨울철과 같이 수온이 감소하면 밀도가 증가하여 해수면이 하강하는 현상으로 전 지구적 관점에서 봤을 때 지속적으로 증가하는 추세.



<그림 2-8> 위성고도계 자료를 이용한 전 지구 해수면 상승의 계절적 변화

(출처: http://www.cmar.csiro.au/sealevel/sl_drives_seas_dec.html)

- 지구온난화 등에 의해 해빙된 물들이 바다로 유입되어 지구 해수면을 상승시킴.
- 과도한 지하수 이용은 잉여 지하수를 해양으로 유입시켜 해수면을 상승시키고 댐건설은 육상물 공급을 감소시키기 때문에 해수면 감소에 기여함.
- 1960년부터 한반도 연안의 23개 조위 정점에 대하여 후빙기 지각 변동 성분을 고려한 연간 해수면 변화를 해역별로 조사한 결과, 전체 정점에 대한 평균치는 2.31mm/년으로 나타남(조와 김, 2001).
- 동해의 6개 정점에 대한 해수면 변화율은 평균 0.568mm/년으로 비교적 작게 나타남.
- 남해의 10개 정점에 대해서는 평균 3.125mm/년으로 비교적 해수면 상승률이 높은 것으로 나타났으며 특히 제주도의 상승률이 큰 것으로 분석됨.
- 서해의 경우 7개 정점의 평균 변화율은 2.638 mm/년으로 평균을 약간 상회함.
- 국립해양조사원(2009)은 우리나라 해안의 조위 관측 자료와 후빙기 지각변동모델(ICE-5G) 및

GPS를 이용한 수직지각 운동을 측정하여 상대 해수면을 산출함.

- ICE-5G 모델을 이용한 우리나라의 후빙기 지각 변동 수치는 38개 조위관측소에서 평균 1.2mm/년 상승하는 것으로 나타났으며, 52개 GPS 관측소를 대상으로 산출한 수직지각 상승속도는 2.4mm/년 인 것으로 나타남.
- 상대해수면의 경우 관측기간이 10년 이상인 22개 관측소중 17개를 대상으로 연평균 해면의 선형분석을 통하여 해수면을 조사한 결과, 전체 평균 해수면 상승률은 2.2mm/년을 나타냈고, 지역별로는 서해 1.1mm/년, 남해 3.2mm/년, 동해 2.2mm/년으로 나타났으며 제주도 부근은 평균 4.9mm/yr의 높은 상승률을 보임. 이 상승률에 지각 변동을 고려하면, 3.4mm/yr로서 최근 지구 평균 해수면 상승률과 유사한 수치를 보임.

<표 2-13> 해역별 지각 변동 속도 및 해수면 상승률

해역	조위 관측소	상대 해수면 상승률 (RSLR) (mm/yr)	수직 지각 변동 속도				절대 해수면 상승률 (ASLR)
			GPS (mm/yr)	GIA (mm/yr)	RSLR+GPS (mm/yr)	RSLR+GIA (mm/yr)	RSLR+(GPS-CGIA) (mm/yr)
서해	안흥	1.3	2.2	1.3	3.5	2.6	2.2
	군산	1.3	1.8	1.3	3.1	2.6	1.8
	목포	1.2	3.0	1.2	4.2	2.4	3.0
	대흑산도	0.5	2.9	1.1	3.4	1.6	2.3
	평균	1.1	2.5	1.2	3.6	2.3	2.4
남해	완도	1.1	2.1	1.1	3.2	2.2	2.1
	여수	1.6	1.8	1.2	3.4	2.8	2.2
	통영	1.6	1.9	1.2	3.5	2.8	2.3
	가덕도	2.2	2.1	1.2	4.3	3.4	3.1
	부산	2.3	2.0	1.2	4.3	3.5	3.1
	평균	1.8	2.0	1.2	3.7	2.9	2.6
제주 부근	추자도	1.9	2.4	1.1	4.3	3.0	3.2
	제주	6.0	1.9	1.0	7.9	7.0	6.9
	서귀포	5.8	2.5	1.0	8.3	6.8	7.3
	거문도	6.0	2.2	1.1	8.2	7.1	7.1
	평균	4.9	2.3	1.1	7.2	6.0	6.1
동해	포항	2.2	2.6	1.2	4.8	3.4	3.6
	묵호	2.1	2.1	1.2	4.2	3.3	3.0
	속초	2.4	1.7	1.3	4.1	3.7	2.8
	울릉도	2.2	4.0	1.1	6.2	3.3	5.1
	평균	2.2	2.6	1.2	4.8	3.4	3.6
전체평균		2.2	2.4	1.2	4.6	3.4	3.4

출처 : 국립해양조사원(2009)

○ 위성고도계를 통한 우리나라 주변 연구들의 결과들은 해수면 상승률은 4.02~5.40mm/년인 것으로 보고되고 있으며 계산에 사용된 관측기간에 따라 그 값이 차이가 나고 있음.

○ 한반도 주변 해역의 해수면 변화를 산출하기 위하여 경도 115°E~145°E, 위도 32°N~50°N 지역에 대한 위성고도계 자료를 분석한 결과, 해수면 상승률은 평균 4.02mm/년으로 지구 평균 3.16mm/년보다 높게 나타난 것으로 보고하였음(조광우 등, 2009).

- 해역별 상승률은 동해 3.86mm/년, 서해 4.18mm/년, 남해 4.66mm/년으로 남해안이 상대적으로 높은 것으로 나타남.

○ 위도별 해수면 상승률의 평균을 보면 우리나라 해수면 상승은 남측에서 해수면 상승률이 상대적으로 크며 위도가 증가할수록 상승률이 감소하고 있음을 알 수 있음.

○ 이와 같은 공간적인 특성은 해양 열팽창의 경우 온도가 높은 지역일수록 체적팽창 정도가 크게 나타나는 점과 쿠로시오의 영향을 받는 남측 해역에서 와동 에너지(Eddy Energy)가 크게 나타나 연직 대류가 상대적으로 크게 나타는 특성을 반영하는 것으로 가정할 수 있음.

2. 전라남도 기후변화 예측

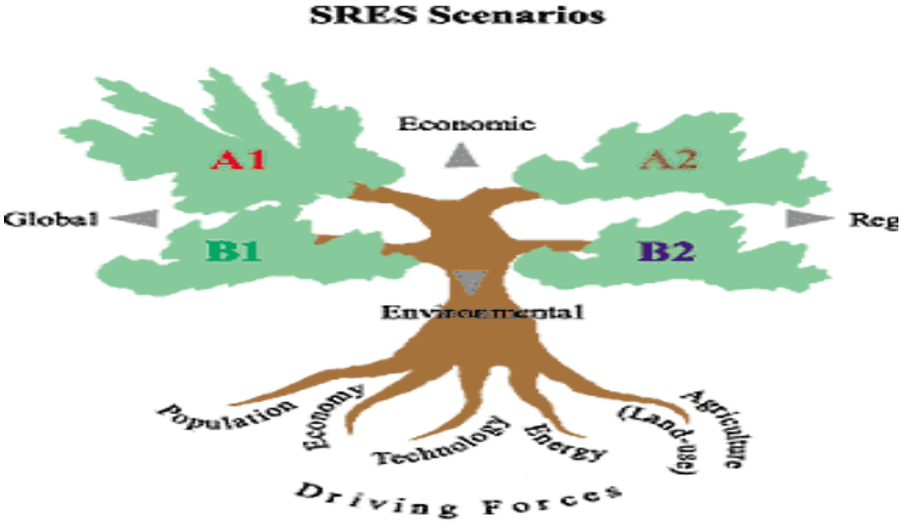
가. 기후변화 시나리오

1) 온실가스 배출량 기반의 SRES 시나리오

○ SRES(Special Report on Emission Scenarios, SRES) 시나리오는 미래 기후변화 예측을 위해 온실가스 배출량을 기준으로 기온, 강수량 등의 기후상태를 예측하는 시나리오로, IPCC 4차 기후변화평가보고서(2001) 특별보고서에 사용됨.

○ 인구통계학적, 사회적, 경제적, 기술적 변화에 관한 다양한 가정을 토대로 4개 시나리오(A1, A2, B1, B2)로 나뉨

- A1 시나리오는 세계 경제의 매우 급속한 성장, 금세기 중반에 최고의 지구촌 인구, 새롭고 효율적인 기술의 급속한 도입을 가정하며 기술변화 양상에 따라 A1F1(화석 집약적), 비화석 에너지자원(A1T), 자원간 균형(A1B)로 다시 구분함.
- A2 시나리오는 인구증가율이 높고 경제발달이 느리고 기술변화도 느린 매우 이질적인 세계를 가정.
- B1 시나리오는 지구 인구는 A1 시나리오와 같지만 경제구조는 서비스 및 경제 쪽으로 좀 더 급속히 변하는 수렴적 세계를 가정.
- B2 시나리오는 인구와 경제 성장이 A1과 B1의 중간인 세계로 경제적, 사회적, 환경적 지속가능성에 대한 지역적 해법을 강조함.



<그림 2-9> SRES 시나리오의 개념(IPCC, 2001)

<표 2-14> SRES 시나리오별 이산화탄소 배출량 및 기온상승폭

시나리오	특성	CO_2 (ppm)	기온상승(℃)
B1	자연친화적	550	1.8(1.1-2.9)
A1T	비화석에너지원	540	2.4(1.4-3.8)
B2	자연친화적(지역수준)	600	2.4(1.4-3.8)
A1B	균형발전	720	2.8(1.7-4.4)
A2	발전지향적	830	3.4(2.0-5.4)
A1F1	화석연료	970	4.0(2.4-6.4)

○ B1, A1B, A2 시나리오가 대표적으로 사용되고 있으며 본 계획에서는 전라남도 기후변화 예측을 위해 A1B 시나리오(균형발전)를 사용하였으며 기후자료는 국립환경과학원에서 제공하는 CCGIS 3.1을 사용함.

<표 2-15> A1B 시나리오에 의한 아시아 지역 및 우리나라 기후전망

	아시아	우리나라
기후전망	· 동아시아는 전세계 기온보다 3.3℃ 상승 · 강수는 경년 변동 폭이 커서 극한현상(가뭄, 홍수 등) 빈발 · 동아시아, 남아시아, 서남아시아 내에 홍수 및 가뭄과 관련한 설사병으로 인해 풍토병 사망률과 사망자 수 증가	· 21세기 말 기온은 30년('71~'00) 평균 대비 4℃ 상승, 강수량 17% 증가 · 극한 저온현상의 빈도 감소, 극한 고온현상의 빈도 증가 · 강수량 증가 및 호우 빈도 증가 · 사과, 감귤, 대나무 등의 주산지 북상

출처 : 기상청(www.kma.go.kr)

나. 전라남도 현재 기후분석

1) 기온

○ 전라남도 과거(1996~2005년) 기초자료를 바탕으로 연평균기온을 분석한 결과, 지역별 연평균 최고기온은 13.78℃(고흥), 최저기온은 11.53℃(구례)로 나타남.

- 대체적으로 위도가 높은 지역의 기온이 낮게 나타났으며, 고도가 높은 구례 일대의 기온은 낮았음.
- 전라남도 일 최고기온을 살펴보면 가장 높게 나타난 지역은 함평으로 17.80℃이었으며, 신안은 가장 낮은 13.34℃인 것으로 나타남.
- 일 최고기온의 최대값은 함평(33.10℃)이 가장 높았으며 신안(20.58℃)이 가장 낮은 값을 보임.

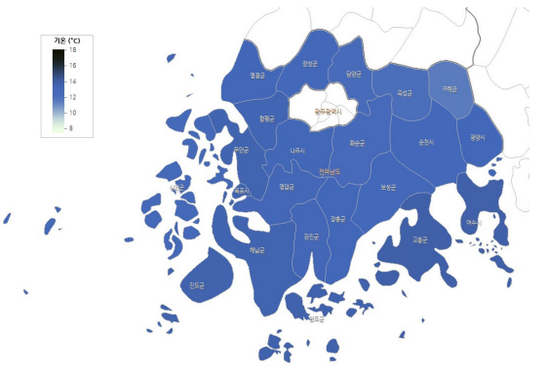
- 광주근교에 위치한 함평(1.9일), 나주(1.6일), 담양(1.5일), 장성(1.2일)은 1년에 평균 1~2일 정도 일 최고기온이 33℃ 이상을 기록하는 것으로 나타남.

○ 전라남도 과거 10년간 평균 일 최저기온은 지역별로 완도(12.48℃), 여수(12.42℃), 진도(11.80℃)가 높은 지역으로 분류되었으며, 구례(7.78℃), 곡성(8.17℃), 담양(8.27℃) 지역이 낮은 지역으로 분류됨.

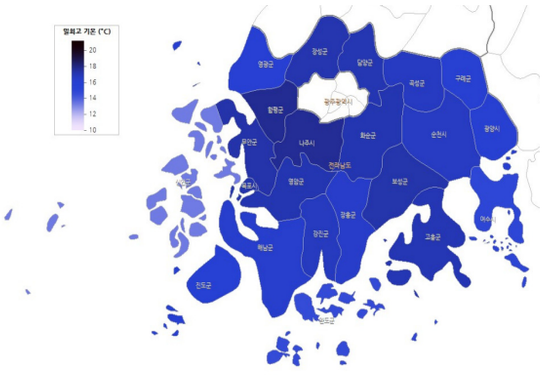
- 구례(89.8일), 곡성(80.8일), 담양(79.3일), 화순(77.7일), 보성(67.4일), 장성(63.9일), 순천(58.2일)은 1년에 2달 이상이 일 최저기온이 영하인 것으로 나타남.

○ 여름철(6~8월) 일평균기온은 함평(23.03℃)이 가장 높았고 신안(16.52℃)이 가장 낮았으며, 해안지역보다는 내륙지역의 기온이 높은 것으로 나타남.

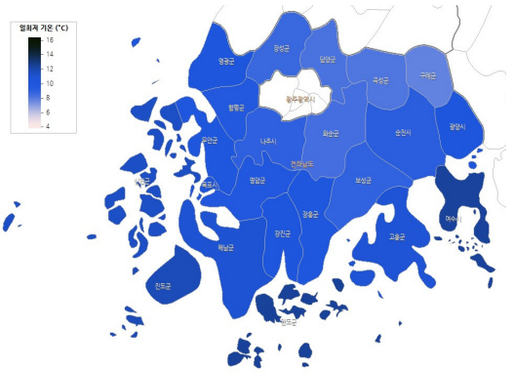
○ 겨울철(12월-2월) 일평균기온은 완도군이 7.64℃로 가장 높았으며 구례군이 0.09℃로 가장 낮은 값을 보임. 여름철 일평균기온 양상과 반대의 공간분포 양상을 보임.



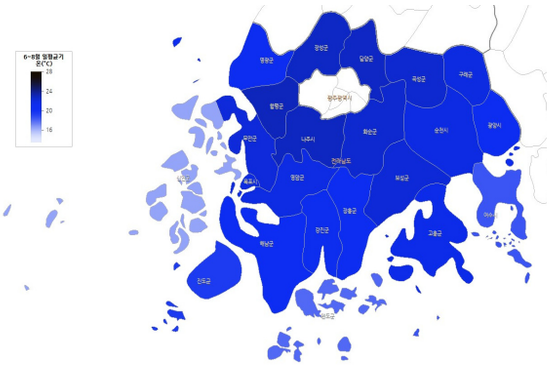
(연평균 기온)



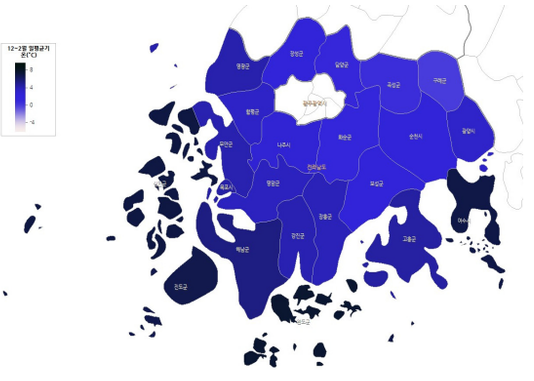
(일 최고기온)



(일 최저기온)



(여름철 일 평균기온)



(겨울철 일 평균기온)

<그림 2-10> 전남지역의 과거 10년간(1996~2005년) 기온 양상

2) 강수량

○ 전라남도 과거 10년간(1996~2005년)자료를 바탕으로 한 연평균 강수량은 1,048.63mm이었으며, 연평균 강수량이 가장 많은 곳은 구례군(1,243.28mm), 가장 적은 곳은 고흥군(952.10mm)으로 나타남.

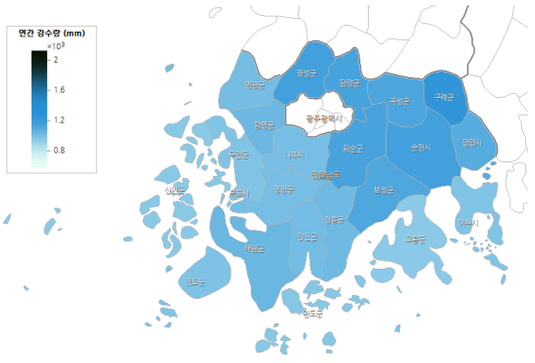
- 총강수량/강수일수 비율은 광양시가 8.97mm/일로 가장 높았고, 신안군이 5.85mm/일로 가장 낮았음.

○ 여름철(6~8월) 강수량은 구례군이 709.28mm로 가장 많았고 신안군이 436.78mm로 가장 적었으며, 내륙지방의 강수량이 해안지역의 강수량보다 많은 것으로 나타남.

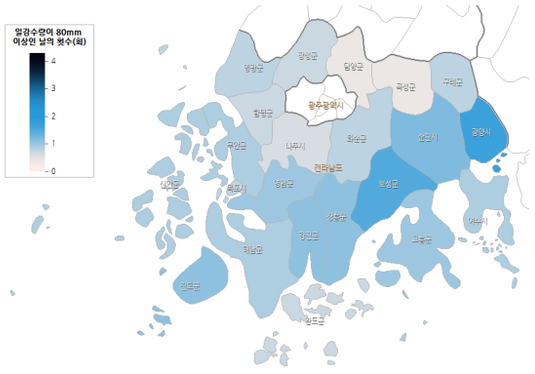
○ 전남지역에서 일강수량이 80mm 이상인 날은 평균 0.91일로 전국 평균(0.68일)보다 높은 것으로 나타났으며, 전남 22개 시·군에서 광양시가 1.7일로 가장 높았고 담양군과 곡성군이 0.4일로 가장 낮았음.

- 일 최대강수량은 보성군이 98.99mm로 전남지역에서 가장 높았으며, 곡성군은 77.25mm로 가장 낮았음.
- 5일주기 최대강수량을 살펴보면 보성군(172.56mm)이 가장 높고, 완도군(147.53mm)이 가장 낮음.

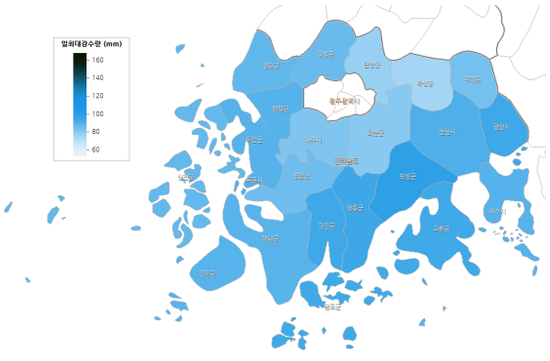
○ 겨울철(12월-2월) 강수량을 계산한 결과, 장성군이 250.87mm로 가장 높았으며, 여수시가 89.64mm로 가장 낮은 값을 보임.



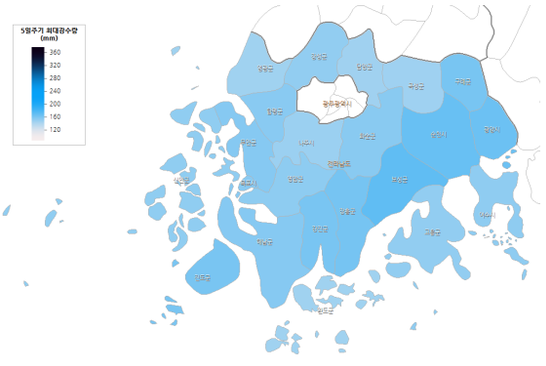
(연평균 강수량)



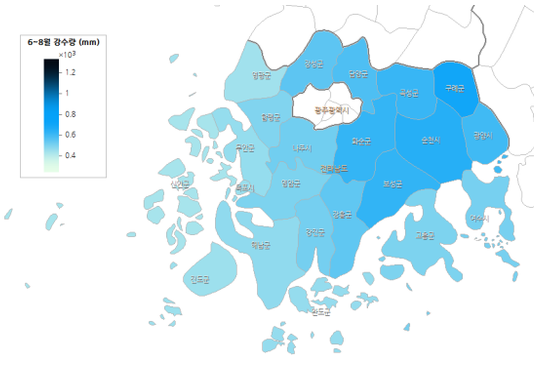
(일 강수량이 80mm 이상인 날의 수)



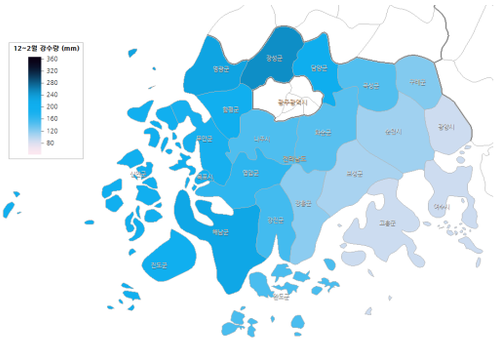
(일간 최대 강수량)



(5일주기 최대 강수량)



(여름철 강수량)



(겨울철 강수량)

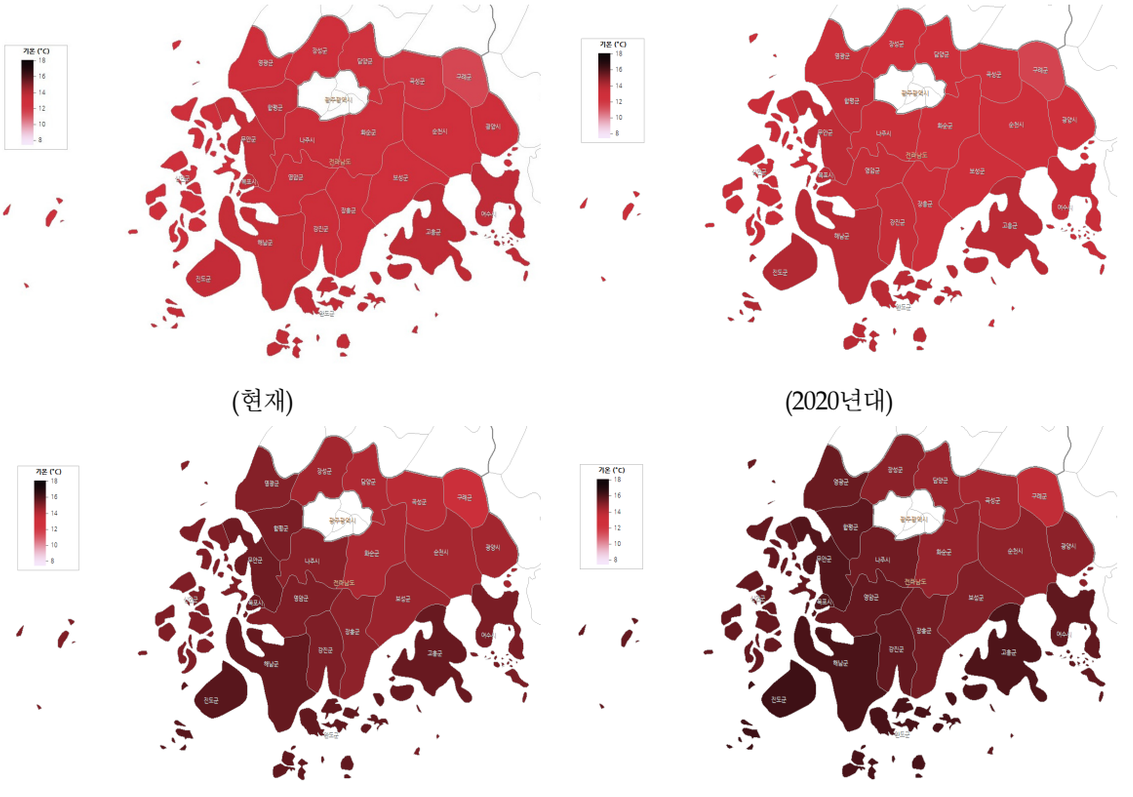
<그림 2-11> 전남지역의 과거 10년간(1996~2005년) 강수량 양상

다. 전라남도 미래 기후변화 전망

1) 기온

○ A1B 기후변화 시나리오에 따른 전남지역의 연평균 기온은 시간이 지남에 따라 점차 증가하는 경향을 보이고 있음.

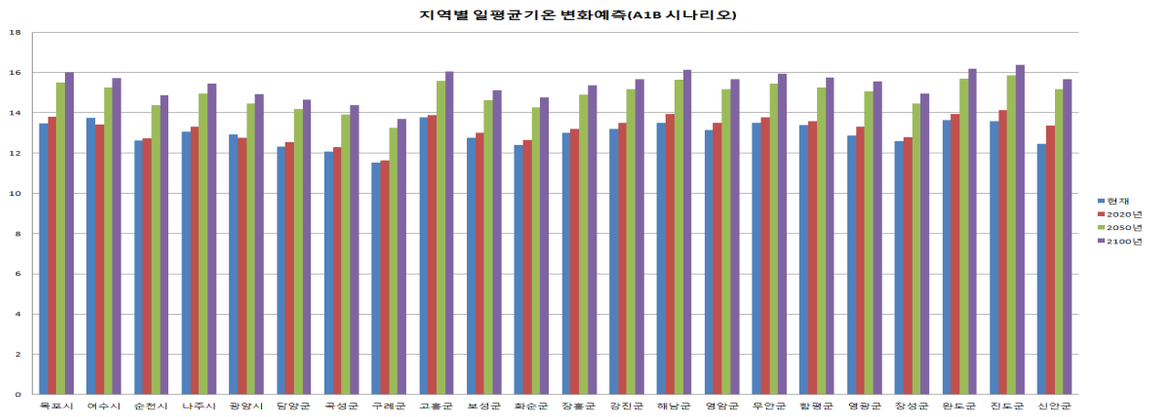
- 2000년대 전남의 평균기온은 12.98℃이었으나, 2020년 13.23℃, 2050년 14.92℃ 및 2100년 15.40℃로 예측되었으며, 해마다 0.026℃씩 증가할 것으로 전망됨.
- 가까운 미래에는 전남 서남부해안지대의 기온이 상승하는 경향이 나타나다가 2050년대부터는 지리산권 일대도 기온이 상승할 것으로 예측됨.



(현재) (2020년대)

(2050년대) (2100년대)

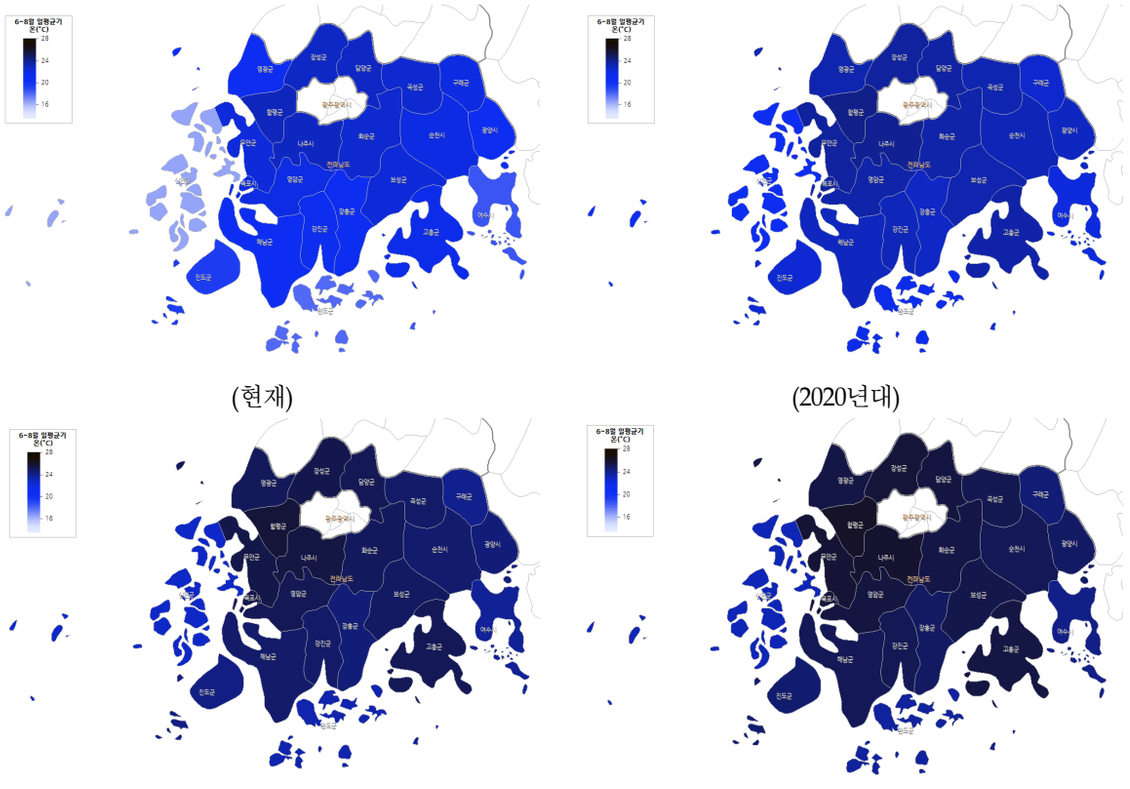
<그림 2-12> 전남지역의 일평균기온 변화 예측



<그림 2-13> 전남도내 지역별 일 평균기온 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)

○ 전남의 여름철(6~8월) 일평균기온은 2000년 21.27℃, 2020년 23.08℃ 및 2050년 24.70℃로 1년에 0.067℃씩 증가하다가 그 이후 증가율이 둔화되어 2100년에는 25.11℃로 예측됨.

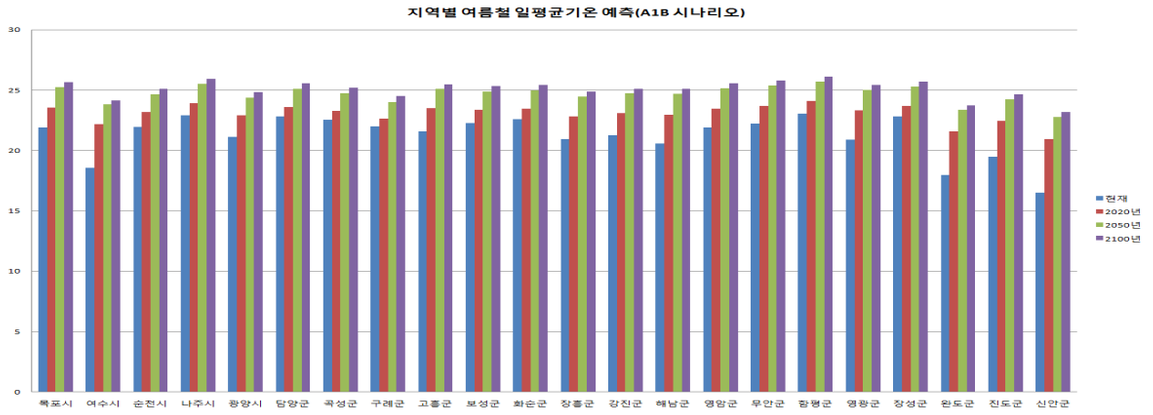
○ 2100년 여름철 일평균기온이 가장 높은 지역은 함평(26.12℃)으로 2000년에 비해 3.08℃ 상승하는 것으로 나타났고 가장 낮은 지역인 신안은 23.19℃로 2000년에 비해 6.66℃ 상승할 것으로 전망됨.



(현재) (2020년대)

(2050년대) (2100년대)

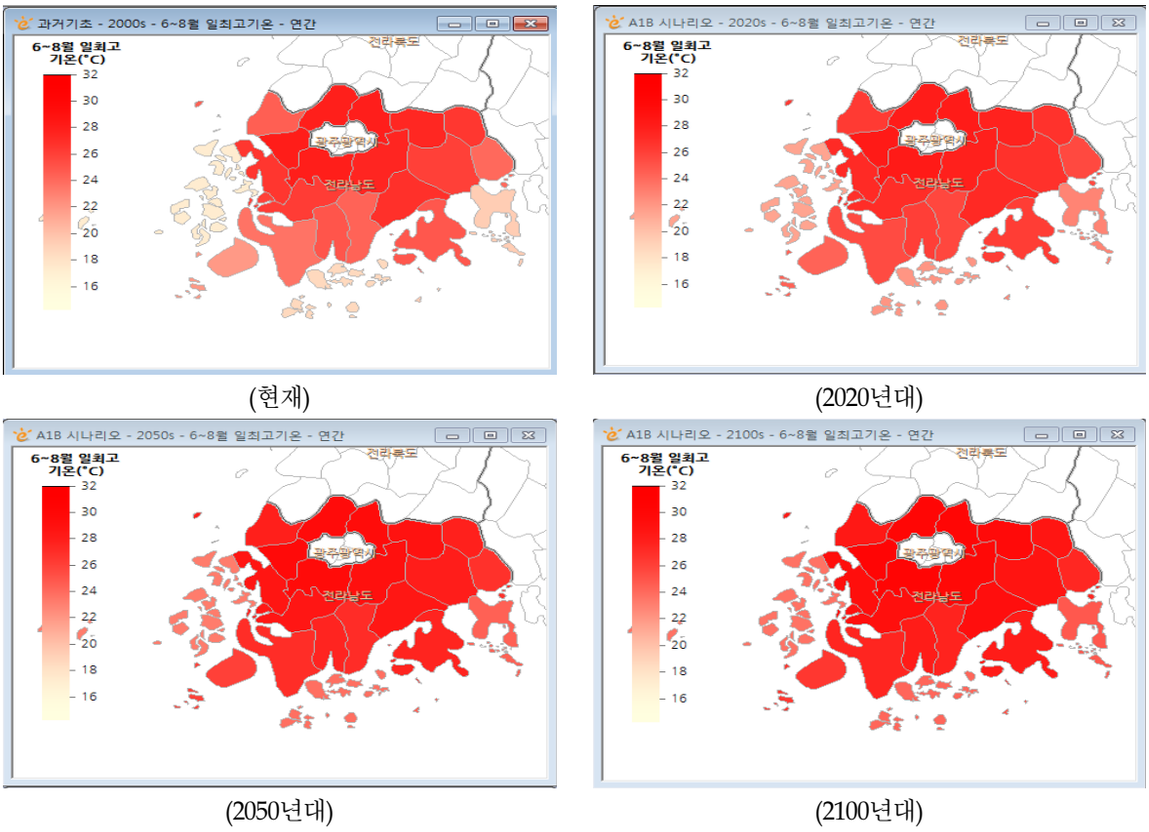
<그림 2-14> 전남지역의 여름철(6~8월) 일평균기온 변화 예측



<그림 2-15> 전남도내 지역별 여름철 일 평균기온 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)

○ A1B 시나리오를 이용한 전라남도의 여름철(6~8월) 최고기온 분포를 살펴보면 가까운 미래에는 내륙지방의 온도 상승이 두드러지고, 시간경과에 따라 해안지방의 기온도 높아짐.

○ 전체적으로 2100년에는 2000년에 비해 약 5℃ 증가하는 것으로 나타나 여름철 폭염분포 및 강도가 증가할 것으로 예상됨.



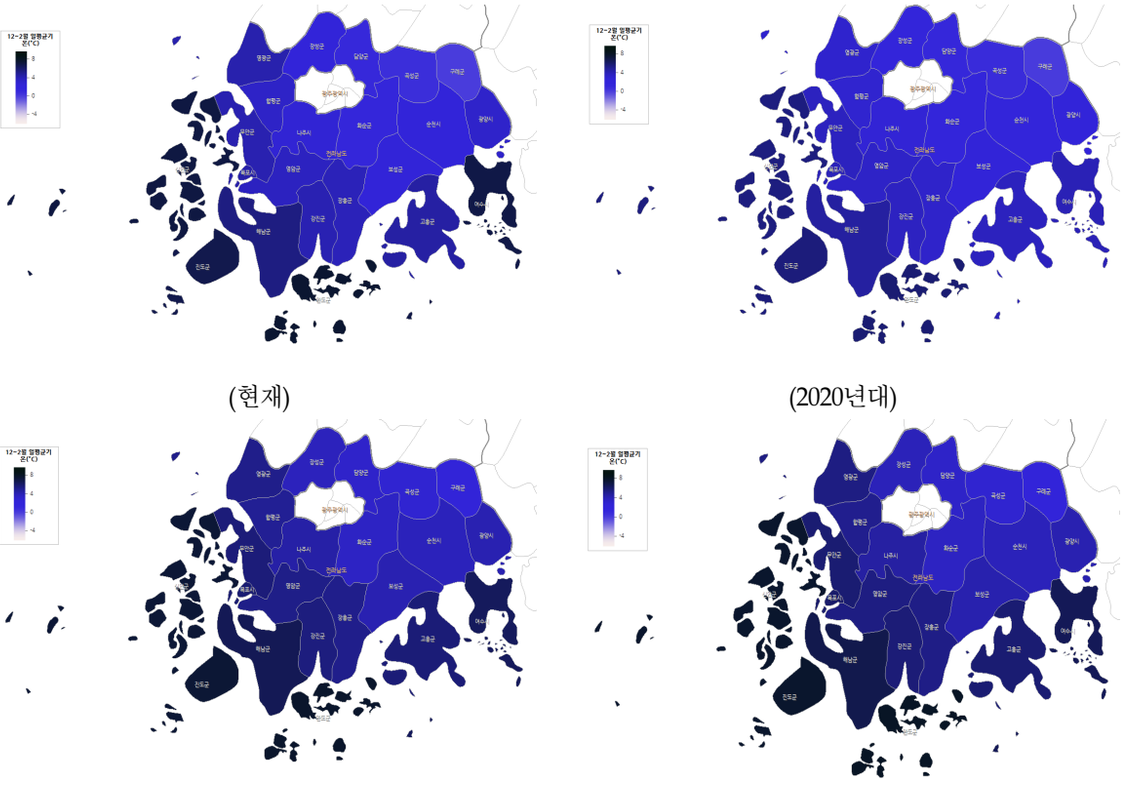
(현재) (2020년대)

(2050년대) (2100년대)

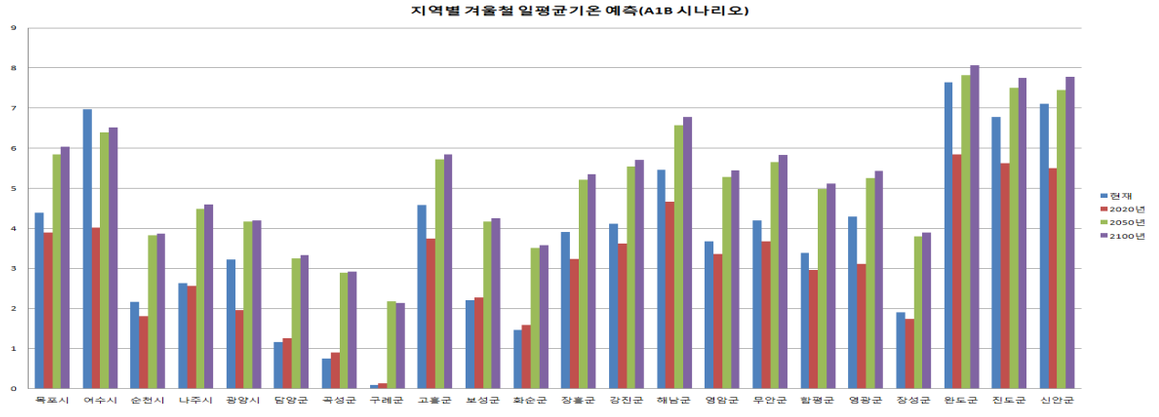
<그림 2-16> 전남지역 여름철(6~8월) 일최고기온 변화 예측

○ 전남의 겨울철(12~2월) 일평균기온은 2000년 3.73℃에서 2020년 3.07℃로 0.67℃ 감소하다가, 2050년 5.07℃, 2100년 5.20℃를 기록할 것으로 전망됨

○ 2100년 겨울철 일평균기온이 가장 낮은 지역은 구례(2.14℃)로 2000년에 비해 2.04℃ 상승하는 것으로 나타났고, 가장 따뜻할 것으로 예측된 지역은 완도로 8.07℃로 2050에 비해 0.43℃ 상승하여 지리산권 지역에 비해 상승폭이 작을 것으로 예측됨.



<그림 2-17> 전남지역의 겨울철(12~2월) 일평균기온 변화 예측

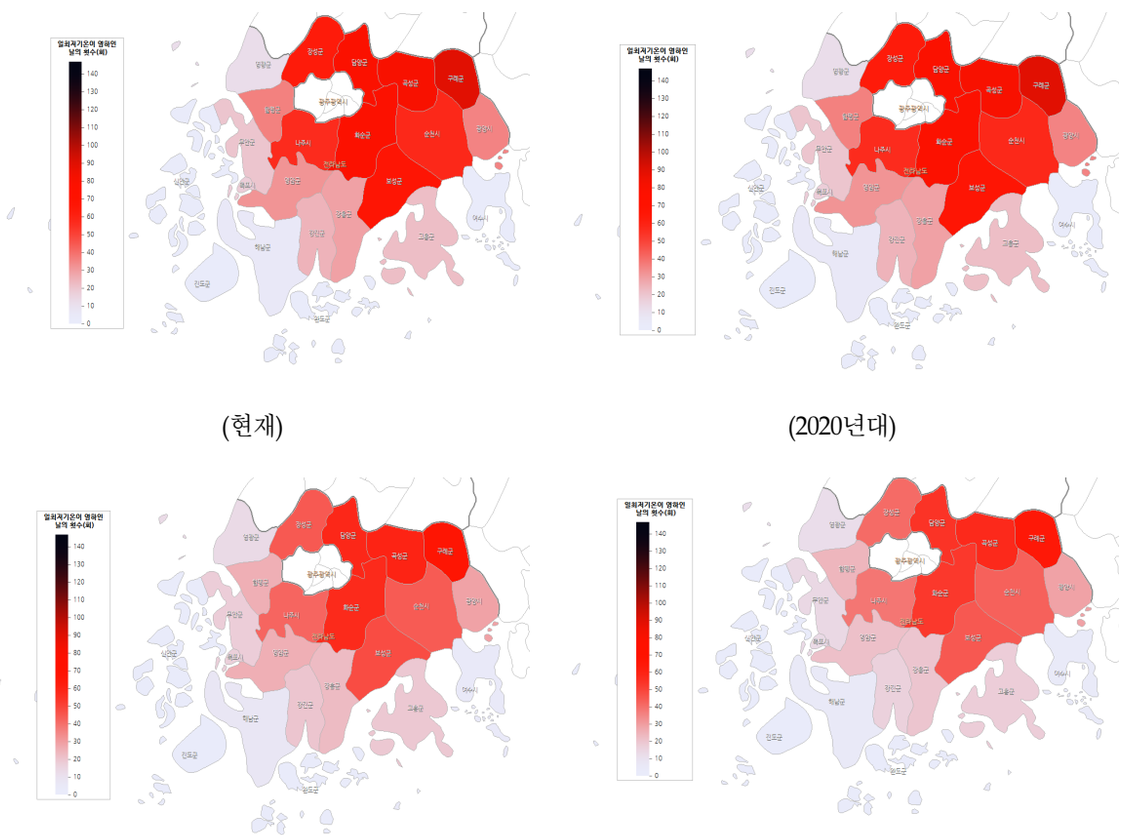


<그림 2-18> 전남도내 지역별 겨울철 일 평균기온 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)

○ A1B 시나리오를 이용한 전라남도의 일 최저기온이 영하인 날의 수를 살펴보면 2000년 37일에서 2020년 50.5일로 증가했다가 2050년과 2100년에는 각각 28.7일과 26.4일로 감소함.

○ 일 최저기온이 영하인 날의 수가 60일 이상을 기록한 시·군은 2000년 6개, 2020년 8개, 2050년 2개, 2100년 1개로 2020년을 기점으로 감소하는 것으로 나타남.

- 2000년 : 구례 89.8일, 곡성 80.8일, 담양 79.3일, 화순 77.7일, 보성 67.4일, 장성 63.9일
- 2020년 : 구례 93.4일, 곡성 85.3일, 담양 82.3일, 화순 80.2일, 장성 72.2일, 보성 71.3일, 순천 70.8일, 나주 65.7일
- 2050년 : 구례 67.8일, 곡성 60.0일
- 2100년 : 구례 65.6일



(현재) (2020년대)

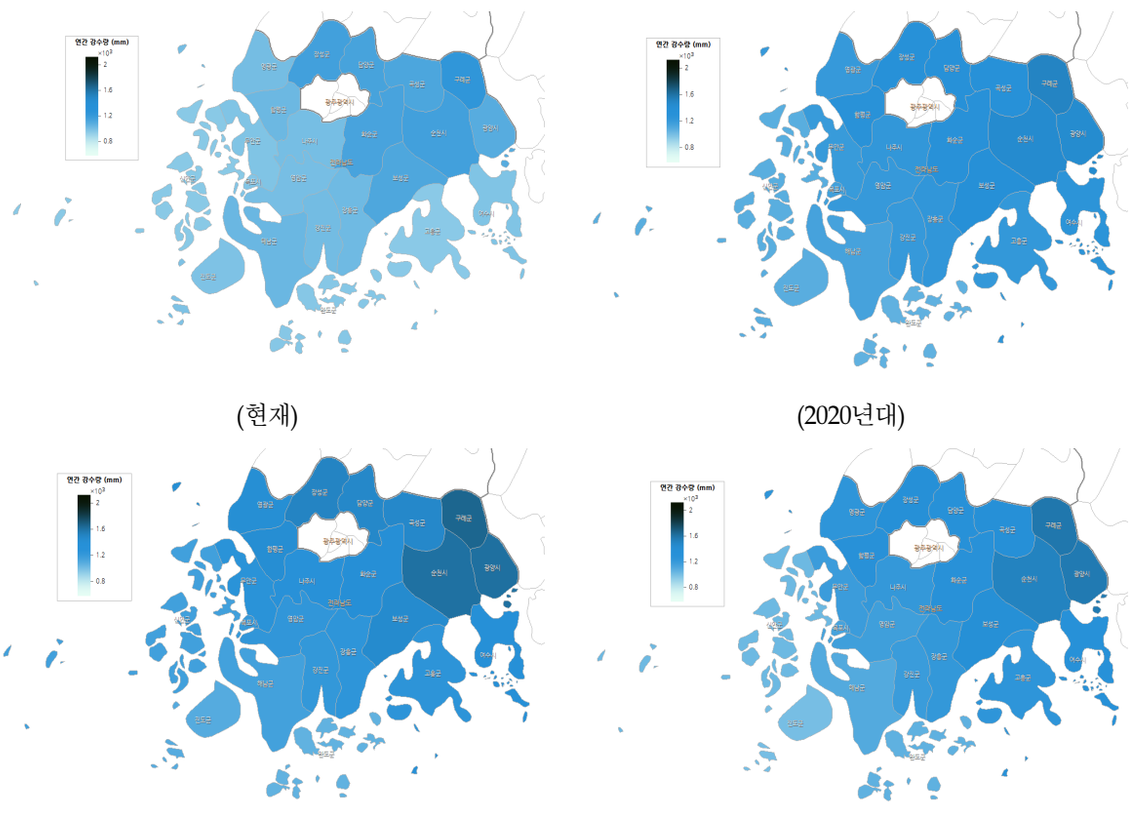
(2050년대) (2100년대)

<그림 2-19> 전남지역 여름철(6~8월) 일 최고기온 변화 예측

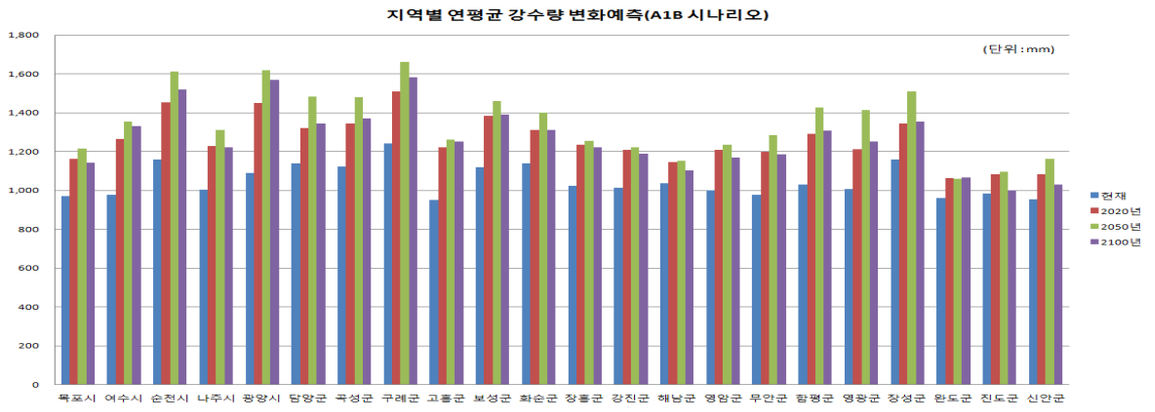
2) 강수량

○ A1B 기후변화 시나리오에 따른 전남지역의 연평균 강수량은 2050년까지 증가하다가 2100년에는 감소하는 것으로 예측됨.

- 전남의 연평균 강수량은 2000년 1,048mm, 2020년 1,260mm 및 2050년 1,349mm로 해마다 5.77mm씩 증가하고, 그 이후로는 감소하여 2100년의 연평균 강수량은 1,268mm가 될 것으로 전망됨.
- 강수량이 가장 많을 것으로 전망된 2050년을 기준으로 연평균 강수량이 가장 많은 지역은 구례군(1,661mm)으로 2000년에 비해 418.2mm가 증가하였고, 가장 낮은 지역인 완도군(1,061mm)은 2000년에 비해 99.7mm가 증가할 것으로 예측됨.



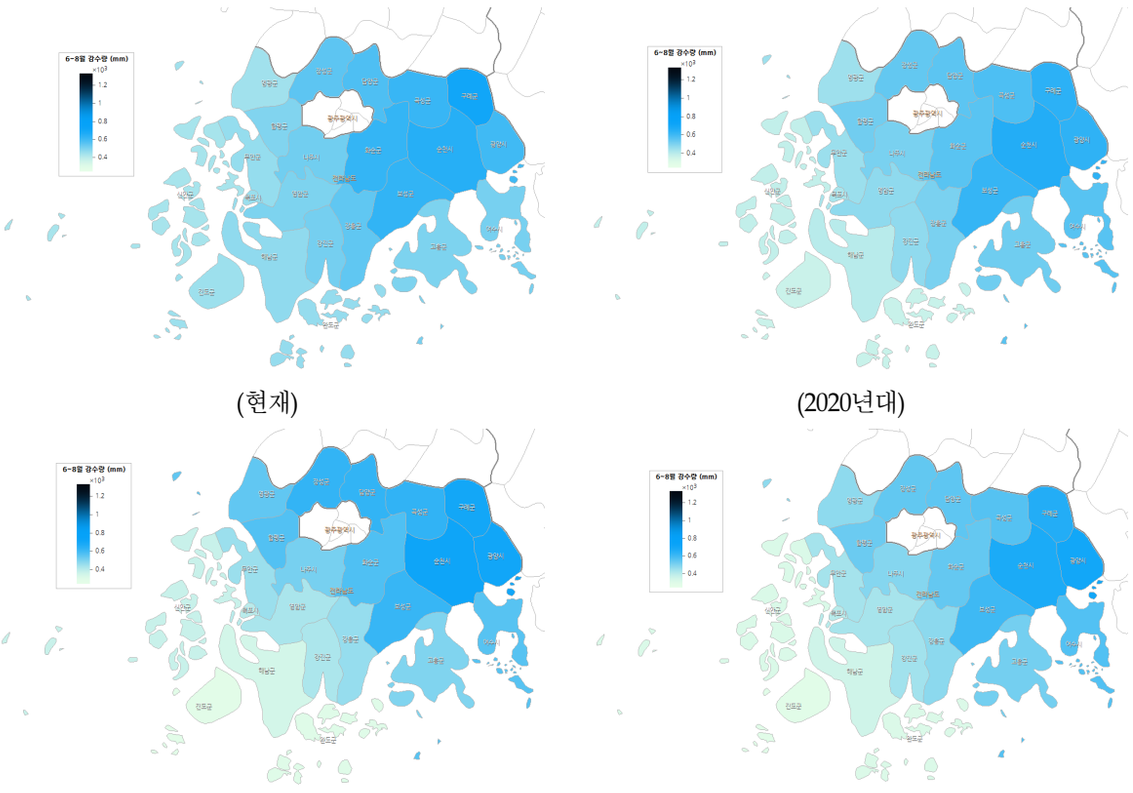
<그림 2-20> 전남지역의 연평균 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)



<그림 2-21> 전남도내 지역별 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)

○ 여름철(6~8월) 강수량은 2000년 536mm, 2020년 512mm, 2050년 519mm, 2100년 498mm로 시간이 지남에 따라 대체로 감소하는 경향을 보임.

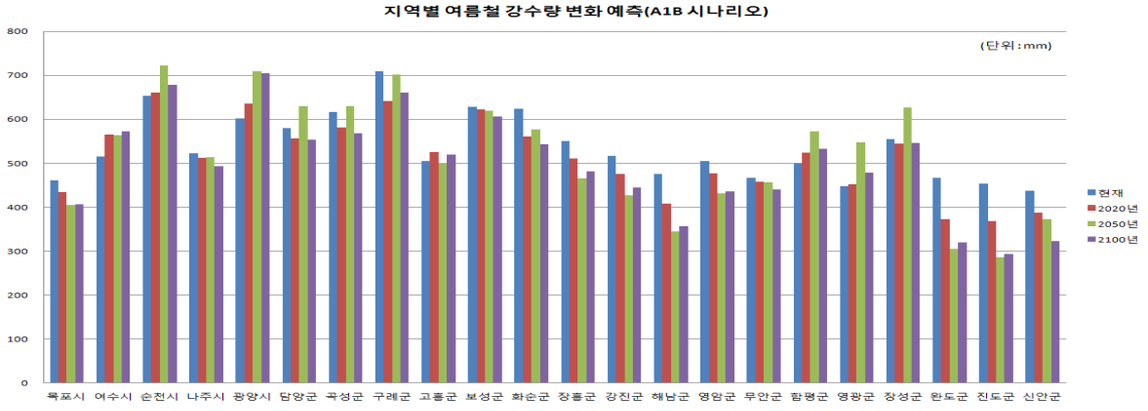
- 2000년과 비교하여 2100년에 여름철 강수량이 가장 크게 증가하는 지역은 광양시(102mm), 가장 크게 감소하는 지역은 진도군(-161mm)인 것으로 나타남.
- 광양시 외에도 여수시(58mm), 순천시(24mm), 고흥군(15mm), 함평군(35mm), 영광군(31mm)의 여름철 강수량이 증가할 것으로 전망됨.



(현재) (2020년대)

(2050년대) (2100년대)

<그림 2-22> 전남지역의 여름철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)



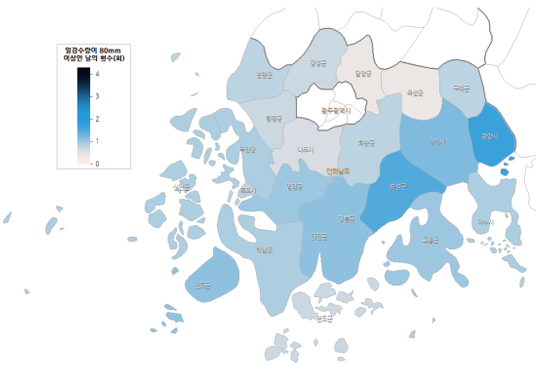
<그림 2-23> 전남도내 지역별 여름철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)

○ 전남지역에서 일강수량이 80mm 이상인 날은 2000년 0.91일, 2020년 1.01일, 2050년 1.22일로 증가하다가 2100년에는 0.9일로 감소함.

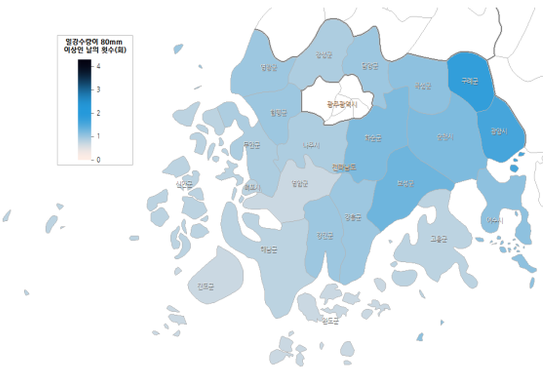
- 일 최대강수량이 가장 높은 지역과 가장 낮은 지역은 시간별로 조금 다르게 나타남.
- 일 최대 강수량이 가장 높은 지역 : 2000년 보성군(99mm) → 2020년 진도군(100mm) →

2050년 곡성군(129mm) → 2100년 구례군(107mm)

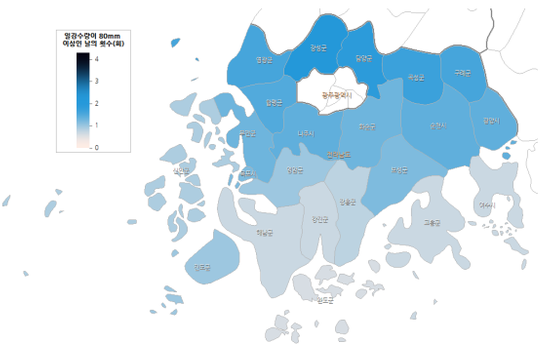
- 일 최대 강수량이 가장 낮은 지역 : 2000년 곡성군(75mm) → 2020년 고흥군(82mm) → 2050년 여수시(86mm) → 2100년 해남군(72mm)



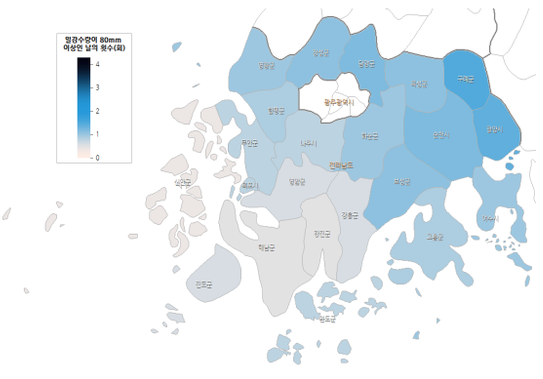
(현재)



(2020년대)

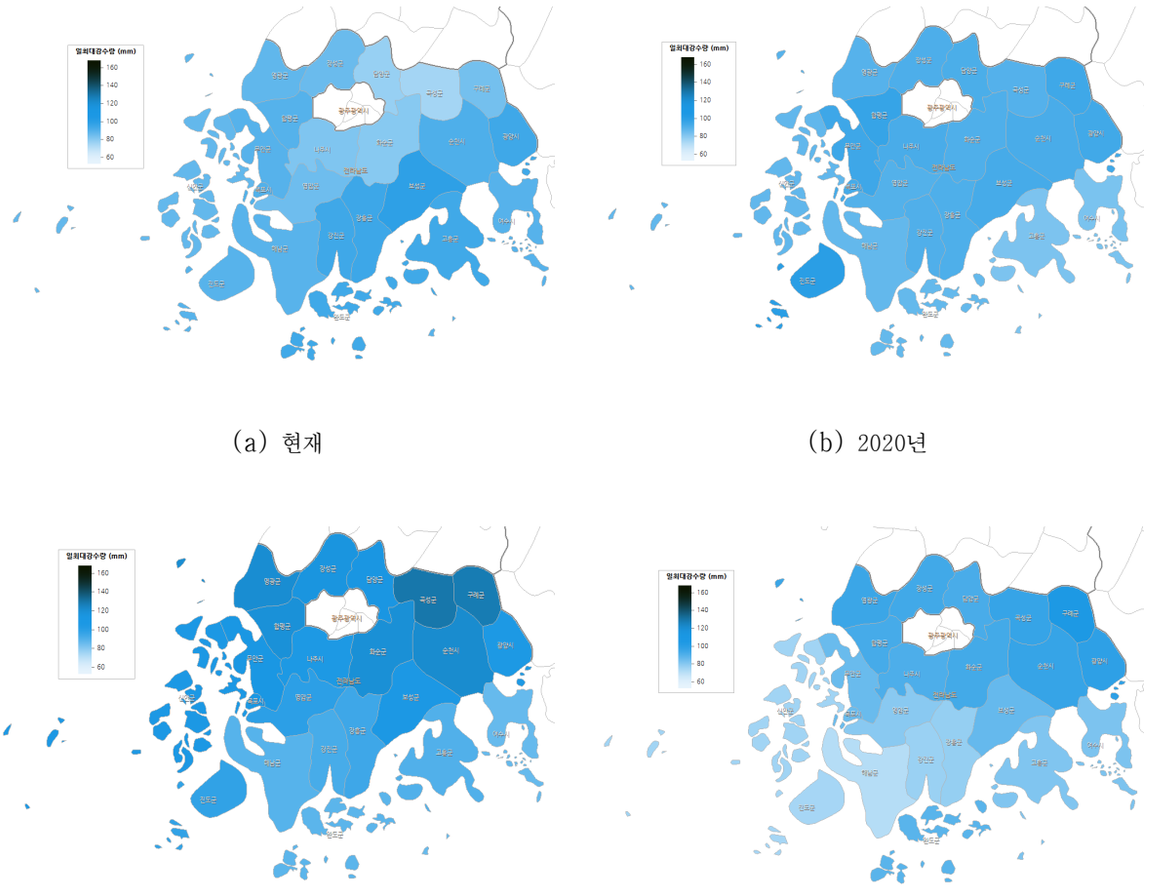


(2050년대)



(2100년대)

<그림 2-24> 전남지역 일강수량이 80mm 이상인 날의 변화 예측

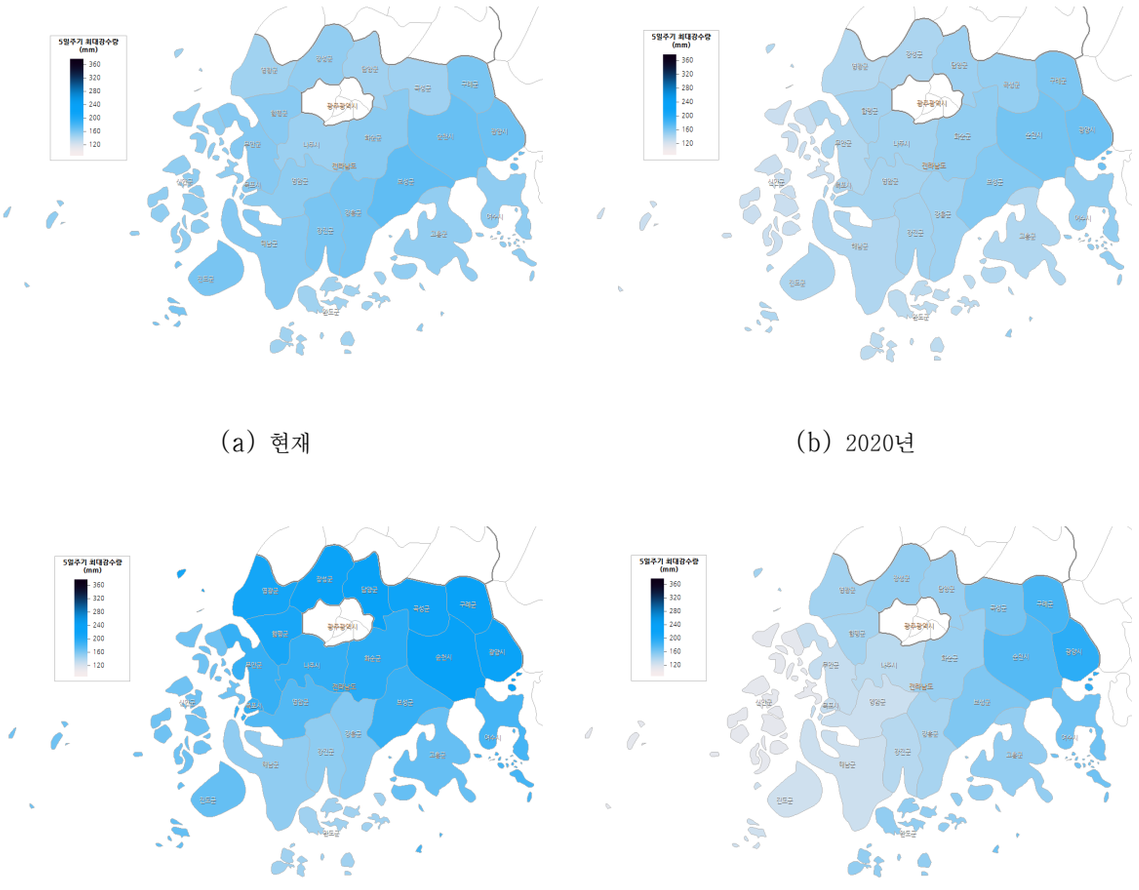


(a) 현재 (b) 2020년

(c) 2050년 (d) 2100년

<그림 2-25> 전남지역 일 최대강수량 변화 예측

- 5일 주기 최대강수량은 2050년에 가장 높은 값을 나타내며 그 이후로 감소하는 경향을 보임.
- 5일 주기 최대강수량이 가장 높은 지역 : 2000년 보성군(173mm) → 2020년 광양시(168mm) → 2050년 구례군(226mm) → 2100년 광양시(195mm)
- 5일 주기 최대강수량이 가장 낮은 지역 : 2000년 완도군(148mm) → 2020년 신안군(130mm) → 2050년 완도군(148mm) → 2100년 신안군(113mm)



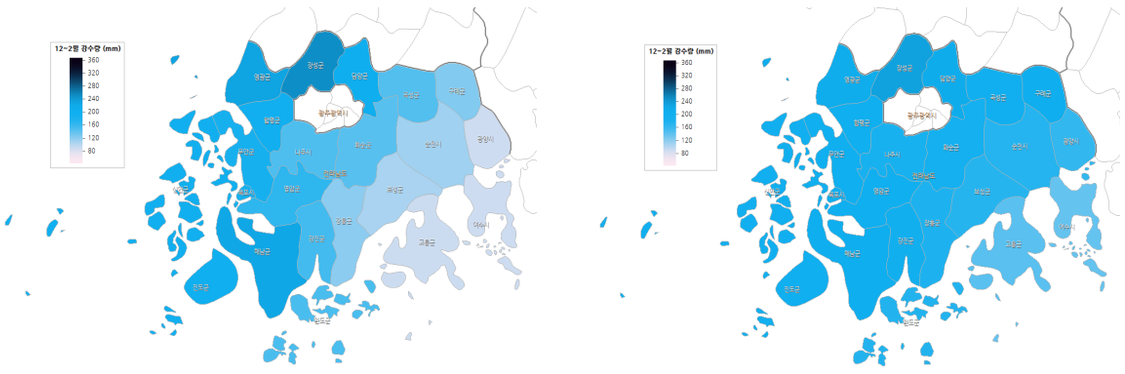
(a) 현재 (b) 2020년

(c) 2050년 (d) 2100년

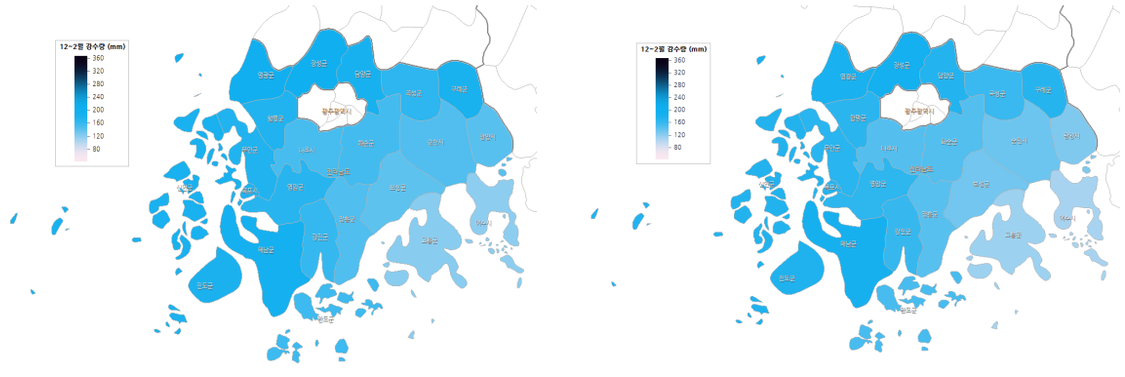
<그림 2-26> 전남지역 5일 주기 최대강수량 변화 예측

○ 겨울철(12월-2월) 강수량을 예측한 결과를 보면, 가까운 미래(2020년)에 증가하였다가 점차로 감소하는 경향을 보임.

- 겨울철 강수량이 가장 많을 것으로 전망되는 지역은 시간에 무관하게 장성군인 것으로 나타남.
- 겨울철 강수량이 가장 적을 것으로 전망되는 지역 역시 시간에 무관하였으며 여수시가 다른 지역에 비해 겨울철 눈, 비가 적을 것으로 전망됨.

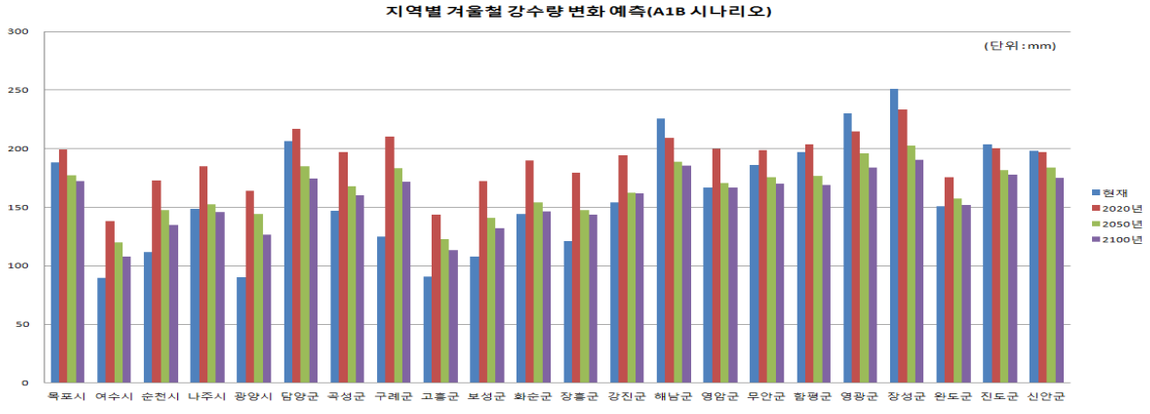


(a)현재 (b) 2020년대



(c) 2050년대 (d)2100년대

<그림 2-27> 전남지역의 겨울철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)



<그림 2-28> 전남도내 지역별 겨울철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)

제3장 국내·외 선행연구 고찰

1. 기후변화 영향 및 취약성 평가 사례
2. 적응대책 수립사례
3. 시사점 도출

제 3 장. 국내 · 외 선행연구 고찰

1. 기후변화 영향 및 취약성 평가 사례

가. 국내의 기후변화 영향 및 취약성 평가 연구

1) 기후변화 영향 평가 연구

○ 기후변화에 대한 부문별 영향 평가 연구는 문헌 및 통계 자료를 이용한 정성적 분석과 일부 정량적 평가가 진행되고 있으며, 이에 따른 경제적 영향 분석과 검증은 거의 이루어지지 않고 있는 실정임.

- 농업, 산림, 재난 및 수자원 부문은 영향 평가 연구가 비교적 많이 진행된 부분이며, 보건, 해양, 산업, 수질, 산업기반시설 등의 부문은 과학적인 기후변화 영향 및 취약성 평가가 많이 진행되지 않고 있음.

○ 국내의 기후변화 적응대책 마련을 위한 부문별 영향 및 취약성 평가 연구는 2000년 이후 활발히 진행되고 있음.

- 부문별 과거자료의 경향성을 평가한 영향 및 취약성을 과학적으로 분석한 연구가 주를 이루고 있음.
- 취약성을 줄이기 위한 정책 방안을 제안하고 있지만 매우 제한적임.

<표 3-1> 국내 부문별 기후변화 영향 평가 연구 사례

부문	연구명	연도	주요내용
농업	농업 부문에 관련된 기후변화의 영향과 전망 및 대책	2003	- 기후변화로 인한 농업생태계 영향 분석
	한일 양국의 이상기상 발생 조건과 기후변화에 대응한 벼생산 모형연구	2004	- 한국과 일본의 농업기상 비교
	기후변화 적응대책 수립을 위한 전라북도 기후변화 취약성 연구	2009	- 기후변화에 따른 전북 차령남부평야지대의 벼 생산량 예측
	기후변화에 따른 농업부문 영향분석	2008~2009	- 기온상승에 따른 우리나라 감귤재배지 변동 예측 및 농가자산에 미치는 영향 분석
	기후변화·녹색성장 종합연구 : 기후변화에 따른 농업부문 영향분석과 대응전략	2009	- 기온상승시 과수(포도, 복숭아, 사과, 구아바 등) 재배 가능 지역 예측

<표 3-1> 국내 부문별 기후변화 영향 평가 연구 사례(계속)

부문	연구명	연도	주요내용
산림	기후변화가 한반도에 미치는 영향과 지구환경관련 대책 연구	1994~1996	- 기온상승에 따른 산림생태계 영향 분석
	기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안-산림생태계 부문을 중심으로	2000~2002	- 한반도 식생대 변화 예측 모형 개발
	지구 온난화에 따른 산림식생대의 이동과 식물계절 변화	2005	- 우리나라 온대중부지역의 기후변화에 따른 산림생태계 변화 예측
	인천광역시 기후변화 특성분석 및 영향 조사연구	2010	- 기후변화가 산림생태계에 미치는 영향 및 취약성 평가를 통한 인천광역시 적응대책 마련
물관리	미래 수자원 전망에 관한 연구	1997	- 기후변화에 따른 수자원 변화 영향 예측을 위한 기본 연구결과 정리
	범지구적 환경의 변화에 따른 한반도내 갈수 및 홍수의 발생빈도 변화 예측	1998	- 기후변화에 따른 갈수 및 홍수 발생빈도 변화 예측
	수자원 계획의 최적화 연구	2000	- 기후변화에 따른 수자원계획의 영향 평가
	기후변화 협약대응 지역기후 시나리오 산출기술 개발	2003	- 지역모델을 통한 상세화
	기후변화 영향 평가 모형의 개발 : 물관리 부문 중심으로	2004~2006	- 기후변화와 토지이용변화 예측을 통한 수자원의 취약성 평가
	기후변화에 의한 수자원 영향평가 체계 구축	2004~2006	- 수자원 영향 평가를 위한 한반도 기후변화 시나리오 생산 및 관측 자료를 이용한 통계적 영향 평가
보건	우리나라에서 기후변화로 인한 건강영향의 발생 가능성	2003	- 기온에 따른 사망자 변화, 기상재해로 인한 피해, 기후변화와 대기오염, 기후변화로 인한 전염성 질병 발생
	한반도 기후변화 영향 평가 및 적응 프로그램 마련 - 기후변화로 인한 건강피해 가능성 조사 및 피해 저감정책 방향에 관한 연구	2003	- 기온상승으로 인한 오존 농도 변화 및 전염성 질병에 대한 평가
	기후변화가 건강에 미치는 영향 및 적응대책-이상고온으로 인한 초과사망률 역학연구를 중심으로	2005	- 기후변화에 대한 위험요인별 인구집단의 취약성 평가 등
재해/재난	인천광역시 기후변화 특성 분석 및 영향 조사연구	2010	- 기후변화에 따른 인천 지역의 산림재해(산불, 산사태) 부문 취약성 평가 및 적응대책 수립

<표 3-1> 국내 부문별 기후변화 영향 평가 연구 사례(계속)

부문	연구명	연도	주요내용
해양/수산자원	기후변화와 수산업	2000	- 수산정책
	지구 온난화에 따른 한반도 주변의 해수면 변화와 그 영향에 관한 연구	2001~2002	- 지구온난화 및 해수면 상승 대응 체제 정립
	연안지역 해수면 상승으로 인한 영향 평가	2003	- 온난화로 인한 해수면 상승과 조석, 태풍을 동시에 고려하는 접근법 시도
	연안침식 모니터링 체계 구축	2004	- 해수면 상승 및 연안 침식 모니터링
	기후변화가 수산자원변동에 미치는 영향 연구	2005~2009	- 수산자원 및 해양환경 조사
	기후변화에 따른 연안역의 해역-육역 통합 범람 예측 방안에 관한 기초 연구 : 해석모형 비교·분석 중심	2009	- 강수패턴의 변화로 인해 하천 유출량을 고려할 수 있는 방법론 정립
	해양기후와 어류개체군의 변동	2009	- 수산자원 및 해양환경 조사
	해수면 상승에 따른 취약성 분석 및 효과적인 대응정책 수립	2009	- 기후변화 및 해수면 상승이 연안에 미치는 영향을 통합적으로 평가 및 연안역의 지속발전 방향 수립
통합	기후변화 영향 평가 및 적응 시스템 구축	2005~2007	- 농업 : 기후변화 영향 평가 및 적응 시스템 구축을 위한 작물별 적응 옵션 정리·제시 - 산림 : 기후변화에 따른 산림부문 취약성 평가와 적응을 위한 가능한 정책 및 전략 제언 - 보건 : 기후변화 영향별 취약성 사례 및 적응 조치 - 재해/재난 : 홍수, 가뭄에 대한 기후변화 취약성 평가 및 구조적 적응조치와 비구조적 적응조치 제시 - 해양/수산자원 : 해수면 상승으로 인한 영향과 해양생태계의 적응조치 제시
	녹색성장 기본법 시행에 따른 국가 기후변화 적응대책	2010	- 농업 : 기후변화 적응을 위한 농업분야 대책 - 산림 : 기후변화 취약 산림생물자원 보호관리를 위한 대책 - 보건 : 기후변화 적응을 위한 폭염, 대기오염, 알레르기, 전염병 등 건강관련 적응대책 - 물관리 : 기후변화 적응을 위한 수질, 수생태 관리 대책 - 해양/수산자원 : 기후변화 적응을 위한 연안 및 해수면 상승, 수산업 생산성 증진 및 피해방지 대책
	기후변화 통합영향평가모형 체계 개발 : 정책연계모형개발을 중심으로	2010~2014	- 공통기후자료 시나리오 구축을 통한 기후변화 정책 결정 근거 제공

출처 : 기후변화 통합영향평가모형 체계 개발: 정책연계모형개발을 중심으로(전성우 외, 2010)

가) 농업부문

○ 농업은 기후변화 영향에 민감하게 반응하는 취약한 부문으로서 각국이 기후변화에 관한 영향 평가를 수행할 때 가장 우선적으로 검토하는 부문이고, 국내에도 가용 자료가 상대적으로 많이 축적되어 있는 편임.

- 우리나라의 주요 작물인 벼와 관련한 연구가 주를 이루며, 통계자료 분석, 실험 및 실측 자료, 동태 모형의 구동 등 과거 통계자료를 이용한 분석이 대부분이기 때문에 미래 예측에 한계가 있음.
  - CO_2 농도 증가에 따른 벼의 생육 반응(김영국 외, 2005) : 온실가스 농도 변화에 따른 벼의 생육 반응 연구
  - 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III(한화진 외, 2007) : A2 시나리오에 따른 CERES(Crop-Environment Resouces Synthesis)-rice 모형을 이용한 전국 벼 생산량 예측. 기온상승(0.5℃)과 강수량 감소(7%)를 고려함.
  - 대기중 CO_2 배증조건하의 기후시나리오에 의한 국내 쌀생산 추정(윤진일, 1990), 대기중 CO_2 농도증가에 따른 기후변화가 농업기후자원 식생의 제1차 생산력 및 벼수량에 미치는 영향(이변우 외, 1991) : MACROS 모형을 이용한 벼생산량과 수량에 미치는 영향에 대한 연구
  - 기후변화에 따른 작물생산성 반응과 기술적 대응(신임철, 임재규, 2004) : ORYZA1 모형을 이용한 벼 생산량과 수량에 미치는 영향에 대한 연구
  - 기후변화를 고려한 가을보리 안정 재배지대 구분(심교문 외, 2004), 경기북부지역 콩 생산에 미치는 지구온난화의 영향(서희철 외, 2006), 기후변화가 과수재배에 미치는 영향(서형호, 2005) : 특정작물에 대한 농업생태계 변화 연구
  - 기후변화와 농업생산의 전망과 대책(윤성호 외, 2001) : 농작물 일반을 대상으로 한 농업생태계 변화와 대책

<표 3-2> 국내의 농업부문 기후변화 영향 연구 현황

작물	영향	범위		연구방법
		공간	시간	
벼	기온 : 3~4℃ 상승 강수량 : 10~20% 증가	경기, 경북, 전북	1966~1989	통계모형, 생장모형, MACROS
	기온 : 3~4℃ 상승 강수량 : -5~20% 증가	전국	1966~1989	
벼 (10품종)		수원(실험), 전국(모형)	1977~1999	Oryzal 모형
벼	기온 : 2~2.5℃ 상승	농업기후지대	1961~1990, 1998~ 1999	통계자료
벼, 배, 고추	과거기후자료	나주		통계자료
벼	1994~2003년에 비해 2004~2013년 동안 기온 0.5℃ 상승, 강수량 7% 감소	전국	1994~2013(예측)	CERES-rice
	일본과의 농업기상 비교	농업기후지대	1975~2004 (기상분석), 2000~2004(실험)	
벼	CO_2 농도 : 300, 500, 700 ppm	실험실		CO_2 농도조절 챔버
벼, 맥류, 채소, 과수	과거 기상자료	전국		문헌조사
논벼, 감자, 양파, 배추, 고추, 무	과거 기상자료	전국	1980~2006	패널분석
농업생태계	기온 : 2~2.5℃ 상승	전국	1904~2000	문헌연구
복숭아	평균기온 3℃ 상승	전국		기후적지판정모형
사과				
가을보리	1월 평균기온(월동기간)	전국	1987~2000, 1971~ 2000	통계자료 회귀식 도출

출처 : 기후변화 통합영향평가모형 체계 개발: 정책연계모형개발을 중심으로(전성우 외, 2010)

나) 산림부문

○ 산림분야의 기후변화 영향 평가 및 적응방안에 대한 연구는 국립산림과학원을 중심으로 대학, 국책 연구기관을 중심으로 활발히 수행되고 있음.

- 기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안 연구(박용하 외, 2000, 전성우 외 2001, 2002) : 산림부문의 통합영향평가모델 개발을 통한 한반도 식생대 변화 예측 및 정책 대응 방향 제시

- 산림식생 모형 관련 연구
  - 삼림의 이동속도를 고려한 한반도 자연 식생의 기후변화 적응성 평가(정휘철 외, 2003) : AIM (Asian-Pacific Integrated Model)/ Impact 모델
  - 지역기후모형을 이용한 산림식생의 취약성 평가에 관한 연구(김재욱, 이동근, 2006) : Holdridge 모델
  - A study on the vulnerability of forest ecosystems to climate change in Korea(Lee, 2008) : CEVSA(Carbon Exchange between Vegetation, Soil and Atmosphere) 모델
  - Predicting the vgetation distribution and terrestrial carbon-fluxes using MC1 model(Choi, 2009), 한반도 생태계의 기후변화 영향평가-기후변화 시나리오에 따른 취약성 평가(이우균 외, 2010) : MC1(MAPSS-CENTURY1) 모델
- 지구온난화에 따른 산림식생대 이동과 식물계절 변화(임종환, 신준환, 2005) : 식생대 이동, 산림생산성 변화예측, 생물계절 변화, 생물 다양성 변화 예측 등
- 지구온난하에 취약한 지표식물 선정(공우서, 2005), 식생분포에 영향을 미치는 기온변화-대나무와 마늘을 중심으로(이승호 외, 2005) : 취약 지표식물이나 취약지구 평가
- Changes in the distribution of South Korea forest vegetation simulated using thermal gradient indices(Choi, 2010) : 국내 산림 분포의 특성을 반영한 모형 개발(TAG(thermal analogy groups), HyTAG(hydrological & thermal analogy groups)) 및 산림 분포에 영향을 주는 온량지수와 최저온도지수를 바탕으로 식생분포 예측

다) 물관리 부문

○ 한반도 수자원과 관련된 보고서는 총 54권, 논문은 122편 정도가 발표되었는데, 이 가운데 기후변화 전망과 영향 평가에 관한 것으로 편중되어 있는 것으로 나타남(국립환경과학원, 2010).

<표 3-3> 물관리 부문 국내 기후변화 주제별 연구목록 비율 (단위 : %)

	전망	영향평가	적응대책
연구보고서	82.0	50.0	2.0
연구논문	93.0	66.7	3.0

출처 : 한국 기후변화 평가보고서(백서) 발간(II)(국립환경과학원, 2010)

<표 3-4> 물관리 부문 국내 인자별 경향성 분석에 대한 연구목록 비율 (단위 : %)

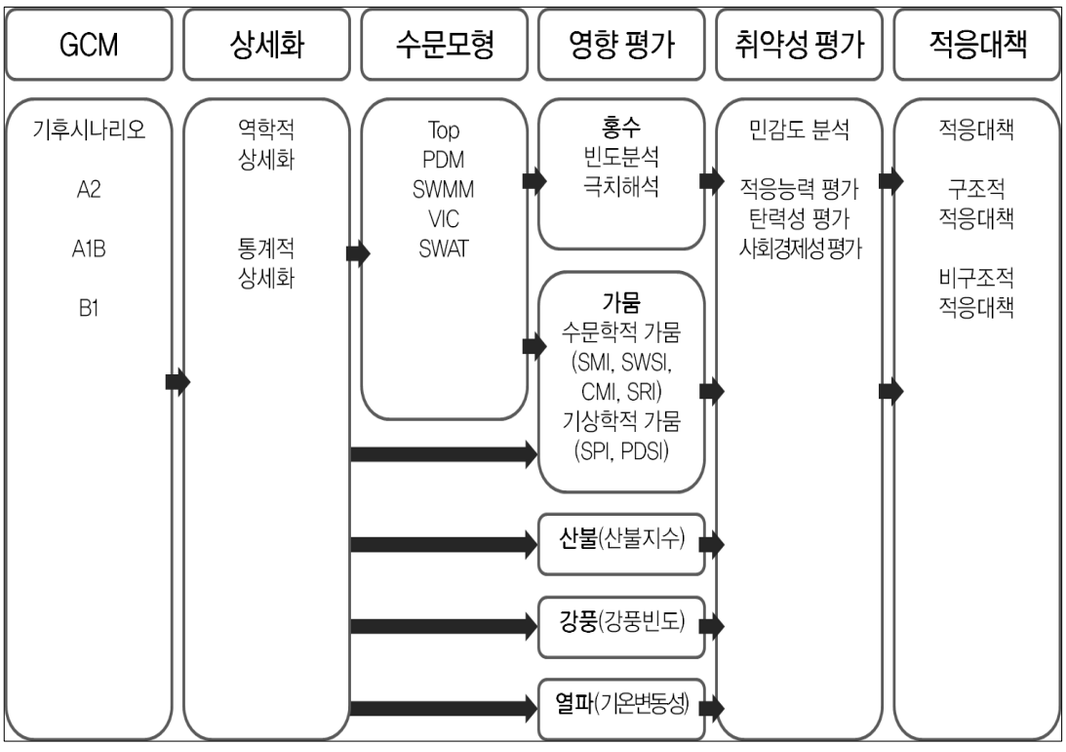
	기상인자			수문인자			
	강수	온도	증발산량	지표수	지하수	홍수	가뭄
연구보고서	82.0	61.6	10.0	65.0	-	40.0	18.0
연구논문	77.3	69.0	22.5	59.2	-	16.0	15.0

출처 : 한국 기후변화 평가보고서(백서) 발간(II)(국립환경과학원, 2010)

- 수자원 부문의 기후변화 영향 및 취약성 평가 관련 주요연구
  - 수자원 계획의 최적화 연구 IV : 기후변화에 따른 수자원 계획의 영향 평가(한국건설기술연구원, 2010), 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III(한화진 외, 2007) : 기후변화에 따른 기상수문인자의 변동성
  - GCM(Global Climate Model) 결과를 이용한 지구온난화에 따른 대청댐 유역의 수문환경 변화 분석(안재현 외, 2001), 기후변화 협약대응 지역 기후 시나리오 산출기술 개발(기상연구소, 2003), WGEN 모형과 이변수 물수지 모형을 이용한 기후변화 영향 분석(김선영 외, 2003), 기후변화가 용담댐 유역의 유출에 미치는 영향(김병식 외, 2004) : 유역기반으로의 상세화 연구
  - 기후변화에 따른 수자원 영향평가(배덕효, 정일원, 2005) : 유역관리 방안
  - 인천광역시 기후변화 특성분석 및 영향 조사연구(한국환경공단, 2010), 한반도 생태계의 기후변화 영향평가-기후변화 시나리오에 따른 취약성 평가(이우균 외, 2010) : 물관리 영향 및 취약성 평가
  - 범지구적 환경의 변화에 따른 한반도내 갈수 및 홍수의 발생빈도 변화 예측(이재수 외, 1998), 홍수피해특성 분석 및 홍수피해지표 개발에 관한 연구(박태선 외, 2005) : 홍수 피해 지표와 발생빈도 예측
  - 기후변화에 의한 취약성과 대책 연구(박항주, 손성희, 2007) : 수해방지 대책을 중심으로 기후변화 취약성과 개선 방안 제시
  - 수자원장기종합계획(2006~2020)(건설교통부, 2006) : 이상가뭄과 수자원 공급의 취약성 평가

라) 재난/재해 부문

○ 재난 부문의 기후변화에 따른 적응대책 수립을 위해서는 일반적으로 '전지구기후모델 → 상세화 → 수문모형 → 영향평가 → 취약성 분석 →적응대책 수립'의 절차를 거침(배덕효, 2010).



<그림 3-1> 기후변화에 의한 재난분야 영향 및 취약성 평가 절차(배덕효, 2010)

○ 재난분야의 기후변화 영향, 취약성 및 적응대책 수립 방법은 크게 두 가지로 구분함.

- 관측 자료를 이용하는 방법
  - · 과거의 기상 및 수문자료를 기반으로 각 인자의 경향성을 찾아내어 미래의 변동성을 전망
  - · 관측 자료의 한계와 미래기후의 불확실성 때문에 신뢰성이 낮음.
- 기후시나리오를 이용하는 방법
  - · 발생 가능한 가상의 미래 온실가스 배출 시나리오를 기반으로 역학적, 물리적 과정에서 대기/해양/지표에서의 변화를 객관적으로 산정하는 GCM을 이용하여 각 시나리오에 따른 기후의 변화를 모의하는 방법
  - · 100km의 해상도를 가지기 때문에 지역규모의 기후변화에 대한 영향 평가에 무리가 있음.

<표 3-5> 국내의 농업부문 기후변화 영향 연구 현황

영향	범위		연구방법
	공간	시간	
산사태	전국	1971~2000, 2012~2050(예측), 2071~2100(예측)	공간통계모형
산불		1971~2000, 2012~2050(예측), 2071~2100(예측)	공간통계모형
홍수		1975~2005	VRIP 모형
		1971~2000, 2010~2039(예측), 2040~2069(예측), 2070~2099(예측)	312개 앙상블 시나리오를 이용한 취약성 평가
가뭄		1975~2005	VRIP 모형
		1971~2000, 2010~2039(예측), 2040~2069(예측), 2070~2099(예측)	312개 앙상블 시나리오를 이용한 취약성 평가

출처 : 기후변화 통합영향평가모형 체계 개발: 정책연계모형개발을 중심으로(전성우 외, 2010)

마) 보건 부문

○ 보건 부문의 기후변화 관련 영향평가 연구는 주로 기온, 특히 여름철 고온과 사망자 수의 영향에 관한 연구가 주를 이루고 있으며, 공간범위는 광역도시에 집중되는 경향이 나타남.

- 기후변화가 건강에 미치는 영향 및 적응대책 마련(박정임 외, 2005), 기후변화로 인한 여름철 혹서현상이 사망률에 미치는 영향(김소연 외, 2004), 높은 체감온도가 서울의 여름철 질병사망자 증가에 미치는 영향(최광용 외, 2005), 여름철 고온현상이 사망자 증가에 미치는 영향 : 서울시를 사례로(이경미, 유혜진, 2007) : 여름철 고온현상이 사망자수에 미치는 영향 분석
- 예측 방법으로는 대부분 열수치의 산출로 인한 열지수와 사망자 수의 상관관례 분석이 가장 많이 사용됨.
  - 한국판 스턴 보고서 작성을 위한 기초연구(국립환경과학원, 2008) : 기상자료의 회귀분석 및 고온 발생빈도와 일별 사망 자료의 분석, 통계분석 모형의 일종인 GAM 모형을 통한 분석
  - 한반도 생태계의 기후변화 영향평가-기후변화 시나리오에 따른 취약성 평가(이우균 외, 2010) : VRIP 모형을 이용한 폭염 영향 및 취약성 평가
  - 기후변화에 대한 보건부문의 적응대책(최은진, 2008) : 고온 이외의 전염병과 수해에 대한 적응대책을 함께 제시
  - 서울시 대기 중 오존에 의한 건강영향(권호장 외, 1998), 대전광역시 대기오염과 일별 사망자 수

의 상관성에 관한 시계열적 연구(1998~2001)(조용성 외, 2004), 인천 지역의 대기오염과 일개 대학 병원 소아과 외래를 호흡기 질환으로 방문한 환자 내원 건수와의 상호관계에 대한 연구(임종환, 홍윤철, 1999) : 대기오염으로 인한 호흡기 질환 및 사망 증가

· 수해지역 노인의 외상 후 스트레스 조사 연구(권용희, 2004) : 수해로 인한 질환에 대한 연구

<표 3-6> 국내의 보건부문 기후변화 영향 연구 현황

영향	범위		연구방법
	공간	시간	
기온	서울	1991~2000	GAM 모형 (통계분석)
	광역도시	1973~1998	열지수
	서울	1991~2000	
	서울	1994~2003, 2032~2051(예측)	초과사망지수
	서울	1991~2000	고온발생빈도, 열지수 산출
	전국	1971~2000, 2012~2050(예측), 2071~2100(예측)	VRIP 모형
	서울, 부산, 대구, 대전, 인천, 광주, 울산	1994~2003(대기오염), 1995~2003(기온변화), 1997~2003(울산), 1998~2003(인천)	문헌조사 GAM 모형 (통계분석)
대기오염	서울	1991~2000	오존농도변화, 알레르기 유발물질 변화
전염성 질병	전국	1991~2000	설치류, 모기개체수 및 출현시기 해수온도 및 비브리오균 법정전염병 발생 특성

출처 : 기후변화 통합영향평가모형 체계 개발: 정책연계모형개발을 중심으로(전성우 외, 2010)

바) 해양/수산자원 부문

○ 국내에서는 기후변화가 해양생태계에 미치는 영향 평가 모델 개발·적용과 관련한 연구가 전무한 실정이나 최근 들어 해안선 공간분포 예측, VRIP 모형을 이용한 해역의 기후변화 영향 예측 등이 수행되어짐.

- 해수면 상승에 따른 취약성 분석 및 효과적인 대응정책 수립 I : 해안침식 영향평가(조광우 외, 2009) : 해수면 상승에 따른 해안선 후퇴율의 공간분포 예측
- 한반도 생태계의 기후변화 영향평가-기후변화 시나리오에 따른 취약성 평가(이우균 외, 2010) : VRIP 모형을 이용한 기후변화에 따른 해역 영향을 IPCC A1B 시나리오에 따라 예측

○ 국립수산과학원을 중심으로 기후변화가 수산자원변동에 미치는 영향 등에 관한 연구를 수행 중에 있음.

<표 3-7> 국내의 수산자원 부문 기후변화 관련 연구기관 현황

기관	주요업무	기후관련 분야	세부연구
국립수산과학원	수산자원 및 해양환경 조사	수산 자원생물, 해양생태계	- 근해어업자원조사(1997~) - 기후변화가 수산자원변동에 미치는 영향 연구(2005~2009) - 연근해 어업자원의 평가 및 관리와 어항정보 분석(1990~) - 해양기후와 어류개체군의 변동(2009)
한국해양수산개발원	수산정책	기후변화와 수산업	- 기후변화가 수산업에 미치는 영향(2000) - 기후변화와 수산업(2000)
대학 및 연구기관			- 1976/77 기후체제전환이 동해 생태계 구조에 미치는 영향(2003) - 1988/89 기후체제전환이 동해 생태계 구조에 미치는 영향(2007) - 북태평양 기후변화와 연어 생산량 변동(2007)

출처 : 기후변화 통합영향평가모형 체계 개발: 정책연계모형개발을 중심으로(전성우 외, 2010)

○ 현재까지는 주로 관측에 기반을 둔 통계적인 방법에 의한 정성적인 예측 수준에 그치고 있으며, 수치모델을 이용한 연구는 해양변동 연구에만 주로 적용되며 단기적 변동 예측에 초점을 맞추고 있음.

- 기후변화 영향 및 취약성 평가를 위한 해양부문의 과학적 관련 자료가 부족한 상태임.
- 기후모델 개발 및 국지 해양모델 다운스케일링 등과 같은 세부추진계획의 설정이 필요함.

<표 3-8> 국내의 보건부문 기후변화 영향 연구 현황

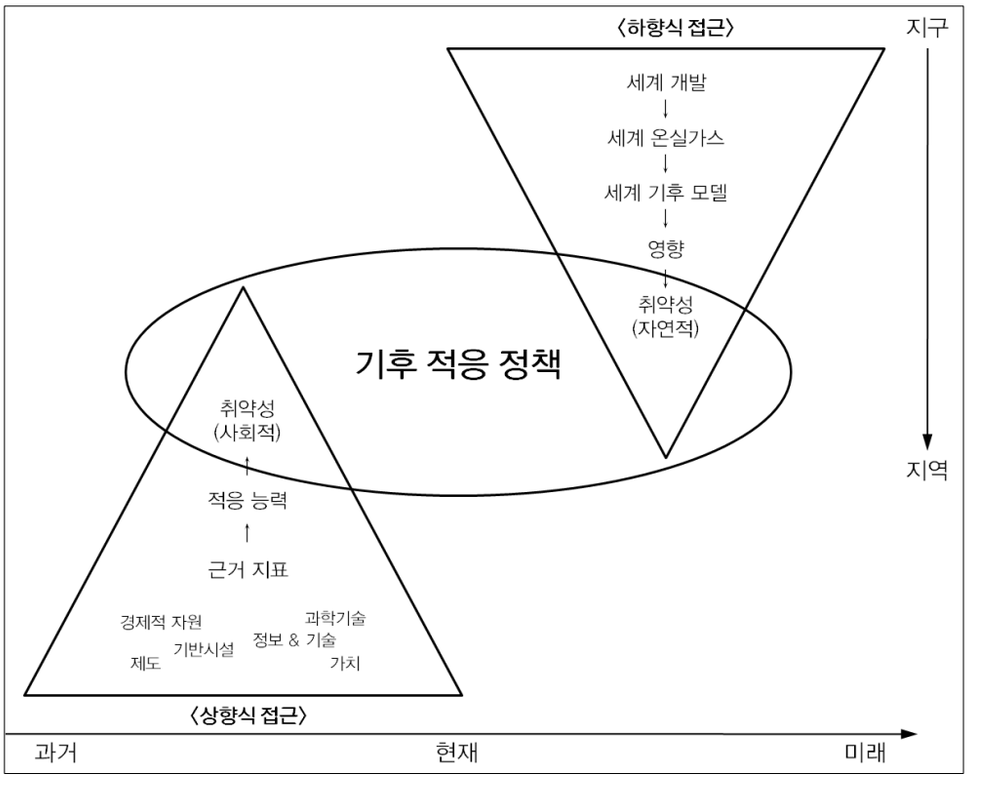
영향	범위		연구방법
	공간	시간	
기후변화에 따른 해역 영향	한반도 연안	1971~2000	VRIP 모형
어종교체현상	동해	1965~2000 (동물성 플랑크톤 현존량), 1978~2000 (동물성 플랑크톤 현존량 풍도자료)	통계분석 집괴분석
해양생태계	전국		해역별 유해생물 출현종 및 밀도 모니터링
해양물리	경포대	2005~2008	해수면 상승 및 연안 침식 모니터링
해안침식	한반도 연안	2009	해수면 상승 예측 및 해안침식 영향 평가

출처 : 기후변화 통합영향평가모형 체계 개발: 정책연계모형개발을 중심으로(전성우 외, 2010)

2) 기후변화 취약성 평가방법 연구

○ 기후변화 영향에 의한 취약성 평가는 하향식 접근방법과 상향식 접근방법으로 구분함.

- 하향식 접근방법(Top-down approach) : 중앙정부 주도 혹은 전지구 기후 시나리오 및 모델링 영향평가 등을 기초하여 취약성을 평가
- 상향식 접근방법(Bottom-up approach) : 지자체 주도로 지표 및 적응능력을 강조한 평가방법으로 대용변수를 활용한 사회·경제적 취약성을 평가



<그림 3-2> 기후변화 취약성 평가 접근방법(Dessai & Hulme, 2003)

가) 하향식 접근방법

○ 평가대상에 따라 다양한 연구방법론이 존재하며 이러한 하향식 접근방법은 기존의 경험적인 자료를 바탕으로 미래 기후시나리오를 적용한 방법으로서 기후변화와 영향과의 관련성을 정량적으로 제시할 수 있음.

○ 분야별로 기후변화 영향을 가장 잘 설명할 수 있는 모형 혹은 모델을 이용하여 취약성을 평가함.

<표 3-9> 하향식 접근방법에 의한 기후변화 취약성 평가 사례(보건 분야)

영향		연구방법
보건	홍수 및 집중호우	- 추세 분석 : 기후변화 시나리오와 방재청 기준의 재해등급에 근거하여 미래의 홍수 인명 피해 예측 및 지자체별 재난 방재 관련 예산을 비교하여 취약성 분석
	태풍	- 추세 분석 : 기후변화 시나리오와 방재청 기준의 재해등급에 근거하여 미래의 홍수 인명 피해 예측 및 지자체별 재난 방재 관련 예산을 비교하여 취약성 분석
	폭염	- 일반화 부가모형(GAM, Generalized Additive Model) : 기후인자와 건강간의 비선형적 관계를 비모수적으로 모형화하는 것이 필요함 - GAM 적합 이후 역치(threshold)를 추정하기 위해서는 piecewise linear regression 등의 모수적 모형 필요
	한파	- 시계열 분석 모형
	장기 기후변화	- 푸아송 분포(Poisson distribution)를 따르는 시계열적 연구 : 사망자수와 오존, 미세먼지, 기타 대기오염 물질은 시간이 경과함에 따라 변하는 관측값들의 자료임으로 각 질환별 사망자수와 오존농도의 변화값을 이용하여 연관성 분석
	곤충 및 설치류에 의한 전염병	- 상대위험 : 기존의 자료를 이용하여 기온과 강수량 그리고 대표 질병과의 관계에서 상대위험을 기술하고 기후변화 시나리오와 연결하여 위험성 제시
	수인성 매개질환에 의한 전염병	- 민감도산출 : 지자체별 전염병 관련 사업(예산, 활동) 정도를 기후변화 시나리오와 연결하여 평가

출처 : 지자체 기후변화 적응세부시행계획 수립 지원을 위한 기후변화 부문별 취약성 지침(국립환경과학원, 2012)

○ 기후변화로 인한 여름철 혹서현상이 사망률에 미치는 영향(김소연, 2004) : 서울시 일별 사망 자료와 기상청의 기상자료를 Generalized Additive Model을 사용하여 여름철 사망률에 대한 기온영향 평가함.

○ 기후변화가 건강에 미치는 영향 및 적응대책 마련(박정임 외, 2005) : 전국 7대 대도시를 대상으로 전 연령 및 65세 이상으로 구분하여 여름철(6~8월) 일평균 기온과 표준화 사망자 수의 관계를 평가함.

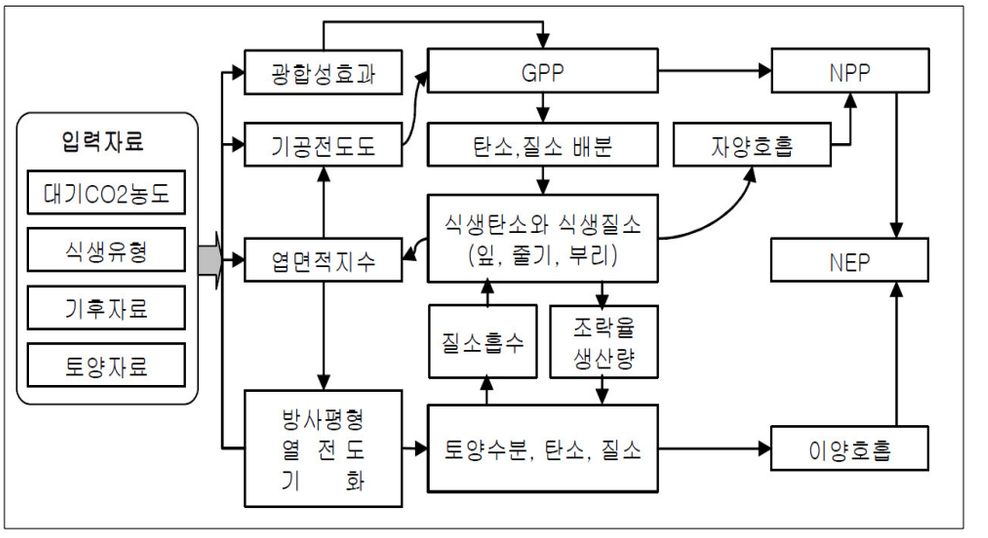
<표 3-10> 하향식 접근방법에 의한 기후변화 취약성 평가 사례(산림 분야)

영향		연구방법
산림	수자원 함양	- BROOK 90 모델 : 각각 하나의 수관, 적설 및 융설, 지하수 저류 탱크와 다층의 토양층으로 저류탱크를 가지며 산림유역의 증발산과 토양수분 거동에 주목한 모형 - HELP3 모형 : 지표유출, 침투, 증발산, 침루, 지하수 함양량 산정 등 의토양층에 대한 수문성분을 결정하기 위한 준2차원의 모형
	홍수 및 집중호우	- MM5 모형 : 현재 구축된 자료들과 미래 기상자료를 이용하여 통합적인 모형을 제시하고 데이터를 고도(elevation)에 맞도록 조정하여 예측의 정확도를 높임
	산불	- MC1(Mapss-century)모형 : 넓은 지역에 대하여 탄소고정과 가뭄, 산불 등 우연한 요소에 의한 산림의 천이를 모듈화, 식생의 변화에 미치는 기후변화의 효과를 예측
	산림분포 및 생산량	- BIOME3 생태모형 : 광역 기후적 특성과 토양 특성에 의해 결정 - CEVSA 모형 : 식물 광합성과 호흡 작용 및 토양 미생물 활동에 있어서 식생, 토양과 대기간의 에너지전환과 물, 탄소와 질소 순환, 생산력 변화과정을 모의한 지구화학 모형 - MC1 모형
	병충해	- ENFA 분석 : 다양한 환경 정보를 이용하여 생물종의 생태·지리학적 분포 특성을 설명하는데 활용되는 알고리즘으로 생물종이 출현하는 지역의 생태·지리학적 특성을 대상지역 전체의 특성과 비교하여 생물종이 출현가능한 지역을 예측하는 다변량 분석기법

출처 : 지자체 기후변화 적응세부시행계획 수립 지원을 위한 기후변화 부문별 취약성 지(국립환경과학원, 2012)

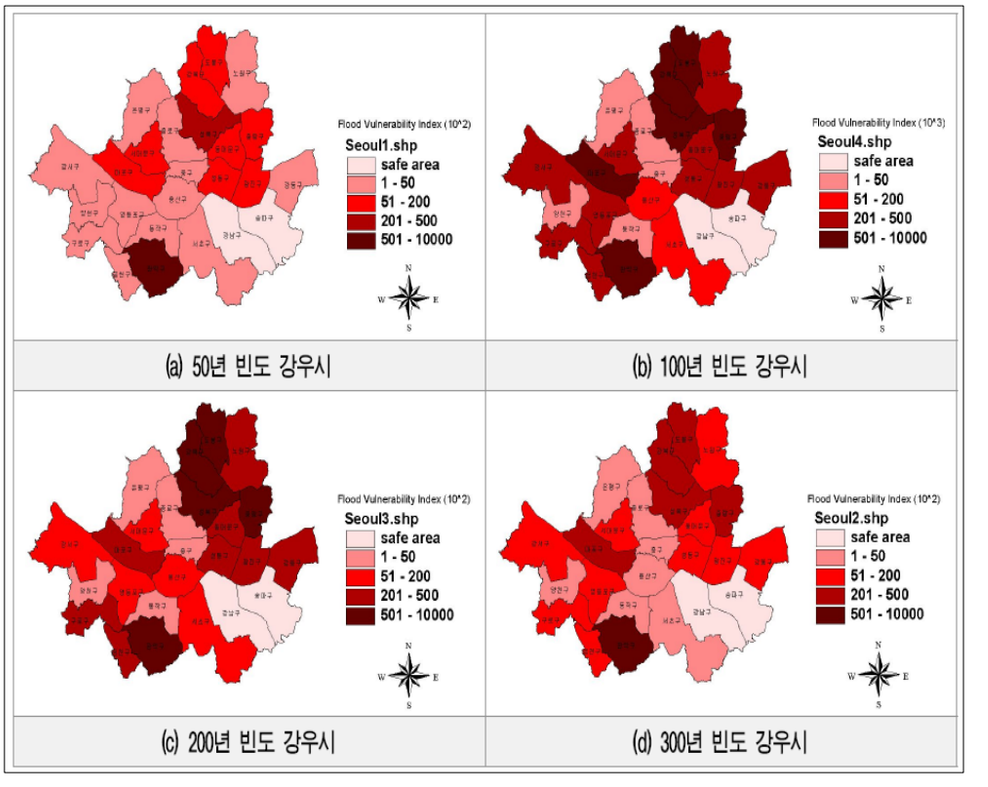
○ CEVSA(Carbon Exchange between Vegetation, Soil, and Atmosphere) 모형은 세 개의 서브모형으로 구성되어 있음.

- 식물/토양/대기간의 물과 열의 전환, 토양 함수량과 기공전도 등 과정을 추정하는 생물 물리 모형
- 식물의 광합성과 호흡작용에 따른 질소 흡수율, 잎 면적에 따른 탄소와 질소의 식물 각 기관별 배분, 축적, 회전 기작을 계산하는 식물생리생장모형
- 토양 유기물 분해와 전환, 유기 질소 광화 등의 과정을 추정하는 토양탄질전환 모형



<그림 3-3> 산림분야 하향식 평가방법 사례 : CEVSA 모형(Yu, 2012)

○ 도시자연재해 안전기술 개발 재구성(도시재생사업단, 2010) : 국내 적용 가능한 홍수위험도 평가방법을 개발하여 지역별 재해위험도를 정량적으로 나타내고 재해위험지수를 산정하여 평가함.



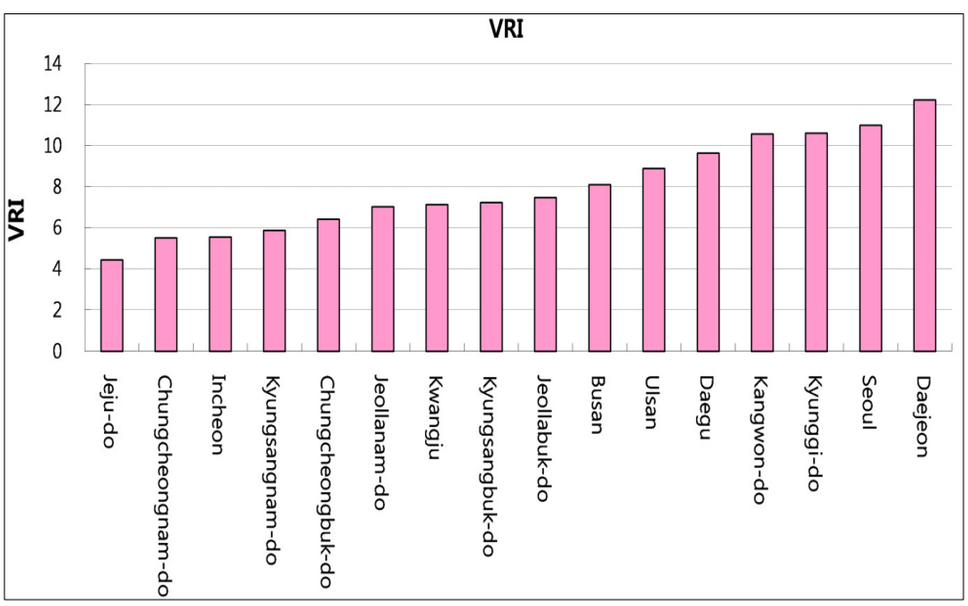
<그림 3-4> 서울시 자치구별 홍수위험도 분석 결과(도시재생사업단, 2010)

나) 상향식 접근방법

○ 지자체 차원에서의 각종 지표를 활용하여 민김도, 노출정도 및 적응능력을 지표화하여 설명할 수 있음.

○ 기후변화 취약성 평가지표의 개발 및 도입 방안(유가영, 김인애, 2008) : 지역에 기반을 둔 지역별 VRI 평가지표(취약성-유연성 지표, Vulnerability-Resilience Indicator)를 개발하였으며, 자료의 표준화를 통해 단위 및 스케일의 차이로 나타나는 오류를 최소화함.

- 민감도 : 인간정주·기반시설, 생태계, 보건·복지 요소
- 적응능력 : 경제적 능력, 인력자원 및 교육, 환경역량, 산업구조
- 기후노출 : 호우일수, 혹한일수 등



<그림 3-5> 지역별 기후변화 취약성유연성 지표 분포(유가영, 2008)

○ 경기도 기후변화 취약성 평가 연구(고재경, 2009) : 3개 분야 11개 항목 35개 평가지표를 도출하여 취약성 지수를 산정하였으며, 지자체별 적응능력 수준과 기후노출 수준뿐 아니라 기후노출에 대한 민감도를 줄여나가기 위한 방안을 제시함.

- 민감도 : 지리적 특성 및 토지이용, 인구적 특성, 기반시설/산업
- 적응능력 : 경제적 능력, 물적 인프라, 사회적 자본, 제조적 역량
- 기후노출 : 호우, 가뭄, 혹서, 해수면 상승 등

○ 서울시 지역안전도 평가모형 개발연구 : 홍수재해를 중심으로(서울시정개발연구원, 2006) : 홍수재해에 대한 서울시의 지역 특성을 반영할 수 있는 안전도 평가 모형을 개발함.

- 민감도 : 인간정주·기반시설, 생태계, 보건·복지 요소

- 적응능력 : 경제적 능력, 인력자원 및 교육, 환경역량, 산업구조
- 기후노출 : 호우일수, 혹한일수 등

<표 3-11> 홍수피해에 대한 지역안전도 평가 인자

구분		주요 인자
위험성	자연적 요인	강수량, 불투수비율, 저지대
	과거피해 요인	침수면적, 홍수 피해액
	사회적 요인	인구밀도, 자산밀도, 사회간접자본의 밀질
저감성	시설적 요인	외수방어능력, 내수방어능력, 홍수조절능력
	행정적 요인	재난피해 저감능력진단점수

출처 : 서울시 지역안전도 평가모형 개발연구: 홍수재해를 중심으로(서울시정개발연구원, 2006)

○ 지역별 안전도 평가기법 개발연구 보고서(소방방재청, 2005) : 지역의 자연재해에 대한 위험도를 사전에 파악하여 풍수해 저감 종합계획 수립, 재난보험제도 도입 등 재난 저감 대책 및 시설투자사업 수립에 활용하기 위한 목적으로 수행

<표 3-12> 지역안전도 평가 인자

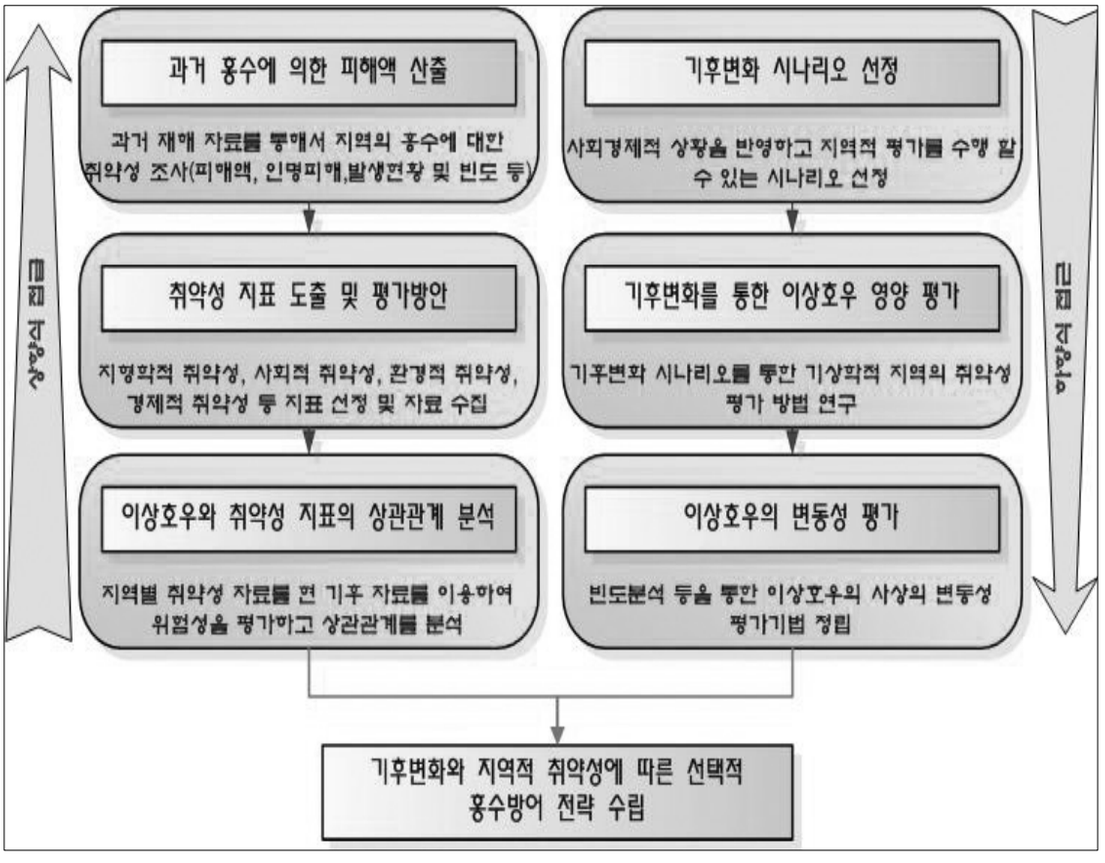
요인	인자	세부내용
재난 위험성	등급별 발생확률 (강우량에 따라 4단계 분류)	- 재난발생확률 산정 (재해연보 발생수, 재난강도)
재난 피해규모	홍수 피해액	- 재난으로 인한 지역의 경제적 손실(재난피해액, 평균피해액, 표준점수로 변환)
피해 저감능력	유관기관단체 및 민간 협력, 대비계획 및 사전점검, 방재전문강화 및 홍보, 예경보 및 대응, 재해복구	- 방재청 지자체평가지표 제시

출처 : 서울시 지역안전도 평가모형 개발연구: 홍수재해를 중심으로(서울시정개발연구원, 2006) 재인용

다) 절충형 접근방법

○ 과거의 홍수 등에 의한 피해자료와 취약성 지표간의 상관성분석을 통한 상향식 접근과 기후변화 시나리오를 통한 이상호우 변동성 평가의 하향식 접근을 종합하여 지역적 취약

성평가를 실시한 방법임.



<그림 3-6> 절충형 취약성 평가 흐름도(김병식 외, 2009)

○ 이상기후에 대비한 GIS 기반의 선택적 홍수방어의사결정시스템 개발(김병식 외, 2009) : 기상학적 취약성, 사회·경제적 취약성, 수문·지형학적 취약성, 시설물 취약성, 홍수방어 취약성을 기반으로 홍수방어관련 시스템을 개발함.

<표 3-13> 이상홍수 취약성 지표

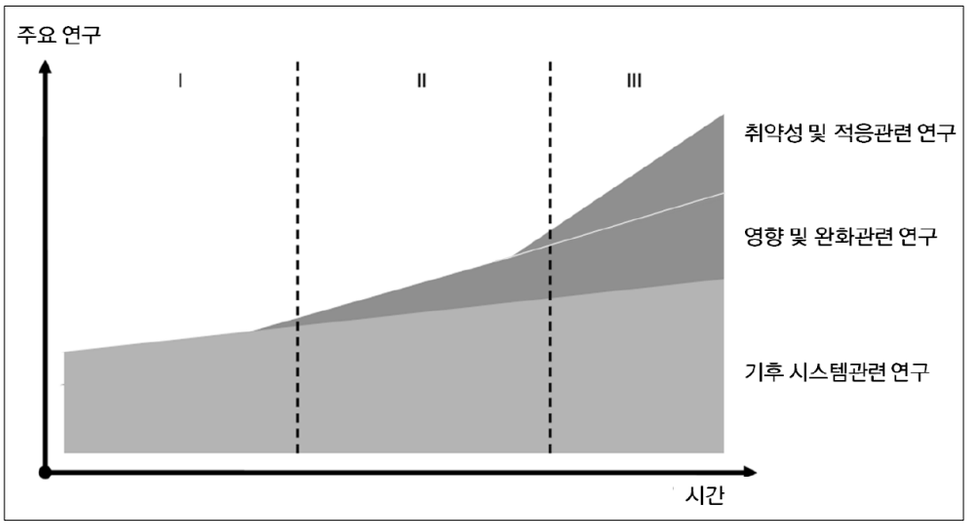
취약성	이상홍수 취약성 지표		
	지표명	의미	평가방법
기상학적	극한강우 사상강도	강우량 80mm/시 발생 빈도	- 30년간 기상관측소 기록 중 강우강도 80mm/시 이상의 발생 횟수
	극한강우 변동지수	현재와 미래의 동일 빈도강우량의 강우량 변동폭	- $\frac{(\text{미래강우량} - \text{현재강우량})}{\text{현재강우량}}$
사회·경제적	인구밀도	유역내 인구밀도	- 시군구 인구밀도를 소유역의 포함 면적비를 이용해서 산술평균
	재정지수	유역별 재정지수	- 시군구 재정지수를 소유역의 포함 면적비를 이용해서 산술평균
	고령화지수	65세 이상, 장애자 등 의존인구 비율	- 시군구 고령화인구를 소유역의 포함 면적비를 이용해서 산술평균
수문·지형학적	홍수위험지역	홍수가 발생한 지역	- 침수흔적도 작성기준
	홍수규모 피해지수	태풍 및 호우로 인한 피해액 (1994~2008년 기준)	- 2008년 기준금액으로 환산하여 소유역의 포함 면적비를 이용해서 산술평균
	유역경사도	소유역의 평균 경사	- 소유역별 평균경사(30m×30m) 격자
	유출계수	유역의 토지이용에 따른 유출계수	- 토지이용에 따른 도시화율
	홍수범람 예상지도	설계홍수량 초과 강수에 의한 월류 홍수범람 지역	-Hec-Hms, Hec-Ras를 이용한 범람 해석 결과
시설물	중요시설물 지수	소방서, 응급대피시설, 정수처리장, 하수처리장, 배수펌프장, 발전소, 병원	- 각 시설물별 개소수
홍수방어	하천제방 정비율	하천정비 개수율	- ((국가하천연장 × 개수율) + 지방하천연장 ×개수)) / (하천 총 연장)

출처 : 이상기후에 대비한 GIS 기반의 선택적 홍수방어의사결정시스템 개발(김병식 외, 2009)

○ 서울특별시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립 : 건강 및 재난분야(환경부, 국가기후변화적응센터, 2010) : 서울시를 대상으로 기후변화 영향 및 취약성을 분석하고 폭염 및 풍수해로 인한 미래영향을 예측하고 취약계층 및 취약 지역을 선정함.

나. 국외의 기후변화 영향 및 취약성 평가 연구

○ 기후변화 관련 연구는 대략 1980년대 이후 시작되었으며, 연구 유형은 기후시스템 연구, 영향 평가 연구, 취약성 및 적응 연구와 같이 세 가지로 나뉨.

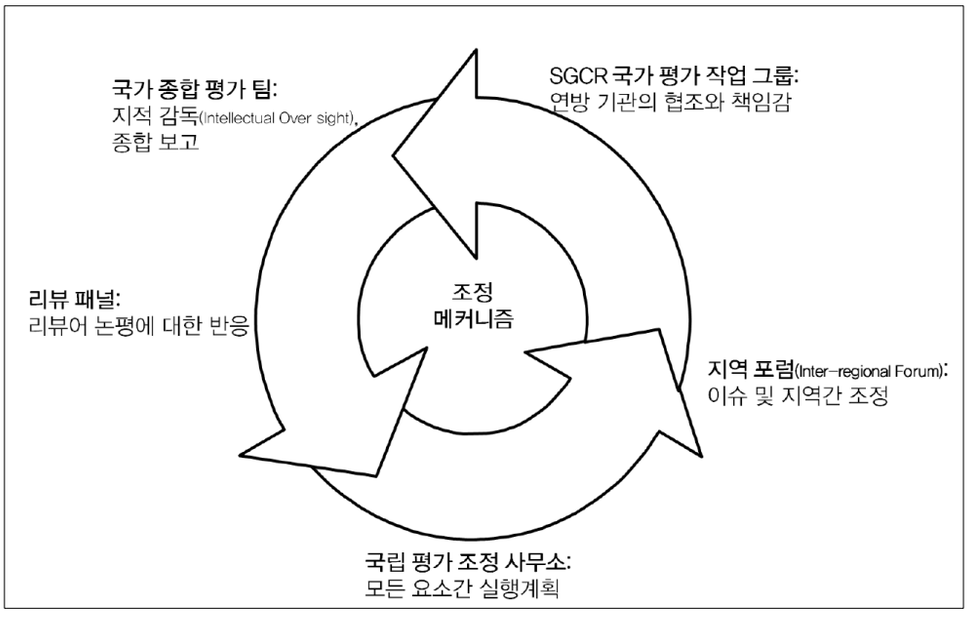


<그림 3-7> 기후변화 연구 유형 및 진행 과정(Swart et al, 2009)

1) 미국

○ 미국의 기후변화 영향 평가 대응체제는 지구 온난화 대응체제와 별도로 운영되고 있으며 다양한 의견 수렴 과정을 거친 후 USGCRP(US Global Change Research Program) 주요 업무로서 영향평가 프로그램(US National Assessment, USNS)을 중심으로 기후변화 연구의 통합, 지구환경변화가 인간 및 자연환경에 미치는 영향 분석 등을 진행하고 있음.

- 영향평가는 과학자들과 이해 당사자들(연방정부, 산업계, 노동계, 학계 등)과의 공동작업을 통해 수행되며 기후변화에 대처할 정보를 각계각층의 이해 당사자들에게 제공함.



<그림 3-8> 미국의 기후변화 영향평가 조정체계(한화진 외, 2005)

○ USNS에서는 지역별, 분야별, 국가종합 평가를 진행하고 있음.

- 지역별 평가 : 미국 전역을 20개로 나누어 지역별 주요 문제에 초점을 맞추고 있으며 2~3개의 주요 이슈에 대한 정량적 분석, 지역 이해 당사자들의 참여, 보고서 발간의 형태로 진행
- 분야별 평가 : 국가 차원의 5개 분야(농업, 연안역 및 해양자원, 산림, 인간 건강, 수자원) 평가를 진행
- 국가종합 평가 : 지역별, 분야별 평가 결과를 통합하는 보고서 형태로 수행하고 있으며 미래 기후변화 영향에 관련된 포괄적인 내용 포함.

○ 미국의 세계 기후변화 효과(Global Climate Change Impacts in the United States) 보고서 주요 내용

- 부문별(강수 패턴, 가뭄, 산불, 대서양 허리케인의 변화, 식품 생산 및 어업, 에너지 공급과 사용, 농업과 산림, 물 공급, 연안 지역사회에 대한 영향) 분석 및 9개 지역(남서부, 북서부, 그레이트 플레인스, 중서부, 남동부, 북동부, 알래스카, 미국 섬들, 연안지역) 기후변화 영향 평가 진행

<표 3-14> 미국의 부문별 기후변화에 따른 수자원관련 영향

부문	기후변화 영향
보건	- 폭우 증가로 인한 홍수 발생 증가 및 수인성 질병 증가에 따른 건강에 대한 잠재적인 위험 증가
에너지 공급과 사용	- 일부 지역의 저수류 사용으로 인한 수력발전 감소 - 원자력 발전소 증가로 인한 물 온도 상승 및 냉각수 사용 감소
수송	- 홍수와 가뭄으로 인한 교통 혼란 - 오대호의 낮은 수량은 화물 수송 용량을 줄일 수 있음. - 폭우는 항만 시설 및 내륙 수로에 영향을 줄 수 있음.
농업과 산림	- 집중호우는 봄 식물과 작물에 피해를 줄 수 있음. - 빠른 봄 해빙은 산불 증가의 원인
생태계	- 물 온도 상승으로 인한 냉수성 어류가 위협을 받는 반면에 온수성 어류가 늘어남.

출처 : 기후변화 통합영향평가모형 체계 개발: 정책연계모형개발을 중심으로(전성우 외, 2010)

○ 지자체 차원의 기후변화 영향 및 적응 주요 내용

- 뉴욕은 해안, 습지, 물, 에너지, 기반시설, 건강 부문에 대한 상세한 영향평가를 실시하였으며, 기후변화 영향 평가에 대한 적응은 3단계로 분류함.
  · 도시의 주요 하부구조를 보호하기 위한 다양한 정부 부서를 포괄하는 T/F 구성
  · 지역 특화 전략의 수립을 위한 취약지구 거주 주민들과의 공동작업

· 기후변화 적응을 위한 시 전체 차원의 전략계획 수립

- 킹 카운티는 워싱턴 대학 기후영향그룹이 기후변화 영향으로 킹 카운티의 수력발전, 유지용수, 관개용수를 놓고 경쟁이 심화될 것으로 전망하였으며, 의회에서는 카운티의 다양한 정책에 법적인 강제 규정을 통하여 반영하고 있음.

· 수자원, 침식 및 산사태, 어업, 야생생물 부문에 대한 기후변화 영향에 대응할 수 있는 킹 카운티 종합계획의 개정

· 기후변화로 인한 해안선 침식에 대응하는 카운티의 해안선 마스터플랜 개정

· 기후변화로 인한 용수공급 부족에 대응하기 위한 하수 및 관개 시설 관리

- 보스턴은 기반시설에 미치는 비용 추정, 영향 저감 혹은 예방적인 대안의 비용 추정을 목적으로 기후변화 영향을 비용으로 정량화하는 연구를 수행함.

· 홍수 발생시 적극적인 적응 조치에 드는 비용(5,806 백만 달러)이 아무런 조치를 취하지 않을 때 드는 비용(19,993 백만 달러)의 1/3 수준인 것으로 추정

2) 유럽

○ 유럽지역은 기후변화가 각 국가에 국한되는 것이 아니라, 국가의 경계를 넘어서 그 영향을 미치기 때문에 유럽 차원의 공동 노력이 필요하다는 인식하에 유럽위원회를 중심으로 기후변화 적응정책을 마련함.

○ 유럽위원회가 2년 동안의 연구를 통하여 발표한 유럽의 기후변화 적응에 대한 기본계획은 기후변화에 의해 영향을 받을 수 있는 농업, 에너지, 인프라, 관광, 물자원, 생태계 등을 지정하고, 이에 대한 적응정책을 마련함.

- EU 기후변화 적응 기본계획은 기후변화에 의한 유럽의 복원력 증대를 목적으로 단계별 접근법을 제시함(심우배 외, 2009).

기후변화가 유럽에 미치는 영향 분석 → 적응정책을 유럽의 주요 정책으로 통합 → 효율적인 대의 활용을 위한 정책적 도구들의 통합 → 국제협력

○ EU는 기후변화 적응정책과 기존 추진 정책간의 통합을 추진하고 있음.

<표 3-15> EU의 기후변화 적응정책과 기존 추진 정책간의 통합

부문	세부 조치 사항
건강 및 사회정책의 복원력 증진	- 2011년까지 기후변화의 보건 영향에 대한 가이드라인 및 감시 메커니즘 구축 - 기존의 동물질환감시와 통제 시스템 구축 - 기후변화와 기후변화 적응정책 취약계층의 고용에 미치는 영향
농업과 초원의 복원력 증진	- 2007~2013년 지역개발 전략에 기후변화 적응정책과 물관리정책의 통합 추진 - 농업자문시스템(Farm Advisory System)의 역량 평가 - 초원보소 및 초원정보시스템에 대한 전략 업데이트
생체 다양성, 생태계, 물의 복원력 증진	- 2009년까지 유역 관리계획에 기후변화 적응전략 적용 - 홍수지침의 이행에 있어서 기후변화 고려, 물 효율성 증대를 위한 조치 - 생태계저장용량 증대를 위한 정책 잠재력 고려, 생태보존지역 관리시 기후변화 고려
해안지역의 복원력 증진	- 통합적 해양정책(Integrated Maritime Policy)에서 기후변화 적응정책 고려 - 해안지역의 적응에 대한 유럽가이드라인 개발
생산시스템 및 물리적 인프라의 복원력 증진	- 전략적 에너지 평가과정에 기후변화 고려, 기후변화 대응 인프라를 위한 방법론 개발 - 공공 및 민간 투자를 위한 기후변화 영향평가 가능성 고찰 - 기후변화를 건설기준에 통합 평가, 에너지정보관리기관의 기후변화영향 가이드라인고려

출처 : 기후변화에 안전한 재해통합대응 도시 구축방안 연구(심우배 외, 2009)

<표 3-16> 유럽 국가의 부문별 영향 및 취약성 평가 현황

부문	독일	덴마크	스페인	핀란드	프랑스	라트비아	네덜란드	포르투갈	스웨덴	영국
농업	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
생물다양성/자연자원 보존	○	○	◉	○	◉	○	○	○	○	○
에너지, 전기 공급	○	○	○	○	○	○		○	○	○
재정 및 보험	○	○	○	○	○	○	○	○		○
산림	○	○	○	○		○	○	○	○	○
보건	○	○	○	○	◉	○		○	○	○
물관리	○	○	◉	○	◉	○	◉	○	○	○
건축물	○	○	○	○	○		○	○	○	○
해양 및 수산업	○	○	○	○				○	○	○
연안 관리	○	○	◉				○	○	○	○
관광	○	○	○	○	○		○	○	○	○
토지이용 공간계획	○	○		○			◉	○		○
교통	○	○	○	○	○				○	○
사회 기반시설	○	○		○					○	○
산업	○		○	○	○					○
긴급 구조	○	○				○				
토양	○		○							
외교 정책	○									
사냥			○	○						
산악지대	○		○							
순록 축산				○						

주 : ○ 영향 평가 대상, ◉ 우선순위
출처 : Europe adapts to climate change : comparing national adaptation strategies(Swart et al., 2009)

○ EU 차원의 기후변화 적응전략을 개발하기 위해 '기업변화 영향 및 적응 추진 팀(Impact and Adaptation Steering Group, IASG)'의 설립을 추진함.

- 유럽회원국 대표로 구성이 되며, 산하전문가 그룹의 지원을 받음.
- 2012년까지 국가적, 지역적 차원에서의 기후변화 적응전략 개발을 추진하고 개발된 국가 및 지역차원 전략들은 EU전체 차원의 강제적 전략개발에 활용될 예정
- 기후변화관련 정보를 축적하고 공유할 수 있는 기후변화 정보센터(clearing house)를 구축함.

3) 일본

○ 일본 환경성과 국립환경과학원은 지난 수년간 기후변화의 피해 저감을 위한 대응정책 수립을 위해, 정량적 미래 영향예측에 기반을 둔 국가 차원의 종합적인 온실가스 안정화 목표 검토와 지역별 적응대책 수립연구를 수행해 오고 있음.

○ S-4 전략연구과제(2005~2010년)는 기후변화 영향예측과 온실가스 농도와의 상관관계를 파악함으로써 대기 안정화 목표수준을 종합적으로 검토하였으며, 이를 위해 일본과 아시아지역의 주요 영향 분야들에 대한 잠재적 피해와 이로 인한 경제적 손실을 추정함.

- 5개 부분(수자원, 산림, 농업, 해안, 보건)에 대한 기후변화 영향 평가를 실시하였으며, 각 부문별 적응방안을 수립함.

<표 3-17> 일본의 부문별 기후변화에 따른 영향

부문	기후변화 영향
농업	- 일본 북부 지역의 쌀 생산량 증가 예상, 서부 지역은 비슷하거나 감소할 전망 - 서부 중앙 지역의 논 평균 쌀 생산량 감소, 연간 변화 경향이 클 것으로 전망
산림	- 너도밤나무, 섬조릿대, 눈잣나무 및 전나무의 분포지역 축소 전망 - 온난화로 인한 소나무 재선충의 병충해 피해 확산 전망
수자원	- 강우강도가 과거에 비해 증가할 것임. - 도시 변두리 지역의 산사태 위험 증가 예상, 산사태로 인한 퇴적작용 증가 - 융설 수자원이 20억 톤 가량 감소할 것으로 추정 - 장기간 가뭄으로 물 부족 위험 증가
보건	- 남부, 동부, 규슈 및 코치 서부 해안, 신주쿠, 가나가와 및 치바 남부지역에 댕기 질병의 매개체인 열사병 모기 분포 지역 증가 예상 - 대기 중 화학적 산화 현상 증가로 사망률 증가 예상 - 최고 온도 증가로 점진적인 열사병 발생률 증가 - 35℃ 기온 초과시 노년층의 열사병률 증가 - 열 스트레스 증가로 사망 증가
해안	- 폭풍 해일로 인한 세포 내륙 바다 및 만 지역의 홍수 피해 증가 예상 - 강으로 이동하는 해수로 인하여 강 제방 기능 저하 및 손상 - 해수면 30/60/100 cm 상승시 모래 108/156/173km^2 감소 예상 - 해수면 30cm 상승시 모래의 경제적 손실 가치 약 1.3조엔 예상 - 해수면 상승으로 인한 조습지의 경제적 손실 가치 약 5조엔 예상 - 지진에 의한 해안 구조물(제방, 방파제 등) 파괴, 지하수층 상승, 지하수 염분의 내륙 확산 예상 - 태풍 규모에 따른 경제적 피해 예상

출처 : 기후변화 통합영향평가모형 체계 개발: 정책연계모형개발을 중심으로(전성우 외, 2010)

○ 2010년부터 후속인 S-8 연구를 통해 영향과 적응, 완화간의 상관성을 고려한 종합적 정책 평가 지원 연구를 수행해오고 있으며, 이를 통해 일본 지역에 발생 가능한 영향 분야간의 복합적인 피해를 전망하고 완화와 적응을 고려한 종합적인 정책 수립을 지원하고자 함.

2. 적응대책 수립사례

가. 국내 기후변화 적응대책 수립 사례

1) 국가차원의 적응관련 대책

가) 기후변화 협약 대응 종합대책

○ 정부의 1차(1999~2001년)와 2차(2002~2004년) 종합대책에서는 온실가스 저감에 관한 것만 다루었으며, 적응과 관련된 논의는 3차(2005~2007년) 종합 대책을 계기로 시작됨.

- 제1차 기후변화협약 대응 종합대책(1999~2001년) : 부문별 감축대책, 온실가스 감축기반 강화, 기술개발, 교토 메커니즘 활용 등 36개 과제
- 제2차 기후변화협약 대응 종합대책(2002~2004년) : 협상능력 강화, 온실가스 감축기술 개발, 온실가스 감축대책 강화, 교토 메커니즘 및 통계기반 구축, 국민 참여와 협력유도 등 5개 부문 84개 과제
- 제3차 기후변화협약 대응 종합대책(2005~2007년) : 협약이행 기반 구축, 부문별 온실가스 감축, 기후변화 적응기반 구축 등 3개 부문 91개 과제
  - 적응관련 예산은 190억 정도로 전체 예산 대비 0.1% 수준에 불과함.
  - 온실가스, 기상, 해양, 산림, 농업 등 다양한 기후변화 자료 확보를 위한 기반 구축이 주요 성과이나, 예산규모나 연구개발 단계는 선진국에 비해 초기 단계로 향후 모니터링과 미래 영향 및 취약성 평가를 위한 장기적인 지원이 필요한 것으로 평가됨(국무조정실, 2007).

나) 기후변화 제4차 종합대책(2007. 12)

○ 국가 차원에서 본격적으로 적응부문을 보강한 대책으로 명칭을 기후변화 협약 대응 종합대책에서 기후변화 종합대책으로 변경하였으며 계획기간을 3년에서 5년 단위로 조정함.

- 세부과제 : 기후변화 예측능력 제고, 기후변화 영향평가 및 적응, 범사회적 역량 강화
  - 기후변화 영향평가 및 적응 : 생태계, 대기, 보건, 농업, 산림, 해양, 산업, 물관리, 도시, 방재 분야로 세분화
  - 범사회적 역량 강화 : 정부와 지자체간 기후변화 정책협의회 발족·운영, 기업·사업장 단위의 탄소중립 프로그램 시행, 범국민 캠페인과 학교 환경교육을 통한 범국민 참여 확보 방안 제시

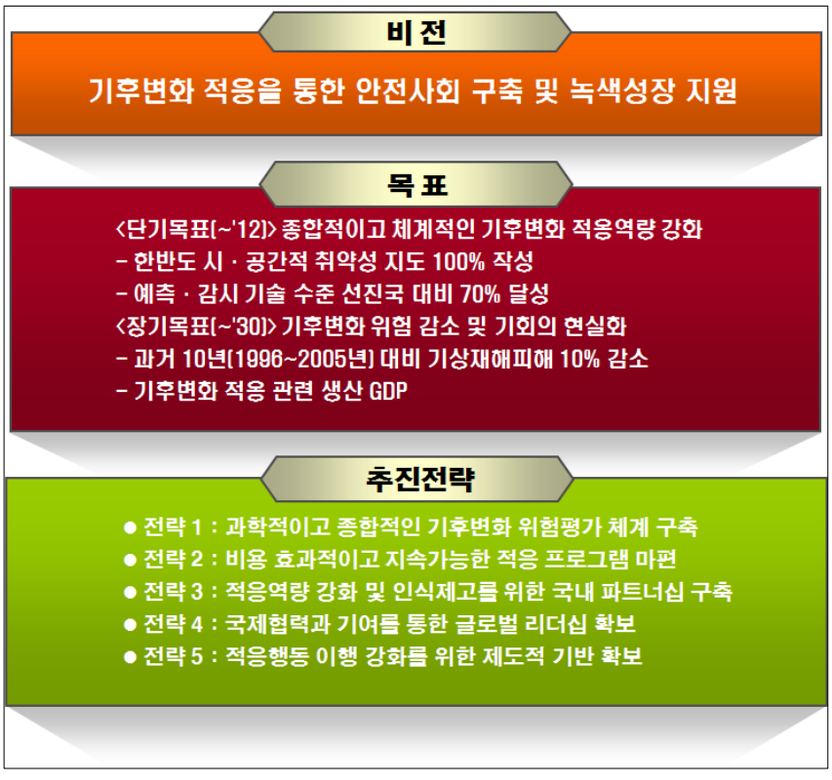
다) 기후변화대응 종합계획(2008. 9)

○ 기후변화 제4차 종합계획을 재검토하여 '저탄소 녹색성장'의 실천전략인 기후변화대응 종합계획을 발표함.

- 기후변화 적응관련 과제로는 국가차원의 종합적 영향평가 및 적응대책 수립, 기후변화 영향평가 및 취약성 분석 강화, 기후변화 대비 방재 패러다임 전환 및 예방체계 구축, 기후변화 피해저감을 위한 재난 등 위기관리체계 구축 강화, 기후변화 적응대책 추진을 위한 국가인프라 확충 등이 제시됨(국무총리실, 2008).
  - 국가차원의 종합적 영향평가 및 적응대책 수립 : 국가 기후변화 적응 종합계획(마스터플랜), 부문별 기후변화 영향평가 및 적응대책 추진
  - 기후변화 영향평가 및 취약성 분석 강화 : 한반도 기후변화 백서 발간 추진, 기후변화 영향을 경제학적으로 분석한 보고서 발간, 기후변화 통합 영향평가모델 구축, 국가종합계획 수립 시 지역별, 부문별 기후변화 영향 및 취약성 분석 실시, 기후변화에 취약한, 국내 멸종위기종·야생종의 생태변화 연구 및 유전자원의 확보·보전방안 수립 이행
  - 기후변화 대비 방재 패러다임 전환 및 예방체계 구축 : 기후변화에 따른 지역별·부문별 자연재난 위험예측 시스템 구축, 국토개발계획과 방재정책의 연계, 자연친화적 방재환경 구축, 기후변화 대응을 위한 수방시설물 설계빈도 재설정 및 수방시설 신증설
  - 기후변화 피해저감을 위한 재난 등 위기관리체계 구축 강화 : 취약계층 대상 건강 등 기후변화 적응대책 강화, 기후변화로 인한 재해 등 피해 대응수단으로써 보험제도 활용, 국민 참여형 재난 안전 훈련모델 개발, 대국민 재난 안전의식 함양을 통해 시민 사회 자율참여 확산
  - 기후변화 적응대책 추진을 위한 국가인프라 확충 : 적응정책 수립을 위한 총괄적인 영향평가 연구체계 구축, 한국기후변화협의체(KPCC) 확대개편, 지자체 기후변화 영향평가 및 적응대책 추진 지원, 기후변화 적응분야의 유관사업 발굴 및 육성

라) 국가 기후변화 적응 종합계획(2008. 12)

○ 2009~2030년을 계획기간으로 하여 '기후변화 적응을 통한 안전 사회 구축 및 녹색성장 지원'을 비전으로 하여 단기목표(~2012년)로서 종합적이고 체계적인 기후변화 적응역량 강화와 장기목표(~2030년)로서 기후변화 위험 감소 및 기회의 현실화를 제시함.

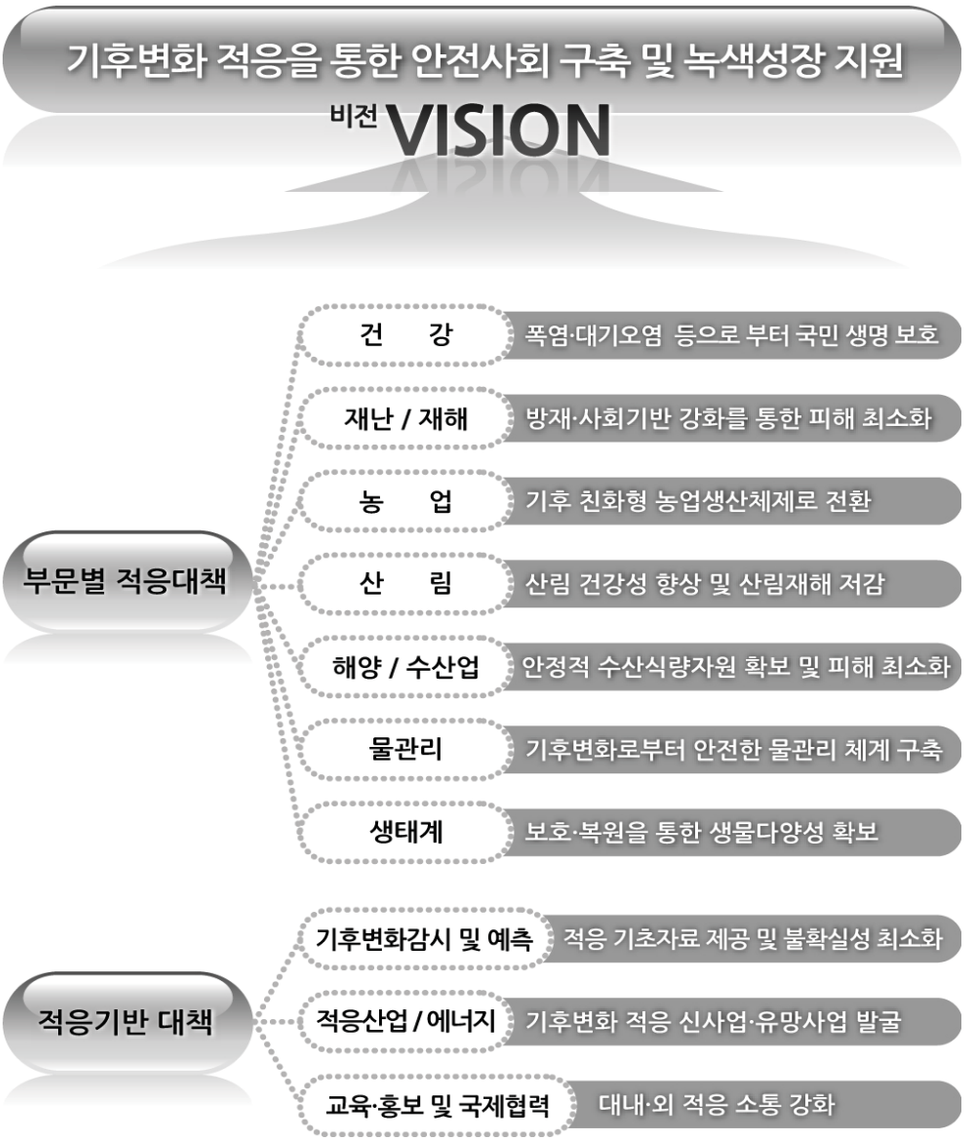


<그림 3-9> 국가 기후변화 적응 종합계획의 비전,목표 및 추진전략
(출처 : 국가 기후변화 적응 종합계획(2008))

마) 국가 기후변화 적응대책(2010. 10)

○ “저탄소녹생성장기본법” 제48조 제4항 및 동법 시행령 제38조에 근거한 최초의 법정 국가 적응대책으로, 건강, 재난/재해 등 10개 부문 대책에 13개 중앙부처가 참여함.

- 10개 부문 : 7개의 부문별 적응 대책(건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산업, 물관리, 생태계), 3개의 적응기반 대책(기후변화 감시 및 예측, 적응산업/에너지, 교육·홍보 및 국제협력)



<그림 3-10> 국가 기후변화 적응대책의 비전 및 대책분야
(출처 : 국가 기후변화 적응대책(2010))

2) 지자체차원의 적응관련 대책

가) 제주도

○ 환경부와 '기후변화 대응 시범도시'협약을 맺고(2007. 7) 기후변화 적응대책이 포함된 대책을 수립함.

- 기후변화가 제주도에 미치는 영향을 농업, 육상생태 및 산림, 해양수산, 교통, 건축 분야별로 분석하고 이를 바탕으로 대응전략을 수립함.

<표 3-18> 제주도 기후변화 적응 부문 대응전략

구분	세부전략
단기 (2009~2012년)	- 제주도의 적응계획 수립 - 기후변화 영향·취약성 평가 및 적응모델 개발 - 제주도 기후변화 적응대책의 우선순위 선정 - 지역의 적응 역량 강화 - 사회의 인식제고를 위한 역량 구축 프로그램 개발
중장기 (2012년 이후)	- 제주도 적응계획의 성과 평가 및 계획 보완 - 개발된 기후변화 영향·취약성 평가 및 적응모델의 지속적인 적용 - 제주도에 적용할 적응대책의 특화사업 발굴 - 기후변화 적응형 유망사업(예, 날씨경영 사업) 발굴

출처 : 제주특별자치도 기후변화 대응 조사분석 및 실천전략(제주특별자치도, 2008)

나) 강원도

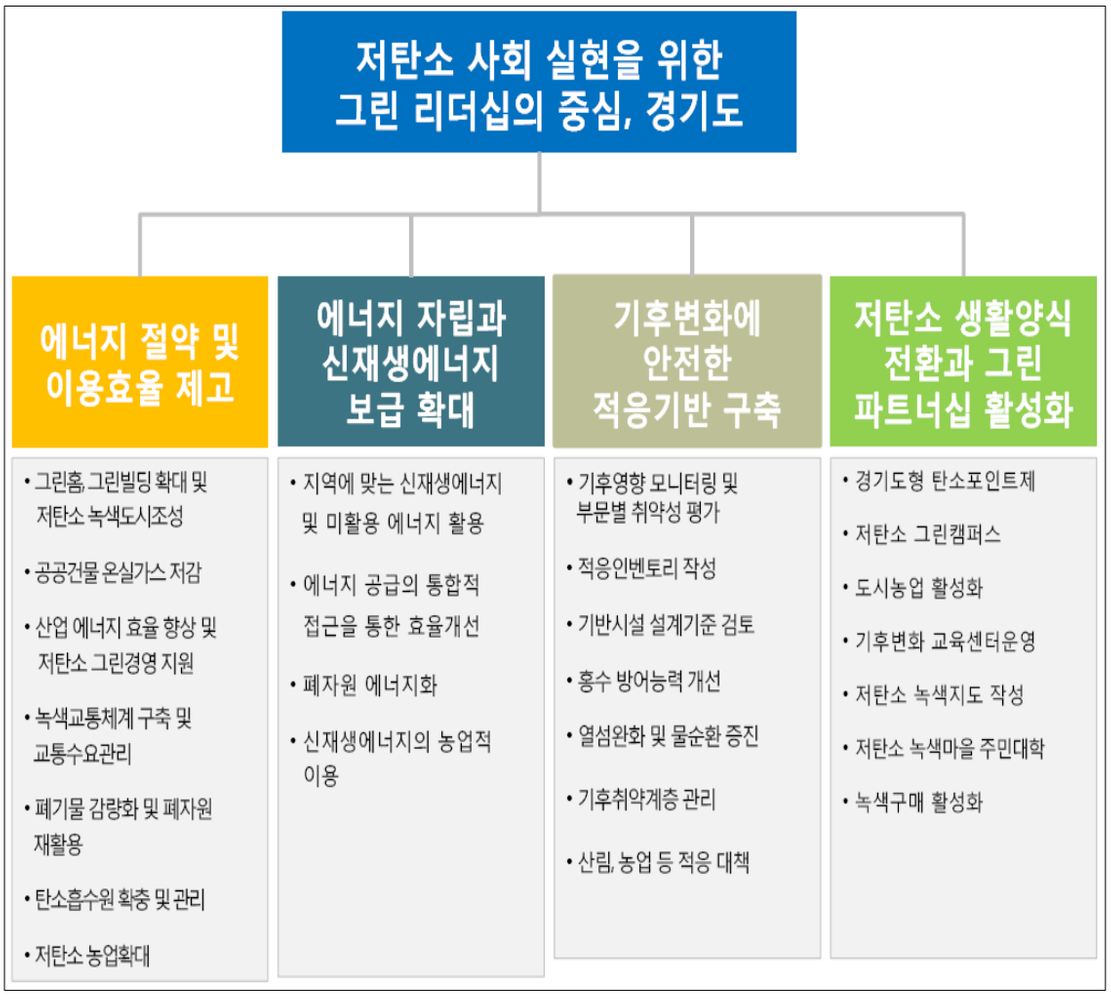
○ 3G(Gangwon Green Growth) 프로젝트와 연계하여 강원도 전역을 공간적 범위로 하고 2010~2050년까지를 시간적 범위로 하여 강원도 기후변화 적응대책 및 중장기 발전계획을 수립함.

- 주요내용 : 기후변화 적응 개념정립 및 사례조사, 강원도 기후변화 중장기 예측, 강원도 부문별 기후변화 영향 및 취약성 분석, 부문별 기후변화 적응대책 수립, 강원도 부문별 기후변화 적응 중장기 발전계획 등

다) 경기도

○ 국가의 온실가스 감축목표와 지역적 특성을 반영하여 경기도의 연도별 온실가스 배출량 감축목표를 중기(2020년), 장기(2050년)로 설정한 후 부문별 온실가스 저감 및 적응대책을 제시함.

- 주요내용 : 2020 경기 Green 500 프로젝트, 분야별 적응대책(생태계, 물관리, 건강, 재해, 산업·기반시설) 등



<그림 3-11> 경기도의 기후변화 대응비전 및 전략(경기개발연구원, 2010)

라) 인천광역시

○ 인천광역시의 온실가스 배출량 및 각 부문별(생태계, 도심, 수자원, 보건, 재난, 산업 및 해양/도서) 취약성을 평가하고 중장기적인 적응 전략과 대응책을 수립함.

- 적응대책을 도출하기 위해 온실가스 인벤토리 구축 및 취약성 평가를 실시하였지만 기후변화로 인한 영향평가가 이루어져 있지 않아 직접적인 영향 파악이 어려움.

<표 3-19> 인천광역시의 부문별 기후변화 적응 전략

부문	취약성	적응전략
생태계	- 수도권에 속한 다른 지자체에 비해 생태계 취약성이 높게 나타남	- 지속가능한 산림경영 실시 - 산림생태계 및 생물다양성 보전 - 산불관리를 위한 인력·시설·장비 확충 - 취약지 관리 및 재난위기 관리체계 확립 - 생태계 통계 및 품질관리(DB 구축 등) - 기후변화 관련 연구 지원
수자원	- 전국 16개 지자체와 비교하여 취약성이 높게 나타남 - 상수원이 팔당과 한강으로 한정되어 있어 효율적 물관리 방안이 필요함	- 가뭄 취약성 증가에 대비 - 수요관리를 통한 건전한 물이용 체계 강화 - 수자원 기반시설 강화
보건	- 폭염 : 남구와 부평구의 취약성이 높음 - 대기오염 : 부평구가 가장 취약함 - 전염병 증가 : 말라리아 발병률이 높은 강화도의 취약성이 가장 높음	- 폭염 : 새로운 건축 법규 마련, 환경친화적 건축계획, 폭염조기경보 체계 구축 - 대기오염 : 산업시설 및 자동차 배출가스 제한, 대중교통 체계 개선 - 전염병 : 매개체 관리, 백신 예방접종 실시, 보건교육 실시
재난	- 산사태 : 인구밀도가 높은 계양구와 부평구 일부 지역이 가장 취약함	- 산사태 발생 위험지역에 대한 예측과 위험평가 분석 모델 개발 - 산사태 발생 지역에 대한 GIS 및 RS 자료 구축
산업		- 강우 패턴 및 수량 변화 : 수력발전량, 댐시설 관리 및 운용, 냉각수 확보 - 기온상승 : 공기조절, 냉난방 수요 조절, 송변전 기기의 허용온도 범위 변경 - 수온(해수, 담수) 상승에 따른 터빈냉각효율 저하, 발전설비 부착 생물 증가에 대비 - 극한기후 : 송배전 설비 강화, 염해대책, 폭설 피해 대책 수립
해양	- 전국 16개 지자체와 비교하여 해양 취약성이 높음 - 산업적 관여도가 높고 해안과의 인접도가 큰 것으로 나타남	- 기후변화 적응기반 구축 : 모니터링을 통한 예측능력 향상, 자연 재난·재해 종합대책 수립 - 생물종 변화 : 어장 변화 예측, 해양수산업 기술변화 및 기술개발, 어업정보에 관한 적합한 정보 구축 - 해양수산 시장 변화 : 적극적인 시장계획 수립, 어업 인구 연령 및 증감을 고려한 계획 수립

출처 : 국가기후변화적응센터 발전방안 마련 연구(국립환경과학원, 2010)

나. 국외 기후변화 적응대책 수립 사례

1) 영국

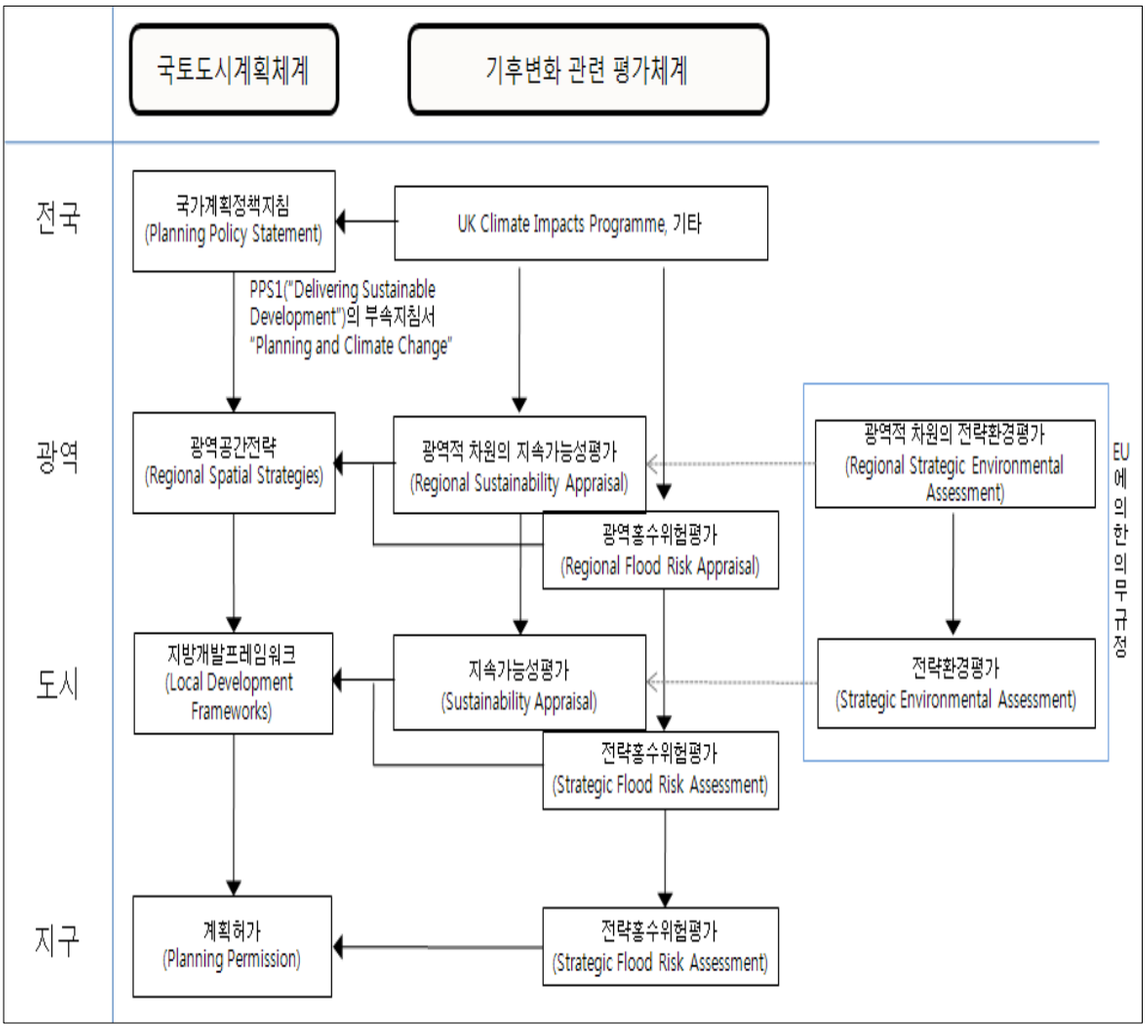
가) 국가차원의 적응관련 대책

○ 1997년 설립된 영국의 기후변화에 의한 영향 프로그램(UKCIP : UK Climate Impacts Programme)은 각급의 국토·도시 계획기구에서 기후변화의 영향을 평가하고 적절한 적응전략을 수립하여 정책에 반영할 수 있도록 '적응정책 기본계획(APF : Adaptation Policy Framework)'을 수립하여 틀을 제시함.

- UKCIP는 환경식품농업부(Defra: Department for Environment, Food and Rural Affairs)로부터 재정적 지원을 받으며 기후변화 영향을 평가하고 프로그램에 이해당사자를 참여시키고, 기후변화와 관련된 다양한 연구·조사 활동의 기획과 조율을 목적으로 함.
- 이 프로그램을 통하여 발간된 '미래 기후변화의 시나리오(Scenarios of Future Climate Change in the UK)'와 '미래의 홍수 위험에 대한 예측(The Foresight Future Flooding Project)' 연구보고서는 영국정부의 기후변화 대응 체계의 시발점이 되고 있으며 이는 국토·도시계획의 정책 및 지침 수립에 적극 반영되고 있는 것으로 나타남.
- 적응정책 기본계획(APF, 2004)은 환경식품농무부의 5개년 전략에서 제시한 기후변화 적응전략 추진체계의 일환으로, 적응개념을 정책 수립에 반영하고 다방면에 걸친 기후변화의 위험과 기회를 확인하여 정부정책의 우선순위 설정에 반영함.
  - APF의 3단계 전략 : 국가차원의 기후변화 적응현황 파악 단계 → 수행 중인 적응활동과 성공적인 수행사례의 분석을 통한 원인 분석 단계 → 특정 부문에서 적응이 이루어지지 않은 이유를 파악하고 차후 계획과정에서 이를 수정하기 위해 필요한 인센티브와 지원방안의 모색 단계

○ 국토·도시계획과 관련한 국가 차원의 최상위지침인 '계획정책지침(Planning Policy Statement, PPS)'에 PPS 1의 보충서류인 '계획과 기후변화(Planning and Climate Chage)'와 홍수방어를 위한 PPS 25인 '개발과 홍수위험(Development and Flood Risk)'을 별도로 수립하여 기후변화 적응방안을 마련하고 정책에 일관성을 부여함.

- 영국의 기후변화 관련한 도시계획체계의 특징
  - 정부의 기후변화 프로그램과 에너지 정책에 적극 부응하고 지속가능한 개발에 참여
  - 기후변화에 대한 취약성을 최소화하고 복원력을 갖춘 개발을 유도
  - 지역사회로 하여금 기후변화에의 대응에 효과적으로 기여할 수 있도록 함
  - 기업으로 하여금 기후변화를 저감하고 적응하도록 경쟁력과 기술혁신을 촉진



<그림 3-12> 영국의 계획체계와 기후변화 관련 리스크 평가체계(국토연구원, 2009)

○ 기후변화 적응에 대하여 지방정부는 중앙정부 정책의 틀 속에서 관련 제도를 집행함.

<표 3-20> 영국 지방정부의 정책대응 및 관련지침

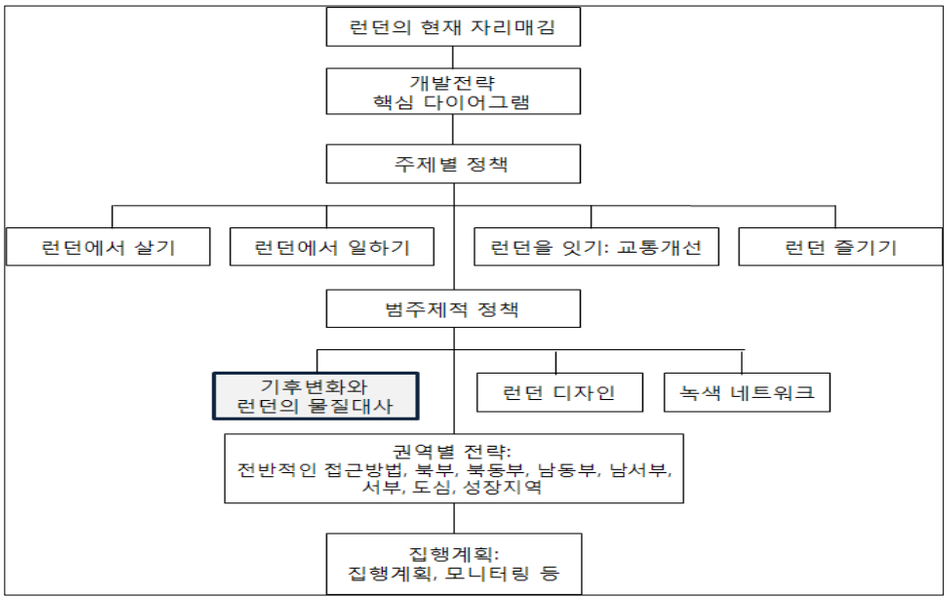
구분	지방정부의 정책적 대응	관련지침
하천 범람	- PPS 25를 엄격히 적용 - 지방개발프레임워크(LDF : Local Development Framework)와 유역홍수관리계획(CFMP : Catchment Flood Management Plan)과의 적합성 확보 - 주민들의 인식 제고	- PPS 25 및 실무지침 - FMP 수립지침 - 홍수 예·경보체계(Flood-line) - 침수지도
집중호우에 의한 내수배제 불량	- 노면수 관리계획(SWMP : Surface Water Management Plan) 수립 - 지속가능도시배수체계(SUDS: Sustainable Urban Drainage Systems) 적용	- 배수체계 개선 - PPS 25 및 실무지침 - 도시배수에서 초과우량 설계지침(Designing for Exceedance in Urban Drainage) - IRIA의 설계지침들
건강	- 병원, 요양원, 학교 등의 기관은 기후위험을 평가하고 행동계획을 수립	- 영국에서의 기후변화의 건강에 대한 영향 - 기후변화 위험도평가에 대한 UKCIP 지침
수자원 고갈/ 가뭄	- 신규 건축물로 하여금 지속가능주택기준(Code for Sustainable Homes)등 높은 수준의 물이용 효율성 확보 - 물이용 효율화 대책을 강구하고, 주민들의 생활습관 변화 도모	- 지속가능주택기준(Code for Sustainable Homes) - 주택 및 건축물 개량과 관련한 각종 자료: 'Your Home in a Changing Climate' 등 - 템즈수문(Thames Gateway)의 물 중립성(Water Neutrality) 기준
생물 다양성	- 보전지역들을 양호한 상태로 유지관리 - 공간계획 수립 시 동물이동경로를 고려하여 코리더(corridor)와 생태네크워크 구축 - 녹색인프라(green infrastructure)를 개발계획에 반영	- Defra의 '기후변화와 생물다양성 보전(Conserving Biodiversity in a Changing Climate)' - Monarch(Modelling Natural Resource Responses to Climate Change) 프로젝트 - RANCH(Biodiversity Spatial Planning Climate Change) 프로젝트 - 녹색인프라(green infrastructure)
핵심 기반 시설	- 기후변화 위험도평가를 실시하고, 행동계획을 수립	- 기후변화 위험도평가에 대한 UKCIP 지침
계획	- LDF에 기후변화대책을 통합해야 하는 의무가 있음 - 종합적인 물순환 조사연구를 통해 LDF에 반영	- PPS 1의 부속지침 - 전략적 환경평가(SEA : Strategic Environmental Assessment) 및 기후변화지침 - 개발사업에 대한 기후변화 적응계획 체크리스트 - SPACE(European Spatial Planning : Adapting to Climate Events) 프로젝트 - TCPA(Town and Country Planning Association)의 기후변화적응 디자인지침(Climate Change Adaptation by Design: A Guide for Sustainable Communities) - 물순환 관련 조사연구

나) 지자체차원의 적응관련 대책

○ 런던 기후변화 적응전략(London Climate Change Adaptation Strategy)은 위험기반접근 방식으로서, 오늘날 기후변화를 이해하고 한 세기에 걸쳐 기후가 어떻게 변화하는지를 관찰하여 주요 기후변화 위험(Key climate risks)에 대한 확인 및 우선순위에 대한 체계를 제시함.

- 런던지역의 장래 기후전망과 그에 따른 홍수, 가뭄, 폭염, 건강, 환경, 경제, 기반시설 등에 대한 위험평가와 그 영향 및 대응전략을 포함함.
- 위험도평가는 발생확률, 결과, 취약성의 측면에서 이루어졌으며, 적응전략은 예방, 대비, 대응, 복구의 측면에서 도출됨.
- 광역(유역 또는 도시)적 차원, 지구적 차원, 개별 건축 차원에서 가능한 구조적·비구조적 대책들이 검토되고 적용됨.

○ 런던의 첫 번째 적응전략으로서 제안된 많은 행동은 우리가 직면한 도전과제에 대한 이해를 증가시키고, 미래의 위험이 증가하지 않도록 하며, 기후변화에 대한 대책계획을 수립하는 것을 목적으로 함.

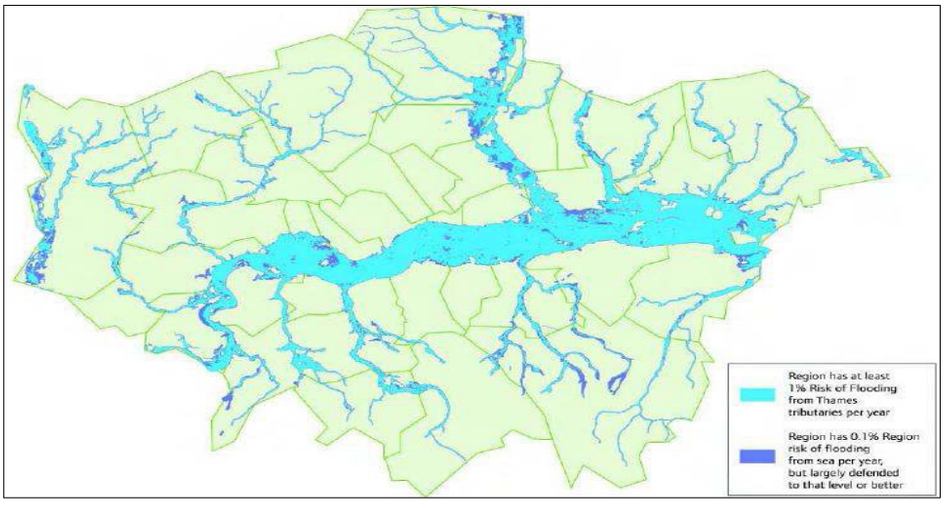


<그림 3-13> 런던계획의 체계에서의 기후변화에 대한 계획(국토연구원, 2009)

○ 런던 기후변화 적응전략에서는 홍수, 가뭄, 과열과 관련하여 적응전략 행동을 제안하고 있음.

- 런던은 북해와 템즈강에 인접해 있고, 폭우 등으로 인한 홍수에 취약하므로 이에 따른 적응전략지침을 수립함.

· 홍수위험에 대한 예측 및 관리능력을 향상시키기 위하여 홍수취약지도 제작, 홍수위험 우선순위에 따른 계획 수립, 홍수관련 정보 및 분석데이터 공유 등을 촉구
· 홍수위험에 대한 관리지침의 우선순위 결정, 홍수에 의한 대처 및 복원능력 향상을 위한 인식 증대



<그림 3-14> 런던 템즈강 유역 홍수위험지역(국토연구원, 2009)

- 런던은 여름철 집중호우, 지하수 고갈, 증발산량과 용수 사용 증가 등으로 향후 가뭄 발생 가능성이 높아 가뭄과 관련한 다양한 적응전략지침을 제시함.
  · 수자원 관리에 대하여 정기적으로 런던 물 전략(London Water Strategy)을 검토하고 공개
  · 런던의 물 사용량 감소 및 가뭄 해소를 위한 복원력을 향상시키고 시 차원의 가뭄 대책 수립
- 여름철 평균온도 및 열파 강도와 빈도가 증가함에 따라 런던의 과열(Overheating) 가능성이 지속적으로 증가하고 있으며 이에 대한 적응전략지침을 수립함.
  · 과열에 대한 이해 및 위험우선지역, 위험관리옵션 등에 대한 확인
  · 도시지역내 녹지공간을 활용한 온도상승 관리와 고열위험을 줄이기 위한 디자인가이드라인 제공
  · 열파동안 피난장소로 사용할 수 있는 '열파 피난처(냉각 빌딩 공공 접근성)'의 효과 평가

2) 미국

가) 국가차원의 적응관련 대책

○ 미국은 중국과 함께 온실가스 배출 세계 1~2위를 다투는 국가임에도 불구하고 제대로 된 연방차원의 기후변화 법률이 없었으며, 있더라도 실질적인 기후변화 규제 법안이 아닌 조사·연구에 초점이 맞춰져 있었음.

○ 오바마 정부 들어 Kerry-Boxer 법안이라 불리는 '청정에너지 일자리 및 미국 국력 법안(Clean Energy Jobs and American Power Act of 2009)'이 2009년 11월 상원 환경위원회

를 통과함.

- Kerry-Boxer 상원법안은 청정에너지 안전 법률안(The American Clean Energy and Security Act of 2009, 일명 Waxman-Markey 하원법안)에 기초한 기후변화 법안으로 온실가스 감축 프로그램, 기술개발 연구, 기후변화 전환 및 적응, 지구온난화 오염감축 및 투자 프로그램 등의 내용을 다루고 있음.

<표 3-21> Kerry-Boxer 상원법안의 주요내용

구 분	주요내용
온실가스 감축 프로그램	- 청정교통 - 탄소포집·저장 - 원자력 및 진보된 기술 - 물 사용 효율성 증진 - 에너지 효율 및 재생 에너지 - 대중교통 수단에서의 배출 감소 - 청정에너지 및 천연가스
기술개발 연구	- 에너지 기술개발 연구 - 마시는 물 관련 연구
기후변화 전환 및 적응	- 녹색고용 및 일자리 전환 - 국제 기후변화 프로그램 - 기후변화 적응 프로그램
지구온난화 오염감축 및 투자 프로그램	- 지구 온난화 오염 감축 - 온난화 배출권 분배 - 추가적인 온실가스 기준 - 탄소시장 거래 보증 - 산업계의 실질적 탄소배출 감소 관련

출처 : 미국의 기후변화대응 정책동향 및 시사점(강상준, 2009)

○ 2005년 허리케인 카트리나 피해 이후, 범람 및 제방 붕괴에 의한 피해 저감을 위해 수자원개발법(Water Resources Development Act of 2007)을 개정하였음.

- 주요내용 : 피해를 입은 중요 인프라 재건 등의 사업 인가, 제방 안전 프로그램 규정, 지구온난화를 고려한 연안 지대의 방어에 관한 지침 제시

○ 국가 홍수보험 프로그램(National Flood Insurance Program, NFIP) 운영을 통해 재난 발생 시 복구 지원 뿐 아니라 예방을 위한 정책수단으로 활용

- 각 지자체에 효과적인 홍수보험의 운영을 위한 홍수위험지도(flood-hazard maps)와 이에 따른 홍수보험요율지도(flood insurance rate map)를 제작하는 방식으로 운영
- 홍수를 대상으로 기후변화의 지역적 영향을 분석하는 '기후변화의 영향 예측 및 취약성의 진단'수행

- 기후변화 피해 방지에 기여한 NFIP 운영 사례
  · 9,000 제곱 마일에 달하는 홍수 취약지구에서의 개발을 제한함.
  · 6,000 에이커에 달하는 홍수터 지역의 기개발지역을 토지 구매와 위험취약 건물에 대한 철거를 통하여 개활지 상태로 원상 복귀시킴.
  · 매년 10억불에 달하는 홍수 피해를 예방함.

○ 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency, FEMA)의 재산인수 프로그램(Property Acquisitions Program)은 기후변화로 인한 위험이 예상되는 지역에 도시계획적 측면에서의 개입을 현실화함.

- 위험지구에 거주하고 있는 주민들의 재산을 지역공동체가 구매하여 위험지구 거주민들의 이주를 돕는 프로그램으로서 기후변화 영향에 의한 재난/재해에 가장 근본적으로 대처할 수 있는 정책
- 연방재난관리청은 프로그램을 직접적으로 지원하고 있으나 실질적 집행은 주정부와 지방정부에 의해 이루어짐.

나) 지자체차원의 적응관련 대책

① 킹 카운티(King County)

○ 2005년 말 기후변화에 대한 전반적인 업무를 담당하는 지구온난화팀(Global Warming Team)을 출범시킴.

- 부군수(Deputy Chief of Staff)가 운영하며 예산국, 물공급, 폐기물, 대기질, 공원, 교통, 토지이용계획, 건축법, 경제개발보건, 비상관리 부서 등의 대표들로 구성됨.
- 기업 활동과 운영, 재정계획 등을 검토하여 기반시설과 행정 서비스 분야에서의 적응기회를 파악
- 미국 북서부지역 기후변화 이슈에 대한 연구를 10년 이상 수행해오고 있는 워싱턴대학의 기후영향그룹(Climate Impacts Group)과 긴밀한 협조관계에 있음.
- 주요 성과
  · 기후변화에 대비한 도시 하부구조와 공공서비스의 적응 대안과 예산 계획 수립(Clean Air Partnership, 2007)
  · 의회는 2007년 2월까지 '킹 카운티 기후변화 완화 및 대비 계획(King County Climate Change Mitigation and Preparedness Plan)'을 수립하는 법안을 통과시킴(2006. 10).
  · 온실가스 저감 정책과 함께 적응 전략의 방향 제시(Clean Air Partnership, 2007)
  ※ 수자원, 침식 및 산사태, 어업, 야생생물 부문에 대한 기후변화 영향에 대응할 수 있는 킹 카운티 종합계획의 개정
  ※ 기후변화로 인한 해안선 침식에 대응하는 카운티의 해안선 마스터플랜의 개정 및 용수공급 부족에 대응하기 위한 하수 및 관개 시설의 관리

② 뉴욕시(New York)

○ 2003년 환경보호과에서 5년 기한으로 기후변화대응책 수립을 위하여 기후변화 T/F팀을 설치

- TF팀은 물공급, 상하수도 운영, 폐수처리 등 7개부서의 대표들로 구성
- 컬럼비아대학교 지구연구소와 긴밀한 연계 속에서 대책을 수립함.
  - 컬럼비아대학의 과학자들이 기후변화가 뉴욕시의 물시스템, 극단적인 기후 취약성에 대한 사례연구, 침수예상지역, 상수공급과 하수처리시설에 대한 기후변화 영향 등을 연구하고 예측함.
  - 엔지니어들은 해수면 상승과 폭풍을 감안한 하수처리시설의 새로운 기준을 마련
  - 뉴욕시와 컬럼비아대학은 조정관을 두고 대비책을 수립
  - TF팀은 별도의 예산은 없으나 강력한 리더십의 위원장에 의해 필요한 자원을 모두 지원받음.

○ 2006년 NYC 장기계획 및 지속가능국(Office of Long-term Planning and Sustainability)을 설치

<표 3-22> 뉴욕시의 기후변화 적응정책 리스트

구분		주요내용
토지이용	정부	- 물공급 향상을 위한 토지이용 계획 수립, 항구에 방파제 건설, 배수로 디자인 기준 개정, 태풍시 하수구의 원활한 물 흐름을 위한 건설, 도심 물공급 확장 시스템 건설, 기반시설 계획 및 건설시 고도를 높여 설치, 홍수 범람지역 연안을 설정하여 개발 계획 수립, 홍수 범람지역 공원용도 변경법 개정, 홍수 연안 지역보호 울타리 계획
주택	정부	- LEED(Leadership in Energy and Environment Design) 프로그램, 홍수장비 및 통제실을 위한 방수 구조물 설치
교통	기업	- 하이브리드카 보급 및 개발
생태(녹지)	정부	- 친환경 배수로를 이용한 빗물의 양 조절, 다양한 물공급 시스템, 시냇물 물공급 관리 보호 프로그램, 나무식재
경제(산업)	정부	- GHG 감축 프로그램(7% 감축(2012년), 30% 감축(2030년))
에너지	시민	- 에너지 절약
	기업	- 에너지 효율 개선 설비투자, 에너지 공급 인프라 현대화, 에너지 공급 컨트롤 타워 건설
	정부	- 에너지 절약의 현대화, 에너지 공급 인프라 현대화
폐기물	정부	- 악천후시 수질조절 계획수립, 도심 하수구 청소, 폐수처리장 전기용량 증가, 하수구 그물청소 프로그램, 도심 폐수펌프 설치, 하수도 펌프 개선, 폐수처리장 칸막이 설치, 홍수시 폐수처리장 보호를 위한 설계기준 교정, 연안 홍수시 방수 펌프 사용 등
거버넌스	정부	- 비상용 관리 장비 비치, 물공급 품질향상을 위한 구조적 개선 프로그램, 기후변화 홍보 및 교육, 홍수관리 프로그램, WPCP(Water Pollution Control Plant) 프로그램, 균형적 지속가능한 물공급 프로그램, 홍수방지 계획 수립, DEP(Department of Environement ProtectionP 기후변화 프로그램

출처 : 지자체 기후변화대응과 조직현황에 대한 해외사례(문태훈, 2008)

3) 캐나다

가) 국가차원의 적응관련 대책

○ 캐나다는 기후변화로 인해 북극 빙하 감소, 가뭄, 해수면 상승, 농업 피해, 산림파괴, 생물종 감소, 전염병 발생 등 다양한 형태로 피해가 발생하고 있기 때문에 기후변화의 환경, 보건 및 경제적 영향을 최소화하기 위한 대책을 수립함.

○ 천연자연부(Natuer Resources) 지구과학부(Earth Sciences Secter)내의 기후변화 영향 적응부서(Climate Change Impacts &Adaptation Division)에서 기후변화 적응의 중심 전략을 수립함.

- 기후변화 영향 및 적응 프로그램(Climate Change Impacts & Adaptation Program : CCIAP) 운영

  · 캐나다 전역의 취약성을 평가한 'From Impacts to Adaptation-Canada in a Changing Climate' 보고서를 발간함

  ※ 캐나다의 기후변화에 따른 영향 취약성 그리고 적응 전략을 수립

  ※ 미래 혹은 현재의 기후변화 적응은 과거의 이니셔티브를 계속 유지하고 새로운 접근 방법을 소개함

  ※ 현재 작동하고 있는 적응을 수행하면서 미래의 적응능력 증대를 요구

<표 3-23> 캐나다의 부문별 기후변화 적응 방안

부문	주요내용
농업	- 기후변화가 농작물에 미치는 긍정 혹은 부정적 효과 제시 - 6년간(2001~2006년) 약 500명의 농업관계자들과 기후변화 적응 발전 방안 제시
해안	- 5년간 해안 연구자 및 이해 당사자들과 기후변화 영향 및 적응 논의 - 해안 부문에 관한 주요 영향 및 변화 제시 - 기후변화가 해안에 미치는 생물학적 및 사회경제학적 영향 파악 - 해안에 필요한 기후변화 적응 이행 5가지 주요 방안 제시
수산업	- '지구온난화 영향 및 적응 연구네트워크(Canadian Climate Impacts and Adaptation Research Network, C-CIARN)' 수산업 멤버십 결성 및 정보 교류 활성화 방안 마련 - 5년간(2002~2007) 커뮤니케이션을 통한 수산업 주요 세가지 영향 파악
산림	- 산림 연구 협력 및 이해 당사자들간의 의사소통 활성화 추구 - 기후변화로 인한 산림 지역의 물리적 및 사회경제학적 효과 파악
보건	- C-CIARN은 보건 이해당사자들과 협력 증진 방안 마련 - 기후변화로 예상되는 8가지 보건 영향 및 취약성 제시
수자원	- 강수량 변화에 따른 배수시설 개선 방안 수립 추진 - 저수위로 인한 7개 부문별(수송, 수산업, 에너지, 농업 등) 영향 파악

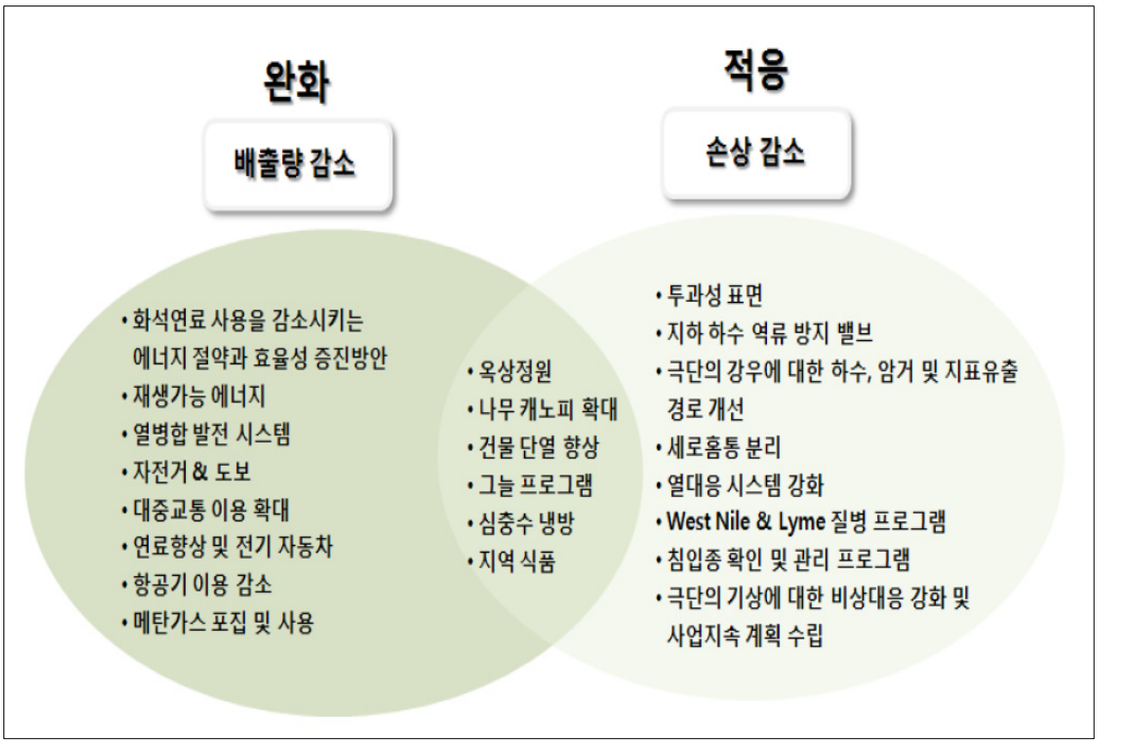
출처 : 국가기후변화적응센터 기후변화적응포털(http://kaccc.kei.re.kr/)

나) 지자체차원의 적응관련 대책

① 토론토(Toronto)

○ 토론토의 기후변화 대응 전략은 기후변화 실행계획에 포함되어 있음.

- 온실가스 배출 삭감 실행계획 : 대중교통 이용 증대, 에너지 효율 프로그램, 매립 가스의 에너지화 등
- 적응 계획 : 열파 효과, 홍수, 집중호우, 강풍, 곤충 해충 범위 확장, 호수면 변화, 기타 기후변화 효과 저감을 통한 강우 배수 향상, 건강 보호 프로그램(예, West Virus, Heat Alert), 비상대응 강화, 업무 지속 프로그램 등



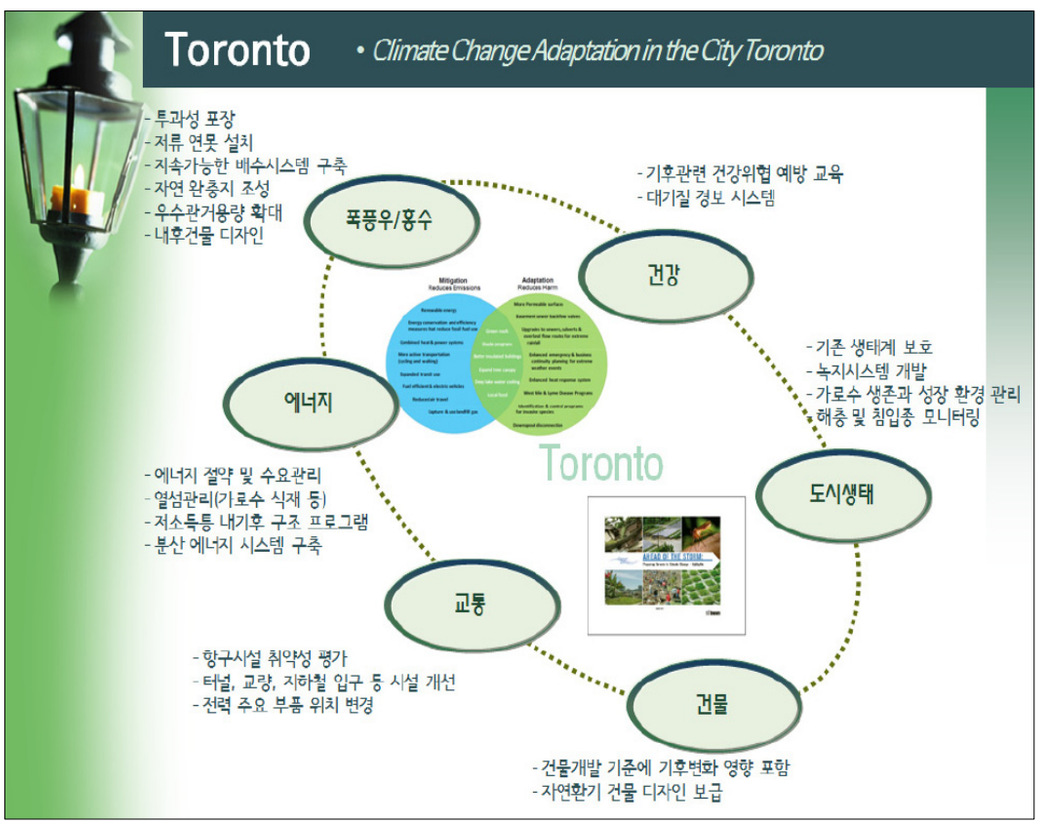
<그림 3-15> 토론토시 기후변화 실행계획 다이어그램(서울시정개발연구원, 2010)

○ 기후변화 적응 계획(또는 프로그램) 중 우선순위 선정을 위한 전략

- 광범위한 다년도 적응 과정의 개발을 위한 내부 구조와 역량 강화
- 공공, 기업, 기타 관계자 협력
- 적응 대책을 도시 정책과 계획으로 통합
- 과학적 분석에 기반을 둔 기후변화의 영향 및 결과
- 분석을 토론토 기후변화 취약성 평가에 활용
- 적응 대책을 필요로 하는 우선적인 영향을 확인하기 위한 위험 평가 수행
- 위험 감소를 위한 적응 선택들의 확인·평가

- 기후변화 적응 전략 수립
- 기후변화 모니터링 등 적응 정책들의 효과성 평가의 단계에 맞추어 광범위한 적응전략 개발

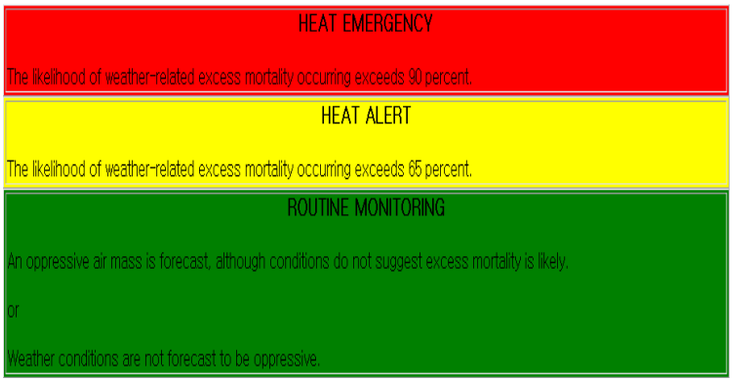
○ 토론토시는 6개 부문(폭풍우/홍수, 에너지, 교통, 건물, 도시 생태계, 건강)에 대한 기후변화 적응 추진전략을 수립함



<그림 3-16> 토론토시 기후변화 적응 추진전략(서울시정개발연구원, 2010)

○ 토론토 기후펀드와 델라웨어대학과의 협력적 파트너십에 의해 열·건강 경고 시스템(Heat-Health Alert System)에 대한 적응대책을 수립함.

- 극한추위날씨경보(Extreme-Cold Weather Alerts, 1996), 열건강경보(Heat-Health Alert, 2001) 등 두 가지의 극단적 기후 상황에 대한 경보를 할 수 있는 시스템 보유. 특히 이 시스템은 노인, 어린이, 의료장애, 무주택자 등 도시의 취약계층을 보호하고자 설계
- 환경캐나다(Environment Canada)에서 제공한 46년간의 기후자료와 17년간의 사망률 자료를 활용하여 사망률이 높은 기후조건을 조사함.



<그림 3-17> 열 경고 시스템 레벨(The Clean Air partnership, 2005)

② 밴쿠버(Vancouver)

○ 기후변화가 밴쿠버(Vancouver)시에 미칠 영향과 적응 전략은 '광역 밴쿠버 도시 체계의 기후변화 영향과 적응 전략(Climate Change Impacts and Adaptation Strategies for Urban Systems in Greater Vancouver)' 보고서에서 다루고 있음.

<표 3-24> 광역 밴쿠버 도시 체계의 기후변화 영향과 적응 전략 요약

부문	주요내용
지역의 기후변화 영향에 대한 취약성 평가	- 기후변화, 사회경제, 자연재해, 전염병 등 여러측면을 고려한 취약성 평가 - 위험성 평가 : 점진적인 변화(해수면 상승 등), 급작스런 변화(홍수 등)
적응을 위한 프레임워크로서 밴쿠버의 살기 좋은 지역 전략 계획 강화	- 살기 좋은 지역 전략 계획(Livable Region Strategic Plan)의 확장 • 해수면 상승이나 홍수위험이 높은 지역에 대한 인구집중 및 성장 억제 • 기후변화 영향이 적은 지역에 지역 개발 집중 • 녹색지역과 관련된 정책 이행의 확대 • 지역 실정에 맞는 교통정책을 통해 온실가스 저감
녹색망과 푸른 띠를 보호하고 연결하기	- 녹색망과 푸른띠(Web of Green and Ribbon Blue) 정책 : 녹색공간과 물길의 보호·조성을 통해 환경적 스트레스에 대한 적응력 증진
복합사용공간과 개조가능한 구조 설계	- 안전한 도시 체계 구축을 위해 유연한 공간 구조 지향
단거리 루프와 통합 기반시설 네트워크 계획	- 도로, 건물 등 기반시설의 체계적 연결망 건설을 통해 도시의 생태적 연결 증대
도시 체계의 다양성 유지 및 향상	- 외부 변화에 효율적으로 대응하기 위한 기술과 자원의 다양화
급격한 외부 스트레스에 대비하고 대피할 수 있는 공간 마련	- 허리케인, 홍수와 같은 급작스런 외부 환경에 대피할 수 있는 도시차원의 공간전략 개발
통합적 도시 위험 관리체계 마련	- 모든 부분의 위험을 다룰 수 있는 위험평가 관리 방안 개발
강력한 응급처치와 복구계획 수립	- 지역의 응급재해 및 복구 시스템 통합 관리
적응 전략의 선별, 우선순위 정하기, 실행하기	- 비용-편익 분석, 우선순위 선정 • 비용이 들지 않거나 비용으로 단기간 효과를 볼 수 있는 정책 우선 수행 • 영향 저감 편익 이외의 다른 편익을 가져올 수 있는 정책 우선 수행 • 복수의 정책 효과를 볼 수 있는 정책 우선 수행 • 하나의 전략이 여러 부문에 걸쳐 효과를 가져오는 정책을 우선 수행
적응관리 프레임워크 적용 및 기후변화 영향 감시	- 불확실성에 근거한 정책이므로 변화에 유연하게 대처할 수 있어야 함.

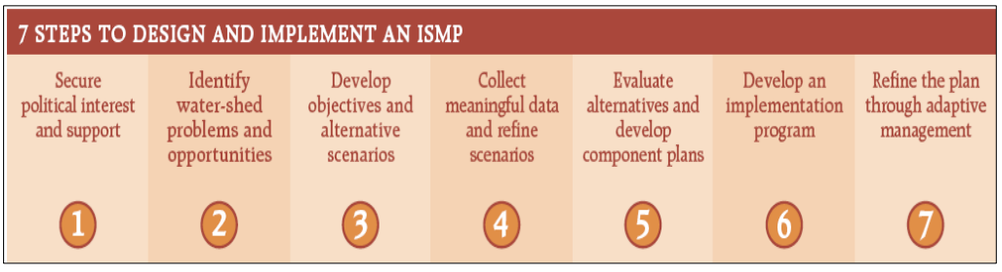
출처 : 지자체 기후변화 취약성 현황에 기초한 적응대책 수립 가이드라인 개발(국립환경과학원, 2008)

○ 밴쿠버는 태풍수해관리계획을 수립하여 기후변화에 대한 적응노력을 수행하고 있음.

- 연방정부와 함께 2002년 '풍수해기관간연락팀'을 만들었으며' 통합적 풍수해 관리계획(Integrated Stormwater Management Plans : ISMPs)'을 수립함

· 유역보건, 토지사용계획, 공학, 커뮤니티 가치, 기후변화, 변동 등 물 관리를 통합하고 있으며, 2014년까지 추진 예정

· 정부, 전문가, 시민이 협력하는 협력적 거버넌스 접근을 추구함.
· 정치적 지원 확보, 유역의 문제 및 기회 분석, 목적과 대안적 시나리오 개발, 의미 있는 데이터와 시나리오 수정, 대안 평가 및 요소계획 수립, 실행프로그램 계획, 적응적 관리를 통한 계획의 수정 등 7단계로 구성됨.



<그림 3-18> 통합적 풍수해 관리계획(ISMPs)의 진행(progress)

③ 할리팩스(Halifax)

○ 할리팩스시는 환경컨설팅 컨소시움인 ClimAdapt, 환경부(Environment Canada), 노바 스코티아(Nova Scotia)주, 에너지부 등이 기후변화 감소 및 적응대책 개발을 위해 설치한 Climate SMART를 설치 운영하고 있음

- ClimAdapt는 할리팩스시가 해수면상승과 연안문제로 기후변화 적응대책을 마련하는데 적격으로 판단하고 시정부에 온실가스 감소 및 기후변화 적응계획 마련을 제안함.
- 초기 프로젝트는 딜론 컨설팅회사에서 관리하고 캐나다 도시연합체, ClimAdapt에서 자금을 지원함.
- 기후변화관련 정보를 주민들에게 제공하고, 지역계획에 기후변화 요소를 고려하도록 권고함.

기후변화 대응 지역행동지침 제시함.

4) 호주

가) 국가차원의 적응관련 대책

○ 호주의 기후변화 적응체계의 장기적 목표는 기후변화의 위험을 줄이고 모든 기회를 활용하는 것이고 5~7년의 중기목표는 기후변화 영향을 해결할 수 있는 역량을 구축하고 주요 부문 및 지역의 취약성을 줄이는 것임.

○ 호주 정부는 기후변화에너지효율부(Department of Climate Change & Energy Efficiency, DCCEF)를 중심으로 연구기관, 지방정부와 파트너십 접근법을 기본으로 하여 적응체계를 구축하고자 노력함.



<그림 3-19> 호주의 기후변화 적응 대책 추진 체계(기후변화적응포털(http://kaccc.kei.re.kr/), 2012)

- DCCEF가 운영하는 '국가 기후변화 적응 프로그램(National Climate Change Adaptation Program, 2006)'을 통해 지역의 기후변화 영향과 적응 평가에 대한 여러 접근방법을 탐색하는 등 통합평가 프로젝트를 지원함.
  · 기후변화 적응 행동(Climate Change Adaptation Actions for Local Government) 보고서 발간

○ 호주의 적응체계는 두 가지 우선순위 기준을 토대로 적응활동을 결정

- 이해와 적응력 구축 : 국가와 지역 수준에서의 효과적인 적응활동을 위해 지식의 불균형을 완화시키려는 신규활동을 포함
  · 호주 기후변화 적응센터(Australian Center for Climate Change Adaptation)
  · 의사결정자를 위한 지역 기후변화 정보와 수단 개선
  · 기후변화 영향에 대한 통합 취약성 평가
- 주요 부문 및 지역 취약성 줄이기 : 특히 수자원, 생물다양성, 연안, 농림수산업, 관광, 정주의 취약성을 낮출 필요가 있음.
  · 주요 지식의 불균형을 해소하는 것이 필요하며 이는 대부분 적응센터를 통해 가능
  · 부문별로 적합한 도구와 정보 구축
  · 취약한 부문을 위한 기후변화 적응활동 개발과 실행

<표 3-25> 호주의 부문별 기후변화 적응 방안

부문	주요내용
수자원	- 수자원 및 기후변화 관계 파악 연구수행 - 수자원, 사회기반시설 계획 및 관리를 포함한 물산업 육성방안 제시
해안	- National Resource Management Ministrial Council의 해안 취약성 평가 실시 - 지도, 모델, 포털을 이용한 정보 전달체계 지원
생물다양성	- 세계 지정 유산 호주 생물종에 대한 체계적인 분석 - 생물다양성 생태 시스템 진행에 관한 기후변화 영향 연구 국가 프로그램 수립
농림수산업	- 농업 : 국가 농업 및 기후변화 이행 계획(2006) 수립 - 수산업 : 기후변화 수산업 이행 계획 수립 - 산림 : 기후변화 산림 이행 계획·발전 제시
보건	- National Action Plan on Climate Change and Health 수립 - 혹서 대응 조기 경고 시스템 발전 제시
관광 및 사회기반 시설	- 관광 가치에 대한 기후변화 영향 평가 제시 - 미래 기온상승, 강수량, 지하수면 및 습도를 고려한 사회기반시설 건설 제시
재해	- 현재 발생하는 자연 재해 연구 - 기후변화 영향 통합 재해 관리 계획 수립

출처 : 국가기후변화적응센터 기후변화적응포털(http://kaccc.kei.re.kr/)

나) 지자체차원의 적응관련 대책

① 멜버른(Melbourne)

○ 멜버른시는 기후 보호를 위한 국제 도시 프로그램(The International Cities for Climate Protection, CCP)과 국가 기후변화 도전 프로그램(The National Greenhouse Challenge Program)에 동참하는 등 기후변화 대응의 필요성을 인식하고 있음.

○ 기후변화 행동계획(The Green-house Action Plan 2006-2010), 배출제로 2020 전략(Zero Net Emissions by 2020 Strategy), 에코시티 캠페인(Eco-city Campaign)을 통해 기후변화에 적응하고 있음.

- 기후변화 행동계획의 주요 내용
  · 지자체의 온실가스 배출량을 1996년 대비 2010년까지 20% 감축
  · 감축분야 : 시설관리(건물), 엔지니어링 서비스(가로등, 쓰레기), 지속가능한 도시(전략과 정책 개발), 공원·정원(건축물, 가로등), 도시 디자인(건물과 오픈 스페이스의 디자인)
  · 분야별 감축 목표 : 건물 63%, 차량 39%, 공공 조명 42%, 폐기물 및 기타 배출요인 40% 등
- 배출제로 2020 전략의 주요내용
  · 그린 빌딩 건설 촉진
  · 온실효과에 관한 전문지식 및 기술을 위한 센터 운영

· 녹색 생산품의 거래 활성화를 위한 시장 형성
· 자발적인 탄소거래시장 운영
· 건물의 에너지 관련 설비에 대한 엄격한 규제
· 멜버른시의 녹색 공급망
· 재생가능하고 효율적인 에너지 수요 촉진
· 유칼립투스 나무를 통한 시범적인 탄소제거에 대한 투자
· 배출시장과 연계한 기업의 탄소 제거 프로젝트에 대한 투자 촉진

- 에코시티 캠페인의 주요 내용
  · 시민과 기관들이 미래 기후변화에 도전할 수 있도록 독려·교육
  · 쓰레기를 줄이기 위한 3천 여개의 재활용 수거통 설치·운영 및 담배꽁초 버리지 않기 캠페인 진행
  · 공원내의 음용수 사용 중지, 재이용수를 활용한 공원·정원의 관수, 오래된 샤워헤드 교체
  · 자전거타기 활성화 : 자전기 도로 개선, 지시판, 안내시설 등에 투자
  · 녹색전력을 사용하는 녹색전차(동물원 전차, 트렘) 타기 활성화
  · 30여개 호텔을 대상으로 Savings in the City 프로그램 참여 유도
  · 그린 스위치, 그린 오피스 프로그램 진행
  · 민간단체인 Substantiality Victoria와의 파트너십을 통한 기업 동참 유도
  · Melbourne 2030 계획을 통해 물 관리를 위한 장기적 체계를 마련함.
- 통합 수자원 관리를 통해 수질과 수량에 대한 관리 실시 및 가뭄 발생 시 제한 급수체계 마련
- 1~4 단계로 나누어 단계별 제한급수 및 물 활용 방안 마련
- 항구적 물 절약 규칙 마련
  · 정원의 관개용수, 야외 풀장의 물이용 등 야회에서의 물 사용에 대한 제한
  · 물 사용 가능시간의 제한 및 관개용수의 제한 및 물 사용에 대한 가중 요금제 실시
  · 가정에서의 물 사용 절약 등에 대하여 보조금 지급과 물 절약에 대한 지속적인 교육의 실시 및 주의 환기

5) 일본

가) 국가차원의 적응관련 대책

○ 환경성에서 기후변화 적응을 위한 'Wise Adaptation'을 발표하였으며 정책적 적응 전략 가이드라인을 위한 조사위원회를 설립함.

○ 지구환경연구기금 S-4 프로젝트를 수립하여 일본을 포함한 아시아지역 5개 분야(수자원, 산림, 농업, 해안, 보건)의 기후변화 영향평가를 실시함.

○ 일본은 기후변화 적응 및 완화를 위한 글로벌 환경 연구 프로젝트 S-4 및 S-8을 시행하

여 기후변화 영향평가를 추진함.

- S-4 프로젝트 : 기후변화 영향에 관한 정보 획득, 지구온난화 메커니즘을 규명
- S-8 프로젝트 : 일본 전역에 대한 기후변화 영향 평가, 일본 지방 정부 및 아시아·태평양 지역의 개도국에 대한 적응 발전 전략 제시



<그림 3-20> 일본의 기후변화 적응 대책 추진 체계(기후변화적응포털(http://kaccc.kei.re.kr/), 2012)

○ 하토야마 총리는 기후변화에 대응하고 이를 실현하기 위해「그린 이노베이션」을 발표하였으며, 일본 종합과학기술회의(CSTP)는 '기후변화에 적응한 새로운 사회의 창출을 향한 기술개발의 방향성' 보고서를 통해 차세대 일본사회를 만들기 위한 틀을 제시함.

- 그린 사회 인프라 강화
  - 안전·안심의 물환경
    - ※ 수재해로부터 사회를 지키기 위한 안정적인 물 공급, 안전한 수질유지, 지역특성을 살린 수자원의 종합적 이용 모색
    - ※ 물관리 관련 요소기술의 혁신, 기후변화에 따른 토지 이용·인구·산업구조 변화 등에 대응하는 수자원·수질 환경의 종합보전이용 시스템 완성
    - ※ 물순환 모니터링 기술, 기후변화 예측기술 등 종합 수자원 관리 및 수해방지 기술 개발
  - 풍부한 녹색 환경

※ 자연환경을 활용한 농·산·어촌 활성화 → 녹색 환경과 경제사회 활동이 조화된 국토 건설

※ 지속가능한 생태계 보전, 생태계 서비스 유지, 기후다양화를 활용한 질 높은 농어업 생산(요소기술 개발 및 보급을 위한 제도 정비)

· 지속가능한 자연에너지 시스템

※ 신재생에너지를 이용한 에너지 자급률 향상, 기술·제도·생활양식 혁신에 의한 에너지 효율 향상 등을 통한 지속가능한 자연에너지 혁명 달성

※ 요소기술의 개발 및 보급을 위한 정책·제도의 조기 수립

※ 신재생에너지 이용을 위한 요소 및 시스템 기술 발전 등 에너지 소비효율의 향상 도모

- 세계를 선도하는 환경선진도시 구축

· 도시의 컴팩트화

※ 기후 및 사회 변화에 유연하게 적응하고 에너지 소비를 절감할 수 있는 응축된 구조로의 도시 전환

※ 철도·도로 인프라의 통합형 교통 시스템으로의 재편, 단열·방수·에너지 절약형 주택 등 기후변화에 유연하게 대응할 수 있는 서비스 요소기술 혁신 도모

※ 각 지역에 집약형 도시 건설 및 신속한 도입을 위한 사회시스템 개혁

· IT 방재

※ 신속하고 효율적인 재해 대응을 통해 인명피해 줄이기

※ IT 기술을 활용한 극단 기후현상 및 재해의 감지·예측하는 기술개발

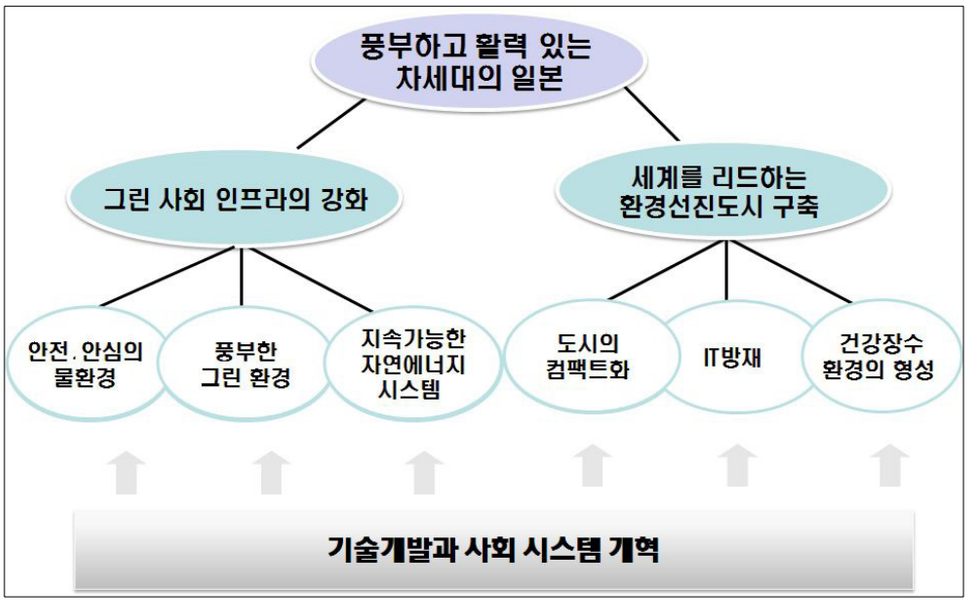
※ 재해대응 정보수집·분석·전달·공유기술·제도 구축

· 건강장수 환경의 형성

※ 평균수명 연장 등 건강한 생활이 가능한 도시·사회 체제 정비

※ 자연환경 변화, 질병 발생에 대비한 지속적인 감시 및 방역체계 강화

※ 긴급대응체제 정비 등 국가차원의 대비



<그림 3-21> 일본의 기후변화 적응 목표 및 전략(KISTEP, 2010)

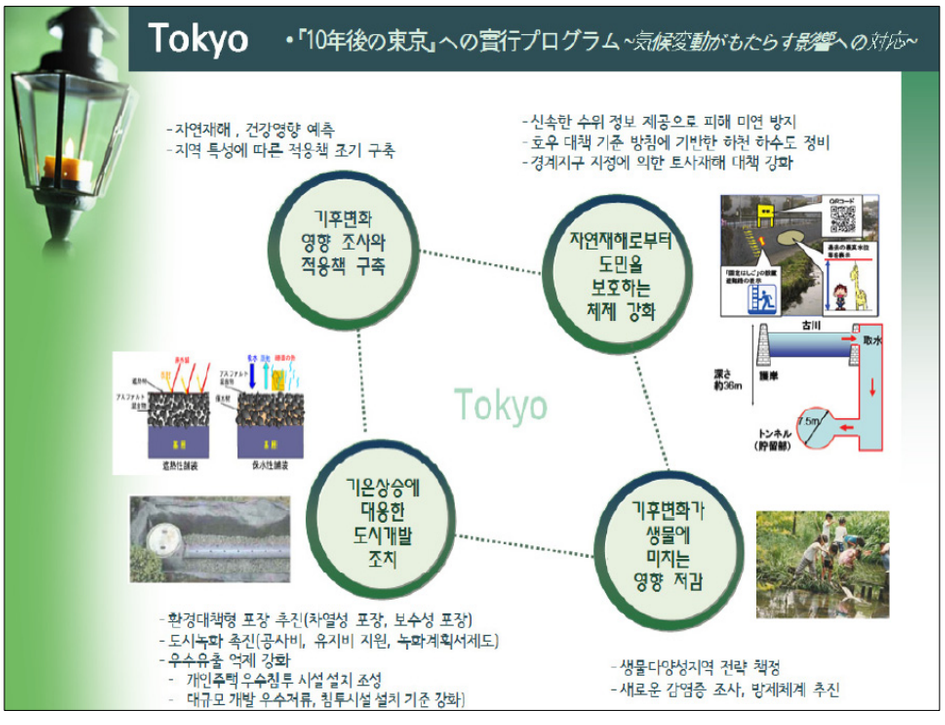
나) 지자체차원의 적응관련 대책

① 도쿄(Tokyo)

○ 도쿄(Tokyo)시는 기후변화 적응정책을 효율적으로 추진하기 위해 환경국(Bureau of the Environment)내에 도시 및 지구환경과(Urban and Global Environment Division)를 운영하고 있으며, 각각의 여건에 맞게 위원회 구성, 대학과의 연계 등을 진행하고 있음.

- 도시 및 지구환경과에서는 조정역할, 열섬 방지, 옥상녹화, 염화불화탄소(Chlorofluoro carbon, CFC) 배출억제, 지역냉난방 시스템, 환경영향평가 등을 종합적으로 관장하고 있음.
- 2005년 기업, 에너지공급자, 전문가 등을 중심으로 지구온난화방지 대책 네트워크를 구성함.
- 기후변화 대응 관련 정보 수집 및 제공, 컨설팅 프로그램 개발
- 기업참여를 유도할 수 있는 방법 모색
- 사무실에서의 온실가스 배출을 줄이기 위한 환경친화적인 수단 소개
- 온실가스 저감을 위한 중소기업 지원
- 기후변화 전문 회사를 등록시켜 네트워크 확장
- 에너지 보전을 위한 실용적인 방법 자문

○ 도쿄에서는 기후변동의 영향에 관한 조사 실시와 적응대책 구축, 홍수 등 자연재해로부터 도민을 보호하는 체계 강화, 기온상승에 대응한 마을 조성, 기후변동의 환경변화가 생물에 미치는 영향 저감 등의 내용으로 기후변화 적응 전략을 추진하고 있음.



<그림 3-22> 도쿄의 기후변화 적응 추진전략(서울시정개발연구원, 2010)

<표 3-26> 도쿄의 기후변화 적응정책 리스트

구분		주요내용
토지이용	정부	- 열섬 대책 추진, 조망 및 역사적 문화적 환경 보전 우선
주택	시민	- 에너지 절약형 생활방식, 주거지에 식재/정원 만들기
	기업	- 태양열 시스템 및 광발전시스템 주택 건설, 에코하우징 건설, 단열구조 주택 건설
	정부	- 관공서 태양열 발전 설비 프로젝트, 그린빌딩 인증제도, 공공시설의 녹화 추진, 옥상 녹화시 건물 용적률 할증 등
교통	기업	- 자원 재사용 우선, 하이브리드카/수소연료차 보급 및 개발, 효율적인 화물 교통 및 운송시스템 실현
	정부	- 자전거도로 환경정비, CNG 버스 보급 확대, Eco-driver 실천, 대중교통 이용 확대
생태 (녹지)	시민	- 제초제 및 화학비료 사용 자제, 낙엽퇴비 사용
	정부	- 산림 보전 추진, 환경 보전형 농업 추진, 나무 식재, 수변 서식지 보전 및 복원
경제 (산업)	시민	- Eco 마크, Green 마크 라벨이 붙은 상품 구매, 리필 가능한 제품 구입
	기업	- 전자결제 시스템 및 이메일 시스템 촉진, 에너지 절약형 생산 구조로의 전환, 재활용 용이한 제품 채택
	정부	- 환경회계에 대한 Green-Notebook 전개, 환경라벨링 부착 제도화
에너지	시민	- 냉난방기 온도 조정, 플러그 뽑아 놓기, 유리창 차양 및 커튼 활용
	기업	- 대체 에너지 개발, 자연에너지 시민펀드 조성, 열 에너지 재이용 시스템 도입
	정부	- 지역 냉난방 사업 촉진, CBO(Community Based Organization) 프로그램, 그린에너지 프로젝트
폐기물	시민	- 분리수거, 과소비 억제, 장바구니 활용
	기업	- 폐 자동차 부품 및 폐가전제품 회수 및 적정처리, 자원화 시설 재정비, 하수슬러지의 재이용
	정부	- 폐기물 대책 추진, 폐식용유 연료화 사업 추진, 재활용 제품사용 촉진 프로그램, 산업폐기물 처리 지도
거버넌스	시민	- 시민 모니터링 추진, 물 절약
	기업	- 언론사와 홍보 협약, 소비자가 구입한 제품에 서비스 제공, 기후변화 관련 조사·연구
	정부	- 환경 교육, 환경친화적 활동 기업 지원

출처 : 지자체 기후변화대응과 조직현황에 대한 해외사례(문태훈, 2008)

○ 2007년 6월 「녹색 도쿄 10년 프로젝트」의 기본방침을 정해 녹색이 넘치는 도쿄의 재생을 목표로 하여 향후 녹지시책의 기본적인 생각이나 방향성 등을 나타낸 10년 프로젝트

의 구체화함.

- 주요시책으로는 쓰레기 매립지를 초록 넘치는 숲으로 재생, 도내의 가로수를 100만개 배증, 도내의 전 공립 초·중학교의 교정을 잔디화, 도시 공원의 300ha 증가, 해상공원을 정비, 하천 등의 수변 지역의 녹화를 추진 등이 있음.
- 도민·기업이 주인공인 「녹색운동」을 전개하여 녹색 도쿄를 위한 행동이 이어질 수 있도록 자원봉사 활동이나 초록 도쿄 모금 참가 등 다양한 참여루트를 확보하고 있음.

3. 시사점 도출

○ 기후변화는 지역마다 그 영향이 다르게 나타나므로 지역마다 적응 정책의 우선순위도 다르고 정책 수립 과정 및 내용, 방법도 다양함.

○ 기후변화 적응정책 수립과정은 일반적으로 「인식과 참여 → 기후변화 영향 분석 → 적응 대안 검토 → 적응 전략 수립 및 정책 실행」단계를 거치는데, 국내외 사례를 통해 각 단계별 시사점을 도출할 수 있음.

■ 기후변화에 대한 대중의 인식제고 및 이해당사자 참여 단계

○ 앞서 살펴본 해외 사례들은 기후변화 적응대책을 수립하기 전에 먼저 기후변화 적응을 대중에게 충분히 인식시키고 이해당사자의 참여를 독려하기 위한 다양한 접근을 시도함.

- 보고서(런던, 할리팩스), 요약 홍보 책자(런던, 보스턴), 일반 대중에게 공표(킹카운티, 런던, 할리팩스), 이해당사자 및 정책담당자 워크숍(런던, 뉴욕 등), 영향 전망 지도 배포, 해수면 상승에 의한 위험성을 알리는 애니메이션 등

○ 상위 의사결정자들의 기후변화 적응에 대한 인식전환과 인력 및 예산 지원(킹 카운티 론 심스 시장, 런던시의 켄 리빙스턴 시장 등)

○ 지방정부 담당 부서, 에너지, 교통, 환경, 하천, 보건, 재정 관련 조직과 기구의 다양한 이해당사자의 참여를 위해 일회성이 아닌 지속적이고 체계적인 과정을 구축해야 함.

- 연구자 중심의 적응전략 수립보다는 런던시와 같이 폭넓은 이해당사자와의 지속적인 상호작용과 참여과정을 거친 경우에 전략 수립 후에도 참여가 지속됨.

■ 기후변화 영향 분석 단계

○ 적응 전략 수립에 필요한 정보와 분석을 위해 많은 이해당사자의 참여를 토대로 종합적인 기후변화 영향을 평가하거나 그 지역의 주요 사항 중심으로 접근할 수도 있음.

○ 앞서 언급한 것과 같이, 기후변화는 지역의 기상학적, 사회·경제적 특징이 다르기 때문에 영향평가 방법과 우선순위가 다를 수 있음.

<표 3-27> 도시별 기후변화 적응 분야별 우선순위 및 영향평가 방법

도시	주요 분야	영향평가 방법
런던	교통, 홍수, 열파에 의한 영향	- 기존 연구자료를 활용한 정성적 분석
뉴욕	해안, 습지, 물, 에너지, 인프라, 건강	- 부문별 심도 있는 분석(홍수 위험 지도, 기반시설 위험도, 피해비용 추정)
보스톤	사회 기반시설	- 피해 비용 추정

출처 : 지자체 기후변화 취약성 현황에 기초한 적응대책 수립 가이드라인 개발(국립환경과학원, 2008)

■ 기후변화 적응 대안의 검토 단계

○ 기후변화 적응 행동 주체들의 역량을 강화시킬 필요가 있음.

- 주민 : 기후변화 영향 현상, 잠재적 위험, 적응 행동의 필요성에 대한 홍보와 교육
- 개발업자 : 계획과 개발을 통합하기 위한 기후변화 적응 가이드라인을 개발하여 제시함.
- 연구자 : 기후변화 영향 및 적응을 위한 연구와 모니터링
- 담당공무원 : 기후변화 적응에 관한 전문성 강화

○ 에너지, 물순환, 대기오염, 강우 유출량 저감 등 기존 정책과의 통합을 통한 시너지 효과와 편익이 높은 전략을 우선 적응 대안으로 검토함.

■ 기후변화 적응 전략 수립 및 정책 실행 단계

○ 적응 전략 수립 및 정책 실행은 지역에 따라 더 큰 차이를 보임.

- 런던 : 기후변화 적응을 기존 정책과 결합한 가장 선진적인 사례
- 킹 카운티 : 주요 도시시스템 계획에 기후변화 적응을 통합함.
- 뉴욕 : 물 관리 및 열섬 효과 감소를 결합시킴.
- 보스톤, 할리팩스, 벤쿠버 등 : 정책과 통합하는 단계에 이르지 못함.

○ 기후변화 영향 평가 및 적응 대안 개발 과정에 참여한 이해당사자의 지속적인 참여, 의사결정 과정의 통합을 위한 지침 마련, 인력 및 재정 확보 등의 제도적 메커니즘 구축

○ 기후변화는 불확실성이 크기 때문에 적응 전략을 정책과 통합하는 과정 또한 단기간에 가시적인 성과를 얻기 어려움. 장기적인 관점을 갖고 접근하는 것이 바람직함.

제4장 기후변화 적응 비전 및 목표

1. 비전 및 목표
2. 분야별 목표 및 대책 요약
3. 중점 추진 분야 및 과제

제 4 장. 기후변화 적응 비전 및 목표

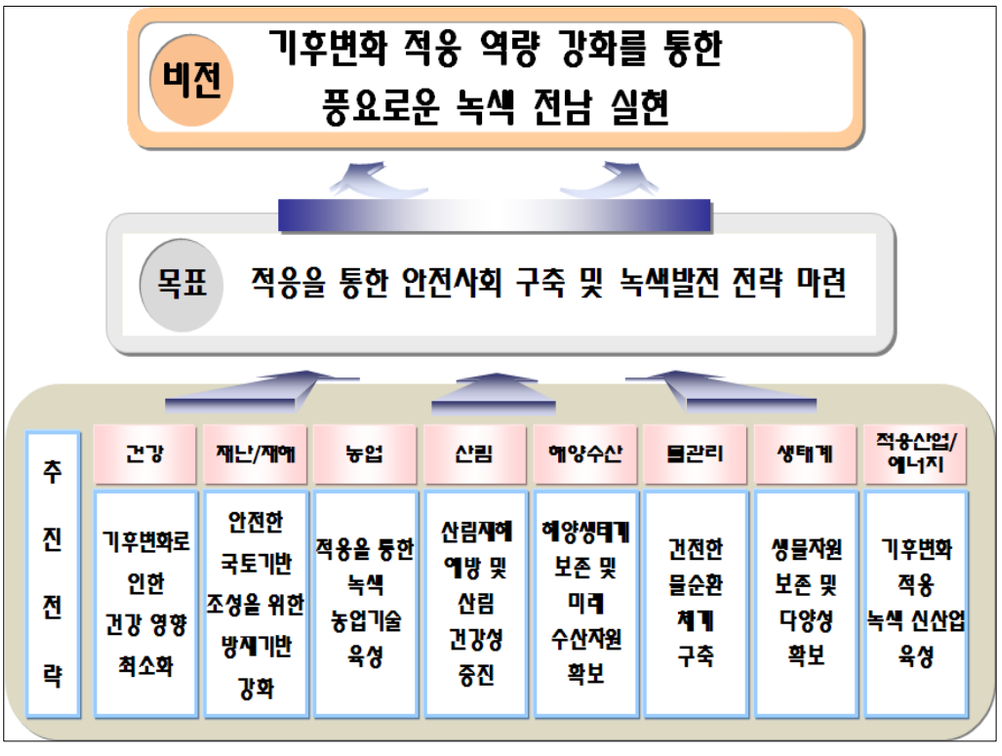
1. 비전 및 목표

○ 정부는 13개 관계부처합동으로 최초의 법정 적응대책인 '저탄소 녹색성장 기본법 시행에 따른 국가 기후변화 적응대책(2011~2015)'을 발표하였으며,「기후변화 적응을 통한 안전사회 구축 및 녹색성장 지원」의 비전하에 7개의 부문별 적응 대책과 3개의 적응기반 대책을 제시함.

○ 전라남도는 '전라남도 기후변화 대응 종합계획(2010~2020)'을 수립하여「삶이 풍요로워지는 미래도시, 녹색의 땅 전남」을 비전으로 '녹색성장 기반구축', '녹색성장 산업육성', '녹색생활 실천문화 정착'의 3대 추진전략을 제시함.

○ 전라남도는 기후변화 적응 비전을「기후변화 적응역량 강화를 통한 삶이 풍요로워지는 녹색 전남 실현」으로 설정하고 기후변화 적응을 통한 안전사회 구축 및 녹색발전 전략을 마련하고자 함.

○ 또한, 정부에서 지정한 7개 부문 외에 적응산업/에너지 부문을 추가하여 8개 분야별 기후변화적응 추진전략을 토대로 기후변화 적응 선도 지자체를 구현하고자 함.



<그림 4-1> 전라남도의 기후변화 적응 비전 목표 및 부문별 추진전략

2. 분야별 목표 및 대책

가. 건강 : 폭염, 전염병 등 기후변화로 인한 건강 영향 최소화

■ 폭염 감시체계 구축 및 폭염 피해 저감

○ 폭염 예·경보시스템 및 감시체계 구축

- 폭염관련 환자·초과 사망자에 대한 신속 조사 및 모니터링 시스템 구축
- 폭염 예·경보시스템 개발 및 운영
- 폭염 경보에 따른 신속 정보 전달체계 구축
- 폭염대비 도민 행동요령·건강관리 매뉴얼 보급 및 교육

○ 폭염 취약계층 집중 보호 및 관리 대책 수립

- 옥외 근로자 보호대책 강화(무더위 휴식 시간제 의무화 등)
- 취약계층을 위한 도우미 및 관리 프로그램 운영
- 취약계층 관리기관 종사자 교육

○ 폭염 대피시설 기능 및 성능 강화(무더위 쉼터 등)

- 폭염 대피시설 지정 기준 및 운영 방안 마련
- 폭염 대피시설 관리 및 홍보 대책 수립

○ 폭염 영향 저감을 위한 도시계획 기준 정립

- 폭염 피해 예방을 위한 도시계획 및 건물 디자인 개발 보급
- 생활권 녹지 조성 및 인공지반녹화 사업 추진
- 폭염에 취약한 주거환경 개선사업 지원

■ 전염병 관리시스템 구축

○ 매개체 관리 및 방역 관리 통합시스템 구축

- 모기서식지 관리 정보시스템 구축
- 사전 방역 및 방제 시스템 구축
- 매개체 및 방역 관리 시스템 통합
- 통합 관리 시스템 교육 및 홍보

○ 수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축

- 수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축
- 수인성 및 식품매개 전염병 보건위생 교육 및 홍보

○ 전염병 발생 분포 네트워크 구축

- 질병정보 모니터링망 구축 및 교육·홍보
- 전염병 발생 분포지도 및 정보 시스템 구축

- 전염병 관리 대책 상황실 설치 및 운영

나. 재난/재해 : 재해 취약 및 우려 지역에 대한 방재기반 강화

■ 재난/재해 위험지구 정비를 위한 방재체계 구축

○ 기후변화에 따른 자연재해 흔적도 작성

- 주요 재해유형별(홍수, 태풍, 침수 등) 재해흔적 조사
- 지역 및 수방시설물 재해경력 조사
- 잠재위험지구 선정
- GIS 기반 지도 및 매뉴얼 작성

○ 재해예방사업 지속

- 소하천정비
- 재해위험지구 정비 및 이주대책 사업의 활성화
- 빗물저장시설 설치 등

○ 기후변화 대응 방재기준 및 제도 강화

- 기후변화에 따른 방재기준 재설정
- 지구단위 홍수방어기준 제정 및 활용
- 사전재해 영향성 검토 협의제도 강화
- 풍수해저감종합계획수립 제도 개선
- 기업의 재해경감활동 지원제도 활성화

○ 재해보험의 활성화

- 풍수해보험 대상 시설현황, 피해현황 등 기초 통계자료 집적
- 풍수해보험 가입자 계약현황 DB 구축
- 풍수해보험 제도개선 등을 통한 상품경쟁력 제고
- 소상공인 상가·공장 풍수해보험 도입 검토
- 풍수해보험 대상 재해에 지진항목 추가 신설
- 풍수해보험 '보상하는 재난기준' 단계적 완화

■ 안전한 국토기반 조성을 위한 방재인프라 구축

○ 도서 및 산악지방 재난대응시스템 구축

- 재해 상황 분석 및 판단 시스템 구축
- 재해 예·경보 시스템 구축

○ 반복피해 방지를 위한 재해복구시스템 개선

- 붕괴위험지구(산사태, 절개지 등)와 시·군 풍수해 저감종합계획에 반영된 위험지구·시설 등을

포함한 개선복구사업 확대

- 대규모 복합피해 지역은 지구단위 종합복구 계획 수립 및 시행
- 극한 자연재난 대비 이재민 관리 및 재해구호물자 관리시스템 구축

○ 기후변화 대응 우수유출 저감시설 설치

- 우수유출 저감시설 설치사업 확대
- 홍수 및 가뭄 대응을 위한 저수지 운영 매뉴얼 개발
- 다양한 수자원 확보를 위한 사업 및 기술 발굴, 지원

○ 집중강우 대비 하수도시설 개선

- 집중호우시 우수 관리 기능 및 비점오염물질 저감기능 강화 대책 추진
- 침수피해 예방을 위한 하수도시설 집중강우 관리
- 집중호우 대응기반 구축
- 지역특성에 적합한 우수관리형 하수도시설 구축

○ 해수면상승에 따른 취약지구의 적응방안 마련

- 해수면 상승에 따른 취약지구 분석 및 침수 예상도 작성
- 침수 예상 지역에 대한 적응방안 마련

○ 기후변화 적응을 위한 연안정비사업 지속 추진

- 호안정비, 침식방지, 친수공간 조성 등

다. 농업 : 적응을 통한 녹색농업기술 육성

■ 기후변화에 따른 작물의 품질 및 생육 모니터링

○ 단기적인 이상 기후에 따른 작물의 수량, 품질 및 생리활성 변이 모니터링

- 전남지역의 대표작물(식량, 원예) 선정 및 기후변화 민감도 조사
- 이상 기온 적응성 작목 및 품종 선발
- 적응성이 우수한 품종의 대량 생산체계 구축

○ 작물 환경변이에 따른 수량, 품질 및 기능성 변화 모니터링

- 항온 및 변온처리에 의한 작물의 생육 및 수량 특성 연구
- 온도와 광 조합에 의한 농작물의 수량, 품질, 생리활성 및 기능성 모니터링
- 저온 및 변온처리에 저항성 작물 육성연구

■ 유망 열대·아열대 적응 재배기술 개발 및 확대방안 마련

○ 아열대작물 유망 유전자원 수집 및 특성검정 평가

- 과수류(20종) : 망고, 아떼모야, 용과, 구아바, 패션프룻츠 등
- 채소류(14종) : 아피오스, 아티쵸크, 오크라, 아스파라거스 등

○ 아열대 작물 안전생산 및 상품성 향상 기술개발

- 망고, 아떼모야 : 근권제한 상자재배, 조기 착과기술 등
- 아티쵸크 : 비가림재배, 시비관리법, 월동기 관리기술 등
- 아스파라거스 : 다수성 신품종 선발, 적정 재식거리 구명 등

○ 도입작물의 기능성 성분 분석 및 부가가치 향상 기술개발

- 야콘 : 치주염, 치석 생성 억제 효과 등
- 아피오스 : 바이오마커를 이용한 면역, 항당뇨 효과 검증 등

■ 미래농업자원의 작물화 및 산업화 기술개발

○ 열대, 아열대작물 자원수집, 증식 및 재배, 유통현황 분석

- 종자, 묘목구입을 통한 자원 수집(국내 및 해외)
- 종자발아특성 구명 및 증식방법 개발
- 국내 재배 및 유통현황 조사

○ 열대, 아열대작물 생육특성 및 재배법 개발

- 재식밀도 및 시비법 개발
- 안전재배 환경분석(습해, 건조해, 한해, 동해)
- 대량증식 기술개발, 월동기술 확립 및 재배적지 선정 등

○ 품질 및 기능성 분석

- 원산지(수입산)와의 품질비교

○ 미래농업자원의 우리지역 재배가능작물 선발

- 식미, 기호성 조사
- 판매전략 수립(수확, 포장, 판매장소, 가공이용, 판매가격 설정 등)

○ 특화단지 육성

- 재배적지 및 재배농가 선정, 재배기술지원 등

■ 기후변화 적응 품종 및 신작물 개발

○ 기후변화 적응 작물 품종 육성 및 고품질 안정생산 기술 개발

- 기후변화 대응 내재해성 품종 개발
- 맥류 재해 안전성 품종 육성
- 중간 모본 품종 육성 및 활용
- 내재해성 품종의 재해 상습발생지 집중 보급

○ 기후변화에 따라 작물별 새롭게 발생되는 병충해에 대한 저항성 품종개발

- 기후변화 대응 내병충성 품종 개발
- 내병충성 유전자원 활용 중간모본 육성

- 내병충성의 복합화 및 고품질화 계통 육성

○ 고온, 저온, 홍수, 태풍 및 가뭄 등 기상재해에 대응 유용유전자원의 수집 평가 및 검정 체계 확립

- 내냉성, 고온등숙성 적응 유전자원 수집 및 특성검정
- 밭작물 유전자원의 재해저항성 기작구명 및 저항성 유전자 분석
- 복합내재해성 중간모본 및 품종 개발 출원

■ 기후변화 적응 재배기술 개발

○ 기후변화 적응 작물재배기술 개발 및 안정생산 토대 확보

- 작부체계 및 작기 이동, 시비량, 물 관리 등 재배기술 개발
- 온난화에 따른 작물의 재배시기 조정 및 재배관리방법 재설정
- 기상재해 피해 경감 재배 기술 개발
- 지구온난화에 따른 식량작물 생산성 품질, 자원이용효율 변화 분석

○ 지구온난화에 따른 생육기간 변동 실태 조사 및 적응 재배기술 개발

- 작물 재배시기 및 재배기간 변동에 따른 실태 분석 및 관리방안 도출

■ 조사료 수급체계 대응 기술 개발

○ 기후변화에 따른 사료작물 생산평가 및 식량생산 안정화

- 기후변화에 따른 동·하계 지대별 작부체계 확립
- 기후변화 적응 광적응성 조사료 품종개발
- 사료작물 안정생산 기술 개발
- 초지생산성 향상기술 개발 : 한지형 및 난지형 목초
- 지역 및 지대별 조사료 생산 적정 작부체계 매뉴얼 보급

○ 기후변화 대응 안정적인 목초 생산체계 구축

- 지역별 동계사료작물의 혼파재배법 확립
- 사료맥류 붉은곰팡이병 발병실태조사 및 저항성 중간모본 개발
- 내재해 양질 다수성 이탈리안 라이그라스, 오차드그라스, 톨페스큐 등 신품종 육성
- 겨울철 온도상승에 따른 적정재배기술 확립
- 방목 위주의 사양관리 기술 개발

■ 농업용수의 효율적 이용 및 절약기술 개발

○ 물 사용 효율성 향상을 위한 관개 관리 기술 개발

- 기후변화와 생산환경을 고려한 물 절약형 물 관리 기술 개발
- 물 절약형 물 관리 지침서 작성

- IT를 이용한 관개관리 기술 개발
- 영농형태별 물 사용 효율성 향상을 위한 물 관리 매뉴얼 작성
- 물 부족 대비 물 재활용 기술 개발
- 이상기상 대비 물 관리 매뉴얼 작성
- 기후변화 대비 물 관리 기술 개발

○ 시설하우스 지중관수 및 관비 기술 개발

- 시설재배 지중관수 및 관비기술 개발

○ 시설원예 빗물이용 실용화 기술 개발

- 경사지 밭 토양 물 관리 기술 개발

■ 기후변화에 따른 병해충 확산 방지 시스템 구축

○ 병해충 돌발을 사전에 예측하고 대비하기 위한 전국 예찰 네트워크 구축 및 운영

- 병해충 조기진단법 및 친환경 방제기술 개발
- 농약살포 횟수 절감을 통한 친환경 농산물 생산 지원 체계 구축
- 친환경 농산물 생산 지원 체계 구축
- 돌발 병해충 발생예찰 매뉴얼 작성
- 무인 해충 발생예찰 장치 보급 : 8개 지역 40개 지점
- 병해충종합방제 체계 확립 및 실증연구

○ 아열대 및 신소득 작물 병해충 발생 모니터링 및 진단연구

- 아열대작물 병해충 발생 모니터링 및 진단연구
- 감귤 볼록총채벌레 생태 구명 및 방제법 개발

○ 기후변화 대응 병해충 발생예측 및 모델링 기술 개발

- 병해충 검색용 Expert system 및 발생예측 모델 개발
- 다양한 과종에서 해충 종에 대한 적용 스펙트럼 결정

○ 유비쿼터스 기반 무인 병해충 발생예찰 시스템 구축

- u-IT 기발 무인 해충 발생 관측 장비 핵심 기술 개발
- 스마트폰 기반 모바일 병해충 발생예찰 프로그램 개발
- 증강 현실 기법을 이용한 원격 병해충 진단 서비스 체계 구축

■ 가축질병 방지 대책 마련

○ 매개체 가축질병의 효율적 관리를 위한 종합시스템 구축

- 국내 가축 매개진드기와 진드기 매개 원인체 분포조사
- 주요매개곤충(진드기 등) 국내예찰 및 매개병원체 조사
- 리슈만편모충병 재조합단백질의 면역원성 연구

- 소 아보바이러스 혈청검사법 개선
- 트리파노조마병 OIE 진단법 개발연구 및 국내 동물의 항체조사
- 페스트진단법 개발 및 모니터링
- 돼지 단독 진단법 개발 및 모니터링
- 표준 트리파노조마 편모충 면역원성 연구
- 자라에서 일본뇌염의 잠재적 위험성조사
- 국내 앵무병 발생상황 조사 및 분리균주 특성조사
- 온코쎄르카병 OIE 진단법 개발연구 및 국내 동물의 항체조사
- 트리파노조마 편모충 모니터링
- 크리미안콩고출혈열 국내 예찰
- 아프리카돼지열병 진단법 개발

라. 산림 : 녹생성장을 주도할 신성장 산림산업 육성 및 산림복지 서비스 구현

■ 산림재해 예방 및 산림생물자원 체계적 관리 시스템 구축

○ 산림재해 예방을 위한 체계적 관리 시스템 구축

- 산불발생 예측 및 산불위험성 평가의 세분화
- 산지토사재해 예측모델 개발
- 산림취약지에 대한 체계적 관리 및 조기진화 시스템 구축
- 산사태 위험지 관리시스템 고도화

○ 병충해 정밀예찰 및 발생예측도 작성

- 산림병해충 정밀 예찰시스템 구축 및 돌발 병해충 조기 진단 시스템 구축
- 산림병해충 피해확산 우려지역의 특별 방제구역 지정 및 집중방제
- 기후변화 시나리오에 따른 외래병해충 발생예측 위험지도 작성

○ 기후변화 취약 산림생물자원 체계적 관리

- 산림유전자원보호구역에 대한 생육환경 개선, 보호· 관리 증진
- 자생식물의 체계적 보존·증식을 위한 국가식물 자원 보전 및 연구 기반 확립
- 기후변화 취약 산림생물자원 리스트 작성 및 체계적 보전 연구

■ 기후변화 적응을 통한 산림 기능 유지 및 증진

○ 기후변화 적응 산림 수자원 관리

- 수원함양기능 증진 및 생물다양성 보존을 위한 산림 수자원의 체계적 관리
- 댐 유역 산림의 체계적·집약적 조성 및 관리

- 녹색 댐 기능제고 및 맑은 물과 쾌적한 자연환경 제공

○ 기후변화 적응 임업 생산성 유지·증진

- 과학적인 산림자원 조성체계 및 관리방안 수립을 위한 조림지도 보완
- 기후변화 적응 및 피해예방을 위한 탄소흡수원 증진 기반 구축
- 임산물 생산성 유지 방안

○ 기후변화 적응 적지적수 및 미래 조림수종 개발

- 조림수종의 적정 생육지 변경에 따른 관리 대책
- 미래전략 수종 개발 및 종자공급원 조성

○ 경제 수종 개발 및 난대수종 조성 확대

- 지역 여건에 맞는 전략수종 개발
- 산촌 농가 소득원 향상을 위한 온도적응 우량 품종 개발
- 난대수종 채종원 조성확대 및 우량형질 집단 조성

마. 해양/수산 : 기후영향으로부터 해양생태계 및 수산자원 보존

■ 전남 연근해 어황 및 주요 수산자원 변화 관리방안 마련

○ 기후변화에 따른 어패류의 종조성 및 산란시기 변화 대응방안 수립

- 어족자원의 산란시기 조사·분석
- 변화하는 해양환경에 적합한 어패류로의 양식장 재배치
- 산란시기 변화에 따른 수산업 대응기준 마련

○ 명품 천일염 생산량 유지를 위한 구조개선

- 천일염 품질 및 생산량 유지를 위한 기존 염전의 구조개선

■ 미래수산자원 확보방안 마련

○ 해조류 사업 활성화 및 CO_2 저감

- 해조류 대규모 양식단지 조성 및 관련 산업 활성화
- 해조류 사업 CDM 인증 마련

○ 기후변화 대응 전복 양식 섬 조성

- 섬 지역을 대상으로 한 전복 양식 섬 적지 선정

○ 1가구 자급형 패류 갯벌양식단지 조성

- $CaCO_3$ 함유 패류 껍데기를 이용한 CO_2 고정화
- '갯벌농장'기반조성

○ 우량종묘(온도내성, 내병성) 생산

- 아열대 또는 열대 해역의 질병 조사
- 질병에 강한 품종 개발

■ 연근해 수산업 재해경감 대책수립

○ 해상 가두리양식장 구조개선

○ 수산업 재해 실시간 모니터링 및 정보제공시스템 구축

바. 물관리 : 건전한 물 순환체계 구축

■ 기후변화에 따른 물관리 모니터링 보강

○ 기후변화를 고려한 수자원 모니터링 보강

- 기후변화 영향을 파악하기 위한 수문조사 실시
- 자동유량측정시설 구축 및 운영 확대
- IT 기반의 실시간 하천 계측·운영 시스템 구축

○ 기후변화를 고려한 수질 및 수생태 모니터링 보강

- 수질 및 수생태 모니터링 계획 수립 시 기후변화 요소 반영
- 고수온, 갈수기 유량 감소 등 기후변화에 따른 수생태계 영향 조사
- 기후변화 영향파악을 위한 수질 및 수생태 관측망 보강
- 수생태 변화 장기 모니터링 자료 지역별 종합 DB 구축

■ 기후변화에 따른 물관리 분야의 영향 분석 및 취약성 평가

○ 수질 및 수생태 부문의 영향 분석 및 취약성 평가

- 기후변화 수질부문 통합 영향 예측·평가 모델 개발
- 유역별 또는 하천별 수질 기후 취약성 평가
- 유역별 수생태계 취약성 평가 결과 DB구축 및 정보제공

○ 수자원 부문의 영향 분석 및 취약성 평가

- 기후변화에 따른 수자원 영향 분석 및 전망
- 기후변화 대응 미래 수자원전략계획 마련

■ 홍수에 강한 국토기반 조성

○ 첨단기술을 적용한 차세대 홍수예보시스템 구축

- 돌발홍수에 대한 강우레이더 예·경보 연계체계 확립

○ 지역별 홍수위험지도 제작

- 전남지역 하천에 대한 홍수위험지도 제작

○ 댐, 제방 등 수방시설물의 안정성 재검토 및 치수능력 강화

- 기존 댐의 안전성 확보를 위한 치수능력증대사업 추진

○ 기후변화 영향을 고려한 유역단위의 종합치수계획 추진체계 구축

- 유역종합치수계획 수립시 기후변화 영향 고려
- 동일 권역 하천에 대한 권역별 하천기본계획 수립 추진

■ 물이용 효율화를 통한 수요관리

○ 절수형 물이용 장치·시설 개발 및 보급

- 절수형 물이용 장치·시설 개발 도입
- 절수형 장비 도입 장려를 위한 인센티브제도 및 관리체계 확립

○ 지역특성을 고려한 맞춤형 물절약 실천방안 마련

- 지역적 특성을 반영한 시·도별 물수요관리 시행계획 수립
- 기후변화에 따른 물분야 영향에 대한 교육 프로그램 개발
- 물관리 시설 및 관련기술에 대한 홍보전략 수립

■ 안정적 수자원 확보

○ 기존 댐의 용수공급능력 재평가

- 기후변화 영향에 따른 용수공급능력 재평가 방안 도출

○ 중소규모 댐건설

- 중소규모 댐을 건설하여 안정적 수자원 확보 추진

○ 지하수 자원의 보전 및 체계적 이용

- 지하수 기초 인프라 구축
- 안정적인 지하수 확보 및 공급체계 구축

○ 물부족 해소 및 안정적인 용수공급을 위한 상수도 시설 확충

- 여유물량을 물부족 지역에 전환·공급하는 급수체계 조정사업 지속 추진
- 신규개발지역, 용수수요가 증가하는 지역에 안정적인 용수공급을 위해 광역상수도 시설 단계적 확충
- 이상가뭄, 수도시설 사고 등 비상시에도 용수공급이 가능하도록 수도시설 간 비상연계시설 확충

■ 대체수원 기술개발과 시설 확충

○ 빗물관리 기술개발 및 시설확충

- 다기능의 분산식 빗물관리기술 개발 및 보급

- 빗물관리시설 활용 효율성 제고를 위한 모니터링 및 관리기술 개발

○ 해수담수화 기술개발 및 시설 확충

- 해수담수화 플랜트 사업 추진

○ 하수·폐수 재이용 시설 확충

- 하·폐수 처리수 재이용 재정사업 확대 추진
- 하·폐수 처리수 재이용 장려 사업 추진

○ 도서 등 취약지역 대체 수자원 시설 보급 및 지원

- 도서, 산간지역의 취약지역 지원을 위한 대체수원 시설 보급체계 확립
- 대체수원 시설 보급지에 대한 관리 및 운용체계 확립

■ 하천의 기후변화 적응능력 극대화

○ 4대강 살리기 사업을 통한 치수·이수능력 확보 및 생태친수공간조성

- 보 설치, 중소규모댐 건설을 통한 용수 확보
- 퇴적토 준설, 홍수조절지, 강변저류지, 댐 건설 증고를 통한 홍수방어대책 마련
- 노후제방(620㎞) 보강, 영산강 하구둑 배수문 증설
- 생태하천조성(929㎞), 농경지 정리(1억5,686만㎡), 습지조성(35개소), 구하도복원을 통한 하천생태복원
- 여가·관광·문화·녹색성장 등이 어우러진 복합공간으로 재창조

○ 4대강 이외 국가·지방하천 종합정비 추진

- 4대강 외 나머지 국가·지방하천 3,814개소(국가 43, 지방 3,771) 27,858km에 대해 치수·이수·환경·문화 등을 종합적으로 고려한 정비 추진
- 4대강 지류는 4대강 사업과의 연계성 강화를 최우선 감안
- 기타 하천은 지역특색을 감안한 종합정비 추진

○ 기후변화에 대비한 하천관리체계 개편

- 이상가뭄에 대비한 갈수대책 시행
- 하천 운영 기술개발
- 갈수기 하천환경 보호를 위한 하천관리제도 개선

○ 기후변화에 안전한 자연친화적인 친수공간 조성

- 기후변화를 감안한 친수공간 마련 조성 제도기반 마련
- 이상기후에도 안전한 친수공간 조성

○ 건천화에 대비한 물순환형 수변도시 조성

- 4대강 사업으로 확보되는 풍부한 본류의 물을 활용하여 건천화된 도시하천으로 순환시키는 「물 순환형 수변도시조성사업」 추진

○ 기후변화에 대비한 연구개발 투자확대

- 생태하천 조성 기술개발을 위한 Eco-River, Green River사업 등 관련 R&D 지속 추진
- IT, BT 등과 연계한 첨단수자원관리기술개발 등 추진

■ 기후변화에 적응하는 물관리 선진화 및 해외진출

○ 물관리 적응기술 육성 및 해외진출 추진

- 물산업 기술의 허브 구축을 위한 R&D 강화
- 전세계에 자랑할 수 있는 깃대종(Flagship species)프로젝트 추진
- 우리의 장점을 극대화하여 해외진출 추진
- 국내 물 관리 적응 기술 시스템화
- 해외 물 산업 네트워크 구축
- 물 산업 분야 적응 기술 이전 및 수출 계획 수립

■ 기후변화로 인한 하천 및 호소 수질악화 관리대책

○ 기후변화 영향 및 취약성을 고려한 수질 관리제도 강화

- 비점오염원 관리제도 운영과정에서 나타난 제도상의 문제점 개선 및 점오염원 허가체제 개편
- 기후변화에 의한 수질 취약지 대상 오염물질저감시설 설치 확대 및 기준 강화

○ 비점오염물질 저감사업 확대 및 사전예방적 비점오염원 관리강화

- 집중 호우, 홍수 등 변칙적인 우수에 취약한 비점오염원 및 흙탕물 관리지역의 체계적인 비점오염저감사업 추진
- 비점오염물질 발생억제를 위한 사전예방적 비점오염원 관리강화 및 유량변동성을 고려한 「비점오염저감시설 설치 및 관리·운영 매뉴얼」 보완

○ 기후변화 영향을 고려한 조류발생 관리대책 수립 및 추진

- 저·갈수기 유량 감소로 인한 하천의 수질악화, 수온 상승·호소 성층 현상 강화에 따른 조류 증가 적응대책 마련
- 조류 발생빈도가 높은 호소에 대한 관리대책 수립·추진

사. 생태계 : 기후영향으로부터 생물자원 보호 및 다양성 확보

■ 기후변화 적응 생물종 확대조성 및 생물자원 보존

○ 난대림(상록활엽수림) 확대 조성 및 자원화

- 전남지역 난대림 지역 분포 및 현황 파악
- 난대림 지역 활용방안 모색 : 관광자원화, 치유의 숲 등
- 북상이 예상되는 난대림 수종 중 경제적 가치가 있는 종들의 육종 및 육묘생산 시설 마련

· 북상이 예상되는 난대림 수종 : 황칠나무, 후박나무, 동백나무, 가시나무, 녹나무 등

- 난대림으로부터 고부가가치 기능성물질 탐구 및 활용방안 마련

· 동백나무(관상 및 미용 재료의 생산), 황칠나무(고부가가치 도료), 후박나무(약재, 가구재), 가시나무(가구재) 등

○ 밀원식물의 식재와 벌꿀 생산지 조성

- 벌꿀 산업에 적합한 도서 선정 및 밀원식물식재
- 다양한 기능성 밀원식물을 개발 및 섬의 특성에 따라 특화된 벌꿀 생산
- 꿀벌의 폐사 원인에 대한 과학적 규명 및 대책 마련에 관한 연구
- 양봉산업 육성을 위한 전략을 마련

· 전문 농가 및 연구인력 양성 시스템의 확보

· 독립 연구부서 또는 꿀벌 연구소 등의 설치

■ 생물자원 보존 및 다양성 확보

○ 생태계 교란 야생동식물 대한 대책 마련

- 생태계 교란 야생동식물 모니터링 및 외래종 정밀 조사
- 생태계 교란종 퇴치사업 추진

○ 습지보전지역 및 도립공원 보전계획 수립 및 모니터링 실시

- 도립공원과 습지를 대상으로 지속적인 모니터링 실시

· 도립공원 : 두륜산, 조계산, 천관산, 팔영산 등

· 습지 : 담양습지, 신안 장도 습지, 무안갯벌, 진도갯벌, 순천만 갯벌, 보성벌교 갯벌

- 변화 양상과 미래의 변화를 예측한 보전계획 수립

■ 자연을 이용한 고온 및 폭염에 대한 적응

○ 폭염 저감을 위한 도시 생태 네트워크 개선

- 새로운 거주지 및 공단 조성 시 호수공원, 생태공원 등 조성
- 도시 숲, 가로수, 옥상녹화 등을 통한 녹지 공간 확충
- 가로수 조성시 2중 가로수 식재
- 도시 외곽의 녹지대 양적 질적 향상 추진

○ 생태주거단지의 건설

- 태양광을 이용한 전력 공급 및 난방
- 녹지 공간 조성 및 공원화
- 빗물을 이용 등

○ 생태연못의 조성

- 오염물질 정화, 생물서식, 천적 서식처 등의 공간 조성을 위한 마을별 소규모 생태연못 조성

- 마을의 하수와 인근의 자연 하천수 등과 연계한 용수 확보
- 농촌 생태체험관광 사업 등과 연계

아. 적응산업/에너지 : 기후변화 적응 녹색 신산업 육성

■ 온실가스 감축과 연계한 적응대책

○ 온실가스 배출저감 및 온실가스 목표관리제와 연계한 적응대책

- 대·중소기업간 그린크레딧 제도 도입
- 온실가스 배출 관련 공정진단을 통한 애로기술 해소 및 신기술 개발

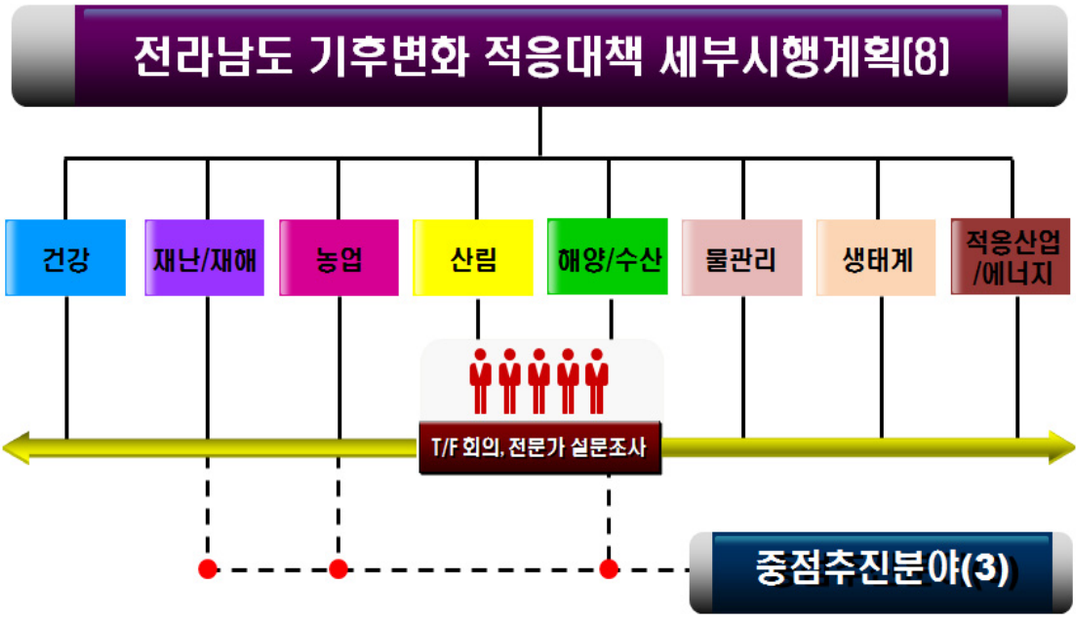
■ 산업·에너지 분야 기후변화 적응 전문인력 육성

○ 산업, 에너지 분야 기후변화 취약성 보완을 통한 적응대책

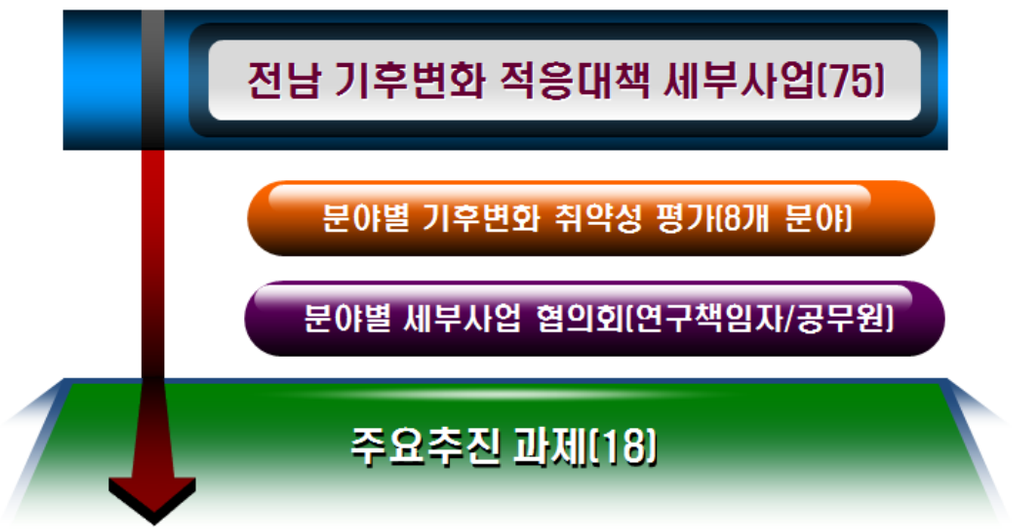
- 석유화학, 철강 등 주요산업 및 에너지 다소비 업종에 대한 분야별 적응 가이드라인 개발
- 기업 적응 인벤토리 작성 및 보급
- 산업·에너지 분야 기후변화 적응 전문인력 육성

3. 중점 추진 분야 및 과제

○ 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획의 중점 추진 분야 선정을 위해 분야별 전문가와 관련 공무원으로 구성된 T/F 회의와 관련 전문가들을 대상으로 설문조사를 실시하여 8개 분야 중 재난/재해, 농업, 해양/수산 분야를 중점분야로 선정함.



○ 전라남도의 분야별 기후변화 취약성 평가, 분야별 연구책임자와 전라남도 관계관과의 세부사업 협의회를 통해 총 75개 세부과제 중 18개를 중점추진 세부과제로 선정함.



- 건강분야(2)

사업명	**폭염 취약계층 집중 보호 및 관리대책 마련**
배경 및 필요성	- 65세 이상 노인, 독거노인, 심·뇌혈관질환 등 폭염에 취약한 계층을 보호 및 관리하기 위한 대책 수립 필요
사업 개요	- 폭염 예·경보 시스템 및 감시체계 구축, 폭염 대피시설 기능 및 성능 강화, 주거환경 개선 사업 지원 - 전문가, NGO, 시민들과 소통, 협력, 홍보 교육 등 공동으로 추진
기대효과	- 도내 취약계층에 대한 혹염 발생전 예방 효과 및 폭염 발생시 피해 최소화

사업명	**전염병 매개체 및 방역관리 통합시스템 운영**
배경 및 필요성	- 전남 전역을 대상으로 모기 및 말라리아 발생빈도가 높은 지역은 위성 및 토지이용자료로, 모기, 쥐 등 매개체 확인 및 영향요인 분석 필요
사업 개요	- 모기 서식지 관리 정보시스템 및 사전 방역·방제 시스템 구축 - 매개체 특성별 방역 시스템 구축 및 방역 통합관리 교육 및 홍보
기대효과	- 매개동물, 수인성, 식품매개 전염병 등 기후변화 영향 질환의 연구, 조사 및 방역관리의 종합적·체계적 구축 가능

- 재난/재해분야(2)

사업명	**해수면 상승에 따른 연안침식 방지대책**
배경 및 필요성	- 2050년까지 전 해상의 해수면 상승(평균 27cm)에 따른 모래해안(해빈)의 30% 이상 소실 전망
사업 개요	- 침수, 침식예상지역 조사 및 정보 DB 구축 - 연안침식방어시설 설치, 완충지역 확보 - 예상지역을 대상으로 Setback 개념을 도입(보상 및 제도 구비)
기대효과	- 해수면 상승으로 인한 재해위험지역 사전 예측 및 대응능력 강화 - 완충지역을 해양문화, 관광, 상업 등 복합 기능 휴양지로 활용 가능

사업명	**기후변화에 따른 자연재해 흔적도 작성**
배경 및 필요성	- 이상기후로 인한 대형 태풍, 호우 등 자연재해로 대규모 피해 우려 - 자연재해에 대응하기 위한 과거 재해흔적에 대한 GIS 기반 자료축적 시급
사업 개요	- 주요 재해유형별 재해흔적 조사/인명 및 재산 피해상황 DB 구축 - 잠재위험지구 선정/GIS 기반 지도 및 매뉴얼 작성
기대효과	- 기후변화 및 이상기후로 인한 재해위험지역 사전예측 및 대응능력 강화 - 지역안전도 및 수방시설물 취약성 평가를 위한 자료 제공

- 농업분야(2)

사업명	**유망 열대·아열대 적응 재배법 및 이용성 향상 연구**
배경 및 필요성	- 연평균 기온 2℃ 상승시 남해안 지역은 2050년 난대성 기후대, 2100년 아열대 기후 도래
사업 개요	- 아열대 작물 유망 유전자원 수집 및 특성검정 평가 - 아열대 작물 안전생산 및 상품성 향상 기술개발
기대효과	- 재배모델 확립 및 적응 유용자원 선발로 재배 안정성 확보 및 현장실증 - 천연 기능성원료의 다양한 산업화로 국민의 먹거리와 삶의 질 향상

사업명	**전남 농업 기후변화 취약성 평가지표 개발 연구**
배경 및 필요성	- 기후변화 적응대책 수립 및 취약성의 불확실성 해소를 위해 지역특성을 고려한 대용변수 개발 및 지자체별 통계자료 축적 필요
사업 개요	- 전남 농업의 취약성 평가를 위한 적용변수 선정 및 표준화 방법론 개발 - 선정된 변수와 관련된 시·군별 자료 DB 구축
기대효과	- 전남 맞춤형 기후변화 취약성 평가를 통한 농업의 효율적 적응대책 마련 - 농업생산관련 기초자료의 수집과 분석을 통한 취약성 평가의 불확실성 제고

- 산림분야(2)

사업명	**기후변화 적응 산림수자원의 체계적 관리**
배경 및 필요성	- 기후변화 영향으로 인한 물부족이 예상됨에 따라 수원함양 기능증진을 위한 댐 유역 산림의 체계적 조성 및 집약관리 필요
사업 개요	- 수원기능이 높은 활엽수 조림과 바이오순환림 조성 등 경제수 조림 확대 - 백합나무, 참나무류, 특용활엽수 등 다양한 조림과 댐 유역 숲가꾸기 실행
기대효과	- 수자원함양을 위한 녹색 댐 기능제고 및 쾌적한 자연환경 제공 - 천연림, 인공림 개량보육을 통한 산림의 생태환경 개선 및 생장력 활성화

사업명	**산림재해 예방 및 피해저감 시스템 고도화**
배경 및 필요성	- 기후변화 영향으로 산불의 빈도 및 규모 증가 - 집중호우에 의한 산사태 등 산지토사 재해 위험성 증가로 대책마련 시급
사업 개요	- 산불방지를 위한 초동 진화체계 확립 및 산불취약지역 체계적 관리 - 산사태위험지 관리시스템 강화 및 재해예방을 위한 사방시설 확대 조성
기대효과	- 산림의 탄소흡수 기능유지 - 산불피해 예방과 산림생태계 보호 및 생명과 재산을 보호하는 공공성 증진

- 해양/수산분야(4)

사업명	**1가구 자급형 패류 갯벌양식단지 조성**
배경 및 필요성	- 기후변화와 어촌고령화로 인한 수산물 생산성 저하 및 대응방안 마련 필요
사업 개요	- 경계둑 설치 및 저질개선사업을 통한 패류 갯벌양식단지 조성 - 1가구 자급형 양식단위로 구획화하여 지역민 및 귀어민에 분양
기대효과	- 갯벌자원의 대단위 서식처 조성을 통한 기후변화 적응 미래식량자원 확보 - 어촌 인구감소 및 노동력 부족에 대응한 새로운 소득원 제공

사업명	**해조류 산업 활성화 및 CO_2 저감 사업**
배경 및 필요성	- 해조류는 전복산업의 기반인 동시에 이용분야의 다양성과 CO_2 흡수 가능 - 기후변화에 취약하므로 적응방안 마련 필요
사업 개요	- 대규모 해조류 양식단지 조성 등 해조류 관련 산업 육성 및 개발 - 해조류를 이용한 CDM 인증 논리 개발
기대효과	- 해조류 산업 및 관련산업 활성화를 통한 어민 소득 증대 - 대규모 해조로 양식을 통한 대기 중 CO_2 저감 및 해수 산성화 방지

사업명	**기후변화 적응 생태양식섬 조성 사업**
배경 및 필요성	- 전남의 섬과 냉수대를 활용한 해조류 및 어패류 생산기지 구축 필요
사업 개요	- 양식섬 적지 평가 및 적합 양식품종 선정 및 인프라 구축 - 대규모 수산물 생산과 청정성 부각을 통한 브랜드화
기대효과	- 섬자원을 수산물 생산 전진기지로 활용하여 어촌활성화 도모 - 시범사업을 성공적으로 추진하여 섬자원의 경제화 모델 제시

사업명	**기후변화에 따른 어패류의 종조성 및 산란시기 변화 적응**
배경 및 필요성	- 수온 변화에 따라 어족자원의 종 조성 및 산란시기 변화에 따른 대책 마련 필요
사업 개요	- 연안의 어종 및 어획량 변화 분석을 통한 해역별·품종별 양식지도 작성 및 종별 산란시기 조사·분석 - 양식어장 재편성 및 변화에 적합한 어구·어법 배포 및 교육
기대효과	- 기후변화에 적극적으로 대응하여 수산자원 보호 및 어민소득 증대

- 물관리분야(2)

사업명	**기후변화에 따른 물관리 분야 영향 분석 및 취약성 평가**
배경 및 필요성	- 물관리 분야의 취약성 평가 불확실성 해소를 위해 정량적인 자료 필요 - 수자원의 모니터링 및 DB 구축을 통한 객관적인 취약성 평가 자료 필요
사업 개요	- 하천의 모니터링 강화와 건강성 평가 - 기후변화에 따른 물관리 분야 취약성 정량화 - 수생태계 취약성 지도 제작 및 활용
기대효과	- 기후변화에 따른 하천 건강성과 취약성 평가 및 구축자료 활용 - 수자원 변동 파악·예측을 통한 기후변화 적응 전략 수립

사업명	**수질오염원 관리 및 수질개선**
배경 및 필요성	- 오염물질 유입에 따른 수질오염 증가로 하천 및 호소 수질관리대책 요구 - 수질예보시스템 구축 및 운영으로 사전 예방적 대책 필요
사업 개요	- 수질오염원 유입 저감대책 수립 - 수질측정망 운영을 통한 수질개선 모니터링 시스템 구축
기대효과	- 하천 수질 개선 및 생태계 복원을 통한 기후변화 적응력 제고 - 수질예보시스템 운영으로 선제적 수질관리 체계 구축

- 생태계분야(2)

사업명	**밀원식물 식재 및 벌꿀생산지 조성**
배경 및 필요성	- 토종벌의 '낭충봉아부패병' 바이러스 감염시 75% 이상 폐사, 피해 점차 확대
사업 개요	- 남해도서를 대상으로 적합지역 선정 및 밀원식물 식재 - 다양한 기능성 밀원식물을 개발하여 섬에 따라 특화된 벌꿀 생산 - 낭충봉아부패병 바이러스로부터 격리
기대효과	- 특화된 벌꿀 생산을 통해 농민 소득증대 기여 - 남해도서 청정지역의 벌꿀 특화를 통해 청정 전남의 이미지 개선

사업명	**난대림을 이용한 치유의 숲 조성**
배경 및 필요성	- 기후변화에 대비한 난대림 육성기반을 조성하고 이를 치유프로그램으로 활용
사업 개요	- 남해안과 도서를 대상으로 난대림 군락조성에 따른 치유효과 적합지역 선정 - 테마별 치유센터 설립 및 테마코스, 자생식물을 이용한 음식개발, 치유 숲 숙소 운영 등
기대효과	- 관광과 치료의 개념을 함께함으로써 지역 소득 증대

- 적응산업/에너지분야(2)

사업명	**온실가스 및 에너지 자발적 감축지원 사업**
배경 및 필요성	- 에너지/온실가스 목표관리제 확대에 따른 기업 부담 가중
사업 개요	- 사업장 배출 인벤토리 작성 및 배출계수 개발 - 에너지/온실가스 배출진단 지원
기대효과	- 업종대 대·중·소 기업 컨소시엄 구축을 통한 비용절감 및 감축성과 공유

사업명	**하이브리드형 신재생에너지 발전시스템 구축**
배경 및 필요성	- 혹서/혹한기 최대수요전력에 대비한 예비전력 확보 절실
사업 개요	- 풍력기반의 하이브리드 발전시스템 개발·인증 인프라 구축 - 환경·녹색기술 복합단지를 지향하는 강진환경산업단지 등 효율적 활용
기대효과	- 도내 신재생에너지 R&D 역량 강화 및 인프라 확보

제5장 분야별 적응대책

1. 건강분야
2. 재난/재해분야
3. 농업분야
4. 산림분야
5. 해양/수산분야
6. 물관리분야
7. 생태계분야
8. 적응산업/에너지분야

제 5 장. 분야별 적응대책

1. 건강분야

가. 전라남도 기후변화 영향 현황

○ 기후변화로 인해 발생하는 여름철 이상고온으로 인한 초과사망자수는 기상재해로 인한 사망(실종)자에 비해 2배

○ IPCC 4차보고서(2007)에서는 기후변화에 따라 예상되는 건강영향을 제시하고 있음.

- 폭염, 홍수, 폭풍, 화재, 가뭄으로 인한 사망, 질병 및 상해의 증가
- 말라리아에 의한 영향의 변화. 지상의 오존 농도 증가에 따른 심장 및 호흡기 관련 질병률과 사망률의 증가 등의 사항은 높은 예측 신뢰도를 제시하고 있음.

○ 이에 따라 본 연구에서는 현재 전남과 관련된 여러 가지 건강 현황 중에서 특히 향후 기후변화로 인해 영향을 받을 것으로 예상되는 폭염과 전염성 질병에 관한 현황을 조사 분석하였음.

1) 폭염

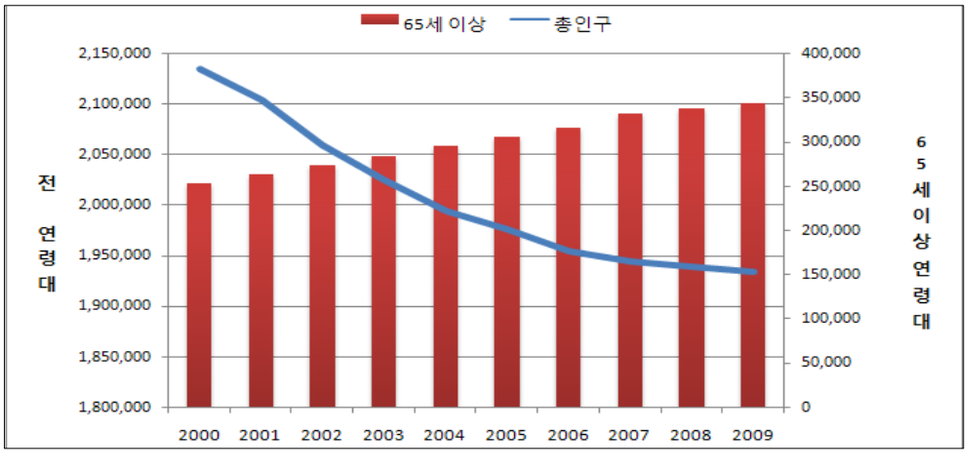
○ 폭염과 같은 고온 현상은 고온과 관련한 질병을 일으킬 뿐만 아니라 인간의 심혈관계 및 뇌혈관계에 영향을 미치게 됨. 특히 고온에 장시간 노출될 경우 항상성 유지를 위한 체열조절 능력이 감소하게 되고 이로 인해 열사병, 일사병, 열실신, 열경련 등 고온과 관련된 질병이 발생하게 됨.

○ IPCC TAR의 주요 연구 결과 중에서 폭염의 빈도 및 강도의 증가는 특히 노년층과 도시 빈민층에서의 사망 및 질병의 위험을 증가시킬 것이라는 결과를 제시하고 있음 (McMichael et al., 2001). 또한 한화진 등 (2007)의 연구에서도 기후변화로 인해서 노년층이 고온에 취약하다는 결과를 제시하고 있음.

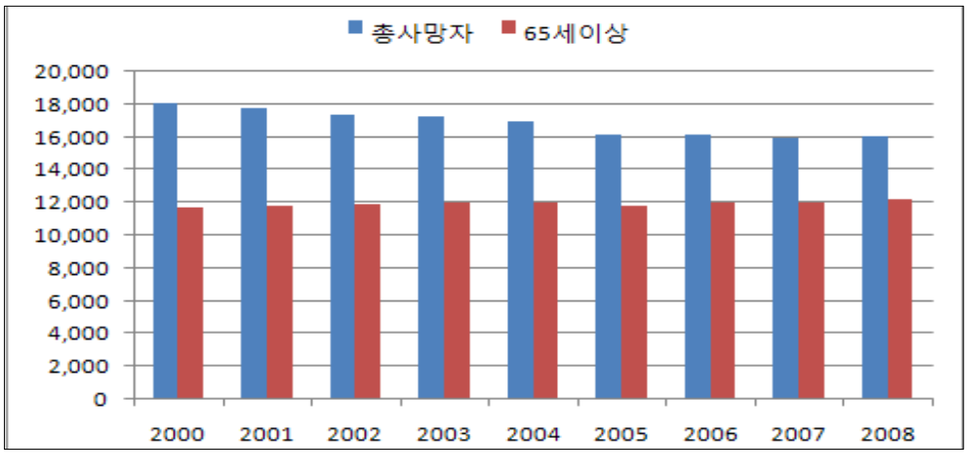
○ 이에 따라, 전남의 인구 변화 구조를 조사하였고 그 결과는 <그림 5-1-1>과 같음. 2003년부터 2009년까지의 전남 인구수의 변화 추이를 살펴보면, 전체 인구수는 해마다 평균 약 15,045명 감소함. 그러나 선행연구를 통해서 기후변화 에 취약한 집단으로 구분되는 65세 이상의 인구수는 해마다 평균 약 9,659명씩 증가하고 있음. 이는 전남의 인구구조가 점차 기후변화에 취약한 고령인구(65세 이상)의 인구밀도가 높아지고 있음을 나타냄.

○ 2000년부터 2009년까지의 전남에서 발생한 사망자수의 변화를 살펴보면, <그림 5-1-2>와 같음. 전체 사망자수는 연간 평균 16,871명 발생하였고, 그리고 기후변화에 민감한 집단으로 나타나고 있는 65세 이상의 고령인구의 경우에는 전체 사인에 의해 연간 평균

11,965명(전 연령의 71.1%)이 사망하였음.



<그림 5-1-1> 전남의 전 연령, 65세 이상 인구 변동 추이(2000년~2009년)

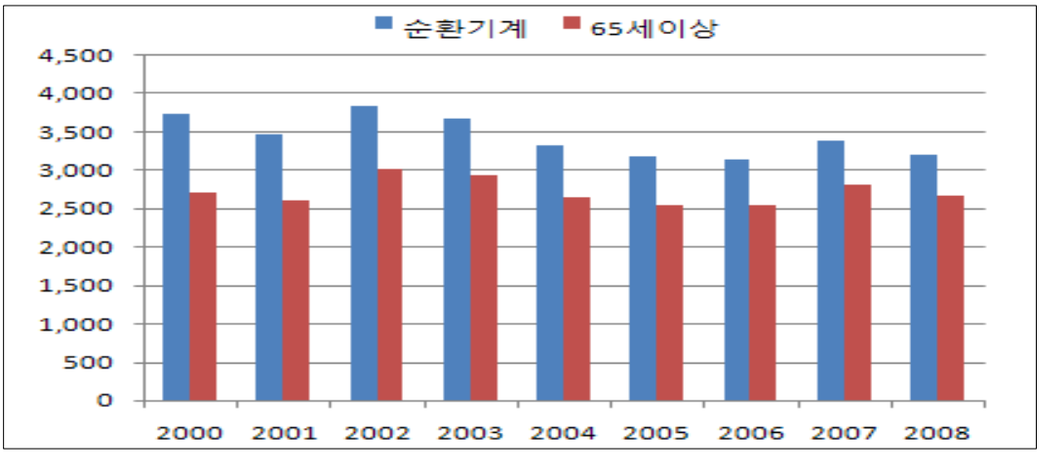


<그림 5-1-2>전남의 전 연령, 65세 이상 사망자수의 변동 추이(2000-2008년)

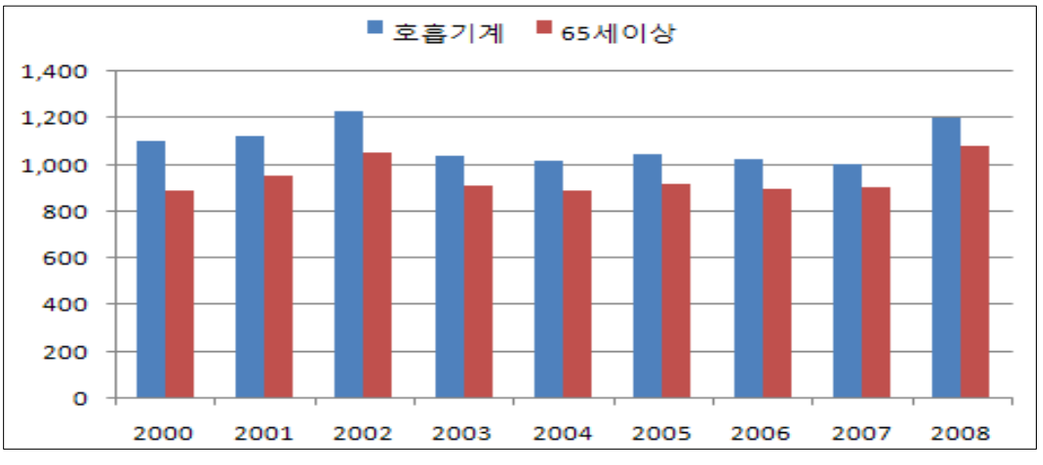
○ 질병에 의한 사망자 중에서도 선행연구(박종길 등, 2005; 한화진 등, 2007)에 의해서 고온과 관련된 사망자수로 분류되는 열사병 및 일사병. 순환기계 질환, 호흡기계 질환에 대한 전남의 현황을 검토하였음. 그 결과, 열사병이나 일사병의 피해가 미미한 정도이기 때문에 이를 통해 기후변화에 의한 향후 피해 정도를 판단하기에는 무리가 있음. 선행연구에서도 지적하는 바와 같이 폭염에 의한 사망자가 발생하였을 때, 열사병이나 일사병과 같은 사인이 아닌 다른 질환으로 분류되는 경우가 많기 때문에 열사병과 일사병외의 고온관련 질병에 대한 연구가 필요함.

○ 이에 따라 순환기계 질환과 호흡기계 질환 사망자의 변화 경향에 대해서 살펴본 결과는 <그림 5-1-3>과 같음. 그림에서 보는 바와 같이 순환기계 질환 사망자는 연간 평균 3,443

명이 발생하고 이중 약 79.3%가 65세 이상의 노년층인 것으로 나타났음. 호흡기계 질환 사망자는 연간 약 1,088명으로 순환기계 질환 사망자에 비해서는 발생자 수가 적었으나, 65세 이상의 노년층 사망자 발생 비율은 약 87.0%로 순환기계 질환에 비해서 노년층이 더 취약한 것으로 판단됨 <그림 5-1-4>.



<그림 5-1-3> 전남의 순환기계 질환 사망자수(2000-2008년)



<그림 5-1-4> 전남의 호흡기계 질환 사망자수(2000-2008년)

2) 전염병

○ 장재연(2003)은 우리나라 법정 전염병의 발생추이를 분석하여 전염병 발생에 관한 기후변화의 영향 가능성을 <표 5-1-1>과 같이 제시하였음.

○ 표를 통해서 기후변화와의 관련성이 높은 질병과 낮은 질병을 분류하고 있고, 특히 최근 들어 증가하는 추세에 있는 질병 중에 기후변화와 관련이 있는 질병이 많음을 알 수 있음. 즉 기후변화와 관련성이 높은 질병은 증가하고, 기후변화와의 관련성이 낮은 질병은 감소하고 있음을 나타내는 것임. 표에서 제시하고 있듯이, 기후변화의 영향을 받아 증가

하는 질병은 쯔쯔가무시증, 말라리아, 세균성이질, 신증후군출혈열 등임.

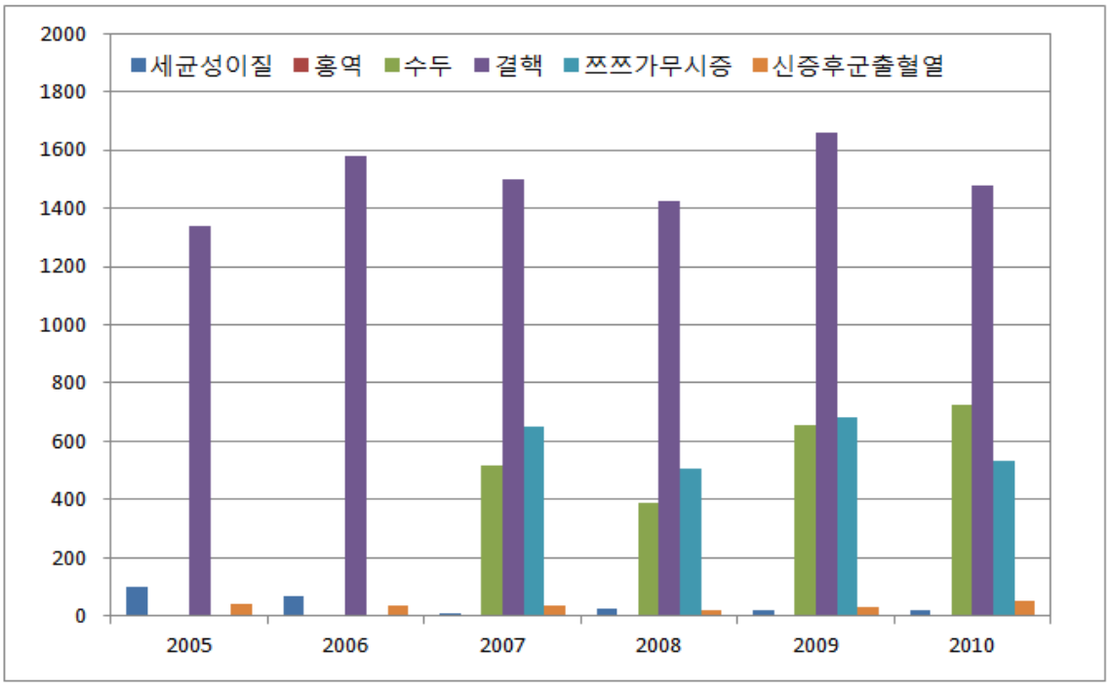
<표 5-1-1> 법정전염병의 최근 10년간 발생추이 요약(2000년)

기후변화와의 관련성	증가추세	감소추세	불확실
높음	쯔쯔가무시증 말라리아 세균성이질 신증후군출혈열 렙토스피라증 발진열 (뎅기열) (리슈마니아증) (비브리오폐혈증)	-	콜레라 (2001년 이후 발생건수 급증) 일본뇌염 (2002년 발생건수 증가) 발생사례 없는 질병:페스트
낮음	유행성이하선염	장티푸스 백일해 파상풍 결핵 한센병 성홍열 공수병 (장출혈성대장균) (풍진) (브르셀라증)	홍역 (2001년 이후 발생건수 급증) 수막구균성수막염 (2001년 이후 발생건수 급증) 발생사례 없는 질병 : 디프테리아 : 폴리오 : 발진티푸스 : 탄저

출처 : 장재연 등, 2003

○ 선행연구(장재연 등, 2003)에서 기후변화와 관련 있다고 나타내는 법정전염병 중에서 페스트, 일본뇌염, 리슈마니아증은 2005년부터 2010년까지 전남 지역에서는 2005년도에 1건 발생하였고, 다른 전염병은 발생하지 않았음.

○ 법정전염병은 조사기간 동안 연간 평균적으로 약 345회 발생하였고 전염병 중에서 가장 많이 발생한 것은 결핵, 홍역, 쯔쯔가무시증, 수두, 세균성이질, 신증후군출혈열 등 순이었음. 높은 발생 빈도를 나타내는 6가지 전염병에 대한 연간 변화는 <그림 5-1-5>와 같음. 그림에서 확인 할 수 있듯이 법정 전염병의 발생특성은 현재의 자료만으로 변화추이를 예측할 수 없음.



<그림 5-1-5> 전남에서의 법정전염병 발생 추이(2005~2010년)

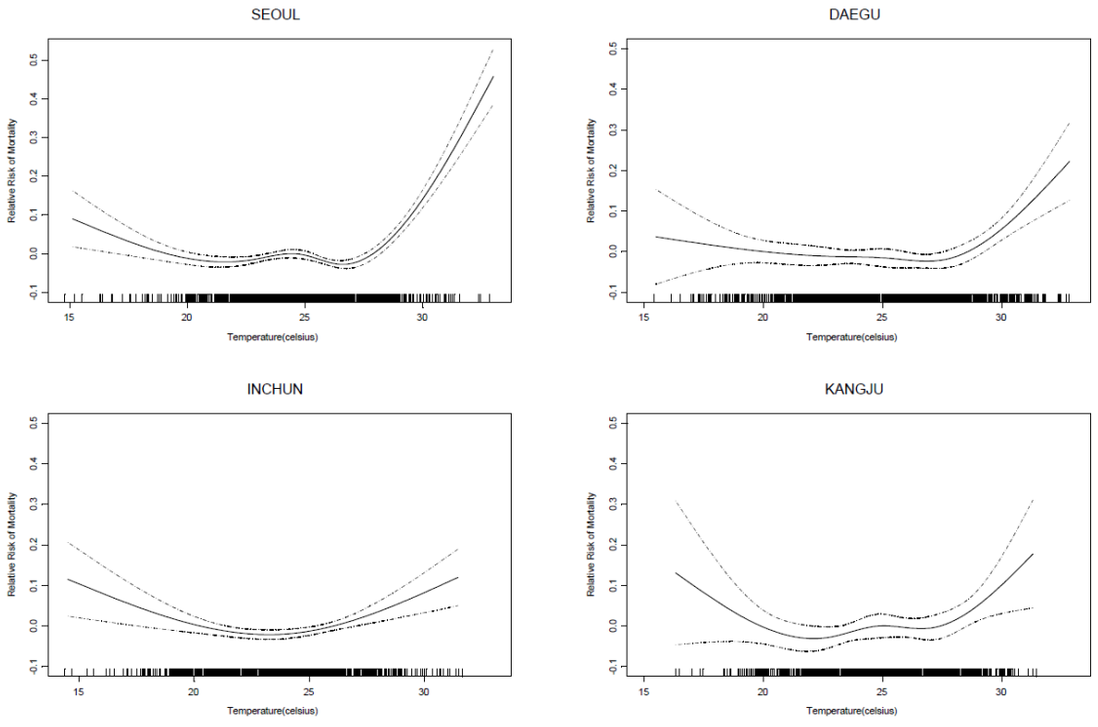
나. 국내·외 선행연구 사례

1) 국내사례

■ 폭염

○ 박정임 등(2005) 은 전국 7개 대도시를 대상으로 전 연령 및 65세 이상으로 구분하여 여름철(6월-8월) 일평균 기온과 표준화 사망자 수의 관계를 평가하였음.

- 일반화 부가모형(GAM)을 이용하여 기상 요소에 의한 표준화된 일별 사망자 수의 관련성 평가
- 각 도시별로 두 개의 연령군(전체 및 65세 이상), 두 가지의 기상변수(기온 및 열지수), 4일 동안 지연효과를 고려한 GAM 분석 실시
- 고온-사망 관계모형을 이용하여 기상청에서 제공받은 2032년-2051년 기온 예측 자료를 바탕으로 여름철 고온으로 인한 초과사망자 수 추정
- 4개 대도시(서울, 대구, 광주, 인천)의 기온과 기온상승에 대한 분석결과, 특정기온 이상에서 일별 사망자수는 선형적으로 증가



<그림 5-1-6> 4개 도시에 대한 기온과 사망의 관계(박정임 등, 2005)

- 관계식(초과사망자 수 = 10.847×고온 발생일 수)에서 보듯이 28.1도 이상인 날이 하루 늘어날 때마다 초과사망자 수는 11명으로 늘어날 것으로 추정됨.

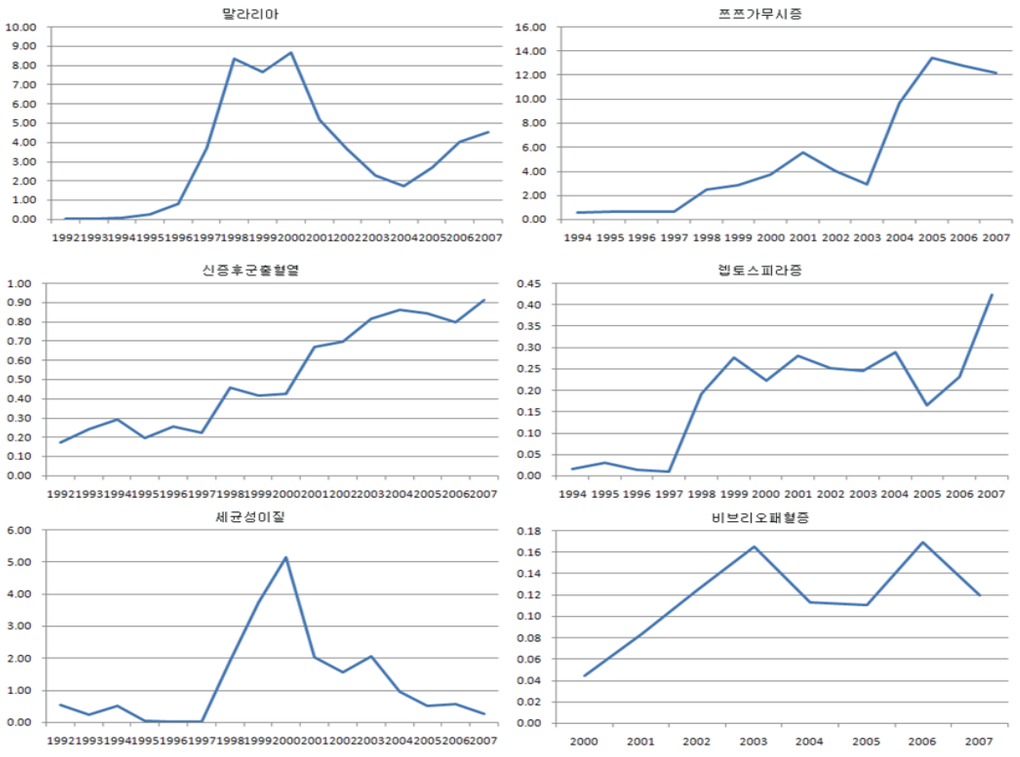
○ 6개 광역시를 대상으로 폭염이 일사망자에 미치는 영향을 조사한 결과, 서울시는 일 최고기온과 폭염 발생 다음날 폭염 발생 당일의 표준화된 사망자수와의 상관관계는 각각 0.512와 0.487로 나타났으며, 일 최고열지수의 경우 폭염 발생 다음날 0.404로 가장 높은 값을 보임(박종길 등, 2008).

- 1991년부터 2004년까지 14년동안 6개 광역시(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전)를 대상으로 사망원인통계자료를 이용하여 사망자수를 5세 간격으로 표준화 시행
- 사망자수의 지역 간의 차이 비교를 위해 SAS 9.1을 이용한 분산분석 실시함
- 여성의 경우 지연 1일 일 최고기온일 때 0.476, 남성일 때 지연 1일 일 최고기온일 때 0.383으로 나타나 여성이 남성에 비해 높은 상관을 보임.
- 65세 이상인 경우가 65세 미만인 경우에 비해 적게 0.10~0.25정도까지 상관계수가 높게 나타나 65세 이상의 사망자수가 폭염 발생과 상관성이 높음.

■ 전염병

○ 기후변화 관련 질병의 연도별 발생자수는 질병관리본부 자료를 이용하여 계절적 특성 및 인구학적 특성을 고려한 취약성 평가를 실시함(장재연, 2008).

- 쯔쯔가무시증, 신증후군출혈열, 렙토스피라증 등은 지속적으로 크게 증가하는 추세를 나타냄.



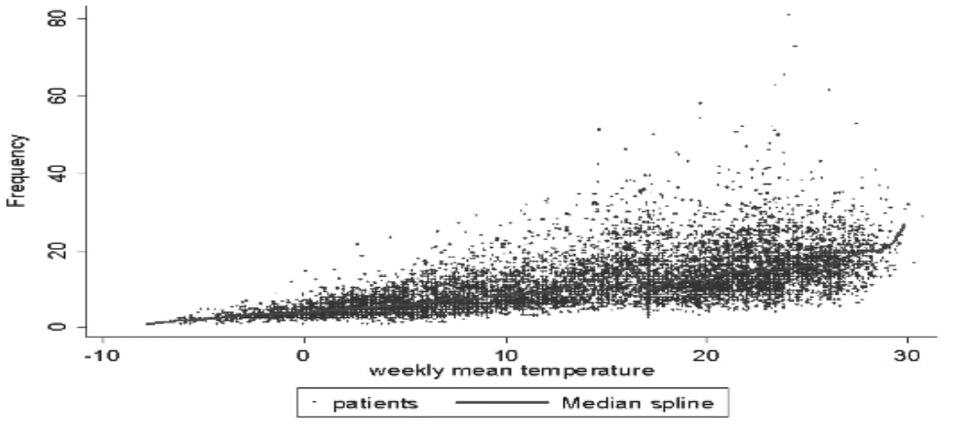
<그림 5-1-7> 연간 인구 10만 명당 기후변화 관련 질병 발생률 추이(장재연, 2008)

○ 16개 광역시의 기온, 상대습도에 따른 주(week)단위 식중독 발생 건수 및 환자 수의 변화를 분석한 결과 식중독 환자 수는 주간 평균기온과 양의 상관관계를 나타냄(신호성 등, 2009a).

- Poisson 시계열분석과 식중독 발생의 계절성 및 상대습도의 시간지연효과를 고려한 분배시차모형(Distributed Lag Model)을 사용(지역의 Temp는 주간최고기온, Humid는 주간 최고상대습도, year는 식중독이 발생한 해당연도)

$$Log(y_{tj}) = \sum_{i=0}^{4} \beta_i \, Temp_{j,t-1} + \sum_{i=0}^{4} \beta_i \, Humid_{j,t-1} + \beta_s \sin\left(\frac{2\pi t_j}{T}\right) + \beta_c \cos\left(\frac{2\pi t_j}{T}\right) + year_t$$

- 식중독 발생의 계절성 요인과 연도별 변이를 고려하고 4주간의 식중독 발생의 시간 지연 효과를 반영하였음



<그림 5-1-8> 계절 및 연도별 변이를 고려한 온도와 식중독 환자 수의 관계(신호성 등, 2009a)

- 5년간 식중독 발생자료를 기초로 기후변화의 시간지연효과와 식중독 발생의 계절성을 고려할 경우 식중독 발생률이 증가함
  - 발생건수는 기온 1℃ 상승 시 5.27~5.99%, 기온 2℃ 상승 시 10.83~12.34%, 기온 3℃ 상승 시 16.67~19.07%, 기온 4℃ 상승 시 22.83~26.21% 증가
  - 환자 수의 경우 기온 1℃ 상승 시 6.18~7.01%, 기온 2℃ 상승 시 12.75~14.51%, 기온 3℃ 상승 시 19.92~22.54%, 기온 4℃ 상승 시 27.13~31.13% 증가

<표 5-1-2> 모형에 따른 기온과 식중독 발생률 관계

분류		발생건수 (IRR)		환자 수 (IRR)	
		Poisson 11)	Poisson 22)	Poisson 1	Poisson 2
기온	1℃ 증가	1.0599	1.0527	1.0701	1.0618
	2℃ 증가	1.1234	1.1083	1.1451	1.1275
	3℃ 증가	1.1907	1.1667	1.2254	1.1972
	4℃ 증가	1.2621	1.2283	1.3113	1.2713
독립변수	기온	o	o	o	o
	기온 지연효과	x	o	x	o
	습도	o	o	o	o
	습도 지연효과	x	o	x	o
	계절성	x	o	x	o
	년(year)	o	o	o	o

1) Poisson 1: Random effect poisson model
2) Poisson 2: distributed lag model with seasonality
출처: 신호성 등(2009a)

○ 기후변화와 전염병간의 관계를 중심으로 위험평가(risk assesment)를 수행하며, 특히 위험평가는 장애보정생존년수(Disability Adjusted Life Years)를 이용하여 전염병으로 인한 질병부담을 계산함(신호성과 김동진, 2008).

- 행정구역상 소지역 단위의 질병 발생분석을 위하여 소지역 분석 방법으로 적용하고, 준모수적인 스플라인 회귀식이 포함된 계층적 베이지안 분석법을 사용.
- 장애보정생존연수(Disability Adjusted Life-Year, DALY)는 조기사망으로 인해 손실된 연수(Years of Life Lost, YLL)와 비치명적 건강결과인 장애로 인해 손실된 연수(Years Lost due to Disability, YLD)를 합한 지표.

$$DALY_i = YLL_i + YLD_i$$

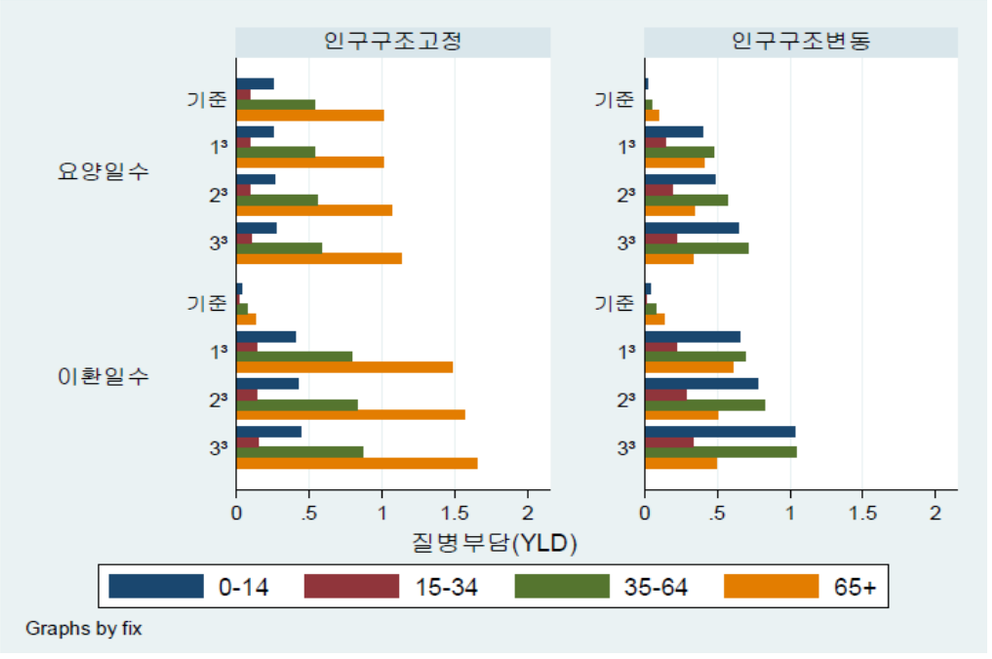
- 3년간(2005-2007) 전염병 발생을 기준으로 온도변화에 따른 전염병 발생을 예측한 결과 우리나라의 온도가 1℃ 상승할 경우 5가지 전염병(렙토스피라, 말라리아, 세균성이질, 장염비브리오, 쯔쯔가무시)의 평균 발생률은 4.27% 증가 할 것으로 예측됨

<표 5-1-3> 질병별 연령대별 전염병 발생예측 건수

	구분	0~1세	15~34세	35~64세	65세이상	합계
렙토스피라	기준	87	153	1,229	447	1,915
	1℃상승	88	153	1,274	477	1,993
말라리아	기준	*	*	6,489	539	7,029
	1℃ 상승	*	*	6,711	556	7,268
세균성이질	기준	5,270	1,532	2,129	437	9,368
	1℃ 상승	5,353	1,539	2,196	449	9,538
장염비브리오	기준	757	140	926	550	2,373
	1℃ 상승	789	155	934	574	2,451
쯔쯔가무시	기준	1,181	1,250	10,923	5,276	18,630
	1℃ 상승	1,269	1,329	11,527	5,620	19,744
합계	기준	7,294	3,074	21,696	7,250	39,314
	1℃ 상승	7,500	3,174	22,642	7,677	40,994

*: 말라리아의 경우 0~14와 15~34세 연령대의 경우 최종모형이 수렴되지 않아 예측할 수 없음
동일 연령대의 발생건수가 없는 것은 아니지만 일관성을 유지하고 질병부담을 산출하기 위하여 로 표시함.
출처: 신호성과 김동진(2008)

- 5가지 전염병을 연령별로 나누어 산출한 인구 1,000명당 질병부담 분석 결과, 온도가 상승함에 따라 질병부담도 높아지는 것으로 예측되나 인구구조 변동을 반영할 경우 저 연령층의 질병부담이 높아지는 현상이 나타남.



<그림 5-1-9> 연령별 기온에 따른 질병부담(YLD)(신호성과 김동진, 2008)

- 연령대별 질병부담을 모두 합한 값으로 전염별 종류별 질병부담을 측정하면 쯔쯔가무시(5.98%), 렙토스피라(4.07%), 말라리아(3.40%), 장염비브리오(3.29%), 세균성이질(1.81%)의 순으로 나타남.

<표 5-1-4> 미래의 전염병 종류별 질병 부담예측

전염병 종류			요양일수기준			이환일수기준		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
랩토스피라증	연령대	0~14	0.0089	0.0105	0.0136	0.014	0.0165	0.0214
		15~34	0.0089	0.0111	0.0125	0.014	0.0175	0.0196
		35~64	0.0327	0.039	0.0489	0.0514	0.0613	0.0769
		65세 이상	0.0225	0.0188	0.0186	0.0354	0.0296	0.0292
말라리아	연령대	35~64	0.1254	0.1491	0.1867	0.2257	0.2684	0.3359
		65세 이상	0.0191	0.0155	0.0148	0.0344	0.0278	0.0266
세균성이질	연령대	0~14	0.1488	0.1748	0.2254	0.2976	0.3496	0.4507
		15~34	0.0247	0.031	0.0347	0.0493	0.062	0.0694
		35~64	0.0155	0.0184	0.023	0.0311	0.0368	0.046
		65세 이상	0.0058	0.0047	0.0045	0.0117	0.0094	0.009
장염 비브리오	연령대	0~14	0.0822	0.0989	0.1305	0.1041	0.1253	0.1653
		15~34	0.0093	0.0128	0.0155	0.0118	0.0162	0.0196
		35~64	0.0248	0.0287	0.0351	0.0314	0.0364	0.0445
		65세 이상	0.028	0.0229	0.0222	0.0354	0.029	0.0281
쯔쯔가무시	연령대	0~14	0.1647	0.2037	0.2752	0.2379	0.2942	0.3974
		15~34	0.0994	0.1318	0.1552	0.1436	0.1904	0.2241
		35~64	0.3807	0.4611	0.5871	0.5498	0.6659	0.8479
		65세 이상	0.3412	0.2844	0.28	0.4928	0.4107	0.4044

주: 인구 100,000 인년당 YLD
출처: 신호성과 김동진(2008)

■ 재난

○ 도시재생사업단(2010)은 국내 적용 가능한 홍수위험도 평가 방법을 개발함. 이는 지역별 재해위험도를 정량적으로 나타낼 수 있는 재해위험지수를 산정하여 평가하는 방법임

- 홍수피해금액과 각 지역별 도시지역 자산의 비로 홍수위험지수 산정
- 강우인자가 홍수 피해에 가장 많은 영향을 미친다고 가정하고 강우인자와 각 지역별 피해금액의 회귀식을 결정
  - 결정된 회귀식의 계수와 지역적 인자들의 회귀분석을 통해 과거 피해 자료가 부족한 지역의 홍수 피해금액을 추정

$$(\text{홍수피해금액}) = f_1(\text{총 강우량}, \text{강우강도}, \ldots)$$
$$a, b, c = f_2(\text{지역의 인문 · 사회 · 경제학적 인자})$$

  - 강우인자는 총 강우량, 10mm 이상 강우량 · 지속시간 · 강우강도, 15mm 이상 강우량 · 지속시

간 · 강우강도, 5시간 첨두강우량을 사용

○ 지역적 특성 인자는 피해를 입을 수 있는 대상을 인구 · 주택, 자산지수로 구분하였고 피해를 가중, 저감시킬 수 있는 특성은 토지이용지수로 분류함.

<표 5-1-5> 분석에 사용된 지표 목록

구분		지표 목록
강우인자		총 강우량, 10mm 강우량/지속시간/강우강도, 15mm 강우량/지속시간/강우강도, 5시간 첨두강우량
지역특성 인자	인구/주택지수	총 인구수, 인구밀도, 기초생활수급자수, 65세 이상 인구비율, 반지하 가옥수
	자산지수	가옥의 평균연령, 취약가옥수(무보증 월세, 사글세)
	토지이용지수	재정자립도, 제조업 생산액, 재산세액, 토지지목현황(도시면적/녹지면적/중요시설비율)

출처: 도시재생사업단(2010), 도시자연재해 안전기술 개발 재구성

○ 지역별 안전도 평가기법 개발 연구(소방방재청, 2005)는 지역의 자연재해에 대한 위험도를 사전에 파악하여 풍수해 저감 종합계획 수립, 재난보험제도 도입 등 재난 저감대책 및 시설투자사업 수립에 활용하기 위한 목적으로 소방방재청에서 수행함(서울시정개발연구원, 2006).

- 평가단위구역은 시군구이며, 해당 시군구의 재난위험성, 재난피해규모, 재난피해저감능력을 평가

<표 5-1-6> 소방방재청 지역안전도 평가 인자

요인	인자	세부내용
재난 위험성	등급별 발생확률(강우량에 따라 4단계 분류)	재난발생확률 산정(재해연보 발생수, 재난강도)
재난 피해규모	홍수 피해액	재난으로 인한 지역의 경제적 손실(재난피해액, 평균피해액, 표준점수로 변환)
피해 저감능력	유관기관단체 및 민간 협력, 대비계획 및 사전점검, 방재전문강화 및 홍보, 예경보 및 대응, 재해복구	방재청 지자체평가지표 등 참조(5개 부문, 23 평가항목, 89평가지표)

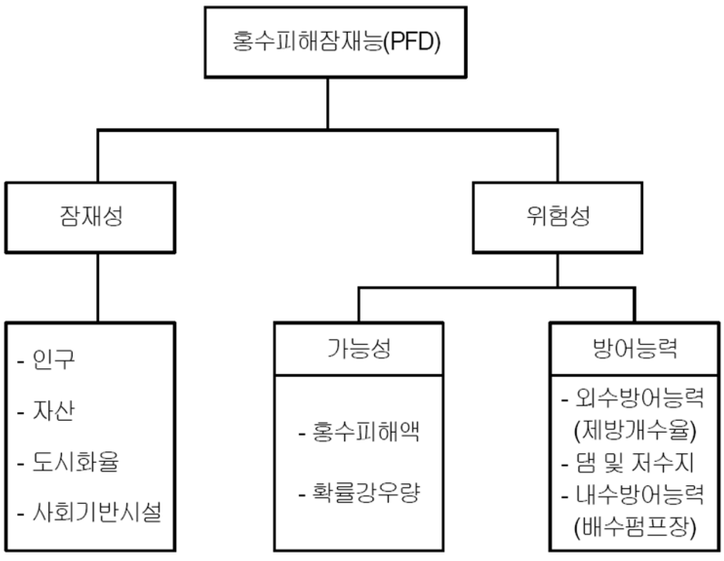
출처: 서울시정개발연구원(2006)



<그림 5-1-10> 소방방재청 지역안전도 평가 절차(서울시정개발연구원, 2006)

○ 건설교통부(2001)는 치수단위구역별 치수특성 파악 및 단위유역 간 치수 투자우선순위 산정 및 대규모 단위의 종합계획 수립 목적으로 홍수피해잠재능(Potential Flood Damage, PFD)을 산정함.

- 특정 치수단위구역의 잠재적인 홍수피해의 취약정도를 나타내는 지수로서 홍수에 의한 잠재적인 피해정도와 홍수피해가 발생할 가능성 및 이에 대한 방어능력정도를 종합적으로 평가
- 국내 수자원장기종합계획(건설교통부, 2006a)에서 사용하고 있는 홍수피해잠재능(PFD)은 수문요소뿐만 아니라 사회·경제적인 요소까지 포괄하여 특정 치수 단위구역의 홍수에 대한 잠재적 취약도를 나타내는 지수임.
- 단위구역별 치수특성을 파악하고 단위구역 간 투자우선순위를 산정하거나, 대규모 단위의 치수종합계획을 수립하기 위한 필요성으로 만들어짐.



<그림 5-1-11> 홍수피해 잠재능의 평가요소 및 방법

- 홍수피해잠재능 분석은 구성하는 세부항목들이 유역 내 치수단위구역별로 수집된 자료의 범위 안에서 설정된 상대적인 값을 가짐. 따라서 지수의 절대적 평가가 불가능 하고, 현재 상태로부터 PFD의 변화 정도로 미래의 목표치수안전도를 설정할 수 없다는 단점이 있음(김정훈, 2004).

○ 이상기후에 대비한 GIS기반의 선택적 홍수방어 의사결정시스템 개발 연구는 5개 취약성을 기반으로 건설기술연구원(2009)에서 개발한 시스템임.

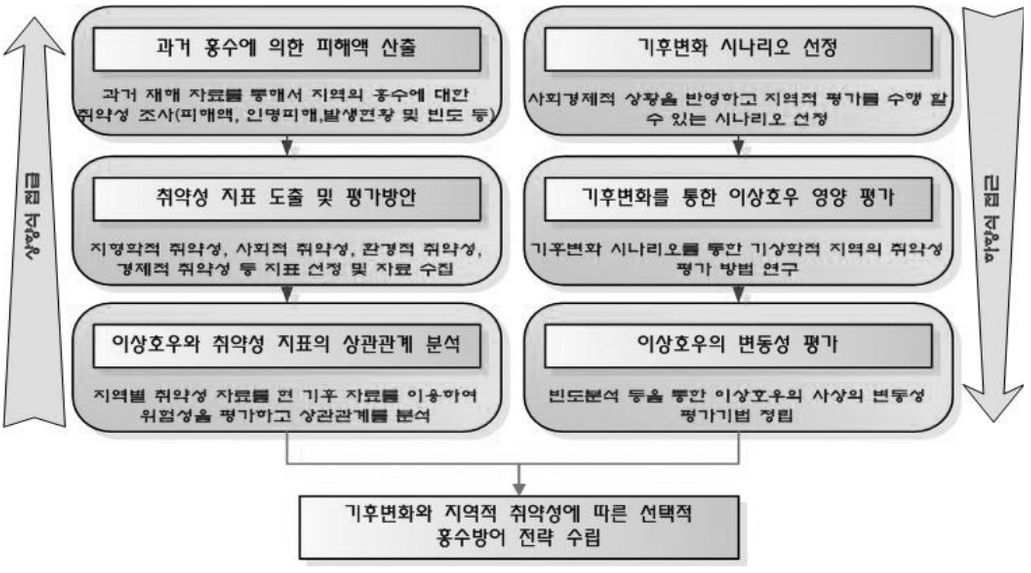
- 5개 취약성은 기상학적 취약성, 사회 경제적 취약성, 수문 지정학적 취약성, 시설물 취약성, 홍수방어 취약성으로 분류

<표 5-1-7> 이상홍수 취약성지표

대분류	이상홍수 취약성 지표		
	지표명	의미	평가방법
기상학적 취약성	극한강우 사상빈도	강우량 80mm/hr 발생 빈도	30년간 기상관측소 기록 중 강우강도, 80mm/hr 이상의 발생 횟수
	극한강우 변동지수	현재와 미래의 동일 빈도강우량의 강우량 변동폭	(미래강우량 - 현재강우량) / 현재강우량
사회-경제적 취약성	인구밀도	유역내 인구밀도	시군구 인구밀도를 소유역의 포함 면적비를 이용해서 산술평균
	재정지수	유역별 재정지수	인구밀도와 동일한 방법
	고령화지수	65세 이상, 장애자 등 의존인구 비율	인구밀도와 동일한 방법
수문-지형학적 취약성	홍수위험지역	홍수가 발생한 지역	침수흔적도 작성기준
	홍수규모 피해지수	태풍 및 호우로 인한 홍수 피해액 (1994-2008년 금액기준)	2008년 기준금액으로 환산하고 소유역의 포함 면적비를 이용해서 산술 평균
	유역경사도	소유역의 평균 경사	소유역별 평균경사(30mX30m) 격자
	유출계수	유역의 토지이용에 따른 유출계수	토지이용에 따른 도시화율을 평가하는 것으로 유출계수로 환산
	홍수범람 예상지도	설계홍수량 초과 강수에 의한 월류 홍수범람 지역	Hec-hms, hec-Ras를 이용한 범람 해석 결과
시설물 취약성	중요시설물 지수	소방서, 응급시설(대피소), 정수처리장, 하수처리장, 배수펌프장, 발전소, 병원	각 시설물별 개소수
홍수방어 취약성	하천제방 정비율	하천정비 개수율	(국가하천연장 x 개수율 + 지방하천연장 x 개수율) / (국가하천연장 + 지방하천연장)

출처: 김병식 등(2009)

- 지역의 기후변동에 따른 영향을 고려한 이상홍수취약성시스템(Excess Flood Vulnerability System, EFVS)을 기반으로 하며, 이상홍수취약성지수(Excess Flood Vulnerability Index,EFVI)를 분석하는 자동화 시스템으로 지형-수문학적 요인(지형의 상태), 기상학적 요인(지역기후 상태), 사회-경제학적 요인(지역거주민의 상태), 홍수방어능력요인(홍수방어시설물의 상태) 등 취약성 지표를 4개 그룹으로 구분(김병식 등, 2009)
- 김병식 등(2009)은 취약성 평가를 상향식 접근법과 하향식 접근법으로 실시하였고, 상향식과 하향식 접근법은 강우가 생성되는 기상적 측면과 강우가 홍수로 변화되는 지상에서의 과정을 대표할 수 있는 인자를 이용하여 <그림 5-1-12>와 같은 흐름으로 수행됨.



<그림 5-1-12> 취약성 평가 흐름도(김병식 등, 2009)

○ 안소라 등(2008)은 LURP 준 분포형 수문모형을 이용하여 미래토지이용 및 기후변화에 따른 경안천 유역의 유출특성을 분석함.

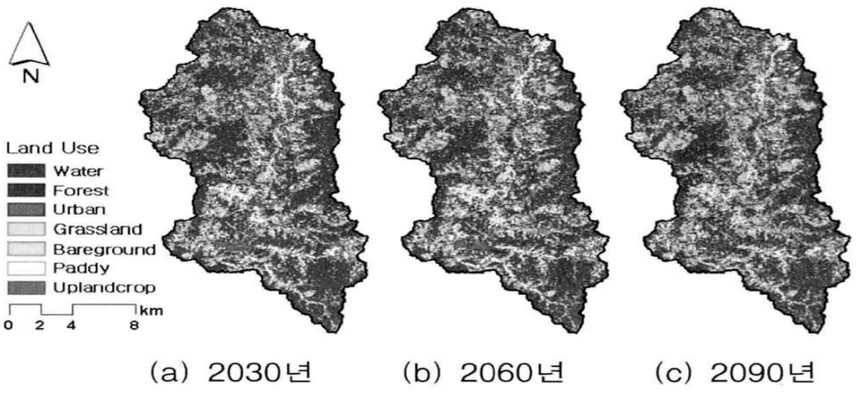
- 예측된 토지이용 자료와 미래 기후변화 시나리오에 의한 기상자료 및 식생지수 정보를 고려한 하천유역의 유출에 미치는 영향 분석

<표 5-1-8> 분석에 사용된 자료 및 결과물

입력 인자	결과
지형자료(평균고도값, 수로연장, 토지피복상태)	기후변화 시나리오와 연계한 미래 토지이용변화에 따른 유출 특성 분석
시계열자료(기온, 강수)	
물리적 매개변수(조도계수, 차단계수)	

출처: 안소라 등(2008), 미래토지이용 및 기후변화에 따른 하천유역의 유출특성 분석

- 4개년(1999-2002) 동안의 일별 유출량 자료를 바탕으로 모형 보정(1999-2000)과 검증(20001-2002)실시
- CA-Markov 기법으로 검증(2004) 후, 미래 토지이용(2030, 2060, 2090) 예측



<그림 5-1-13> CA-Markov 기법에 의해 예측된 토지이용도(안소라 등, 2008)

○ 강수만 등(2007)은 홍수범람해석모형인 FLUMEN모형을 이용한 진위천 하천구간 침수피해 저감방안을 연구함.

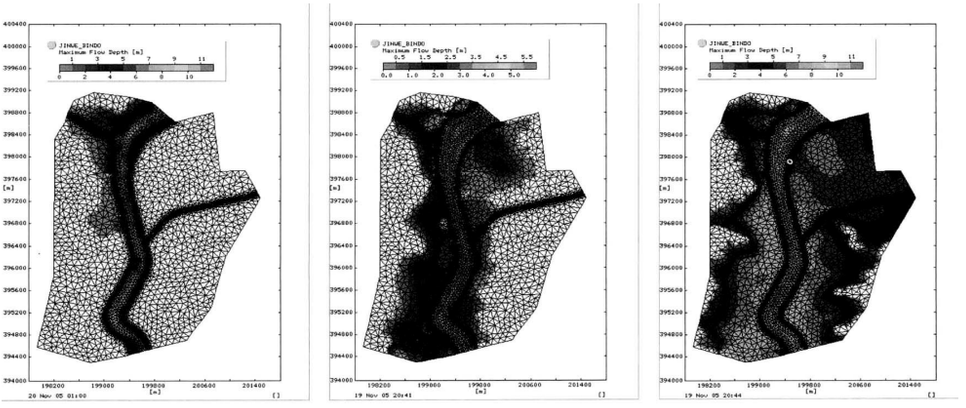
- FLUMEN(FLUvial Modelling ENgine) 모형을 이용한 홍수범람 모의

<표 5-1-9> 분석에 사용된 자료 및 결과물

입력 인자	결과물
상류단 경계조건(기지의 유량자료)	수문곡선의 변화, 침수면적 등 홍수위험평가 및 홍수범람 모의
하류단 경계조건 (에너지 경사(Slope of energy head)나 수위)	
지형자료 (수치해석 격자 불규칙삼각망(Triangulated Irregular network), 하천구간)	

출처: 강수만 등 (2007), 홍수범람해석모형을 이용한 침수피해 저감방안 연구

- 지형자료를 이용한 수문곡선의 변화, 침수 면적 등 홍수위험평가



(a) 100년 빈도 (b) 200년 빈도 (c) 500년 빈도

<그림 5-1-14> FLUMEN 모형을 이용한 진위천 홍수 빈도(강수만 등, 2007)

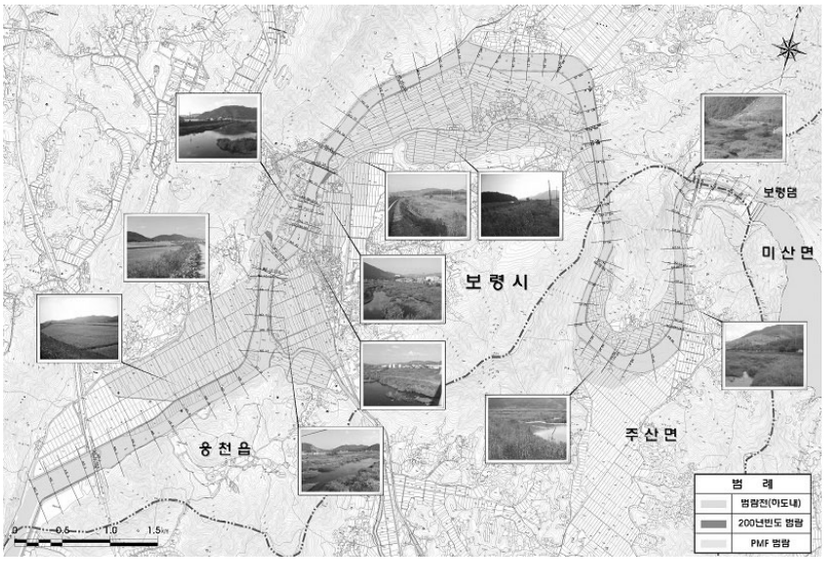
○ 홍석현 등(2009)은 HEC-GeoRAS(Hydrologic Engineering Centers-Geospatial River Analysis System)를 이용하여 홍수범람을 예측함.

- $\frac{\partial U}{\partial t}+\frac{\partial E}{\partial x}+\frac{\partial G}{\partial y}+S=0$
- 웅천천을 대상으로 HEC-GecRAS를 이용하여 횡단자료 구성, 자료를 접합하여 하도구성 완료 후 홍수위 계산을 수행하여 하류 홍수범람도 작성

<표 5-1-10> 분석에 사용된 자료 및 결과물

입력 인자	결과물
유량자료	침수위 및 유출량 산정, 홍수범람구역 결정
수위자료	
지형 속성자료(DEM, 불규칙삼각망(TIN))	

출처: 홍석현 등(2009), HEC-GeoRAS을 이용한 홍수범람도 작성 실무적용 기법



<그림 5-1-15> HEC-GecRAS를 이용한 침수범람도

2) 국외사례

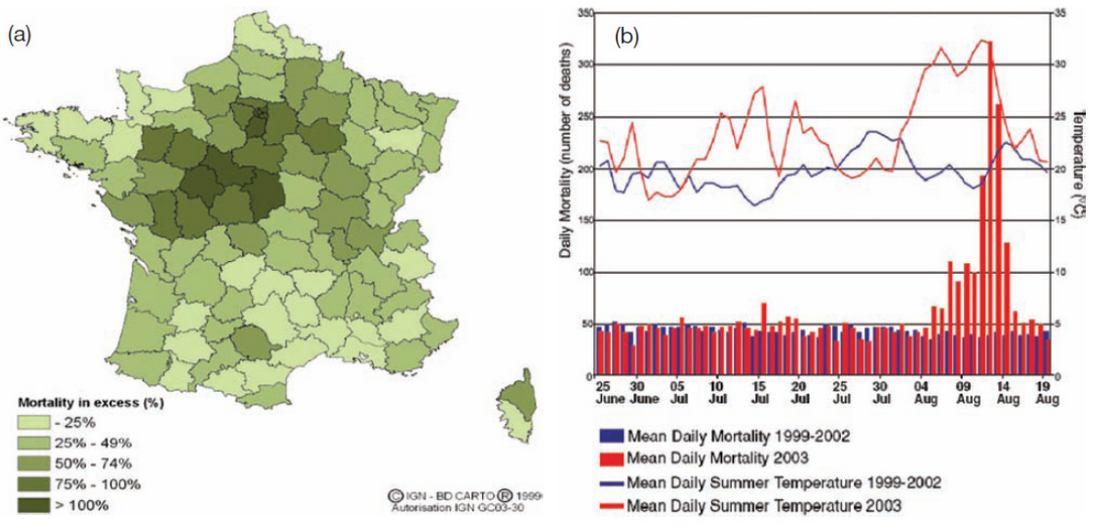
■ 유럽(폭염)

○ 2003년 여름의 혹서로 인해 서유럽(프랑스, 독일, 이탈리아, 포르투갈, 스페인, 영국)에서 27,000여명이 사망한 것으로 보고됨(WHO, 2004)

<표 5-1-11> 서유럽 폭염으로 인한 초과사망자수 및 열 관련 사망자

국가	열사병 사망자†	초과 사망자-모든 연령(%‡)	기간	기준 사망률의 평가방법	참고문헌
잉글랜드&웨일즈	보고안됨	2,045 (16%)	8월 4일-13일	1998-2002년 같은 기간 평균 사망자	Office for National Statistics, 2003
프랑스	보고안됨	14,802 (60%)	8월 1일-20일	2000-2002년 같은 기간 평균사망자	National Institute of Public Health Surveillance, 2003
이탈리아	보고안됨	3,134 (15%)	6월1일-8월15일	2002년 같은 기간 평균 사망자	Conti, 2003
포르투갈	7	2,099 (26%)	6월1일-8월31일	1997-2002년 같은 기간 사망자	Ministry of Health, Portugla, 2003
스페인	59	-			Ministry of Health and Consumer Affairs, 2003

†국제질병분류코드30(ICD 10th) 또는 E900(ICD 9th)에 해당하는 사망자
‡초과사망율=(관측사망자-기대사망자)/기대사망자×100
* 출처 WHO, Heat-wave Impacts and Responses, 2004



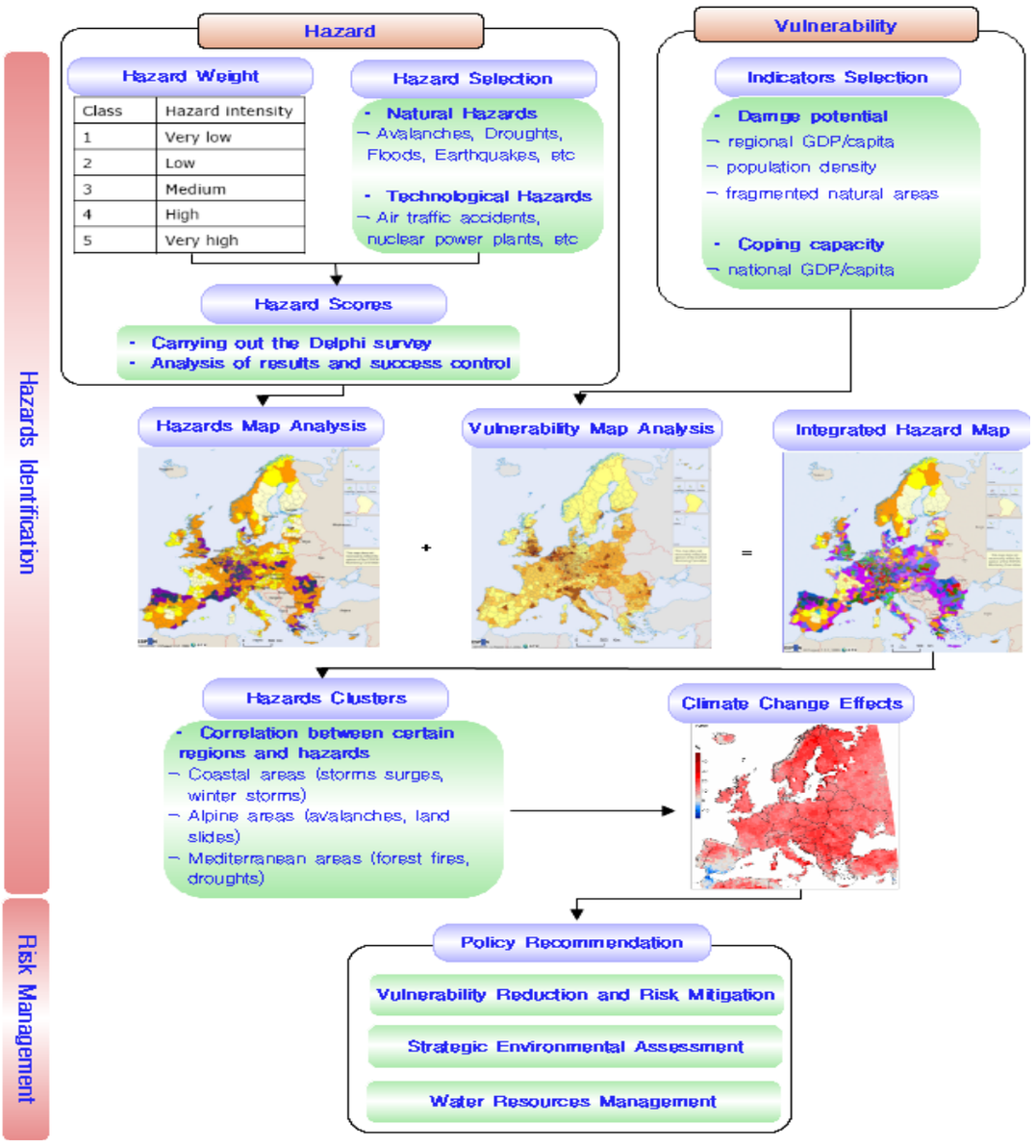
<그림 5-1-16> 프랑스 초과사망률 분포(a)와 열파 기간 동안 일별 사망자 변화(b) (2003.8.1-15)

○ 유럽 연합에서 실시한 cCASHh 프로젝트 분석에 따르면 일반적으로 기온이 1℃ 상승할 때마다 살모넬라 사례가 5~10% 상승

■ 유럽(재난)

○ 유럽의 ESPON 프로젝트(EU)는 전체적인 risk 종류에 대한 위험도를 정의하고 이에 취약도(vulnerability)를 결정하여 지도에 나타냄(Geological Survey of Finland, 2006).

- Risk map과 Vulnerability map을 종합하여 통합재해지도(Integrated Risk Map)를 작성함. Hazards Cluster 단계에서 특정자연재해나 인적재해들과 지역에 대한 상관관계를 통해 일부 지역에서 특정재해에 대비하도록함.
- ESPON에서는 유럽연합의 27개국과 이에 포함되지 않은 2개국(스위스, 오스트리아)에 대해 위험도 평가를 실시
- 재해와의 연관성을 연구해서 극심한 가뭄이 발생하는 경우에는 산불 위험도가 높아지는 연관성을 포함
- 이러한 결과가 반영된 통합재해지도를 통해 재해의 위험도와 취약도를 줄일 수 있고, 국가와 지방 정부 간 상호작용을 할 수 있는 정책을 제안하여 위험관리(Risk Management)를 실시하고 있음.

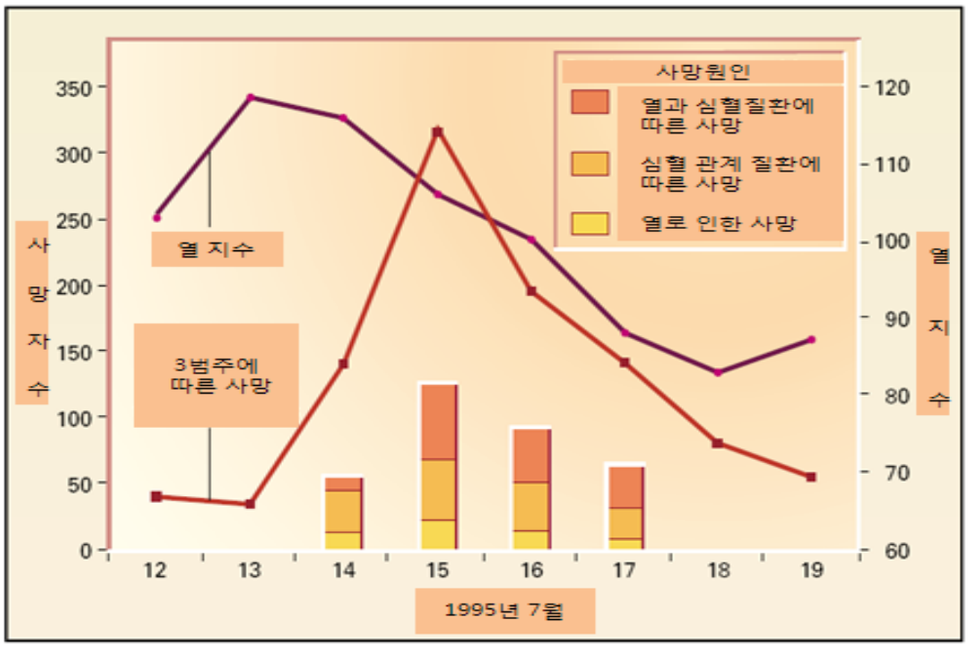


<그림 5-1-17> 유럽(EU 27개국+ 2개국) ESPON 프로젝트

■ 미국(폭염)

○ 시카고 지역을 대상으로 폭염기간동안 열 관련 또는 심혈 관계 사망자(환자)와 친구 및 가족 등을 대조군으로 분석함(Semenza, 1996).

- 폭염기간(1995년 7월 12일-19일)에 따른 원인별(열, 심혈관계 질환 및 열과 심혈관계 질환) 사망자와 열지수의 관계를 그래프로 나타냄.



<그림 5-1-18> 원인별(열, 심혈관계 질환 및 열과 심혈관계 질환) 사망자와 열지수(1995.7.12-19)

- 또한 열 관련 사망의 위험 인자에 대한 위해도를 평가한 결과 주거 형태 (구조, 에어컨 설치 유무 및 독신)가 열 관련 사망의 가장 큰 유해인자로 나타남.

■ 미국(전염병)

○ 식중독 발생 건수를 Passion시계열 분석방법을 적용하여 기후변화 따른 발생률을 예측함 (미국 국가과학기술원).

- 식중독 발생건수와 평균기온 사이의 상관관계 보고, 기후변화에 따른 식중독 발생에 대한 직·간접적 영향 제시
- 살모넬라(*Salmonella* spp.)의 경우 평균기온이 15℃이하 일 때는 월평균 약 200건에 머물던 살모넬라 발생건수가 18~19℃로 상승되면 250~350건까지 발생건수가 증가

○ WHO(2001)는 Global Burden of Disease에서 장애보정생존연수(DALY)를 이용하여 질병으로 인해 발생하는 조기사망 혹은 장애로 인한 질병부담을 측정 하였음(신호성과 김동진, 2008).

- 분석 결과 질병부담은 기후변화와 관련된 설사병이 5위, 말라리아가 9위로 나타남.

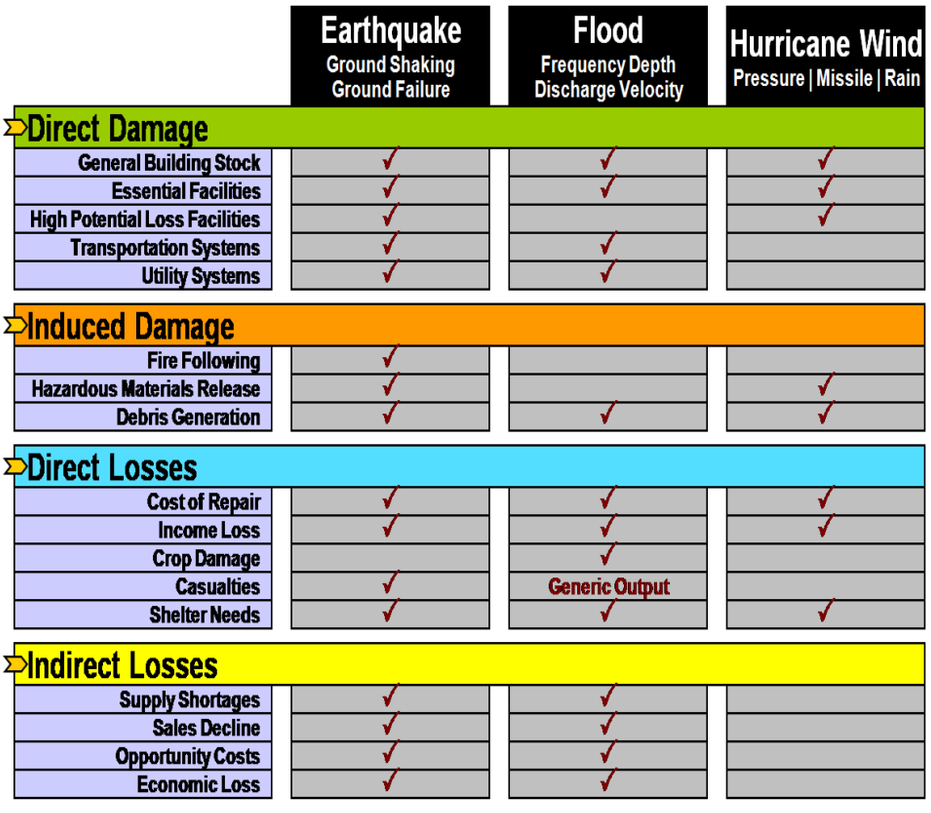
■ 미국(재난)

○ 미국 FEMA의 강력한 재난위험 평가 도구인 HAZUS는 홍수(Flood), 지진(Earthquake), 허리케인(Hurricane)의 영향력(Impact)을 화폐가치로 환산하여 위험도를 보여줌.

- HAZUS는 취약지역을 판별하고, 이전에 발생하였던 재난과 비교하여 준비상황 정도 평가를

지원

- 또한, 특정 재난 사건들로부터 잠재적인 손실을 예측 가능하게 하며, 재난 대응 및 복구에 가장 효과적인 자원배분에 대한 의사결정을 지원
- HAZUS는 인벤토리(Inventory)와 해저드(Hazard), 함수(Function)로 이루어져 있으며, 재난의 특성과 피해대상 시설물이 데이터베이스이고, 함수와 결합하여 재난 피해를 산출
- HAZUS의 기본 GUI는 GIS이고, FEMA와 협력하여 GIS 대표 업체인 ESRI에서 개발



<그림 5-1-19> HAZUS의 구성

- HAZUS는 지진, 홍수, 허리케인으로부터 발생하는 직접 피해, 2차 피해, 직접손실, 간접 손실을 예측
- 피해의 대부분은 지역 내 인벤토리에 타격이 가해지는 것으로 상기의 데이터베이스 중 인벤토리와 관련된 것이 연결

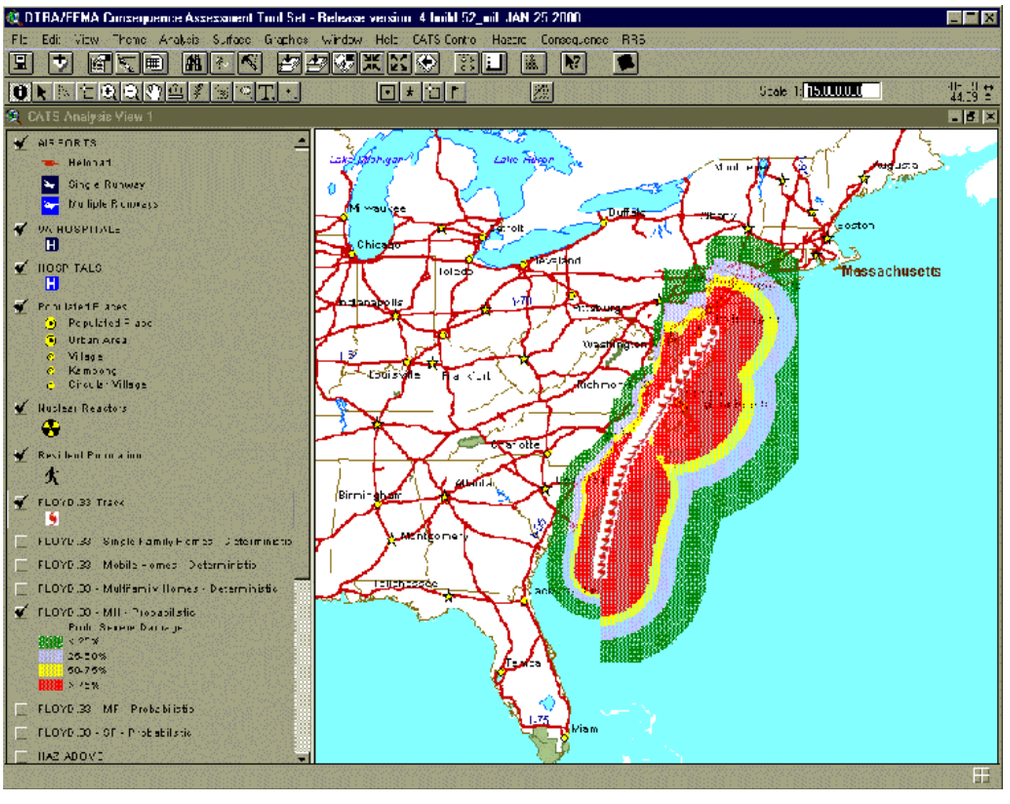
<표 5-1-12> HAZUS 데이터베이스

구분	구성요소
인구통계	인구, 종업원수, 가구
건물군	거주건물, 상업건물, 공업건물
중요시설	병원, 학교, 경찰서, 소방서
교통	고속도로, 다리, 철도, 터널, 공항, 항구, 항만, 여객선시설
유틸리티	하수도, 상수도, 송유관, 가스관, 전력, 통신 시설
고도잠재손실 시설	댐과 제방, 핵시설, 유해물질 저장소, 군사시설

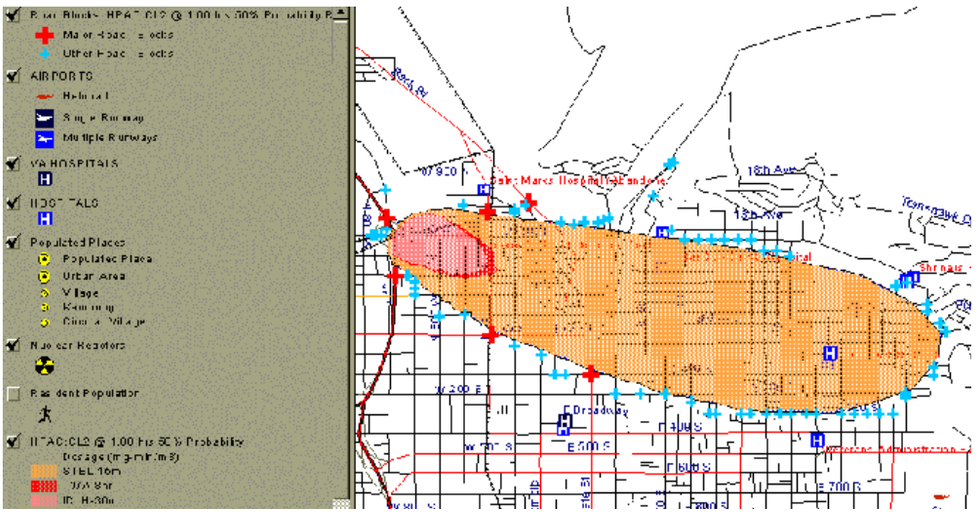
출처 : HAZUS Flood Technical Manual

○ Consequence Assessment Tool Sets(CATS)는 기반시설, 자원, 기술적재해, 자연재해에 대한 결과를 평가하는 시스템. CATS는 재해를 허리케인, 지진과 같은 자연재해와 산업사고, 테러리즘, 전쟁과 같은 기술적재해로 구분함.

- 재난 관리자들에게 Training, Exercise, Contingency Planning, Logistical Planning 등의 심도 깊은 도움을 제공



<그림 5-1-20> CATS 자연재해



<그림 5-1-21> CATS 기술적 재난

- 기술적 또는 자연재해의 결과와 피해정도 관련성 분석을 통해 예측·평가함. 기술적 부분은 실시간 기상정보를 이용하며, 자연재해부분은 지진과 허리케인으로부터 결과 값을 계산하여 제공
- 단지 재해 분포를 보여주는 것이 아니고 결과값의 분석과 계산을 강화시켜주는 시스템으로서 피해가능성을 공간적, 시간적으로 변화시키는 특징이 있음. 이런 변화는 다양한 재해 시나리오의 생성과 효과적으로 자원들을 위치시키고, 지속적인 응답 및 명령을 수행할 수 있도록 지원
- CATS의 분석 툴은 사용자가 정보, 재해, 사망가능성의 복합 레이어들의 결합 및 위험지역의 사람 수를 결정할 뿐 아니라 사회기반시설에 충격을 주는 이벤트와 재산피해의 확장 수준을 결정하는데 도움
- 넓은 범위의 사용자 특정 시설 데이터베이스들과 지리적 참조 벡터, 래스터, 사진 이미지들을 결합하여 유연성 제공

<표 5-1-13> 주요 평가 도구 모음(CATS)

구분	구성요소
재난	허리케인 바람, 폭풍 해일, 지진, 유해물질 유출, 방사능 유출, 대량살상무기
데이터베이스	인구, 가구, 경제능력, 지형, 지질. 기반시설, 구조물, 취약성
통신	인터넷, 전화, 위성
지상검증자료	영상, 항공사진, 사진
예상피해	기반시설, 자원
인명피해	
대응, 복구	

○ Community Vulnerability Assessment Tutorials(CVAT)는 미국해양대기관리처(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)의 재해취약성 평가를 위한 여러 가지 도구 중에 하나임.

- 미국해양대기관리처는 6단계의 절차로 커뮤니티에서 재해의 영향성을 평가하기 위하여 FEMA와 뉴 하노버 카운티 긴급상황 관리부(New Hanover County Department of Emergency Management)의 협업으로 해안서비스센터(Coastal Services Center)가 제작한 시스템
- 상기 그림은 CVAT의 단계별 입력값과 출력값을 나타냄. Hazard Identification단계에서는 재해의 종류와 특성, Hazard Analysis 단계는 재해 영향 모델, Critical Facilities 단계는 HAZUS의 인벤토리에 해당하는 일반건물 및 피해대상시설, Societal Analysis단계는 인문정보, Economic Analysis단계는 산업 및 경제성, Environmental Analysis 단계는 유독물질 및 환경물질을 나타냄.
- 이러한 단계로 입력값이 들어가며 입력값은 각 단계마다 특성을 나타내고 출력값은 다음 단계를 위한 입력값이 됨.

<표 5-1-14> CVAT의 단계별 입출력값

단계	입력값	출력값
1. 재해 판별	폭풍해일, 바람, 홍수, 지진, 산불, 유해물질 유출, 독성물질 유출	재해 저감 전략 개발에서 유용성있는 재해 우선순위 리스트와 우선순위 저감 프로젝트
2. 재해분석	SLOSH 모델, 내륙바람 모델, 홍수지도, 토양, 토지피복, 침식률, 유해폐기물	재해피해 저감 프로젝트를 위한 높은 위험 지역을 선정하는 것과 취약성을 분석하기 위한 여과기로 사용되어지는 지리적으로 정의된 위험고려지역
3. 핵심 시설 분석	경찰서, 소방서, 병원, 대피소, 유틸리티, 통신, 관공서, 도로와 교량, 학교	다양한 재해의 충격에 대한 핵심 라이프라인과 핵심 자원의 취약성을 체계적으로 평가. 저감프로젝트의 발견 및 우선순위 정하는데 사용될 수 있음.
4. 사회적 요인 분석	빈곤율, 나이, 소수민족, 차량 무소유율, 한부모가구, 임대주택, 생활보호대상자	재해복구를 위한 최소 인적자원과 함께 지리적으로 높은 위험으로 설정된 지역. High-need 구역을 선정하고 재해저감 전략을 개발하는데 사용되어 질 수 있음
5. 경제적 요인 분석	농업, 광업, 건설, 제조, 운송, 도소매, 서비스, 금융, 보험, 부동산	경제적 취약 섹터에 대한 잠재적인 충격과 함께 지리적으로 높은 위험으로 설정된 지역. 재해저감 전략 개발 및 중요성이 높은 경제 구역을 선정하는데 사용되어 질 수 있음
6. 환경적 요인 분석	유해물질, 독성물질 유출시설, 석유시설, 항만, 정박지, 충전소	2차 환경 피해에 대한 잠재적인 충격과 함께 지리적으로 높은 위험으로 설정된 지역. 민감한 천연자원을 지킬 저감프로젝트를 선정하는데 사용되어 질 수 있음
7. 저감 기회 분석	Policy Status, 미개척지, 인구이주, 도시계획, 토지피복 변경	고위험지역에 집중된 존재하고 잠재성있는 토지이용의 체계적인 평가. 제안된 자연재해 저감 전략의 미래 영향력을 평가하는데 사용되어 질 수 있음

■ 캐나다(전염병)

○ Lima(2005)는 베이지안 기법을 활용하여 캐나다 British Columbia 지역을 대상으로 질병부담의 소지역 추정연구 실시(신호성과 김동진, 2008 재인용)

- 1991-2000년 간 행정단위별 입원 및 사망 자료를 통하여 DALY를 산출하였음.

■ 호주, 중국(전염병)

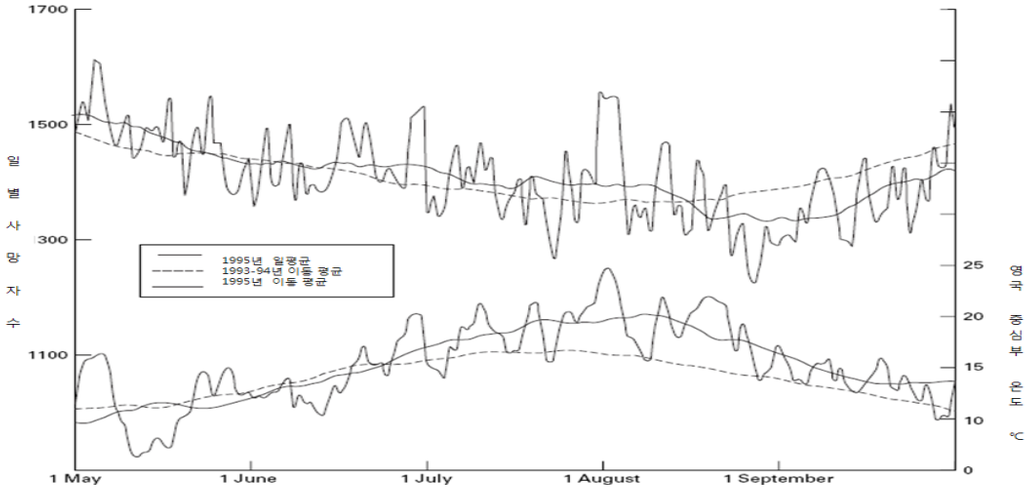
○ Zhang(2007)은 기후변화와 관련된 매개성 전염질환 및 장염을 대상으로 미래의 질병부담 증가를 예측하였음(신호성과 김동진, 2008 재인용).

- YLD 만으로 질병부담을 측정하였으며, 호주에서는 로스리버 바이러스와 살모넬라증, 중국에서는 말라리아와 세균성 이질을 대상함.

■ 영국(폭염)

○ 1995년 7월부터 8월 중 5일 열파기간 동안 England, Wales 및 Greater London 지역에서의 연령별, 성별 및 사망원인별 초과사망률을 연구함(Cleone Rooney, 1998).

- 열파기간 중 사망자를 1995년 평균 사망률과 비교 하였을 때 초과사망자 619명 [8.9 % (CI:6.4-11.3)] 발생
- 열파기간 중 사망자를 1993년-1994년 평균 사망률과 비교 하였을 때 초과사망자 768명(11.2%) 발생



<그림 5-1-22> England, Wales 및 Greater London지역에서의 일 사망자수 (1993. 5-1995. 9)

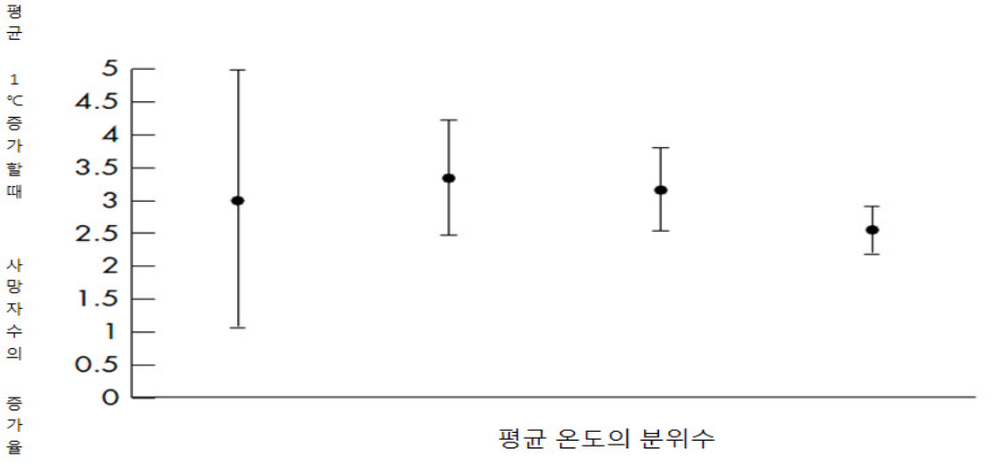
- 초과사망에 대한 분석결과 여성이 남성보다 취약한 것으로 나타났으며, 사망원인별 분석결과 호흡 기계 및 심혈 관계질환에서 취약한 것으로 나타남

<표 5-1-15> 1995년 England, Wales 및 Greater London지역 열파기간5일중 초과사망에 대한 분석(연령별, 성별 및 사망원인별)

	England, Wales			Greater London		
	관찰된	초과 사망자수		관찰된	초과 사망자수	
	사망자수	수	%	사망자수	수	%
	1993-4년도와 비교 하였을때			1993-4년도와 비교 하였을때		
모든 연령	7600	768.2	11.2	986	184.1	23.0
	1995년도와 비교 하였을때			1995년도와 비교 하였을때		
연령						
0-15세	77	3.4	4.6	13	1.5	13.0
16-64세	1253	95.1	8.2	196	26.4	15.6
65-74세	1719	133.7	8.4	201	23.5	13.2
75-84세	2486	195.2	8.4	300	38.9	14.9
85세 이상	2065	192.2	10.3	276	46.2	20.1
모든 연령	7600	619.5	8.9	986	136.5	16.1
성별						
남성	3515	205.2	6.2	442	33.8	8.3
여성	4085	414.4	11.3	544	102.7	23.3
사망원인						
악성신생물	2018	100.7	5.3	259	27.8	12.0
허혈성 심장질환	1675	125.4	8.1	184	9.8	5.6
뇌혈관 질환	834	84.7	11.3	101	28.3	38.9
호흡기 질환	1102	121.8	12.4	157	21.3	15.7

○ 런던지역에서 21년간 온도와 사망 자료의 비모수적 시계열 분석을 통하여 열 사망의 역치 온도를 구하고, 극온에서 열사망의 비율을 산정함(Hajat, 2002).

- 런던 지역에서 열 관련 사망은 상대적으로 낮은 온도에서부터 시작하며(19℃), 21.5℃부터 1℃씩 증가할 때 3.34%(2.47~4.23) 사망이 증가하는 것으로 나타남.
- 지속기간과 온도의 영향으로 높음 사망률이 나타났으며, 특히 1976년에 열파로 인한 많은 사망자 발생하였음.



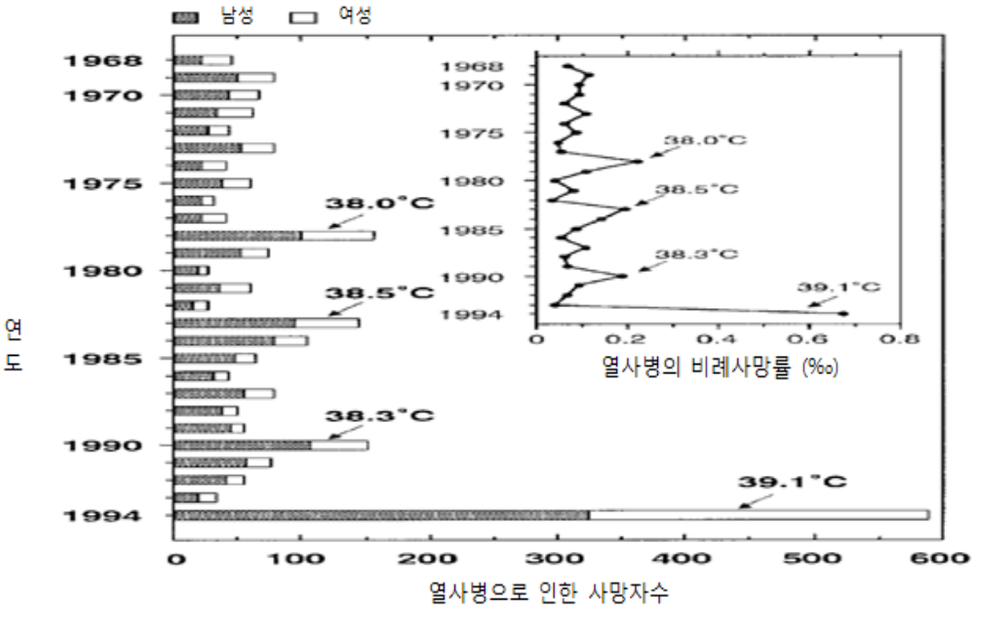
99 분위수 = 23.3℃, 97 분위수 = 21.5 ℃, 95 분위수 = 20.6 ℃, 90 분위수 = 18.9 ℃

<그림 5-1-23> 더운날 평균온도가 1℃ 증가 시 열 관련 사망자 수의 변화

■ 일본(폭염)

○ 일본을 대상으로 열 관련 사망의 연령 분포 및 혹서일과의 상관성 분석 연구를 실시함 (Seiichi Nakai, 1999).

- 열 관련 사망은 일일 최고기온이 38℃가 넘었을 때 자주 발생하며, 사망자의 발생률과 폭염일수는 의존적 관계를 보임

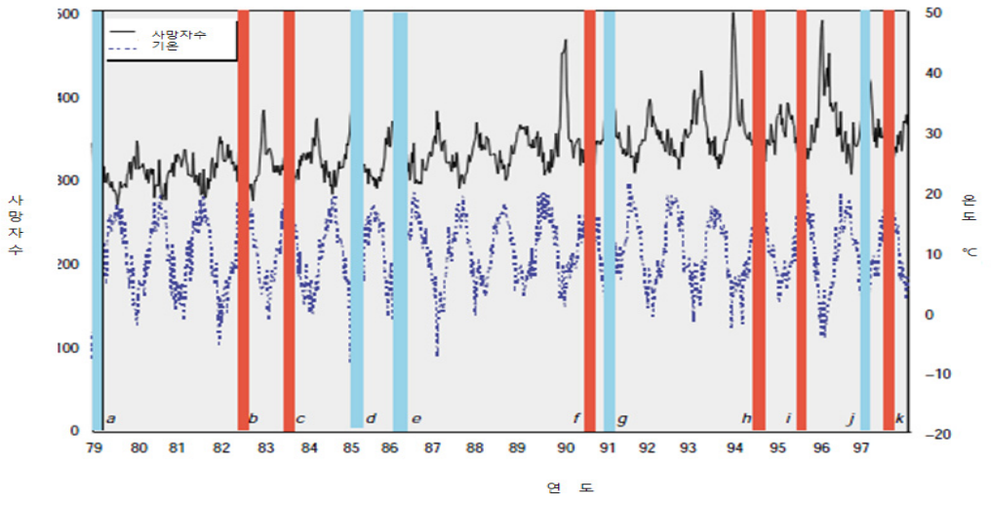


<그림 5-1-24> 성별에 따른 열사병 사망자 및 비례 사망률(1968년-1994년)

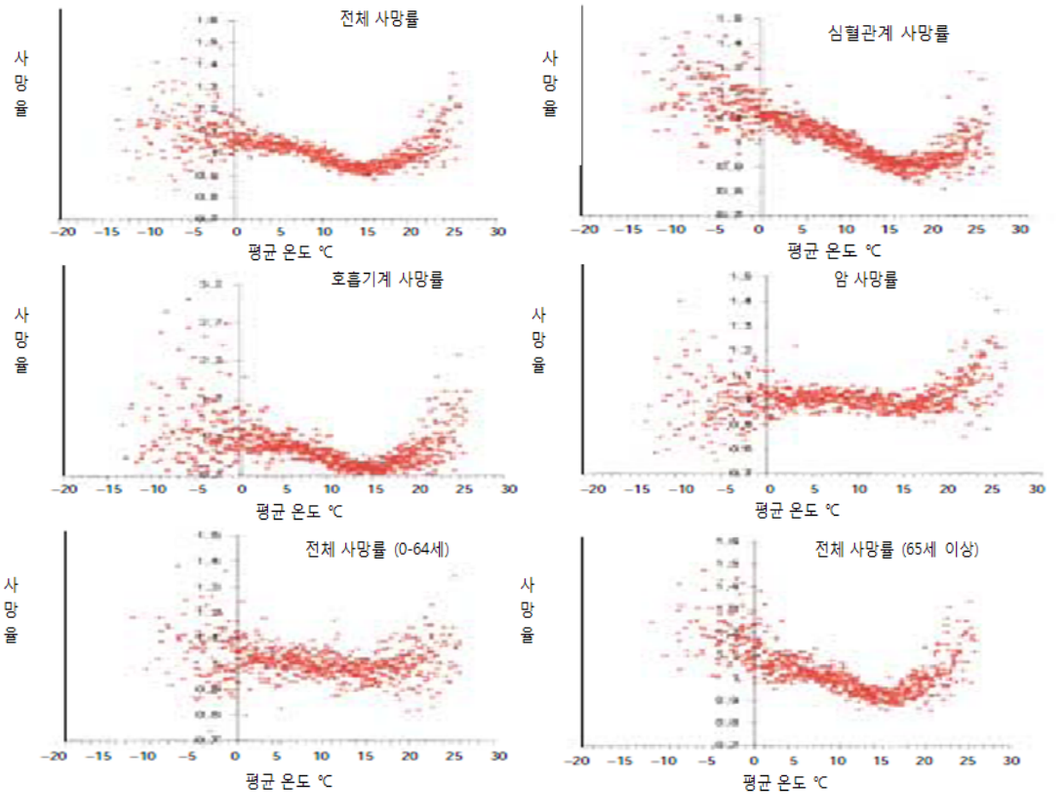
■ 네델란드(폭염)

○ 1979년~1997년 간 네덜란드 지역의 사망자 자료와 기상자료의 관계 분석을 통해 연령 그룹별(65세 이상, 65세 미만), 원인별(악성 신생물, 심혈 관계, 호흡 기계) 사망 임계온도를 산정함(Huynen, 2001).

- 기온과 사망자수간의 관계 분석결과 V자 형태로 나타났음. 총 사망자, 심혈 관계, 호흡 기계 및 65세 이상의 사망 임계온도는 16.5 ℃로 산정되었으며, 악성신생물과 0~64세 연령에서는 임계온도가 15.5℃, 14.5℃로 나타났음.
- 임계온도에서 1℃ 증가할 때 사망률이 악성신생물 0.47%, 심혈 관계 1.86%, 호흡 기계 12.82%, 총 사망 2.72%씩 증가하는 것으로 나타남.



<그림 5-1-25> 일평균 기온과 총 사망률(1979년-1997년)



<그림 5-1-26> 사망과 평균기온과의 관계(사망비 = 관찰된 사망수 / 연구기간의 평균 사망수)

3) 국가 기후변화적응 종합계획

○ 기후변화 적응에 대한 종합계획으로는 2008년 환경부가 총괄하여, 13개 부처가 합동으로 국가 기후변화 적응 종합계획(이하 적응종합계획)을 수립하였으며, 적응종합계획에서는

계획 수립의 배경, 의의, 성격 및 범위를 규정하고, 이에 따른 세부목표 및 역점 과제를 설정하고 있음.

○ 적응종합계획에서는 '기후변화 적응을 통한 안전사회 구축 및 녹색성장 지원'이라는 비전을 제시하고, 단기적(2009~2012년)으로는 종합적이고 체계적인 기후변화적응 역량을 강화를 목표로 잡고 있고, 장기적(2013~2030년)으로는 기후변화 위험 감소 및 기회의 현실화를 목표로 하고 있음.

○ 적응종합계획에서는 5가지의 추진전략을 기본으로 하고 있음.

- 과학적이고 종합적인 기후변화 위험평가 체계 구축
- 비용 효과적이고 지속가능한 적응 프로그램 마련
- 적응역량 강화 및 인식제고를 위한 국내 파트너십 구축
- 국제협력과 기여를 통해 글로벌 리더십 확보
- 적응행동 이행 강화를 위한 제도적 기반 확보

○ 적응종합계획에서는 2009~2030년이라는 계획기간동안 단기적으로는 취약성 평가 및 기반조성 등, 우선적으로 필요한 사업 중심으로 추진하고, 중장기적으로는 기후변화로 인한 피해 최소화를 위한 사업을 추진하고, 기회 극대화 및 성장동력으로의 승화를 목표로 추진하고 있음. <표 5-1-16>은 적응종합계획에서 제시하고 있는 기후 변화 적응을 위한 분야별 세부 역점 추진과제를 나타내고 있음.

<표 5-1-16> 기후변화 적응 분야별 세부 역점 추진과제

목표	추진과제
기후변화 위험평가 체계 구축	
	• 기후변화 감시 및 예측 능력 고도화
	• 기후변화로 인한 영향의 장기 모니터링
	• 부문별 영향 및 취약성 평가
부문별 기후변화 적응 프로그램 추진	
	• 생태계
	• 물관리
	• 건강
	• 재난
	• 적응산업 및 에너지
	• 사회기반시설
국내외 협력 및 제도적 기반 확보	
	• 적응 역량 배약을 위한 여건 조성
	• 국내·외 협력기반 구축 및 교육 및 홍보

다. 기후변화 취약성 평가 및 주요 부문 선정

1) 기후변화 취약성 평가

가) 기후변화 주요영향 선정

○ IPCC 3차 보고서의 건강영향이 포함된 장에서는 크게 5개 분야로 나누어 기후변화로 인한 영향을 기술하고 있으며, 그 중에 하나로 건강을 중요하게 다루고 있음.

○ IPCC 4차 보고서에서도 기후변화로 인한 건강장애 증거들을 재확인, 적응대책 수립을 촉구함에 따라 기후변화 건강영향에 과한 연구와 이를 반영한 국가적 적응대책 수립이 추진되고 있음.

○ 지구온난화에 따른 미래 기후변화의 잠재적 영향이나 도시화로 인한 도시열섬효과의 증가 등은 기상과 기후가 인류 건강에 큰 영향을 미칠 것이라 예고하고 있음(Davis et al., 2002).

○ 기후변화와 날로 증가하고 있는 기후의 변이성은 매개체에 의한 전염성 질환에 영향을 미칠 수 있기 때문에(Kenneth et al., 2008) 기후변화에 의한 전염병 발생 영향 분석이 필요함(신호성과 김동진, 2008).

○ 말라리아, 쯔쯔가무시, 신증후군출혈열, 렙토스피라증, 뎅기열 등의 곤충 혹은 동물 매개 전염병이 기후변화와 관련성이 높음(환경부, 2005).

○ 기후변화에 따른 곤충매개 및 수인성 전염병 발생 외에 온도상승 등으로 식중독 발생건수 및 환자수가 증가함(신호성 등, 2009b).

○ 따라서 본 과업에서는 전라남도 건강분야 기후변화 적응대책을 수립하기 위해 폭염, 전염병(곤충매개 및 수인성 전염병) 및 식중독에 의한 영향을 기후변화에 의한 주요 영향으로 선정하였음.

나) 폭염 영향 및 취약성 평가

○ 전남도 기후변화의 폭염에 대한 취약성 평가는 폭염으로 인한 건강 영향의 정량적 분석과 정성적 분석을 통해 지역적 특성에 맞게 분석함.

○ 폭염 취약계층 및 취약지역 선정 : 인문사회경제적 요인선정, 인문사회경제적 요인 현황, 폭염취약계층 및 취약지역 선정

○ IPCC 3차 보고서에 의하면 여름철 기온이 2~3℃ 증가하면 극단적으로 더운날의 발생빈도가 약 2배 증가하는 것으로 알려졌으며 폭염(heat-wave)에 의한 사망 역시 증가하고 있는 추세임. 따라서 취약계층인 노인 및 영유아 인구비율이 높은 지역의 호흡기와 심혈

관계 질환자의 사망률과 열사병 환자수가 상승할 것으로 예상됨(IPCC 4차보고서, 2007; Jongsik Ha,2011)

■ **폭염영향 및 취약성 평가방법**

○ 전라남도 기후변화 폭염 취약성 평가는 폭염으로 인한 건강 영향의 정량적 분석과 정성적 요인인 지역적 특성을 반영하여 분석

○ 전라남도의 폭염빈도 및 강도의 변화와 그에 따른 건강피해에 대한 분석을 통하여 폭염으로 인한 건강 영향을 알 수 있음.

○ 지역적 특성을 반영한 분석으로 취약지역 및 취약 계층을 선정하고 지역별로 차별화된 폭염 적응대책 세부시행계획을 제시할 수 있음.

○ 전라남도의 폭염 취약성 평가를 위하여 필요한 자료와 분석범위는 다음과 같음

- 연구의 시간적 범위는 현재(1996~2005) 및 A1B 시나리오를 통한 2020년대, 2050년대, 2100년대를 대상으로 함.
- 폭염 빈도 및 강도분석은 현재와 미래의 일평균 기온 자료를 사용하였으며, 건강피해 분석은 사고사를 제외한 일 사망자수를 사용하였음.
- 지역적 특성은 고온에 민감할 것으로 예상되는 인문사회경제학적 요인을 사용함

○ 분석에 이용된 자료는 환경부 국립환경과학원에서 제공한 CCGIS 프로그램 및 기상청 기후변화정보센터(CCIC) 자료를 이용하여 분석

다) 전염병 영향 및 취약성 평가

○ 전남도 기후변화의 전염병에 대한 취약성 평가는 기후변화로 인한 건강 영향의 정량적 분석과 정성적 분석을 통해 지역적 특성에 맞게 분석함.

■ **전염병 영향 및 취약성 평가방법**

○ 전라남도 기후변화 전염병 취약성 평가는 전염병으로 인한 건강 영향의 정량적 분석과 정성적 요인인 지역적 특성을 반영하여 분석

○ 미래 취약성 평가를 위한 기후노출은 A1B 기후변화시나리오에 따라 2020년대, 2050년대, 2100년대의 기후요소를 고려함.

○ 전라남도의 곤충류, 설치류에 대한 전염병 취약성 평가를 통해 전염병으로 인한 건강 영향을 알 수 있음.

○ 전라남도의 전염병 취약성 평가를 위하여 필요한 자료와 분석범위는 다음과 같음.

- 연구의 시간적 범위는 현재(1996~2005) 및 A1B 시나리오를 통한 2020년대, 2050년대, 2100년

대를 대상으로 함.

○ 분석에 이용된 자료는 환경부 국립환경과학원에서 제공한 CCGIS 프로그램을 이용하여 분석

■ 취약성 지수 산출 방법

○ 기후노출 : 기후변화 영향을 대신할 수 있는 변수 (일반적으로 기후요소)

○ 민감도 : 기후노출 영향정도의 크기를 조절하는 변수 (사회, 경제적 통계 자료)

○ 적응능력 : 기후변화 영향을 감소시킬 수 있는 변수 (사회, 경제적 통계 자료)

○ 기후노출, 민감도, 적응능력 등의 세부대용변수의 실제값을 취약성 평가식에 도입하고 연산하기 위해 다양한 대용변수들을 [0, 1]의 범위를 갖는 값으로 표준화

○ 취약성 = α × 기후노출 + β × 민감도 - ɣ × 적응능력

(α , β , ɣ : 가중치, <표 5-1-17> ~ <표 5-1-25> 참조)

<표 5-1-17> 홍수에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수

취약성 평가항목	대용변수	가중치	변수목록	CCGIS 가중치
홍수에 의한 취약성	기후노출	50	일최대강수량(mm)	30
			일 강수량이 80mm이상인 날의 횟수	15
			홍수로 인한 침수면적	55
	민감도	23.3333	10m 이하의 저지대 가구	14
			10m 이하의 저지대 면적	7
			13세 이하 인구	7
			65세 이상 인구	7
			기초생활수급자 비율	10.5
			독거노인비율(총인구)	12
			수인성 질환자 수	11.25
			홍수피해 인구수	31.25
	적응능력	26.6667	지역내 총생산	22.5
			GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업	13.325
			건강보험 적용인구 비율	11.125
			인구당 보건소 인력	11.375
			인구당 응급의료기관수	11.375
			재정자립도	30

<표 5-1-18> 태풍에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수

취약성 평가항목	대용변수	가중치	변수목록	CCGIS 가중치
태풍에 의한 취약성	기후노출	50	최대풍속이 14m/s이상인 날의 횟수	47.5
			일최대강수량(mm)	27.5
			일 강수량이 80mm이상인 날의 횟수	25
	민감도	23.3333	10m 이하의 저지대 가구	21.25
			10m 이하의 저지대 면적	13.75
			13세 이하 인구	8.75
			65세 이상 인구	8.75
			기초생활수급자 비율	15
			독거노인비율(총인구)	18.75
			수인성 질환자 수	13.75
	적응능력	26.6667	지역내 총생산	22.5
			GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업	13.125
			건강보험 적용인구 비율	10.625
			인구당 보건소 인력	11.875
			인구당 응급의료기관수	14.375
			재정자립도	27.5

<표 5-1-19> 폭염에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수

취약성 평가항목	대용변수	가중치	변수목록	CCGIS 가중치
폭염에 의한 취약성	기후노출	50	일최고기온(℃)(연평균)	11.25
			일 최고기온이 33℃이상인 날의 횟수	26.25
			일 최저기온이 25℃이상인 날의 횟수	10
			상대습도	10
			불쾌지수	15
			열파지수	15
			체감온도	12.5
	민감도	25	13세 이하 인구	8.75
			65세 이상 인구	20
			기초생활수급자 비율	10
			독거노인비율(총인구)	18.75
			심혈관질환 사망자수	16.25
			열사병/일사병으로 인한 사망자수	23.75
	적응능력	25	지역내 총생산	20
			GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업	15
			건강보험 적용인구 비율	7.5
			인구당 보건소 인력	16.25
			인구당 응급의료기관수	15
			재정자립도	25

<표 5-1-20> 한파에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수

취약성 평가항목	대용변수	가중치	변수목록	CCGIS 가중치
한파에 의한 취약성	기후노출	50	일평균기온이 영하인 날의 횟수	36.25
			일최저기온이 영하인 날의 횟수	23.75
			최대풍속이 14m/s이상인 날의 횟수	13.75
			연속적인 무강수량일의 최대값	10
			적설량	16.25
	민감도	26.6667	13세 이하 인구	7.5
			65세 이상 인구	15
			기초생활수급자 비율	17.5
			독거노인비율(총인구)	23.75
			뇌혈관질환 사망자수	20
			호흡기질환 입원환자수	18.75
	적응능력	23.3333	지역내 총생산	17.5
			GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업	15
			건강보험 적용인구 비율	8.75
			인구당 보건소 인력	16.25
			인구당 응급의료기관수	15
			재정자립도	26.25

<표 5-1-21> 오존농도 상승에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수

취약성 평가항목	대용변수	가중치	변수목록	CCGIS 가중치
오존농도 상승에 의한 취약성	기후노출	48.3333	일최고기온(℃)(연평균)	13.75
			시간오존농도 100ppb이상인 날의 횟수	31.25
			8시간 평균 오존농도의 60ppb 초과일수	26.25
			오존주의보 발령 일수	28.75
	민감도	26.6667	13세 이하 인구	12.5
			65세 이상 인구	16.25
			기초생활수급자 비율	12.5
			독거노인비율(총인구)	15
			심혈관질환 사망자수	17.5
			호흡기질환 입원환자수	26.25
	적응능력	25	지역내 총생산	16.25
			GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업	15
			건강보험 적용인구 비율	11.25
			인구당 보건소 인력	16.25
			인구당 응급의료기관수	16.25
			재정자립도	25

<표 5-1-22> 미세먼지에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수

취약성 평가항목	대용변수	가중치	변수목록	CCGIS 가중치
미세먼지에 대한 취약성	기후노출	50	일최고기온(℃)(연평균)	20
			미세먼지 연평균농도 연평균 해수온상승률	30
			시간 미세먼지 농도 100㎍/m3이상이 존재하는 날의 횟수	50
	민감도	28.3333	13세 이하 인구	16.25
			65세 이상 인구	13.75
			기초생활수급자 비율	13.75
			독거노인비율(총인구)	13.75
			심혈관질환 사망자수	16.25
			호흡기질환 입원환자수	26.25
	적응능력	21.6667	지역내 총생산	17.5
			GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업	15
			건강보험 적용인구 비율	11.25
			인구당 보건소 인력	15
			인구당 응급의료기관수	15
			재정자립도	26.25

<표 5-1-23> 기타 대기오염물질에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수

취약성 평가항목	대용변수	가중치	변수목록	CCGIS 가중치
기타 대기 오염 물질에 대한 취약성	기후노출	50	일최고기온(℃)(연평균)	10
			CO(주거난방외 배출량)	13.75
			NOx(주거난방외 배출량)	13.75
			SOx(주거난방외 배출량)	13.75
			CO(산업 배출량)	16.25
			NOx(산업 배출량)	16.25
			SOx(산업 배출량)	16.25
	민감도	23.3333	13세 이하 인구	16.25
			65세 이상 인구	13.75
			기초생활수급자 비율	13.75
			독거노인비율(총인구)	13.75
			심혈관질환 사망자수	17.5
			호흡기질환 입원환자수	25
	적응능력	26.6667	지역내 총생산	16.25
			GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업	16.25
			건강보험 적용인구 비율	12.5
			인구당 보건소 인력	16.25
			인구당 응급의료기관수	15
			재정자립도	23.75

<표 5-1-24> 곤충 및 설치류에 의한 전염병 취약성 평가를 위한 대용변수

취약성 평가항목	대용변수	가중치	변수목록	CCGIS 가중치
곤충 및 설치류에 의한 전염병 취약성	기후노출	46.6667	일최고기온이 33℃ 이상인 날의 횟수	22.5
			일최저기온이 25℃ 이상인 날의 횟수	30
			일최대강수량(mm)	20
			일 강수량이 80mm 이상인 날의 횟수	27.5
	민감도	30	13세 이하 인구	12.5
			65세 이상 인구	12.5
			기초생활수급자 비율	10
			독거노인비율(총인구)	12.5
			연간 평균 말라리아 환자 발생수	26.25
			연간 평균 쯔쯔가무시증 환자 발생수	26.25
	적응능력	23.3333	지역내 총생산	17.5
			GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업	16.25
			건강보험 적용인구 비율	11.25
			인구당 보건소 인력	15
			인구당 응급의료기관수	17.5
			재정자립도	22.5

<표 5-1-25> 수인성 매개질환의 취약성 평가를 위한 대용변수

취약성 평가항목	대용변수	가중치	변수목록	CCGIS 가중치
수인성 매개질환의 취약성	기후노출	46.6667	일최고기온이 33℃ 이상인 날의 횟수	25
			일최저기온이 25℃ 이상인 날의 횟수	25
			일최대강수량(mm)	26.25
			일 강수량이 80mm 이상인 날의 횟수	23.75
	민감도	30	13세 이하 인구	18.75
			65세 이상 인구	13.75
			기초생활수급자 비율	12.5
			독거노인비율(총인구)	16.25
			수인성 질환자 수	38.75
	적응능력	23.3333	지역내 총생산	18.75
			GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업	15
			건강보험 적용인구 비율	11.25
			인구당 보건소 인력	16.25
			인구당 응급의료기관수	13.75
			재정자립도	25

2) 취약성 평가 결과

가) 현재 기후변화 영향 및 주요 영향 선정

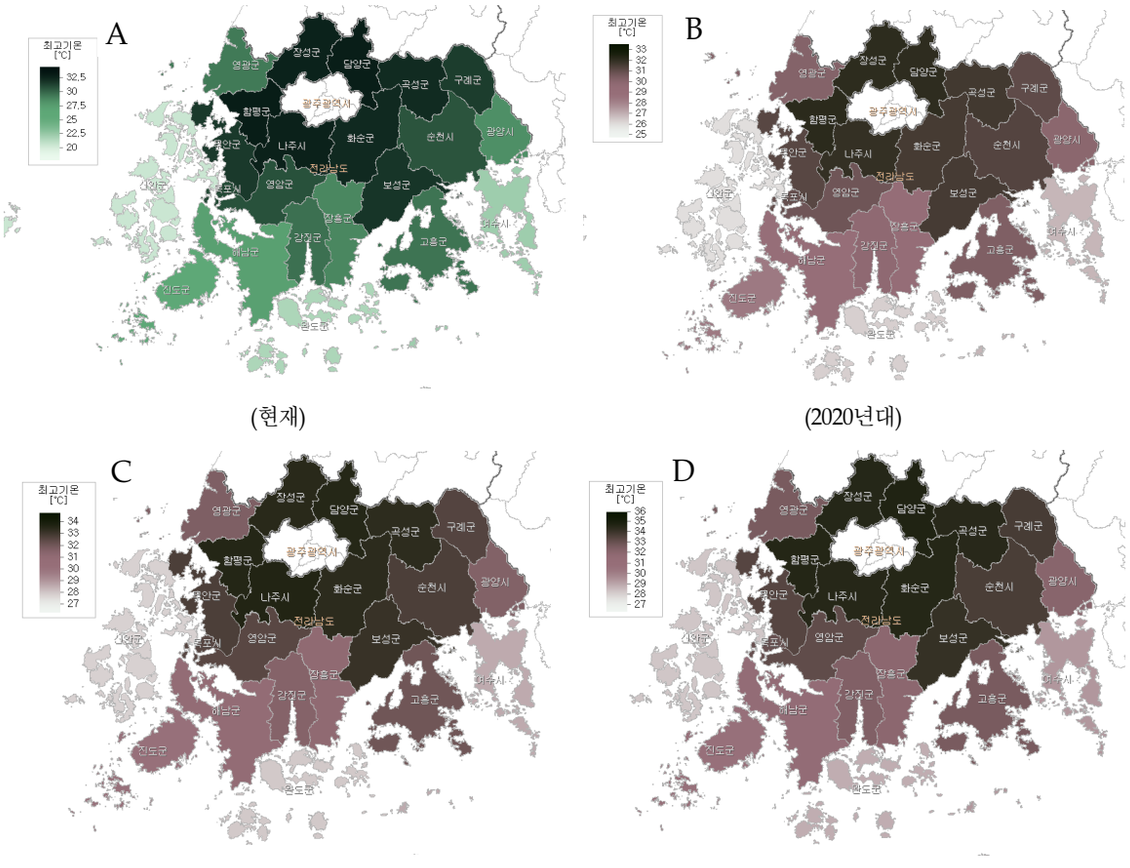
■ 전라남도 폭염발생 빈도 및 강도 변화분석 결과

○ 현재(1996~2005)의 연도별 여름철 일평균 최고 기온은 33.1℃이며, 일최고 기온이 33℃이상인 날의 횟수(days)는 0.36임.

○ 기후변화 A1B 시나리오에 의한 최고기온은 2020년대 32.2℃, 2050년대 33.69℃, 2100년대 34.75℃임.

○ 기후변화 A1B 시나리오에 의한 일최고 기온이 33℃이상인 날의 횟수(days)는 2020년대 0.04, 2050년대 0.72, 2100년대 4.13임.

○ 기후변화에 의해 현재에 비해 2100년대에 일평균 최고기온은 1.64℃상승하며, 일최고 기온이 33℃이상인 날의 횟수(days)는 3.77 증가함.

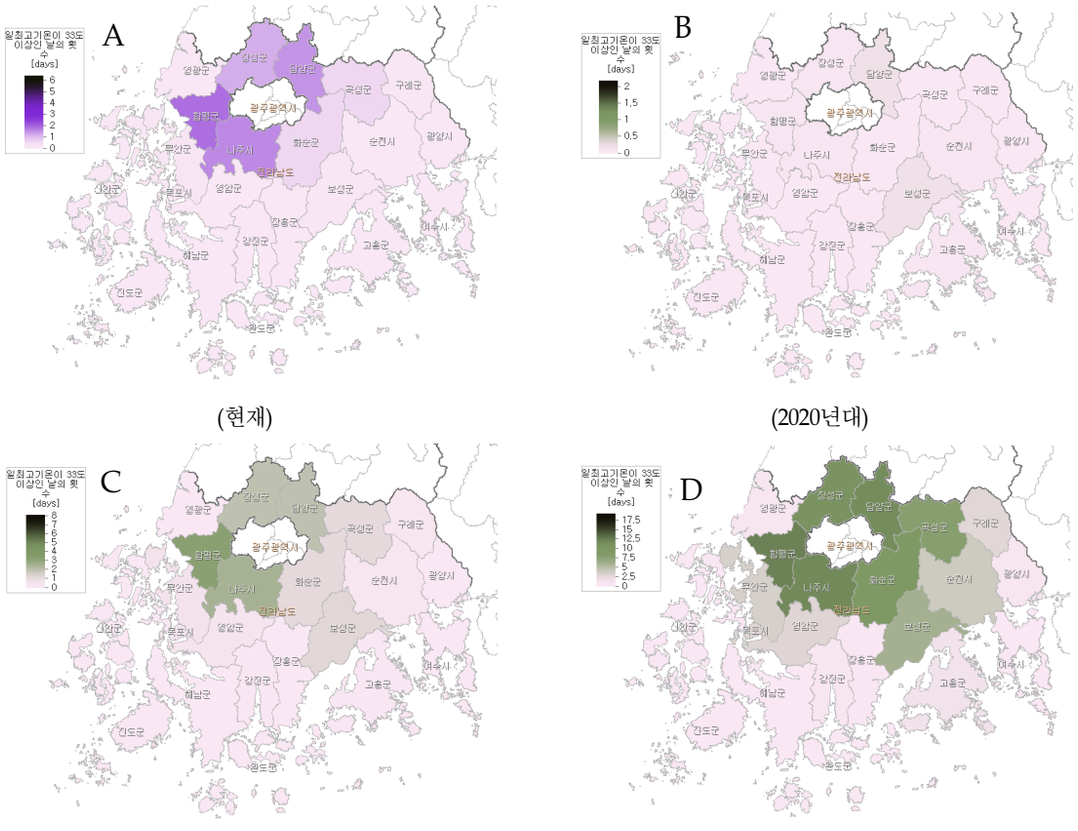


(현재) (2020년대)

(2050년대) (2100년대)

<그림 5-1-27> 전라남도 지역별 최고기온(℃) 현황 및 전망

○ 폭염에 가장 취약한 지역으로는 30℃이상의 폭염일수가 2020년대 함평군이 0.1일, 2050년대 나주시 2.5일, 2100년대는 담양군이 11.5일로 폭염에 크게 취약해지는 것으로 나타남.



(현재) (2020년대)

(2050년대) (2100년대)

<그림 5-1-28> 일 최고 기온이 33°C 이상인 날의 횟수 현황 및 전망

나) 폭염 취약계층 및 취약지역 선정

■ 인문·사회경제적 요인 선정

○ 기후변화는 환경, 인체 건강 및 사회경제적인 요인에 직간접적으로 영향을 미칠 수 있으며, 그 영향은 긍정적 또는 부정적인 것일 수 있음(박정임 등, 2005).

○ 특히, 고온 대체 능력은 사회·경제적 요인, 인종, 빈곤, 사회적 독립상태 등에 따라 달라져 기후변화로 인한 건강영향에 영향을 미침(김소연, 2004).

○ 본 연구에서는 고온으로 인한 건강양향에 민감할 것으로 예상되는 질병, 경제적 요인, 빈곤, 연령, 사회적 독립상태 등의 요인을 선정하여 고온에 따른 건강피해와 관계를 살펴보았음.

- 선정된 인문사회경제적 요인은 65세 이상 인구수, 독거노인수, 기초생활보장수급자수 등의 비

율로 폭염 취약계층과 적응능력을 의미함.

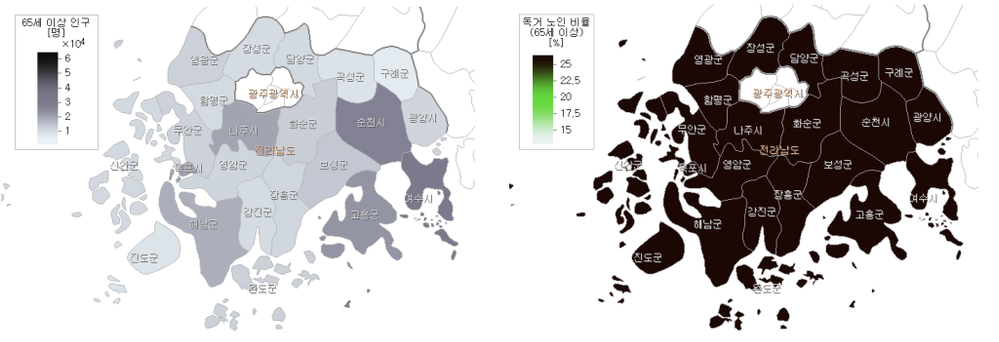
- 각 요인들은 현재 전라남도 22개 시·군별 현황을 기준으로 온도 변화와의 비교를 통하여 취약계층 및 취약지역 선정

○ 65세 이상 인구는 폭염 등 온도 상승에 따라 사망자 수가 크게 증가하여 고온에 의한 건강영향이 클 것으로 분석되었으며, 국·내외 폭염대응계획 등에서 규정하는 대표적인 폭염 취약계층으로 시군별 비교 분석을 통해 취약인구수를 평가할 수 있음

- 폭염 피해를 줄이기 위해서는 모든 취약인구를 고려해야 하기 때문에 취약인구의 절대적인 수가 중요함
- 전라남도 시군별 비교결과 목포시, 순천시, 여수시, 고흥군의 65세 이상 인구수가 20,000명 이상으로 폭염 취약인구가 많은 것으로 나타났으며, 구례군, 곡성군, 진도군이 10,000명 미만으로 나타남
- 따라서, 목포시, 순천시, 여수시, 고흥군 등은 폭염 발생 시 모든 65세 이상 인구가 폭염에 대응할 수 있도록 적응 정책을 세부적으로 세우고 시행해야 함

○ 폭염에 취약한 65세 이상 인구중 특히 독거노인의 경우 절대적으로 누군가의 도움에 의존할 수밖에 없어 수발요구가 높은 취약대상임(안수연, 2007)

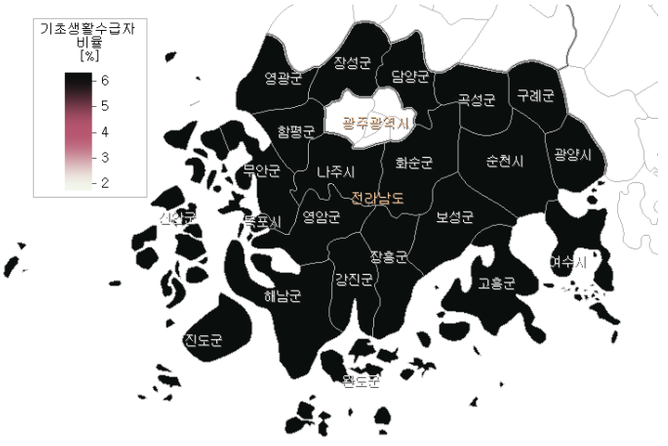
- 독거노인의 경우 특히 취약한 계층으로 이들을 모두 수용할 수 있는 폭염 적응대책을 수립하는 것이 중요함



(a) 65세 이상인구수 (b) 독거노인비율

<그림 5-1-29> 전라남도 시군별 65세 이상 인구수 및 독거노인 현황(현재)

○ 기초생활수급자수는 도농 빈곤계층으로 고온에 취약한 주거환경으로 폭염에 쉽게 노출되어 있으며, 에어컨 등 냉방기의 이용이 어려워 폭염에 대응하는 것이 쉽지 않음, 따라서 기초생활수급자수 역시 폭염 취약계층으로 규정할 수 있으며, 기초생활수급자가 많은 자치시군의 경우 폭염 취약인구가 많다고 할 수 있음



<그림 5-1-30> 전라남도 시군별 기초생활수급자 현황(현재)

다) 전염병 영향 및 취약성 평가

○ 전염병 영향 및 취약성 평가; 말라리아, 쯔쯔가무시병, 장염 등

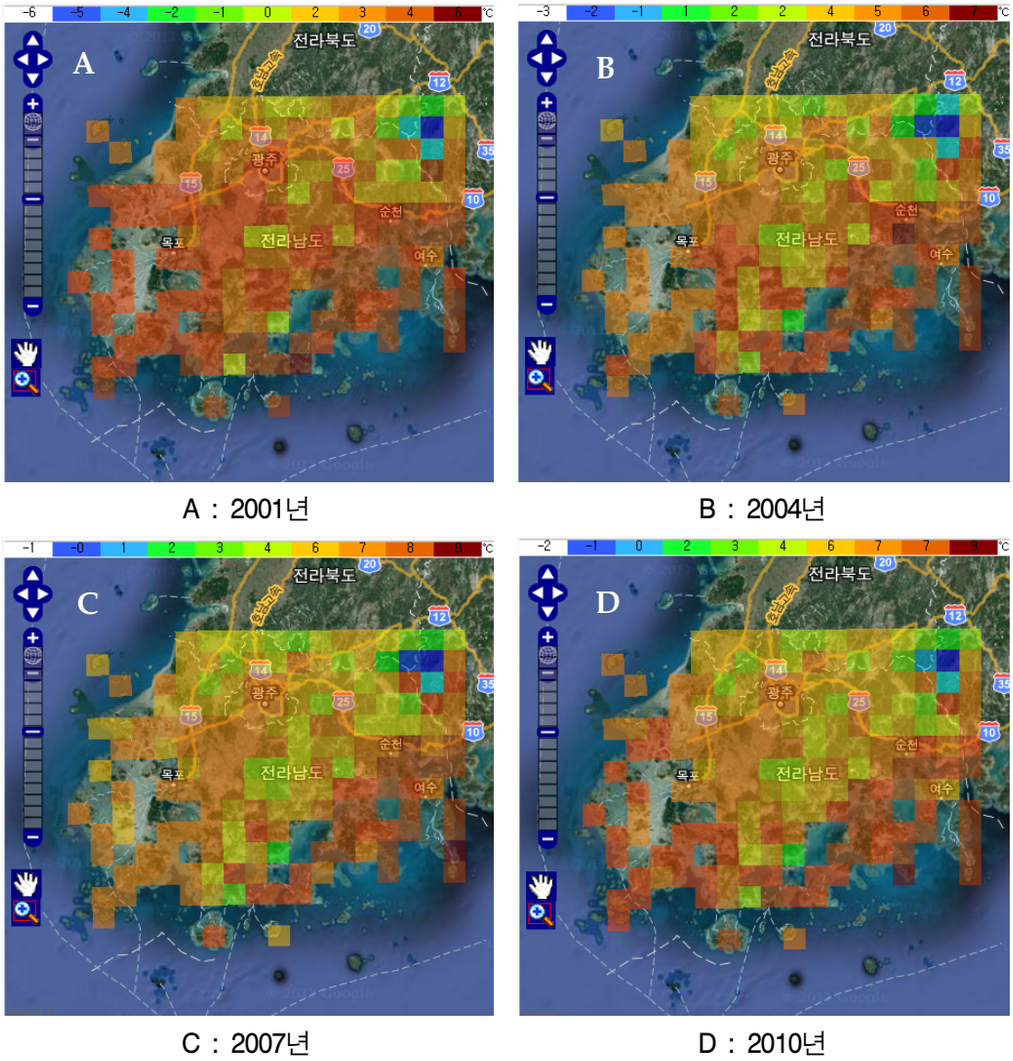
■ 전염병 취약계층 및 취약지역 선정

○ 기온분석은 기상청 기후변화정보센터(CCIC)에서 제공하는 고해상도(10km) 기온자료(2001~2010)를 1월과 7월에 한하여 월평균 최고, 월평균 평균기온을 분석함

- 1월 최고기온은 4.1℃~6.7℃에 분포하며, 평균기온이 가장 낮은 해는 2001년(4.1℃), 2004년(4.1℃) 순서임
- 가장 온화했던 연도는 2007년과 2010년이며, 1월 평균기온이 6.7℃임

○ <그림 5-1-31>은 전라남도 전체의 월평균 최고기온을 10km 격자형태로 작성된 것으로 짙은 갈색이 온도가 높음을 나타내는데 전라남도 서남해안의 기온이 주로 높은 편임

- 1월평균 최고기온은 2001년 최고 기온 6.5℃, 최저 -6.5℃, 평균 4.1℃, 2004년 최고 기온 7.4℃, 최저 -2.6℃, 평균 5.1℃, 2007년 최고 기온 9.3℃, 최저 -1.0℃, 평균 6.7℃, 2010년 최고 기온 9.3℃, 최저 -1.7℃, 평균 6.7℃임



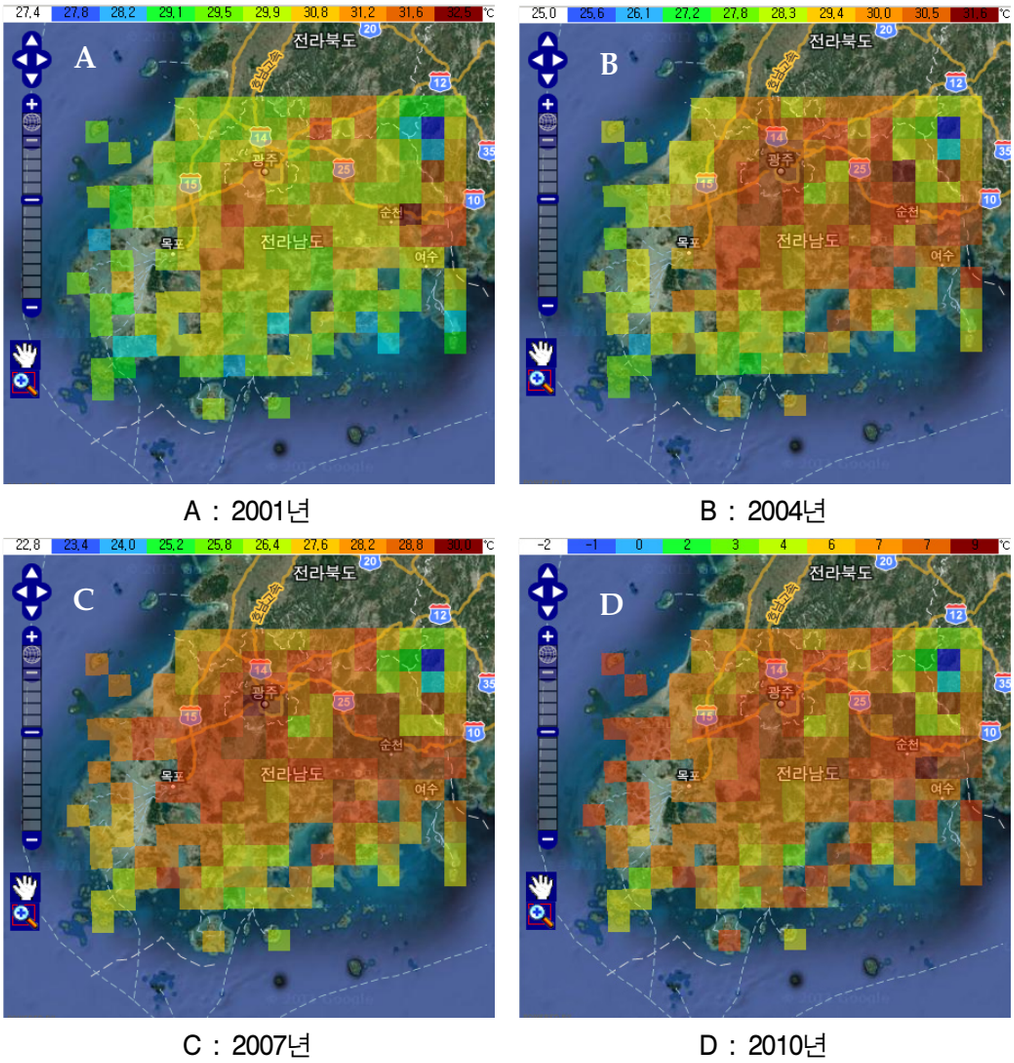
A : 2001년　　B : 2004년

C : 2007년　　D : 2010년

<그림 5-1-31> 월평균 최고기온(1월)

○ <그림 5-1-32>는 7월 월평균 최고기온 분포를 나타냄. 2001년, 2004년, 2007년, 2010년 4개년에 한하여 7월 평균 최고기온 분포를 보면 28.4℃~30.4℃ 사이에 위치함

- 연도별 전라남도 전체의 7월 기온은 2001년 최고 기온 32.5℃, 최저 27.4℃, 평균 30.4℃, 2004년 최고 기온 31.6℃, 최저 25.0℃, 평균 29.9℃, 2007년 최고 기온 30.0℃, 최저 22.8℃, 평균 28.4℃, 2010년 최고 기온 31.8℃, 최저 25.7℃, 평균 30.5℃임
- 7월 월평균 최고기온은 해안지역보다 내륙지역에서 최고기온이 나타나고 있음



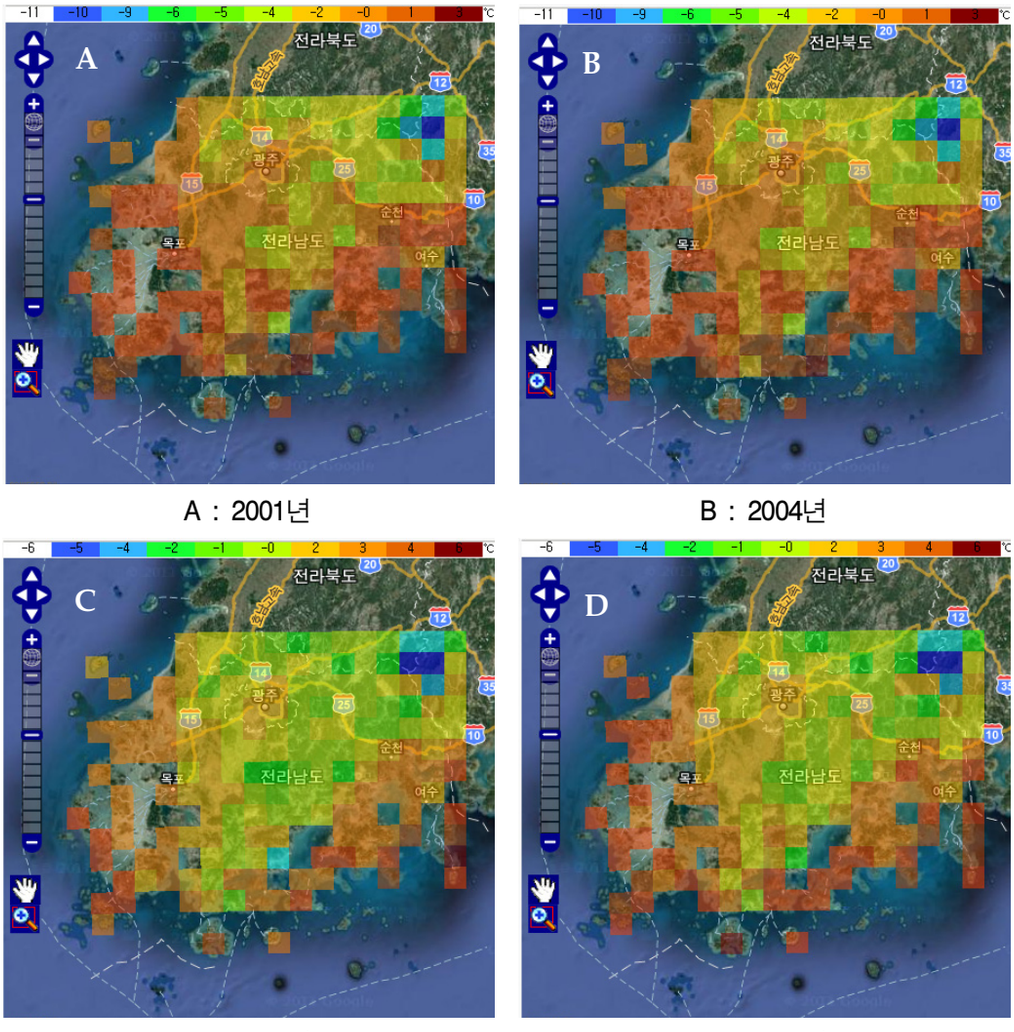
A : 2001년　　B : 2004년

C : 2007년　　D : 2010년

<그림 5-1-32> 월평균 최고기온(7월)

○ 월평균 최고기온과 마찬가지로 1월과 7월의 월평균 평균기온 분포의 결과에 따르면, 1월의 경우 4개년동안 온도분포 범위는 -0.3℃~3.2℃분포를 나타냈으며, 각 연도마다 월간 최고 기온과 최저기온은 약 12℃의 차이를 보여 기온변화가 심함

- 이는 1월 월평균 최고기온이 평균 11℃의 차이를 보인 것과 비슷함
- 전라남도 1월 월간 평균기온은 2001년 최고 기온 3.1℃, 최저 -11.1℃, 평균 -0.3℃, 2004년 최고 기온 3.9℃, 최저 -8.1℃, 평균 0.0℃, 2007년 최고 기온 6.0℃, 최저 -6.3℃, 평균 1.8℃, 2010년 최고 기온 6.1℃, 최저 -6.2℃, 평균 3.2℃임
- 1월 평균기온이 높은 연도는 2010년이며, 가장 낮은 기온을 기록한 연도는 2001년도임.
- 1월 평균기온은 2001년에 비해 2010년도에 2.6℃ 상승하는 것으로 나타남



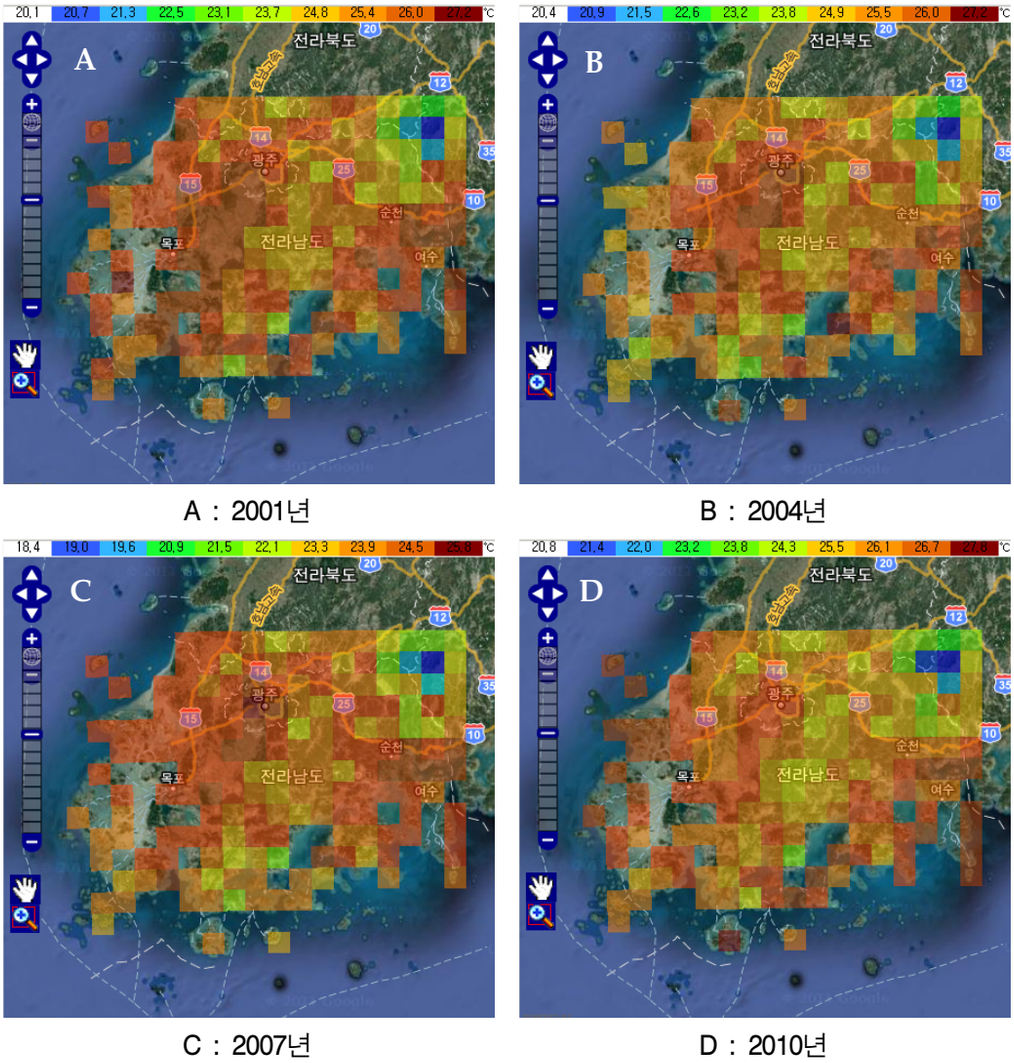
A : 2001년　　B : 2004년

C : 2007년　　D : 2010년

<그림 5-1-33> 월평균 평균기온(1월)

○ 7월의 월평균 기온분포 범위는 24.3℃~26.3℃분포를 나타냄. 동일 월의 월평균 최고기온과 비교할 때 최고온도는 2℃, 최저기온은 2.4℃의 차이를 나타냄

- 월평균 평균기온이 가장 높은 연도는 2010년이며, 가장 낮은 평균기온을 기록한 연도는 2007년임
- 전라남도의 연도별 7월 월평균 평균기온은 2001년 최고 기온 27.2℃, 최저 20.1℃, 평균 25.9℃, 2004년 최고 기온 27.2℃, 최저 20.4℃, 평균 25.6℃, 2007년 최고 기온 25.8℃, 최저 18.4℃, 평균 24.3℃, 2010년 최고 기온 27.8℃, 최저 20.8℃, 평균 26.3℃임
- 7월의 전라남도의 지역별 기온 차이는 2001년 7.1℃, 2004년 6.8℃, 2007년 7.4℃, 2010년 6.9℃를 보여 평균 7℃ 범위의 온도차를 나타냄
- 평균적으로 가장 기온이 높은 곳은 전남 서부 내륙지역으로 나타남



A : 2001년　　B : 2004년

C : 2007년　　D : 2010년

<그림 5-1-34> 월평균 평균기온 - 7월

■ 질병 분포와 기온의 관계

○ 말라리아는 전 세계 인구의 40%에 해당하는 24억명이 위험지역에 거주하고 있고, 5억명 이상의 환자가 발생하고 있으며 해마다 백만명 이상의 사람이 말라리아로 인해 사망하고 있음(WHO, 1998; Hales et al., 2003 재인용)

- 얼룩날개모기(Anopheles mosquito)에 의해 전파되는 말라리아는 많은 나라에서 퇴치하는 단계에 이르렀으나 관리대책의 완화와 기타 다양한 이유로 전 세계적으로 증가추세를 보이고 있음
- 말라리아의 생활사는 인체 내에서의 생활사(무성생식기)와 모기체 내에서의 생활사(유성생식기)로 나눌 수 있음. 모기에 물리면 사람의 혈관으로 인체감염형인 포자소체(sporozoite)가 먼저 간으로 들어가고 적혈구로 침입한 cryptozoite는 생식세포를 만드는 유성생식체

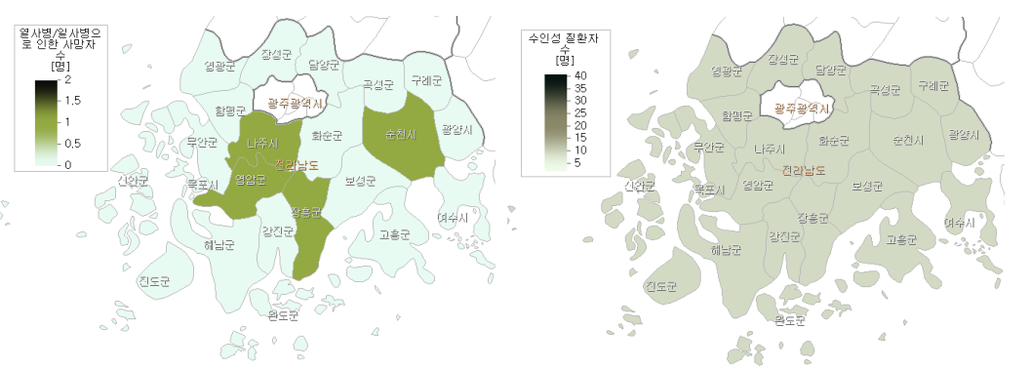
(gametocyte)로 발육하여 말초혈액에 순환하고 있다가 모기가 물 때 포자소체를 형성한 후 모기의 침샘에 모여 다른 사람을 물 때 혈관으로 주입되는 생활사를 가짐

○ 말라리아 발생은 말라리아 병원균의 개체수와 모기에 물리는 횟수, 감염된 모기의 수, 그 모기에 사람이 물리는 횟수와 관계가 있음

- 기온은 모기가 성충이 되는 시간을 변화시키며 기온이 높아지면 기간이 단축됨. 기온이 높아질수록 성충이 되는 기간이 단축되어 모기의 개체 수가 증가함. 물론 기온이 매우 높은 몇몇 지역에서는 기온이 조금만 더 높아져도 모기나 병균이 살 수 없는 기온이 되어 말라리아에 전염될 가능성이 줄어들 수 있음
- 온도 외에 강수량도 말라리아 발생과 관련이 있음. 가뭄이 들면 이듬해 말라리아로 인한 사망자 수가 증가함. 주요한 이유는 가뭄으로 인한 흉작이 인간의 영향 상태를 나쁘게 하여 결국 질병에 대한 감수성을 높일 수 있고, 또 가뭄으로 말라리아 전염이 줄어들게 되면 인간 집단 내 집단면역력이 줄어들게 되어 결국은 이듬해 사망자 수가 증가하게 된다는 보고가 있음 (Hales et al., 2003 재인용)

○ 기온과 밀접한 관련성이 있는 질환으로는 열사병/일사병과 수인성 질환이 있음

○ <그림 5-1-35>는 전라남도 시군별 열사병/일사병으로 인한 사망자 수, 수인성 질환자를 나타냄

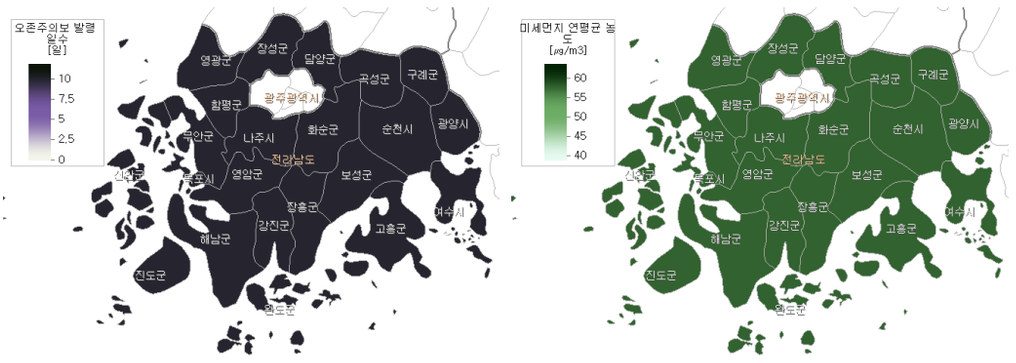


(a) 열사병/일사병으로 사망자 수 (b) 수인성 질환자 수

<그림 5-1-35> 전라남도 시군별 열사병/일사병 사망자, 수인성 질환자 현황(2000년대)

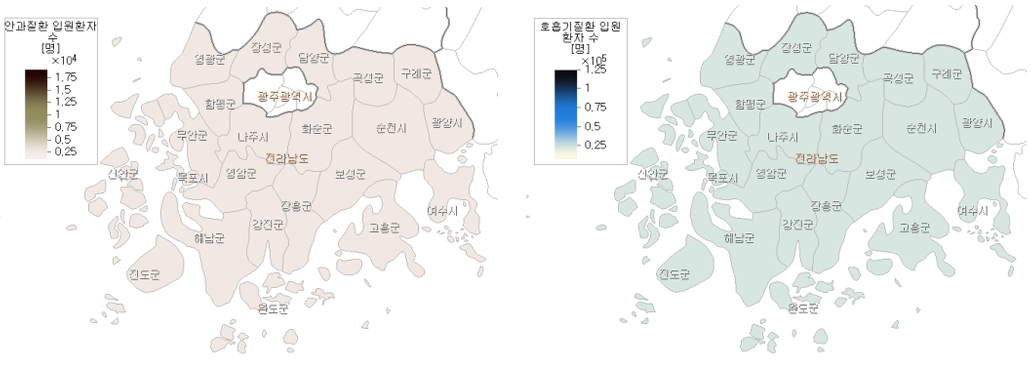
○ <그림 5-1-36>은 오존주의보 발령일 수, 미세먼지 연평균 농도 등 전라남도 현재 대기환경을 나타냄

○ <그림 5-1-37>은 대기오염에 의해 발생할 것으로 의심되는 안과질환, 호흡기질환, 피부질환 입원자 수를 나타냄

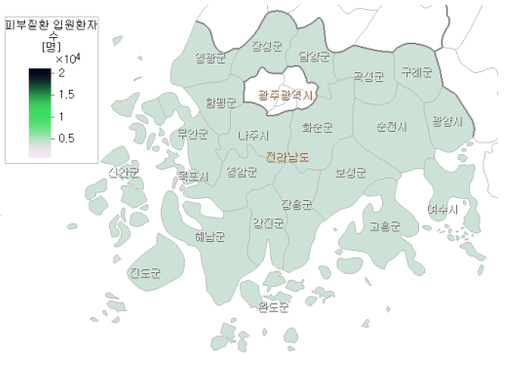


(a) 오존주의보 발령일수 (b) 미세먼지 연평균 농도

<그림 5-1-36> 전라남도 시군별 대기환경 현황(2000년대)



(a) 안과질환 입원환자수 (b) 호흡기질환 입원환자수



(c) 피부질환 입원환자수

<그림 5-1-37> 전라남도 시군별 안과, 호흡기, 피부 질환자 현황(2000년대)

라) 취약성 평가항목별 취약성

○ 2000년대 홍수에 의한 건강 취약성 분석 결과, 기후변화 민감도에서 독거노인과 기초생활수급자의 경우 특히 기후변화에 특히 민감하였으며, 적응능력 지표에서는 인구당 응급의료기관수 수, 인구당 보건소 인력은 높으나 재정자립도, 지역내 총생산(GRDP), GRDP 보건업 및 사회복지서비스업에서는 적응능력이 낮아 개선해야 할 부분임

○ 2000년대 태풍에 의한 건강 취약성 분석을 위한 기후노출 인자는 일강수량이 80mm이상인 날의 횟수, 일최대강수량, 일최대풍속이 14m/s 이상인 날의 횟수임. 기후변화 민감도에서 독거노인과 기초생활수급자의 경우 특히 기후변화에 특히 민감하였으며, 적응능력 지표에서는 인구당 응급의료기관수, 인구당 보건소 인력은 높으나 재정자립도, 지역내 총생산(GRDP), GRDP 보건업 및 사회복지서비스업에서는 적응능력이 낮아 개선해야 할 부분임

○ 2000년대 폭염에 의한 건강 취약성을 위한 기후노출 인자는 일최고기온, 체감온도, 열파지수, 상대습도 등 7개 항목이며, 상대습도, 일최고기온, 체감온도의 기후노출이 높음. 기후변화 민감도에서 독거노인과 기초생활수급자의 경우 특히 기후변화에 특히 민감하였으며, 적응능력 지표에서는 인구당 응급의료기관수 수, 인구당 보건소 인력은 높으나 재정자립도, 지역내 총생산(GRDP), GRDP 보건업 및 사회복지서비스업에서는 적응능력이 낮아 개선해야 할 부분임

○ 2000년대 한파에 의한 건강 취약성 분석을 위한 기후노출 인자는 5개는 일평균기온이 영하인 날의 횟수, 적설량, 일최저기온인 영하인 날의 횟수, 연속적인 무강수일수의 최대값, 일최대풍속이 14m/s이상인 날의 횟수이며, 연속적인 무강수일수의 최대값의 기후노출이 큼. 기후변화 민감도에서 독거노인과 기초생활수급자의 경우 특히 기후변화에 특히 민감하였으며, 적응능력 지표에서는 인구당 응급의료기관수 수, 인구당 보건소 인력은 높으나 재정자립도, 지역내 총생산(GRDP), GRDP 보건업 및 사회복지서비스업에서는 적응능력이 낮아 개선해야 할 부분임

○ 2000년대 오존농도 상승에 의한 건강 취약성 분석을 위한 기후노출 인자는 일최고 기온, 오존주의보 발령일수, 시간오존농도가 100bbp이상인 날의 횟수, 8시간 누적오존농도가 60bbp/8hr이상인 날의 횟수이며, 이중 오존주의보 발령일 수에 대한 기후노출이 가장 큼. 기후변화 민감도는 독거노인과 기초생활수급자의 경우 특히 기후변화에 특히 민감하였으며, 적응능력 지표에서는 인구당 응급의료기관수 수, 인구당 보건소 인력은 높으나 재정자립도, 지역내 총생산(GRDP), GRDP 보건업 및 사회복지서비스업에서는 적응능력이 낮아 개선해야 할 부분임

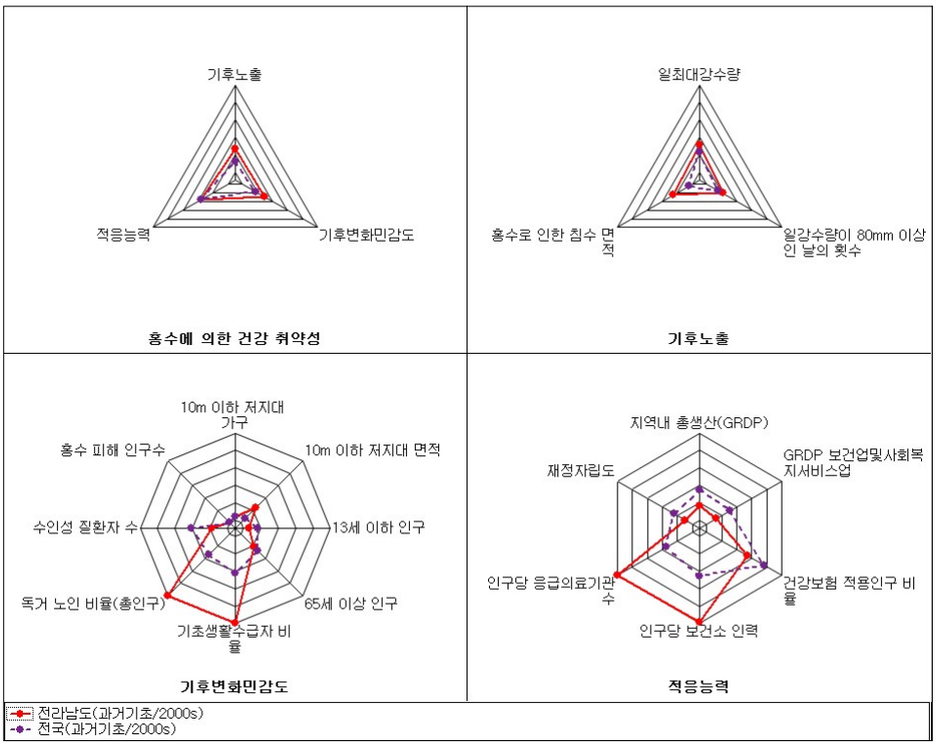
○ 2000년대 미세먼지에 대한 건강 취약성 분석을 위한 기후노출 인자는 일최고 기온, 미세먼지농도, 시간 미세먼지농도가 100㎍/㎥이상인 날의 횟수이며, 이중 일최고기온의 기후노출이 가장 큼. 기후변화 민감도에서 독거노인과 기초생활수급자의 경우 특히 기후변화에 특히 민감하였으며, 적응능력 지표에서는 인구당 응급의료기관수 수, 인구당 보건소 인력은 높으나 재정자립도, 지역내 총생산(GRDP), GRDP 보건업 및 사회복지서비스업에서는 적응능력이 낮아 개선해야 할 부분임

○ 2000년대 기타 대기오염물질에 대한 건강 취약성 분석을 위한 기후노출 인자는 일최고기

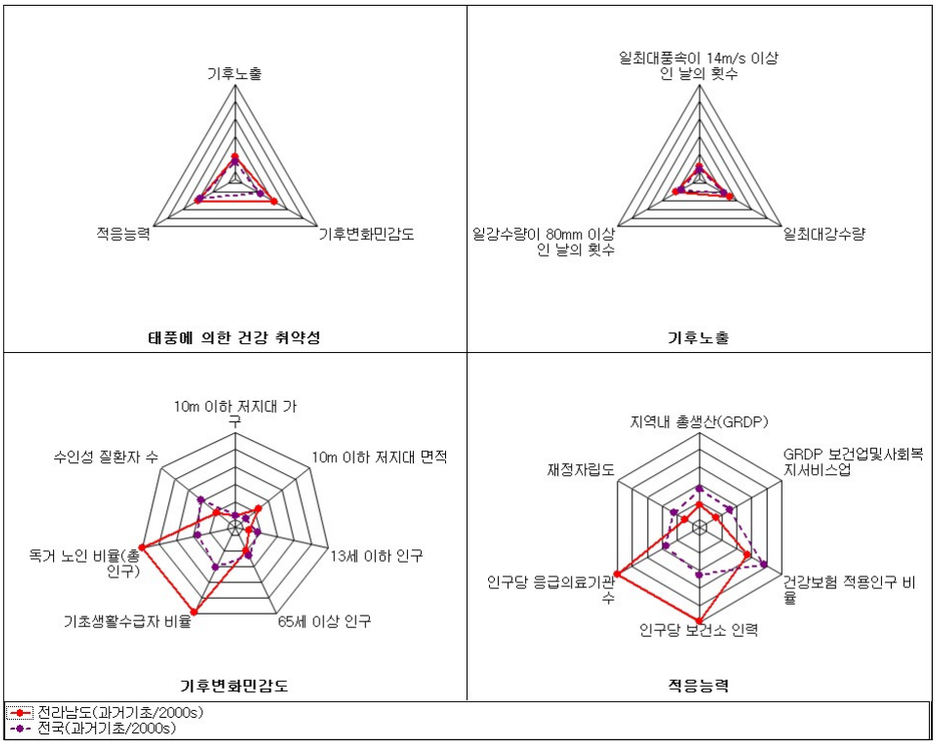
온, SOx, NOx, CO의 산업배출량과 주거난방 외 배출량으로 하였으며, 이중 일최고기온의 기후노출이 가장 큼. 기후변화 민감도에서 독거노인과 기초생활수급자의 경우 특히 기후변화에 특히 민감하였으며, 적응능력 지표에서는 인구당 응급의료기관수, 인구당 보건소 인력은 높으나 재정자립도, 지역내 총생산(GRDP), GRDP 보건업 및 사회복지서비스업에서는 적응능력이 낮아 개선해야 할 부분임

○ 2000년대 곤충 및 설치에 의한 전염병 취약성 분석을 위한 기후노출 인자는 일최고기온이 33℃이상인 날의 횟수, 일강수량이 80mm이상인 날의 횟수, 일최저기온이 25℃이상인 날의 횟수와 일최대 강수량이며, 일최대강수량에 대한 기후노출이 가장 큼. 기후변화 민감도에서 독거노인과 기초생활수급자의 경우 특히 기후변화에 특히 민감하였으며, 적응능력 지표에서는 인구당 응급의료기관수, 인구당 보건소 인력은 높으나 재정자립도, 지역내 총생산(GRDP), GRDP 보건업 및 사회복지서비스업에서는 적응능력이 낮아 개선해야 할 부분임

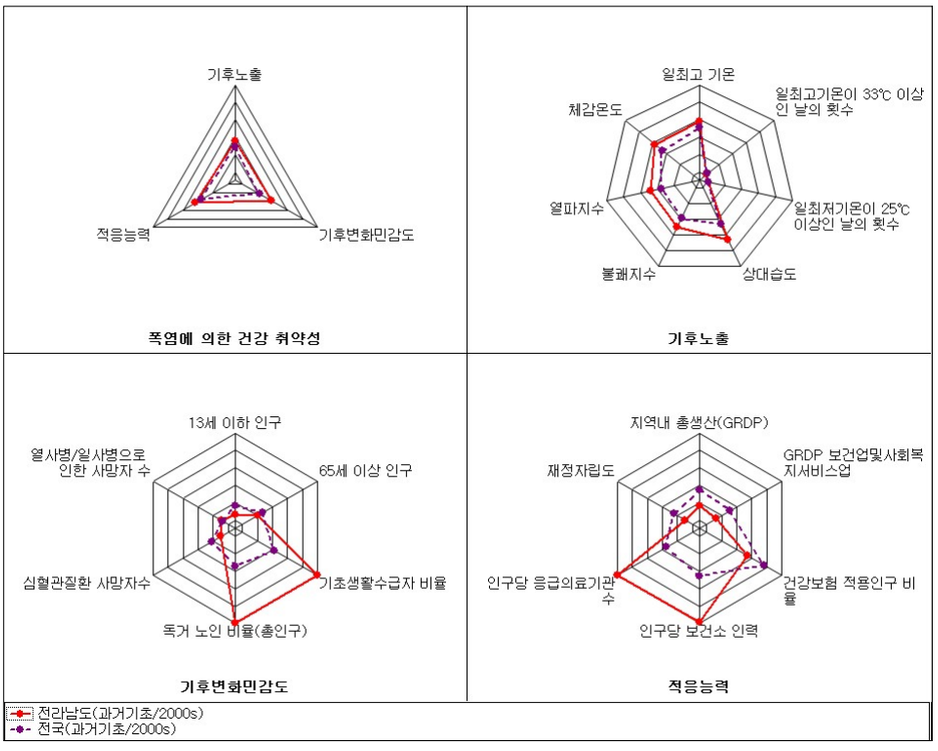
○ 2000년대 수인성 매개질환의 건강 취약성 분석을 위한 기후노출인자는 일최고기온이 33℃이상인 날의 횟수, 일강수량이 80mm이상인 날의 횟수, 일최저기온이 25℃이상인 날의 횟수, 일최대강수량이며, 일최대강수량에 대한 기후노출이 가장 크고, 일 강수량이 80mm이상인 날의 횟수가 그 다음임. 기후변화 민감도에서 독거노인과 기초생활수급자의 경우 특히 기후변화에 특히 민감하였으며, 적응능력 지표에서는 인구당 응급의료기관수, 인구당 보건소 인력은 높으나 재정자립도, 지역내 총생산(GRDP), GRDP 보건업 및 사회복지서비스업에서는 적응능력이 낮아 개선해야 할 부분임



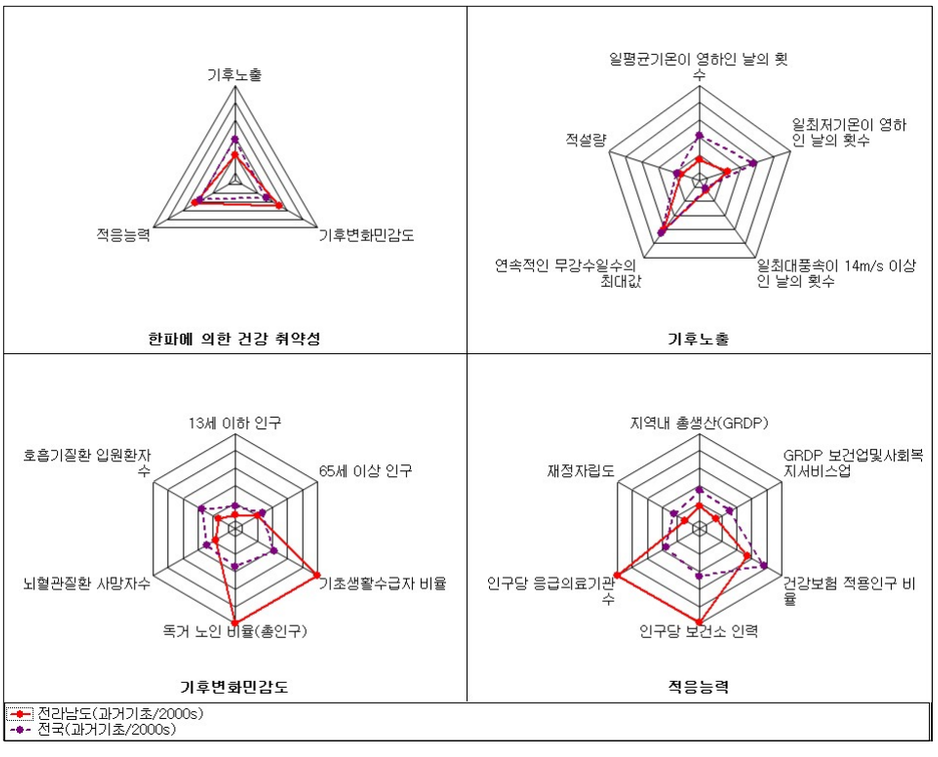
<그림 5-1-38> 홍수에 의한 건강 취약성(2000년대)



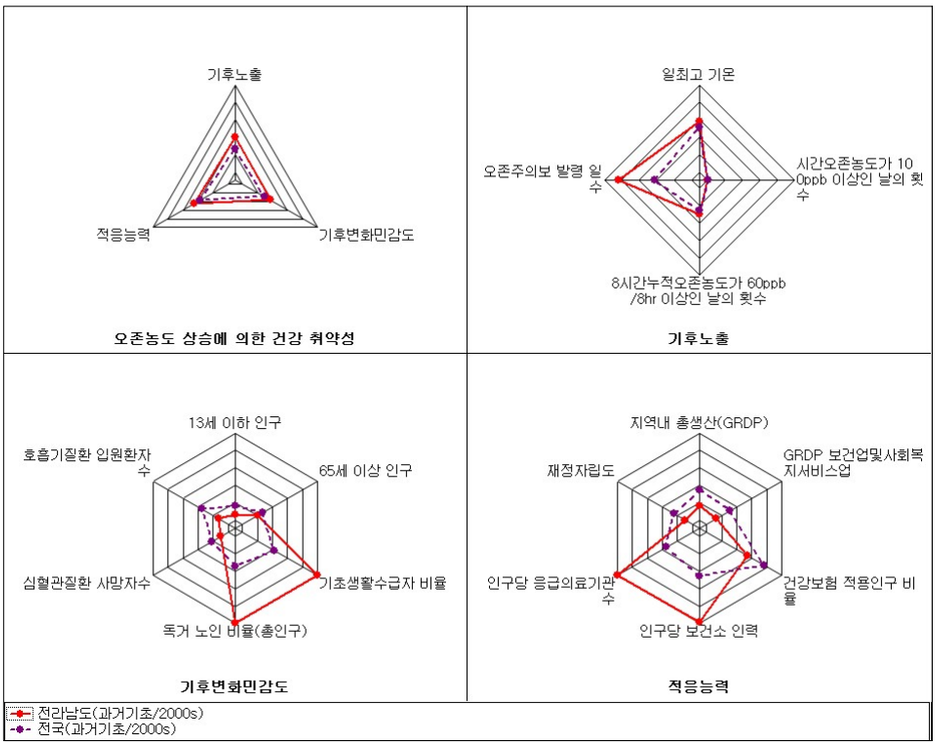
<그림 5-1-39> 태풍에 의한 건강 취약성(2000년대)



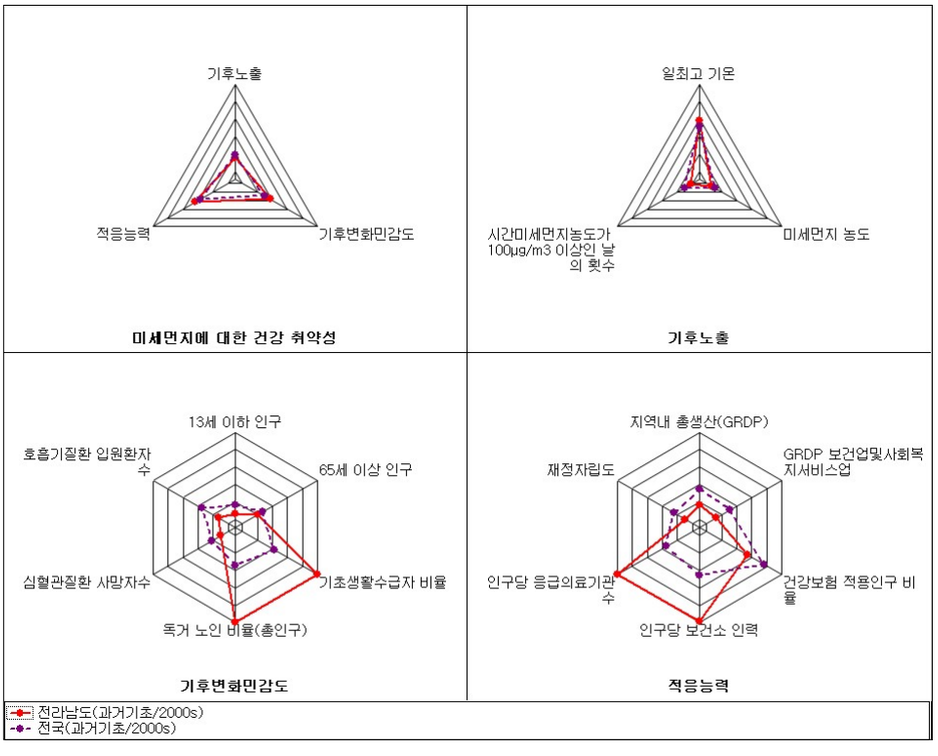
<그림 5-1-40> 폭염에 의한 건강 취약성(2000년대)



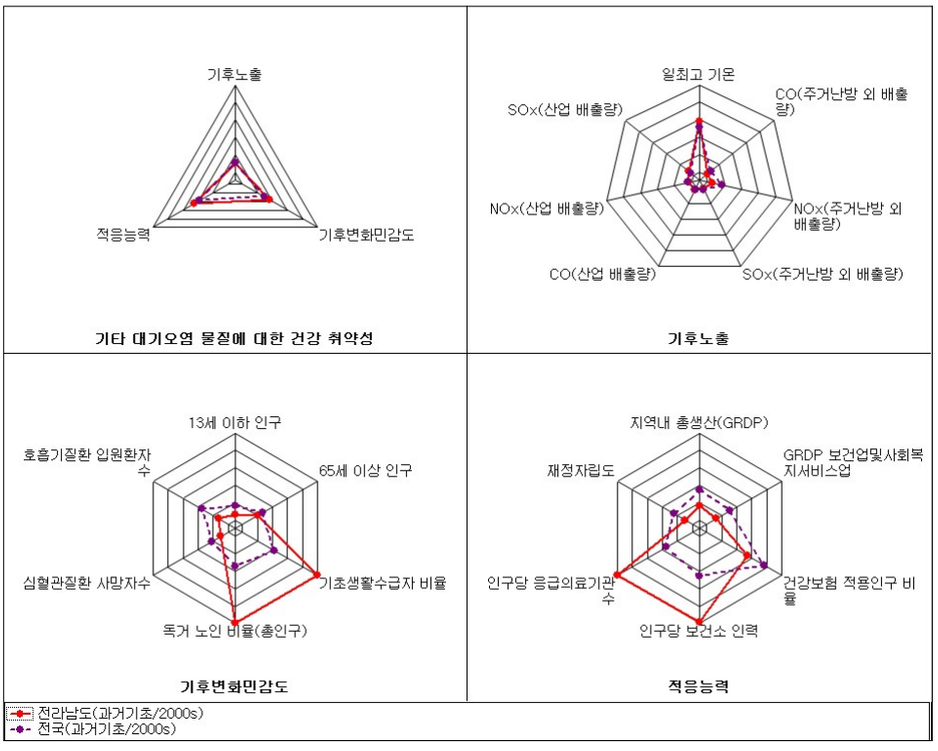
<그림 5-1-41> 한파에 의한 건강 취약성(2000년대)



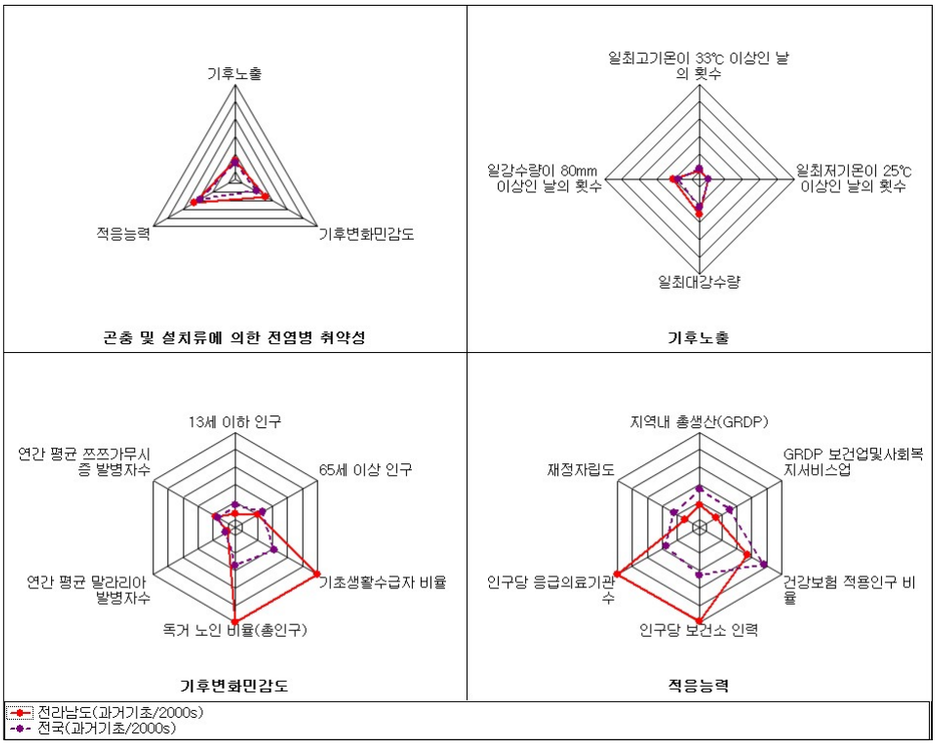
<그림 5-1-42> 오존농도 상승에 의한 건강 취약성(2000년대)



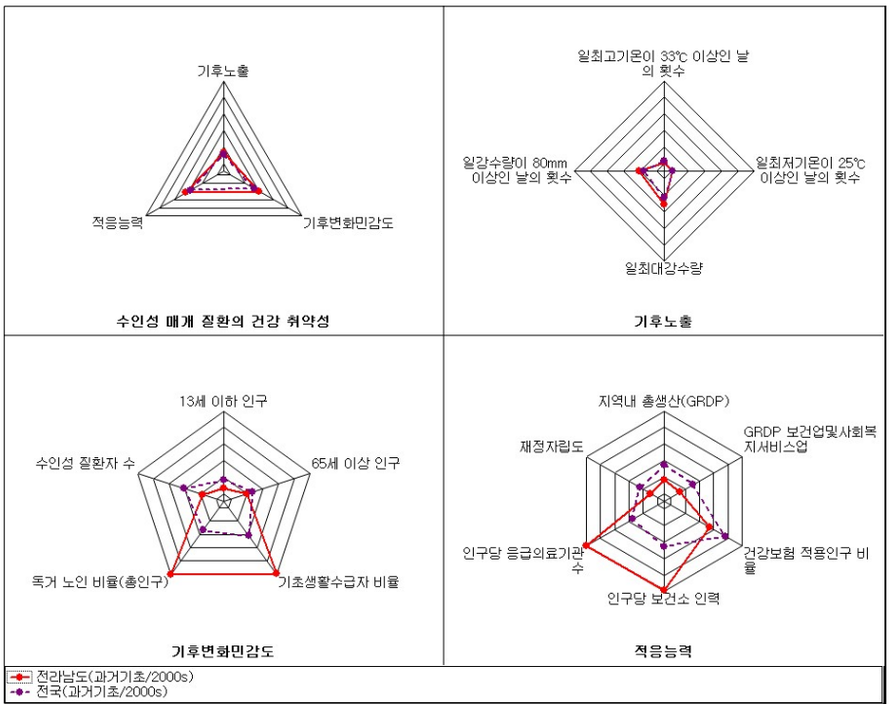
<그림 5-1-43> 미세먼지에 대한 건강 취약성(2000년대)



<그림 5-1-44> 대기오염물질에 대한 건강 취약성(2000년대)



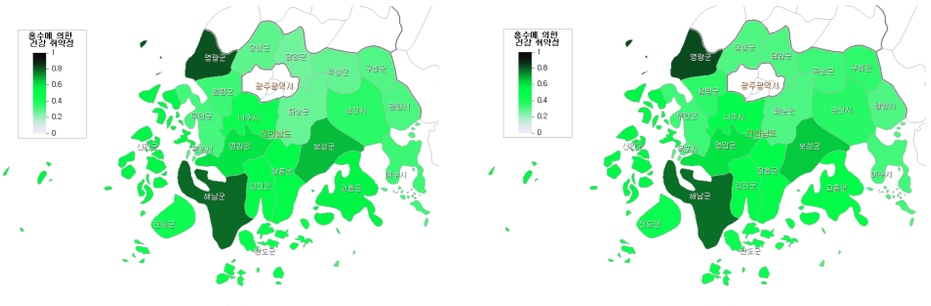
<그림 5-1-45> 곤충 및 설치류에 의한 건강 취약성(2000년대)

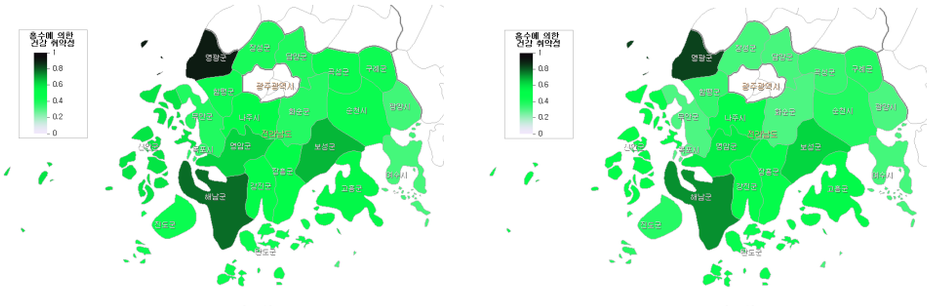


<그림 5-1-46> 수인성 매개질환의 건강 취약성(2000년대)

마) 미래 기후변화 및 취약성 평가

○ 미래의 홍수에 대한 취약성(A1B시나리오)



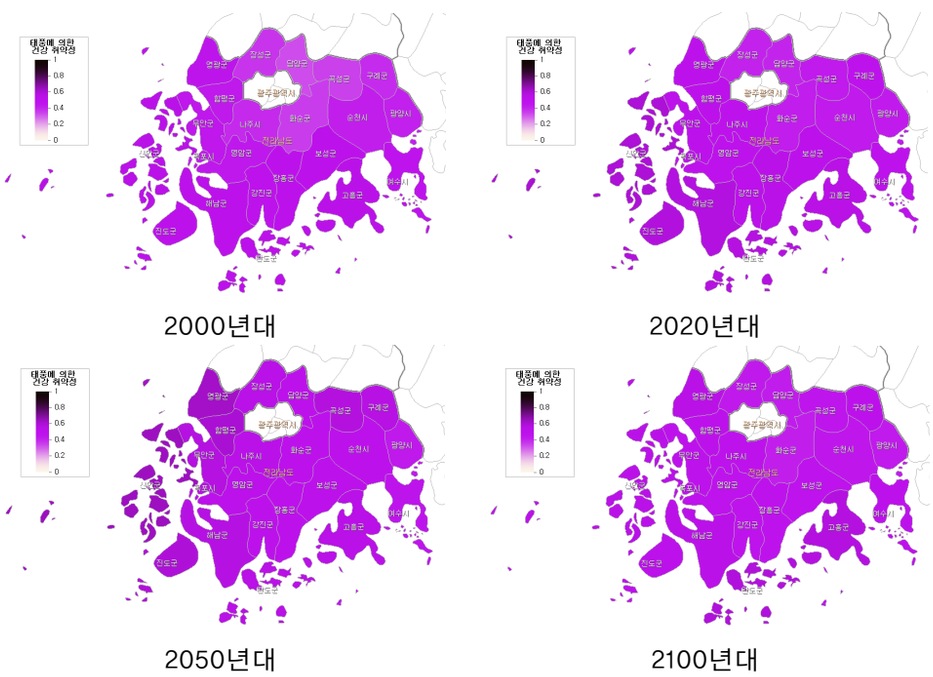


<그림 5-1-47> 홍수에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)

- 2000년대 영광군, 해남군의 취약성 값이 높고, 담양군, 화순군의 취약성 값이 낮음.
- 2020년대 영광군, 해남군의 취약성 값이 높고, 목포시, 화순군의 값이 낮음.
- 2050년대 영광군, 해남군의 취약성 값이 높고, 목포시, 여수시, 장성군의 값이 낮음.
- 2100년대 영광군, 해남군의 취약성 값이 높고, 화순군, 무안군의 값이 낮음

○ 미래의 태풍에 대한 취약성(A1B시나리오)

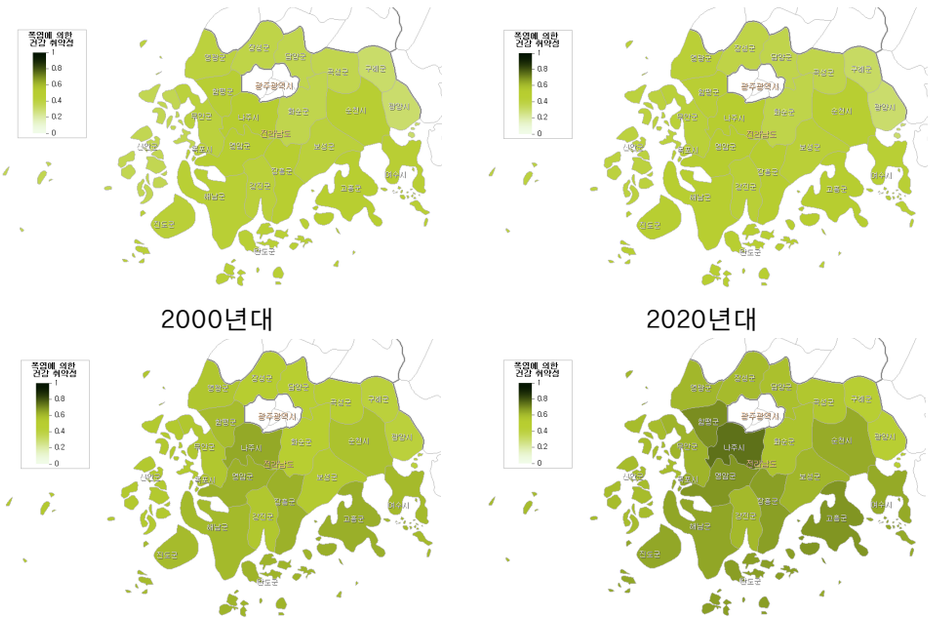
- 2000년대 영광군, 해남군의 취약성 값이 높고, 담양군, 화순군의 취약성 값이 낮음.
- 2020년대 신안군, 영광군의 취약성 값이 높고, 화순군, 순천시의 값이 낮음.
- 2050년대 진도군, 해남군의 취약성 값이 높고, 담양군, 장성군의 값이 낮음.
- 2100년대 고흥군, 신안군의 취약성 값이 높고, 담양군, 화순군의 값이 낮음.



<그림 5-1-48> 태풍에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)

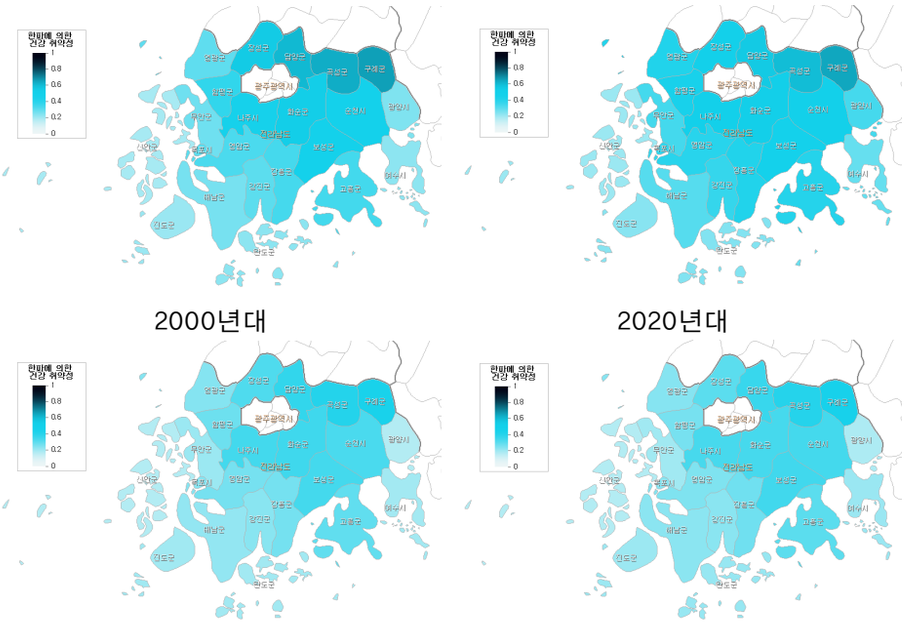
○ 미래의 폭염에 대한 취약성(A1B시나리오)

- 2000년대 나주시, 장흥군의 취약성 값이 높고, 광양시, 구례군의 취약성 값이 낮음.
- 2020년대 나주시, 장흥군의 취약성 값이 높고, 광양시, 구례군의 값이 낮음.
- 2050년대 나주시, 영암군의 취약성 값이 높고, 광양시, 구례군의 값이 낮음.
- 2100년대 나주시, 함평군의 취약성 값이 높고, 광양시, 구례군의 값이 낮음.



<그림 5-1-49> 폭염에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)

○ 미래의 한파에 대한 취약성(A1B시나리오)

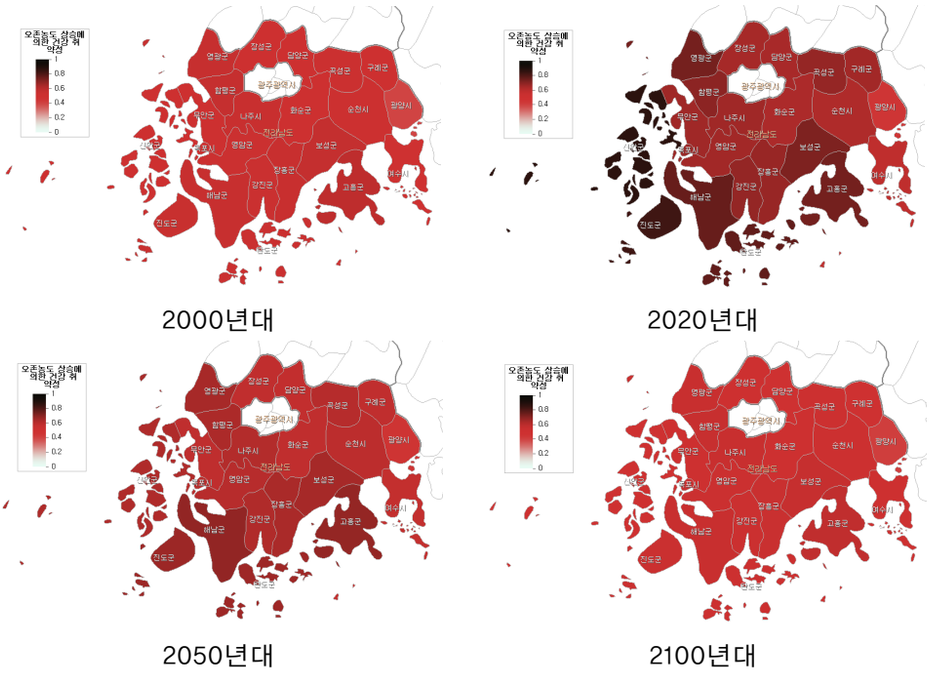


<그림 5-1-50> 한파에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)

- 2000년대 구례군, 곡성군의 취약성 값이 높고, 신안군, 진도군의 취약성 값이 낮음.
- 2020년대 구례군, 곡성군의 취약성 값이 높고, 신안군, 완도군의 값이 낮음.
- 2050년대 구례군, 곡성군의 취약성 값이 높고, 신안군, 완도군의 값이 낮음.
- 2100년대 구례군, 곡성군의 취약성 값이 높고, 광양시, 신안군의 값이 낮음.

○ 미래의 오존농도 상승에 의한 취약성(A1B시나리오)

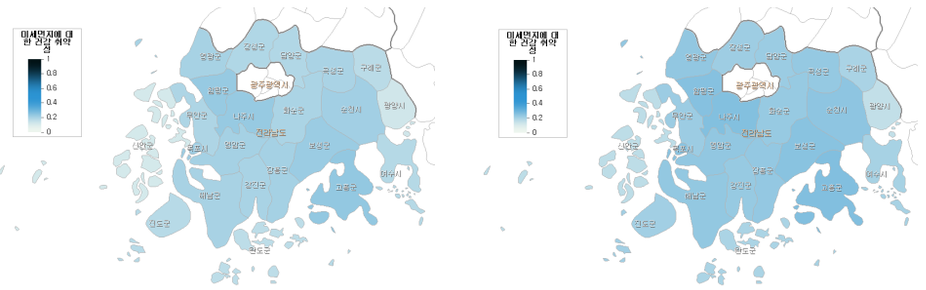
- 2000년대 고흥군, 보성군의 취약성 값이 높고, 광양시, 무안군의 취약성 값이 낮음.
- 2020년대 고흥군, 진도군의 취약성 값이 높고, 광양시, 무안군의 값이 낮음.
- 2050년대 완도군, 고흥군의 취약성 값이 높고, 신안군, 완도군의 값이 낮음.
- 2100년대 구례군, 곡성군의 취약성 값이 높고, 광양시, 신안군의 값이 낮음

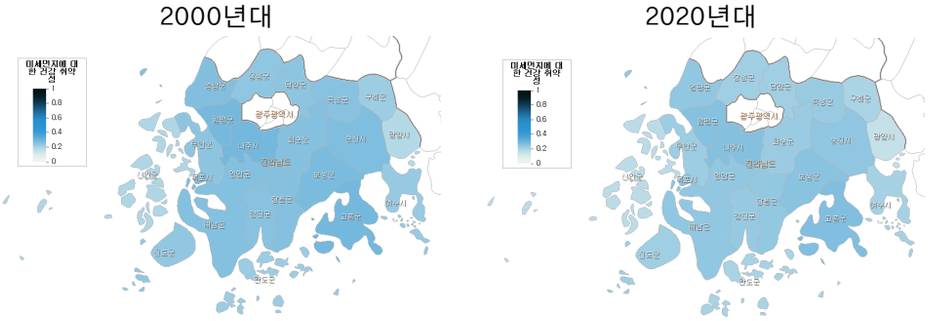


<그림 5-1-51> 오존농도 상승에 의한 건강 취약성(A1B시나리오)

○ 미래의 미세먼지에 대한 취약성(A1B시나리오)

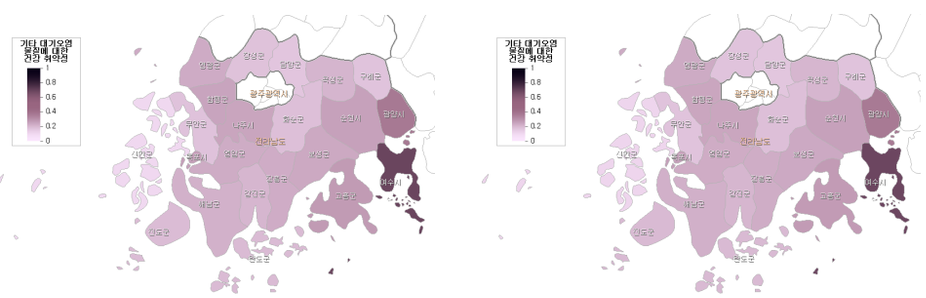
- 2000년대 고흥군, 함평군의 취약성 값이 높고, 신안군, 광양시의 취약성 값이 낮음.
- 2020년대 고흥군, 나주시의 취약성 값이 높고, 광양시, 신안군의 값이 낮음.
- 2050년대 나주시, 고흥군의 취약성 값이 높고, 광양시, 신안군의 값이 낮음.
- 2100년대 나주시, 함평군의 취약성 값이 높고, 신안군, 광양시의 값이 낮음.

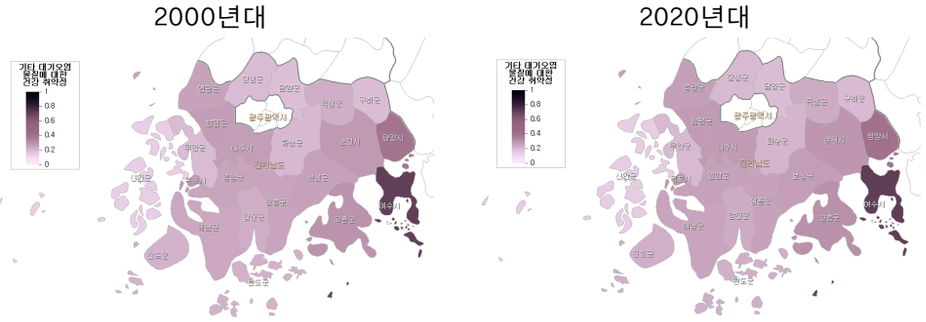




<그림 5-1-52> 미세먼지에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)

○ 미래의 기타 대기오염물질에 대한 취약성(A1B시나리오)



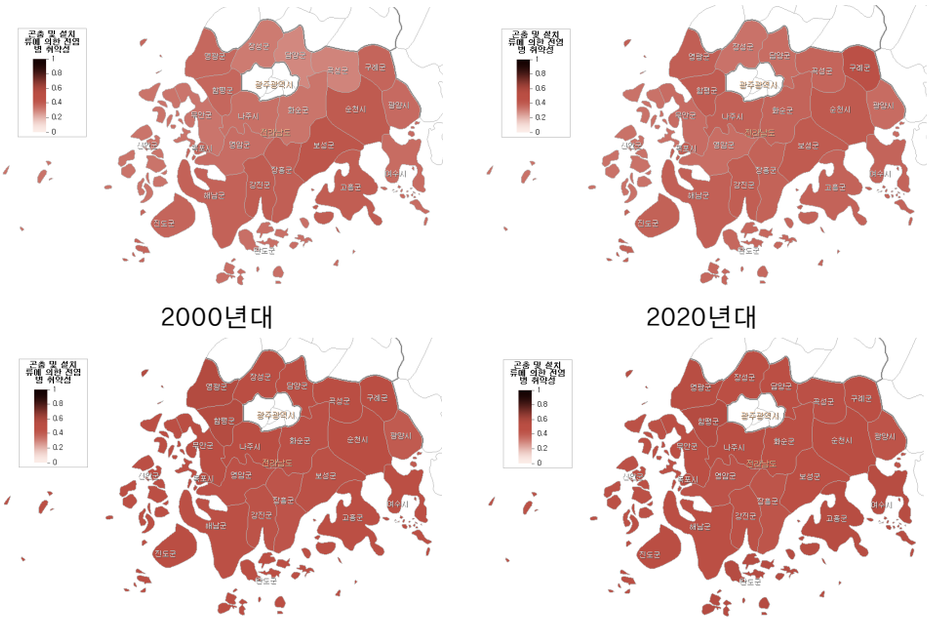


<그림 5-1-53> 대기오염물질에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)

- 2000년대 여수시, 광양시의 취약성 값이 높고, 신안군, 담양군의 취약성 값이 낮음.
- 2020년대 여수시, 광양시의 취약성 값이 높고, 신안군, 담양군의 값이 낮음.
- 2050년대 여수시, 광양시의 취약성 값이 높고, 신안군, 담양군의 값이 낮음.
- 2100년대 여수시, 광양시의 취약성 값이 높고, 신안군, 담양군의 값이 낮음.

○ 미래의 곤충류 설치류에 의한 전염병 취약성(A1B시나리오)

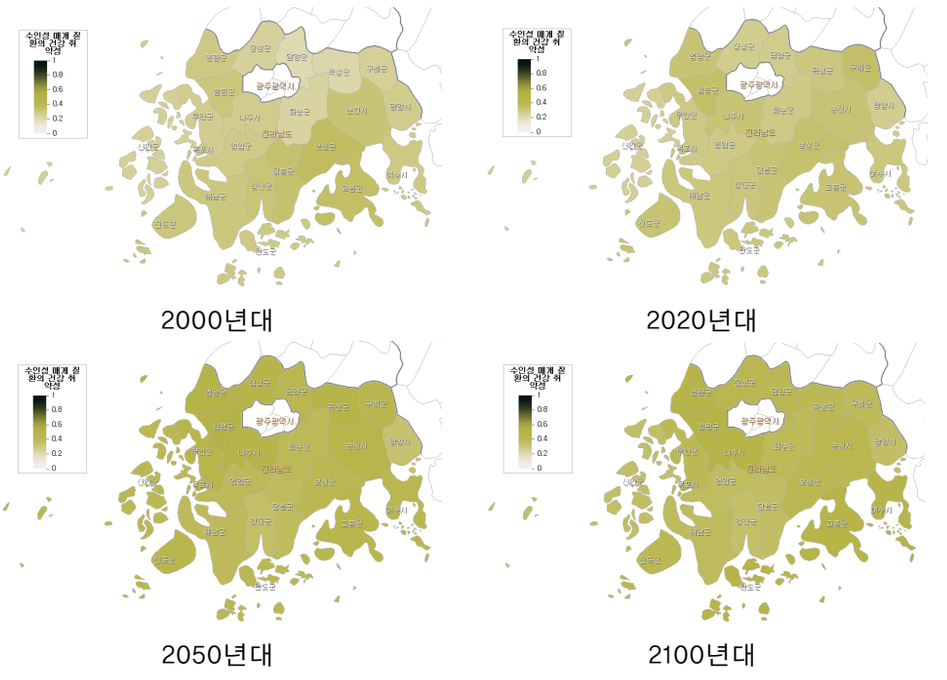
- 2000년대 보성군, 순천시의 취약성 값이 높고, 담양군, 곡성군의 취약성 값이 낮음.
- 2020년대 구례군, 함평군의 취약성 값이 높고, 영암군, 해남군의 값이 낮음.
- 2050년대 구례군, 순천시의 취약성 값이 높고, 장성군, 영암군의 값이 낮음.
- 2100년대 함평군, 나주시의 취약성 값이 높고, 구례군, 신안군의 값이 낮음



<그림 5-1-54> 곤충류 설치류에 의한 건강 취약성(A1B시나리오)

○ 미래의 수인성 매개질환의 취약성(A1B시나리오)

- 2000년대 보성군, 고흥군의 취약성 값이 높고, 담양군, 곡성군의 취약성 값이 낮음.
- 2020년대 함평군, 영광군의 취약성 값이 높고, 강진군, 해남군의 값이 낮음.
- 2050년대 진도군, 순천시의 취약성 값이 높고, 장성군, 담양군, 영암군의 값이 낮음.
- 2100년대 함평군, 나주시의 취약성 값이 높고, 구례군, 신안군의 값이 낮음.



<그림 5-1-55> 수인성 매개질환에 의한 건강 취약성(A1B시나리오)

3) 주요 부문 선정

■ **홍수에 상대적으로 취약한 지역 : 영광군, 해남군**

○ 2000년대~2100년대 영광군, 해남군의 홍수에 대한 취약한 정도가 큼으로, 이에 대한 방안 마련 필요

■ **태풍에 상대적으로 취약한 지역 : 영광군, 해남군, 신안군, 진도군, 고흥군**

○ 영광군, 해남군, 신안군, 진도군, 고흥군의 태풍에 대한 취약한 정도가 큼으로 이에 대한 방안 마련 필요

■ **폭염에 상대적으로 취약한 지역 : 나주시, 장흥군, 영암군, 함평군**

○ 나주시, 장흥군, 영암군, 함평군의 폭염에 대한 취약한 정도가 큼으로 이에 대한 방안 마련 필요

■ **한파에 상대적으로 취약한 지역 : 구례군, 곡성군**

○ 구례군, 곡성군의 한파에 대한 취약한 정도가 큼으로 이에 대한 방안 마련 필요

■ **오존농도 상승에 상대적으로 취약한 지역 : 고흥군, 보성군, 진도군, 완도군**

○ 고흥군, 보성군, 진도군, 완도군, 구례군, 곡성군의 오존농도 상승에 대한 취약한 정도가 큼으로 이에 대한 방안 마련 필요

■ **미세먼지에 상대적으로 취약한 지역 : 고흥군, 함평군, 나주시**

○ 고흥군, 함평군, 나주시의 미세먼지에 대한 취약한 정도가 큼으로 이에 대한 방안 마련 필요

■ **대기오염물질에 상대적으로 취약한 지역 : 여수시, 광양시**

○ 여수시, 광양시의 기타 대기오염물질에 대한 취약한 정도가 큼으로 이에 대한 방안 마련 필요

■ **곤충류, 설치류에 상대적으로 취약한 지역 : 보성군, 순천시, 구례군, 함평군, 나주시**

○ 보성군, 순천시, 함평군, 나주시의 곤충류, 설치류에 의한 전염병에 대한 취약한 정도가 큼으로 이에 대한 방안 마련 필요

■ **주요부문 선정**

○ 영광군과 해남군은 홍수, 태풍에 상대적으로 취약

○ 고흥군은 상대적으로 태풍, 오존농도 상승, 미세먼지에 취약

○ 나주시와 함평군는 폭염, 미세먼지, 곤충류, 설치류에 취약

○ 구례군은 한파, 곤충류 및 설치류에 대해 취약함에 따라 이들에 대한 극복방안 필요

라. 세부시행계획 수립

1) 주요정책 현황분석

<표 5-1-26> 전남 건강분야 기존 적응대책 문제점 및 방향

구분	현재의 문제점	대책 방향
폭 염 관련 적응대책	- 폭염관련 적응정책은 예·경보시스템, 영향저감, 교육 및 홍보, 기후 적응형 도시기반 구축 등 체계화 필요 - 적응대책에 대한 시행에 대한 기준, 서비스 내용 보완 등 구체적인 시행계획 필요	- 폭염 취약지역 및 취약계층에 대한 예·경보시스템 구축 - 폭염 취약지역을 대상으로 한 무더위 쉼터 등 적응정책 시행기준 및 서비스 항목 제시 - 기후변화 영향 최소화
전염병 관련 적응대책	- 곤충 및 식품매개로 인한 전염병에 대한 조사 및 감시시스템, 사전예방 및 방역, 교육 및 홍보 등 체계화 필요 - 질병정보 모니터망 구축 등 조사 및 감시체계 강화 필요 - 전염병 예방 교육 및 홍보 필요	- 모기 등 곤충매개 질환에 대한 감시시스템 구축 - 사전방역 및 방제 필요지역 선정 기준 제시 - 기후변화 영향 최소화
재난관련 적응대책	- 기후변화로 인한 풍수해 특성 변화에 대한 대응 필요 - 범람 피해 저감을 위한 적극적 방재 기준·제도 필요 - 비탈면 재난 피해 저감을 위한 대책 마련 필요	- 풍수해 대응을 위한 방재제도 강화 - 범람 피해 저감을 위한 방재 기준·제도 강화 - 비탈면 재난 피해 저감을 위한 방재 기준·제도 강화

2) 방향 및 목표설정

가) 기본방향

○ 건강관련 적응정책의 시행기준 및 서비스 강화

○ 기후변화로 인해 나타나는 질병에 대한 선제적 대처

○ 취약지역 및 취약계측에 대한 예·경보시스템 구축

○ 방재 기준·제도 강화로 기후변화 영향 최소화

나) 설정 목표

○ 전남 건강 취약부문 분석을 통한 건강분야의 적응기반 마련

○ 폭염과 전염병 등 사전 예·경보 및 예방을 위한 행동요령 보급 등 취약계층 보호대책 마련

○ 폭염 및 전염병 등 건강관련 영향 최소화를 위한 대책 수립

다) 추진전략

○ 기후변화에 따른 폭염 및 전염병 발생에 대한 기초 지자체별 영향평가 실시

○ 현재 국가 및 전남 건강분야 기후변화 적응대책 현황분석 실시

○ 전남 건강분야 기후변화 단기 및 중·장기 적응대책 수립

3) 세부시행계획

가) 기존대책

○ 건강분야 기후변화 적응관련 세부시행계획은 지역에서 취약한 “폭염 및 전염병”발생에 대한 세부시행계획을 수립하였음.

나) 폭염

○ 폭염관련 국가 기후변화 적응대책은 폭염 건강영향 평가 및 감시체계 구축, 폭염 피해 저감대책 마련으로 구분함과 동시에 전남 폭염 적응대책을 국가적응대책과 연계하여 수립하고자 함

○ 전남 기후변화 적응대책은 폭염 예·경보 시스템 및 감시체계 구축, 폭염 대피시설 기능 및 성능 강화, 폭염 취약계층 집중 보호 및 관리대책 수립, 폭염 영향을 고려한 도시계획 기준 정립으로 구분함

<표 5-1-27> 전남 폭염분야 적응대책

적응대책	단기	중·장기	비고
Ⅰ. 폭염 예·경보 시스템 및 감시체계 구축			
- 폭염관련 환자·초과 사망자에 대한 신속 조사 및 모니터링 시스템 구축	√	√	신규
- 폭염 예·경보시스템 개발 및 운영	√	√	기존/개선
- 폭염 경보에 따른 신속 정보 전달체계 구축	√		기존
- 폭염대비 도민 행동요령·건강관리 매뉴얼 보급 및 교육	√		기존
Ⅱ. 폭염 취약계층 집중 보호 및 관리 대책 수립			
- 옥외 근로자 보호대책 강화(무더위 휴식 시간제 등)	√		기존/개선
- 취약계층을 위한 도우미 및 관리 프로그램 운영	√		기존
- 취약계층 관리기관 종사자 교육	√		기존
Ⅲ. 폭염 대피시설 기능 및 성능 강화(무더위 쉼터 등)			
- 폭염 대피시설 지정 기준 및 운영 방안 마련	√		개선/신규
- 폭염 대피시설 관리 및 홍보 대책 수립	√		개선/신규
Ⅳ. 폭염 영향 저감을 위한 도시계획 기준 정립			
- 폭염 피해 예방을 위한 도시계획 및 건물디자인 개발 보급	√		신규
- 생활권 녹지 조성 및 인공지반녹화 사업 추진	√	√	기존/개선
- 폭염에 취약한 주거환경 개선사업 지원	√	√	기존

■ 폭염 예·경보 시스템 및 감시체계 구축

○ 정확한 예·경보 시스템 구축을 위해서는 기후와 그에 따른 건강영향의 꾸준한 모니터링이 필요하며, 지자체의 특성을 고려한 정확한 예·경보 시스템과 정보전달 체계는 폭염 영향에 따른 피해를 효과적으로 저감시킬 수 있음

○ 폭염 관련 환자·초과사망자에 대한 신속 조사 및 모니터링 시스템 구축

- 폭염 관련 환자·초과 사망자에 대한 모니터링은 취약계층에 대한 관리뿐만 아니라 지역 기후상황에 따른 건강피해 예측 및 신속 대응 가능
- 단기적으로는 관련 시스템의 구축이 이루어져야 하며, 중·장기적으로는 꾸준한 조사와 모니터링이 필요함
- 폭염이 발생하는 여름철(6월-9월)을 대상으로 함. 최근 9월의 폭염 일수가 증가하고 있어 9월에도 폭염 예·경보의 운영이 필요
- 소관부서 : 전남 기후변화담당관, 보건정책담당관
- 폭염 건강피해 조사 및 모니터링 시스템 구축은 22개 기초 지자체에서 모두 이루어져야하며,

전남도 차원에서는 기초 지자체 조사 자료의 신속한 집계 및 기록을 위한 체계구축 필요

○ 폭염 예·경보 시스템 개발 및 운영

- 폭염에 따른 건강 영향은 지리적 위치 및 지역적 특성에 따라 다르게 나타남으로 정확한 예·경보를 위해서는 국가와 협력하여 지자체의 폭염 강도, 빈도, 노출시간 등을 고려한 예·경보 시스템 개발 필요
- 폭염 예·경보 기준은 폭염 관련 건강피해현황 조사 및 모니터링을 통해 제시할 수 있으며, 장기적으로는 기후변화인한 고온화의 영향을 고려한 폭염 예·경보 기준의 수정·보안이 필요
- 소관부서 : 목포, 여수 기상대, 전남도 기후변화 담당관, 복지건강본부 노인복지과

○ 폭염 경보에 따른 신속 정보 전달체계 구축

- 폭염 발생 시 폭염으로 인한 영향에 신속하게 대응하기 위한 대책으로 현재 전남도에서 실시하고 있는 적응대책임
- 기상청에서 폭염특보가 발령되었거나 무더위가 예상될 경우 주관부서 상호간 비상 연락망을 구축하여 관련 정보를 신속하게 전달함
- 체계적이고 신속하게 정보가 전달될 수 있도록 정부, 전남도, 기초 지자체, 담당자 등이 긴밀한 연계 중요

○ 폭염대비 국민 행동요령·건강관리 매뉴얼 보급 및 교육

- 국민 행동요령·건강관리 매뉴얼 보급 및 교육은 폭염영향으로 인한 피해를 저감시키기 위한 대책임. 효과적인 폭염 건강피해 예방을 위하여 지자체 수준에 맞는 매뉴얼 개발이 필요하며 다양한 방법을 통한 보급 및 교육이 필요
- 폭염 대비 행동요령·건강관리 매뉴얼은 폭염 발생 시의 경우 신속한 정보전달체계를 통한 문자서비스 및 도우미 등을 활용하거나 폭염 대피시설 등에서 제공하며, 상시에는 폭염대비를 위한 교육을 실시
- 폭염대비 국민 행동요령·건강관리 매뉴얼 개발은 정부 및 전남도 차원에서 이루어져야 하며 목적에 따라 보급 및 교육은 전남도 및 기초 지자체 차원에서 실시

■ 폭염 취약계층 집중 보호 및 관리 대책 수립

○ 65세 이상 노인, 독거노인, 심·뇌혈관질환자 등은 폭염에 취약한 계층으로서 폭염 발생 시 다른 계층보다 폭염으로 인한 건강피해에 특히 노출되어 있음. 따라서 폭염 건강피해를 줄이기 위해서는 취약계층을 보호 및 관리하기 위한 대책 수립이 필요함

○ 옥외 근로자 보호대책 강화

- 옥외 근로자 보호대책은 폭염 발생 시 건설사업장 근로자 등 취약계층에게 가장 무더운 오후 시간대에 휴식을 유도하여 폭염으로 인한 건강피해를 예방하기 위한 대책임
- 건설사업장 근로자의 휴식 유도를 위하여 전단지 배포, 지역재난 안전대책본부장 명의의 서한문 발송 등 홍보 및 관할 지방노동지청과 협의 등을 통하여 추진. 특히 초·중·고 학생들에게

는 체육활동 및 각종 행사 등을 자제토록 함

- 현재 무더위 휴식시간제는 권장사항정도로 효과적인 운영에 어려움이 있음. 따라서 지자체 차원에서 무더위 휴식시간제를 도입하는 사업장에 해택을 주는 등 인센티브 제도나 향후 폭염에 따른 건강피해 정도에 따라 강제적 제도로의 개선 필요
- 기간: 6월-9월 중 폭염특보시 오후 1시~3시에 운영
- 중앙정부 및 전남도가 보호대책을 마련하고 이에 따라 기초 지자체별로 적용 사업장 또는 학교에 대한 데이터 구축 및 관리 필요. 특히 폭염영향이 높은 기초 지자체의 옥외 근로자 및 야회 농업종사자를 위한 쉼터 마련과 무더위 휴식 시간제 시범 도입 필요

○ 취약계층에 대한 도우미 및 관리 프로그램 운영

- 취약계층에 대한 도우미 및 관리 프로그램 운영은 65세 이상 노인, 독거노인, 심·뇌혈관 질환자, 기초생활수급자 등 취약계층의 관리를 통해 폭염피해를 최소화하기 위한 대책임
- 취약계층의 특성에 따라 방문건강관리, 안부전화 및 문자, 응급서비스지원을 실시하며, 도우미들은 중앙재난안전대책본부 소방방재청에서 발송하는 재난문자 서비스(크로샷 서비스)를 등록하고 이를 활용하도록 함
- 응급상황시 노인 건강 지원을 위해 응급조치, 응급의료센터 등으로 이송조치, 응급의료체계 구축, 독거노인 상시 모니터링 등 실시
- 폭염피해를 최소화하기 위한 효율적 관리 프로그램 운영
- 취약계층을 위한 보호대책은 자치구차원에서 지역적 특성에 맞게 운영되어야 하며, 특히 취약계층이 많은 농어촌 기초 지자체 등에서 우선 실시

○ 취약계층 관리기관 종사자 교육

- 취약계층 관리기관 종사자 교육은 노인 돌보미, 방문건강관리사 등이 취약계층을 폭염으로부터 효과적이고 안전하게 보호하기 위한 대책임
- 폭염 발생 시 행동요령, 폭염에 의한 장애 및 응급처치 요령 등에 대한 교육을 사전에 실시
- 앞으로 전남도에서는 기후변화 담당 공무원 워크숍 및 '기후변화 인식확산을 위한 찾아가는 적응교육'을 개최하며, 온라인을 활용한 교육·홍보를 실시할 예정임
  - 자치구 공무원, 취약계층 보호시설 운영 종사자, 환경단체, 중·고교생 등을 대상으로 기후변화 영향 및 국내외 피해사례, 기후변화 적응대책 등의 내용을 교육할 예정임
  - 관련홈페이지를 통해 기상기후 특성 및 기상재해 유형별 시·군민 행동요령 등의 정보 제공
- 공무원 대상의 교육은 전남도 차원에서 실시하고 폭염에 따른 행동요령 및 응급처치 등의 실무자 교육은 기초 지자체 차원에서 실시하는 등 교육목적 및 대상에 따라 구분
  - 취약계층이 많은 농어촌 지자체 등에서 우선적으로 실시하며, 특히 65세 이상인구 및 독거노인이 구례군, 곡성군, 함평군, 보성군, 장흥군 등은 노인 돌보미와 방문건강관리사에 대한 교육을 중심으로 실시

■ 폭염 대피시설 기능 및 성능 강화

○ 폭염 대피시설은 폭염 발생 시 자체적으로 대응이 어려운 사람들을 위해 폭염에 대응할 수 있도록 제공하기 위한 장소로 무더위 쉼터가 대표적임.

○ 폭염 대피시설 지정 기준 및 운영 방안 마련

- 폭염 대피시설 지정 기준 및 운영 방안 마련은 무더위 쉼터가 폭염 대피시설로서 역할을 수행하기 위한 대책으로 현재는 노인들이 쉽게 이용할 수 있도록 주민자치센터, 마을회관, 복지관 등에 지정하여 운영하고 있으나 정확한 지정기준 및 운영방안이 마련되어있지 않음
- 무더위 쉼터 지정 시에는 취약계층 및 지역, 이용자 특성 등을 고려하여 기준 수립 필요
  - 지자체별 취약지역 조사를 통해 취약지역과의 접근성을 고려한 쉼터 지정
  - 취약계층의 DB구축을 통해 취약계층을 수용할 수 있도록 지정
  - 65세 이상 노인 및 독거노인, 심·뇌혈관질환자 등 운동성이 낮은 취약계층은 주거지역 내 접근성을 고려하여 지정
  - 노숙자 등은 주요 생활공간을 대상으로 무더운 오후시간대에 쉴 수 있는 장소 마련
  - 유동인구가 많은 지역에서 자외선 및 폭염으로 인한 열사병 등의 건강피해를 겪는 사람들을 위해 주요 건물 내에 쉼터 지정
- 무더위 쉼터의 실질적 역할 수행을 위한 운영 방안 필요
  - 무더위 쉼터 크기에 맞는 수용인원과 냉방기기 설치 기준 수립
  - 전남도 또는 기초 지자체 차원에서 폭염 정도에 따라 냉방비 등 무더위 쉼터 운영비 지원 기준 수립
- 각 무더위 쉼터에서 관리할 수 있는 대상자를 지정하고 이용자의 나이, 병력, 가족 등의 정보를 수집하여 폭염 발생 시 신속하게 전화 및 문자, 무더위 쉼터로의 이송, 방문관리 등 실시
  - 열대야 발생 시에도 사용할 수 있도록 야간 운영 실시
  - 무더위 쉼터 내에 건강 체크 및 간단한 응급조치를 위한 시설 마련
  - 국민 행동계획 및 건강관리 매뉴얼 홍보 및 교육
  - 기타 놀이 시설 등 여가 활동을 위한 시설 및 프로그램 마련
- 무더위 쉼터 지정기준 및 운영방안은 전남도차원에서 마련되어야 하며 지자체는 이용자에 대한 데이터 구축을 통해 무더위 쉼터 지정 및 운영 필요

○ 폭염 대피시설 관리 및 홍보 대책 수립

- 폭염 대피시설 관리 및 홍보는 폭염 대피시설을 활성화하고 효과적으로 운영하기 위한 대책임
- 무더위 쉼터의 활성화 및 효과적 운영을 위하여 다양한 관리 및 홍보 방안이 중요함
  - 폭염 대비 안전교육을 받은 도우미 또는 지역 자원봉사자 등이 폭염 발생 시 무더위 쉼터에 방문하여 교육 및 건강관리 실시
  - 무더위 쉼터로 지정된 건물의 관리자는 폭염 발생 시 무더위 쉼터의 실내 온도 확인 등 일지 작성

· 무더위 쉼터 운영 현황 및 만족도 등에 대한 평가 실시
· 방문건강관리 및 안부전화, 문자 시 무더위 쉼터 적극 홍보

■ 폭염 영향 저감을 위한 도시계획 기준 정립

○ 전남도의 향후 폭염일수는 현재보다 증가할 것으로 예상되며, 전남도는 폭염에 적응하기 위해 온도를 저감할 수 있는 근본적인 대책 수립이 필요함

○ 폭염 피해 예방을 위한 도시계획 및 건물 디자인 개발 보급

- 폭염 영향을 최소화하기 위해서는 온도저감효과가 있는 녹지대 조성이 중요하며 이를 도시기본계획, 도시공원녹지기본계획 등 적극 반영 필요
  · 전남도는 여수, 광양, 순천과 목포와 그 밖의 기초지자체로 분리하여 기온저감효과가 있는 생활권 녹지를 조성할 필요가 있으며, 도시지역의 단절된 녹지축을 연결하여 시 전역을 그린 네트워크화할 계획을 세워야 함
  · 도시지역의 단절된 공원녹지 중 연결이 가능하고 바람길로서의 중요성이 큰 지역을 중심으로'단절된 생태녹지축 연결사업'추진
- 도심지역 내 하천 및 실개천은 주변 온도를 저감하는 효과가 있으므로 복원 및 녹화사업 실시 필요
  · 도심 내 실개천 조성사업은 자연형 하천의 형태로 조성할 경우 빗물저장 등의 효과가 있으나, 모기 등의 번식의 우려가 있으니 방역대책 수립이 필요함
- 도심지역의 경우 가로수 및 건물 차양막 등을 설치하여 폭염에 노출된 보행자를 보호할 수 있는 대책을 수립하여야 함. 특히, 폭염 피해 예방을 위한 건물디자인 가이드라인을 제공할 필요가 있음
  · 보행로 주변 건물에 차양막을 설치하여 한여름 무더위로부터 보행자 보호 필요
  · 가로수 등 도시지역 내 녹지에 대한 현황 파악을 실시하고 보행로를 가로수 캐노피로 가능한 덮을 수 있도록 계획안 마련 필요
  · 가로수 조성에 있어 인접한 주차장 등을 포함하여 녹화하는 방안 마련 필요
- 폭염영향 저감을 위한 녹지계획 및 건물디자인은 전남도차원에서 개발·보급이 필요하며, 지역특성을 고려하여 자치구에서 적용
  · 공원·녹지 조성 등은 폭염영향이 높고 산림·공원면적비율이 낮은 송파구, 영등포구, 동대문구 등에 우선적으로 이루어져야함

○ 생활권 녹지 조성 및 인공지반녹화 사업 추진

- 도심지역에서 주거지역 주변 빈공터, 주차장 등을 쌈지공원으로 조성하여 주거지 주변에서 온도저감효과를 볼 수 있도록 함
  · 옥상녹화, 벽면녹화 등 인공지반녹화사업을 활성화하여 도심의 온도저감 및 실내온도저감효과를 갖도록 함
- 생활권 녹지 조성 및 인공지반녹화 사업은 여수, 목포, 순천, 광양시 차원에서 실시. 특히, 폭

염영향이 높은 도심지역인 순천시 등에서 우선적으로 필요

○ 폭염에 취약한 주거환경개선사업 지원

- 폭염에 노출된 노후불량주거지에 거주하는 주민을 보호하기 위해 지붕개선사업 등 저소득층에 대한 근본적인 대책 수립 및 지원 필요
- 노후불량주거지의 경우 주택의 불량도 뿐만 아니라 도로 및 상·하수도 등 기반시설이 열악하여 이에 대한 지원 사업 필요
- 주거환경개선사업을 위해 노후불량주택에 대한 현황파악 및 지원형태에 대한 논의 필요
- 폭염 대비 주거환경개선사업은 지자체를 중심으로 전남도 지원을 통해 이루어져야 하며, 노후불량주택지역을 우선 지원

다) 전염병

○ 전염병 관련 국가 기후변화 적응대책은 자연생태계 변화에 따른 건강영향 조사 및 감시 시스템 구축, 전염병 조사감시 및 관리강화, 매개체 전염병 적응 연구개발 강화로 구분함. 국가 기후변화 적응대책 중 지자체 차원에서 적용 가능한 부분을 지자체 차원의 적응대책으로 세분화여 수립하고자 함

<표 5-1-28> 전라남도 전염병 적응대책

적응대책	단기	중·장기	비고
Ⅰ. 전염병 매개체 관리 및 방역 관리 통합시스템 구축			
- 모기서식지 관리 정보시스템 구축	√		기존
- 사전 방역 및 방제 시스템 구축	√		기존
- 매개체 및 방역 관리 시스템 통합		√	신규
- 통합 관리 시스템 교육 및 홍보	√		기존
Ⅱ. 수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축			
- 수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축	√		기존
- 수인성 및 식품매개 전염병 보건위생 교육 및 홍보	√		기존
Ⅲ. 열대성 전염병 발생 분포 네트워크 구축			
- 열대성 질병정보 모니터링망 구축 및 교육·홍보	√		기존
- 열대성 전염병 발생 분포지도 및 정보 시스템 구축		√	신규/개선
- 열대성 전염병관리대책 상황실 설치 및 운영	√		기존
Ⅳ. 실내공기 매개 전파 호흡기 질환 관리 시스템 구축			
- 질병 발생 가능 건축물의 관리체계 구축 및 교육·홍보	√		기존
- 공기매개 전파 질병발생 분포지도 작성 및 정보 시스템 구축		√	신규
- 공기매개 전파 질병 관리 대책 상황실 설치 및 운영	√		기존
- 공기매개 전파 질병의 역학 연구, 백신 확보 및 개발 지원		√	기존
Ⅴ. 가축 및 동물 매개 질병 관리 시스템 구축			
- 가축사육 시설물 관리 및 유행성 질환의 사전 차단을 위한 교육·홍보	√		기존
- 조류독감 등 계절적 전파 질병 발생 분포 지도 작성 및 확산 경로 관리		√	신규/개선
- 야토병, 재귀열, 홍반열, Q fever 등의 매개 생물인 참진드기 감염 및 확산 방지	√		신규/개선
- 사상충류(반크롭트사상충, 말레이사상충, 회선사상충 등)의 재 유행 방지		√	신규/개선
- 가축 및 동물 매개 인수공통 감염증 통합관리 시스템 교육 및 홍보	√		기존

■ 매개체 관리 및 방역 관리 통합시스템 구축

○ 매개체 관리 및 방역 관리 통합시스템 구축은 기존의 모기 서식지 관리 정보 시스템 구축과 별도로 운영되는 방역 관리 시스템의 통합이 필요하며, 매개체 관리 및 방역 관리 통합시스템 구축은 지자체 차원에서 전남도 전역에 이루질 필요가 있으나 취약 지역에 우선적으로 시행하여야함

○ 모기서식지 관리 정보시스템 구축

- 모기서식지 관리 정보시스템은 곤충매개체로 인한 전염병 예방 차원에서 필요한 대책임. 최근 전남도의 경우 말라리아 등 곤충매체 전염병의 발생률이 증가하고 있어 시스템 구축을 통한 기후변화 적응 필요
- 모기서식지 관리정보 시스템은 말라리아와 같은 곤충매개 질환을 예방하기 위한 조치로서 서

식모기의 종류, 유충의 서식 밀도, 성충분포도 등의 주요 모기 서식관련 정보를 GIS 시스템으로 구축하여 제공

- 모기서식지 관리 정보시스템은 전남도 전역에 걸쳐 이루어질 필요가 있으며 말라리아 매년 발생 지역에 대해서는 말라리아 유충 등에 대한 모니터링 실시
- 말라리아, 쯔쯔가무시증 등 전염병 취약지역(고위험지역) 및 취약집단에 대한 집중 관리
- 위성영상자료, 토지이용 및 토지피복도 등을 활용하여 모기, 쥐 등 매개체 주요 출현지역 확인 및 영향요인 분석
- 기간 : 연중
- 장소 : 각 시·군 보건정책담당과 사무실
- 모기관리서식지관리는 방역팀과 연계하여 DB 구축 필요

○ 사전 방역 및 방제 시스템 구축

- 사전방역 및 방제는 전염병 확산을 사전에 방지할 수 있는 적응대책임. 사전방역 및 방제는 전남도 전역을 대상으로 실시되어야 하며, 전염병 취약지역 및 매개체 서식처는 집중 관리하는 시스템을 구축하여야 함
- 전염병 취약지역 매개모기 방제사업
- 서식환경에 맞춘 매개체 방제방법 표준화 실시
- 소독주기는 다음과 같이 차별적 실시 필요
- 살충제는 서식환경을 고려하여 살포 필요
  - 하수도, 지하공간, 숲이 많은 지역: 가열연막(연무)법
  - 가옥 : 잔류분무법
  - 모기유충 서식처(웅덩이, 정화조, 고인물 등) : 유충방제제 투입
- 농어촌 생활용수 등 식수관리를 강화하여 수인성 감염 질병의 발생을 최소화함
- 식품위생 : 식기, 행주 등 소독
- 전염병 예방약품 비축
  - 재해로 인한 전염병 또는 급성전염병 발생대비 예방약품을 비축하여 효율적인 전염병 예방 관리
  - 비축약품에 대한 보유 현황 파악

○ 매개체 및 방역 관리 시스템 통합

- 모기 등의 매개체의 집단서식지는 전염병 발생과 관련성이 높기 때문에 취약지역에 대한 방역관리 연계 필요
- 모기 서식지 모니터링 결과에 따라 방역 순서 및 횟수를 결정할 수 있음
- 이와 같은 매개체 및 방역 관리 시스템의 통합을 통해 기후변화에 효과적으로 적응할 수 있으며 인력 및 예산 절감 효과가 있음
- GIS 시스템을 도입하여 모기, 들쥐 발생예측 모델 구축
- 지역별 맞춤 방제 실시
- 조기 경보체계 도입

○ 통합 관리 시스템 교육 및 홍보

- 기후변화에 따른 전염병 발생률 증가에 대한 문제 인식과 대응방안으로서 통합 관리시스템의 중요성과 활용방법에 대한 지속적인 교육 필요
- 각 시·군 담당자뿐만 아니라 지역주민에게 모기서식지인 웅덩이, 하수구 등에 대한 청소 필요성에 대해 지속적인 홍보 필요
  · 특히, 과거 말라리아 발생지역의 경우 지역주민에 대한 교육 및 홍보가 필요 함.
- 전염병 매개모기 방제 감시사업에 대한 교육
- 매개체(얼룩날개 모기속)의 정확한 생태 및 개체조사 체계 구축
  · 매개체 생태조사 방법 교육을 통해 매개체 관리방법 체계 구축

■ 수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축

○ 기후변화에 의한 기온 및 강수량 증가, 습도 증가는 음식물에 의한 전염병 발생 가능성이 증가하고, 수인성 및 식품매개 전염병은 학교 등 집단식중독 발생 위험지역 및 대형 식품 업소를 대상으로 전남도 차원에서의 시스템 구축과 시·군 지자체 차원에서의 관리가 필요함

- 식품위생 접객업소 및 초·중·고교 주변 길거리 음식에 대한 관리 강화

○ 수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축

- 식품매개 전염병 관리를 위해서는 집단식중독 발생을 최소화하여야 하며, 대형 급식시설의 철저한 위생관리 필요
- 수인성 식품매개성 전염병 감시망 운영
  · 전염병(의사)환자 발견·진단시 인적사항 및 발생현황 통보, 검체채취(병·의원) 등 실시
  · 각종 전염진환의 유행상태를 보건기관에 즉시 통보
- 초·중·고등학교 및 사업체 등 집단 급식시설에 대한 정보를 구축하고 설사 등 식중독에 의한 환자 모니터링 및 감시망 필요
  · 감염 등이 발생한 지역 등 취약지역 내 급식시설 종사자의 위생관리에 대한 지속적인 교육 및 홍보 필요
- 감염원 추적 및 감염경로 확인

○ 수인성 및 식품매개 전염병 보건위생 교육 및 홍보

- 음식점, 마트 등 식품을 다루는 업소에 대해서는 보건위생 강화 필요. 이를 위해 식품위생 접객업소를 대상으로 보건위생 교육 및 홍보 강화
- 취약지역 및 초·중·고등학교 주변 길거리 음식에 대한 보건위생 관리 필요
- 올바른 손씻기 등 수인성 및 식품매개 전염병 근절을 위한 범도민 위생 교육 강화

■ 열대성 전염병 발생 분포 네트워크 구축

○ 전염병 발생 위치 및 환자에 대한 정보를 구축을 통해 지속적인 관리가 필요하며, 지역별 모니터망 구축으로 전염병 현황 감시 및 예측에 활용 가능함

- 전염병 발생에 따른 대응방안과 관련정보 구축은 전남도 차원에서 마련되어야 하며, 시·군 지자체 차원에서는 효율적인 운영·관리가 필요함

○ 질병정보 모니터망 구축 및 교육·홍보

- 질병 모니터망은 병원, 의원, 약국, 학교보건교사, 사회복지시설, 산업체의무실, 기타 보건소장이 필요하다고 인정하는 자를 대상으로 모니터링을 실시하여 정보를 구축하여 제공
- 취약지역의 경우 모니터를 많이 지정하고, 취약지역내 거주하는 취약계층에 대한 관리 실시
- 질병 모니터 지정자에 대한 임무고지를 매년 4월중(전염병 발생전)에 실시

○ 전염병 발생 분포지도 및 정보 시스템 구축

- 구축된 질병 모니터망을 활용하여 전염병 발생 분포지도를 작성하여 추가적인 취약지역을 지정·관리할 필요 있음

○ 전염병관리대책 상황실 설치 및 운영

- 전염병관련 대책본부 및 상황실 운영을 통해 적절하고 신속한 대처 및 전남도 가용자원의 효율적 운영
- 전염병 발생지역을 중심으로 인근 지역에도 비상경계령 선포하는 등 확산 방지
- 전남도 재난대책본부, 유관기관에 상황실 운영
- 위기상황별 단계별 협력시스템 구축
  · 일일 상황보고 및 비상연락체계 운영
  · 대체인력 및 대체병상 확보 등 범도민적 지원 협의
- 주관기관, 유관기관, 시·군 지자체 협조체계 구축
  · 유관기관, 시·군 소속기관 간 비상연락망 가동 및 일일 보고체계 유지
- 유행양상에 따른 기관별 초동 조치
  · 소규모 환자발생은 해당지역 시·군 지자체에서, 역학조사 결과 유행 우려 인지 시 주관기관(전라남도·보건환경연구원)에서 초동 대응

■ 실내 공기 매개 전파 호흡기 질환 관리 시스템 구축

○ 실내 공기 매개 전파형 호흡기 질환의 경우 전파 속도가 빠르고 집단 환자발생의 위험이 크기 때문에 실내 공기에 대한 세균 및 바이러스 검사 체계를 구축하고 특히 계절적 냉난방으로 실내공기의 질이 저하될 수 있을 때 집중 관리가 필요하며, 지역별 관리체계 구축으로 실내 공기 매개 전파형 호흡기 질병의 감시 및 예방이 가능함

- 실내 공기 매개 전파형 호흡기 질환 발생에 따른 대응방안과 관련정보 구축은 전남도 차원의 보건행정기관에서 마련되어야 하며, 시·군 지자체 차원에서는 효율적인 운영·관리가 필요함

○ 질병 발생가능 건축물의 관리 체계 구축 및 교육·홍보

- 관공서, 학교, 병원, 터미널 등 사람의 왕래가 많은 건축물은 질병 발생 가능이 높고 공기매개 호흡기 질병이 확산되어질 수 있는 확률이 높기 때문에 이와 같은 장소에 대한 관리 체계를 구축하고 확산을 막기 위한 교육과 홍보가 필요함
- 집중 관리 대상 건축물을 각 시·별로 지정하고 지자체 및 전라남도 보건기관에서 정기적 모니터링 실시
- 대형 사업장의 경우 냉난방 및 실내 공기 관리 매뉴얼을 의무적으로 작성하도록 하고 그 시행여부 점검하도록 지도함

○ 공기 매개 전파 질병 발생 분포지도 및 정보 시스템 구축

- 기후변화로 냉방과 난방 기간이 증가할 것으로 예상되는 바, 실내 공기의 질과 공기 매개 전파성 질병인 연쇄상구균, 포도상구균, 디프테리아, 레지오넬라증, 백일해, 구균성수막염, 결핵, 나병 등의 세균 감염질환과 감기, 인플루엔자, 홍역, 유행성 이하선염, 풍진, 수두와 대상포진, 호흡기 세포융합 바이러스 감염, 파보바이러스 감염, 거대세포 봉입체 질환 등 바이러스성 감염질환에 대한 질병 발생 지도를 작성하고 정보 시스템을 구축할 필요가 있음
- 실내 냉난방기와 살수냉각타워 등을 주기적으로 청소, 소독하여 레지오넬라 공생생물(조류, 아메바 등)의 서식 가능한 공간을 제거함으로써 레지오넬라증 발생을 원인단계에서 차단하는 주기적 청소, 방역의 의무화
- 공기 매개 전파 질병의 경우 계절적, 기후적으로 발생 질병과 양상이 다르기 때문에 시기에 따른 집중 관리와 질병 발생시 초기 대응이 중요함
- 공기 매개 전파 질병을 지속적으로 관리하고 구축된 질병 모니터망을 활용하여 전염병 발생 분포지도를 작성하여 추가적인 취약건물, 시설 및 지역을 지정·관리할 필요 있음

○ 공기 매개 전파 질병 관리대책 상황실 설치 및 운영

- 공기 매개 전파 질병관련 대책본부 및 상황실 운영을 통해 적절하고 신속한 대처 및 전라남도 가용자원의 효율적 운영
- 공기 매개 전파 질병 발생지역을 중심으로 인근 지역에도 비상경계령 선포하는 등 발생 초기 확산 방지에 집중
- 전남도 질병대책본부, 보건관련 행정 기관 등 유관기관에 상황실 운영
- 위기상황별 단계별 협력시스템 구축
  · 일일 상황보고 및 비상연락체계 운영]
  · 대체인력 및 대체병상 확보 등 범도민적 지원 협의
- 주관기관, 유관기관, 시·군 지자체 협조체계 구축
  · 유관기관, 시·군 소속기관 간 비상연락망 가동 및 일일 보고체계 유지
- 유행양상에 따른 기관별 초동 조치
  · 소규모 환자발생은 해당지역 시·군 지자체에서, 역학조사 결과 유행 우려 인지 시 주관기관(전

라남도·보건환경연구원)에서 초동 대응

○ 공기 매개 전파 질병의 역학 특성 연구, 백신 개발 및 새로운 질병 감시

- 각 시·군 보건소(지소) 등에 백신 물량 확보 및 계절적 유행 전 투여
- 전라남도 보건연구 기관의 계절적 호흡기 질환, 확산 특성, 질병 역학, 백신 개발 등 다양한 관련 분야 연구 필요
- 기후변화로 인한 새로운 공기 매개 전파 질병의 발생 가능 및 매개 세균, 바이러스 숙주 생물 관리에도 주의를 기울여야 함
- 외래 공기 매개 전파 호흡기 질환의 국내 전파 및 확산을 방지하기 위해 질병관리본부, 출입국관리소, 전라남도 보건행정 관련 기관의 상호 협력 체계 구축 등이 필요 함.

■ 가축 및 동물 매개 전염병 관리 시스템 구축

○ 인수공통감염이란 사람과 가축(동물)의 양쪽에 이환되는 전염병을 말하며, 특히 동물로부터 사람에게 감염되는 질병을 의미함. 사람과 동물의 양쪽에 중증의 질병을 유발하는 탄저, 페스트, 광견병, 우결핵병과 동물에게서는 비교적 경증 또는 불현성 감염으로 그치지만 사람에게서는 중증의 병을 일으키는 브루셀라증, 야토병, Q fever, 등이 있으며, 기타 원충병, 기생충병, 세균 감염성 질환이 점차 밝혀지고 기후변화와 축산업의 집단화, 대규모화에 따라 인수공통감염 질환도 증가하고 있는 추세임

- 가축 및 동물 매개 전염병의 경우 최근 기후변화에 의해 매개동물의 서식지역이 확대되고 서식환경이 개선되면서 매개 동물 출현이 증가하고 있고 이에 사람에게 감염되는 피해도 증가하고 있음. 따라서 전라남도 각시·군에서는 인수공통감염성 또는 동물 매개 질환에 대한 중·장기적 대비와 관리가 필요함
- 인수공통감염병의 예방 및 관리를 효율적으로 수행하기 위해서는 관련된 공공 또는 법인 보건기관들이 조직적으로 상호연계 예방·관리에 필요한 자연과학과 사회과학의 원리들을 융합(Convergence)하고 융합원리를 일반국민에게 유효하게 적용해야 함

○ 가축사육 시설물 관리 및 유행성 질환의 사전 차단을 위한 교육·홍보

- 대규모 가축사육시설과 집단 사육시설 지역 등은 가축 매개성 질병이 확산되어질 수 있는 확률이 높기 때문에 시설물의 위생관리와 계절 또는 기후변화에 따라 발생할 수 있는 감염성 질환의 감염, 전파, 확산에 관리 체계를 구축하고 교육과 홍보가 필요함
- 집중 관리 대상 가축 사육시설(양돈장, 돈사, 계사, 축사 등)을 각 시·별로 지정하고 지자체 및 전라남도 수의관리기관에서 정기적 모니터링 실시
- 동물 사육, 관리시설, 동물원, 도축장, 가축폐기물 처리장 등 유관 사업장의 경우 가축, 동물관련 위생 관리 매뉴얼을 의무적으로 작성하도록 하고 그 시행여부 점검하도록 지도함

○ 조류독감 등 계절적 전파 질병 발생 분포 지도 작성 및 확산 경로 관리

- 최근 매년 반복적으로 나타나고 있는 조류독감은 저병원성과 고병원성으로 구분하고 있으며,

동남아시아를 비롯한 주변 국가에서도 적지 않은 감염과 사망 사례가 보고되고 있어 향후 기후변화로 겨울철새들의 이동에 따라 발생 및 감염 증가할 것으로 예상되는 바, 조류독감 등 계절적 질병발생 시기와 유행 경로 등을 사전에 파악하여 예방 시스템을 구축할 필요가 있음

○ 야토병, 재귀열, 홍반열, Q fever 등의 매개 생물인 참진드기 감염 및 확산 방지

- 참진드기 흡혈 대상 동물인 멧돼지와 같은 대형 포유동물의 이동경로 및 탐방객 주의 안내, 교육, 홍보를 통해 접촉을 차단함
- 최근 국내 연구에 의하면 2000년 이후 남방계 서식환경을 가진 참진드기가 서식지역이 확대되면서 전라남도 일부지역까지 북상하여 발견됨에 따라 야토병, 재귀열, 홍반열, Q fever 등의 매개 생물인 참진드기 발생지역을 중심으로 인근 지역에도 주의 지역으로 특별 관리하여 참진드기 매개 질병을 발생 초기에 차단
- 전남도 질병대책본부, 보건관련 행정 기관 등 유관기관 협력체계 구축

○ 사상충류(반크롭트사상충, 말레이사상충, 회선사상충 등)의 재 유행 방지

- 각 시·군 보건소(지소) 등에 사상충의 지속적 모니터링
- 전라남도 흑산도를 비롯한 서남해 일부 도서지역에서 유행한 바 있는 말레이사상충은 현재 박멸된 것으로 알려져 있으나 매개숙주가 토고숲모기 또는 중국얼룩날개모기(말라리아 모기)이므로 기후 온난화에 따른 서식환경의 개선으로 모기 개체수가 증가할 경우 재 유행할 가능성 역시 높아질 수 있기 때문에 전라남도 보건 관련 기관의 모기 퇴치 예방 운동과 방역 등을 철저히 하여 사상충의 재 유행을 사전에 차단
- 회선사상충의 경우 매개곤충이 먹파리(black fly)이므로 먹파리의 서식처가 될 수 있는 비위생적 환경을 정비하여 생활환이 완성되지 않도록 사전에 예방적 주의를 기울여야 하며, 각 시·군 보건소에 필요치료제인 Ivermectin, DEC(Diethylcarbamazine) 등을 비치하여 확산을 차단하기 위한 제도적 뒷받침이 필요함
- 개심장사상충의 경우 군견의 6%가 감염되어 있다는 보고가 있으며, 매개체는 모기이므로 기후 온난화에 따르 모기서식 증가와 함께 인수공통감염인 개심장사상충 역시 발생률이 증가할 수 있으므로 말라리아 대책과 함께 공동 대책을 마련할 필요가 있음.

라) 재난

○ **지속적인 기후의 변화로 인해 풍수해 피해가 급증하고 있는 추세에 따라 지역 특성에 맞는 적응대책이 필요하며, 풍수해 대응 및 피해 저감을 위한 방재 기준·제도 강화로서 풍수해 대응을 위한 방재제도,** 범람 피해 저감을 위한 방재기준·제도, 비탈면 재난 피해 저감을 위한 방재기준·제도 등의 강화가 필요함

<표 5-1-29> 전라남도 재난 적응대책

적응대책	단기	중·장기	비고
Ⅰ. 풍수해 대응을 위한 방재제도 강화	√		
- 풍수해 취약지역·계층을 고려한 예·경보 시스템 및 방재정보 전달체계 구축	√		기존
- 풍수해 취약지역·계층을 대상으로 풍수해보험 활성화	√		기존
- 저탄소·친환경 재해구호물품 대체 방안 마련 및 관리시스템 개발	√		기존
- 풍수해 관련 대응 요령 교육 및 홍보	√		기존
Ⅱ. 범람 피해 저감을 위한 방재기준·제도 강화			
- 하천 통수능 확대	√		기존
- 하천 인접지 등 위험지역 제방보강 및 용도지역 변경	√	√	기존/신규
- 극한 강우 등 방재기준 초과에 대비한 비상 홍수 수로 마련		√	신규
Ⅲ. 비탈면 재난 피해 저감을 위한 방재기준·제도 강화			
- 급경사지 및 축대 등 위험시설 정비	√		기존
- 위험 급경사지에 대한 DB구축	√	√	신규
- 비탈면 위험 경보 시스템 및 정보 전달체계 개발	√		신규

■ 풍수해 대응을 위한 방재제도 강화

○ 풍수해 취약지역·계층을 고려한 예·경보 시스템 및 방재정보 전달체계 구축

- 풍수해 예·경보 시스템 및 방재 정보전달 체계를 구축함에 있어 취약지역과 취약계층을 고려한 예·경보 시스템 및 방재 정보전달 체계를 구축 하여 피해 저감을 도모

○ 풍수해 취약지역·계층을 대상으로 풍수해 보험 활성화

- 풍수해 취약지역과 계층에 풍수해 보험에 가입을 유도·지원

○ 저탄소·친환경 재해 구호물품 대체 방안 마련 및 관리시스템 개발

○ 풍수해 관련 대응 요령 교육 및 홍보

- 풍수해에 대비하여 풍수해 위험 지역의 거주민을 대상으로 풍수해 대응 요령을 정기적으로 교육, 홍보하여 충분히 숙지하도록 함
  - · 풍수해 대피 안전 요령
  - · 재난 구호 물품 사용 요령
  - · 풍수해 발생시 긴급 연락망
  - · 풍수해 발생시 각종 산업 피해, 재산 손실을 줄이는 요령 등을 교육·홍보함

■ 범람 피해 저감을 위한 방재기준 · 제도 강화

○ 하천 통수능 확대

- 기존에 지속적으로 추진하여 온 하도준설, 퇴적토 준설 등의 사업을 홍수기 이전에 실시하여 하천 통수능을 높이고 범람을 원천적으로 차단

○ 하천 인접지 등 위험지역 제방보강 및 용도지역 변경

- 전라남도 각 시·군별로 범람 피해 위험 지역을 선별하여 수해 상습지역과 하천 주변 지역에 하천정비사업을 조속히 추진 완료하고, 빗물저장시설, 우수펌프장 등을 상시 정비, 관리함
- 4대강 사업과 자연형하천사업 등의 실시로 변경된 하도특성을 장마철 이전에 재 검토하여 위험 요소를 사전에 파악하고 대비하여 발생될 수 있는 범람 피해를 줄임
- 범람 위험 가능성을 단계별로 구분·파악하여 위험지역에 대해서는 제방을 보강하여 안전성을 도모하고 매년 반복적 침수 지역의 경우 시설의 설치와 함께 용도지구를 변경하여 토지이용계획을 재 검토함

○ 극한 강우 등 방재기준 초과에 대비한 비상 홍수 수로 마련

- 최근 기후변화로 100년 강우강도 이상의 집중호우가 나타나고 있으며, 단시간에 많은 량의 호우가 나타나기 때문에 계획 홍수량을 훨씬 초과하는 경향이 있음.
  · 도심의 경우 우수관로 정비, 배수펌프장 증설 검토, 도심 빗물 저장시설 사업 검토
  · 농촌의 경우 강의 중하류 권역에 위치하여 유량이 갑자기 증가하는 경우 비상 홍수 수로와 갑문 설치 등을 통해 범람을 줄일 필요가 있음
- 범람 위험 DB 구축 사업
  · 범람 다빈도 지역 재조사 및 위험지역을 단계별로 구분하여 표시한 공간(GIS) DB 구축

■ 비탈면 재난 피해 저감을 위한 방재기준 · 제도 강화

○ 경사도가 높은 비탈면 지역은 극한 강우 시 붕괴의 가능성이 존재하는데 비해 대부분 민간 사유지가 많아 시급히 대책이 필요

- 비탈면 재해의 위험 지역을 선별하여 집중적인 관리를 하고, 피해 저감을 위한 방재 기준 및 제도 강화

○ 급경사지 및 축대 등 위험시설 정비

- 기후변화에 따른 위험성을 고려하여 사유지 내에 있는 위험시설에 대한 방재 기준 및 제도를 법제화
- 재해 취약지역의 급경사지 및 축대에 대한 위험시설 정비

○ 위험 급경사지에 대한 DB구축

- 위험 급경사지 지역에 대한 조사 사업
  · 미래 기후변화로 인해 위험도가 높아질 수 있는 지역에 대해 우선적으로 조사
- 위험 급경사지 DB 구축 사업

· 급경사지 및 축대에 대한 공간(GIS) DB 구축

○ 비탈면 위험 경보 시스템 및 정보 전달체계 개발

- 급경사지가 붕괴되는 것을 미리 예측 하는 인자들인 재난 전조 정보에 대해 연구하여 시스템 구축

· 급경사지 및 축대의 붕괴시 피해규모 파악(Impact analysis)

· 급경사지 붕괴 전조정보 시스템 개발

· 비탈면 붕괴 위험시 행동 매뉴얼 제공

· 비탈면 상태별로 위험을 인지할 수 있는 가이드 북 제작

- 급경사지 예·경보 시스템 구축

마. 적응대책 목록

분야	대책	세부과제	추진기간	비고	관련기관
건강	폭염분야	폭염 예·경보 시스템 및 감시체계 구축	2012~2016	기존/신규	전남도 행안부
		폭염 취약계층 집중 보호 및 관리대책 수립	2012~2016	기존/신규	전남도 보건복지부
		폭염 대피시설 기능 및 성능 강화	2012~2016	신규	전남도 행안부
		폭염 영향 저감을 위한 도시계획 기준 정립	2012~2016	신규	전남도 국토부
	전염병 분야	전염병 매개체 및 방역 관리 통합시스템 구축	2012~2016	기존/신규	전남도 보건복지부
		수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축	2012~2016	기존	전남도 보건복지부
		열대성 전염병 발생 분포 네트워크 구축	2012~2016	기존/신규	전남도 보건복지부
		실내 전파형 호흡기 질환 관리 시스템 구축	2012~2016	신규	전남도 보건복지부 환경부
		가축 및 동물 매개 전염병 관리 시스템 구축	2012~2016	신규	전남도 농식품부
	재난분야	풍수해 대응을 위한 방재제도 강화	2012~2016	기존/신규	전남도 행안부
		범람 피해 저감을 위한 방재기준·제도 강화	2012~2016	기존/신규	전남도 행안부
		비탈면 재난 피해 저감을 위한 방재기준·제도 강화	2012~2016	기존/신규	전남도 행안부

Ⅰ. 건강분야 적응대책

1. 목표

○ 기후변화가 도민건강에 미치는 영향 및 피해 조사, 규명, 감시 시스템 구축
○ 취약계층에 대한 집중적이고 효율적인 적응대책을 통해 도민 건강영향 최소화
○ 기후변화로 인해 단시간 내에 발생하는 질병, 재난의 정확한 사전 예보·예측시스템 구축
○ 기후변화로 인한 건강 영향을 사전에 예방하는 장기적 관리 적응대책 수립
○ 질병관리 종합 적응대책 수립을 통한 건강피해 예방 및 최소화
○ 극단적인 기상재해 발생시 영향을 최소화하고, 발생 후에 예상되는 건강상의 문제점을 예방할 수 있는 환경보건관리 시스템 구축
○ 기후변화로 인한 건강영향을 최소화하기 위한 기초, 실용연구 기획 및 지원, 홍보시스템 등 관련 인프라 구축 및 시·군 지자체의 협력체계를 구축

2. 주요과제

○ 도민의 건강증진과 소중한 생명·재산보호를 위해 예・경보 시스템 구축
○ 기후변화로 증가되는 각종 질환의 종합 관리 시스템 구축
○ 침수, 범람 등 풍수해 방제 제도 강화 및 사전 관리 시스템 구축

3. 기대성과

○ 매개동물, 수인성, 식품매개 전염병 등 기후변화에 의하여 영향을 받는 건강영향별 연구 및 조사가 종합적・체계적인 구축이 용의
○ 기후변화로 인한 도민건강 및 생태계에 미치는 영향 최소화를 통한 안전사회 구축
○ 폭염 및 전염병에 취약계층에 대한 집중적이고 효율적인 적응대책을 통해 도민 건강 유지
○ 폭염 발생시 예상되는 초과사망자를 효율적으로 사전에 예방
○ 수인성 전염병의 원인이 되는 하천, 정수장, 지하수 등의 관리 강화를 통한 발명원인을 사전에 예방하는 시스템 구축 가능
○ 기후변화로 인한 건강영향을 최소화하기 위한 홍보, 교육 및 인프라 구축 및 활용
○ 피드백을 통한 정책성과 모니터링 및 개선이 용의

Ⅰ. 건강분야 적응대책

4. 추진과제

대분류	세부과제	비고	관련기관
폭염분야 (I-1)	① 폭염 예·경보 시스템 및 감시체계 구축	기존/신규	전남도, 행안부
	② 폭염 취약계층 집중 보호 및 관리대책 수립	기존/신규	전남도, 보건복지부
	③ 폭염 대피시설 기능 및 성능 강화	신규	전남도, 행안부
	④ 폭염 영향 저감을 위한 도시계획 기준 정립	신규	전남도, 국토부
전염병분야 (I-2)	① 전염병 매개체 및 방역 관리 통합시스템 구축	기존/신규	전남도, 보건복지부
	② 수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축	기존	전남도, 보건복지부
	③ 열대성 전염병 발생 분포 네트워크 구축	기존	전남도, 보건복지부
	④ 실내 전파형 호흡기 질환 관리 시스템 구축	신규	전남도, 보건복지부 환경부
	⑤ 가축 및 동물 매개 전염병 관리 시스템 구축	신규	전남도, 농식품부
재난분야 (I-3)	① 풍수해 대응을 위한 방재제도 강화	기존/신규	전남도, 행안부
	② 범람 피해 저감을 위한 방재기준제도 강화	기존/신규	전남도, 행안부
	③ 비탈면 재난 피해 저감을 위한 방재기준제도 강화	기존/신규	전남도, 행안부

건강분야: 폭염분야(Ⅰ-1-①)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-1-①	폭염 예·경보 시스템 및 감시체계 구축	기존신규	전남도, 행안부

1. 배경 및 필요성

○ 폭염 발생을 미연에 예측, 파악하여 폭염으로 인한 인명피해를 최소화 하기 위해서는 정확한 예·경보 및 감시체계 시스템 구축이 필요함. 기후와 그에 따른 건강영향의 꾸준한 모니터링이 필요하며, 지자체의 특성을 고려한 정확한 예·경보 시스템과 정보전달 체계는 폭염 영향에 따른 피해를 효과적으로 저감시킬 수 있음

2. 사업개요

○ 폭염 예·경보시스템 및 감시체계 구축
○ 기후와 그에 따른 건강영향의 지속적 모니터링
○ 지자체의 특성을 고려한 정확한 예·경보 시스템과 정보전달 체계
○ 폭염 관련 환자·초과사망자에 대한 신속 조사 및 모니터링 시스템 구축

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 전문가, NGO, 시민들과의 소통, 협력, 홍보, 교육 등은 공동으로 추진

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 도내 시·군별 폭염 발생 빈도 조사 및 대응체계에 관한 지침
2013	- 폭염대비 도민 행동요령·건강관리 매뉴얼 보급 및 교육
2014	- 폭염 경보에 따른 신속 정보 전달체계 구축
2015	- 폭염관련 환자 ·초과 사망자에 대한 조사 및 모니터링 시스템 구축
2016	- 폭염 예·경보시스템 개발 및 운영

5. 2012년 추진계획

○ 도내 시군별 폭염 발생 빈도 조사 및 대응체계에 관한 지침

건강분야: 폭염분야(Ⅰ-1-①)

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	50	100	200	300	750
○ 도비	100	50	100	200	300	750
○ 시군비						
○ 기타						
합 계	200	100	200	400	600	1,500

7. 기대효과

○ 전라남도 내 각 시·군별 폭염 발생 빈도 조사를 통하여 단기적, 중장기적 기후변화에 의하여 나타나는 대응체계에 과한 지침을 마련하여 보급하고 이를 통하여 폭염 발생시 나타날 수 있는 도내의 인적 물적 피해를 최소화할 수 있을 것으로 기대됨

건강분야: 폭염분야(Ⅰ-1-②)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-1-②	폭염 취약계층 집중 보호 및 관리대책 수립	기존신규	전남도, 보건복지부

1. 배경 및 필요성

○ 65세 이상 노인, 독거노인, 심·뇌혈관질환자 등은 폭염에 취약한 계층으로서 폭염 발생 시 다른 계층보다 폭염으로 인한 건강피해에 특히 노출되어 있으며, 따라서 폭염 건강피해를 줄이기 위해서는 취약계층을 보호 및 관리하기 위한 대책 수립이 필요함

2. 사업개요

○ 폭염 예·경보시스템 및 감시체계 구축
○ 폭염 대피시설 기능 및 성능 강화
○ 폭염에 취약한 주거환경 개선사업 지원

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 전문가, NGO, 시민들과의 소통, 협력, 홍보, 교육 등은 공동으로 추진

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 폭염관련 환자·초과 사망자에 대한 조사 및 모니터링 시스템 구축
2013	- 폭염 예·경보시스템 개발 및 운영
2014	- 취약계층을 위한 도우미 및 관리 프로그램 운영
2015	- 폭염 대피시설 지정 및 운영방안 마련
2016	- 폭염에 취약한 주거환경 개선사업 지원

5. 2012년 추진계획

○ 폭염관련 환자·초과 사망자에 대한 조사 및 모니터링 시스템 구축

건강분야: 폭염분야(Ⅰ-1-②)

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	50	200	400	100	500	1,250
○ 도비	50	200	200	100	500	1,050
○ 시군비			200		500	700
○ 기타						
합 계	100	400	800	200	1,500	3,000

7. 기대효과

○ 폭염에 적극적으로 대처하기 어려우 취약계층의 경우 폭염피해를 최소화하기 위한 정책적 배려와 지원이 필요하며, 본 예보시스템과 폭염 피해 저감 도우미 운영, 대피시설 설치 등으로 전남도내 각 시·군에 취약계층에 대해 폭염 발생전과 발생시 피해를 최소화할 수 있을 것으로 기대됨

건강분야: 폭염분야(Ⅰ-1-③)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-1-③	폭염 대피시설 기능 및 성능 강화	신규	전남도, 행안부

1. 배경 및 필요성

○ 폭염으로 인한 인명사고 및 건강피해를 줄이기 위해서 폭염 발생 시 긴급히 대피할 수 있는 각 시·군별 지역 특성을 고려한 대피시설과 운영방안이 필요함

2. 사업개요

○ 폭염 대피시설 설치 필요성 평가
○ 폭염 대피시설 지정 기준 및 운영방안 마련
○ 기존 도시 건축물 및 시설에 대한 폭염 대피시설 지정 활용
○ 폭염 대피시설 관리 및 홍보 대책 수립
○ 폭염 대피시설 운영 평가 및 확대 운영

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 현재까지 폭염 대피시설 등 별도의 사업은 추진되지 않고 있으며, 마을단위 지원사업으로 쉼터, 정자 등이 설치되어 있는 실정

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 도내 각 시·군의 폭염 대피시설 설치 필요성 평가
2013	- 폭염 대피시설 지정 기준 및 운영방안 마련
2014	- 기존 도시 건축물 및 시설에 대한 폭염 대피시설 지정 활용
2015	- 폭염 대피시설 관리 및 홍보 대책 수립
2016	- 폭염 대피시설 운영 평가 및 확대 운영

5. 2012년 추진계획

○ 도내 각 시·군의 폭염 대피시설 설치 필요성 평가

건강분야: 폭염분야(Ⅰ-1-③)

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	100	100	200	200	700
○ 도비	50	50	100	200	200	600
○ 시군비	50					50
○ 기타						0
합 계	200	150	200	400	400	1,350

7. 기대효과

○ 전남도내 도심지역과 농촌지역 등으로 구분하여 폭염에 대피시설 설치 필요성을 평가하고, 적정 대피시설을 지정하여 관리·운영함으로써 폭염 피해를 최소화하는데 일조할 수 있을 것으로 기대됨

건강분야: 폭염분야(Ⅰ-1-④)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
I-1-④	폭염 영향 저감을 위한 도시계획 기준 정립	신규	전남도, 국토부

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화 예측에 따르면 전라남도의 향후 폭염일수는 현재보다 증가할 것으로 예상되기 때문에 전라남도는 폭염에 적응하기 위해 기온을 낮출 수 있는 근본적이고 중장기적인 대책 수립이 필요함

2. 사업개요

○ 열섬현상을 저감하기 위한 도심 녹색 네트워크 구상 및 지원
○ 폭염 피해 예방을 위한 도시계획 마련
○ 폭염 피해 저감 건물 디자인 개발 및 보급
○ 생활권 녹지 조성 및 인공지반녹화 사업 추진
○ 농촌 재래 주택의 폭염 대비 시설 개선사업 지원

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 전라남도 환경보전계획에 녹지축, 하천축 등이 지정 되어 있으며, 도심과 주변 산림을 연결하는 생태네트워크 개념이 설정되어 있음

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 도시 열섬현상을 저감하기 위한 도심 녹색 네트워크 구상 및 지원
2013	- 폭염 피해 예방을 위한 도시계획 마련
2014	- 폭염 피해 저감 건물 디자인 개발 및 보급
2015	- 생활권 녹지 조성 및 인공지반녹화 사업 추진
2016	- 농촌 재래 주택의 폭염 대비 시설 개선사업 지원

5. 2012년 추진계획

○ 도시 열섬현상을 저감하기 위한 도심 녹색 네트워크 구상 및 지원

건강분야: 폭염분야(Ⅰ-1-④)

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	100	200	1000	500	1,900
○ 도비	100	100	200	1000	500	1,900
○ 시군비		100		2000	500	2,600
○ 기타						0
합 계	200	300	400	4,000	1,500	6,400

7. 기대효과

○ 폭염에 보다 취약할 것으로 예상되는 도시 지역을 중심으로 하여 열섬현상의 저감을 위한 녹색네트워크 지원, 폭염피해를 줄이는 조시계획 마련, 폭염피해 저감 건물디자인 보급, 농촌 주택 시설 개선사업 등을 통해 전라남도 주요도시(여수, 광양, 순천, 목포 등)의 폭염 피해를 줄일 수 있을 것으로 기대함

건강분야: 전염병분야(Ⅰ-2-①)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-2-①	전염병 매개체 및 방역 관리 통합시스템 구축	기존/신규	전남도, 보건복지부

1. 배경 및 필요성

○ 매개체 관리 정보시스템은 전남도 전역을 대상으로 구축되어야 하며, 특히 모기 서식지 및 말라리아의 발생빈도 높은 지역은 위성영상자료, 토지이용자료 등을 이용하여 모기, 쥐 등 매개체 확인 및 영향요인 분석 필요

○ 사전방역 및 방제는 전염병 확산을 사전에 방지할 수 있는 적응대책이므로, 사전방역 및 방제는 전남도 전역을 대상으로 실시되어야 하며, 전염병 취약지역 및 매개체 서식처는 집중 관리하는 시스템을 구축하여야 함

2. 사업개요

○ 모기서식지 관리 정보시스템 구축
○ 사전방역 및 방제시스템 구축
○ 매개체 및 방역 관리 시스템 구축
○ 통합관리 시스템 교육 및 홍보

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 동물매개, 전염병, 수인성 및 식품매개질환 등으로 분류하여 추진

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화에 따른 전남의 전염병 발생 예측 조사 용역
2013	- 모기서식지 관리 정보시스템 구축
2014	- 사전 방역 및 방제 시스템 구축
2015	- 매개체 및 방역 관리 시스템 구축
2016	- 통합관리시스템 교육 및 홍보

5. 2012년 추진계획

○ 기후변화에 따른 전남의 전염병 발생 예측 조사 용역

건강분야 전염병분야(Ⅰ-2-①)

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	200	200	200	200	900
○ 도비	100	200	200	200	100	800
○ 시군비						0
○ 기타						0
합 계	200	400	400	400	300	1,700

7. 기대효과

○ 매개동물, 수인성, 식품매개 전염병 등 기후변화에 영향을 받는 건강관련 연구 및 조사가 종합적이고 체계적으로 추진될 수 있음.

건강분야: 전염병분야(Ⅰ-2-②)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-2-②	수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축	기존	전남도, 보건복지부

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화에 의한 기온, 강수량, 습도 증가는 음식물에 의한 전염병 발생 가능성을 높임.

○ 수인성 및 식품매개 전염병은 학교 등 집단식중독 발생 위험지역 및 대형 식품 업소를 대상으로 전남도 차원에서의 시스템 구축과 시·군 지자체 차원에서의 관리가 필요함

- 식품위생 접객업소 및 초·중·고교 주변 길거리 음식에 대한 관리 강화

2. 사업개요

○ 도서지역 식수원 개발 및 상수도 취약 도서 주민 식수 대책

○ 노후화 마을 상수도 시설의 개량 및 식수환경 점검

○ 식중독 발생 취약시설·음식점 집중 지도·관리

○ 수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축

○ 수인성 및 식품매개 전염병 보건위생 교육 및 홍보

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 도서지역 식수원 개발 등(1997년-2014년)

- 9개 시군(목포, 여수, 보성, 고흥, 무안, 영광, 완도, 진도, 신안), 155지구
- 6,958억원(광특 70%, 지방비 30%)
- 수원지 축조, 해수담수화시설, 관정개발 등
- 현재까지 5개 시·군, 38지구(여수 8, 고흥 1, 진도 4, 완도 5, 신안 20)가 추진됨
- 사업비 : 478억원(광특 335, 도 14, 시·군 129)

○ 노후화 마을 상수도 시설의 개량

- 22개 시·군, 3,215개소
- 5,354억원(국비 70%, 지방비 30%)
- 취·정수시설 및 배수시설 개·보수, 소독시설 설치, 관로 교체 등
- 현재까지 20개 시·군(목포, 신안 제외), 87개소
- 115억원(국비 81, 시·군비 34), 79% 완료(사업완료 65개소, 추진중 22개소)

건강분야: 전염병분야(Ⅰ-2-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 식중독 발생 취약시설·음식점 집중 지도·관리
2013	- 노후화 마을 상수도 시설의 개량 및 식수환경 점검
2014	- 도서지역 식수원 개발 및 상수도 취약 도서 주민 식수 대책
2015	- 수인성 및 식품매개 전염병 관리 시스템 구축
2016	- 수인성 및 식품매개 전염병 보건위생 교육 및 홍보

5. 2012년 추진계획

○ 식중독 발생 취약시설·음식점 집중 지도·관리

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	50	2000	3000	200	200	5,450
○ 도비	50	1000	1000	200	200	2,450
○ 시군비						0
○ 기타						0
합 계	100	3,000	4,000	400	400	7,900

7. 기대효과

○ 전남의 식수 공급 취약지역인 도서지역에 깨끗한 상수공급시설을 확보 관리하여 도서민의 수인성 질병을 예방하고 삶의 질 향상에 기여할 수 있음.

○ 식품매개 전염병 등에 대해 사전 계획과 관리 시스템을 구축하여 기후변화에 영향을 받는 건강관련 연구 및 조사가 종합적이고 체계적으로 이루어 질 수 있음.

건강분야: 전염병분야(Ⅰ-2-③)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-2-③	열대성 전염병 발생 분포 네트워크 구축	기존신규	전남도, 보건복지부

1. 배경 및 필요성

○ 전염병 발생 위치 및 환자에 대한 정보를 구축을 통해 지속적인 관리가 필요하며, 지역별 모니터망 구축으로 전염병 현황 감시 및 예측에 활용 가능함

– 전염병 발생에 따른 대응방안과 관련정보 구축은 전남도 차원에서 마련되어야 하며, 시·군 지자체 차원에서는 효율적인 운영·관리가 필요함

2. 사업개요

○ 급성, 만성, 발열성 감염병 예방관리
○ 기후변화 매개체 감시센터 운영
○ 열대성 질병정보 모니터망 구축 및 교육·홍보
○ 열대성 전염병 발생 분포지도 및 정보 시스템 구축
○ 열대성 전염병 관리대책 상황실 설치 및 운영

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 급성, 만성, 발열성 감염병 예방관리(전라남도 보건환경연구원,)

– 급성감염병 예방관리 : 410천명, 3,062백만원
– 만성감염병 예방관리 : 136천명, 2,400백만원
– 발열성질환 예방관리 : 8개시군, 80백만원
– 영유아 및 임시예방접종 : 일본뇌염 등 8종 248천명
– 방역취약지역 집중관리 및 위기대응 훈련 실시 : 8,033개소, 2회
– 감염병 유행예측조사 및 질병정보모니터 운영 : 2,865개소
– 급식시설 종사자 등 콜레라 및 장티푸스 보균검사 : 106천건
– 결핵, 한센병, 성병, AIDS감염자 등 등록관리 : 5,843명
– X-선검진, 피부도말검사, STD검사, AIDS검사 등 : 106천명

※ 결핵협회, 한센복지협회, 에이즈협회 등 민간전문기관(민간위탁사업) 사업비 지원 : 305백만원 지원

○ 국립보건원 면역병리센터 질병매개 곤충과 : 감염병 매개체(일본뇌염, 말라리아, 해외유입 매개체 등) 발생 감시, 질병매개체 국가방제, 가을철 발열성 질환 매개 진드기 방제 등 연구와 말라리아, 발열성 질환, 전염병 매개체 사육 지침 또는 매뉴얼 작성 배포

건강분야: 전염병분야(Ⅰ-2-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 급성, 만성, 발열성 감염병 예방관리
2013	- 기후변화 매개체 감시센터 운영
2014	- 열대성 질병정보 모니터망 구축 및 교육•홍보
2015	- 열대성 전염병 발생 분포지도 및 정보 시스템 구축
2016	- 열대성 전염병 관리대책 상황실 설치 및 운영

5. 2012년 추진계획

○ 급성, 만성, 발열성 감염병 예방관리

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	4000	300	100	200	50	4,650
○ 도비	1000	200	100	100	50	1,450
○ 시군비						0
○ 기타						0
합 계	5,000	500	200	300	100	6,100

7. 기대효과

○ 기후변화에 기인하는 온난화로 전염병 매개생물의 서식환경, 서식특성 관리, 연구, 교육, 홍보를 통해 열대성 전염병 확산을 사전에 차단하고 도민의 보건과 건강한 삶을 유지하는데 일조할 것으로 기대됨

건강분야: 전염병분야(Ⅰ-2-④)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-2-④	실내 공기 전파 호흡기 질환 관리 시스템 구축	신규	전남도, 보건복지부

1. 배경 및 필요성

○ 실내 공기 매개 전파형 호흡기 질환의 경우 전파 속도가 빠르고 집단 환자발생의 위험이 크기 때문에 실내 공기에 대한 세균 및 바이러스 검사 체계를 구축하고 특히 계절적 냉난방으로 실내공기의 질이 저하될 수 있을 때 집중 관리가 필요하며, 지역별 관리체계 구축으로 실내 공기 매개 전파형 호흡기 질병의 감시 및 예방이 가능함

2. 사업개요

○ 질병 발생가능 건축물의 관리 체계 구축
○ 공기 매개 전파 질병 발생 분포지도 및 정보 시스템 구축
○ 공기 매개 전파 질병 관리대책 상황실 설치 및 운영
○ 공기 매개 전파 질병의 역학 특성 연구, 백신 개발 및 새로운 질병 감시
○ 공기 매개 전파형 호흡기 질환 통합관리 시스템 교육 및 홍보

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 국립보건원 감염병센터 호흡기바이러스과에서는 홍역 및 급성호흡기증후군에 관한 진단 및 연구, 호흡기바이러스 감염증에 관한 진단 및 연구, 신종 호흡기바이러스 감염증에 대한 진단 및 연구, 홍역, 급성호흡기증후군 및 호흡기바이러스 국가표준실험실 운영, 홍역, 급성호흡기증후군 등 병원체 실험실감시 및 백신·진단제·치료제에 관한 연구 등을 지속적으로 추진하고 있음

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 질병 발생가능 건축물의 관리 체계 구축
2013	- 공기 매개 전파 질병 발생 분포지도 및 정보 시스템 구축
2014	- 공기 매개 전파 질병 관리대책 상황실 설치 및 운영
2015	- 공기 매개 전파 질병의 역학 특성 연구, 백신 개발 및 새로운 질병 감시
2016	- 공기 매개 전파형 호흡기 질환 통합관리 시스템 교육 및 홍보

건강분야: 전염병분야(Ⅰ-2-④)

5. 2012년 추진계획

○ 질병 발생가능 건축물의 관리 체계 구축

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	200	300	200	600	200	1,500
○ 도비	100	100	100	400	200	900
○ 시군비						0
○ 기타						0
합 계	300	400	300	1,000	400	2,400

7. 기대효과

○ 기후변화에 의하여 증가하는 경향을 보이는 공기 매개 전파 질병의 체계적인 관리, 연구, 백신개발, 교육·홍보 등을 통해 향후 전남도의 호흡기 질환 발생율을 저감하고 확산을 사전에 차단하여 도민 건강에 일조할 것으로 기대됨

건강분야 전염병분야(Ⅰ-2-⑤)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-2-⑤	가축 및 동물 매개 전염병 관리 시스템 구축	신규	전남도, 보건복지부

1. 배경 및 필요성

○ 인수공통감염이란 사람과 가축(동물)의 양쪽에 이환되는 전염병을 말하며, 특히 동물로부터 사람에게 감염되는 질병을 의미함. 사람과 동물의 양쪽에 중증의 질병을 유발하는 탄저, 페스트, 광견병, 우결핵병과 동물에게서는 비교적 경증 또는 불현성 감염으로 그치지만 사람에게서는 중증의 병을 일으키는 브루셀라증, 야토병, Q fever, 등이 있으며, 기타 원충병, 기생충병, 세균 감염성 질환이 점차 밝혀지고 기후변화와 축산업의 집단화, 대규모화에 따라 인수공통감염 질환도 증가하고 있는 추세임

– 가축 및 동물 매개 전염병의 경우 최근 기후변화에 의해 매개동물의 서식지역이 확대되도 서식환경이 개선되면서 매개 동물 출현이 증가하고 있고 이에 사람에게 감염되는 피해도 증가하고 있음. 따라서 전라남도 각 시·군에서는 인수공통감염성 또는 동물 매개 질환에 대한 중·장기적 대비와 관리가 필요함

2. 사업개요

○ 가축사육 시설물 관리 및 유행성 질환의 사전 차단을 위한 교육·홍보
○ 조류독감 등 계절적 전파 질병 발생 분포 지도 작성 및 확산 경로 관리
○ 야토병, 재귀열, 홍반열, Q fever 등의 매개 생물인 참진드기 감염 및 확산 방지
○ 사상충류(반크롭트사상충, 말레이사상충, 회선사상충 등)의 재 유행 방지
○ 가축 및 동물 매개 인수공통 감염증 통합관리 시스템 교육 및 홍보

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 전남도에서는 농림부와 협력하여 가축방역활동 강화를 통해 구제역, 기생충 질환, 고병원성 AI 등을 사전 예방하기 위해 주력하고 있으며, 세부 추진내용은 다음과 같음
○ 사전 예방적 동물방역 추진 : 143백만두·수, 71억원
– 예방접종 14종, 기생충 구제 3종 등 약품비(재료비) 지원
○ 전국 일제 소독의 날 운영 : 591개단, 39억원
– 소규모 농가 대상, 공동방제단 운영 및 소독약품 공급(20회)
○ 차단방역용 방역 차량 지원 : 5대, 150백만원
○ 살처분 가축 열처리 시설 지원 : 1개소, 300백만원,
○ 공동방제단 등 운영에 필요한 소독장비 지원 : 149대, 745백만원
○ 지금까지 추진현황은 전체적으로 계획 대비 95% 정도 추진됨

건강분야: 전염병분야(Ⅰ-2-⑤)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 가축사육 시설물 관리 및 유행성 질환의 사전 차단을 위한 교육홍보
2013	- 조류독감 등 계절적 전파 질병 발생 분포 지도 작성 및 확산 경로 관리
2014	- 야토병, 재귀열, 홍반열, Q fever 등의 매개 생물인 참진드기 감염 및 확산 방지
2015	- 사상충류(반크롭트사상충, 말레이사상충, 회선사상충 등)의 재 유행 방지
2016	- 가축 및 동물 매개 인수공통 감염증 통합관리 시스템 교육 및 홍보

5. 2012년 추진계획

○ 가축사육 시설물 관리 및 유행성 질환의 사전 차단을 위한 교육·홍보

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	300	300	300	200	200	1,300
○ 도비	100	200	100	100	100	600
○ 시군비						0
○ 기타						0
합 계	400	500	400	300	300	1,900

7. 기대효과

○ 전통적 농도인 전라남도의 가축 사육 규모의 대형화, 집단화 등의 현실적 측면과 기후변화에 의하여 증가하는 경향을 보이는 가축 및 동물 매개 전파 질병의 체계적인 관리, 연구, 백신개발, 교육·홍보 등을 통해 향후 전남도의 가축 및 동물 매개성 질환 발생을 사전에 차단하여 도민 건강과 청정한 축산물 생산에 일조할 것으로 기대됨

건강분야: 재난분야(Ⅰ-3-①)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-3-①	풍수해 대응을 위한 방재제도 강화	기존/신규	전남도, 행안부

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화 대응에 신속 대처하고 재난재해 최소화를 위해 풍수해 대응을 위한 방재제도를 강화하여 예방 중심 체제 구축과 재해대책사업을 추진해야 함

2. 사업개요

○ 자연재해 우려시설 사전 점검 및 재난대책 상황관리 체제 구축
○ 풍수해 취약지역·계층을 고려한 예·경보 시스템 및 방재정보 전달체계 구축
○ 풍수해 취약지역·계층을 대상으로 풍수해보험 활성화
○ 저탄소·친환경 재해구호물품 대체 방안 마련 및 관리시스템 개발
○ 풍수해 관련 대응 요령 교육 및 홍보

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 재난예방을 위한 대응능력 제고 및 친수공간 조성
- 재난 취약시설 안전점검 및 경보시설 유지보수 : 22개시군, 8.74억원
- 재해위험지구 및 소하천 정비 : : 94지구, 1,841억원
- 자연친화적인 하천정비로 친수공간 조성 : 558지구, 975억원

○ 영산강살리기사업을 수질개선과 홍수방어 위주로 추진
- 수질개선, 홍수방어, 수량확보, 친수공간 조성 등 원활한 추진

○ 자연재해 우려시설 사전 점검
- 하천제방, 배수펌프장 등 자연재해저감시설 사전 점검·정비(8,777개소)
- 예보 및 경보시설 관리 : 노후 강우량기 교체 등 374백만원

2011년 재해 복구 사업

○ 재해기간 : 2회(7. 7~16 호우, 8. 6~10 태풍 무아파)
○ 재산피해 : 1,024억원(사유시설 150억, 공공시설 874억)
- 사유시설 : 주택 388동, 농작물침수 32,433ha, 유실매몰 102ha 등
- 공공시설 : 도로 219개소, 하천 762, 수리시설 176, 사방 64, 소규모 등 953

○ 복구상황 : 복구액 2,161억원(국비 1,080, 도비 368, 시군비 713)
- 사유시설 : 85% 완료(276억원중 235억원 선지원금 지급 완료)
- 공공시설(2,211건) : 설계 1,726, 발주중 254, 공사중 82, 준공 149

건강분야: 재난분야(Ⅰ-3-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 자연재해 우려시설 사전 점검 및 재난대책 상황관리 체제 구축
2013	- 풍수해 취약지역·계층을 고려한 예경보 시스템 및 방재정보 전달체계 구축
2014	- 풍수해 취약지역·계층을 대상으로 풍수해보험 활성화
2015	- 저탄소·친환경 재해구호물품 대체 방안 마련 및 관리시스템 개발
2016	- 풍수해 관련 대응 요령 교육 및 홍보

5. 2012년 추진계획

○ 자연재해 우려시설 사전 점검 및 재난대책 상황관리 체제 구축

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	600	100	150	100	100	1,050
○ 도비	200	100	150	100	100	650
○ 시군비						0
○ 기타						0
합 계	800	200	300	200	200	1,700

7. 기대효과

○ 기후변화에 의하여 증가할 것으로 예상되는 풍수해 대응을 위한 방재제도를 강화하여 도민의 안전과 재산손실 방지에 기여

건강분야: 재난분야(Ⅰ-3-②)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-3-②	범람 피해 저감을 위한 방재기준제도 강화	기존/신규	전남도, 행안부

1. 배경 및 필요성

○ 전라남도는 호남의 젖줄인 영산강과 섬진강, 그리고 탐진강 유역을 포함하고 있음. 그러므로 예로부터 강을 접하는 주변 지역에서는 홍수로 인한 범람이 끊이지 않았음. 기후변화에 따라 나타나는 집중호우와 폭풍 등 기상재해는 그 빈도가 증가할 것이므로 피해를 사전에 예방하는 방재기준·제도의 강화가 필요함

2. 사업개요

○ 재난대책 상황관리 체제 구축
○ 수해 상습지 개선 사업
○ 하천 통수능 확대
○ 하천 인접지 등 위험지역 제방보강 및 용도지역 변경
○ 극한 강우 등 방재기준 초과에 대비한 비상 홍수 수로 마련

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 재난대책 상황관리 체제 구축
- 기상특보 단계별 상황판단회의 개최 등 상황근무 강화
- 종합상황실 구축 : 500백만원(장성) - 도 포함 11개소 구축

○ 풍수해 보험가입
- 대상재해 : 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설 등
- 대상시설 : 주택, 온실(비닐하우스 포함)
- 2011년 가입 실적 : 50,669건(가입 목표 53,600건의 95%)

※ 재해예방사업('98~15)
○ 총 사업계획 : 3,899지구, 23,100억원
- 소하천정비 : 3,730지구, 16,822억원(국비 50%, 지방비 50%)
- 재해위험지구 : 158지구, 5,667억원(국비 60%, 지방비 40%)
- 빗물저장시설 : 11지구, 611억원(국비 65%, 지방비 30%)

※ 수해상습지개선사업
○ 총 사업량 : 159지구, 736㎞, 9,056억원(국비 60%, 지방비 40%)
- 개수율 : 지방하천 76.6%(전국 79.0%), 국가하천 98.7%(전국 95.1%)

건강분야: 재난분야(Ⅰ-3-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 재난대책 상황관리 체제 구축
2013	- 수해 상습지 개선 사업
2014	- 하천 통수능 확대
2015	- 하천 인접지 등 위험지역 제방보강 및 용도지역 변경
2016	- 극한 강우 등 방재기준 초과에 대비한 비상 홍수 수로 마련

5. 2012년 추진계획

○ 재난대책 상황관리 체제 구축

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	300	6000	3000	3000	3000	15,300
○ 도비	200	4000	1000	1000	1000	7,200
○ 시군비						0
○ 기타						0
합 계	500	10,000	4,000	4,000	4,000	22,500

7. 기대효과

○ 기후변화에 따라 나타나는 집중호우와 폭풍 등 기상재해를 사전에 예방하기 위한 방재기준·제도의 강화 통해 도민 안전과 재산 보호에 기여

건강분야: 재난분야(Ⅰ-3-③)

세부과제번호	세부과제명	비고	관련부서명
Ⅰ-3-③	비탈면 재난 피해 저감을 위한 방재기준·제도 강화	기존/신규	전남도, 행안부

1. 배경 및 필요성

○ 기후 변화에 의해 나타나는 집중 호우시 산사태와 비탈면 붕괴로 인한 피해가 발생할 경우 대형 인명 사고로 이어질 수 있으며, 재산 손실의 영향도 막대하므로 사전에 붕괴 가능한 비탈면 방제기준과 제도를 강화하여 정비함으로써 피해를 원천적으로 차단할 필요가 있음

2. 사업개요

○ 재해예방사업의 지속적 추진
○ 재난관리기금 운용 및 풍수해 보험 가입 유도
○ 급경사지 및 축대 등 위험시설 정비
○ 위험 급경사지에 대한 DB구축
○ 비탈면 위험 경보 시스템 및 정보 전달체계 개발

3. 사업추진 경위/실적(기존사업)

○ 재난예방을 위한 대응능력 제고
- 재난 취약시설 안전점검 및 경보시설 유지보수 : 22개시군, 8.74억원
- 재해위험지구 및 소하천 정비 : 94지구, 1,841억원

○ 자연재해 우려시설 사전 점검
- 하천제방, 배수펌프장 등 자연재해저감시설 사전 점검·정비(8,777개소)
- 예보 및 경보시설 관리 : 노후 강우량기 교체 등 374백만원

○ 재난대책 상황관리 체제 구축
- 기상특보 단계별 상황판단회의 개최 등 상황근무 강화
- 종합상황실 구축 : 500백만원(장성) - 도 포함 11개소 구축

○ 풍수해 보험가입
- 대상재해 : 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설 등
- 대상시설 : 주택, 온실(비닐하우스 포함)
- 2011년 가입 실적 : 50,669건(가입 목표 53,600건의 95%)

○ 재난관리기금확보 : 34,580백만원(출연금 29,167, 이자수입 5,413)
- 지출 18,030백만원, 적립 16,550백만원

건강분야: 재난분야(Ⅰ-3-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 재해예방사업의 지속적 추진
2013	- 재난관리기금 운용 및 풍수해 보험 가입 유도
2014	- 급경사지 및 축대 등 위험시설 정비
2015	- 위험 급경사지에 대한 DB구축
2016	- 비탈면 위험 경보 시스템 및 정보 전달체계 개발

5. 2012년 추진계획

○ 재해예방사업의 지속적 추진

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	3000	200	1000	200	200	4,600
○ 도비	2000	100	500	100	100	2,800
○ 시군비						0
○ 기타						0
합 계	5,000	300	1,500	300	300	7,400

7. 기대효과

○ 집중 호우에 따른 비탈면 붕괴로 인한 피해를 사전에 차단하기 위한 비탈면 방제기준과 제도를 강화하여 정비함으로써 위험지역 주거 도민의 인명과 재산을 보호

2. 재난/재해분야

가. 전라남도 기후영향 현황

1) 기후변화와 재난/재해

■ **재난은 재난및안전관리기본법 제3조에 따라 자연재난과 인적재난으로 구분**

○ 자연재난은 자연현상으로 인해 발생하는 재해로 태풍, 홍수, 호우, 폭풍, 해일, 폭설, 가뭄, 지진, 황사, 적조 그 밖에 이에 준하는 재해

○ 인적재난은 동법 제3조제1호 나목 및 동법시행령 제2조의 규정에 의해 화재, 붕괴, 폭팔, 교통사고, 화생방사고, 환경오염사고, 그리고 국가 또는 지방자치단체 차원의 대처가 필요한 인명 또는 재산의 피해와 그 밖의 이의 피해에 준하는 것으로서 소방방재청창이 재난관리를 위하여 필요하다고 인정하는 피해

■ **재해는 자연재해대책법 제2조에 자연재해와 풍수해로 구분하고 있음.**

○ 자연재해는 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 조수, 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진(지진해일 포함), 황사, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해

○ 풍수해는 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 조수, 대설, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해

2) 기후변화의 영향

■ **재난/재해는 기후변화에 따라 1차적으로 대부분 부정적 영향을 미치지만 2차와 3차적 영향에 있어서 긍정적 영향도 나타남.**

○ 재해/재난에 미치는 기후변화 영향은 1차, 2차, 3차적으로 나타나며, 홍수의 1차 영향은 유출에 직접 접촉되어 일어나는 결과로서 익사나 건물구조의 손상, 작물피해 그리고 침식 등

- 2차와 3차적으로 나타나는 영향은 홍수와 간접적인 관계와 시간적 간격이 있으며, 2차 재해로는 전기, 물, 가스의 공급 두절과 도로, 교량, 철도의 파괴로 홍수 발생지역에 생활필수품의 공급부족 등 초래<표 5-2-1>

■ **기후변화에 따른 재난/재해분야의 2차와 3차적인 긍정적 영향**

○ 1993년 미국 미시시피 홍수의 사례에서와 같이 2차와 3차적 영향은 통신단절, 가스 누출, 전기를 이용한 서비스 두절, 운송수단 서비스단절, 깨끗한 물 부족, 녹지와 동물의 서식

지 파괴, 하도의 변화, 건강상태 악화(오염에 관련된 질병, 상해(전기쇼크 등), 피로, 스트레스, 우울증), 곡물가격 영향, 식량부족, 정부의 구제 기금 오용, 직업상실과 노동자 해고, 전체적 사회구조 혼란과 정치 불안 등 매우 다양하게 나타났음.

<표 5-2-1> 미시시피 홍수의 1, 2, 3차적 영향력(1993)

1차적 영향	2차적, 3차적 영향
사망과 실종	통신단절, 가스 누출,
건축물의 구조적 손상	전기를 이용한 서비스 두절
농지의 침수	운송수단 서비스단절
농축산 시설, 양식장 파손	깨끗한 물 부족
시설물 손상:	녹지와 동물의 서식지 파괴
- 도로	하도의 변화
- 철도	건강상태 악화(오염에 관련된 질병,
- 교량	상해(전기쇼크 등), 피로, 스트레스,
- 공학적구조물(제방 등)	우울증)
- 보트, 유람선, 계류장치	곡물가격 영향, 식량부족
물에 의한 생활용품 손상	정부의 구제 기금 오용
파괴된 사적	직업상실과 노동자 해고
작물손실	전체적 사회구조 혼란과 정치 불안
묘지의 침수 또는 파괴	남북관계 이상

■ 우리나라 2010년 2차와 3차적인 긍정적 영향 사례

○ 2010년 평년 보다 많은 비로 수자원 확보량이 증가

- 저수율이 예년에 비해 14%정도 높은 수준

○ 폭염·열대야로 2010년 관련 상품 매출의 대폭 신장

- 전년 동기 대비 에어컨 120%, 선풍기 75% 매출 증가, 폭염과 늦더위로 해수욕장 장기간 호황

○ 2010년 봄철 잦은 강수로 산불발생 건수와 피해면적이 크게 감소. 8월 하순~10월 중순까지 강수량이 많아 송이 생산량이 역대최고(315톤) 기록(전년대비 약 50배 증가)

○ 이상 한파·폭설로 2010년 스키장 조기 개장 등 동계 레저산업 호황

○ 잦은 호우로 해수염분 농도가 낮아져 유해성 적조가 발생하지 않음

- 100~300억원 피해방지 효과

<표 5-2-2> 2010년의 2차, 3차적 영향의 예

1차적 영향	2차적, 3차적 영향
거의 없음 (하천의 오염된 물과 퇴적물 제거)	복구 관련 산업의 활성화 - 토목 건축 - 서비스 복구사업 - 의료, 제약산업 - 생필품 산업 - 보험, 법률 서비스 새로운 토양 및 천연자원 공급

3) 최근(2010년) 세계적인 재난재해

■ 한파와 폭설

○ 겨울철 북극지역의 이상고온 현상으로 북반구 대부분 지역에서 한파와 폭설 발생

○ 2010년 12월 1일 폭설을 동반한 이상 한파로 영국, 독일, 프랑스, 폴란드, 스위스 등에서 공항이 폐쇄되고 교통이 마비, 폴란드 등 유럽에서 모두 28명 동사, 영국의 수천 개 학교 휴교

○ 중국 베이징에서 2010년 1월 2일부터 4일간 59년만의 폭설(33cm)로 항공대란 발생

○ 미국 버몬트 지역에서 2010년 1월 3일 1890년 이래 최고의 폭설(84cm)과 함께 아이오와 지역에서는 1월 4일 최저기온이 -29℃로 떨어져 1958년 이후 최악의 한파 발생

○ 인도 북부지역에서 2010년 1월 1일부터 3일간 한파로 60여명 사망

○ 영국 런던에서 2010년 1월 6일 25cm 폭설과 50년만의 한파 발생

■ 집중호우와 홍수

○ 북반구 중위도 상공의 편서풍 파동이 남북으로 크게 사행(蛇行)하는 등 고위도의 차고 건조한 기류와 저위도의 온난 다습한 기류가 충돌하면서 지구촌 곳곳에 집중호우가 발생

○ 파키스탄에서 2010년 7월 26일부터 4일 동안 1929년 이래 최악의 집중호우로 2,000만명 이재민 발생. 홍수로 국토의 20%가 침수. 150억 달러 피해 발생

○ 중국에서 2010년 6월 13일부터 26일까지 100년만의 폭우로 381명 사망. 838억 위안(약 15조원) 피해 발생, 8월 8일 홍수로 인한 산사태로 1,400명 이상 사망

○ 프랑스에서는 2010년 11월 14일 50년 만의 최악의 홍수 발생

○ 케냐에서 2010년 1월 1일부터 7일 동안의 홍수로 3만 명 이재민 발생

■ 가뭄, 폭염, 산불

○ 서부 러시아지역 상공에 2010년 7월초부터 발달한 기압능이 8월 중순까지 지속적으로 유지(기상학적 용어로 블로킹이라 불림)됨에 따라 가뭄, 폭염, 산불이 연쇄적으로 발생

4) 최근(2010년) 국내 재난/재해피해 현황

■ 이상한파・폭설

○ 2010년 이상한파・폭설로 인한 경제적 피해는 약 2조 4천억원에 달함

- 특히 1월 4일 폭설로 인해 수도권 전동열차의 운행이 총 537회 중단·지연되어 전체 운행계획의 8.3%에 해당

■ 집중호우

○ 2010년 9월 21일 집중호우; 사망 2명, 이재민 27,397세대에 54,410명, 주택파손 17동 등 593억원 재산 피해. 지방하천 188개소 피해로 복구비 1,392억원 지원. 2011년 9회의 집중호우로 총 7명 사망, 1,762억원 피해

○ 경인선, 경부선, 중앙선 및 태백선 등지의 역·철로 주변지역 등 9개소 침수로 철도(일반철도 4개소, 도시철도 5개소) 피해 및 열차운행 장애(KTX 등 철도 178개, 지하철 111개). 폭우로 공항 부대시설 침수 피해 등

○ 고리원전 1·2호기 원자로 가동 중단, 전력공급 중단으로 석유화학단지 공장 가동 중단

○ 산사태(194ha)로 250억원, 임도(44km)피해 82억원

○ 태풍 곤파스의 영향으로 주택 578동 파손 등 1,674억원 재산 피해, KTX 24개 등 359개 열차 지연 운행, 태풍 덴무와 곤파스에 의해 방파제 등 시설 피해 등 올 해 3개의 태풍으로 총 7명 사망과 1,674억 원 피해

나. 기후영향과 전망

1) 기후영향과 재해 전망

○ 우리나라는 최근 10년(2000~2009년)간 태풍·호우 등 자연재난이 연평균 12회 정도 발생하여 연평균 72명의 인명피해(사망)와 1조 7,263억 원의 재산피해 초래(기상청).

○ 2010년에는 1개월 내 연속 3회의 태풍이 발생하는 등 자연재해가 빈발하였고, 태풍 곤파스 영향으로 주택 578동 파손 등 1,674억 원 재산 피해, KTX 24개 등 359개 열차 운행 지연 등 발생.

- 2010년 태풍 덴무와 곤파스 등 3개의 태풍으로 인해 총 7명 사망과 1,674억 원 피해 발생.

○ 2010년 9월 21일 집중호우로 사망 2명, 이재민 27,397세대에 54,410명, 주택파손 17동 등 593억 원 재산 피해와 지방하천 188개소 피해로 복구비 1,392억원 지원

- 특히 2011년 9회의 집중호우는 총 7명 사망에 1,762억 원의 피해를 초래하였으며, 이런 추세는 기후변화와 함께 지속될 것으로 예상됨.

○ 2011년 8월 태풍 무이파는 서해로 북상하면서 태풍진행 방향의 동쪽(위험반원)에 위치한 제주도와 서해안 지방을 비롯하여 우리나라 거의 전역에서 피해를 주었음.

- 무이파는 상대적으로 따뜻한 바다 위를 느리게 이동하면서 제주도 및 전남에 강한 바람이 10시간가량 지속되어 8월의 강수량 및 풍속 극값을 경신하였음.
- 남해안에서 무이파의 최대 순간 풍속은 홍도 46.4 m/s, 흑산도 42.4 m/s, 진도 38.8 m/s, 목포 29.5 m/s였음.
- 피해는 사망과 실종 7명, 가거도 방파제 파괴, 제주 관광객 3만여 명 고립, 선박 파손과 전복 70여 척, 36만 가구 정전, 산사태 15곳, 도로 30여 곳 두절, 건물 200여 채 파손, 이재민 300여 명, 지리산 일대 침수 등 초래

○ 태풍 무이파로 인한 전라남도 피해는 나주 배의 낙과, 보길도 전복양식장훼손, 신안군 가거도 항의 해안기반시설 등을 파괴하여 큰 재산상 피해를 초래하였음.

- 방파제 220m 부서지고 TTP(테트라포드・일명 삼발이 구조물) 2,000여개 유실. 특히 무이파는 64톤에 이르는 TTP를 300m나 육지로 이동시켰음.
- 안전난간 1,073m 모두 파괴되어 200억원의 피해를 초래하였고, 응급 복구비로 33억원 투입<그림 5-2-1>



<그림 5-2-1> 태풍 무이파로 인한 전남 피해

2) 전남의 최근 10년간 피해·복구현황

가) 재난발생 현황

■ 기상상황별 발생 횟수

○ 최근 10년간 전라남도에서 발생한 재난은 연평균 약 7회로, 특히 2005년 15회로 가장 많이 발생하였으며, 발생횟수는 최근 증가하는 경향임.

- 기상원인별로는 호우가 평균 3.5회가 가장 많고, 강풍, 태풍 등 순이며, 그러나 2006년에는 돌풍해일에 의한 재난도 발생

<표 5-2-3> 기상 상황별 발생 횟수 (단위 : 회)

구 분	평균	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
계	6.90	5	5	3	8	5	6	15	9	3	10
강 풍	1.44	-	1	-	-	1	1		4	2	4
호 우	3.50	3	3	1	7	3	3	7	3	-	5
태 풍	1.00	2	-	2	1	1	1	2	1	-	-
대 설	0.50	-	1	-	-	-	1	-	1	1	1
돌풍해일 등	0.60	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-

출처: 전라남도, 2010, 전남통계연보

■ 연도·월별 발생 현황

○ 최근 10년간 전라남도의 월별 재난발생은 7월이 가장 많고, 7월에서 9월 사이에 전체 발생 건수의 거의 60%를 차지하고 있음.

- 특히 7월에는 월평균 2회 발생했으며, 10월에서 2월까지는 상대적으로 발생횟수가 적음.
- 최근 10년 동안 재난이 가장 많이 발생했던 2006년에는 특히 4월부터 9월까지 매월 발생

<표 5-2-4> 년도별, 월별 발생 현황 (단위 : 회)

구 분	평균	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
계	6.90	5	5	4	8	5	5	15	9	3	10
1월	0.20	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
2월	0.40	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1
3월	0.60	-	-	-	-	1	1	-	3	-	1
4월	0.40	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1
5월	0.20	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
6월	0.30	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-
7월	2.00	1	2	1	4	1	1	5	-	-	5
8월	1.40	3	-	2	3	1	2	1	2	-	-
9월	0.70	1	-	-	1	1	1	1	2	-	-
10월	0.20	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
11월	0.10	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
12월	0.40	-	-	1	-	-	-	-	1	1	1

출처: 전라남도, 2010, 전남통계연보

나) 피해발생 현황

■ 최근 10년간 연도별, 월별 피해액

○ 최근 10년동안 발생한 재난/재해에 의한 피해액은 2002년, 2003년, 2005년, 2004년 순으로 많음.

- 특히 2002년 태풍 루사, 2003년 태풍 매미, 2005년 태풍 나미, 2004년 태풍 디앤무 등이 강한 바람과 함께 집중강우를 동반하여 상대적으로 큰 피해 초래

○ 재난/재해 피해는 발생 횟수보다는 재난의 강도에 크게 영향을 받고 있음

- 재난/재해가 가장 빈번하게 발생한 2006년에는 상대적으로 횟수가 적은 2002년에 비해 피해액이 10배 이상 많음.

○ 최근 10년 동안 피해액이 가장 큰 월은 2002년 8월로 태풍 루사에 의한 영향이며, 2005년 겨울의 피해액도 상대적으로 매우 큼.

<표 5-2-5> 최근 10년간 연도별, 월별 피해액 (단위 : 백만원)

구분 / 연도별	피해액	월 별 피 해					
		1 ~ 5월	6월	7월	8월	9월	10 ~12월
합 계	1,391,091	24,554	3,192	123,663	651,396	333,196	255,090
평 균	139,109.1	2,455.4	319.2	12,366.3	65,139.6	33,319.6	25,509
'00	101,117	-	-	14,257	84,195	2,665	-
'01	6,619	5,276	1,016	236	-	-	91
'02	426,370	-	-	13,607	412,763	-	-
'03	272,404	-	-	3,736	623	268,045	-
'04	159,289	1,859	2,017	3,362	151,803	248	-
'05	250,321	22	-	39	72	4	250,184
'06	46,485	1,743	159	44,006	9	16	552
'07	73,442	5,541	-	-	1,931	62,218	3,752
'08	1,018	679	-	-	-	-	339
'09	54,026	9,434	-	44,420	-	-	172

출처: 전라남도, 2010, 전남통계연보

■ 최근 10년간 인명 및 재산피해

○ 최근 10년간 재난/재해로 인한 인명피해는 사망 40명, 실종 4명, 이재민 14,113명이며, 가장 많은 인명피해는 2002년으로 사망 13명과 실종 3명, 이재민 2,104명으로 강한 바람과 많은 비를 동반한 태풍 루사의 영향

- 다음으로 2003년 사망 10명, 실종 1명이며, 일반적으로 강한 바람과 많은 비를 동반한 태풍에 의한 피해가 큼.

○ 이재민은 2002년부터 2005년까지 상대적으로 많이 발생했으나, 2006년부터 줄어드는 경향을 보임.

○ 재산 피해는 2002년이 가장 많고, 사유재산 보다는 공공시설의 파괴에 의한 손실이 큼.

<표 5-2-6> 최근 10년간 인명 및 재산 피해

구 분	피 해 액(백만원)			인 명(명)		이재민 (명)	공공시설 (개소)
	계	사유재산	공공시설	사 망	실 종		
합 계	1,391,091	608,666	782,425	40	4	14,113	16,548
평 균	139,109.1	60,866.6	78,242.5	4	0.5	1,411.3	1,654.8
'00	101,117	15,734	85,383	2	-	421	1,581
'01	6,619	5,598	1,021	1	-	43	51
'02	426,370	67,592	358,778	13	3	2,104	3,977
'03	272,404	175,192	97,212	10	1	4,558	3,843
'04	159,289	18,370	140,919	4		2,583	1,994
'05	250,321	245,500	4,821	4		2,436	142
'06	46,485	10,369	36,116	-	-	87	1,182
'07	73,442	57,221	16,221	3	-	243	2,264
'08	1,018	1,018	-	-	-	-	-
'09	54,026	12,072	41,954	3	-	1,638	1,514

출처: 전라남도, 2010, 전남통계연보

■ 최근 10년간 복구비 현황

○ 재난/재해의 복구액과 피해액은 상관관계를 보이며, 일반적으로 복구액은 피해액에 비해 대부분 2배 이상이 소요되며, 2006년도 이후에는 상대적으로 피해가 적게 나타나고 있음.

- 2005년을 기점으로 재난/재해에 대한 피해가 상대적으로 크게 감소하고 있으며, 특히 2008년에는 가장 적은 피해로 피해액은 약 10억원이며, 총 복구액도 3억 5천정도임.

<표 5-2-7> 최근 10년간 복구비 현황 (단위 : 백만원)

구분	피해액	총복구액	복구비지원						자력복구
			계	국고	의연금	지방비	융자	자부담	
합계	1,391,091	2,425,834	2,307,305	1,500,035	8,992	412,903	326,232	59,413	118,529
평균	139,109.1	242,583.4	230,730.5	150,003.5	899.2	41,290.3	32,623.2	5,941.3	11,852.9
'00	101,117	288,297	287,094	213,429	1,407	49,160	17,010	6,088	1,203
'01	6,619	16,388	15,614	6,816	262	2,741	4,147	1,648	774
'02	426,370	806,194	800,985	591,385	5,560	141,685	56,943	5,412	5,209
'03	272,404	374,302	352,544	228,731	1,733	51,255	64,613	6,212	21,758
'04	159,289	229,140	218,540	159,733	-	37,616	14,680	6,511	10,600
'05	250,321	331,934	331,277	104,204	30	27,375	166,530	33,138	657
'06	46,485	84,281	66,641	37,325	-	29,316	-	-	17,640
'07	73,442	169,107	146,376	107,481	-	36,452	2,309	404	22,731
'08	1,018	351	-	-	-	-	-	-	351
'09	54,026	125,840	88,234	50,931	-	37,303	-	-	37,606

출처: 전라남도, 2010, 전남통계연보('09년도 복구비중 의연금, 융자, 자부담은 자료 취합 중으로 미반영)

■ 최근 15년간 전라남도 시군별 풍수해 피해

○ 전남의 최근 15년간(1996-2009년) 발생한 재난/재해의 가장 큰 원인은 홍수로서 147명이 사망·실종하였으며, 특히 여수는 33명으로 전체의 23%정도를 차지함.

- 여수 다음으로 신안이 23명, 구례 21명, 해남 16명, 고흥 10 명 등의 순으로 이들 5개 지역이 전체의 70% 정도를 차지함.

○ 동기간 동안 이재민 세대와 이재민은 각각 6,761세대와 21,344명이며, 특히 신안은 1,642세대에 5,209명의 이재민으로 가장 많음.

- 특히 이재민은 상대적으로 많은 신안, 여수 나주의 3개 시군의 합은 전체의 61.8%를 차지하고 있어 홍수에 가장 취약한 경향을 보임.

○ 홍수에 의한 침수 피해면적은 해남이 33,639ha로 가장 크고 다음으로 나주 등 순임.

○ 피해대상은 공공시설이 모든 시군에서 많으며, 일반시설은 선박이나 농경지에 비해 건물 피해가 압도적으로 많음.

<표 5-2-8> 풍수해 피해자료 (1996년~2009년 합계)

시군	사망·실종(명)	이재민 세대(가구)	이재민(명)	침수 면적(ha)	피해액(천원)	건물(㎡)	선박(척)	농경지(ha)	공공시설(ha)
목포	2	191	733	843	5,227,470	820,230	222,347	7,621	1,847,356
여수	33	1295	4525	3,150	28,4271,822	9,865,200	28,8014	72,574	23,968,950
순천	3	68	193	7,819	67,656,189	1,122,028	45,555	2,256,614	39,521,818
나주	2	1,187	3,474	28,795	138,798,477	2,972,138	18,648	1,260,125	39,835,633
광양	9	122	385	10,175	141,414,499	601,678	2,000	342,861	36,505,921
담양	6	109	293	1,970	35,446,823	399,923	0	212,868	7,69,516
곡성	2	47	105	662	50,957,290	452,909	0	505,992	20,988,718
구례	21	51	125	666	56,086,031	816,439	0	470,310	34,461,541
고흥	10	259	720	21,810	153,341,870	5,298,000	166,692	1,711,332	46,312,772
보성	2	130	400	5,812	35,457,766	1,535,615	121,858	1,626,062	7,580,458
화순	3	73	502	1,421	70,822,275	1,357,670	0	1,3934,96	44,930,445
장흥	2	116	398	8,545	32,856,790	453,708	224,821	215,419	16,774,519
강진	1	52	220	5,376	19,092,867	733,220	58,069	46,686	6,599,174
해남	16	248	639	33,630	368,38,247	1,572,981	148,569	304,319	11,362,803
영암	0	258	674	15,972	71,407,431	2,240,547	27,174	303,007	18,464,922
무안	0	115	423	8,223	33,765,263	1,450,722	307690	610358	6,867,760
함평	1	200	628	9,720	54,002,556	1,366,500	86,838	21,067	6,801,580
영광	6	130	354	16,698	39,041,490	2,758,750	1,063,621	450,753	11,146,963
장성	0	148	412	319	58,339,727	2,688,683	0	34,191	6,883,480
완도	1	148	426	2,030	130,530,103	2,790,317	577,669	313,968	42,726,425
진도	3	150	507	13,070	24,231,349	246,442	461,910	176,226	10,603,561
신안	23	1642	52,09	4,574	75,471,255	5,009,545	2,930,507	555,170	45,324,117
여천	0	0	0	0	15,657	0	0	0	15,657
전체	147	6,761	21,344	735,147	1,618,511,204	47,054,040	1,563,793	9,280,647	270,192,763

출처: 전라남도, 2011, 풍수해 피해자료(내부자료)

■ 해안자연재해와 전남 서남해안의 해안침식과 해빈모래유실

○ 우리나라는 2002년과 2003년의 많은 강우량과 강풍을 동반한 태풍 루사와 매미로 인해 많은 인명피해, 재산손실, 그리고 기반시설 파괴 등 초래

- 특히 지금까지 가장 큰 피해로 기록된 2002년 태풍 루사는 강풍과 많은 비를 동반하여 인명손실 246명과 이재민 63,085명 등 총 피해액이 5조 1천억을 넘었음.

○ 해안지역은 자연재해에 항상 노출되어 재해의 가능성을 안고 있으며, 특히 지구온난화 등 지구적인 기후변화에 의해 야기된 해수면 상승은 해안침수, 해안침식, 해빈모래유실 등에 더욱 심각한 영향을 미칠 것으로 전망됨.

- 최근 자료에서는 2100년경 한반도의 해수면 상승은 27cm ~ 42cm에 이르며, 이로 인한 최대 침수면적은 2,485㎢로서 대부분 완만한 해안경사지를 보유한 서해안에 집중될 것으로 전망되고 있음.
- 또한 해안지역은 해안침식과 해변모래의 유실 등에 의해 해안선을 육지쪽으로 후퇴시켜 그 피해를 더욱 가중시킬 것으로 전망됨.

○ 전남은 우리나라에서 가장 긴 해안선과 크고 작은 섬들을 부유하고 있어 태풍과 해일 등의 자연재해에 항상 노출되어 있어 상대적으로 그 만큼 더 취약한 지역으로 전망할 수 있음.

- 특히 해안선을 중심으로 형성된 천연적인 해빈과 갯벌뿐만 아니라 기 조성된 다양한 기반시설들이 기후변화에 취약할 것으로 전망됨.



<그림 5-2-2> 해안침식으로 인한 토지유실

다. 국·내외 선행 연구 및 사례고찰

1) 기후변화 영향 평가사례

가) 국외사례

■ 미국의 연안재해 취약성 평가기법

○ 미국은 1990년대부터 연안취약성 평가에 대해 구체적으로 접근하고 있으며, 연안취약성 평가기법에서 다루는 주요 변수는 6개로 사회·경제 및 생태학적인 부분을 제외하고 지질과 물리학적 변수 사용

- 지형(Geomorphology)
- 과거 해안선 변화 자료(Historicalshorelinechange)
- 연안 경사도(coastalslope)
- 상대적 해수면 상승률(Relativesea-levelriserate)
- 평균적으로 심각한 파고(meansignificantwaveheight)
- 평균 조석의 범위(meantidalrange)

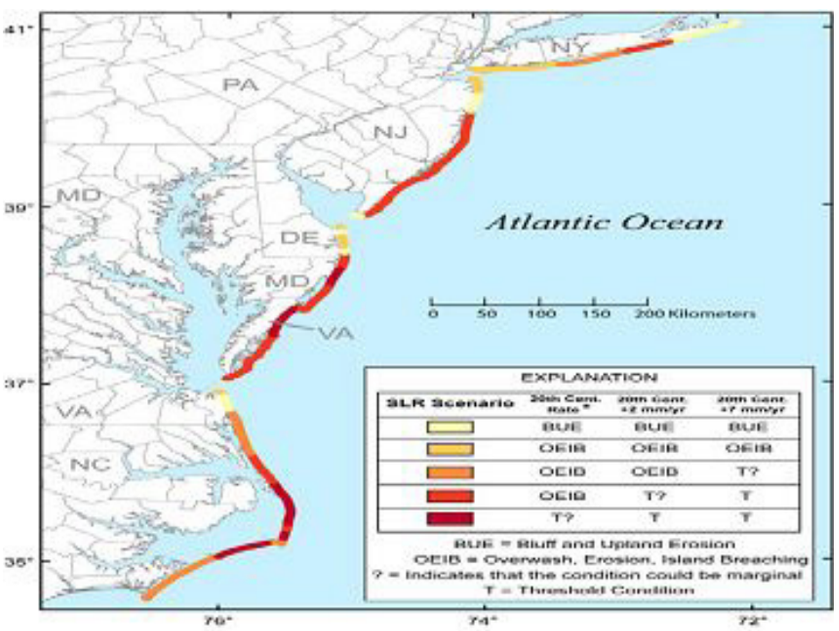
○ 취합된 자료를 이용하여 간단한 순위지표를 만들어 정량적으로 평가<표 5-2-11>하고, CVI(Coastal Vulnerability Index) 개발

<표 5-2-9> 미국 CVI(Coastal Vulner ability index) 지표 개발

변수	매우 적음	적음	보통	높음	매우 높음
	1	2	3	4	5
지형	피오르드 형식의 암석, 절벽	보통 절벽 형태 해안	낮은 절벽과 퇴적분지	자갈해안, 하구, 산호초대	사구해안, 염습지, 갯벌, 삼각주, 산호초, 맹그로브
해안선 침식/퇴적율 (m/yr)	>2.0	1.0~2.0	-1.0~1.0	-2.0~-1.0	<2.0
해안경사(%)	>1.2	1.20~0.90	0.90~0.60	0.60~0.30	<0.30
상대적 해수면 상승률(mm/yr)	<1.8	1.8~2.5	2.5~3.0	3.0~3.4	>3.4
평균 파고(m)	<0.55 <1.1	0.55~0.85 1.1~2.0	0.85~1.05 2.0~2.24	1.05~1.25 2.25~2.60	>1.25 >2.6
평균조석범위(m)	>6.0	4.0~6.0	2.0~4.0	1.0~2.0	<1.0

○ 비선형적 행동으로 인한 연안형성의 안정성에 대한 한계값은 해수면 상승과 동반된 태풍에 의하여 변화.

- 해수면 상승은 2000년에서 100년 빈도로 증가하는 경향을 보이며, 1990년 이후 퇴적속도의 증가는 2배 이상 빨라지며, 이로 인한 영향은 연안 사주, barriers spit과 wetland에 심각한 영향을 미침(동적모델을 적용한 시나리오 예)



<그림 5-2-3> 연안 동적변화 시나리오

■ 영국의 기후변화 영향 연차보고서

○ 영국의 기후변화 담당부서는 Marine Climate Change Impact Partnership으로 각종 혼재하고 있는 정보를 수집하여 연차보고서 작성

○ 보고서는 일반인이 알기 쉬운 용어로 정리되며, 해당 자료를 제공하는 책임연구기관을 명시함.

- 주요 내용은 해상 대기온도와 해수온도, 폭풍과 해파, 해수면 상승도 및 봄 연안침식도, 연안범람 등으로 재난 관련 정보를 모두 포함함.

○ 영국 기후변화 연차보고서의 시사점은 최대한 일반인과 정책결정자에게 현황을 보고하고, 이해가 편리하도록 하여 연구추진에 있어서 중요성과 필요성을 좀 더 논리적으로 전개

○ 해양부분에 대한 기후변화 관련 연차보고서를 작성할 수 있는 다양하고 체계적인 관측자료를 보고할 수 있는 적절한 보고서 작성과 더불어 보고서를 만들어 낼 수 있는 교육적, 정책적 제도가 우리나라에도 시급히 도입되어야 함.

■ 호주의 국가 기후변화 적응프로그램

○ 호주연안은 전체인구의 85%가 거주하고, 현재 연안개발 패턴은 기후변화에 대한 취약성을 증가시킬 것으로 예측

○ 기후변화에 대한 취약성 평가결과는 정책결정을 도와주고 위험을 관리하고 규정하는데 도움이 되어야 한다는 결론에 도달함.

○ 호주는 인간환경에 가장 취약한 부분으로 연안의 범람과 태풍 혹은 폭풍을 제시하고 있으며, 기존 방법들인 연안통합관리의 setback 방법처럼 계획구역을 설정하거나 건물과 기반시설에 대한 설계 변경 등을 제안하고 있으나 기후변화의 대응으로는 충분하지 않은 것으로 판단하고 있음.

○ 기후변화에 따른 환경변화에 대한 적응은 비용편익분석, 건물의 평생주기, 그리고 새로 만들어진 방법 혹은 구조물에 대하여 일반 사업과 이해 당사자가 얼마만큼 받아들이는가의 정도에 그 성패가 달려있다고 판단. 그리고 대응은 심미적 및 경제적 고려가 필요하며 특히 취약한 빈곤계층에 대한 고려 필요

○ 호주의 연안과 해안에 영향을 줄 수 있는 대표적인 요인

- 해수면 상승과 강도와 빈도수가 증가하는 폭풍
- 백화현상을 증가시키고, 적절한 수중활동에 심각한 영향, 그리고 해양생물의 분포 변화를 통한 생물종 다양성에 잠재적 영향을 줄 수 있는 해수온도 상승 등
- 해수산성화는 해수 화학조성을 변화시켜 산호와 같은 탄산염 생물체의 성장과 작용을 어렵게 함
- 육상기후에 걸친 변화는 run-off의 변화를 만들고 충분한 담수의 유입을 변화시키고 이것은 연안과 하구환경에 상당한 영향 미침.

나) 국내 사례

■ 서울특별시

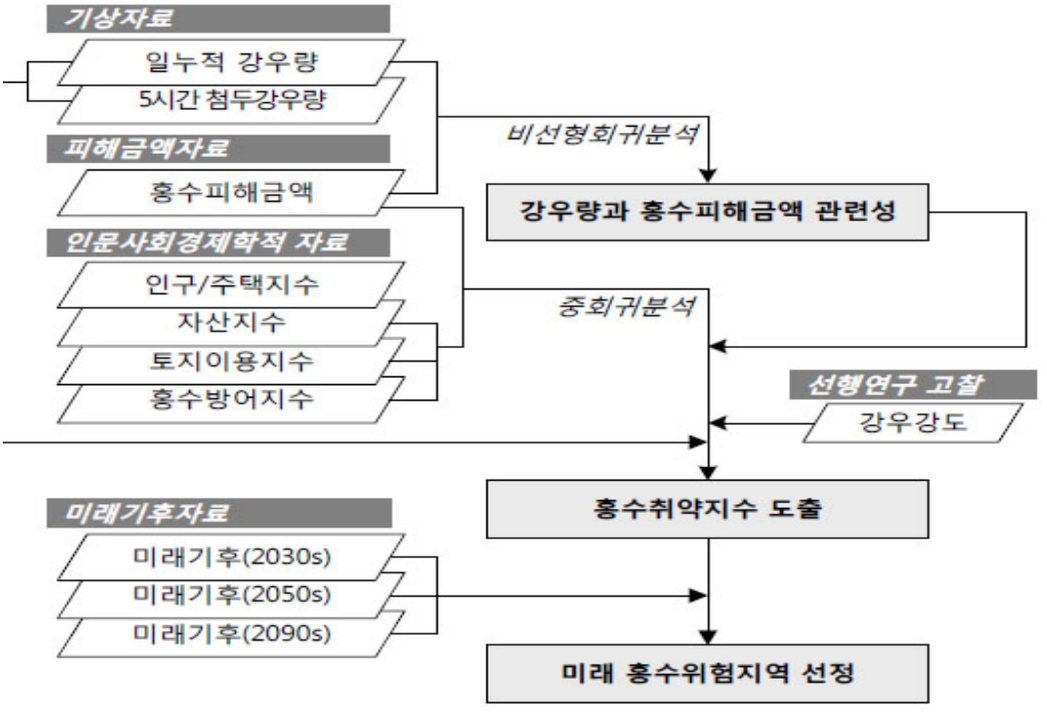
○ 서울시 기후변화 재난/재해 취약성 평가는 홍수를 중점으로 영향의 정량적 분석과 지역적 특성을 반영하기 위한 정성적 분석을 함께 진행함

○ 홍수로 인한 영향 및 취약성 평가는 기상자료와 홍수피해 금액, 인문사회경제학적 지표간의 상관관계 분석을 통하여 홍수 취약지수를 도출하고, 이를 바탕으로 지역별 미래 홍수위험지수 선정

○ 특정 지역의 총자산과 가능 홍수 피해금액을 비교함으로써 어느 정도의 자산이 특정 빈도 홍수에 취약한지를 나타내는 홍수취약도 지수(FVI, Flood Vulnerability Index)를 통하여 지역별로 도출.

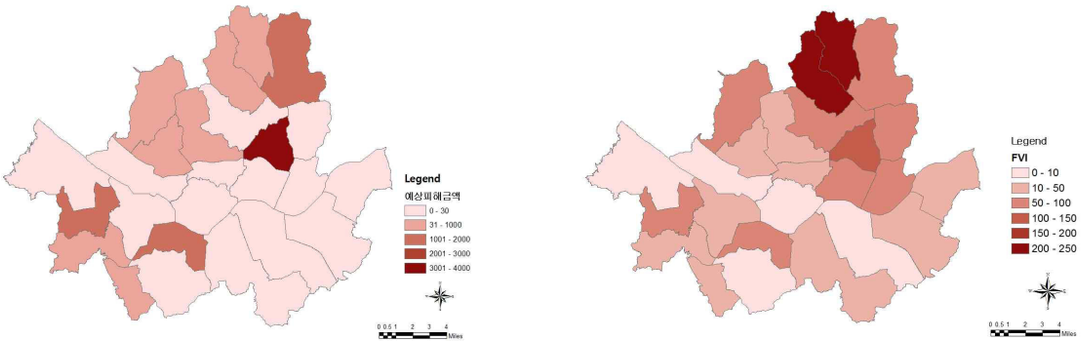
<표 5-2-10> 우리나라를 대상으로 수행된 홍수 관련 기존 연구검토

평가기법	주요내용, 연구자
통계적 기법	홍수위험도 평가방법 개발(재해위험지수): 지역별 재해위험도 정량화(도시재생사업단, 2010)
	홍수재해에 대한 지역특성을 반영할 수 있는 안전도평가모형 개발(서울시정개발연구원, 2006
	지역의 자연재해에 대한 위험도 파악(소방방재청, 2005)
	홍수피해잠재능 산정 : 잠재적 피해정도, 홍수피해 발생가능성, 방어능력 종합 평가(건설교통부 2001)
	이상기후에 대비한 GIS 기반의 선택적 홍수방어의사결정시스템: 기상학적, 사회 경제적, 수문지정학적, 시설물, 홍수방어 취약성 기반(건설기술연구원, 2009)
모형 기법	LURP 준 분포형 수문모형 활용 미래토지이용 및 기후변화에 따른 유역 유출 특성 분석(안소라 외 2008)
	홍수범람해석모형(FLUMEN)을 활용하여 홍수 범람 모의(강수만 외 2007)
	HEC-GeoRAS를 이용하여 하류홍수범람도 작성(홍석현 외 2009)
	HAZUS 홍수, 지진, 허리케인의 직간접적 영향을 화폐가치로 환산(FEMA)
	CATS 기반시설, 자원, 인구에 재해에 대한 결과 평가(미국 CVAT :커뮤니티에서 재해의 영향성 평가 NOAA)



<그림 5-2-4> 서울특별시시 재난재해 취약성 평가

○ 홍수에 대한 취약성 평가는 구 단위로 산정, 예상홍수위험도는 상대적인 취약도 지수로 각 지역의 절대적인 피해금액을 판단하기에 한계가 있으나, 각 지역인자들의 평가에 반영되며 각 지역의 자산 정도 역시 반영되기 때문에 홍수에 상대적으로 안전한 지역 및 취약한 지역을 판단하는데 충분한 정보 제공 가능



<그림 5-2-5> 서울특별시 구별 미래 홍수 피해액 및 위험도

○ 취약지역 및 취약계층 분석을 위해 홍수피해 유형을 침수, 범람, 사면의 3가지로 나누고, 피해관련 지역 인자, 방재관련 지수, 관련과거 피해를 토대로 분석

<표 5-2-11> 피해유형별 관련 지역인자

피해유형	피해관련 지역인자	방재관련 지수	관련과거 피해자료
공통	고도, 65세 이상 인구, 기초생활 수급자 수, 장애인 수, 반지하가옥수		침수흔적도
침수피해	반지하가옥수, 불투수면적, 배수능력	유수지 용량, 펌프용량	침수이력, 침수흔적도
범람피해	고도	펌프용량	홍수범람이력
사면피해	경사도		

■ 인천광역시

○ 인천광역시 해양재난은 기후변화에 영향을 받는 해양재난은 연안침식과 해수범람으로 인한 침수로 대별될 수 있음

○ 연안침식에 대한 기후변화 요소 노출 분석은 연안 침식에 영향을 줄 수 있는 요인으로서 해수면 상승, 폭풍성 해일, 너울, 태풍 등 고려

○ 장기 변동에 있어 가장 크게 변동하는 것은 태풍의 강도 증가이며, 폭풍성 해일에 의한 극최저해수면 상승, 파고 증가, 해수면 상승 등의 순으로 변동

<표 5-2-12> 연안 침식 기후 변화 요소의 장기 변동율

요소	표준편차	변동율	순위
해수면 상승	14.3cm	0.90cm/10년	4
폭풍성 해일 극최저 해수면	32.7cm	3.85cm/10년	2
태풍 최대 풍속	11.6m/sec	3.78m/sec /10년	1
파고	50cm	69.4mm/10년	3

※ 변동폭(= 변동의 정도 = 노출정도)이 가장 큰 것이 1, 가장 작은 것이 4

○ 연안침식에 대한 민감도 분석은 연안침식에 영향을 줄 수 있는 요소들에 대한 민감도로서 갯벌면적 변화와 기후변화 요소들의 변화양상 비교로서 민감도 분석

- 갯벌분포 변화예측에서 갯벌은 10년 동안 전체 면적의 약 12%정도 변동, 변동 폭 대비 약 22%가 순 변동, 갯벌분포 변화와 기후요소 변화는 10년 동안의 변동 폭으로 비교

<표 5-2-13> 연안 침식 기후 변화 요소의 순 변동량 비교

요소	10년 변동폭	10년 순 변동량	변동폭 대비 순 변동량(%)
해수면 상승	40cm	0.90cm	2.3
폭풍성 해일 극최저 해수면	80cm	3.85cm	4.8
태풍 최대 풍속	20m/sec	5.8m/sec	29.0
파고	300cm	69.4mm	2.3
파고	85.3㎢	18.9㎢	22.2

○ 해안침수에 영향을 줄 수 있는 기후변화 요소의 장기 변동율 정규화를 통한 비교에서 해수면 상승, 폭풍성 해일, 극최고해수면 등의 순서로 변동율이 큰 것으로 나타나 장기 변동에 있어 가장 크게 변동하는 것은 해수면 상승, 폭풍성 해일, 극최고해수면 등의 순임.

○ 해안침수는 해수면 상승에 따른 침수지역 면적변화로서 파악, 침수지역 면적 변화와 기후변화 요소들의 변화 양상 비교로서 민감도 분석, 해안침수에 영향을 줄 수 있는 요소들은 평균해수면과 극최고해수면으로 변동특성은 다르나 동일한 해수면에 의한 요소, 따라서 평균해수면과 극최고해수면 변동 자체의 변동 정도만 비교하여 민감도 판단 가능

■ 경기도 기후변화 취약성 평가 연구

○ 경기도 취약성 평가지표는 3개 분야 11개 항목의 총 35개로 구성

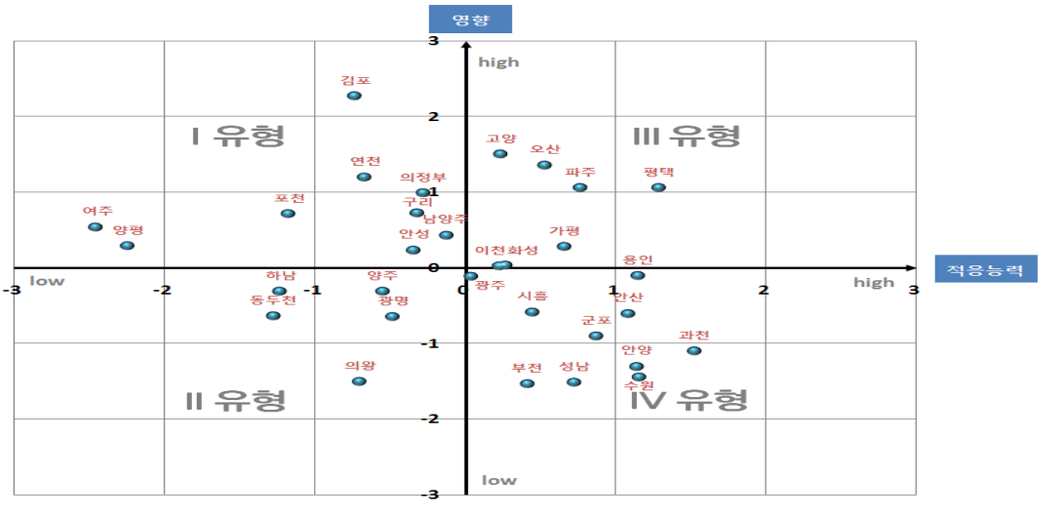
- 전문가 설문조사를 통해 도출된 지표별 가중치를 적용해 최종 취약성 지수 산정
- 취약성에 영향을 미치는 주요인은 재해관련 사전예방 시스템 구축과 홍수 취약지역, 기후변화에 대한 지방자치단체장의 관심, 재정자립도와 GRDP 등 경제적 능력, 사회기반시설의 집적도 등 선정.

<표 5-2-14> 취약성 평가 지표의 구성

구분	지표	구분	지표	구분	지표
기후 노출	호우	민감도	지리적 특성 및 토지이용	적응 능력	경제적 능력
	가뭄		인구적 특성		물적 인프라
	혹서		기반시설/산업		사회적 자본
	해수면 상승				제도적 역량

출처: 경기개발연구원

○ 취약성평가 결과 경기북부 지역이 상대적으로 취약하며, 노출지수와 민감도지수를 합한 영향지수는 김포시, 고양시, 오산시, 연천군, 파주시, 평택시 등에서 높고, 적응능력은 과천시, 평택시, 수원시, 용인시, 안양시, 안산시 등이 높음.



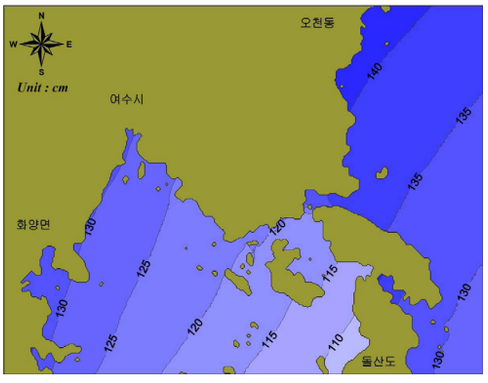
<그림 5-2-6> 잠재적 영향 및 적응능력 유형에 따른 지자체 분포

○ 종합적으로 여주군과 양평군, 김포시, 포천시, 연천군 등은 취약성이 높아 경기 북부지역이 다른 지역에 비해 상대적으로 기후변화에 취약하고, 과천시, 수원시, 안양시, 성남시, 부천시 등은 기후변화의 영향을 덜 받는 것으로 평가됨.

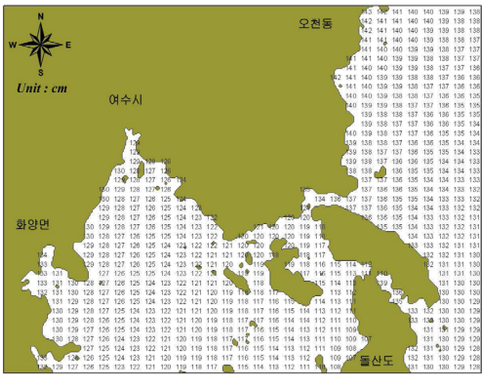
■ 여수시 해수면 상승에 따른 자연재해 영향 분석

○ 폭풍해일은 저기압에 의한 수위상승(pressure setup)과 바람에 의한 수위상승(wind setup) 및 고파랑의 쇄파에 의한 수위상승(wave-setup) 성분으로 구성

○ 태풍 “루사”에 의한 폭풍 해일고는 태풍 Rusa 내습 시 여수시청 부근에서 127~130cm, 여수항 부근에서 137~139cm의 최대폭풍해일고 분포를 나타냄. 이는 여수시청 부근에서 태풍 델마와 비슷한 분포를 나타내지만, 여수항 부근에서는 27cm정도 높은 값을 나타냄



<그림 5-2-7> 태풍 Rusa 통과 시의 최대폭풍해일고의 등분포도



<그림 5-2-8> 태풍 Thelma 통과 시의 최대폭풍해일고 분포

○ 최근 급속히 진행되고 있는 지구온난화, 기후변화 및 해양환경변화로 해수면이 상승하면서 태풍의 규모가 커지고 그 발생 빈도가 증가하는 경향을 나타냄. 이러한 결과로 인하여 폭풍해일이 고파랑을 동반하면서 만조시와 중첩되어 연안지대에 침수 및 범람을 일으켜 엄청난 규모의 피해 초래.

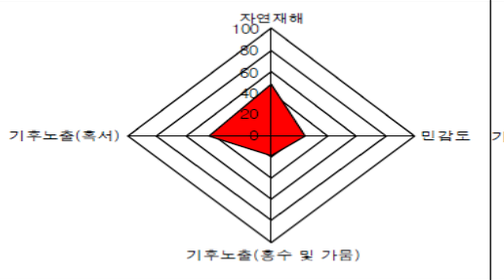
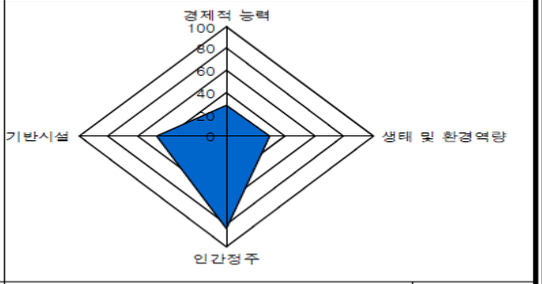


<그림 5-2-9> 산출지점

■ 경상남도

○ 경상남도 시군별로 적응대책을 수립하기 위해서는 앞서 실행했던 취약성-탄력성지표와 함께 각 시군별로 과거 일어났던 자연재해 영향을 파악하여 자연재해의 취약성을 알아보고 기후노출과 민감도와의 상관관계를 분석하였음.

- 경상남도 시군별 5년간(2002~2006년) 이재민 발생, 침수면적, 자연재해 피해액 조사를 통해 피해액에 가중치를 주어 계산
- 자연재해의 취약성 평가는 앞서 실행했던 취약성-탄력성 분석과 같은 형태로 하였으며 가장 중요함 요소인 자연재해 피해액에 가중치를 주는 방법으로 이재민 발생과 침수면적을 평균한 값과 자연재해 피해액과의 평균으로 나타냈음.

진주시		취약성-탄력성지표(VRI) 순위	2
기본현황			
? 인구: 333,256명 ? 면적: 713km²		? 연평균기온: 13.1℃ ? 연평균강수량: 1490mm	
취약성 분석도		탄력성 분석도	
			
자연재해	48	경제적 능력	28
-작은 이재민발생에 비해 침수면적이 매우 커 자연재해 취약성은 높음		-1인당GDP는 매우 낮고 재정자립도는 중간으로 경제적 능력은 조금 낮음	
민감도	24	생태 및 환경역량	30
-특별히 민감한 부분없이 내륙지방이고 출산율과 고령자비율 그리고 인구밀도가 매우 낮아 민감도 매우 낮음		-산림면적은 중간정도이나 산림축적이 매우 낮아 생태 및 환경역량은 낮음	
기후노출(홍수 및 가뭄)	19	인간정주	83
-집중호우빈도는 작고 집중호우강도는 중간정도이나 가뭄강도가 도내에서 가장 작아 홍수 및 가뭄 기후노출은 매우 낮음		-상하수도 보급율과 1인당 급수량이 모두 높아 인간정주 탄력성은 매우 높음	
기후노출(혹서)	43	기반시설	48
-폭염의 영향과 열대야의 영향 모두 중간정도로 혹서 기후노출은 중간임		-면적당 도로율과 제방면적율 그리고 저수율 모두 중간정도로 기반시설 탄력성은 중간임	
종 합			
? 민감도와 기후노출이 매우 낮은 수준에다 인간정주 탄력성이 매우 뛰어남 ? 경제적 능력에 대한 탄력성 향상이 요구됨			

<그림 5-2-10> 경상남도 진주시 기후변화 적응 분석표

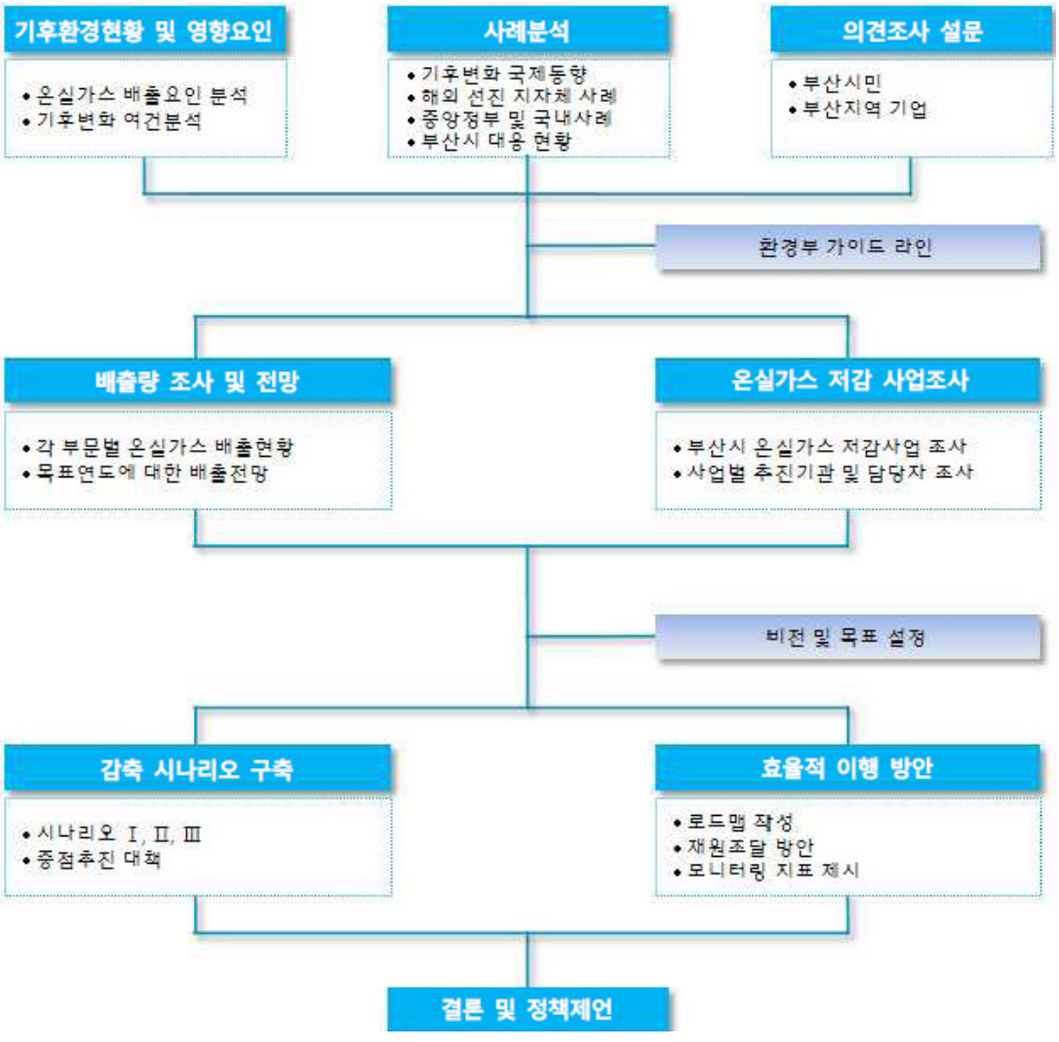
■ 부산광역시

○ 부산광역시는 기후변화대응 종합계획에서 호우 취약성은 행정구역별 민감도에 인구밀도와 적응능력을 고려하여 계산

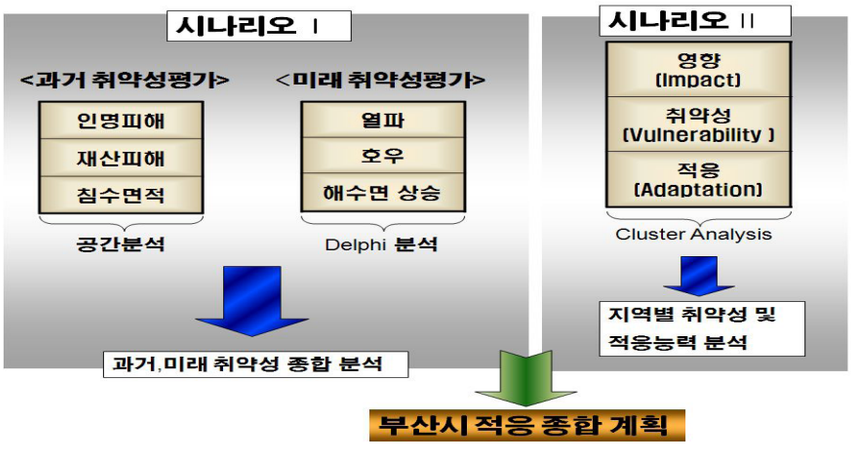
- 민감도 지수 + 인구밀도 - 적응능력지수 = 취약성 지수

○ 침수면적 비율과 인구밀도, 취약인구 분포 및 적응능력을 고려한 총체적 취약성은 0.5m와 1m 상승하였을 때 서구와 사상구가 취약하게 나타났고 2m와 3m 상승하였을 경우는 사하구, 강서구, 해운대구가 취약하게 분석됨.

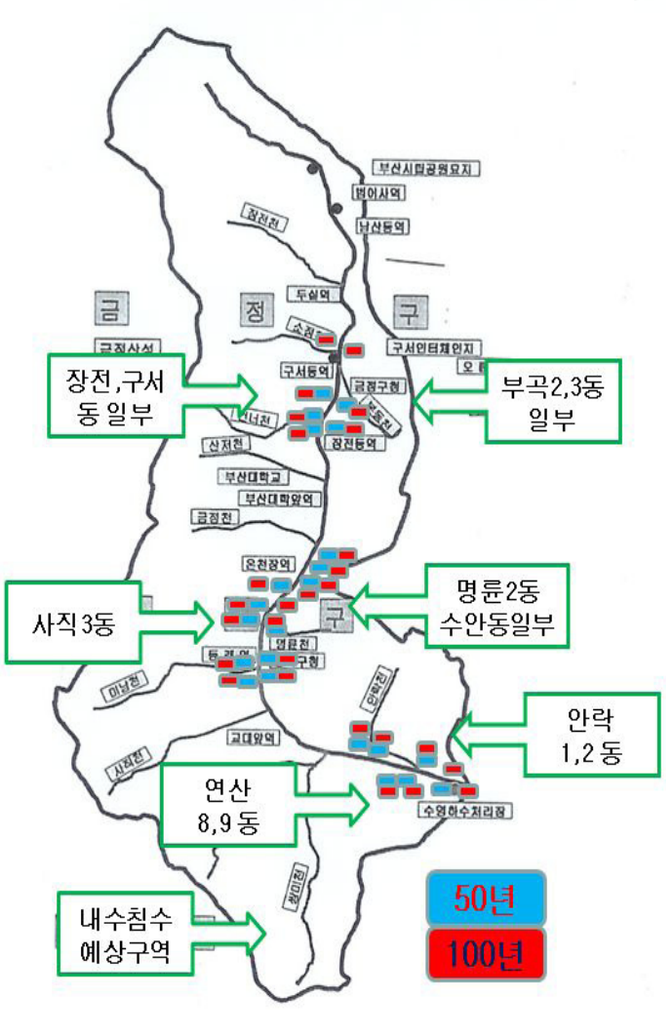
○ 이는 침수면적 뿐만 아니라 인구밀도와 적응능력이 동시에 고려되었기 때문이며, 해수면 상승에 따른 적응대책 수립 시 우선순위를 두고 고려해야 함을 시사



<그림 5-2-11> 부산광역시 기후변화대응 추진계획



<그림 5-2-12> 평가 및 적응 대책 작성 시나리오



<그림 5-2-13> 부산 온천천의 배수능력 분석 및 침수예상구역
(출처 : 부산시 풍수해저감특성 및 피해영향분석 2009)

2) 기후변화 적응대책사례

가) 서울특별시 재난/재해분야 적응대책

■ 폭염관련 적응대책 목록

○ 서울특별시 폭염관련 적응대책은 4개 세부과제와 12개의 하위 사업으로 구성

<표 5-2-15> 서울특별시의 폭염관련 적응대책

적 응 대 책	단기	중장기	비고
Ⅰ.폭염 예·경보시스템 및 감시체계 구축			
- 폭염 관련 환자 · 초과 사망자에 대한 신속조사 및 모니터링시스템 구축	○	○	신규
- 폭염 예·경보 시스템 개발 및 운영	○	○	기존/개선
- 폭염 경보에 따른 신속정보 전달체계 구축	○		기존
- 폭염대비 국민행동요령·건강관리매뉴얼 보급 및 교육	○		기존
Ⅱ.폭염 취약계층 집중보호 및 관리대책 수립			
- 옥외 근로자 보호대책 강화(무더위 휴식 시간제 등)	○		기존/개선
- 취약계층을 위한 도우미 및 관리프로그램운영	○		기존
- 취약계층 관리 기관종사자 교육	○		기존
Ⅲ. 폭염 대피시설 기능 및 성능강화(무더위 쉼터 등)			
- 폭염 대피시설 지정기준 및 운영방안 마련	○		기존/개선
- 폭염대피시설 관리 및 홍보대책 수립	○		기존/개선
Ⅳ. 폭염영향 저감을 위한 도시계획 기준 정립			
- 폭염피해예방을 위한 도시계획 및 건물디자인개발보급	○		신규
- 생활권 녹지조성 및 인공지반 녹화사업 추진	○	○	기존/개선
- 폭염에 취약한 주거환경개선 사업지원	○	○	기존

■ 풍수해관련 적응대책 목록

○ 풍수해관련 적응대책은 4개 세부과제와 18개 하위사업으로 구성

<표 5-2-16> 서울특별시 풍수해 관련 적응대책

적 응 대 책	단기	중장기	비고
Ⅰ.홍수 대응단계 강화			
– 재해취약계층 예·경보시스템 확대 구축	○		기존
– 재해 대응 훈련 강화	○	○	기존
– 방재시설물의 방재기준 재설정		○	신규
– 저탄소 친환경 방수물자 및 구호물품 대체	○		기존
– IT기술을 활용한 재해 구호물자 관리시스템 개발	○		신규
Ⅱ.침수피해에 대한 적응대책			
– 우수유출저감시설(저류 시설, 유수시설)확대설치	○		기존
– 비상시 활용 가능한 저류지 확보 및 운영체계 구축	○		신규
– 지하주택 침수 방지사업	○		기존
– 위험지역 지하주택 철거 및 신규 금지조례 제정		○	신규
– 빗물 관리 대응시스템 구축	○		신규
– 하수 시설 용량 확대 및 분리식으로 점진적 변경	○	○	기존
Ⅲ. 범람피해에 대한 적응 대책			
– 하천 통수능 확대(준설)사업	○		기존
– 하천 상류지역에 소규모 댐 건설		○	신규
– 위험 하천 인접지역 제방 보강 및 용도 지역변경	○	○	기존/신규
– 극한강우로 인한 방재기준 초과 시 비상 홍수수로 마련		○	신규
Ⅳ. 사면 재난 피해에 대한 적응 대책			
– 급경사지 및 축대 등 위험시설 정비	○		기존
– 위험 급경사지 DB구축	○	○	신규
– 사면 위험 전조 정보시스템 개발	○		신규

나) 인천광역시 해양재난 적응대책

○ 현재까지 기후변화로 인한 연안재해에 대한 적응대책은 매우 포괄적인 형태로 제시되고 있으며(환경부, 2010b), 해수면 상승 시 관리적 이주개념의 적응대책

- 취약지구 미개발, 조건적 단계적 개발억제, 정부 보조금 폐지

○ 해수면 상승 시 순응개념의 적응대책

- 토지이용 변경, 건물양식 변경, 재해지역 규제, 규제 강화를 위한 재해보험

○ 해수면 상승 시 방어적 개념의 적응대책음

- 경성기술 : 제방구축, 방파제/방벽 구축, 방사제와 이안제 건설 및 해수방어벽 구축
- 연성기술 : 주기적 사빈 공급, 사구 복원 및 조성, 습지복원 및 조성, 조림

○ 해안침식은 장기적이며 체계적인 모니터링 시스템 구축의 필요성을 적응대책으로 제시

■ 해양재난분야 적응대책 목록

○ 해안 침식/퇴적, 해수범람, 항포구 훼손/붕괴로 구분하여 적응대책 수립

<표 5-2-17> 인천광역시 해양재난관련 적응대책 목록

적응대책	단기	중장기	비고
Ⅰ. 해안침식/퇴적에 의한 해변 유실 방지대책 수립			
- 모래해변의 해안 침식에 의한 유실 방지대책 수립		○	신규
- 모래해변의 해안 퇴적속도 측정 모니터링 개발		○	신규
- 일반해변의 해안 침식에 의한 유실 방지대책 수립		○	신규
Ⅱ. 해수범람에 의한 해안 침수지역 보강 및 관리대책 수립			
- 상업 및 공업지대에 침수지역 방파제 건설/보완	○		개선/신규
- 주택지대의 침수지역 건설관련 관계법 보완	○		개선/신규
Ⅲ. 항포구 훼손/붕괴 방지 대책 수립			
- 외력변화에 대한 안정성 분석 및 연안시설기준 강화에 대한 법령개정 및 제정	○		신규
Ⅳ. 인천시 도시기본계획 반영(안)제시			
- 토지 용도변경		○	
- 비도시지역 관린		○	개선/신규

다) 부산광역시 재해 적응대책

○ 순간 최대풍속에 초점을 맞추어 재해 대응방안을 수립

○ 폭염도 중요한 재해 원인으로 인식하고 주민의 인식전환

○ 5월에도 호우 등의 발생이 빈번하여 방재기간 조정 및 5월 이전에 정비완료

○ 2월에는 눈에 대한 방재시설이 약한 부산지역의 강설에 대한 방재대책을 강화

○ 슈퍼태풍에 사상 유례가 없는 막대한 피해를 입을 것으로 예상됨(허동수 외, 2008)

○ 지역별로 취약한 재난유형 분류, 각 유형별 및 취약성에 적합한 방재대책 수립

○ 효율적이고 신속한 재해 대처 능력과 합리적인 재해 정책 수립을 위하여 과거 발생한 재해에 대한 발생원인, 기상, 지역, 피해원인, 대상, 피해 대상물의 지리적 특징, 복구, 인명피해, 재산피해 등의 재해 관련 DB 구축

○ 자연재해 원인별 재해 이력과 취약성을 반영하여 예방활동 및 정책 수립에 이용 가능한 재해예측모형 개발

○ 재해규모를 평가하고 재해등급을 구분하여 각 등급별 안전 및 위험 관리체계 구축

○ 연령과 거주지, 직업 등을 고려한 맞춤형 안전교육 커리큘럼의 확립

○ 재해피해 시설물에 대하여 단기간의 복구에 급급하지 않고 피해 원인과 방재를 위한 정확한 분석 기준 확립, 집중적인 복구를 통하여 재해 발생 시 매번 반복되는 재해 피해를 줄이고 복구비용도 저감

○ 재해위험으로부터 도로 정비, 배수로 확보 등의 하드웨어적인 대책과 함께 사고지휘체계, 유관기관과의 협조체계, 교육, 훈련 등의 소프트웨어적인 대책을 마련하고 원활한 협력체계 구축을 통하여 취약성과 재해 위험을 줄여야 함

■ **기후변화에 대한 감시 및 예측능력 강화방안**

○ 태풍, 호우, 폭풍 등과 같은 자연재해 발생 시, 기상학적인 특징을 파악하고 이를 분석하는 연구에 도움이 되기 위하여 부산지역을 대상으로 한 실시간 기상 상황 모니터링 체계를 구축

■ **기상·기후 산업의 육성 방안(친환경 에너지와 관련된 인력양성)**

○ 부산지역의 경우 해상기상에 대한 날씨상품의 특화 및 선박에 대한 보험 개발

라) 일본 분야별 기후변화 대응사례

■ **방재**

○ 일본의 기후변화 적응대책은 “수재해 적응형 사회의 구축”을 목표로 하고 있음.

- 시설에 따른 적응대책 : 하천, 홍수조절시설이나 하수도 시설의 정비 등을 통하여 우수정류, 침수시설 등의 유역에 따른 시설정비 추진
- 지역기획에 부합되는 대응책 : 제방구축 시 토지이용 상황에 맞게 적응하는 제방구조로 설계
- 위기관리대응을 중심으로 한 적응대책 : 홍수의 예보나 수위 등의 실시간 정보제공을 보강하여 홍수발생시의 재해 저감
- 갈수위험을 회피하는 대응책 : 절수형 사회를 구축하여 수자원 공급시설의 철저한 활용과 사용수명의 연장조치 등을 통하여 갈수위험 회피
- 하천환경의 변화에 따른 적응대책 : 하천환경의 변화와 기후변화의 관계를 분석하여 하천환경 관리 방법 등 적극적인 하천관리에 노력
- 영향의 모니터링 보강 : 빗물, 수위, 유량, 수질 등 지금까지 관측한 데이터를 활용한 기후변동의 영향 모니터링

■ **연안 대도시**

○ 해면상승 등에 따른 재해위험 증가에 대응하고 생명이나 재산을 지키며 경제적인 피해 등을 최소한도내에서 멈추게 하기 위하여 다양한 대응책 검토 진행

- 대규모 수해대책: 대규모 수해가 발생할 때 피해산정이나 산정된 홍수범람 상황에 대하여 국민의 생명, 재산, 경제적인 피해 등을 최소화하는 대응책에 대하여 검토 진행
- 항만에 대한 적응대책의 방향성과 구체적 시책: 기후변동에 따른 해안역의 재해위험 증가 등에 대응하기 위하여 항만에 따른 적응대책의 방향성과 구체적인 시책 추진
- 적응대책의 목표: 인구나 재산이 집중된 지역에 대한 고조 등의 재해위험 경감, 국제 및 국내 물류를 담당하는 항만활동 유지

■ **홍수재해의 위험감소를 위한 요코하마 스포츠 경기장 예**

○ 7만명을 수용할 수 있는 일본에서 가장 큰 스포츠 경기장인 요코하마 국립경기장은 쯔루미강 유역의 범람을 조절하는 비상저류조로 이용

○ 평상시 공원과 같은 기능을 수행하며, 침투성 포장도로 설치로 빗물침투 촉진

라. 기후변화 취약성 평가 및 주요부문 선정

1) 취약성 평가방법

■ **기후변화 취약성 정의**

○ 기후변화에 대한 취약성은 기후 다양성과 극한 기후상황을 포함한 기후변화의 역효과에 대한 시스템의 민감도 또는 대처할 수 없는 정도(IPCC 3차보고서, 2001), 어떤 노출단위가 혼란 상태나 스트레스에 의한 노출에 기인한 피해에 민감한 정도와 노출 단위의 대처, 회복 또는 근본적인 적응능력 정도(한화진 등, 2006) 등으로 정의되고 있음.

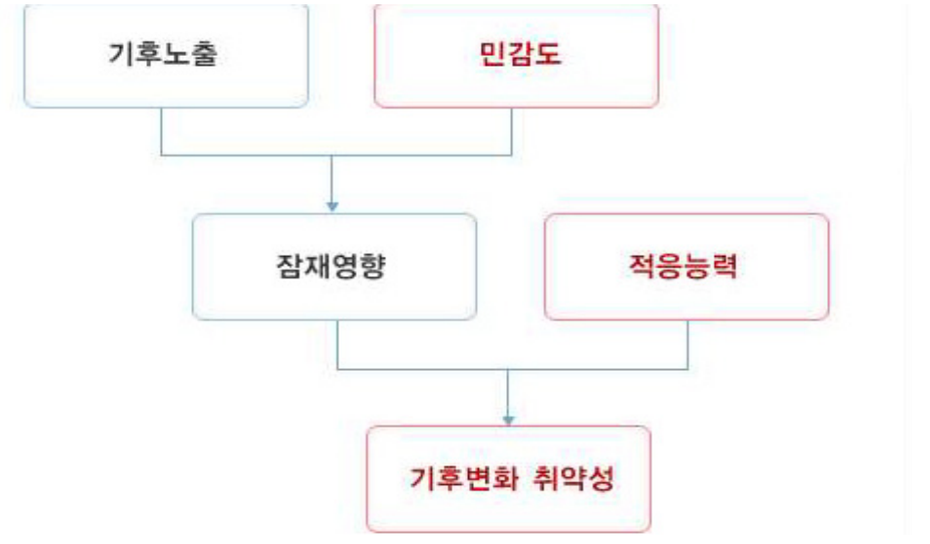
○ UNDP(2005)는 취약성을 기후변동이나 스트레스에 대한 노출과 이에 대한 대처, 회복, 적응능력에 따른 노출단위의 위험에 대한 민감도로 정의하며, 취약성은 기후변화 자극에 대한 민감도와 적응능력의 함수로 표현

취약성 (vulnerability) = f [민감도(sensitivity), 적응능력(adaptive capacity)]

○ 본 연구에서는 아래의 기후변화 취약성 정의를 차용하여 대용변수(기후노출, 민감도, 적응능력)에 가중치를 부여하여 각 부문별 평가결과의 유의성을 높이고자 함

- 기후변화 취약성은 한 시스템이 기후변화의 다양한 영향들에 노출되었을 때, 영향들에 대한 노출, 민감도, 적응능력으로 정의됨.

- 노출과 민감도는 잠재적인 영향에 의해 결정되고, 이에 적응능력이 결합하면서 취약성 정의 (Kelly and Adger, 2000; Fussel and Klein, 2006).



<그림 5-2-14> 기후변화 취약성의 정의(Fussel and Klein, 2006)

■ 취약성 평가방법

○ 취약성 평가방법은 대용변수를 활용한 상향식 방법 (Bottom-up)을 활용하였으며, 대용변수를 표준화하여 취약성 지수를 산출

- 하향식 평가방법 : 중앙정부의 주도 혹은 전 지구 기후 시나리오 및 모델링, 영향평가 등을 토대로 취약성을 평가하는 방법
- 상향식 평가방법 : 기후변화 취약성을 평가하기 위한 지표 및 적응능력을 강조한 평가방법으로 지자체의 특성을 반영하는 평가방법에 적절

○ 미래 취약성을 평가하기 위한 기후노출은 A1B기후 시나리오에 따른 2020년대, 2050년대, 2100년대의 기후요소를 고려

■ 대용변수

○ 취약성 평가를 위한 대용변수는 기후노출, 민감도, 적응능력으로 구분

- 기후변화 취약성을 직접적으로 평가하기 어렵기 때문에 이를 구성하는 대용변수를 설정하여 기후노출, 민감도, 적응능력에 해당되는 세부 대용변수를 선정하여 취약성 도출

<표 5-2-18> 기후변화 취약성 대용변수 정의

대용변수	정 의
기후노출	기후변화 영향을 대신할 수 있는 변수 (일반적으로 기후요소)
민감도	기후노출 영향정도의 크기를 조절하는 변수 (사회, 경제적 통계 자료)
적응능력	기후변화 영향을 감소시킬 수 있는 변수 (사회, 경제적 통계 자료)

■ 취약성 지수 산출방법

○ 취약성 평가를 위한 대용변수로 선정된 기후노출, 민감도, 적응능력은 다음 식을 취약성으로 정의

$$\text{취약성} = \alpha \times \text{기후노출} + \beta \times \text{민감도} - \gamma \times \text{적응능력}$$

(α, β, γ는 가중치를 의미함)

○ 델파이조사를 통하여 기후노출, 민감도, 적응능력의 대용변수에 대한 가중치와 각 카테고리 내의 세부 대용변수에 대한 가중치의 도출 및 적용을 통해 취약성 지수 산출

■ 델파이 분석

○ 7개 부문별 지자체 취약성을 평가하기 위해 기후노출, 민감도, 적응능력에 대한 가중치와 각 대용변수 내의 세부 대용변수에 대한 가중치를 구하기 위한 방법으로 전문가 델파이 조사를 실시하였음.

- 총 7개 부문에 대하여 각 부문 별로 10~12명의 전문가 리스트를 도출하고 해당 부문 전문가에 대하여 델파이 조사를 실시하였음.

<표 5-2-19> 재해부문 - 대용변수 가중치

세부항목	대용변수	가중치 합	가중치 (델파이 1차조사)
홍수	기후노출	1	0.42
	민감도		0.29
	적응능력		0.29
폭염	기후노출	1	0.43
	민감도		0.19
	적응능력		0.38
폭설	기후노출	1	0.40
	민감도		0.33
	적응능력		0.27
해수면 상승	기후노출	1	0.43
	민감도		0.26
	적응능력		0.31

■ 재해분야 취약성 평가 세부항목

<표 5-2-20> 재해분야 취약성 평가 세부항목

세부항목	선정배경
홍수에 기반시설의 취약성	- 홍수로 인해 대부분의 기반시설에 침수, 붕괴 및 손상 등과 같은 피해를 유발할 위험이 증가할 것으로 예상됨
폭염에 기반시설의 취약성	- 폭염은 자연재해대책법에 재해로 규정되어 있지 않지만, 기후변화 관련 재해로, 도로의 균열침하로 교통사고 발생 위험이 증가할 것으로 예상됨
폭설에 기반시설의 취약성	- 폭설로 인해 도로, 철도, 공항 등 교통시설의 원활한 통행을 저해하여 교통혼잡·사고 등을 유발할 위험이 증가할 것으로 예상됨
해수면상승에 기반시설의 취약성	- 해수면 상승은 자연재해대책법에 재해로 규정되어 있지 않지만, 기후변화 관련 재해로, 해안변 저지대에 인접하여 위치한 도로, 항만, 수질오염방지시설 등의 침수 위험이 증가할 것으로 예상됨

2) CCGIS를 이용한 취약성 평가 결과

가) 홍수에 대한 취약성 평가

■ 홍수에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수

○ 취약성 평가 대용변수는 <표 5-2-21>이며, CCGIS를 통한 취약성 지수는 <표 5-2-22>임.

<표 5-2-21> 홍수에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수

세부항목	대응변수		변수목록	가중치	세부항목과	참고문헌
Ⅶ-① 홍수에 대한 기반시설 취약성	기후노출		80mm/일 이상 강수일수	0.45	홍수를 반영할 수 있도록 강수량의 집중을 보여주는 지배적인 기후요소를 지표로 선정	고재경 (2009), 이동근 (2011)
			일최대강수량(mm)	0.55		
	민감도	홍수취약지역(침수건물수)	도로면적	0.19	홍수 발생확률이 높은 지역의 특성을 반영할 수 있도록 취약지역을 공통적인 민감도 대응변수로 선정, 홍수로 인해 영향을 받는 기반시설을 변수로 선정	
			수도공급설비면적	0.09		
			전기공급설비면적	0.09		
			가스공급설비면적	0.06		
			열공급설비면적	0.06		
			유류저장 및 송유설비면적	0.06		
			하수도면적	0.35		
			수질오염방지시설면적	0.10		
	적응력		1인당 지역총생산(GRDP)	0.28	홍수가 발생할 경우 적응 할 수 있는 사회·경제적 요소들이 반영된 대응변수 선정	
			1인당 공무원수	0.17		
			하천개수율(하천개수/요개수연장)	0.55		

<표 5-2-22> CCGIS 3.1에 의한 홍수에 대한 기반시설 취약성 지수

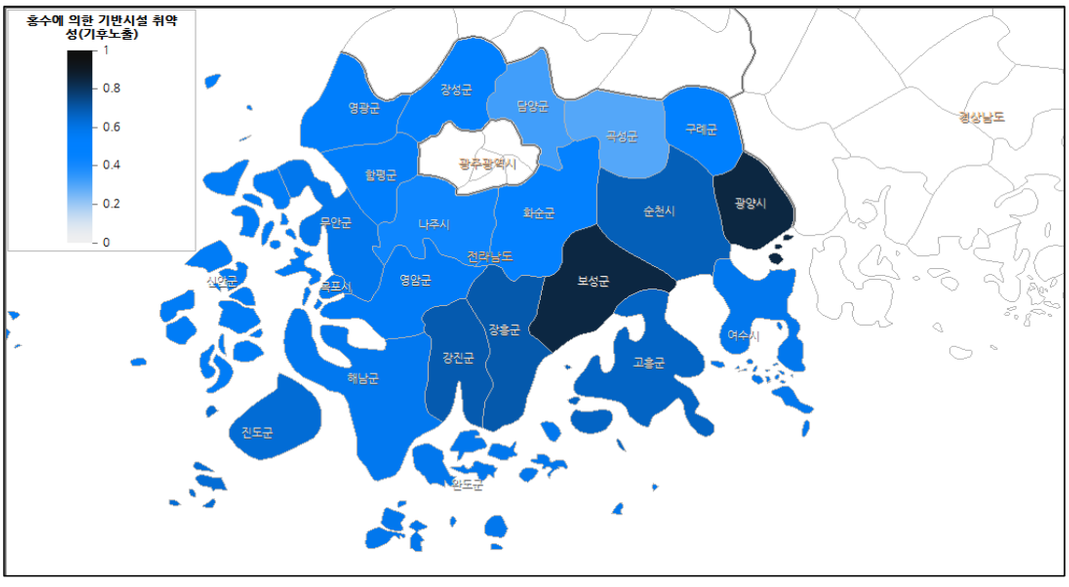
행정구역	취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.1982	0.57084	0.34038	0.1067	0.3899	0.12928
여수시	0.27944	0.58793	0.31414	0.33855	0.49072	0.20589
순천시	0.28512	0.68225	0.31284	0.2095	0.49796	0.24126
나주시	0.16303	0.42458	0.31364	0.18885	0.33269	0.17628
광양시	0.35751	0.84983	0.31445	0.20046	0.59668	0.24785
담양군	0.0803	0.32463	0.31443	0.0584	0.22086	0.18302
곡성군	0.0594	0.29847	0.31389	0.0262	0.19232	0.20892
구례군	0.15017	0.49908	0.31452	0.0283	0.31557	0.28227
고흥군	0.22656	0.66533	0.31312	0.0326	0.41865	0.13334
보성군	0.31592	0.84804	0.31343	0.0577	0.53993	0.1642
화순군	0.14882	0.45965	0.31309	0.084	0.31322	0.17515
장흥군	0.24221	0.69966	0.31359	0.0337	0.44004	0.13946
강진군	0.24021	0.69522	0.31414	0.0342	0.43752	0.14099
해남군	0.21035	0.58258	0.31271	0.10532	0.39653	0.11981
영암군	0.2055	0.56194	0.3137	0.12165	0.3903	0.11907
무안군	0.19619	0.58789	0.31448	0.0494	0.37795	0.14617
함평군	0.22594	0.53865	0.31495	0.23034	0.41846	0.2096
영광군	0.17593	0.54114	0.31432	0.0519	0.35043	0.11974
장성군	0.15922	0.49312	0.31404	0.0687	0.32767	0.17744
완도군	0.19868	0.58789	0.31491	0.0584	0.38149	0.14788
진도군	0.21377	0.63754	0.31454	0.0328	0.40181	0.16191
신안군	0.18454	0.5593	0.31346	0.0527	0.36179	0.0468

■ 홍수에 대한 기반시설 기후노출 취약성

○ 기후노출 대용변수는 '80mm/일 이상 강수일수'(45%)와 '일 최대 강수량(mm)'(55%)사용

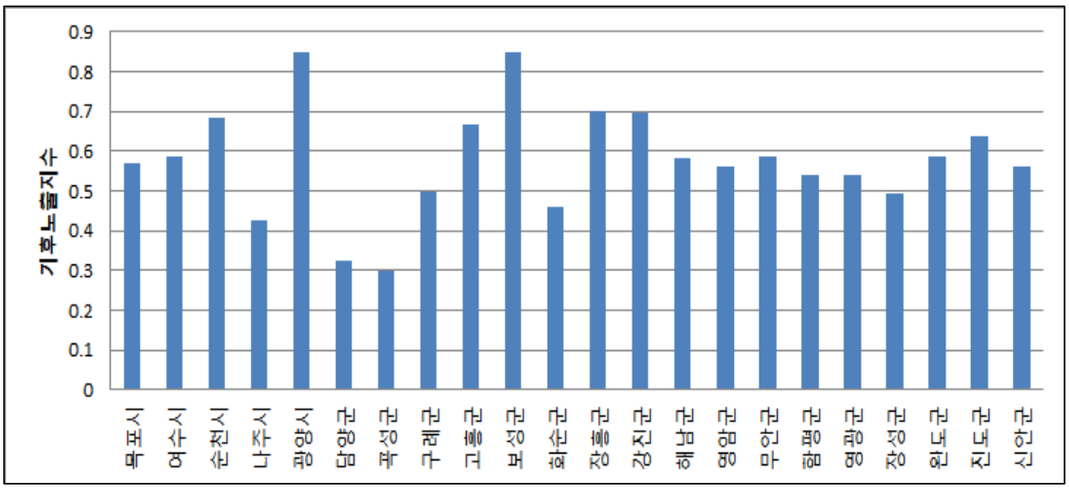
○ 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 홍수에 대한 기반시설 취약성의 기후노출대용 변수를 전남의 시군 단위로 분포한 결과물임.

○ 홍수노출에 있어서 상대적으로 가장 취약한 지역으로 나타나는 곳은 광양시와 보성군이며, 순천시, 장흥군, 강진군이 다음으로 취약하게 나타남.



<그림 5-2-15> 홍수에 대한 기반시설 기후노출 취약성

○ <그림 5-2-16>은 위 대용변수로 계산된 기후노출지수를 시군별 나타낸 것으로 수치가 높을수록 취약함



<그림 5-2-16> 홍수에 대한 기반시설 기후노출 취약성의 시·군별 비교

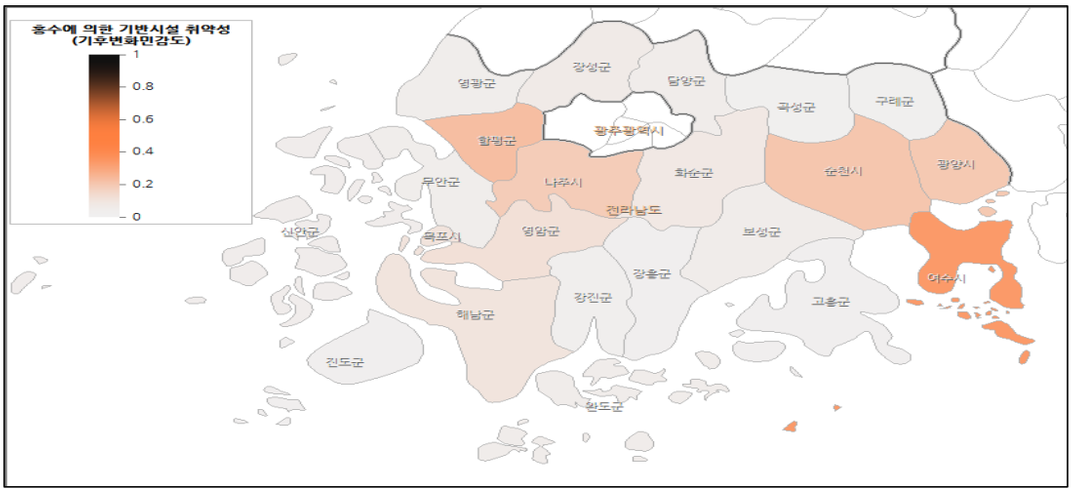
■ 홍수에 대한 기반시설 민감도 취약성

○ 현재(2000년)기준으로 홍수에 대한 기반시설 취약성의 민감도 변수를 전남의 시군 단위의 분포

○ 홍수에 대한 기반시설 민감도 대용변수는 수도공급설비, 전기공급설비, 가스공급설비, 열공급설비, 유류저장 및 송유설비, 하수도, 수질오염방지시설을 사용고자 하였으나 자료

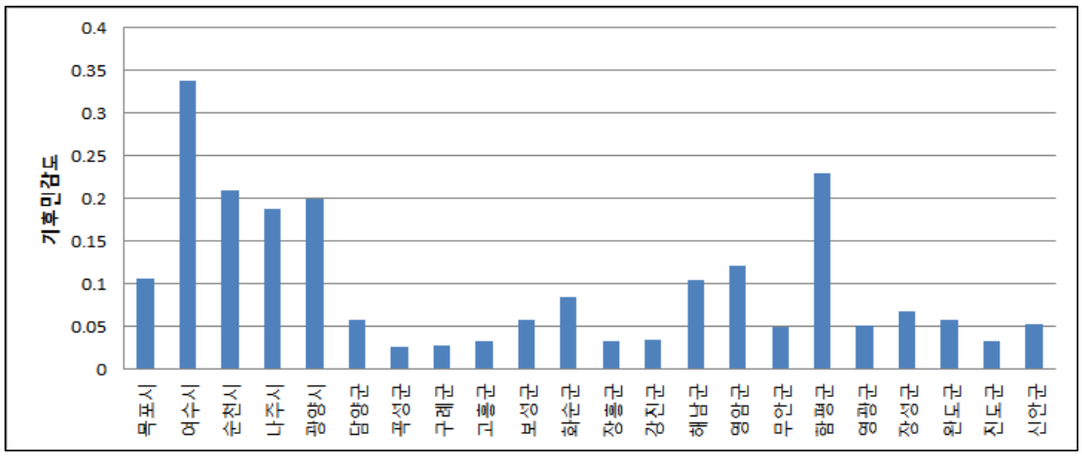
확보의 어려움으로 침수지역 범위를 사용하여 확인함.

○ 홍수 민감도에 있어서 상대적으로 가장 취약한 지역은 여수시이며, 다음으로 함평군, 그리고 순천시, 나주시, 광양시도 상대적으로 취약함



<그림 5-2-17> 홍수에 대한 기반시설 민감도 취약성

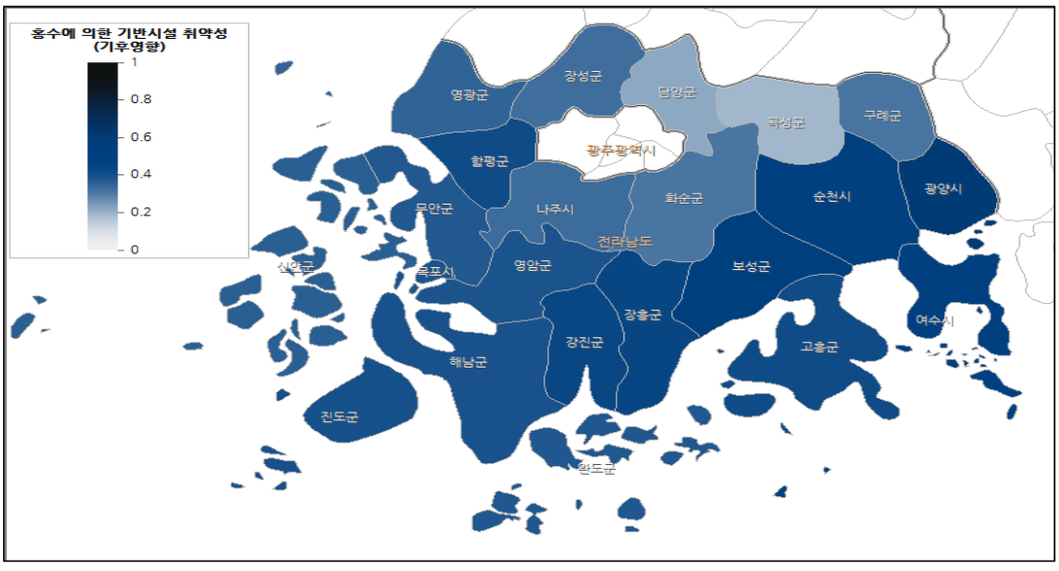
○ <그림 5-2-18>은 위 대용변수로 계산된 기후노출지수를 시군별로 나타낸 것으로 수치가 높을수록 취약함



<그림 5-2-18> 홍수에 대한 기반시설 민감도 취약성의 사 군별 비교

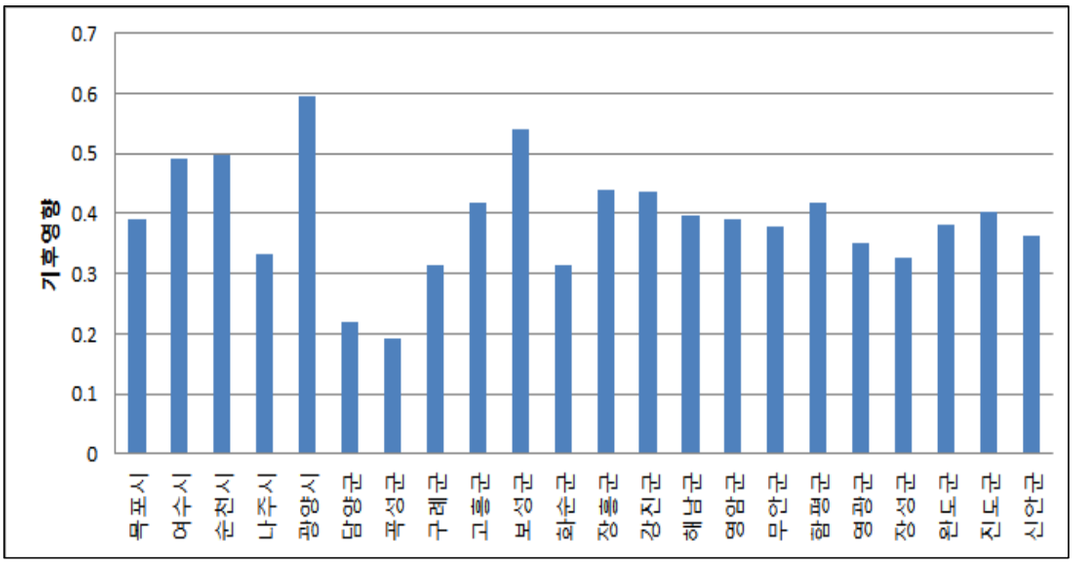
■ 홍수에 대한 기반시설 취약성(기후영향)

○ 현재(2000년)를 기준으로 하였을 때, 홍수에 대한 기반시설 취약성의 기후노출 대용변수와 민감도 대용변수를 합한 전남의 시군단위 분포임



<그림 5-2-19> 홍수에 대한 기반시설 기후영향 취약성

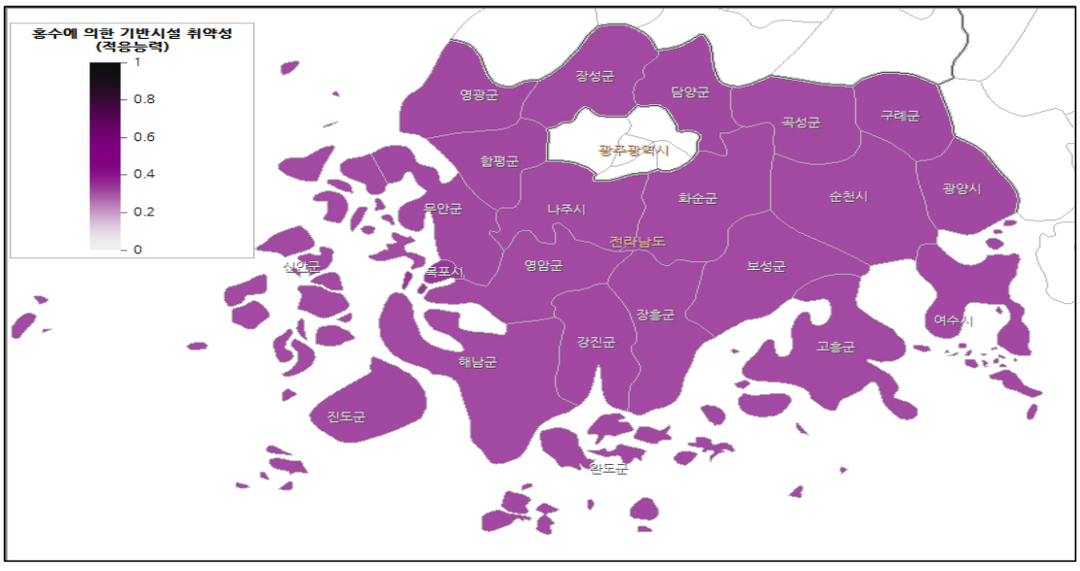
○ 홍수에 대한 적응능력은 광양시가 가장 높고, 보성, 여수, 순천, 목포가 상대적으로 취약함



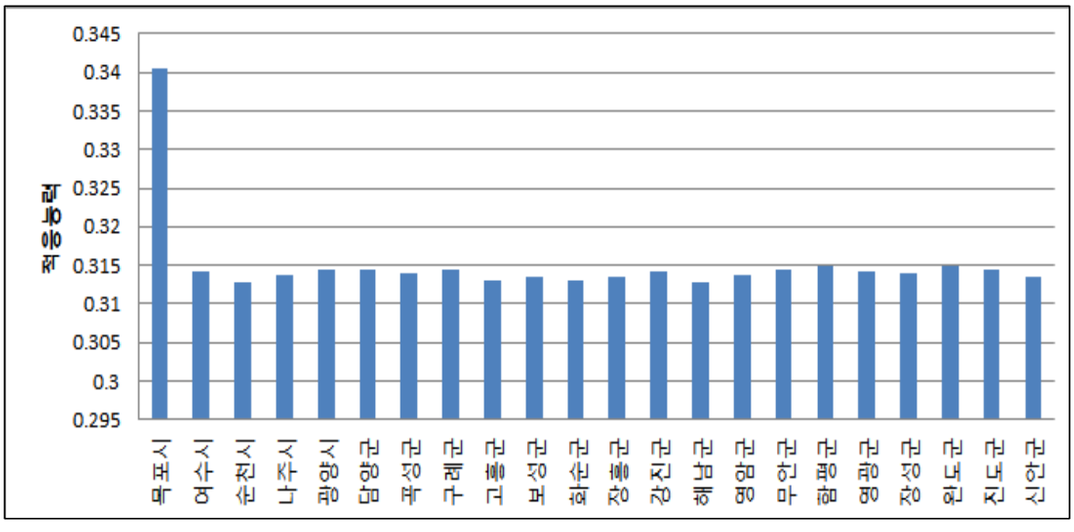
<그림 5-2-20> 홍수에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시·군별 비교

■ 홍수에 대한 기반시설 적응능력 취약성

○ 현재(2000년) 기준 전라남도 홍수에 대한 기반시설 취약성에 대한 적응능력 분포는 <그림 5-5-21>과 같이 나타나며, 시군별 홍수에 대한 적응능력은 상대적으로 목포시가 가장 높고, 나머지 시군은 매우 유사함.



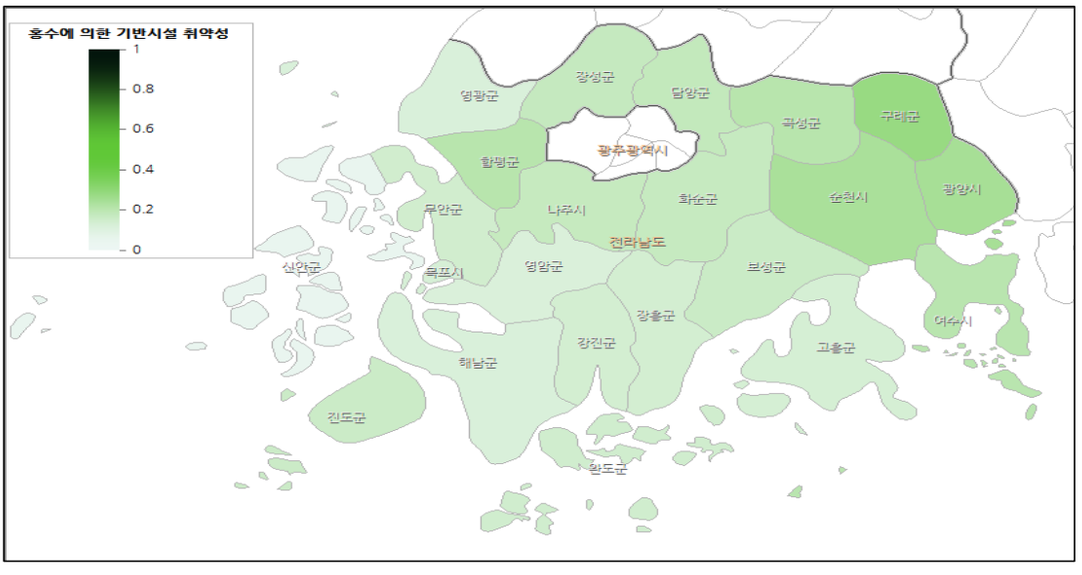
<그림 5-2-21> 홍수에 대한 기반시설 적응능력 취약성



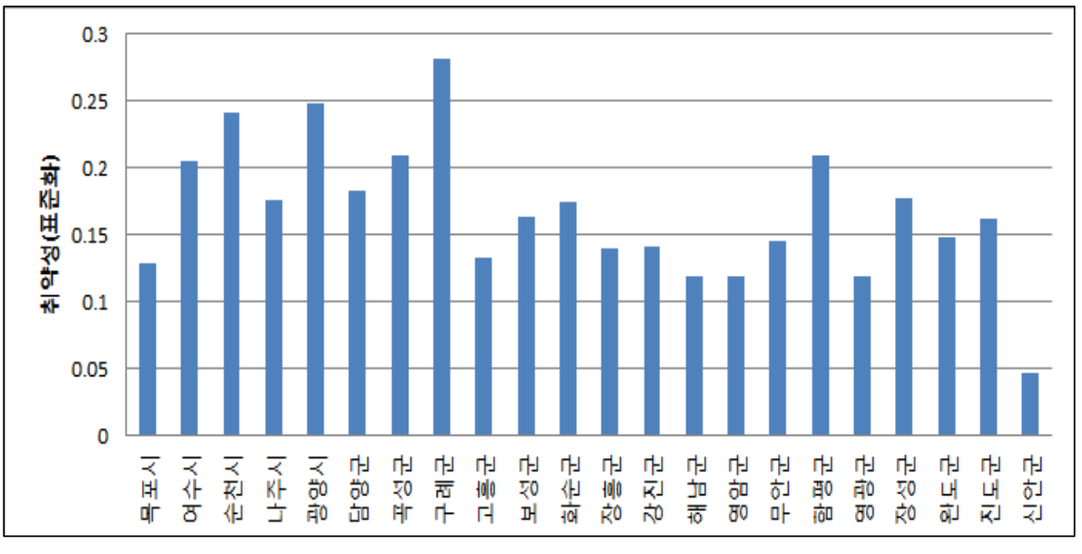
<그림 5-2-22> 홍수에 대한 기반시설 적응능력 취약성의 사 군별 비교

■ 홍수에 대한 기반시설 취약성(현재)

○ 현재(2000년) 기준으로 홍수에 대한 기반시설 취약성 분포는 <그림 5-2-23>과 같으며, 홍수에 대한 기반시설은 상대적으로 동부지역이 서부지역에 비해 취약하고, 시군별 취약성은 구례군이 가장 취약함. 동부지역에서는 구례군에 이어 광양시, 순천시, 여수시 등이 상대적으로 취약하고 서부지역에서는 함평군이 취약함.



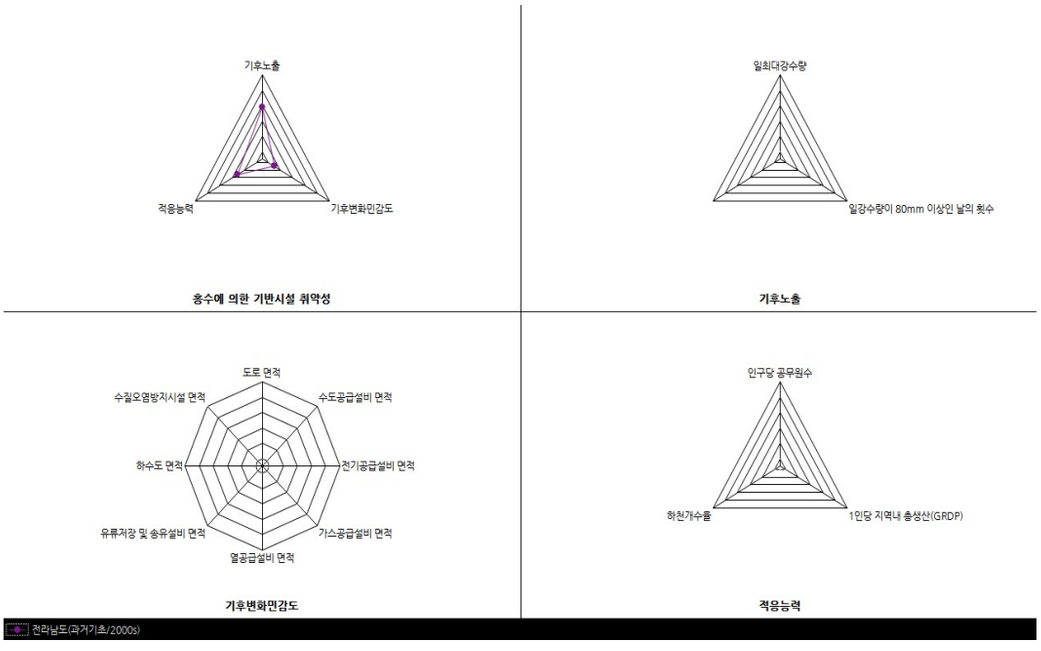
<그림 5-2-23> 홍수에 대한 기반시설 취약성



<그림 5-2-24> 홍수에 대한 기반시설 취약성의 시·군별 비교

■ 홍수에 대한 시군별 대용변수의 기여도 분석

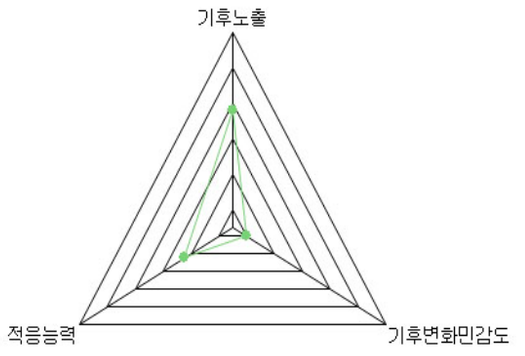
○ 전남 22개 시·군에 대해 홍수에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수의 기여도를 파악하고, 기후노출, 민감도, 적응능력을 구성하는 세부 대용변수의 기여도를 파악하였음.



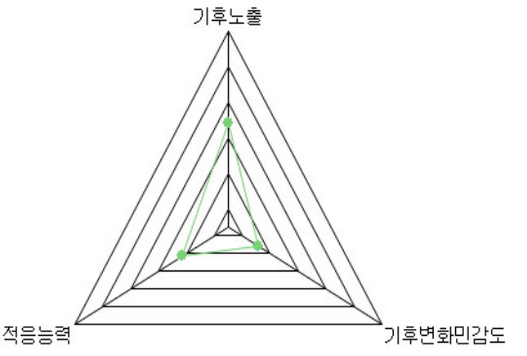
<그림 5-2-25> 홍수에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수 및 기여도

○ 전남 전체의 과거평균에서 홍수에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수 중에서 기후노출의 기여도가 가장 크고, 기후변화 민감도의 영향이 가장 낮음.

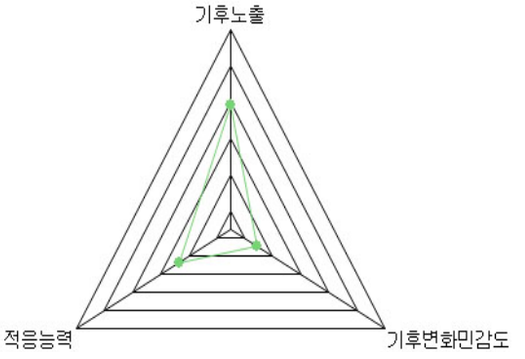
○ 시군별 대용변수의 기여도는 <그림 5-2-26>과 같음



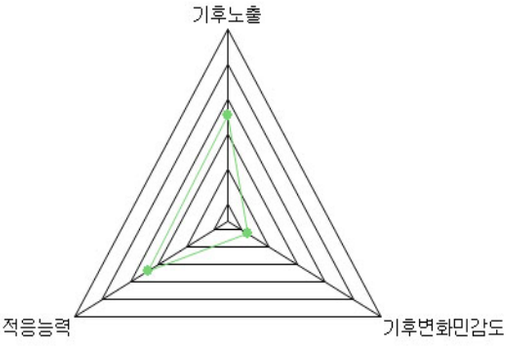
(목포시)



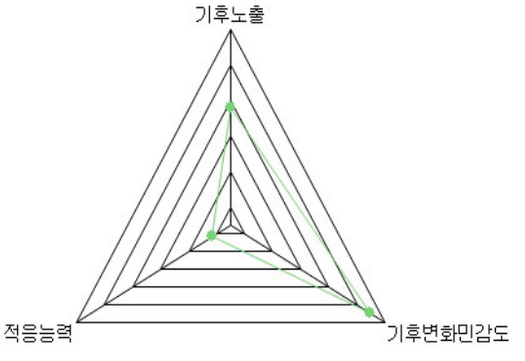
(순천시)



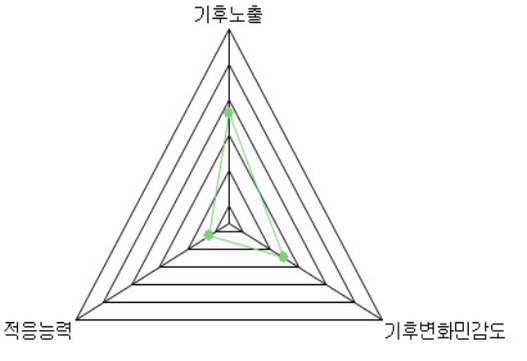
(여수시)



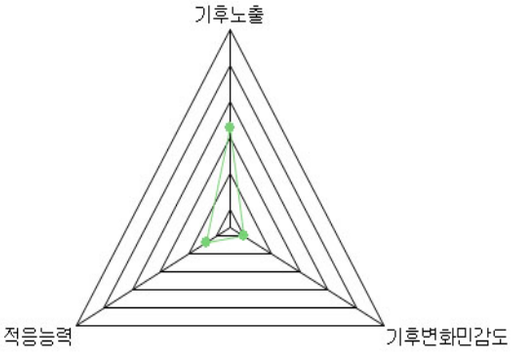
(광양시)



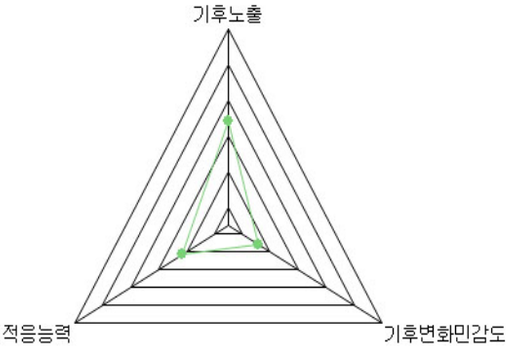
(해남군)



(나주시)



(담양군)

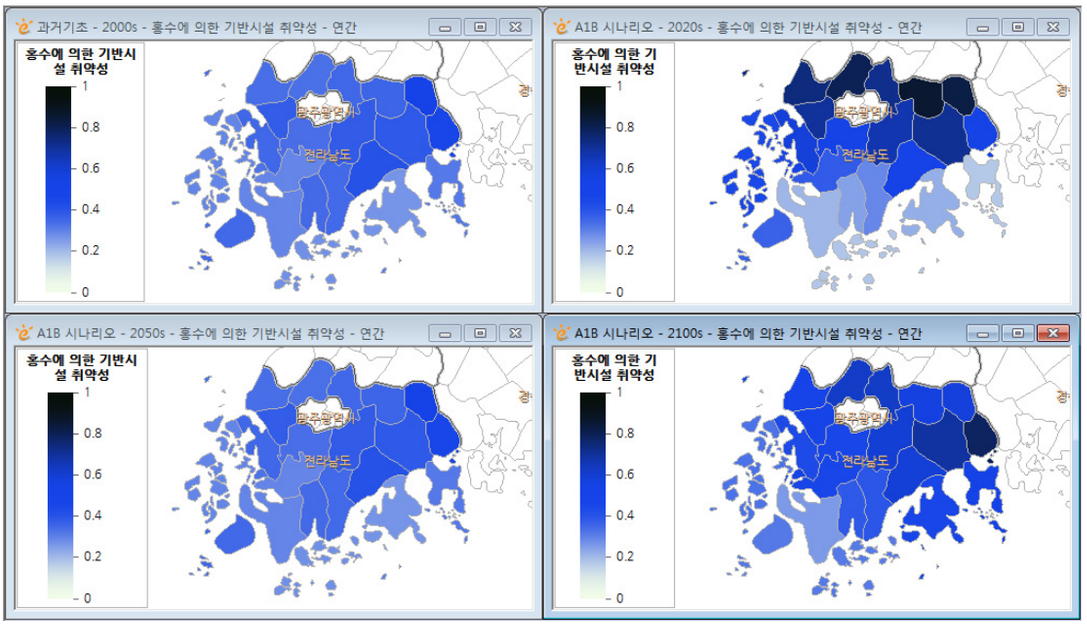


(곡성군)

<그림 5-2-26> 사군별 대용변수 기여도

■ 홍수에 대한 미래의 기반시설 취약성

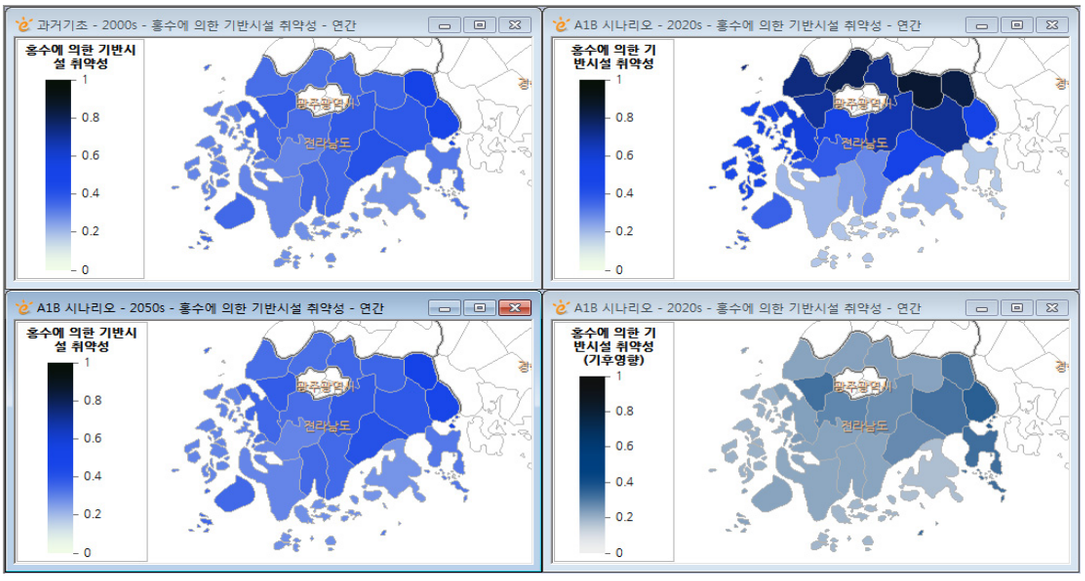
○ 기후변화시나리오 A1B를 적용한 결과는 단기적(2020년)으로 전남 북부지역 시·군이 취약하지만 중·장기적으로 전남 동부지역인 광양시와 순천시가 취약하게 나타남



<그림 5-2-27> 홍수에 대한 기반시설 취약성 전망

■ 홍수에 대한 미래의 기반시설 취약성에서 기후영향

○ 홍수에 대한 기반시설 취약성에서 적응능력을 고려하지 않고 기후노출과 민감도만을 합한 기후영향은 장기적으로 점차 취약성이 완화되는 경향을 보임



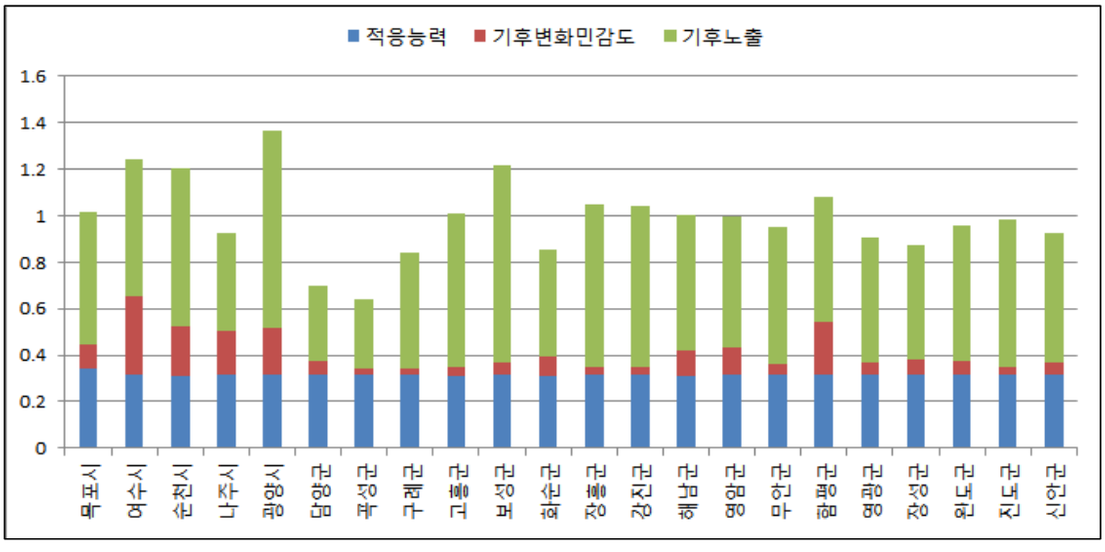
<그림 5-2-28> 홍수에 대한 기반시설 취약성(기후영향) 전망

■ 시군별 홍수에 대한 기반시설 취약성 평가 결과

○ 도출된 취약성 평가지수를 전라남도 22개 시군을 함께 누적막대그래프로 나타내면 광양시가 취약성이 가장 높고, 다음으로 여수시, 보성군, 순천시 순으로 전라남도 동부지역에 밀집되어 있음. 전남 서부지역에서는 함평군, 목포시 장흥군 강진군이 유사한 취약성을 나타냄. 그러나 표준화한 취약성지수는 구례군이 가장 높음

○ 담양군과 곡성군은 취양성지수가 낮아 상대적으로 안전한 지역으로 평가됨

○ 광양시와 보성군은 기후노출이 상대적으로 높고, 여수시는 기후민감도가 상대적으로 높음

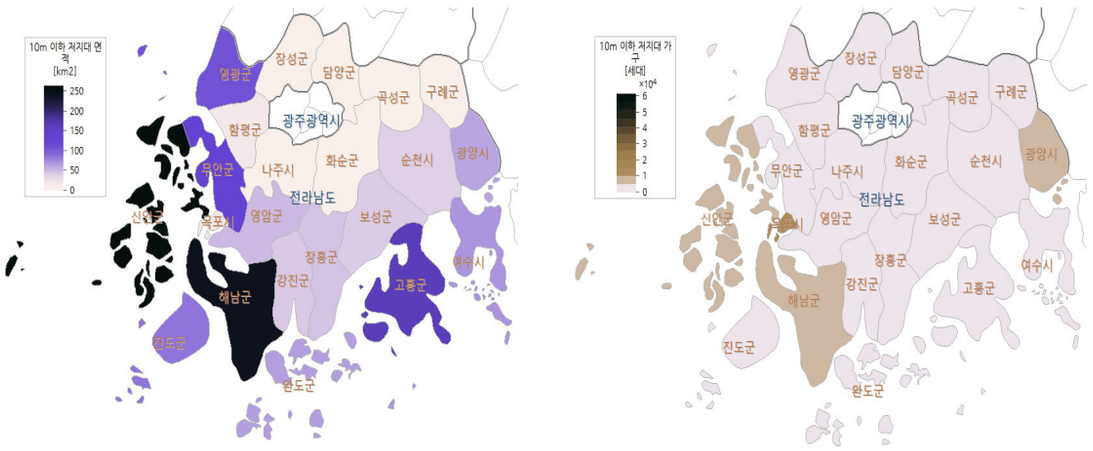


<그림 5-2-29> 홍수 기반시설에 대한 전남 시·군별 취약성 평가지수

■ 홍수에 대한 취약성 평가에 영향을 미치는 요소

○ 고도 10m이하 저지대 분포면적 및 가구 수

- 고도 10m이하의 지대가 가장 많이 분포된 지역은 해남군과 신안군이며 다음으로 영광군, 무안군, 고흥군 순임. 저지대의 가구 수가 많은 지역은 목포를 비롯하여 신안군, 해남군, 광양시 등임.
- 따라서 1일 당 80mm 이상의 강수일수를 나타내는 지역과는 일치하지 않으나, 해수면 상승의 효과나 폭풍해일과 중첩되는 기상에서는 신안군과 광양시가 취약한 것으로 해석됨.

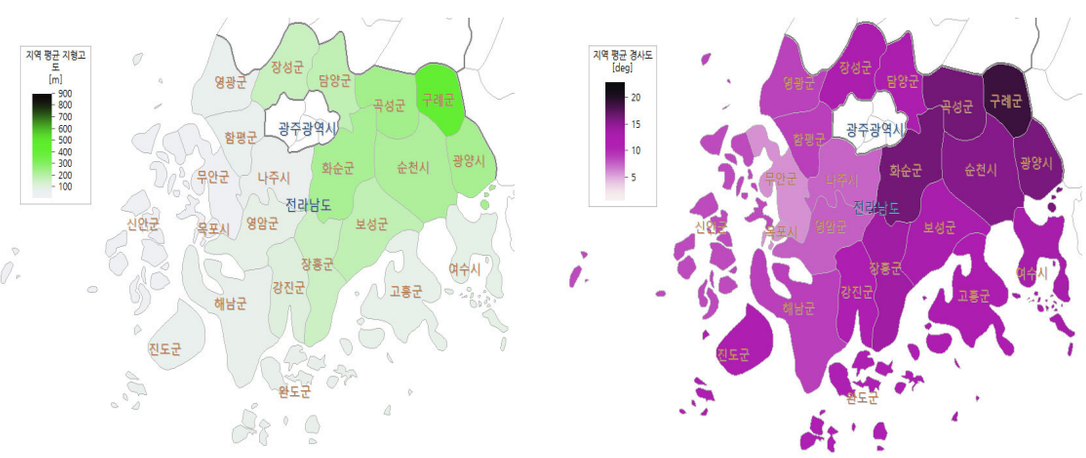


(a) (b)

<그림 5-2-30> 고도 10m 이하 저지대면적(a) 및 가구수(b)

○ 평균 해발고도와 평균 경사도

- 평균 경사도는 지리산에 가까운 구례군이 가장 크고 인근지역인 곡성군, 순천시, 광양시가 상대적으로 높으며, 화순군도 산지가 많아 경사도가 크며, 무안군과 목포시가 가장 낮음.
- 전남의 동부와 북부지역은 1일 80mm 이상의 강수일수가 높은 지역으로 지역의 평균고도나 경사도가 높아 홍수와 함께 산사태에 대한 취약성이 높은 지역으로 평가됨.

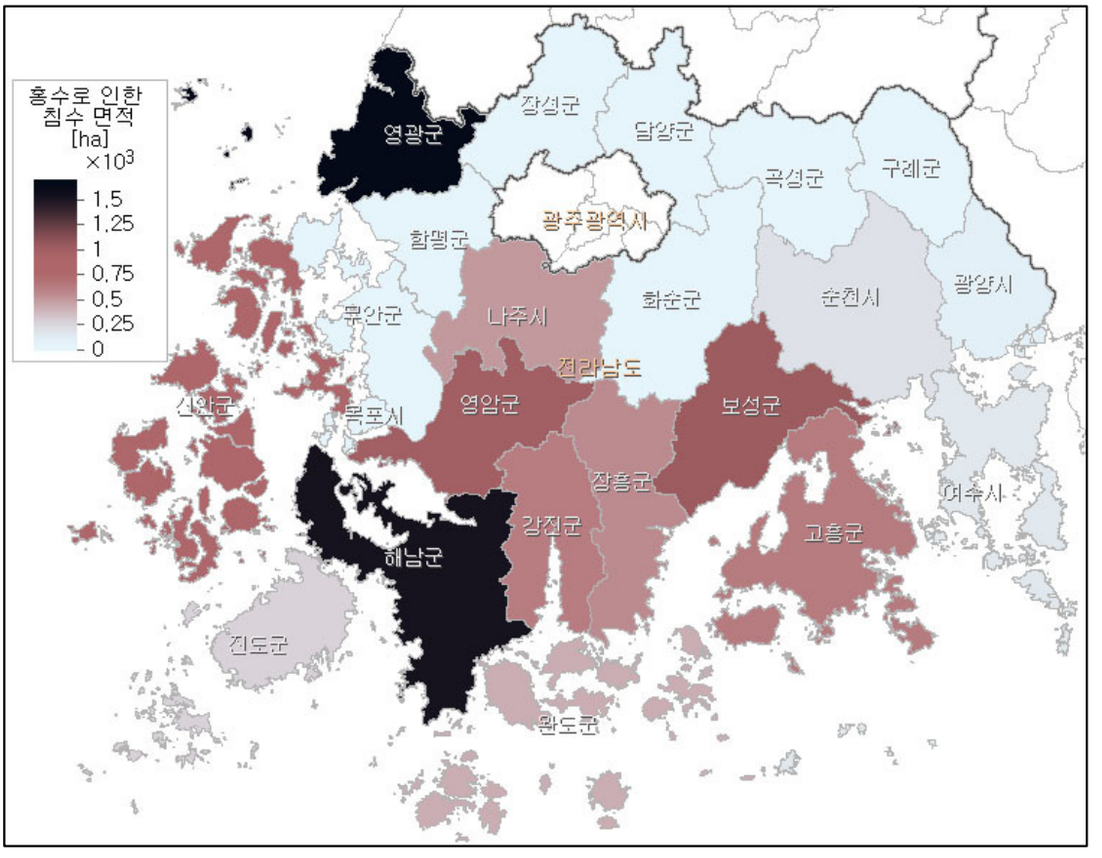


(a) (b)

<그림 5-2-31> 시군별 평균 해발고도(a) 및 평균 경사도(b)

○ 홍수에 의한 침수피해

- 영광군과 해남군의 침수피해가 가장 크며, 다음으로 신안군, 영암군, 보성군 등의 순으로 침수에 취약함.



<그림 5-2-32> 홍수로 인한 침수 면적

나) 폭염에 대한 취약성 평가

■ 폭염에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수

○ 폭염에 대한 취약성평가에 사용하는 대용변수와 가중치는 <표 5-2-23>와 취약성 평가지수는 <표 5-2-24>에 나타냄.

<표 5-2-23> 폭염에 대한 기반시설 취약성 평가의 대응변수

세부항목	대응변수		변수목록	가중치	세부항목과	참고문헌
Ⅶ-② 폭염에 대한 기반시설 취약성	기후노출		일 최고기온 33℃ 이상 일수	0.66	폭염을 반영할 수 있도록, 기온상승을 보여주는 지배적인 기후요소를 지표로 선정	유가영 외 (2008) 고재경 (2009)
			일 최저기온 35℃ 이상 일수	0.34		
	민감도	폭염 취약 지역 (불투수 지역 면적)	도로면적	1.00	폭염 발생확률이 높은 지역의 특성을 반영할 수 있도록 취약지역을 공통적인 민감도를 대응변수로 선정하고, 폭염으로 인해 영향을 받는 기반시설을 변수로 선정	
	적응력		1인당 지역총생산 (GRDP)	0.28	폭염 발생할 경우 적응 할 수 있는 사회·경제적 요소들이 반영된 대응변수 선정	
			1인당 공무원수	0.17		
			1인당 녹지면적	0.55		

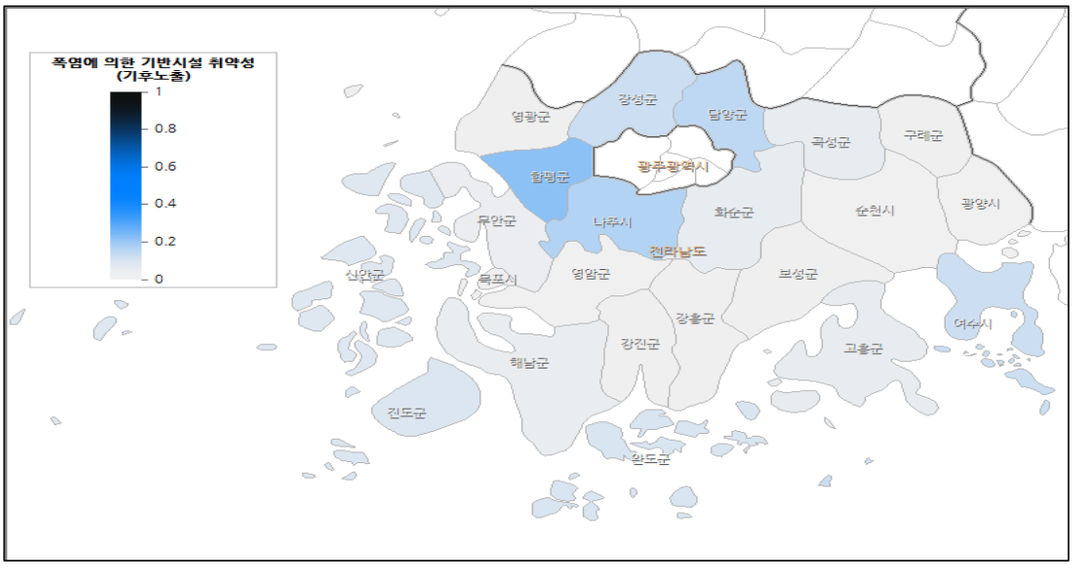
<표 5-2-24> CCGIS 3.1 프로그램을 통해 평가된 폭염에 대한 취약성평가 지수

폭염에 의한 기반시설	취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	-0.0297	0.0183	0.29976	0.33501	0.12389	0.41768
여수시	0.062	0.125	0.34302	0.62692	0.29231	0.42448
순천시	-0.00951	0	0.35131	0.55453	0.18484	0.58477
나주시	0.0551	0.16833	0.37677	0.56528	0.30065	0.45403
광양시	-0.0313	0	0.41762	0.56534	0.18845	0.60614
담양군	-0.0368	0.15	0.3745	0.16566	0.15522	0.55279
곡성군	-0.0787	0.06	0.30583	0.0316	0.0505	0.63065
구례군	-0.0898	0.01	0.28484	0.0434	0.0211	0.79263
고흥군	-0.0609	0.0583	0.28957	0.0909	0.0692	0.45817
보성군	-0.0806	0.01	0.3093	0.12814	0.0494	0.51087
화순군	-0.0562	0.06	0.30824	0.14131	0.0871	0.51817
장흥군	-0.0752	0.0167	0.27772	0.0864	0.0399	0.47131
강진군	-0.0787	0.0167	0.29188	0.0942	0.0425	0.47474
해남군	-0.0598	0.05	0.28066	0.0973	0.0658	0.38136
영암군	-0.0758	0	0.38298	0.2967	0.0989	0.36987
무안군	-0.0869	0.045	0.36297	0.12009	0.07	0.47672
함평군	0.00594	0.22333	0.30025	0.0934	0.18004	0.50233
영광군	-0.0781	0.00833	0.28851	0.10789	0.0415	0.41627
장성군	-0.0532	0.12833	0.39674	0.16994	0.1422	0.53363
완도군	-0.0459	0.1	0.27924	0.0605	0.0868	0.47499
진도군	-0.0538	0.0917	0.28835	0.0553	0.0796	0.52229
신안군	-0.0629	0.0833	0.27642	0.00905	0.0586	0.25327

■ 폭염에 대한 기반시설의 기후노출 취약성

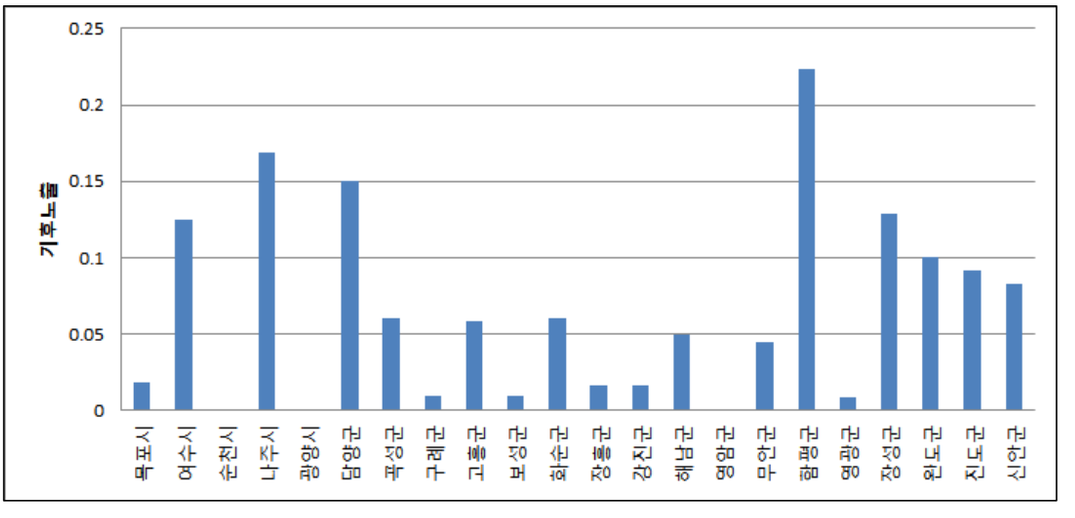
○ 기후노출 대응변수는 '80mm/일 이상 강수일수'(45%)와 '일 최대 강수량(mm)'(55%)을 사용

○ 현재(2000년) 기준으로 폭염에 대한 기반시설 취약성의 기후노출 대응변수에 따르면, 상대적으로 함평군이 가장 취약하고, 나주시, 담양군, 여수시, 장성군 순으로 취약함



<그림 5-2-33> 폭염에 대한 기반시설의 기후노출 취약성 분포

○ 대응변수인 기후노출에 상대적으로 가장 취약한 지역은 함평군이며, 수치가 높을수록 취약함<그림 5-2-34>

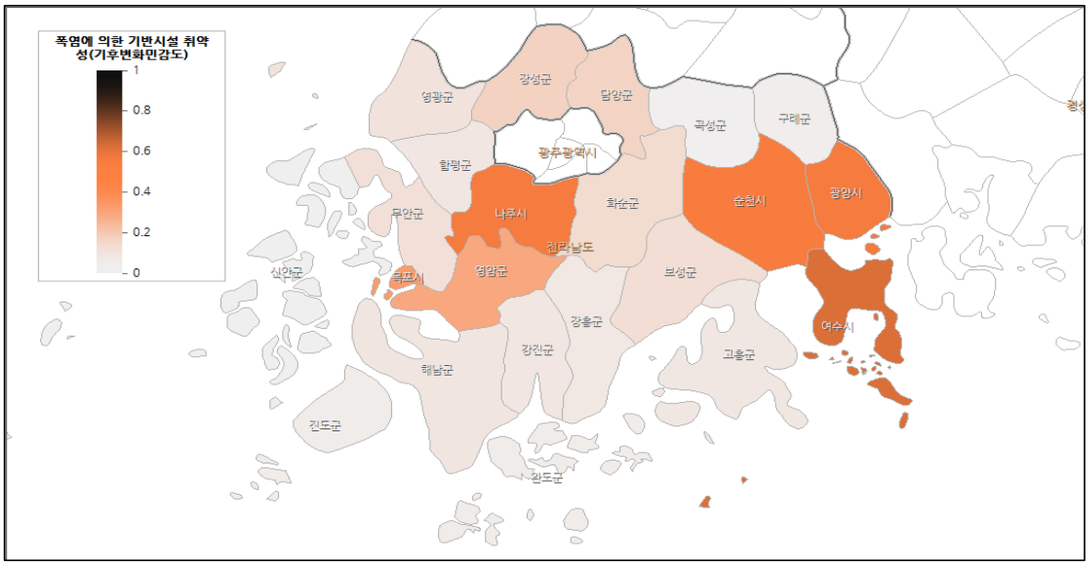


<그림 5-2-34> 폭염에 대한 기반시설의 기후노출 취약성의 시·군별 비교

■ 폭염에 대한 기반시설의 민감도 취약성

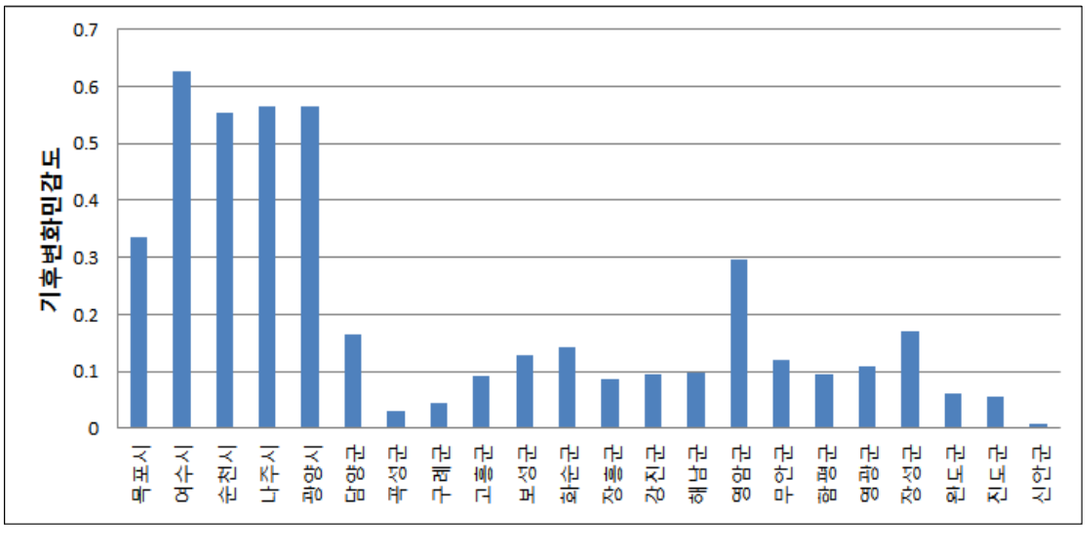
○ 현재(2000년) 기준으로 민감도 변수에 따른 폭염에 대한 기반시설 취약성은 여수시가 상대적으로 가장 취약하고, 다음으로 함평군, 순천시, 나주시, 광양시도 상대적으로 취약함.

- 폭염에 대한 기반시설 민감도 대용변수로 도로면적을 사용하였음.



<그림 5-2-35> 폭염에 대한 기반시설 민감도 취약성 분포

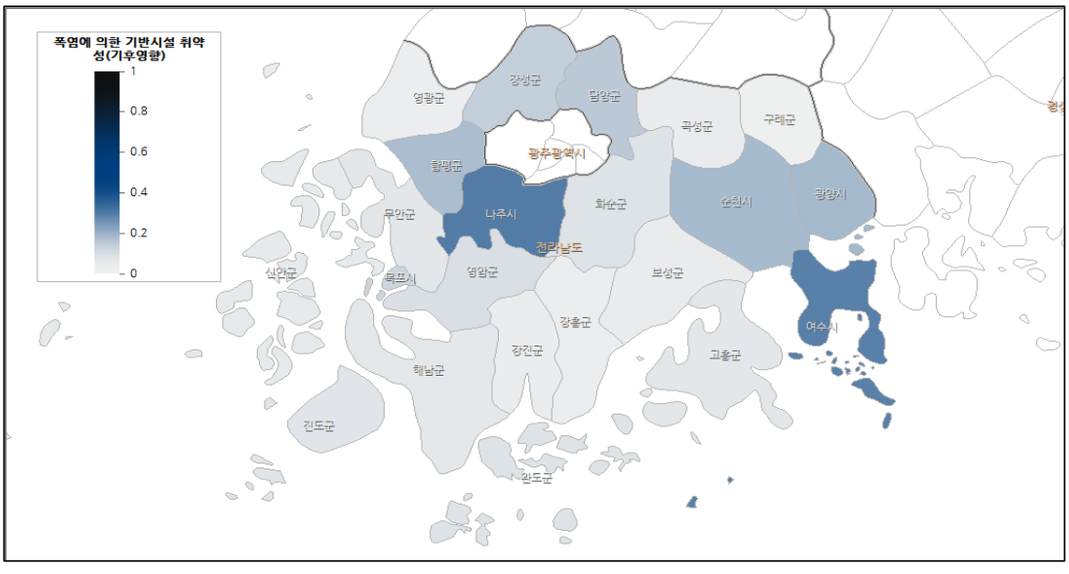
○ <그림 5-2-36>는 위 대용변수로 계산된 기후노출지수를 시군별로 나타낸 것으로 수치가 높을수록 취약함



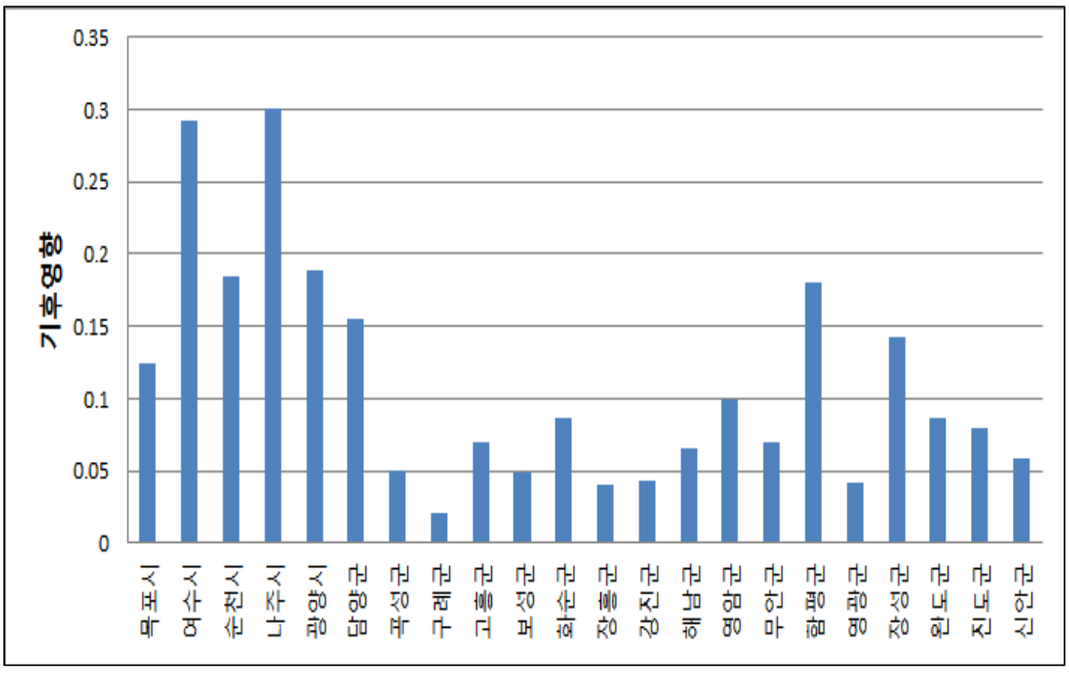
<그림 5-2-36> 폭염에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시·군별 비교

■ 폭염에 대한 기반시설의 기후영향 취약성

○ 현재(2000년)를 기준으로 기후노출과 민감도의 대용변수를 합한 기후영향에 따른 폭염에 대한 기반시설 취약성은 나주시와 여수시가 상대적으로 매우 높고, 순천시, 나주시, 함평군이 상대적으로 취약하며, 곡성군, 구례군, 장흥군, 해남군 등은 상대적으로 안정됨



<그림 5-2-37> 폭염에 대한 기반시설의 기후영향 취약성 분포

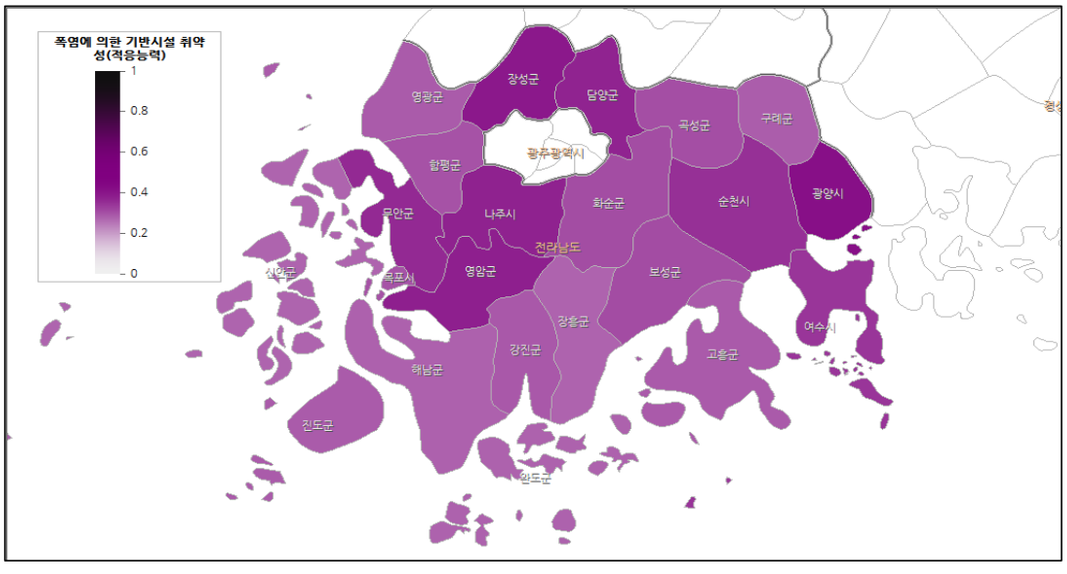


<그림 5-2-38> 폭염에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시·군별 비교

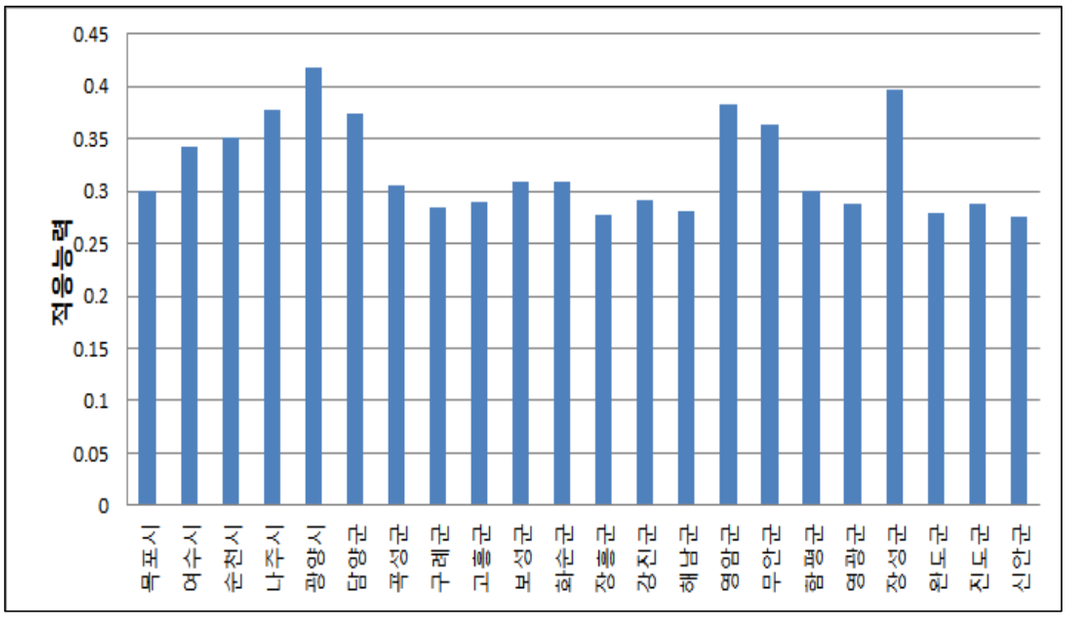
■ 폭염에 대한 기반시설의 적응능력 취약성

○ 현재(2000년)기준으로 적응능력 변수에 따른 폭염에 대한 기반시설 취약성은 상대적으로 장흥군과 완도군이 취약하게 나타남.

○ 결과적으로 폭염에 대한 적응능력은 상대적으로 광양시가 가장 높고, 여수시, 순천시, 나주시, 담양군, 영광군, 무안군이 높은 편임.



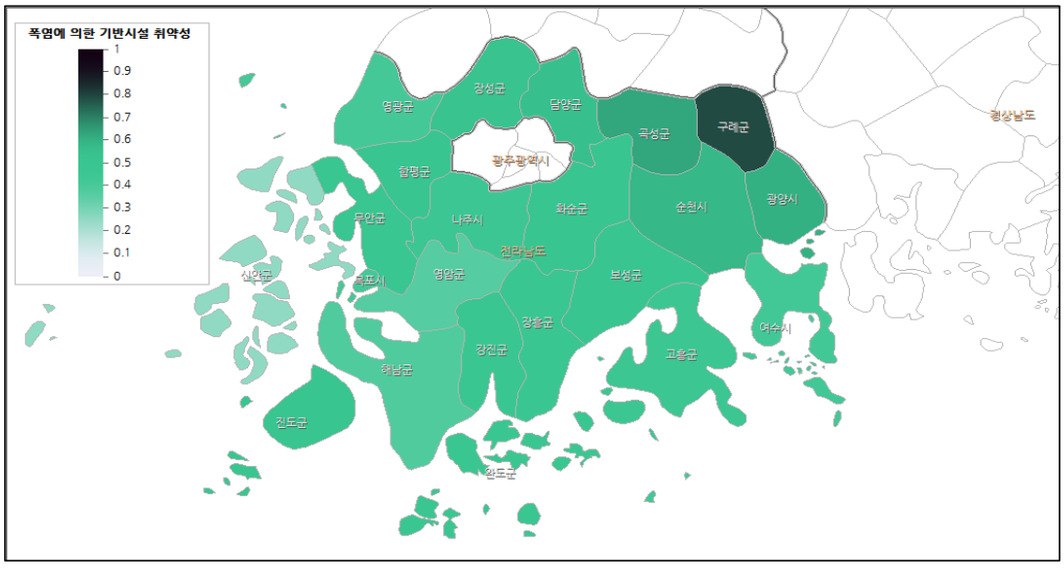
<그림 5-2-39> 폭염에 대한 기반시설 적응능력 취약성 분포



<그림 5-2-40> 폭염에 대한 기반시설 적응능력 취약성의 시·군별 비교

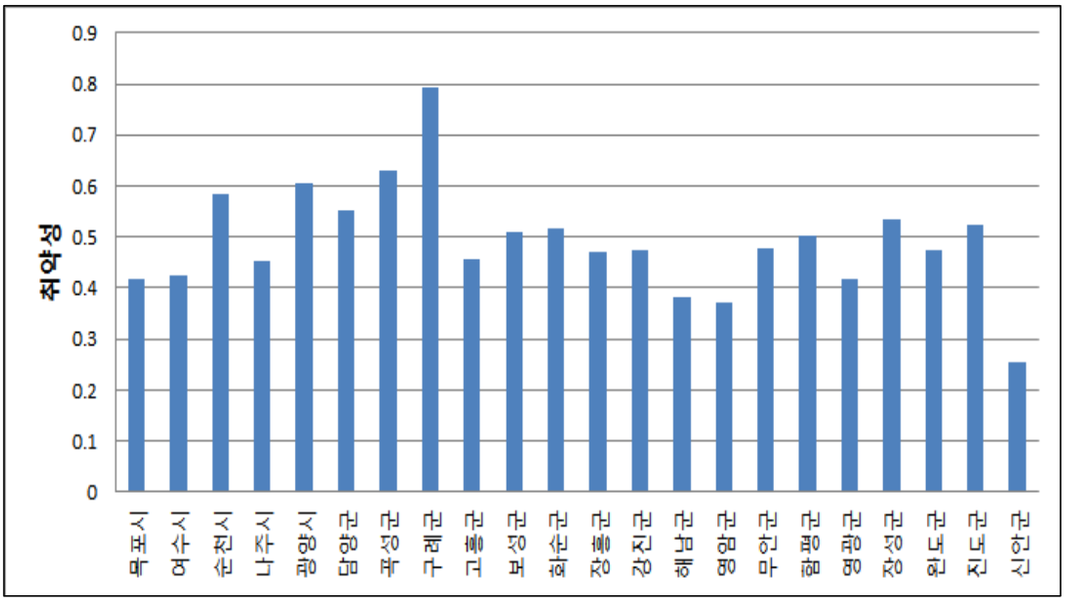
■ 폭염에 대한 현재의 기반시설 취약성

○ 현재(2000년)기준으로 폭염에 대한 기반시설 취약성을 전남의 시군 단위로 나타냄.



<그림 5-2-41> 폭염에 대한 현재의 기반시설 취약성 분포

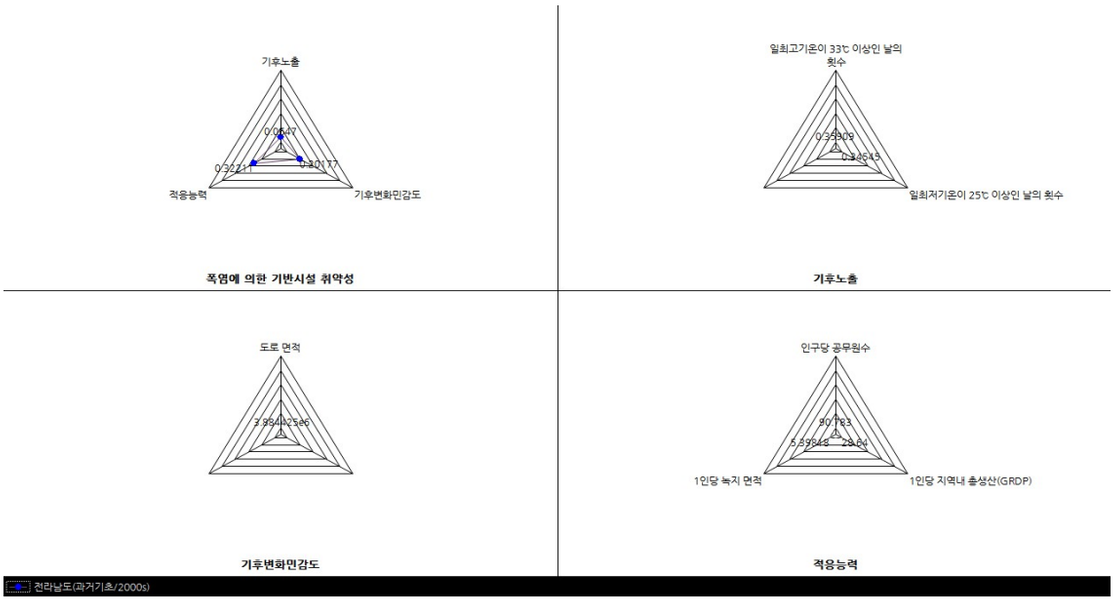
○ 폭염에 대한 기반시설이 가장 취약한 지역은 구례군이며, 이어서 광양시, 순천시, 여수시 등의 동부지역이 상대적으로 취약하며 서부지역에서는 함평군이 상대적으로 취약함.



<그림 5-2-42> 폭염에 대한 현재의 기반시설 취약성 시·군별 비교

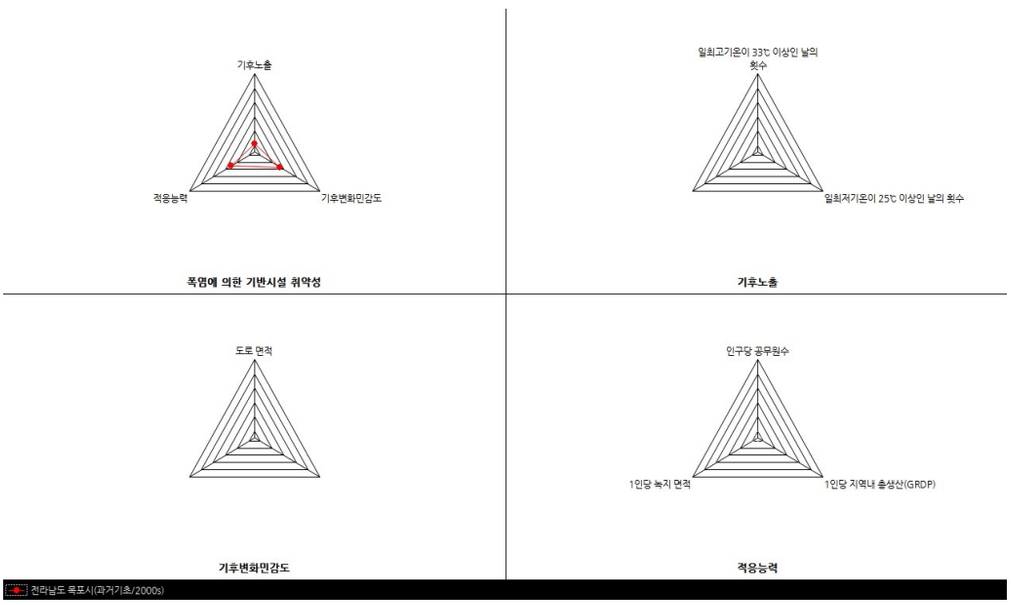
■ 폭염에 대한 시군별 대용변수의 기여도 분석

○ 전남 22개 시군에 대해 폭염에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수의 기여도를 파악하고, 기후노출, 민감도, 적응능력을 구성하는 세부 대용변수의 기여도를 파악



<그림 5-2-43> 폭염에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수 및 세부 대용 기여도

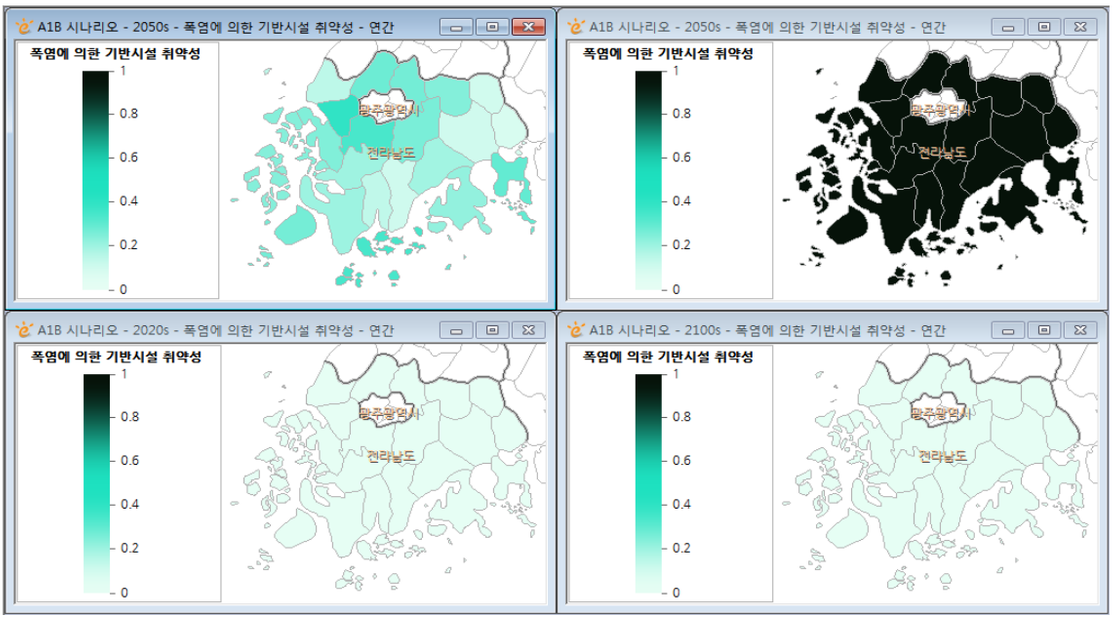
○ 전남 전체의 과거평균에서 폭염에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 세 대용 변수는 유사한 영향을 미치는 것으로 판단됨



<그림 5-2-44> 목포시의 대용 변수의 기여도

■ 폭염에 대한 미래의 기반시설 취약성

○ 기후변화시나리오 A1B를 적용한 결과는 단기적으로 전남 북부 시군이 취약하지만 장기적으로는 동부지역인 광양시와 순천시가 취약함.

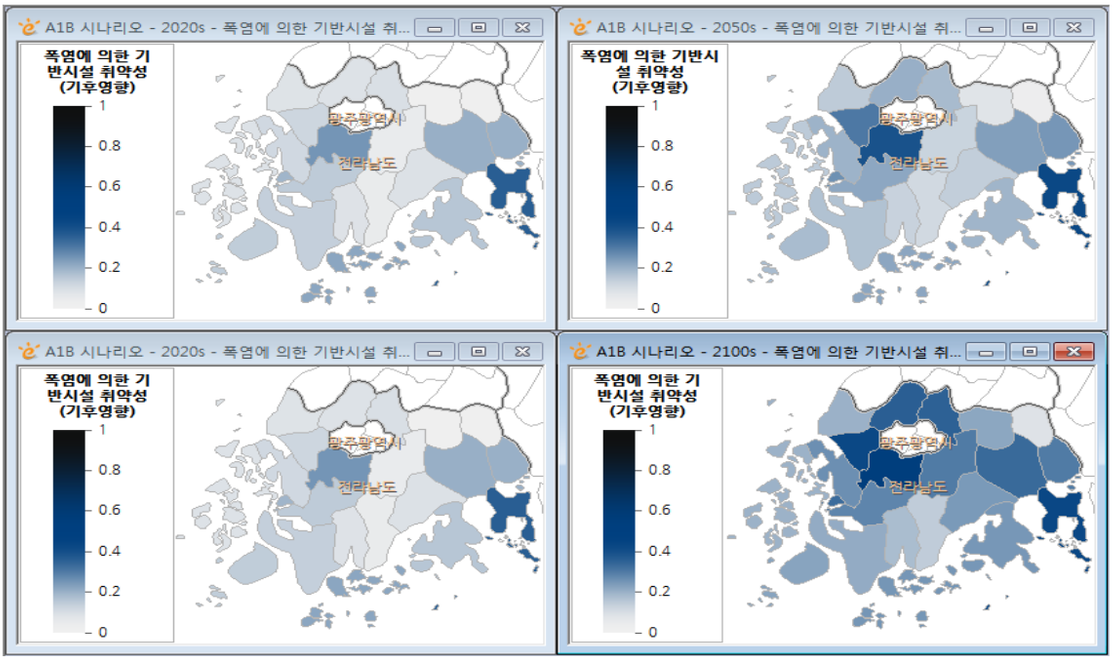


<그림 5-2-45>폭염에 대한 미래 기반시설 취약성 분포

■ 폭염에 대한 미래의 기반시설 기후영향 취약성

○ 폭염에 대한 기반시설 취약성에서 적응능력을 고려하지 않고 기후노출과 민감도만을 합한 기후영향에 관한 그림으로, 장기적으로는 점차 취약성이 강화되는 경향을 보임

○ 특히 광주광역시 남부지역부터 점차 확대되는 경향을 보이며, 여수시가 점진적으로 취약성이 높아지고 있음.

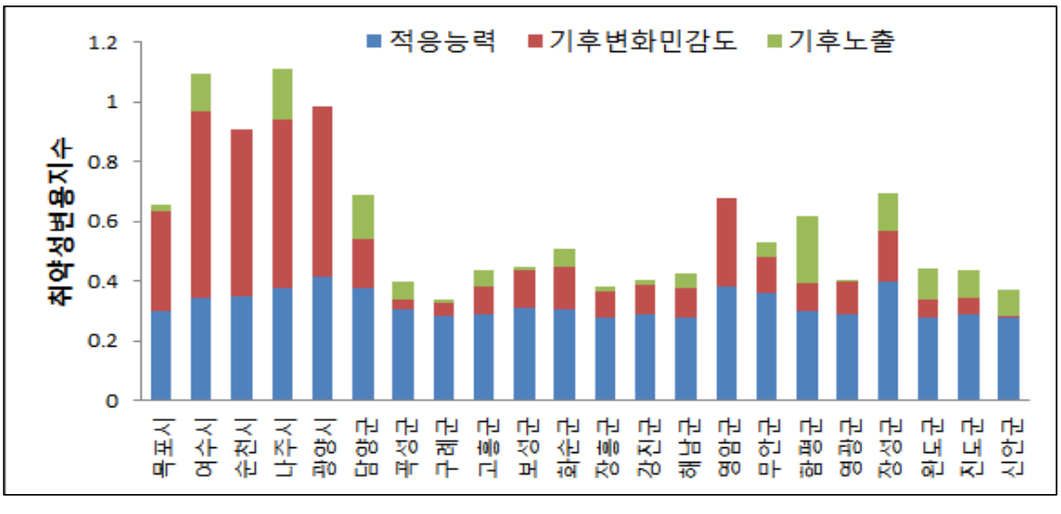


<그림 5-2-46> 폭염에 대한 미래의 기후영향

■ 폭염에 대한 시군별 기반시설 취약성 평가 결과

○ 도출된 취약성 평가지수를 전라남도 22개 시군을 함께 누적막대그래프로 나타내면 다음 <그림 5-2-47>과 같으며, 나주시가 취약성이 가장 높고, 다음으로 여수시, 광양시, 곡성군 순으로 취약성이 높으며, 이들 지역에서 기후변화 민감도가 가장 큰 영향을 미침

○ 구례군, 곡성군, 장흥군, 영광군 등은 기후노출이 적어 취약성지수가 상대적으로 낮은 안전한 지역으로 평가됨



<그림 5-2-47> 취약성 변용지수의 시·군단위 비교

다) 폭설에 대한 취약성 평가

■ 폭설에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수

○ 폭설에 대한 취약성평가에서 사용하는 대용변수와 가중치는 <표 5-2-25> 및 취약성 평가 지수는 <표 5-2-26>에 나타냄.

<표 5-2-25> 폭설에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수

세부항목	대응변수		변수목록	가중치	세부항목과	참고문헌
Ⅶ-③ 폭설에 대한 기반시설 취약성	기후노출		연 적설량	100	폭설을 반영할 수 있도록, 적설량을 보여주는 지배적인 기후요소를 지표로 선정	국립 환경 과학원 (2010)
	민감도	폭설 취약 지역 (폭설)	도로면적	59	폭설 발생확률이 높은 지역의 특성을 반영할 수 있도록 취약지역을 공통적인 민감도 대응변수로 선정, 폭설로 인해 영향을 받는 기반시설을 변수로 선정	
			철도면적	26		
			공항면적	15		
	적응력		1인당 지역총생산 (GRDP)	56	폭염 발생할 경우 적응할 수 있는 사회·경제적 요소들이 반영된 대응변수를 선정	
			1인당 공무원수	32		

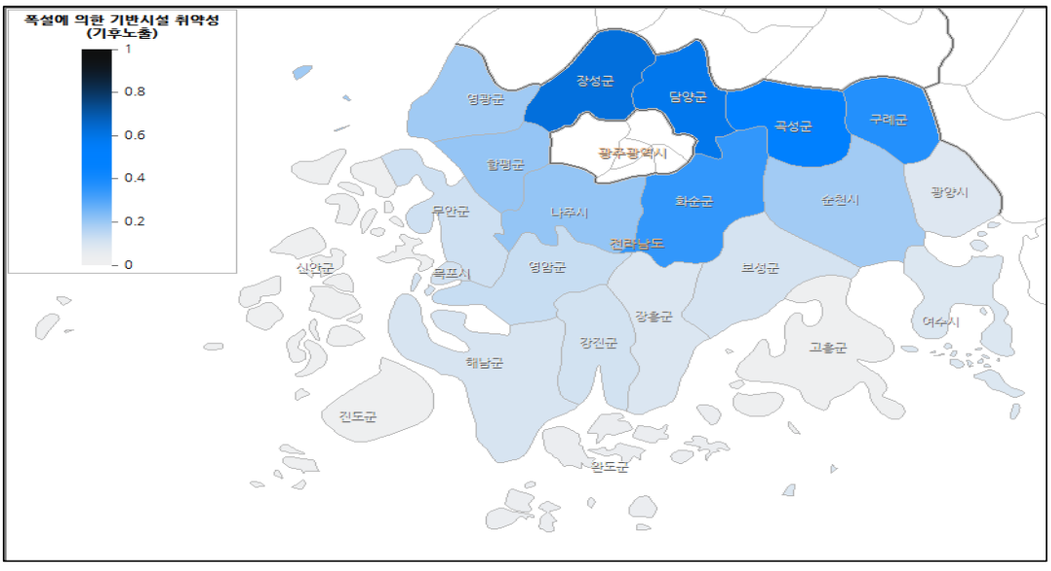
<표 5-2-26> CCGIS 3.1를 통한 폭설에 대한 취약성평가 지수

행정구역	취약성(-)	기후노출	적응능력	민감도	기후영향	표준화
목포시	-0.0444	0.11108	0.63262	0.28932	0.17869	22.1835
여수시	-0.00166	0.0912	0.63262	0.47737	0.23767	17.8002
순천시	0.0379	0.19261	0.63262	0.45509	0.29217	22.4939
나주시	0.0485	0.21241	0.63262	0.46155	0.30691	23.9054
광양시	0.00403	0.0878	0.63262	0.50351	0.24551	21.0668
담양군	0.13653	0.58877	0.63262	0.16566	0.42828	23.8531
곡성군	0.0547	0.49191	0.63262	0.0266	0.31543	23.4203
구례군	0.00676	0.37508	0.63262	0.0434	0.24929	22.5965
고흥군	-0.13631	0.0281	0.63262	0.0909	0.0519	21.751
보성군	-0.0972	0.10805	0.63262	0.10226	0.10585	23.0825
화순군	0.0142	0.34826	0.63262	0.11446	0.25958	23.525
장흥군	-0.10793	0.094	0.63262	0.0864	0.0911	21.1611
강진군	-0.0977	0.11502	0.63262	0.0892	0.10523	21.5901
해남군	-0.10358	0.103	0.63262	0.0874	0.0971	20.4421
영암군	-0.0567	0.13496	0.63262	0.20576	0.16181	22.4521
무안군	-0.0827	0.12117	0.63262	0.13371	0.12592	22.6045
함평군	-0.0564	0.21019	0.63262	0.0835	0.16214	23.8884
영광군	-0.0564	0.19545	0.63262	0.10789	0.16224	20.9342
장성군	0.1476	0.62356	0.63262	0.14899	0.44355	23.7454
완도군	-0.1379	0.0432	0.63262	0.0605	0.0498	17.0804
진도군	-0.1484	0.023	0.63262	0.0553	0.0353	19.1091
신안군	-0.15918	0.0273	0.63262	0.00905	0.0204	15.4717

■ 폭설에 대한 기반시설 기후노출 취약성

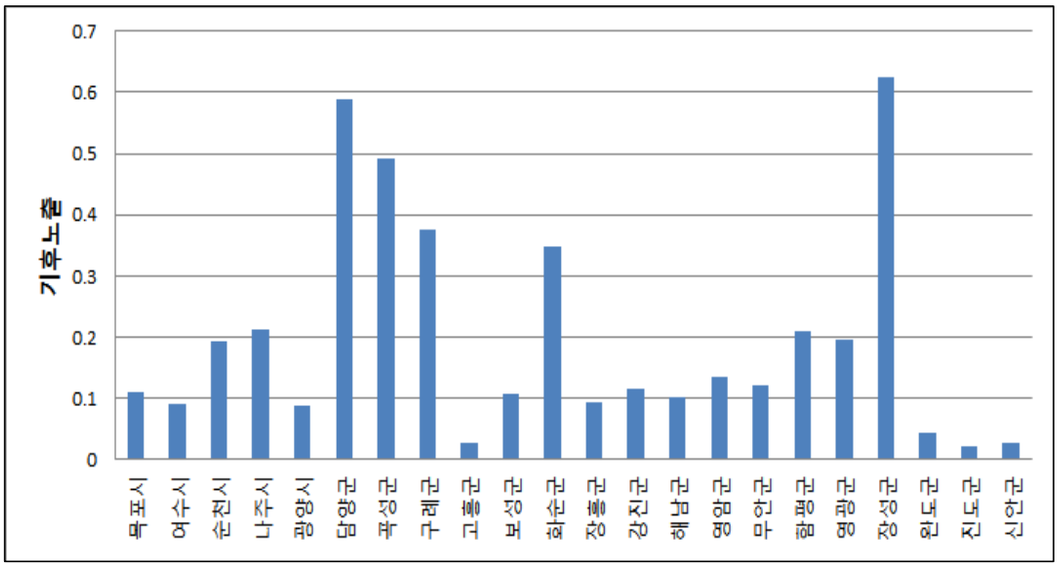
○ 기후노출의 대용변수는 “연 적설량”을 사용하였으며, 현재(2000년)를 기준으로 폭설에 대한 기반시설 취약성의 기후노출 대용변수를 전남의 시군 단위로 나타냄

○ 폭설 노출에 있어서 상대적으로 가장 취약한 지역으로 나타나는 곳은 장성군이며, 담양군, 곡성군, 구례군, 화순군 순으로 취약함



<그림 5-2-48> 폭설에 대한 기반시설 기후노출 취약성 분포

○ <그림 5-2-49>는 위 대용변수로 계산된 기후노출지수를 시군별로 나타낸 것으로 수치가 높을수록 취약함

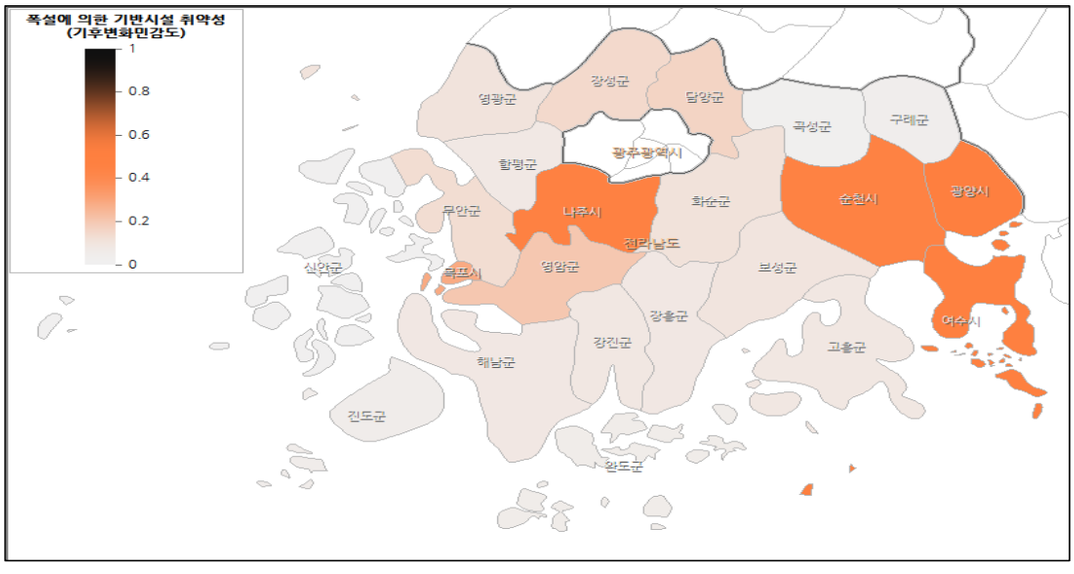


<그림 5-2-49> 폭설에 대한 기반시설 기후노출 취약성의 사 군별 비교

■ 폭설에 대한 기반시설 민감도 취약성

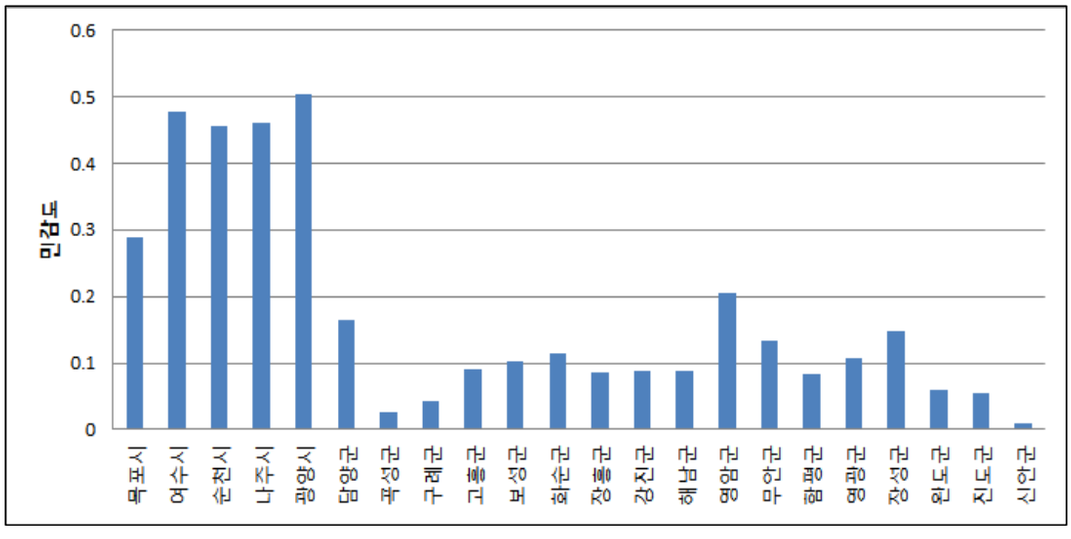
○ 현재(2000년)를 기준으로 폭설에 대한 기반시설 취약성의 민감도가 상대적으로 가장 취약한 지역은 광양시이며, 다음으로 여수시, 순천시, 나주시는 상대적으로 취약함.

- 폭설에 대한 기반시설 민감도 대용변수는 도로면적, 철도면적, 공항면적 사용



<그림 5-2-50> 폭설에 대한 기반시설 민감도 취약성 분포

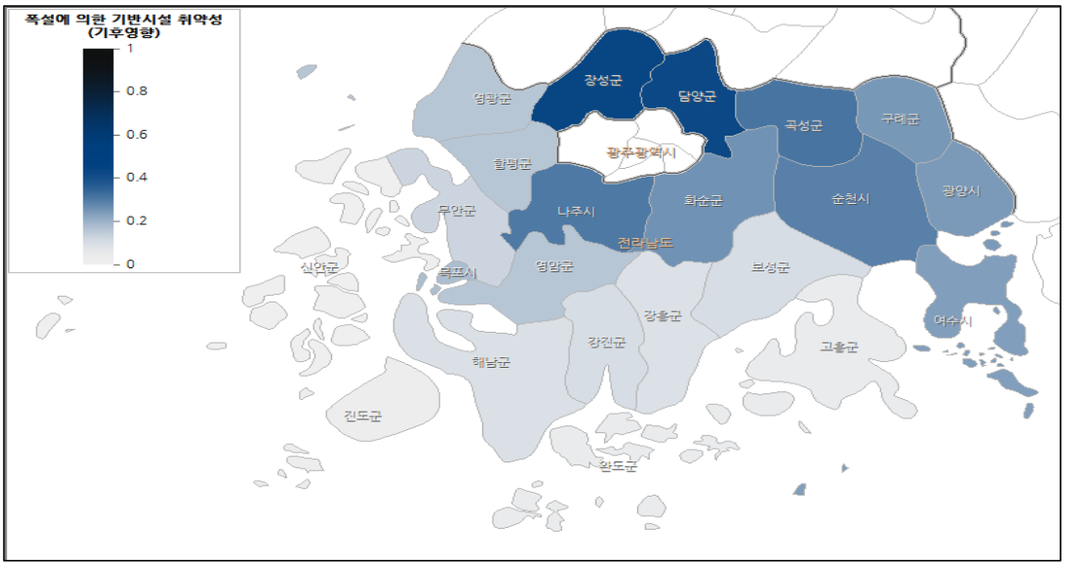
○ <그림 5-2-51>은 위 대용변수로 계산된 기후노출지수를 시군별로 나타낸 것으로 수치가 높을수록 취약함



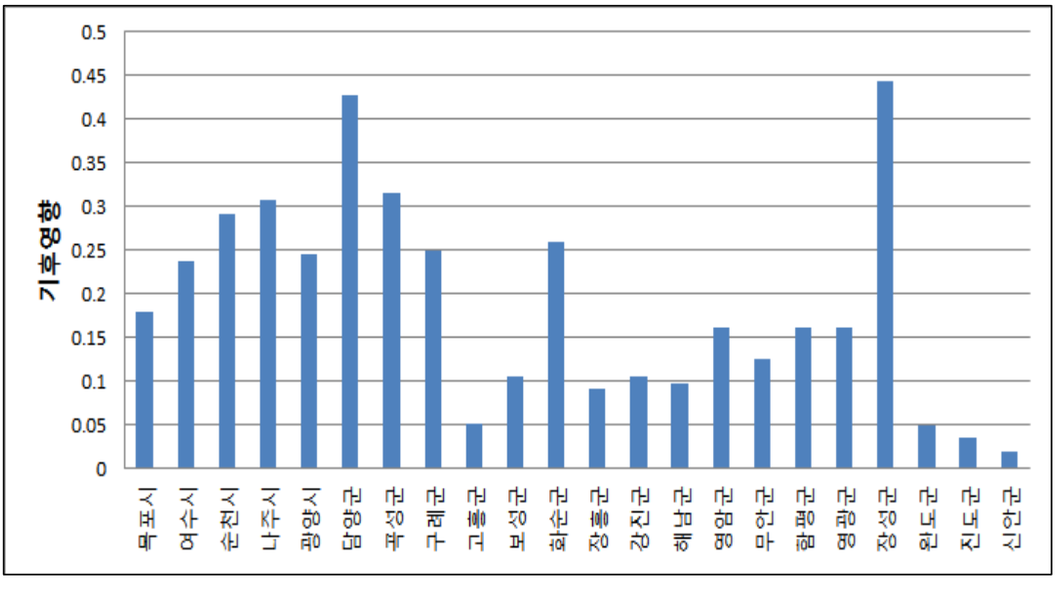
<그림 5-2-51> 폭설에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시·군별 비교

■ 폭설에 대한 기반시설 기후영향 취약성

○ 현재(2000년) 기준으로 폭설에 대한 기반시설 취약성의 기후노출 대용변수와 민감도 대용변수를 합한 기후영향에 대한 취약성은 장성군과 담양군이 매우 높고, 순천시, 나주시, 곡성군이 상대적으로 취약함. 고흥군, 완도군, 진도군, 신안군은 상대적으로 안정됨



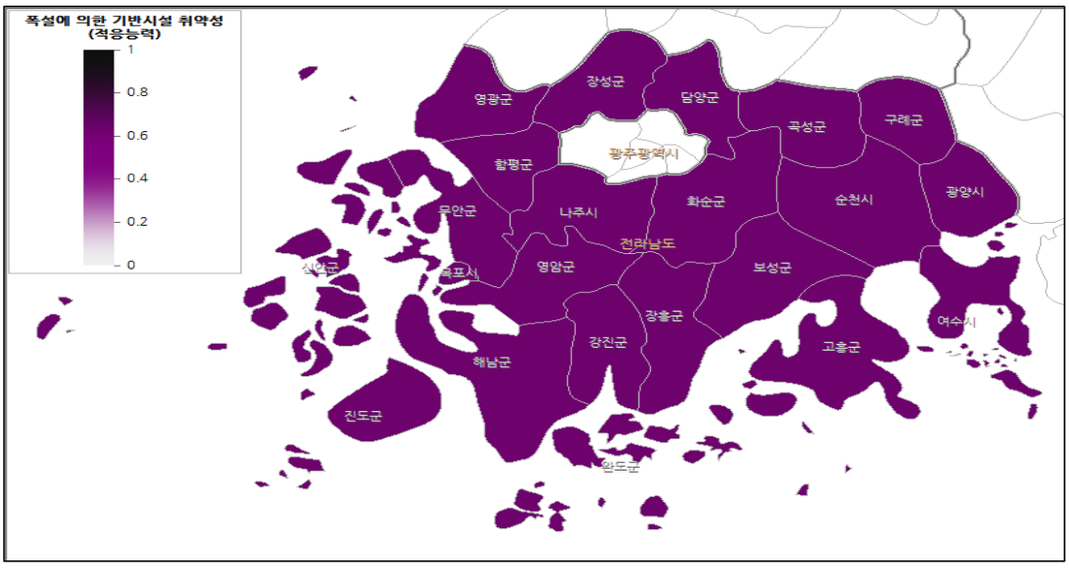
<그림 5-2-52> 폭설에 대한 기반시설 기후영향 취약성 분포



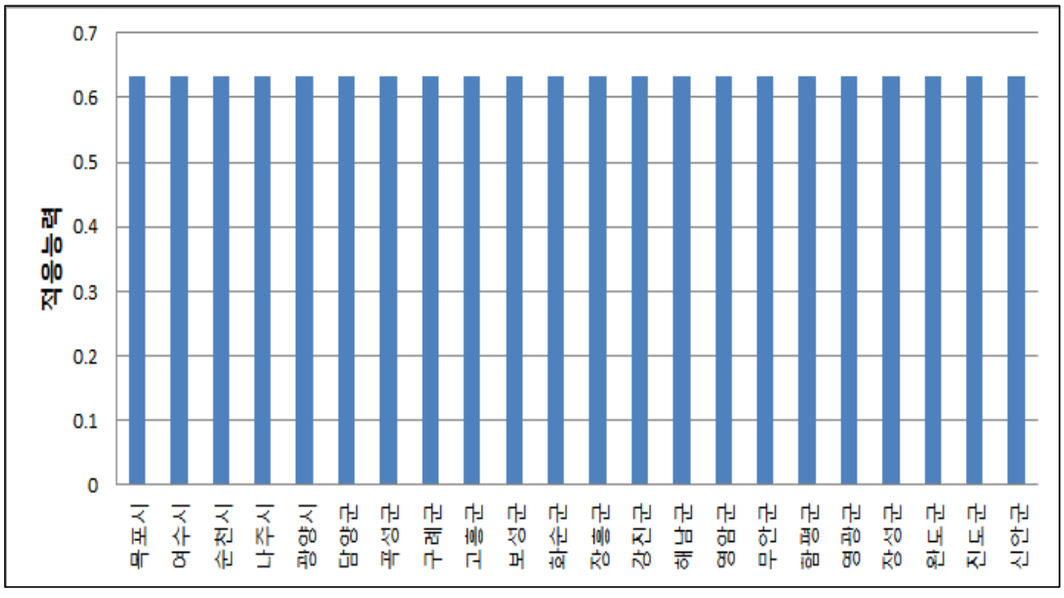
<그림 5-2-53> 폭설에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 사 군별 비교

■ 폭설에 대한 기반시설 적응능력 취약성

○ 현재(2000년)기준으로 폭설에 대한 기반시설 취약성에 대한 적응능력은 전남 시군 단위에서 거의 동일하게 나타나고 있음.



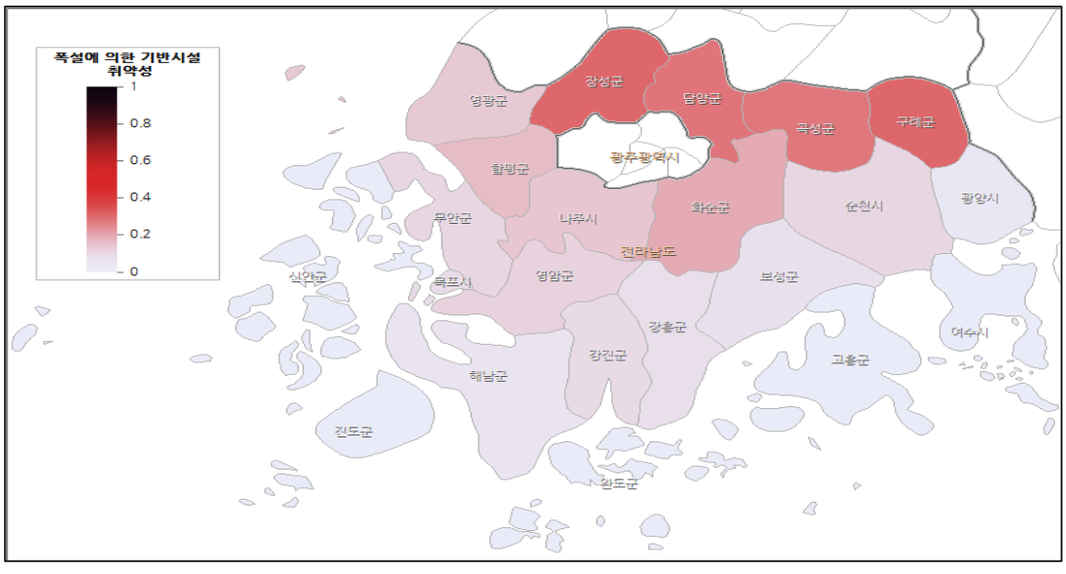
<그림 5-2-54> 폭설에 대한 기반시설 적응능력 취약성 분포



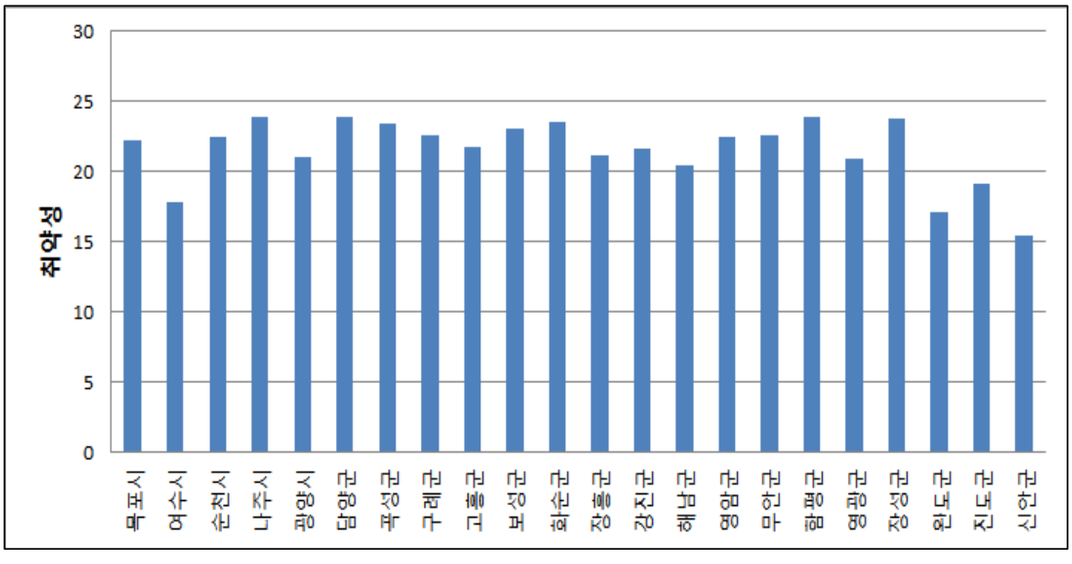
<그림 5-2-55> 폭설에 대한 기반시설 적응능력 취약성의 시·군별 비교

■ 폭설에 대한 현재의 기반시설 취약성

○ 현재(2000년)기준으로 폭설에 대한 기반시설 취약성은 전남의 북부인 장성군, 담양군, 곡성군, 구례군이 상대적으로 특별히 취약하며, 남서해안지역은 상대적으로 안정적임.



<그림 5-2-56> 폭설에 대한 현재의 기반시설 취약성 분포

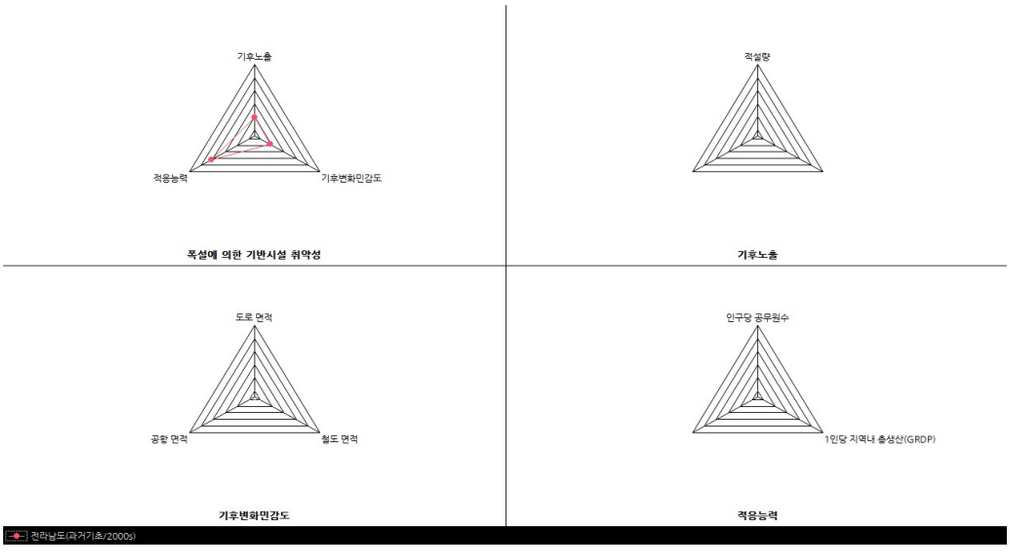


<그림 5-2-57> 폭설에 대한 현재의 기반시설 취약성의 시·군별 비교

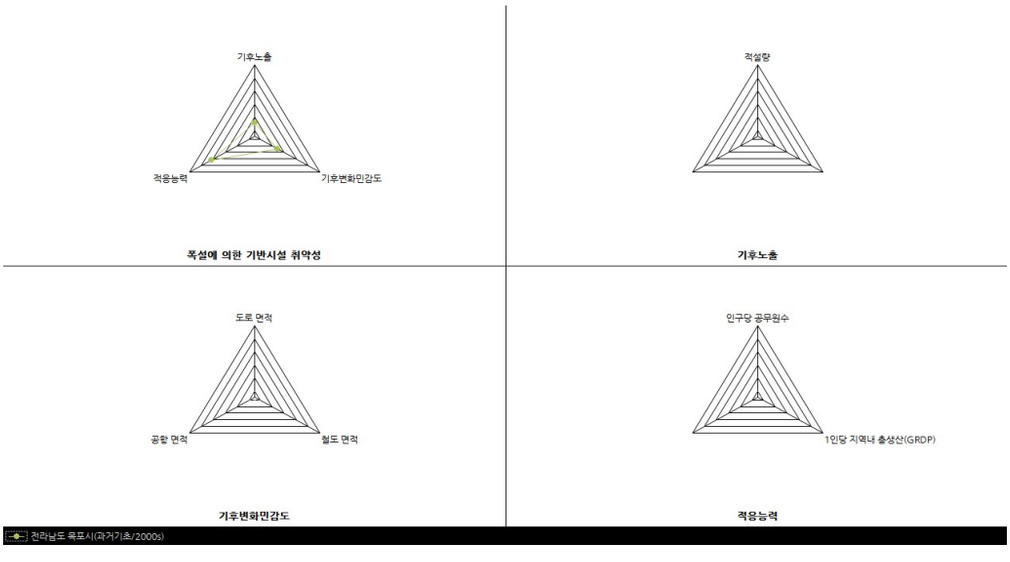
■ 폭설에 대한 시군별 대용변수의 기여도 분석

○ 전남 22개 시군에 대해 폭설에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수의 기여도를 파악하고, 기후노출, 민감도, 적응능력을 구성하는 세부 대용변수의 기여도를 파악

○ 전남 전체의 과거평균에서 폭설에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대응변수는 적응능력의 영향이 가장 큼.



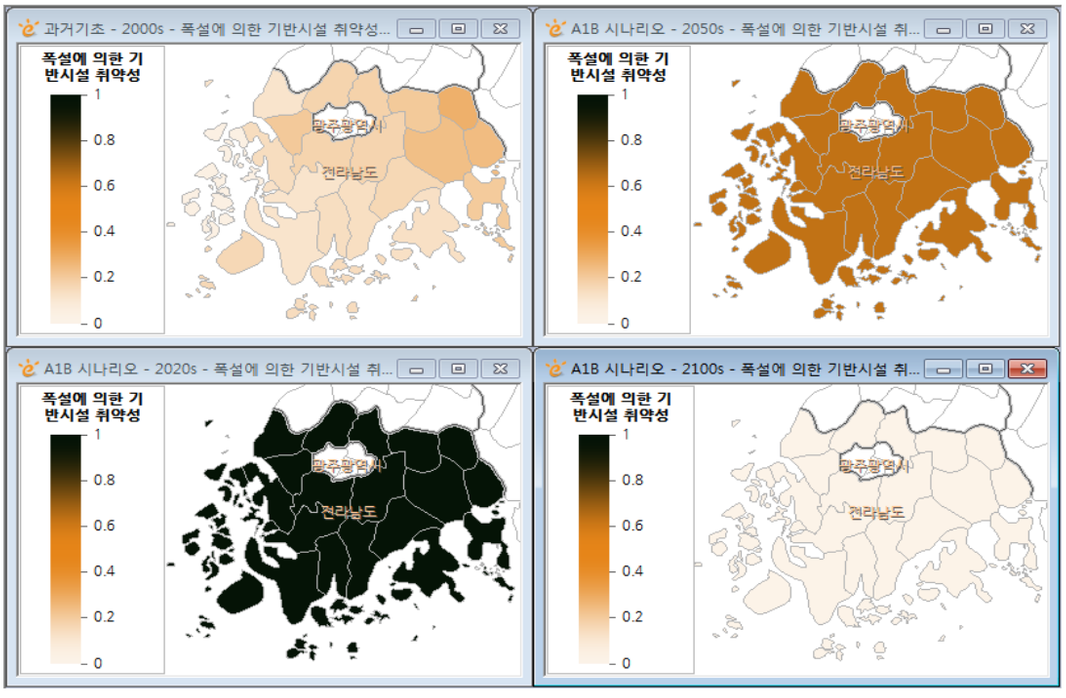
<그림 5-2-58> 전남 전체의 취약성



<그림 5-2-59> 목포시의 대용 변수의 기여도

■ 폭설에 대한 미래의 기반시설 취약성

○ 기후변화시나리오 A1B를 적용한 결과는 현재 프로그램 결과로 예측이 어려움.

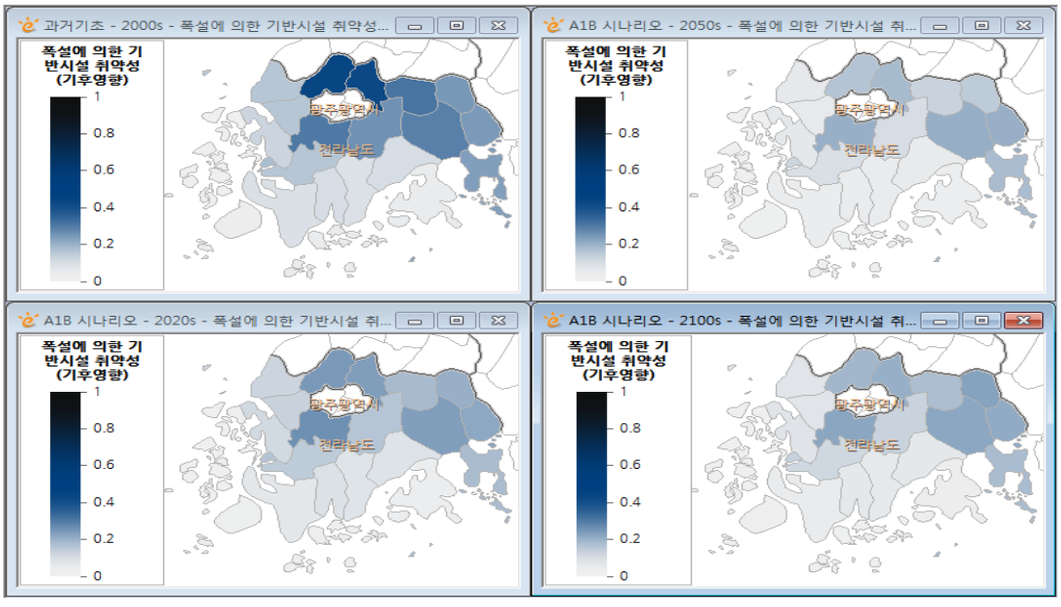


<그림 5-2-60> 폭설에 대한 미래의 기반시설 취약성 분포

■ 폭설에 대한 기반시설 취약성에서 기후영향(미래)

○ 폭설에 대한 기반시설 취약성에서 적응능력을 고려하지 않고 기후노출과 민감도만을 합한 기후영향은 장기적으로 점차 취약성이 강화되는 경향을 보임

○ 특히 전남의 북동부 지역에서 취약성이 높으나 점차 낮아지는 경향을 보임.

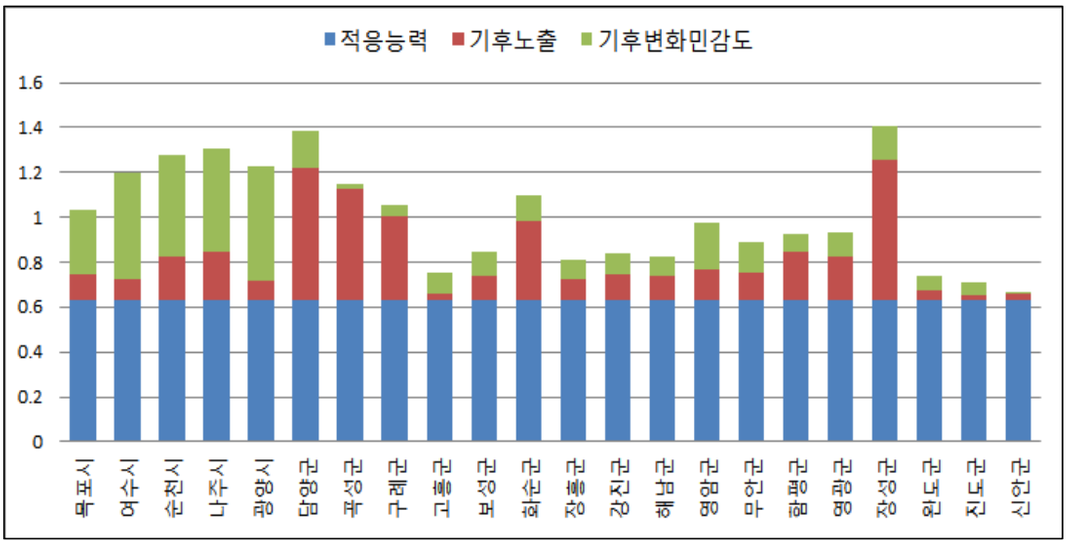


<그림 5-2-61> 폭설에 대한 미래의 기후영향의 시·군별 분포

■ 시군별 폭설에 대한 기반시설 취약성

○ 도출된 취약성 평가지수를 전라남도 22개 시군을 함께 누적막대그래프로 나타내면 장성군의 취약성이 가장 높고 다음으로 담양군의 취약성이 높으며, 이들 지역에서는 기후노출이 가장 큰 영향을 미침.

○ 남서연안지역은 기후영향이 적어 취약성지수가 상대적으로 낮은 안전한 지역으로 평가됨.



<그림 5-2-62> 취약성 변용지수의 시·군단위 비교

라) 해수면 상승에 대한 취약성 평가

■ 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수

○ 해수면상승에 대한 취약성 평가에 사용하는 대용변수와 가중치는 <표 5-2-27> 및 취약성 평가지수는 <표 5-2-28>에 나타냄.

<표 5-2-27> 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수

세부항목	대응변수		변수목록	가중치	세부항목과	참고문헌
Ⅶ-④ 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성	기후노출		연 해수온도 상승률	100	해수면 상승을 반영할 수 있도록, 해수 온도를 고려하여 지표로 선정	고재경 (2009) 미국 USGS개발 CVI 산정기준, IPCC 표준 방법론 (1990)
	민감도	해수면 상승 취약 지역 (연 조위 상승률)	도로면적	23	해수면 상승이 발생확률이 높은 지역의 특성을 반영할 수 있도록 취약지역을 공통적인 민감도 대응변수로 선정하고, 해수면 상승으로 인해 영향을 받는 기반시설을 변수로 선정	
			항만면적	61		
			수질오염방지시설면적	16		
	적응력		1인당 지역총생산 (GRDP)	24	해수면 상승이 발생할 경우 적응 할 수 있는 사회·경제적 요소들이 반영된 대응변수를 선정	
			1인당 공무원수	15		
			방조설비면적	61		

<표 5-2-28> CCGIS 3.1를 통한 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성평가 지수

행정구역	취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.0812	0.49213	0.63086	0.12177	0.38631	40.6
여수시	0.17007	0.45028	0.30989	0.18947	0.37576	1.6
순천시	-0.0339		0.37449	0.39222	0.39222	39.2
나주시	-0.10874		0.63086	0.40257	0.40257	73.9
광양시	-0.14531		0.63086	0.21976	0.21976	8.7
담양군	-0.16474		0.63086	0.12258	0.12258	70.7
곡성군	-0.18294		0.63086	0.0316	0.0316	60.8
구례군	-0.18057		0.63086	0.0434	0.0434	47.1
고흥군	0.045	0.45766	0.63086	0.0274	0.33472	16
보성군	-0.16363		0.63086	0.12814	0.12814	54.7
화순군	-0.16883		0.63086	0.10215	0.10215	65.5
장흥군	-0.17686		0.63086	0.062	0.062	9.1
강진군	-0.17573		0.63086	0.0676	0.0676	17.5
해남군	-0.17507		0.63086	0.0709	0.0709	4.7
영암군	-0.17102		0.63086	0.0912	0.0912	42
무안군	-0.17178		0.63086	0.0874	0.0874	50.7
함평군	-0.23701		0.85234	0.0934	0.0934	74.3
영광군	0.0438	0.34671	0.50369	0.10789	0.27848	15.6
장성군	-0.15527		0.63086	0.16994	0.16994	69.9
완도군	0.0183	0.4065	0.63086	0.0216	0.29653	1.3
진도군	0.1673	0.70304	0.63086	0.0252	0.50937	2.3
신안군	0.0319	0.43868	0.63086	0.00905	0.31592	0.5

※ 기후노출에서 빈칸은 자료가 없음을 의미

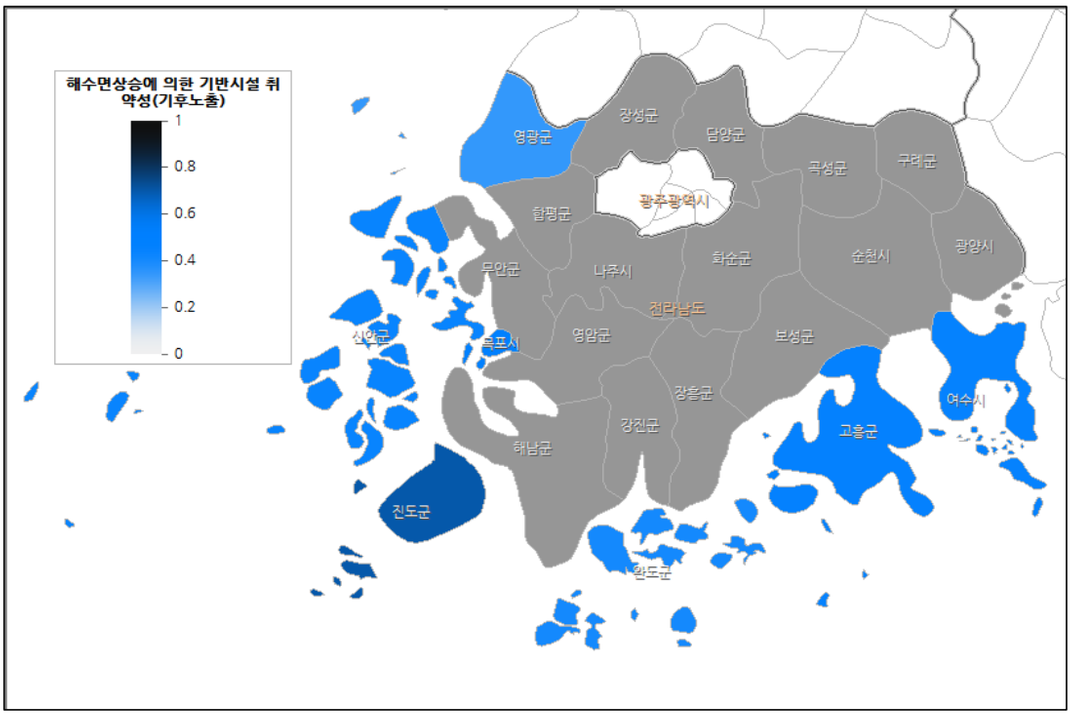
■ 해수면 상승에 대한 기반시설 기후노출 취약성

○ 기후노출의 대용변수로는 '연 해수온도 상승률'사용

○ 현재(2000년)기준으로 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성의 기후노출대용 변수를 전남의 시군 단위로 분포한 결과물임.

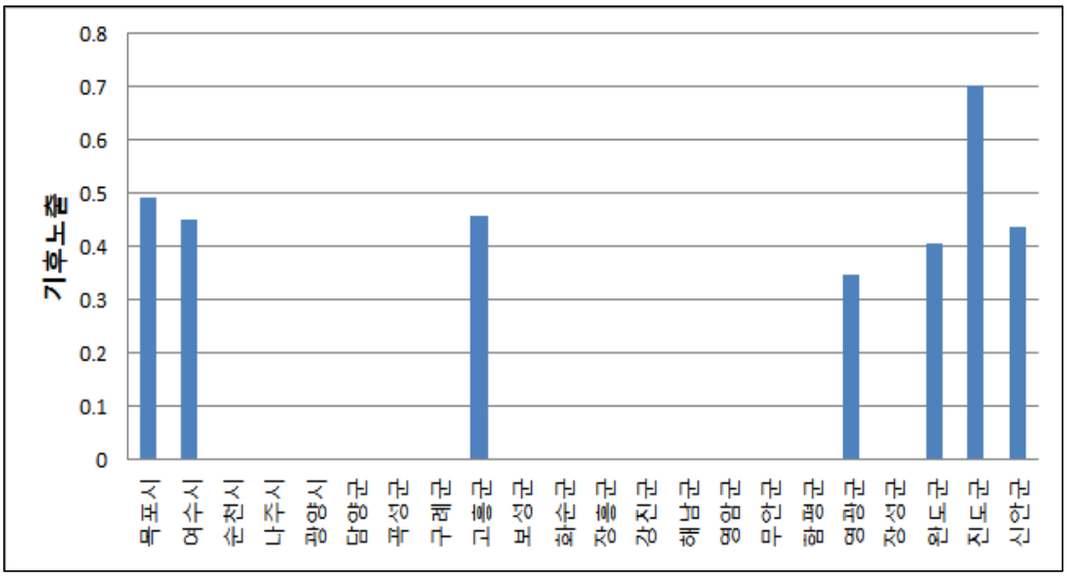
○ 진도군이 해수면 상승 노출에 있어서 상대적으로 가장 취약한 지역으로 나타남

○ 기후노출 자료가 한정되어 모든 연안지역을 평가할 수 없음



<그림 5-2-63> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후노출 취약성 분포

○ <그림 5-2-64>는 위 대용변수로 계산된 기후노출 지수를 시군별로 나타낸 것으로 수치가 높을수록 취약함



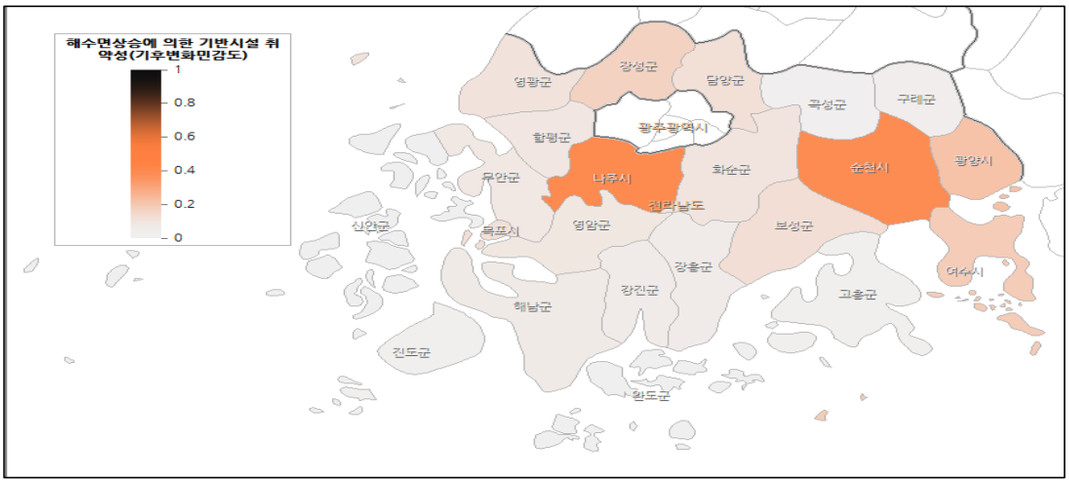
<그림 5-2-64> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후노출 취약성의 시군별 비교

■ 해수면 상승에 대한 기반시설 민감도 취약성

○ 현재(2000년)기준으로 하였을 때, 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성의 민감도 변수를 전남의 시군 단위로 분포한 결과물임.

○ 해수면 상승에 대한 기반시설 민감도 대용변수는 도로면적, 항만면적, 수질오염방지시설 면적을 사용하였음.

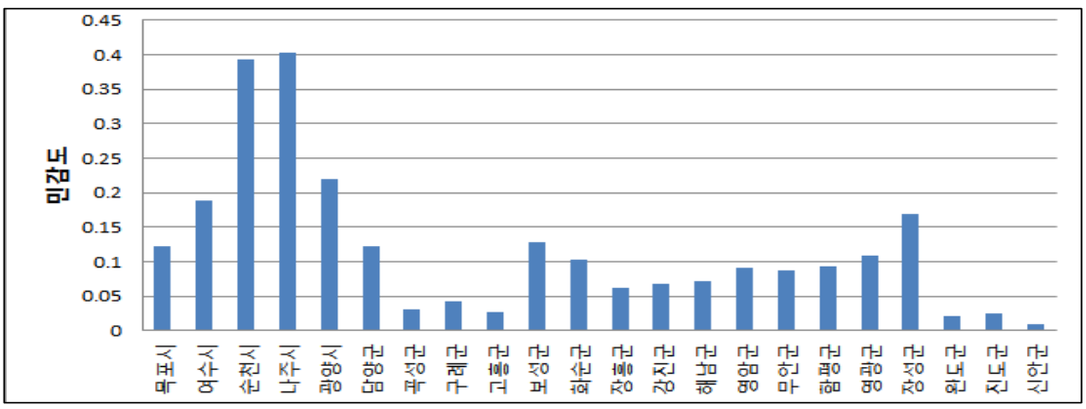
○ 해수면 상승에 대한 민감도에 있어서 상대적으로 가장 취약한 지역은 순천시와 나주시로 나타났으나, 나주는 내륙지역으로 해당사항 없음. 따라서 분포도로 판별이 어려움



<그림 5-2-65> 해수면상승에 대한 기반시설 민감도 취약성 분포

○ <그림 5-2-66>은 위 대용변수로 계산된 기후노출지수를 시군별로 나타낸 것으로 수치가 높을수록 취약함

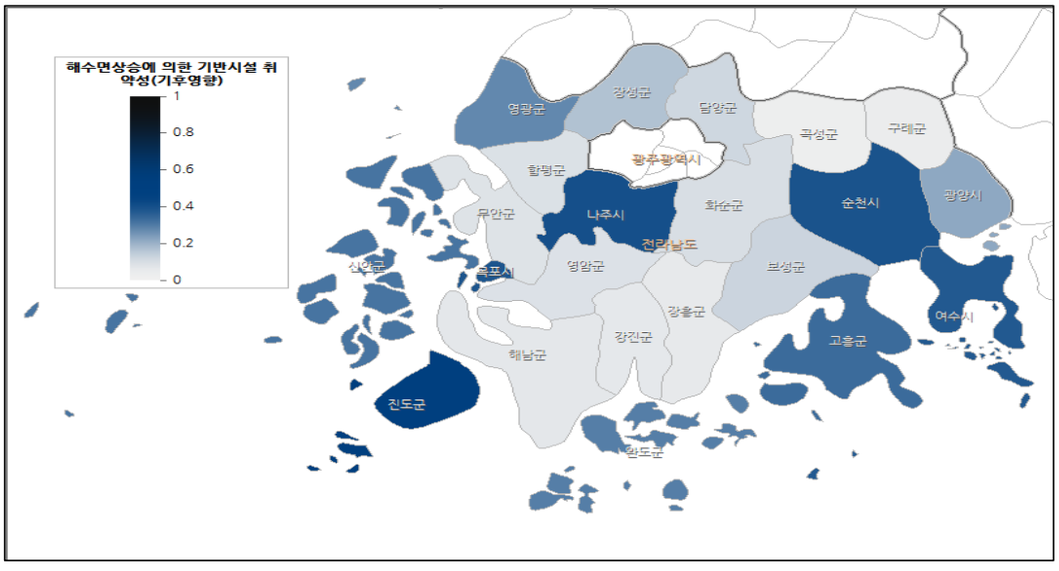
○ 기후노출 자료가 제공된 연안지역만을 대상으로 분석하면 여수시가 가장 취약하고 다음으로 목포, 영광이며, 완도, 진도, 신안은 상대적으로 덜 취약함



<그림 5-2-66> 해수면상승에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시군별 비교

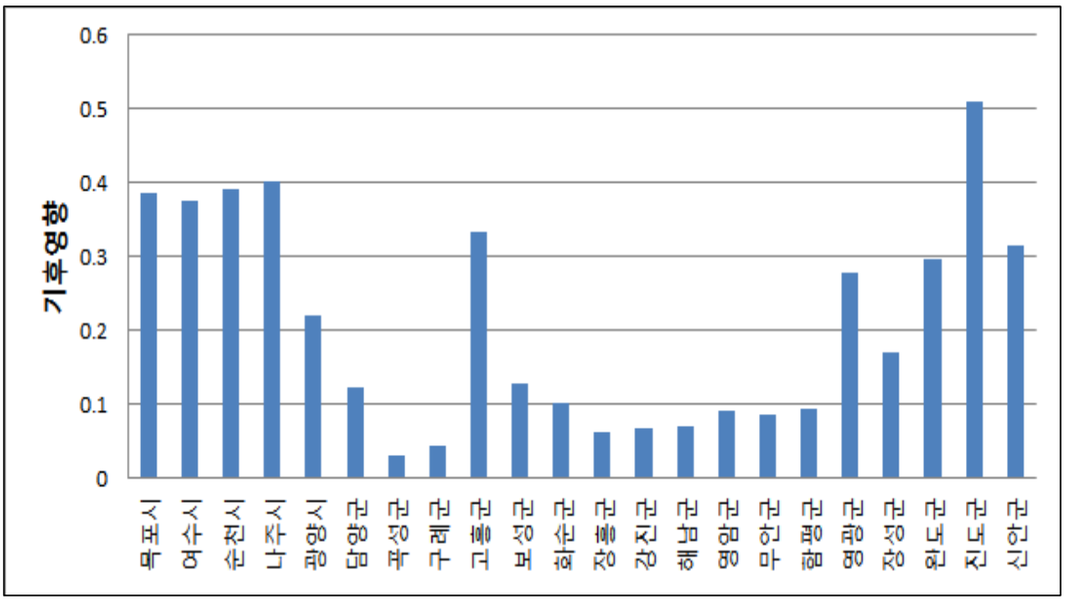
■ 해수면 상승에 대한 기반시설 기후영향 취약성

○ 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성의 기후노출 대용변수와 민감도 대용변수를 합하여 전남의 시군 단위로 분포한 결과물임.



<그림 5-2-67> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후영향 취약성 분포

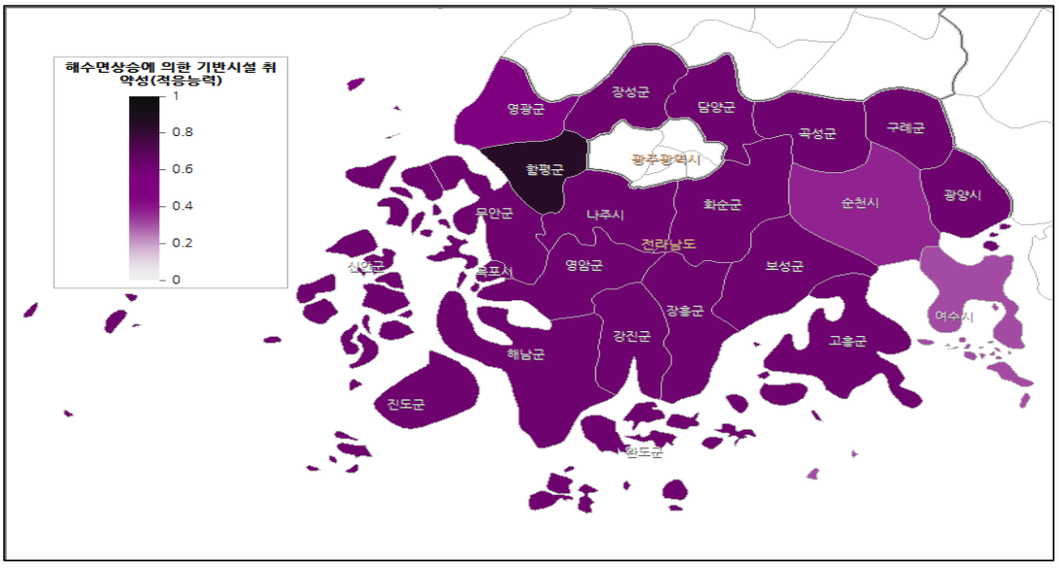
○ 해수면 상승에 대한 기후영향은 진도군이 매우 높고, 목포시, 여수시가 상대적으로 취약함. 고흥군, 완도군, 진도군, 신안군은 상대적으로 안정됨



<그림 5-2-68> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시군별 비교

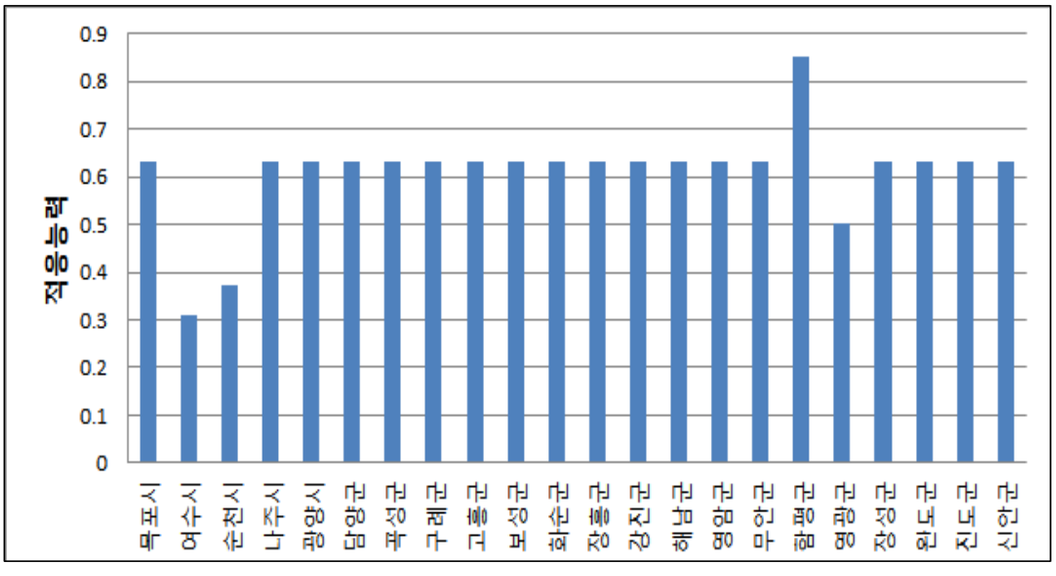
■ 해수면 상승에 대한 기반시설 적응능력 취약성

○ 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성의 적응능력 변수를 전남의 시군 단위로 분포한 결과물임.



<그림 5-2-69> 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성의 적응능력 분포

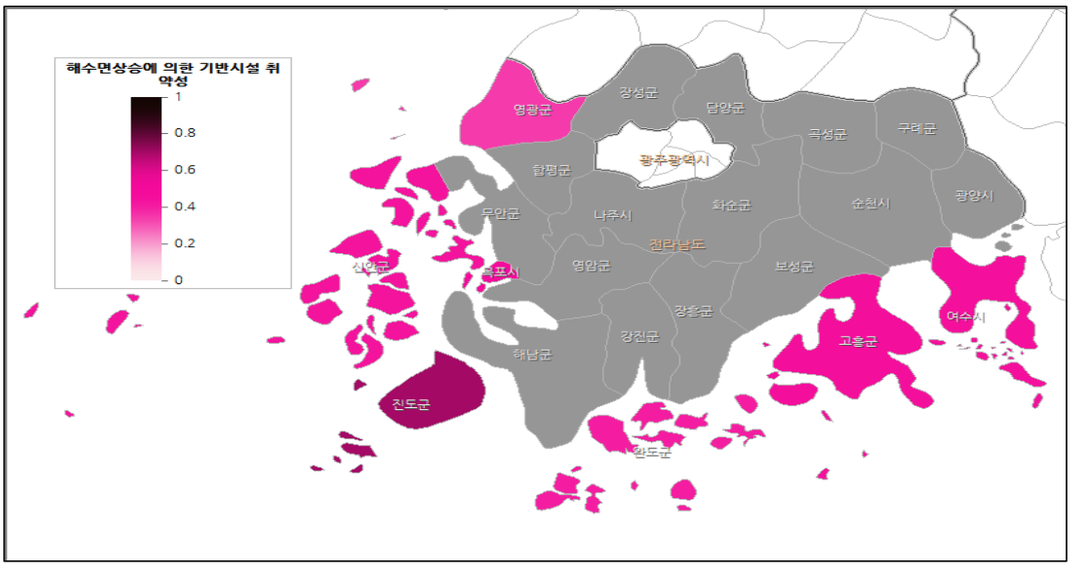
○ 해수면 상승에 대한 적응능력은 여수시가 가장 낮으며, 그 외 시군은 비슷한 상황.



<그림 5-2-70> 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성(적응능력)의 시·군별 비교

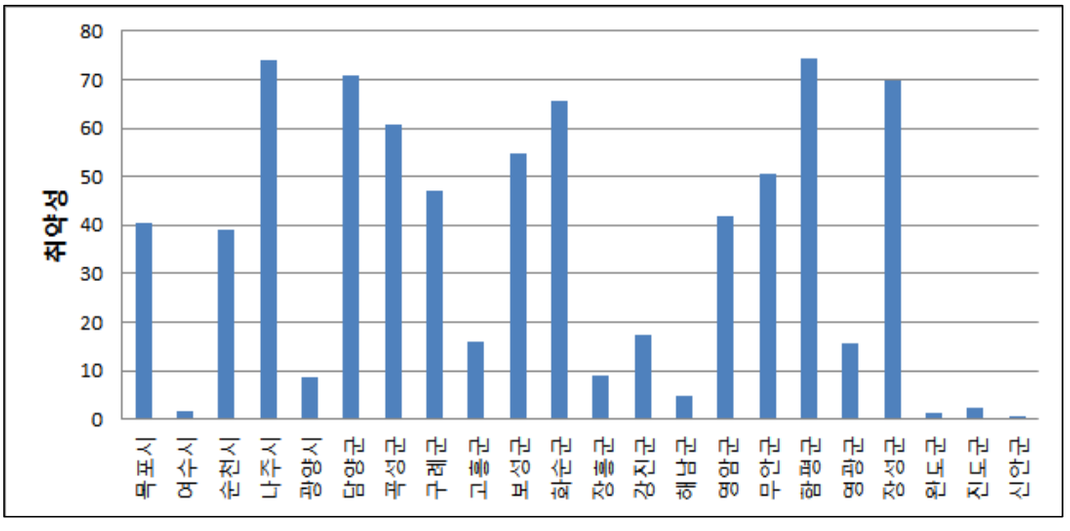
■ 해수면 상승에 대한 현재의 기반시설 취약성

○ 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성을 전남의 시군 단위로 나타냄.



<그림 5-2-71> 해수면 상승에 대한 현재의 기반시설 취약성 분포

○ 해수면 상승에 대한 기반시설이 상대적으로 취약한 곳은 목포이며, 여수시, 장흥군, 해남군, 완도군과 신안군은 비교적 안정

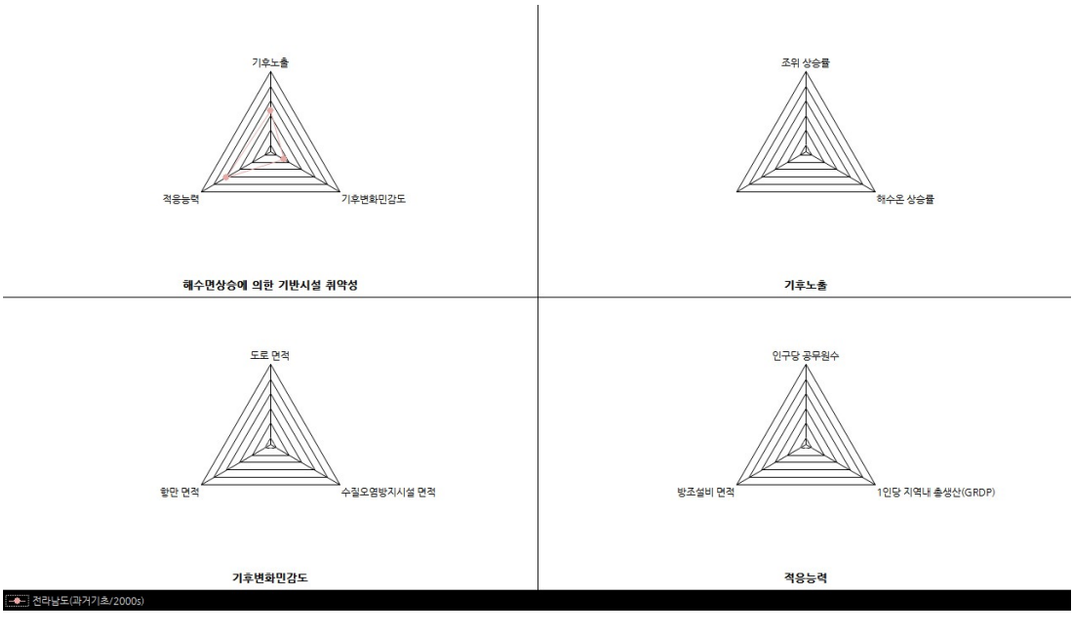


<그림 5-2-72> 해수면 상승에 대한 현재의 기반시설 취약성의 시군별 비교

■ 해수면 상승에 대한 시군별 대용변수의 기여도 분석

○ 전남 22개 시군에 대해 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수의 기여도를 파악하고, 기후노출, 민감도, 적응능력을 구성하는 세부 대용변수의 기여도를 파악하였음.

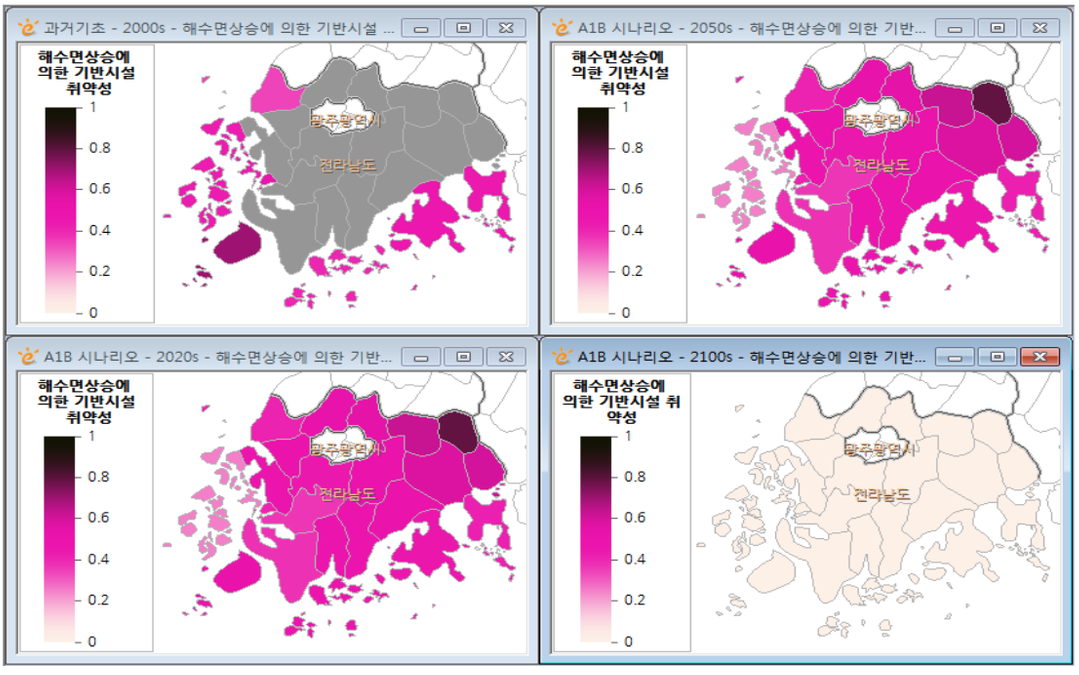
○ 전남 전체의 과거평균에서 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 중 적응능력의 영향이 가장 큼.



<그림 5-2-73> 전남 전체의 취약성

■ 해수면 상승에 대한 미래의 기반시설 취약성

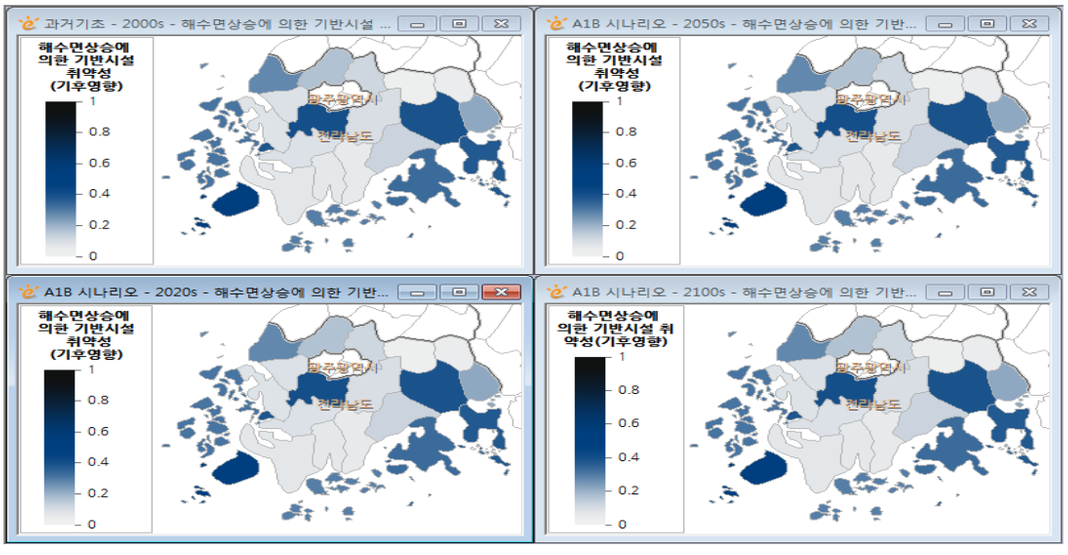
○ 기후변화시나리오 A1B를 적용한 결과는 다음과 같으며, 현재 프로그램 결과로는 예측 어려움.



<그림 5-2-74> 해수면 상승에 대한 미래의 기반시설 취약성 변화

■ 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성에서 기후영향(미래)

○ 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성에서 적응능력을 고려하지 않고 기후노출과 민감도만을 합한 기후영향에 관한 도면으로, 크게 상승하지 않음

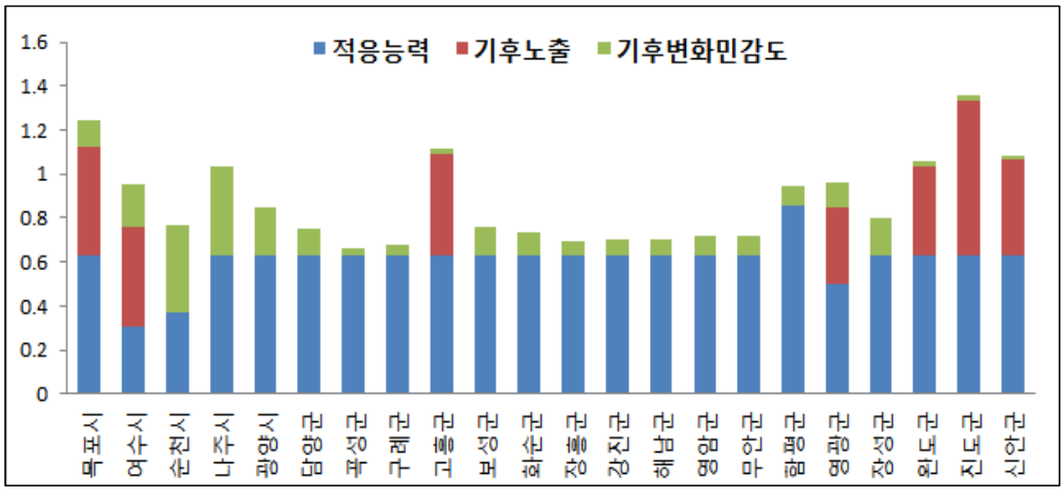


<그림 5-2-75> 해수면 상승에 대한 미래의 기후영향 기반시설 취약성 변화

■ 시군별 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성 평가 결과

○ 도출된 취약성 평가지수를 전라남도 22개 시군을 함께 누적막대그래프로 나타내면 다음 그림과 같음.

○ 진도군이 취약성이 가장 높고, 다음으로 목포시의 취약성이 높으며, 이들 지역에서 기후노출이 가장 큰 영향을 미침



<그림 5-2-76> 취약성 변용지수의 시·군단위 비교

3) 주요 부문 선정

■ 홍수 취약지역과 주원인

○ 현재를 기준으로 홍수에 대한 적응능력은 광양시가 가장 높고, 보성, 여수, 순천, 목포가 상대적으로 취약하고, 기반시설은 상대적으로 동부지역이 서부지역에 비해 취약하고, 시군별 취약성은 구례군이 가장 취약함. 이들 지역에서 기후노출이 가장 큰 영향을 미침

○ 기후변화시나리오 A1B를 적용한 결과는 단기적(2020년)으로 전남 북부지역의 시·군이 취약하지만 중·장기적으로 전남 동부지역인 광양시와 순천시가 상대적으로 취약하게 나타남.

■ 폭염 취약지역과 주 원인

○ 도출된 취약성 평가지수에 의하면, 나주시와 여수시의 취약성이 높으며, 이들 지역에서 기후변화 민감도가 가장 큰 영향을 미침

○ 기후변화시나리오 A1B를 적용한 결과는 단기적으로 전남 북부 시군이 취약하지만 장기적으로는 동부지역인 광양시와 순천시가 취약함.

■ **폭설 취약지역과 주 원인**

○ 폭설에 대한 기반시설 취약성은 전남의 북부인 장성군, 담양군, 곡성군, 구례군이 상대적으로 특별히 취약하며, 남서해안지역은 상대적으로 안정하고, 이들 지역에서는 기후노출이 가장 큰 영향을 미침.

■ **해수면 상승 취약지역과 주 원인**

○ 해수면 상승에 의한 취약성은 진도군이 가장 높고, 다음으로 목포시의 취약성이 높으며, 이들 지역에서 기후노출이 가장 큰 영향을 미침

■ **주요 부문 선정**

○ 전라남도 기후변화에 발생할 재난/재해 중 가장 크게 우려되는 분야는 태풍에 의한 홍수이며, 이들은 해수면 상승에 의해 크게 증폭될 가능성이 있음.

○ 따라서 전라남도는 기후변화 적응대책으로 홍수를 중심으로 계획을 수립하고, 내륙에서는 돌발적인 폭우에 의한 산사태 방지와 저지대 침수에 대비할 필요가 있음.

○ 도서가 많은 전라남도의 특성상 해수면 상승과 태풍에 의한 연안재해에 대한 대응대책을 수립할 필요가 있음.

마. 세부시행계획 수립

1) 주요 정책현황

가) 녹색성장위원회

■ **녹색성장 국가전략 및 5개년 계획 : 기후변화 적응 역량 강화**

○ 재해 사전예방을 위한 기준 및 시스템 구축 및 극한 이상기상 발생에 대비한 재해예방사업 추진

- 기능 중심의 복구에서 생태 복원 및 자연환경 여건을 고려한 친환경 복구체계로의 전환
- 기후변화대응 방재기준 재설정('10) 및 자연재해 보험 활성화

○ 통합연안관리 등을 통해 기후친화적인 해양이용 및 관리

- 해수면·해수온 상승 등의 감시·예측에 따른 통합 연안 관리 전략 추진
- 해양에너지·자원 및 해양공간 활용 등 해양이용률 극대화
- 해수면 상승 관련 침식 및 범람 등 연안변화 저감방안 마련(연안 취약성 평가)

○ 기후감시 기후변화 예측기법 및 시나리오 확보 등 조기대응 체계 구축

- 기후변화감시 및 예측능력 향상을 통한 정보 신뢰성 향상

- 지역별·부문별 상세 기후변화 예측 정보 제공
- 웹기반의 정보제공 시스템을 이용한 국가 기후변화 시나리오 제공을 통해 기후변화 적응정책 수립 지원

■ 기후변화협약대응 제3차 종합계획에 포함된 적응관련 추진과제

<표 5-2-29> 기후변화협약대응 제3차 종합계획에 포함된 적응관련 추진과제

구분	세부 과제	주관부처	예산 (백만원)
1. 기후변화 모니터링 및 방재기반구축	한반도 온실가스 감시 및 측정기술 개발	기상청, 환경부	2,228
	기후변화 시나리오 활용기술 개발	기상청	1,229
	조위관측소 증설	해양수산부	2,600
	자연재난 종합대책 수립, 추진	소방방재청	
2. 생태계 및 건강영향 평가관련 연구개발	부분별 기후변화 영향평가 및 적용방안 마련	환경부	1,100
	한국기후변화협의체(KPCC)운영 및 기후변화 대응 강화	환경부, 기상청	1,000
	기후변화가 산림생태계에 미치는 영향 연구	산림청	380
	기후변화가 연안생태계에 미치는 영향과 대응 연구	해양수산부	2,200
	기후변화에 따른 동중국해 해양 생태계 변동예측 연구	해양수산부	900
	기후변화에 따른 생태계 변화 모니터링 사업	환경부	5,200
	한반도 기후변화 진단지표 생물종 조사	농촌진흥청	157
	농경지 이용에 따른 탄소고정능력 연구	농촌진흥청	600
	강수량 변화가 농업용수에 미치는 영향 평가	농촌진흥청	900
	황사에 따른 농업환경 영향 평가	농촌진흥청	360
	작물의 생육 및 생산성 영향 평가	농촌진흥청	120
	기후변화에 따른 건강 영향 평가	복지부, 환경부	400

출처 : 기후변화협약대책위원회 2006, pp.176-206

■ 기후변화협약대응 제4차 종합계획에 포함된 적응관련 추진과제

○ 2007년 12월 발표된 제4차 종합대책에서는 그간의 기후변화 종합대책에서 적응에 대한 투자가 완화에 비해 미흡했던 점을 인식하여, 국가 차원에서 본격적으로 적응대책을 강구하기로 하는 등 적응부문 대책을 보강

○ 적응과 관련된 세부 과제에 '기후변화 예측능력 제고', '기후변화 영향평가 및 적응', '범사회적 역량강화'가 있으며, 특히 '기후변화 영향평가 및 적응'에는 기후 변화 적응 마스터플랜 수립(2008년), 국가차원의 종합적 영향평가 및 적응대책 수립(2011년), 부문별 적응대책의 본격 시행(2008년~) 등이 제시됨

<표 5-2-30> 기후변화 제4차 종합계획의 적응관련 과제

구분	적응 부분 과제	주관부처	예산(백만원)
기후변화 예측	국가표준 기후변화 시나리오 산출 기반 연구 - 국가차원의 기후변화 영향평가를 위한 일관성 있는 한반도 기후변화 시나리오 자료 확보	기상청	27,420
	한반도 온실가스 감시 기술개발 - 온실가스 감시와 분석기술의 개선개발을 통해 기후관련정책 수립 및 국제 협상에 이용할 기초 자료를 제공	기상청	5,550
	기후변화에 따른 한반도 주변 해역 해수면 변화 관측 및 예측 - 한반도 주변 해역에서의 이산화탄소 순환 및 환경변화를 파악하고 국제협상 자료로 이용 - 중장기 해양의 기후 제어능력과 해수면 상승에 대한 정확하고 과학적인 예측정보를 생산, 기후변화 대응 정책 기초 자료로 활용	해양수산부	17,200
기후변화 영향 및 적응	국가차원의 종합적 영향평가 및 적응대책 수립 - 기후변화 영향/적응에 대한 마스터플랜 마련 및 적응대책 협의회 운영 - 각 부문별/지역별 기후변화 영향/취약성 평가 및 상호 영향연구 - 국가 차원의 종합적 적응대책 수립	환경부	44,580
교육 및 홍보	기후변화 관련 교육 및 홍보 사업 - 지자체 기후변화 대응활동의 제도적 지원 기반마련 및 기후변화 영향적응 활동의 필요성에 대한 대국민 인식제고 및 참여 확대 - 기후변화 역량 강화 및 온실가스 감축을 위한 정부와 기업체 공동노력 및 기후변화 관련 연구개발 기능촉진 및 전문인력 양성	환경부	33,950

출처 : 국무조정실 2007. p.11

■ 기후변화대응 종합기본계획

○ 기후변화 적응 관련 계획은 '국민의 삶의 질과 환경개선' 부문의 세부과제 중 '기후변화 적응대책추진으로 안전사회 구축(단기과제)'에서 다룸

○ 부문별 적응대책은 총 11개 분야로 제시되었으며, 지난 기후변화 4차 종합계획에 비하여 금융 분야가 추가됨

<표 5-2-31> 기후변화대응 종합기본계획의 적응관련 과제

구분	적응 부분 과제	비고
국가차원의 종합적 영향평가 및 적응대책 수립	국가 기후변화 적응 종합계획(마스터플랜 수립)	'08
	- 부문별 기후변화 영향인자 선정, 적응정책 목록 및 우선순위 선정 등 실천계획 마련	
	부문별 기후변화 영향평가 및 적응대책 추진	'08~'12
	- 부문별 영향평가, 취약성 분석을 통한 장단기 적응대책 수립추진	
기후변화 영향평가 및 취약성 분석 강화	한반도 기후변화 백서 발간 추진	'09~'12
	기후변화 영향을 경제학적으로 분석한 보고서 발간	
	기후변화 통합 영향평가모델 구축	'08~'12
	국가종합계획 수립시 지역별, 부문별 기후변화 영향 및 취약성 분석 실시	'08~
	- 취약성 분석도구(취약성 지표 도입(´08~) - 취약성 지도 작성 단계적 추진(´09~)	
	기후변화에 취약한 국내 멸종위기종/야생종의 생태변화 연구 및 유전자원의 확보보존방안 수립 이행	'08~
기후변화 대비 방재 패러다임 전환 및 예방체계 구축	기후변화에 따른 지역별 부문별 자연재난 위험예측 시스템 구축	
	- 자연재난 피해 예방을 위한 지역별 재난예측 시스템 구축 - 도시화, 산업화 등 사회구조변화에 따른 자연재해 위험도 분석	
	국토개발계획과 방재정책의 연계	
	자연친화적 방제환경 구축	
	-자연친화적 물 순환시스템 복원을 통한 홍수방어, 가뭄해소	
	기후변화대응을 위한 수방시설물 설계빈도 재설정 및 수방시설 신·증설	
기후변화 피해저감을 위한 재난 등 위기관리 체계 구축 강화	취약계층 대상 건강 등 기후변화 적응대책 강화	
	기후변화로 인한 재해 등 피해 대응수단으로써 보험제도 활용	
	국민 참여형 재난안전 훈련모델 개발, 대국민 재난 안전의식함양을 통해 시민사회 자율참여 확산	
	극한 자연재난 상황에 대비한 긴급구조, 긴급구호 체계 강화	
기후변화 적응대책 추진을 위한 국가인프라 확충	적응정책 수립을 위한 총괄적인 영향평가 연구체계 구축	'08~
	- 중앙부처·지자체, 연구기관이 참여하는 「기후변화적응포럼」 운영 - 타부분 정책과의 연계 강화 및 부문별 적응대책 수립지원	
	한국기후변화협의체(KPCC) 확대개편	'08~
	지자체 기후변화 영향평가 및 적응대책 추진위원	'08~
	-「지자체 적응대책 모델 및 추진 가이드라인」 작성 및 보급, 우수사례 홍보 - 정부·지자체·민간 적응 협력체계를 구축하여 체계적 추진 - 지자체 특성에 맞는 적응사업 발굴 추진에 대한 지원	
	기후변화 적응분야의 유망사업 발굴 및 육성	

출처 : 국무총리실, 2008, pp.66-71

나) 국무총리실

○ 2011년 12월 9일 김황식 국무총리 주재로 '기후변화 대응 재난관리 개선 종합대책' 보고회에서 중·장기 재난관리 정책 확정

○ 국무총리실 재난관리 개선 민관합동 TF팀(대통령지시, 2012년 8월구성, 국무총리실 국무차장), 환경부, 국토부, 농식품부, 행안부가 대책을 보고

○ 정부는 기후변화로 인해 집중호우, 폭설, 가뭄 등이 더 이상 이변이 아니라 일상화된 것으로 받아들여야 하는 만큼 재난관리에 있어 근본적인 개선이 필요하다는 대통령의 지시에 따라 지난 8월10일 국무총리실에 재난관리 개선 민관합동 TF를 구성·운영해 163개 개선과제를 마련

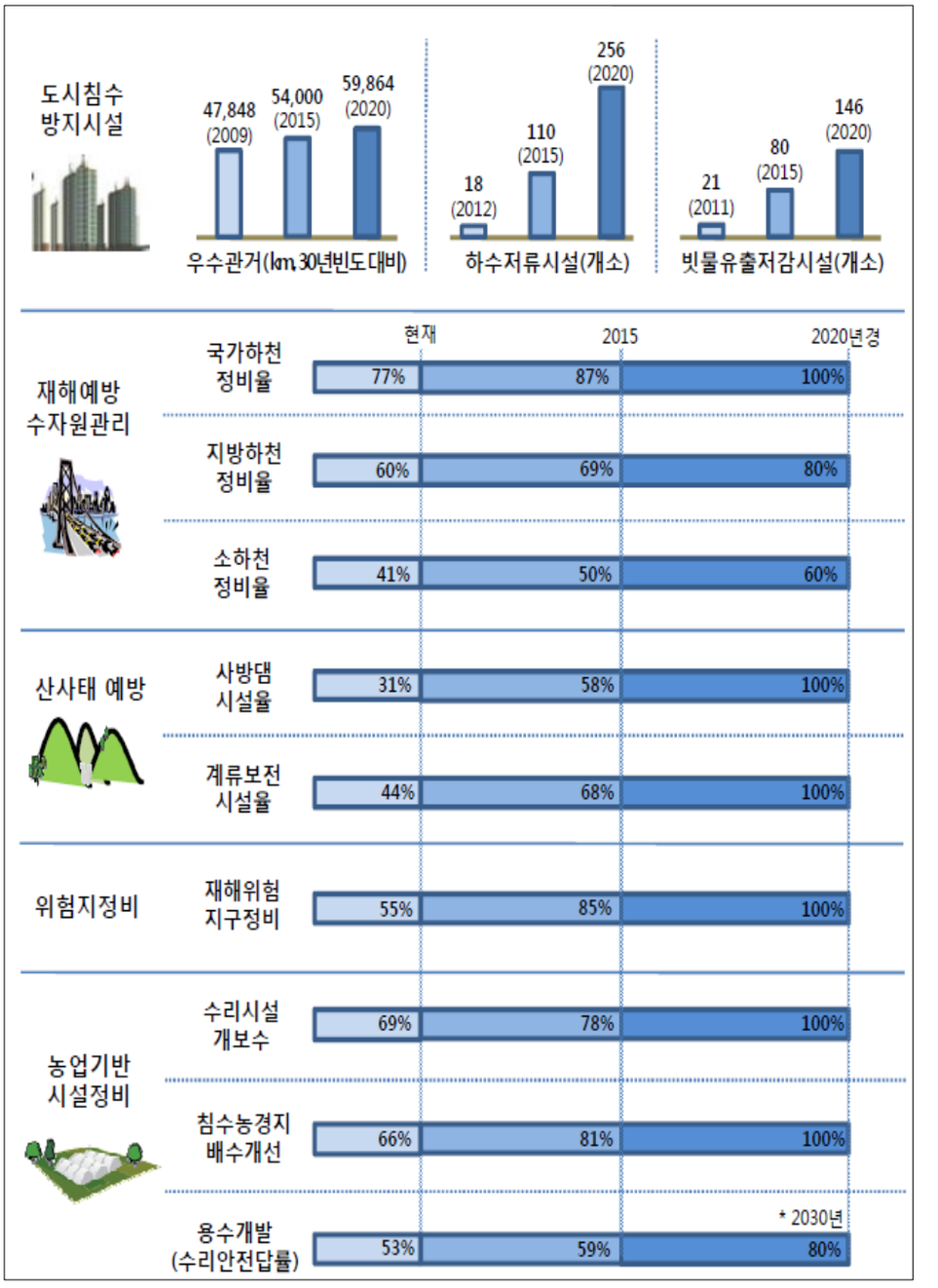


<그림 5-2-77> 기후변화 대응전략 국가의 기본방향

■ **기후변화 주요 대책 내용 : '재해로부터 안전한 선진일류국가'를 지향**

○ 기본방향 : 기상·재해예측능력 향상, 재해로부터 안전한 도시, 맞춤형 투자를 통한 재해에 강한 국토조성, 통합적 재난관리 시스템 구축, 미래대비 재난관리 체질 개선 등.

○ 기상예측 및 예보능력 향상을 위해 고해상도(현재 12km에서 1.5km 수준까지) 예측모델 및 한국형 수치예보모델 개발



<그림 5-2-78> 기후변화 대응 재난관리 중장기 목표(2012년)

■ **도시 빗물처리시설 대폭 확충 : 빗물유출 저감시설을 대폭 확충해 도심침수**

○ 하수관거 : 특별재난 지역과 침수피해 지역 21개소를 대상으로 신설·개량.

○ 2020년까지 256개까지 확대

■ **생활권 주변 재해취약시설 및 위험요인 정비**

○ 인명피해 우려가 높은 지역부터 616개 지구를 5년 내에 정비 완료

○ 서민밀집지역은 소규모 펌프장, 침수지역 배수로 정비 등 3년 내에 372개소

■ **100년 빈도 홍수에도 든든한 하천으로 조성**

○ 국가하천의 주요 취약구간은 오는 2015년까지 완전 정비하고 나머지 구간도 오는 2020년까지는 정비 완료

○ 현재 60% 수준인 지방하천 정비율을 오는 2020년까지 80%까지 높임

■ **산사태 예방 사업 대폭 확대 : 2011년 우면산과 춘천의 산사태를 거울삼아 산사태 예방 사업도 대폭 확대**

○ 산사태 예방효과가 큰 사방댐을 10년간 매년 1,000개소 설치하고 도시·생활권 주변부터 재해방지용 숲가꾸기 사업을 추진

○ 산사태 예측시스템도 기존 시·군단위에서 읍·면·동 단위까지 세밀하게 예측할 수 있도록 고도화하고 위험지역에는 토양 이동계 등 모니터링 장비를 설치하여 실시간 감시가 가능하게 할 계획.

○ 태풍, 해일 피해가 우려되는 해안 산업단지 위주로 해안 방재림도 확대

■ **안전영농 기반 강화 : 침수위험 경작지를 대상으로 수리 및 배수시설 개선**

○ 2022년까지 2080지구 수리시설을 개보수하고 9,700km 규모의 수로도 정비해 나갈 계획으로 오는 2012년은 정밀안전진단결과를 토대로 보수가 시급한 390개 지구를 우선 정비

○ 최근 급증하는 비닐하우스 등 원예시설을 강풍·호우·폭설 등에 견딜 수 있는 시설로 현대화 지원

■ **해수면 상승 대비 방조제, 어항, 항만 정비**

○ 방조제 실태조사 결과를 토대로 내년에 국가관리 45개 지구, 지방관리 1,884지구에 대한 보수·보강계획을 우선 수립해 단계적으로 추진하며 기후변화에 따른 영향을 반영해 내년까지 국가어항 81개에 대한 안전성 평가를 오는 2012년까지 완료하고 해수면 상승에

따라 직접 피해가 우려되는 제주 위미항 등 13개 어항은 우선 보수.

○ 항만 시설은 침수이력이 있는 10개 항만에 대해 오는 2020년까지 보강완료를 목표로 추진하고 높은 파고에 안전성이 확보되지 않은 삼척항, 목포항, 부산항, 포항항 등의 방파제 보강을 우선 추진

■ 기후변화 양상을 반영해 재해예방 시설의 설계기준도 강화

○ 하천설계기준 등 50개 시설물의 설계기준을 내년부터 강화하며 강우·폭설·강풍 등 기상유형별로 30년 단위의 변화를 예측해 설계기준 조정 가이드 라인을 제시함으로써 기후변화에 미리 대응.

○ 지역방재성능목표 제도를 도입해 개별 시설별 기준뿐만 아니라 일정 지역 내 방재시설 간 연계를 통해 방재목표를 달성할 수 있는 입체적인 방재기준 마련

■ 특별재난지역 선포 등 재난 복구·지원 제도 개선

○ 특별재난지역 선포에 걸리는 시간도 일주일가량 앞당겨져(21일→14일) 신속한 지원이 가능하게 하고 지자체에 대한 국고 지원기준도 단순 재정규모에서 재정여건을 보다 객관적으로 반영할 수 있는 재정력 지수로 전환해 재정력이 열악한 지자체에 지원.

○ 특별재난지역에만 적용됐던 피해자 통신요금 감면혜택도 일반재난지역까지 확대 시행

■ 자연재해 보험 활성화

○ 정부의 재해예방 투자 확대와 더불어 국민 스스로 재해에 대비하는 것이 중요

○ 풍수해 보험은 현재 1㎡당 60만원에 불과한 보험금 단가를 실비 수준으로 적용하는 것을 검토키로 했고 농어업 재해보험은 현재 50개 품목에서 인삼·파프리카·멜론·녹차 등 11개 품목을 추가하고 농가수요와 기술적 검토를 거쳐 계속 확대

■ 재정투자 국가계획

○ 2012년도 재해예방 관련 예산은 올해 대비 약 21% 증가한 약 5조원 투입

○ 2012년 정부의 전체 예산이 약 5.5% 정도 증가된 것과 비교한다면 재해예방을 위한 정부의 강력한 의지 표시.

○ 정부는 2012년 뿐 만 아니라 중기재정계획에 재해예방 관련 예산을 반영하는 등 지속적으로 재해예방 예산을 투자하여 기후변화에 든든하게 버틸 수 있는 국토 환경을 조성하고자 하는 정부의 강력한 의지 표명



<그림 5-2-79> 2012년 재해예방 투자 계획(국무총리실, 2012년)

다) 전라남도

■ 재난예방을 위한 대응능력 제고 및 친수 공간 조성

○ 재난 취약시설 안전점검 및 경보시설 유지보수: 22개시군, 8.74억원

○ 재해위험지구 및 소하천 정비: 94지구, 1,841억원

○ 자연친화적인 하천정비로 친수 공간 조성: 558지구, 975억원

■ 영산강살리기 사업을 수질개선과 홍수방어 위주로 추진

○ 수질개선, 홍수방어, 수량 확보, 친수 공간 조성 등 원활한 추진

■ **재해위험요소를 근원적으로 해결하기 위해서는 재해복구사업을 개선복구로 추진해야 하나 대부분 원상복구에 머물고 있어 매년 반복피해 발생**

○ 재해피해 발생 시 개선복구가 이루어질 수 있도록 국가 방재정책 개선 건의

○ 재해위험지구 정비 등 6개 사업 2,796억원, 친환경적인 하천정비 3개 사업 1,070억원 등 각종 재해 예방사업 계획.

2) 방향 및 목표설정

가) 기본방향

○ 연안·해양의 보전과 관리

○ 재난예방을 위한 대응능력 제고 및 친수공간 조성

○ 기후변화의 적응능력 제고로 재해 예방시스템 구축

나) 목표설정

○ 연안·해안 관리 기술개발

○ 해수면상승에 따른 저지대 토지의 효율적 이용·개발

○ 영산강, 섬진강 등 주요 하천의 홍수방지

다) 추진전략

■ **연안·해양의 보전과 관리**

○ 연안역의 개발 및 이용과 관련한 통합적인 정책 수립 및 추진을 위해 관련 부서간의 유기적인 업무연계, 정책조정, 협조체제 구축.

○ 해안토지의 활용 극대화를 위한 해안디자인 가이드라인 개발, 서남해안의 주제별 대응 가이드라인 개발 및 적응전략 마련, 해수면 상승에 따른 해수욕장 모래유실에 대한 피해 저감, 해안의 모래유실과 해안침식이 심각한 지역에 개발 기술 적용, 저탄소형 해양복합공간 조성을 위한 잠재력 분석

○ 해양폐기물 국가간 이동 공동대응을 위한 정부 및 민간 차원의 네트워크 구축, 해양폐기물 발생 및 이동에 관한 연차별·계절별 모니터링 실시, 전남도, 시·군, 민간단체 공동사업 추진, 해양폐기물 관리계획 수립, 육상기인 폐기물의 유입을 최소화하기 위한 유입하천에 폐기물 차단망 설치

■ 재해 방지

○ 해수면 상승과 태풍·해일 등 자연재해에 취약한 전남 서남해안 저지대의 위험성 실태조사, 잠재적 위험성 예측기술 개발, 연안재해의 잠재적 위험성 예측기술 개발

○ 자연재해에 취약한 해안 저지대 토지의 효율적 개발 및 관리, 취약성 대응기술개발, 해안침식에 따른 토지유실 등에 의한 피해 최소화 대응

○ 해안사구 및 해변을 보호하기 위하여 해수면 변동에 따른 해안사구와 해변의 적응 메커니즘을 규명하고, 해안선 변동에 다른 해안사구와 해변의 관리 방안 모색.

○ 연안 매립 및 무분별한 개발 억제, 연안시설물의 안전기준 강화, 해일 모니터링 및 예경보 시스템 설치, 해수면 상승, 국지적인 이상 파고 등에 효과적으로 대응하기 위한 무인 모니터링과 예·경보 시스템을 구축하여 장기간의 측정 및 모니터링이 필요함.

○ 홍수조절지 및 강변저류지 조성, 전남도에서는 상습침수지역인 강진천 하류에 천변저류생태호수공원 조성, 영산강하구역 홍수위 저감, 치수 및 이수시설물의 홍수배제 능력 검토, 댐, 저수지, 하천 제방 등 주요 시설물의 홍수배제 능력 제고

○ 기상재해의 사전예방과 피해를 최소화하기 위해 홍수, 해일, 산사태 등 기상재해가 발생할 가능성이 높은 지역을 표시한 재해위험지도 작성.

3) 세부시행계획

가) 기존대책

■ 전라남도 건설방재국

○ 2011 재해복구사업(7. 7~16 호우, 8. 6~10 태풍 무이파)

- 재산피해 : 1,024억원(사유시설 150억, 공공시설 874억)
- 복구상황 : 복구액 2,161억원(국비 1,080, 도비 368, 시군비 713)
- 사유시설 : 주택 2011년 11월말, 농경지 2012년 3월말까지 복구완료
- 공공시설 : 소규모시설 2012년 6월말, 개선복구사업 12월말 완료

○ 수해상습지개선사업(총 159지구, 736㎞, 9,056억원)

- 2010년까지 추진실적 : 65지구, 344.0㎞, 6,076억원 - 종합진도 67%
- 2011년 추진상황 : 28지구, 33.0㎞, 835억원 - 진도 80%
- 계속지구 : 25지구 32.5㎞, 824억원(호안공 등)
- 신규지구 : 3지구 0.5㎞, 11억원(신규 2, 설계 1)

○ 하도 및 퇴적토 준설사업(2006~2014)

- 하도 준설 : 90지구, 486㎞, 2,071억원(국비 60%, 지방비 40%)
- 퇴적토준설 : 4,045개소, 3,131㎞, 19,917천㎥

- 2010년까지 추진실적(하도준설- 53지구, 319㎞, 1,638억원; 퇴적토준설- 2,506개소, 1,845㎞, 11,853천㎥)
- 2011년 추진실적(하도준설- 14지구, 10㎞, 140억원; 퇴적토준설- 516개소, 365㎞, 1,986천㎥)

■ 전라남도 녹색성장실

○ 녹색성장의 체계적·효율적 추진을 위한 기반 구축

- 저탄소 녹색성장 기본조례 제정(도 및 22개 시군)
- 전라남도 그린리더 협의체 구성('11. 11월, 460명)
- 기후변화 대응 道 종합계획 수립: 온실가스 감축 목표 : 2020년 배출 전망치 대비 31.5%, 사업 추진 : 산업, 가정, 상공·공공, 수송 등 8개 분야, 23개 사업

○ 기후변화 대응 종합계획 추진

- 온실가스 배출량(2007년) : 85백만톤(전국 620백만톤 대비 13.7%)
- 부문별 배출률 : 산업 79%, 농축산 14%, 수송 6%, 가정·공공 1%
- 온실가스 감축목표(2020년) : 배출전망 대비 31.5% 감축
- 배출전망(99백만톤) → 배출목표(68백만톤) ▶ 31백만톤 감축계획
- 전남 기후변화대응 종합계획 수립(2010년 11월): 친환경자동차, 신재생에너지 보급 등 8개 분야 23개 단위사업

○ 온실가스 감축사업 추진

- 온실가스 줄이기 실천운동(그린스타트 운동) 추진
- 그린리더 양성 및 탄소포인트제 참여(125천 세대)
- 공공부문 온실가스·에너지 목표관리제 및 온실가스 배출권거래제 시범사업 추진('11.3월 ~)

○ 기후변화대응 지자체 테마사업 추진(1,400백만원) : 관공서 옥상 녹화(5개소), LED 보안등 교체(순천), 온실가스 줄이기 체험기구(담양) 등

○ 전남 기후변화적응 세부시행계획 수립(2011. 4 ~ 2012. 2)

- '11. 12월 최종보고회 개최, 2012년 2월 용역 완료 및 시행

○ 기후변화 포털사이트 구축 완료(2011년 12월)

○ 온실가스 줄이기 지속 추진 및 그린리더 양성(2천여명)

○ 기후변화 체험교육관 건립 추진(담양군, 2012년 3월 착공)

■ 전라남도 해양수산국

○ 연안정비사업(목포시 등 13개시군, 16개소; 88억원)

- 사업기간 : 2010 ~ 2019(10년) 국토해양부 제2차 연안정비 사업계획
- 사업내용 : 호안정비, 침식방지, 친수공간 조성 등

- 2011년 실시계획 협의 완료 및 사업추진 중- 14개소(공정률 75%)
- 실시계획 협의 중 : 2개소(여수, 해남)
- 11월까지 미협의 지구 2개소, 협의 완료하여 전 지구 정상 추진

나) 신규대책

■ 항만과 배후 도심권 저지대 해일침수피해 방지계획 수립

○ 목적 : 폭풍해일 등으로 인한 항만과 배후도심권의 침수피해 예방을 위해 기존 시설의 보강 외에 첨단기능의 방재시설을 설치하는 재해취약지역 보강계획을 수립.

○ 해일 침수피해가 예상되는 항만과 배후 도심권 저지대 등 재해취약지역에 대한 방재시설 설치계획

- 도시가 저지대에 형성되어 침수피해가 잦은 항만도시권역에는 항만의 입지 및 형상, 배수조건 등을 분석하여 게이트(수문 형식), 방재언덕, 방호벽 등 다양한 방재시설물들을 적극 도입 계획.
- 22개 항만지역에 대한 방재시설 계획에는 1조 1,886억원이 소요될 전망이며 2030년까지 완료.
- 해일이나 이상고조위로 인한 침수피해가 빈번했던 목포항, 광양항(온동마을) 등 10개 항만도시부터 6,208억원을 투자하여 2020년까지 정비할 계획. 특히, 상습적인 침수피해로 경제적 손실이 막대했던 목포항은 최우선적으로 방재시설물을 설치할 예정.

<표 5-2-32> 해일 침수피해가 예상되는 재해취약지역에 대한 방재시설 설치계획

대상 항만 (월류고, m)	예상침수 면적(㎢)	피해예상액 (억원)	추정사업비 (억원)	도입시설
	7.948	20,453	4,479	
목포항(1.39)	5.378	14,186	3,858	플랩게이트 + 수직리트게이트
광양항 온동(2.56)	0.037	104	40	방재언덕(8,000㎡)
나로도항(1.10)	0.221	423	58	방호벽(1,319m)
여수항(1.83)	0.436	2,850	205	방호벽(1,143m) + 수문
완도항(0.95)	0.886	1,316	149	방호벽(2,159m)
녹동신항(0.75)	0.801	899	61	방호벽(1,086m)
대흑산도항(0.62)	0.089	249	45	방호벽(1,170m)
갈두항(1.33)	0.032	347	19	방호벽(225m)
거문도항(0.57)	0.068	79	44	방호벽(990m)

○ 완도 및 여수항과 같은 무역항, 홍도항, 거문도항 등의 연안항을 대상으로 방재기능을 수행할 수 없는 노후 방파제를 모두 보강하기 위해 총 1조 3천억원 규모의 투자.

<표 5-2-33> 무역항의 방파제 보강 계획

보강순위	항만	대상시설물	천해 설계파(m)		시설연장 (m)	보강연장 (m)	개략 공사비 (백만원)
			기존('88)	금회('05)			
8	완도항	남방파제	2.83	3.64	250	250	12,750
9	여수항	신항 동방파제		4.80	418	413	9,664
10		신항 서방파제		5.30	768	50	1,212
11		구항방파제	1.60	1.20	100	100	84

- 연안항(17개항 36개 노후 방파제 보강)

<표 5-2-34> 연안항의 방파제 보강 계획

보강 순위	항만	시설물	천해 설계파(m)		시설연장 (m)	보강연장 (m)	개략 공사비 (백만원)
			기존	금회			
1	홍도항	동방파제		9.40	200	200	20,644
5	거문도항	동방파제		7.20	970	970	34,854
15	대흑산도항	내영산도방파제		3.40	150	150	4,456
16		외영산도방파제		3.10	123	123	2,071
27	거문도항	북방파제		2.60	140	140	538
28		제1동방파제		1.50	220	220	303
29		제2동방파제		2.20	180	180	977
30		제2서방파제		2.20	165	165	828
33	갈두항	방파제		2.60	240	240	941
35	나로도항	동방파제	2.45	1.60	100	100	108
36		북측파제제	1.50	1.50	241	241	308

■ 자연재난 예방사업('98～'15)

○ 총 사업계획 : 3,899지구, 23,100억원

○ 자연재해 우려시설 사전 점검: 하천제방, 배수펌프장 등 자연재해저감시설 사전 점검·정비, 예보 및 경보시설 관리 : 노후 강우량기 교체 등 374백만원

○ 풍수해 보험가입 완료단계

- 대상재해 : 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설 등
- 대상시설 : 주택, 온실 (비닐하우스 포함)

라. 적응대책 목록

분야	대책	사업명	추진 기간	비고	관련부서
재난 / 재해	방재 체계	기후변화에 따른 자연재해 흔적도 작성	2012-2016	신규	전남도
		홍수 및 산사태 예방사업	2012-2016	기존/신규	전남도, 행안부
		기후변화 대응 방재기준·제도 강화	2012-2016	기존	행안부
		재해보험의 활성화	2012-2016	기존	행안부
	방재 인프라	안전한 국토기반 조성을 위한 재해예방사업 추진	2012-2016	기존	국토부
		전남도 도서 및 산악지방 재난대응 시스템 구축	2012-2016	기존/신규	행안부
		반복피해 방지를 위한 재해 복구 시스템 개선	2012-2016	기존/신규	행안부
		기후변화 대응 빗물저장시설 설치	2012-2016	기존/신규	행안부, 국토부
		집중강우 대비 하수도시설 개선	2012-2016	기존/신규	행안부
	사회 기반 시설	해수면 상승에 따른 취약지역 분석 및 적응방안 마련	2012-2016	기존/신규	전남도
		연안환경 개선 및 복원사업	2012-2016	기존/신규	전남도, 국토부
		안전한 국토기반 조성을 위한 재해예방사업 추진	2012-2016	기존/신규	국토부
		해수면 상승에 따른 연안침식 방지시설과 완충시설 확보관리	2012-2016	기존/신규	전남도

II. 재난재해분야 적응대책

1. 목표

○ 전남지역의 재해/재난분야 기후변화 취약성 분석을 통한 적응 기반마련

○ 기후변화 대응에 신속 대처 및 재난재해 최소화를 위해 예방 중심 체제 구축과 재해대책 사업 지속 추진

2. 주요과제

○ 도민의 복리증진과 소중한 생명·재산보호를 위해 재해위험지구 정비, 친환경적인 하천정비, 각종 재해 예방사업

○ 재난예방을 위한 대응능력 제고 및 친수공간 조성

○ 영산강살리기사업을 수질개선과 홍수방어 위주로 추진

3. 기대성과

○ 전남도에 가장 시급하고 효율적인 세부정책 개발에 도움

4. 추진과제 목록(신규 및 기존)

대분류	세부과제	비고	관련부서
방재체계 (II-1)	① 기후변화에 따른 자연재해 흔적도 작성	신규	전남도
	② 홍수 및 산사태 예방사업	기존/신규	전남도, 행안부
	③ 기후변화 대응 방재기준 제도 강화	기존	행안부
	④ 재해보험의 활성화	기존	행안부
방재 인프라 (II-2)	① 안전한 국토기반 조성을 위한 재해예방사업 추진	기존	국토부
	② 전남도 도서 및 산악지방 재난대응 시스템 구축	기존/신규	행안부
	③ 반복피해 방지를 위한 재해 복구 시스템 개선	기존/신규	행안부
	④ 기후변화 대응 빗물저장시설 설치	기존/신규	행안부, 국토부
	⑤ 집중강우 대비 하수도시설 개선	기존/신규	행안부
사회기반 시설 (II-3)	① 해수면 상승에 따른 취약지역 분석 및 적응방안 마련	기존/신규	전남도
	② 연안환경 개선 및 복원사업	기존/신규	전남도, 국토부
	③ 안전한 국토기반 조성을 위한 재해예방사업 추진	기존/신규	국토부
	④ 해수면 상승에 따른 연안침식 방지시설과 완충시설 확보관리	기존/신규	전남도

재난재해분야 방재체계(II-1-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－1－①	기후변화에 따른 자연재해 흔적도 작성	신규	전남도, 건설방재국

1. 배경 및 필요성

○ 전라남도 기후변화에 신속하게 대응하기 위하여 과거에 발생한 재해흔적을 GIS 기반으로 지도를 작성하고, 자료를 DB로 축척할 필요가 있음

○ 기후변화에 대한 복합위험요소 분석 및 지역별 실질적 위험도 진단

- 최근 도시화·산업화로 인한 재해환경 변화와 이상기후로 인한 대형 태풍, 호우 등 자연재해로 수방시설물의 대규모 피해 우려
- 기후변화를 고려한 지역별 실질적 안전도 진단
  - 지역별 위험환경, 방재성능, 위험관리능력 평가로 실제 안전도 진단

2. 사업개요

○ 주요 재해유형별 재해흔적 조사

- 홍수, 태풍, 침수피해
- 인명 및 재산 피해상황 DB축적
- 복구상황 DB축적

○ 지역 및 수방시설물 재해경력

- 지역 : 22개 시·군
- 수방시설물

○ 잠재위험지구선정

○ GIS 기반 지도 및 매뉴얼 작성

3. 그간 추진실적

○ 없음

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 시군별 피해흔적 문헌조사 및 현장조사 - 분야별, 지역별 상세조사
2013	- 재해 흔적도 작성
2014	- 기후변화에 따른 취약성평가를 바탕으로 잠재위험지구 선정
2015	- 배포와 활용에 따른 문제점 평가 및 보완
2016	- 지속적인 자료 업그레이드와 활용방안 다양화 모색

재난재해분야 방재체계(II-1-①)

5. 당해년도 추진계획

○ 시행계획 수립
○ 시군별 피해흔적 문헌조사 및 현장조사
○ 분야별, 지역별 상세조사

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	50	50	50	50	50	250
○ 도비	50	50	50	50	50	250
○ 시·군비						
○ 기타						
합 계	100	100	100	100	100	500

7. 기대효과

○ 기후변화 및 이상기후로 인한 재해위험지역 사전예측 및 대응능력 강화
○ 지역안전도 및 수방시설물 취약성 평가를 위한 자료 제공

재난재해분야 방재체계(II-1-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－1－②	홍수 및 산사태 예방사업	기존/신규	전남도, 행안부

1. 배경 및 필요성

○ 재해위험요소를 근원적으로 해결하기 위해서는 재해복구사업을 개선복구로 추진하여야 하나 대부분 원상복구에 머물고 있어 매년 반복피해 발생

○ 기후변화 대응에 신속 대처 및 재난재해 최소화를 위해 예방 중심 체제 구축과 재해대책사업 지속 추진할 필요가 있음.

2. 사업개요

○ 재해예방사업('98～15)

○ 총 사업계획 : 3,899지구, 23,100억원

- 소하천정비 : 3,730지구, 16,822억원(국비 50%, 지방비 50%)
- 재해위험지구 : 158지구, 5,667억원(국비 60%, 지방비 40%)
- 빗물저장시설 : 11지구, 611억원(국비 65%, 지방비 30%)

○ 산사태 예방 사업 대폭 확대

- 산사태 예방효과가 큰 사방댐을 2022년까지 매년 1000개소 설치하고 도시·생활권 주변부터 재해방지용 숲가꾸기 사업을 추진
- 산사태 예측시스템도 기존 시·군단위에서 읍·면·동 단위까지 세밀하게 예측할 수 있도록 고도화하고 위험지역에는 토양 이동계 등 모니터링 장비를 설치하여 실시간 감시가 가능하게 할 계획.
- 태풍, 해일 피해가 우려되는 해안 산업단지 위주로 해안 방재림도 확대

3. 그간 추진실적 및 경위

- 소하천정비 : 60지구, 699억원(공사중 15, 준공 45) - 진도 75%
- 재해위험지구 : 30지구, 966억원(설계중 9 - 신규, 공사중 21) - 진도 68%
- 빗물저장시설 : 4지구, 176억원(공사중 4)

재난재해분야 방재체계(II-1-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 소하천정비, 재해위험지구, 빗물저장시설 사업 지속
2013	- 소하천정비, 재해위험지구, 빗물저장시설 사업 지속
2014	- 소하천정비, 재해위험지구, 빗물저장시설 사업 지속
2015	- 소하천정비, 재해위험지구, 빗물저장시설 사업 지속
2016	- 소하천정비, 재해위험지구, 빗물저장시설 사업 지속

5. 당해년도 추진계획

- 소하천정비 : 60지구,
- 재해위험지구 : 30지구,
- 빗물저장시설 : 4지구,

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	723	723	723	723	723	3,615
○ 도비	560	560	560	560	560	2,800
○ 시·군비						
○ 기타						
합 계	1283	1283	1283	1283	1283	6,415

7. 기대효과

○ 태풍이나 돌발적인 폭우 발생시 침수를 방지하고 재산피해를 최소화 할 수 있음

재난재해분야 방재체계(II-1-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－1－③	기후변화 대응 방재기준 제도 강화	기존	행안부

1. 배경 및 필요성

○ 현 방재시설 기준은 과거 30년간 기상 관측기록을 확률분석, 적용하여 미래 기후변화 양상이 미 반영되어 기후변화에 따른 설계기준 초과 강우 시 재해 대처능력 부족

○ 수방시설물 설계기준이 소관 부처별로 제정·관리되어 시설물 종류와 설치시기에 따라 방재성능이 상이

○ 지구단위별로 재해위험도 및 취약도에 따라 극한 홍수를 효율적으로 방어하지 못하여 반복적 피해 발생

○ 사전재해영향성검토 협의제도 도입이후 도출된 문제점 개선 및 급격한 기후변화에 따른 제도 정비

2. 사업개요

○ 기후변화에 따른 방재기준 재설정

○ 지구단위홍수방어기준 제정 및 활용

○ 사전재해영향성검토 협의제도 강화

○ 풍수해저감종합계획수립 제도 개선

○ 기업의 재해경감활동 지원제도 활성화

3. 그간 추진실적(~'10) 및 경위

○ 기후변화에 따른 방재기준 재설정 추진

○ 지구단위홍수방어기준 제정 추진

○ 사전재해영향성검토협의 실무지침서 및 위원회 운영규정 개정

○ 풍수해저감종합계획수립 제도 개선

○ 기업의 재해경감활동 지원제도 마련

재난재해분야: 방재체계(II-1-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 시군별 기존 시설물 방재성능평가 및 개선 방안 제시 - 기후변화에 따른 방재기준 재설정 추진 - 기후변화에 따른 방재기준 가이드라인 제시 - 신속하고 효과적인 재난 예경보시스템 강화
2013	- 시군별 기존 시설물 방재성능평가 및 개선 방안 제시 - 지역별 방재성능목표 설정·운영 정착화 - 산사태 예·경보 발령 대상 확대(재난실무자→지방자치단체장) - 방사능 누출, 대규모 정전 등 민방위 경보 대상 재난 확대
2014	- 시군별 기존 시설물 방재성능향상 방안 - 지구단위홍수방어기준 시행 조기정착 유도 - 사전재해영향성검토 협의대상 확대
2015	- 시군별 기존 시설물 방재성능향상 방안 - 자치단체 재난대응 책임성 제고를 위한 교육 및 평가 강화
2016	- 풍수해저감종합계획수립 제도 개선 - 기업 재해경감활동 지원제도 활성화

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화에 따른 방재기준 재설정 추진
○ 사전재해영향성검토 협의대상 확대
○ 풍수해저감종합계획수립 제도 개선
○ 기업 재해경감활동 지원제도 활성화

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	100	100	100	100	500
○ 도비	20	20	20	20	20	100
합 계	120	120	120	120	120	600

7. 기대효과

○ 기후변화에 따른 선제적 적응역량 강화
○ 개발계획(행정계획, 개발사업)으로 인한 재해위험 최소화
○ 시군별 풍수해저감종합계획 통합 수립

재난재해분야 방재체계(II-1-④)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－1－④	재해보험의 활성화	기존	행안부

1. 배경 및 필요성

○ 풍수해보험 대상 시설물에 대한 기초 통계자료 축적 관리하여 정확한 보험료율 산정
○ 풍수해 발생시 신속 정확한 보상지원 체계 마련
○ 풍수해보험 사업 추진과정에서 나타난 일부 미흡사항을 개선
○ 태풍 '곤파스', 9.21 '집중호우'로 피해를 입은 소상공인에 대한 지원방안 수립·시행, 시범사업 결과 분석을 통한 확대방안 마련
○ 「지진재해대책법」 제정, 세계적으로 빈번히 발생하고 있는 '지진재해'를 대상재해에 포함시켜 보험 사각지대 발생을 사전 차단
○ 현행 풍수해보험은 민간재보험 영역(손해율 180%까지)을 제외하고는 사업 손실 발생 시 국가가 전액 보전해야 하는 위탁사업 구조

2. 사업개요

○ 자치단체별 풍수해보험 대상 시설물, 향후 확대 대상 시설물 등 9개종에 대한 시설현황 및 피해현황 등 기초 통계자료 집적
○ 풍수해보험 가입자 계약현황 DB 구축
○ 풍수해보험 제도개선 등을 통한 상품경쟁력 제고
○ 소상공인 상가·공장 풍수해보험 도입 검토
○ 풍수해보험 대상 재해에'지진'추가 신설
○ 풍수해보험 「보상하는 재난기준」 단계적 완화

3. 그간 추진실적(~'10) 및 경위

○ 풍수해보험 업무지원시스템 구축('06)
○ 기초통계자료 DB 구축('07~'10)
- 풍수해보험 시설물 기초통계 및 피해현황 집적(시군구/년 1회)
- 풍수해보험 가입자 현황 DB 구축(실시간/보험사 시스템 연계)

○ 수요자 중심의 풍수해보험 상품 개선
○ 풍수해보험 활성화 및 제도개선을 위한 TFT 구성·운영('10.9.2~12.30)
○ 소상공인 상가·공장 풍수해보험 도입을 위한 업무 추진
- 보험 도입방안 연구용역 수행('10.9.24~'11.1.22, 보험개발원)

○ 풍수해보험법 「지진」 재해포함 등 일부 개정
- 법률 개정 자문을 위한 정무법무공단 질의·회신('10.10.14~11. 2)
- 풍수해보험법 일부 개정(안) 입안('10.12. 7)

재난재해분야: 방재체계(II-1-④)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 통계관리 프로그램 개발(보험대상시설물, 보험금 지급현황 등) - 보험 통계연보 작성 - 풍수해보험 활성화를 위한TFT 구성·운영 - 소상공인 상품 도입을 위해 부처 협의(기획재정부, 금융감독위원회 등) - 소상공인 상가공장 상품 시범사업 추진(3~5개 시·군·구) - 「지진」재해담보 상품 개발 착수
2013	- 풍수해보험 활성화를 위한TFT 구성·운영 - 소상공인 상가공장 상품 시범사업 확대(3~5 ⇒16개 시·군·구) - 「지진」재해담보 상품 관계기관 협의(금감위, 보험개발원 등)
2014	- 소상공인 상가공장 상품 전국확대 -「지진」 재해담보 상품 개발 시범사업 추진 - 상품개발·도입에 따른 부처 협의(기획재정부, 금융감독위원회 등)
2015	- 소상공인 상가공장 상품 문제점 개선 등 -「지진」 재해담보 상품 전국사업 확대
2016	- 소상공인 상가공장 상품 문제점 개선 등 -「지진」 재해담보 상품 전국사업 완료

5. 당해년도 추진계획

○ 통계관리 프로그램 개발(보험대상시설물, 보험금 지급현황 등)

○ 보험 통계연보 작성

○ 풍수해보험 활성화를 위한 TFT 구성·운영

○ 소상공인 상품 도입을 위해 부처 협의(기획재정부, 금융감독위원회 등)

○ 소상공인 상가·공장 상품 시범사업 추진(3~5개 시·군·구)

○ 「지진」재해담보 상품 개발 착수

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	103.34	103.34	147.25	147.25	147.25	648.43
○ 도비	103.34	103.34	147.25	147.25	147.25	648.43
○ 시·군비	103.34	103.34	147.25	147.25	147.25	648.43
○ 기타						
합 계	310.02	310.02	441.75	441.75	441.75	1,945.29

7. 기대효과

○ 사유재산에 대한 무상복구비 지원제도 보완, 실질보상 및 국민부담 경감

○ 국가재정 안정화 및 국민의 자율적 방재의식 고취

○ 풍수해보험제도의 조기정착과 활성화, 충분한 담보력 확보

재난재해분야 방재인프라(II-2-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－2－①	안전한 국토기반 조성을 위한 재해예방사업 추진	기존	국토부

1. 배경 및 필요성

○ 풍수해보험 대상 시설물에 대한 기초 통계자료 축적 관리하여 정확한 보험료율 산정
○ 풍수해 발생시 신속 정확한 보상지원 체계 마련
○ 풍수해보험 사업 추진과정에서 나타난 일부 미흡사항을 개선
○ 태풍 '곤파스', 9.21 '집중호우'로 피해를 입은 소상공인에 대한 지원방안 수립·시행, 시범사업 결과 분석을 통한 확대방안 마련
○ 「지진재해대책법」 제정, 세계적으로 빈번히 발생하고 있는'지진재해'를 대상재해에 포함시켜 보험 사각지대 발생을 사전 차단
○ 현행 풍수해보험은 민간재보험 영역(손해율 180%까지)을 제외하고는 사업 손실 발생 시 국가가 전액 보전해야 하는 위탁사업 구조

2. 사업개요

○ 재해위험정비 및 이주대책 사업의 활성화
- 사업기간 : '98~계속
- 사업규모 : 1,523개 지구, 6조 3,103억원(국비 60%, 지방비 40%)

○ 안전하고 친환경적인 소하천정비사업 적극 추진
- 사업규모 : 22,664개소, 35,815㎞, 11조 7,001억원 소요

3. 그간 추진실적(~'10) 및 경위

○ 재해위험지구 예방투자 확대
- '09년 까지 : 14,355㎞, 25,387억원 투자(국비9,578, 지방비15,809)
- '10년 추진 : 414㎞, 4,143억원(국비2,072, 지방비2,071)
- '11년 4,143억원 투입, 305개소 368km 정비추진(정비율 42.2%)

○ 재해예방차원의 소하천정비사업 국비지원액 확대
- 최근 3년간 소하천정비사업 추진을 위한 국비지원액 3.8배 증액

○ 아름다운 소하천 가꾸기 공모전 추진
- '10년 공모전 실시(4~5월) 및 우수기관(11 시·군) 포상
- '11년 소하천정비사업 사업비 배정 시 우수기관 국비추가 지원

○ 소하천정비법 및 소하천시설기준 개정 등 현 실정에 맞는 소하천관리 체계 정비를 위해 관련분야 전문가로 구성된 T/F팀 운영('10.10~12월)
- 소하천정비법 개정(안) 마련 및 정부입법 추진계획 마련
- 소하천시설기준 개정방향 설정 및 소하천 관리를 위한 DB 관리방안 마련

재난재해분야 방재인프라(II-2-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 재해위험지구 정비 : 5,652억원 투입 80개 지구 정비완료 - 기후변화 및 지역특성에 맞는 소하천정비종합계획 재수립 - 소하천 관리실태 정기적 점검 의무화 정착
2013	- 재해위험지구 정비 : 6,217억원 투입 88개 지구 정비완료 - 소하천별 평가를 통한 위험도 분석 및 사업추진 실적계획관리 D/B 구축 - 소하천 D/B 관리를 위한 시스템 마련
2014	- 재해위험지구 정비 ・6,839억원 투입 96개 지구 정비완료 - 소하천 및 주변지역 등 피해예방을 위한 유역정보체계 구축 - 소하천피해 경감을 위한 예경보체계 구축·운영 - 상품개발·도입에 따른 부처 협의(기획재정부, 금융감독위원회 등)
2015	- 재해위험지구 정비 ・7,523억원 투입 105개 지구 정비완료 - 소하천정비사업 조기완료를 위한 투자확대 강화
2016	

5. 당해년도 추진계획

○ 재해위험지구 정비/ 5,652억원 투입 80개 지구 정비완료

○ 기후변화 및 지역특성에 맞는 소하천정비종합계획 재수립

○ 소하천 관리실태 정기적 점검 의무화 정착

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○재해위험지구	5,652	6,217	6,839	7,523	7,523	33,754
○소하천	4,556	5,012	5,514	6,066	6,066	27,214
합 계	10,208	11,229	12,353	13,589	13,589	60,968

7. 기대효과

○ 재해위험지역에 거주하는 주민들을 하루라도 빨리 재해위험으로부터 벗어날 수 있도록 함으로써 국민의 생명과 재산 보호

○ 최근 빈발하는 시설기준 초과 강우에 대응 가능하고, 주변 환경과 조화된 「아름다운 소하천을 가꾸기」 정착

○ 소하천 DB 및 실시간 모니터링 체계 구축을 통해 소하천 정비사업 평가 및 홍수 예·경보를 위한 기반 구축

○ 이상기후로 인한 재해위험지역 사전예측 및 대비능력 강화, 적정대응을 통한 인명 및 재산 피해 Zero화 및 최소화

재난재해분야 방재인프라(II-2-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－2－②	전남도 도서 및 산악지방 재난대응시스템구축	기존	행안부

1. 배경 및 필요성

○ 재해 상황 분석·판단시스템 구축
- 기후변화의 영향으로 강우패턴, 피해양상의 다양화
- 재해발생시 신속한 의사결정과 대응 필요

○ 재난 예·경보시스템 구축

○ 11년 우면산 및 춘천의 산사태와 같은 돌발성재해에 대한 판단시스템구축

2. 사업개요

○ 재해상황분석·판단시스템 구축
- 총사업비 : 25억원, '12 ~ '16년

○ 재해 예·경보시스템 구축
- 자동우량경보, 자동음성통보시스템, 재해문자전광판, RDS 재해경보방송, 산간계곡 자동경보시설, 우량계와 재난관리시스템 연계 구축

3. 그간 추진실적(~'10) 및 경위(국가단위로 시행)

○ 재해상황분석·판단시스템 구축
- 홍수재해취약지역의 2차원 하천범람 예측시스템 구축('09년)
- 기상관측 자료의 활용기법 개발('10년)
- 도시침수범람지역 분석 기상관측 자료의 활용기법 개발('10년)

○ 재난 예·경보시스템 구축
- '96년부터 자동우량경보시설 구축을 위해 중기사업계획 수립('08. 5)
- 산간계곡 자동경보시설 구축사업 추진('10. 5 ~ '10. 9)
- 읍면동 우량계와 시군구재난관리시스템 연계('10. 2 ~ '10. 9)
- 재난 예·경보 시설 점검 실시('07. 1 ~ 계속)
- 재해문자정보시스템 보강사업 추진'11. 6 ~ '11. 8 / 11,000천원

재난재해분야 방재인프라(II-2-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 도내 산간지역 피해사례 분석 - 토석류, 유송잡물 등 산지지역 피해분석 모형 개발
2013	- 도내 도서지역 피해사례 분석 - 토석류, 유송잡물 등 산지피해 위험도 작성
2014	- 재해취약성 분석 모형 검증 및 최적화 기술개발적용
2015	- 폭풍·지진해일 등 연안침수 위험지역 모형 개발 - 시스템 유지관리
2016	- 폭풍·지진해일 등 연안침수 위험지역 모형 적용 - 시스템 유지관리

5. 당해년도 추진계획

○ 2D 토석류 모형 개발 및 유송잡물 발생 예측 해석
○ 토석류, 유송잡물 등 산지지역 피해분석 모형 개발
○ 토석류, 유송잡물 등 산지피해 위험도 작성

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	4	4	4	4	4	20
○ 도비	1	1	1	1	1	5
○ 시·군비						
○ 기타						
합 계	5	5	5	5	5	25

7. 기대효과

○ 전남의 유형별 피해예상지역을 사전예측, 주민대피, 인력·물자 동원, 위험시설 보수·보강, 유관기관 협조사항 등의 의사결정, 상황관리 지원을 통한 인명 및 재산피해 최소화에 기여
– 산지피해 우려지역 사전예측, 연안재해 위험지역 사전 예측 등 종합적인 재해 상황 분석 시스템 구축으로 강우 피해 분석
○ 재난예·경보시스템구축
– 산간계곡 및 하천변유원지, 재해취약지구에 거주하는 국민의 사전 홍보강화를 통하여 인명피해 최소화 도모

재난재해분야 방재인프라(II-2-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－2－③	반복피해 방지를 위한 재해복구시스템 개선	기존신규	행안부

1. 배경 및 필요성

○ 항구적인 복구체계 강화

– 근본적인 재난예방을 위하여 개선복구사업 확대 필요

○ 지구단위 종합복구

– 소관별로 시설물의 기능 회복에 중점을 두고 있어 피해원인의 근원적 해소 및 피해재발 방지에 한계

* 복구사업시행소관 : 산사태(산림부서), 도로부서, 소하천(재난부서)

* 시설물고유기능: 산사태(산림보호), 도로(교통소통), 소하천(이수치수)

⇒ 피해지구 전체를 고려한「지구단위종합복구」제도도입·운영필요

○ 구호물자관리

– 구호물자·보관창고 등 등록·관리에 있어 수기 등록에 따른 정확한 물량 파악 및 품질관리에 어려움

– 대규모 이재민 발생시 구호물자 배분·수송·지급에 따른 지자체 전담인력 부족으로 구호물자 지급 지연 등 발생

2. 사업개요

○ 피해복구 계획수립 시 붕괴위험지구(산사태·절개지)와 시·군·구 풍수해 저감 종합계획에 반영된 위험 지구、시설 등을 포함하여 개선복구사업 확대

○ 도로·하천·산사태 등 대규모 복합피해 지역은 피해 시설 전체를 고려한 지구단위 종합복구 계획 수립·시행

○ 극한 자연재난 대비 이재민관리 및 재해구호물자관리시스템 구축

3. 그간 추진실적(~'10) 및 경위

○ 개선복구사업 확대를 위한 관계법령 개정 공포 : '10.3.26

○ 지구단위 종합복구제도 도입을 위한 관계법령 개정안 국회 제출 : '10.9.16

○ 재해구호물자 효율적 관리기준 마련 : '10.1.24~3.24

○ 임시주거시설 선제작 추진 : '10.4.19~9.13

○ 재해구호물자관리 및 응급구호 선진화 ISP 추진 : '10.8.26~12.10

재난재해분야: 방재인프라(II-2-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 복합피해지구에 대한 시군단위 종합복구계획수립 시행 - 자율방재단 활용 등 신속한 구호물자 전달 방안 마련 시달 - 재해구호물자관리시스템 구축 추진(15억원)
2013	- 복합피해지구에 대한 시군단위 세부시행계획 수립 - 자율방재단 활용 등 신속한 구호물자 전달 방안 마련
2014	- 재해구호물자관리시스템 구축 추진
2015	- 재해구호물자관리시스템 유지보수 실시
2016	- 시군단위종합복구계획과 재해구호물자관리시스템의 유지보수

5. 당해년도 추진계획

○ 복구계획수립시 풍수해저감종합계획에 반영된 위험지구 개선복구 포함
○ 복합피해지구에 대한 지구단위종합복구계획수립 시행(지자체 요청시)
○ 자율방재단 활용 등 신속한 구호물자 전달 방안 마련 시달
○ 재해구호물자관리시스템 구축 추진(15억원)

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	15	15	26	26	26	108
○ 도비	15	15	26	26	26	108
○ 시·군비	9	9	16	16	16	66
○ 기타	6	6	10	10	10	42
합 계	45	45	78	78	78	324

7. 기대효과

○ 기능복원위주에서 개선복구체계로 정책전환으로 근원적 피해원인을 해소하여 동일수계 반복피해 예방
○ 복구사업의 일괄 시행으로 복구사업비 효율적 투자로 국비·지방비 절감, 소요인력 및 행정절차 감소
○ 재해발생시 이재민에게 신속한 구호물자 지급 및 부족한 인력 대체
○ 구호물자 관리·수송·배분의 효율성 및 신속성확보 및 순환지원 활성화
○ 구호물자 자동화로 수급채널 최적화 및 현장대응 역량강화

재난재해분야 방재인프라(II-2-④)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－2－④	기후변화 대응 빗물저장시설 설치	기존신규	행안부, 국토부

1. 배경 및 필요성

○ 최근 지구온난화 등 기상이변 현상으로 슈퍼 태풍 및 집중호우 증가 등으로 대규모 피해 급증

○ 저수지 현황·정비실태 등 정보화 구축으로 체계적 관리

○ 심각한 기후변화로 인한 물 부족 현상을 최소화하기 위해 선진국에서는 다양한 수자원 확보를 위한 사업이나 기술을 개발 중

2. 사업개요

○ 빗물저장시설 설치사업 확대

○ 홍수 및 가뭄 대응을 위한 저수지 운영 매뉴얼 개발

○ 다양한 수자원 확보를 위한 사업 및 기술 발굴, 지원

3. 그간 추진실적(~'10) 및 경위

○ 빗물저장시설 설치사업 추진

- 『녹색뉴딜사업』 추진방안, 국무회의시 대통령 보고·확정('09. 1. 6)
- 국고보조금 지원율 차등지원 기획재정부 협의('09. 5. 27)
- '09 ~ '10년 우수저류시설 설치사업 추진(15개소/873억원)

○ 빗물저장시설 설치 활성화를 위한 관련 제도 마련

- 빗물저장시설의 종류·구조·설치 및 유지관리 기준 제정('10. 7. 15)

○ 저수지 재해예방을 위한 안전관리기법 및 DB구축 연구개발('09. 3)

○ 지방관리 저수지 14,278개소 전수조사 실시('09. 3~'10.12)

○ 도시 빗물관리 기술 개발과 실용화

- 건축물 빗물관리 요소 기술 개발('01~'04)
- 유비쿼터스 기반의 통합운영기술 개발 및 적용('04~'10)
- 다기능 빗물관리시스템 구축 및 시범사업('08~'10)
- 공동주택 빗물관리시설 지침 및 기준 제시('08~'11)
- 의사결정지원시스템(RainCity) 개발 및 상용화('08~'11)

재난재해분야 방재인프라(II-2-④)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 전남도내 빗물저장시설 설치 - 친환경 저류·침투 고도화 기술 개발 - 비녹지 지역(포장면)의 물순환 건전화 고도화 기술 - 홍수자원화 및 물순환 도시조성 시범사업 추진
2013	- 빗물저장시설 설치 - LID 빗물관리 시스템 운영기술 개발 - 물순환과 탄소 저감 정량화 및 효과 분석 기술 개발
2014	- 빗물저장시설 설치 - 빗물관리에 의한 도시 기후변화 대응기술 개발 - 다중 수원의 통합관리 시스템 기술 - 빗물관리기술의 국내외 사업화 지원
2015	- 빗물저장시설 설치 : 22개소/1,780억원 - 도시 내 빗물관리 시설의 모니터링 및 통합관리기술 개발 - 빗물관리기술의 운영 효율성 제고 사업 추진 - 물순환 생태도시 계획 기법 및 제도 개선
2016	- 빗물관리기술의 국내외 사업화 지원 - 물순환 생태도시 계획 기법 및 제도 개선

5. 당해년도 추진계획

○ 빗물저장시설 설치
○ LID(저영향개발) 빗물관리 시스템 설계기술 개발
○ 친환경 저류·침투 고도화 기술 개발
○ 비녹지 지역(포장면)의 물순환 건전화 고도화 기술
○ 홍수자원화 및 물순환 도시조성 시범사업 추진

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○방재청	800	1,050	1,360	1,780		4,990
○소하천	20	20	20	20		80
합 계	820	1,070	1,380	1,800		5,070

7. 기대효과

○ 빗물저장시설을 통해 침수피해 예방 및 물의 자연선순환체계 회복
○ 전국에 산재된 노후저수지 체계적 관리로 안전성 강화
○ 수자원의 다원화에 의한 기후변화 적응능력 강화

재난재해분야 방재인프라(II-2-⑤)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－2－⑤	집중강우 대비 하수도시설 개선	기존,신규	행안부

1. 배경 및 필요성

○ 지구온난화 등 기후변화로 최근 10년간 1일 100mm 이상의 집중호우 발생빈도가 1.5배 증가

○ 침수피해 원인분석 결과, 내수침수의 약 40%가 하수도시설의 우수배제기능 미흡으로 조사

○ 하수도에 의한 우수배제는 시민의 재산과 인명을 보호하는 도시안전을 위한 주요기능이나, 그간 하수도사업은 오수배제에 중점

○ 국민의 생명과 재산을 보호하고, 물 순환구조 개선 및 도시생태환경 안정적 유지를 위해 하수도의 우수관리기능 강화 필요

2. 사업개요

○ 현행오수처리 중심의 공공하수도를 개선하여 기후변화성 집중호우시 우수 관리 기능 및 도심내 비점오염물질 저감기능 강화 대책 추진

○ 침수피해 예방을 위한 하수도시설 집중강우 관리, 하수도의 집중강우 대응기반 구축, 지역특성에 적합한 우수관리형 하수도시설 구축

3. 그간 추진실적(~'10) 및 경위

○ 기후변화 대응 공공하수도 우수관리 기능 강화 대책 추진

- 9.21 수도권 게릴라성 집중호우 피해 관련 상습침수지역 25개 시 .군(56개지역) 하수도 침수대응 실태 점검('10.10)
- 기후변화성 집중호우 대비를 위한 "공공하수도 우수관리 강화 기본계획" 마련('10.11)
- 공공하수도의 우수관리 기능 강화방안 마련을 위한 "공공하수도 선진화 T/F Team" 구성·운영('10.12~)

재난재해분야 방재인프라(II-2-⑤)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화 대응 하수도 구축 관련 제도 개선 - 기후변화 대응 다기능 하수도 구축 시범사업 추진
2013	- 기후변화 대응 하수도 구축 관련 제도 개선 - 기후변화 대응 다기능 하수도 구축 시범사업 추진
2014	- 기후변화 대응 다기능 하수도 구축 사업 추진
2015	- 기후변화 대응 다기능 하수도 구축 사업 추진
2016	- 기후변화 대응 다기능 하수도 구축 사업 추진

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화 대응 하수도 구축 관련 제도 개선

○ 기후변화 대응 다기능 하수도 구축 시범사업 추진

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	2,824	5,138	6,534	7,633	7,633	29,762
○ 도비	1,286	2,424	3,178	3,763	3,763	14,414
○ 시·군비	1,538	2,714	3,356	3,870	3,870	15,348
○ 기타						
합 계	7,660	12,289	15,082	17,281	17,282	69,594

7. 기대효과

○ 기후변화 대응 다기능 하수도 시스템 구축으로 도심내 침수피해 예방, 비점오염 물질 저감을 통한 공공하수도 기후변화 대응 능력 강화

○ 상습침수지역의 우수배제능력 향상으로 주민생활 환경개선 및 재산.인명 피해 감소

○ 비점오염원 부하의 삭감으로 공공수역의 수질개선 및 수생태계 회복, 저류시설 물재이용을 통한 도심 물순환 회복 기여

재난재해분야 사회기반시설(II-3-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－3－①	해수면 상승에 따른 취약지역 분석 및 적응방안 마련	기존/신규	전남도

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화 등에 따른 해안침식·침수 등에 대비, 2012년까지 연안해역에 대하여 완충구역을 지정할 수 있는 제도를 도입

○ 국토해양부는 제1차 연안통합관리계획('00~'10)을 평가하고 연안재해 등 새로운 여건변화를 반영한 제2차 연안통합관리계획('11~'21)을 중앙연안관리심의회의 심의를 거쳐 10월 27일 확정·고시

○ 제2차 연안통합관리계획은 생태계 기반 계획적 공간 관리, 기후변화 및 재해대응, 공공성 강화 등에 기초하여 중점 추진과제 259개를 향후 10년 동안 시기별로 추진하기 위한 중장기 기본 정책방향을 포함

2. 사업개요

○ 해수면 상승에 따른 취약지역 분석

○ 해수면 상승에 따른 침수 예상도 작성

○ 도시계획의 전반적인 관리방향 전환/ 해양건축 확대방안 마련

○ 해수면 상승에 따른 침수 예상 지역에 대한 적응 대책 수립

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 없음

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 해수면 상승 진단 및 이에 따른 취약지역 분석
2013	- 서해안 지역 시군의 해수면 상승에 따른 침수 예상도 작성
2014	- 남해안 지역 해수면 상승에 따른 침수 예상도 작성
2015	- 영산강 및 섬진강 주변에서 침수 예상도 작성
2016	- 해수면 상승에 따른 침수 예상 지역에 대한 적응방안 마련

재난재해분야 사회기반시설(II-3-①)

5. 당해년도 추진계획

○ 시행계획 수립
○ 시군별 해수에 의한 침범 흔적조사
○ 과학적 조사 및 관찰 활동 확대
○ 최대 위험 가능지역 표본조사

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	50	50	50	50	50	250
○ 도비	50	50	50	50	50	250
○ 시·군비						
○ 기타						
합 계	100	100	100	100	100	500

7. 기대효과

○ 해양건축물 보급 확대: 안침식과 지구온난화에 따른 해수면 상승 등에 의해 육지에서 생활하기 위한 가용공간이 점차 부족해지고 있는 시점에서 기초 구조물을 바다에 띄워 건물을 얹는 방식의 해양 건축물에 대한 인식전환.
○ 기후변화로 인한 해수면 상승 등에 적극적으로 대응하기 위하여 첨단 항만건설, 해양건설 방재의 선진화를 통한 기후변화에 적응
○ 해수면 상승으로 인한 재해위험지역 사전예측 및 대응능력 강화
○ 지역안전도 및 수방시설물 취약성 평가를 위한 자료 제공

재난재해분야 사회기반시설(II-3-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－3－②	연안환경 개선 및 복원사업	기존/신규	전남도, 국토부

1. 배경 및 필요성

○ 연안환경 개선과 복원을 통한 연안자원의 생태적 가치 증진

○ 취약한 연안시설물의 정비·보강으로 재해 예방기능 강화

2. 사업개요

○ 사 업 량 : 목포시 등 13개시군, 16개소

– 목포, 여수, 광양, 고흥, 보성, 장흥, 강진, 해남, 함평, 영광, 진도, 신안 각 1개소, 무안 4개소

○ 사 업 비 : 88억원(국비 61, 시군비 27)

○ 사업내용 : 호안정비, 침식방지, 친수공간 조성 등

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 실시계획 협의 완료 및 사업추진 중 : 14개소(공정률 75%)

○ 실시계획 협의 중 : 2개소(여수, 해남)

○ 2011년 미협의 지구 2개소, 협의 완료하여 전 지구 정상 추진

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 시군 특성에 따른 호안정비, 침식방지, 친수공간 조성
2013	- 시군 특성에 따른 호안정비, 침식방지, 친수공간 조성
2014	- 시군 특성에 따른 호안정비, 침식방지, 친수공간 조성
2015	- 시군 특성에 따른 호안정비, 침식방지, 친수공간 조성
2016	- 시군 특성에 따른 호안정비, 침식방지, 친수공간 조성

재난재해분야 사회기반시설(II-3-②)

5. 당해년도 추진계획

○ 총 사업개요

- 근　　거 : 국토해양부 제2차 연안정비 사업계획
- 사업기간 : 2010 ~ 2019(10년)
- 사 업 량 : 107개소(연안보전 86, 친수연안 21)
- 사 업 비 : 1,861억원(국비 70%, 시군비 30%)

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	20	20	20	20	20	100
○ 도비	30	30	30	30	30	150
○ 시·군비	60	60	60	60	60	300
○ 기타						
합 계	110	110	110	110	110	550

7. 기대효과

○ 기후변화로 인한 재해위험지역 사전예측 및 대응능력 강화

○ 지역안전도 및 수방시설물 취약성 평가를 위한 자료 제공

재난재해분야 사회기반시설(II-3-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
II－3－③	안전한 국토기반 조성을 위한 재해예방사업 추진	기존,신규	국토부

1. 배경 및 필요성

○ 인구와 기반시설이 집중된 도시는 기후변화로 인해 재해에 가장 큰 영향을 받는 당사자이며, 도시화로 인해 적응능력 저하

– 도시는 도시화로 인해 불투수면적의 증가, 지하공간 활용 등으로 기후변화에 따른 홍수, 폭염 등의 재해에 매우 취약

○ 도시의 기후변화 재해 취약성 분석을 통해 체계적인 대응과 도시의 적응능력 제고 필요

– 기후변화에 따른 재해에 취약한 지역 및 기반시설을 파악하기 위해 도시의 취약성 평가 방법 정립을 통한 취약성 분석 시행 필요

– 개발이전의 건전한 물순환체계 구축 등 도시의 체질을 변화시켜 적응력을 높이는 것이 중요

2. 사업개요

○ 기후변화 재해 영향에 따른 도시의 취약성을 분석하고, 도시의 적응능력 제고를 위한 다양한 사업 발굴.시행방안 마련 및 제도개선

– 도시 기후변화 적응능력제고 시범사업 추진 및 모니터링 체제 구축을 통한 사업 확대

3. 그간 추진실적(~'10) 및 경위

○ 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획수립 지침」을 제정('09.8.24) 하면서 도시계획 수립시 기후변화로 인한 영향평가 및 취약성 분석을 통한 적응계획 수립을 권고

○ 2010년 하반기부터 "국가 기후변화 적응대책"을 계기로 선제적이고 체계적 대응 계획 수립 · 추진 중

– 그 일환으로 "도시의 기후변화 취약성 평가방법 정립 및 취약성 평가연구" 추진('10.10 ~ '11.6)

재난재해분야: 사회기반시설(II-3-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 전남의 시군 기후변화 재해 취약성 평가 및 특성분석과 도시계획연계방안 - 외국의 기후변화적응 도시 정책사례 조사
2013	- 도시(기반시설 포함)의 기후변화 취약성 경감을 위한 적응방안 - 도시 기후변화 적응능력 제고사업 발굴 및 추진방안
2014	- 도시 기후변화적응 모니터링 및 성과관리를 위한 적응지표 개발
2015	- 도시 기후변화 적응능력 제고사업 시행
2016	- 도시 기후변화 적응능력 제고사업 확대

5. 당해년도 추진계획

○ 전국 도시(시군구) 기후변화 재해 취약성 평가 및 특성분석과 도시계획연계방안

○ 외국의 기후변화적응 도시 정책사례 조사

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	1	1	1	2	2	7
○ 도비	1	1	1	2	2	7
○ 시·군비	1	1	1	2	2	7
○ 기타						
합 계	3	3	3	6	6	21

7. 기대효과

○ 지자체의 구체적 적응계획 수립을 위한 취약성 평가 가이드 라인 제시

– 공간범위를 고려한 도시(기반시설 포함)의 체계적, 합리적 기후변화 취약성 평가방법 정립과 사례 제시를 통해 지자체 활용 도모

○ 기후변화 재해 영향에 대한 도시의 적응력 향상을 통해 재해피해저감

– 다양한 기후변화 적응능력 제고 사업 발굴과 시범사업 적용을 통해 도시의 적응력 제고 도모

재난재해분야 사회기반시설(Ⅱ-3-④)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅱ－3－④	해수면 상승에 따른 연안침식 방지시설과 완충시설 확보관리	기존/신규	전남도

1. 배경 및 필요성

○ 2050년까지 전해상의 해수면은 평균 27cm 상승하며 침수 해일 등 연안지역 재해 피해 증가 우려(2011년12월 기상청)

○ 해수면 상승으로 우리나라 주변 모래해안(해빈)의 30% 이상 소실전망(KEI, 2010)

○ 해수면 상승으로 국토면적 감소현상이 점차 가시화 될 것임.

○ 해안선 근방에는 과거부터 도로, 건축 등의 시설이 입지하는 등, 고밀도 개발사례가 빈번한 실정으로 돌발성 해안침식뿐만 아니라 해수면 상승에 의한 침식, 침수의 위험성이 검토되어야 함.

○ 기후변화 등에 따른 해안침식·침수 등에 대비, 연안 해역에 대하여 완충구역 지정이 시급함: 연안공간의 계획적 관리 강화

2. 사업개요

○ 연안침식 취약지역 현장조사 및 정보 DB구축

○ 해수면 상승에 따른 침수, 침식예상지역 조사.

○ 인구밀집지역에 영향을 줄 수 있는 지역부터 연안침식방어시설 설치

○ 연안 침식 및 침수지역에 대비하는 완충지역 확보: 사구 갯벌 등 자연형성지를 연안 완충구역으로 지정하고 필요시 매수함

○ 최악 조건의 침식예상지역을 대상으로 setback 개념을 도입(보상 및 제도 구비)

○ 자연 해안선과 백사장 복원사업

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 없음

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 전남 인구 밀집지역 연안 침식 방어 시설 설치 및 완충지역 확보
2013	- 전남 서해 연안지역 침식방어 시설 설치 및 완충지역 확보
2014	- 전남 남해 연안지역 침식방어 시설 설치 및 완충지역 확보
2015	- 서해 도서지역 침식방어시설 설치 및 완충지역 확보
2016	- 님해 도서지역 침식방어시설 설치 및 완충지역 확보

재난재해분야 사회기반시설(II-3-①)

5. 당해년도 추진계획

○ 침식기준선 및 침식률 조사 및 조사결과를 토대로 한 연성보호대책이 도입.
○ 전남 인구 밀집지역인 목포, 여수, 광양지역 연안 침식 방어 시설 설치
○ 전남 인구 밀집지역인 목포, 여수, 광양지역의 완충지 확보
○ 최대 위험 예상지역 표본조사
○ 최대 위험 예상지역 setback 개념 도입

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	25,000
○ 도비	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	25,000
○ 시·군비						
○ 기타						
합 계	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	50,000

7. 기대효과

○ 장기 모니터링에 의한 침식률과 침식기준선을 파악하여 이를 근거로 우심지역 내의 시설물 후퇴(Setback)를 유도할 수 있음.
○ 기후변화로 인한 해수면 상승 등에 적극적으로 대응하기 위하여 첨단 항만건설, 해양건설 방재의 선진화를 통한 기후변화에 적응
○ 해수면 상승으로 인한 재해위험지역 사전예측 및 대응능력 강화
○ 연안공간은 지역의 완전공공재(Public goods)로서 유한한 자원인 만큼 지역 주민, 행정이 거버넌스 차원에서 자율 규제할 수 있도록 유도할 수 있음.
○ 완충지역을 오토캠핑장, 해양테라피 등을 설치하고, 해양문화, 관광, 상업, 업무, 전시, 주거 등 다양한 테마가 어우러진 복합 기능 휴양지로 활용.
○ 완충지역에는 자연방호림 조성, 망그로브 식재 등 생태 친화적인 연성공법 사용.

참고1: 미국 플로리다는 “해빈및연안보전법(Beach and Shore Preservation)”에 따라 민간부문 및 공공부문의 모래해안에 대한 구조물 설치, 제거, 훼손 및 위해 행위로부터 모래해안을 보호, 보전하는 연안건설제한선제도(Coastal Construction Control Line Program. CCCL)를 운영함.

참고2: 미국 하와이는 해안선 침식방지를 위해 해안선 후퇴지역(Shoreline Setback Area: SSA)제도를 두어 해안선으로부터 40 feet 이내 지역에서는 별도의 적정한 보호조치를 요구하는 허가 없이는 시설물 설치를 제한.

3. 농업분야

가. 농업분야 기후변화 영향 현황

1) 전라남도 기후변화 피해 현황

가) 농업재해 현황

<표 5-3-1> 최근 10년(′96~′05년) 농경지 자연재해 피해액(소방방재청)

재해유형	합 계	태 풍	호 우	기 타
피해액(억원)	9,039.7	5,999.8	2,778.8	261.3

※ 연간 약 900억원으로 1987년 이후 피해액 증가 추세

○ 최근 10년간 농경지 자연재해 피해액은 9,039억 중 태풍으로 6,000억으로 66% 차지함.

<표 5-3-2> 최근 10년(′96~′05년) 농경지 자연재해 발생건수(소방방재청)

연대	가뭄	폭설	고온해	저온해	호우	태풍	황사
1904~1910	-	1	-	2	7	3	-
1911~1920	1	6	-	2	23	5	-
1921~1930	1	2	1	2	6	7	-
1931~1940	1	7	-	4	7	10	-
1941~1950	30	23	-	3	54	5	-
1951~1960	29	37	4	5	53	10	3
1961~1970	14	27	4	10	56	9	3
1971~1980	14	32	3	13	65	8	1
1981~1990	13	33	20	39	56	18	4
1991~2000	10	29	29	30	50	19	15
합계	113	197	61	110	337	94	26

※ 지난 100년간(1904~2000) 기상재해 발생 데이터 집적(농진청) :
가뭄(113), 저온(110), 호우(337), 태풍(94) 등 654건

나) 이상기상에 따른 최근 3년간 국내 농작물 피해 · 복구현황

<표 5-3-3> 이상기상에 따른 최근3년간 국내 농작물 피해· 복구현황(2008년)

재해유형		지역	피해상황	복구지원액
대설	'07.12.29 ~'08.1.2	광주,전남북	농작물 5ha 농업시설 162ha 가축 4천마리	<농식품부 심의> 합계 : 56억원 - 보조 : 19, 융자 : 37
대설	3.3~3.4	경북	농작물 5ha 농업시설 23ha	<농식품부 심의> 합계 : 3.5억원 - 보조 : 1.2, 융자 : 2.3
서리·우박 (11회)	4~6월	경기, 강원, 충남북, 전남북, 경남북	농작물 9,404ha	<농식품부 심의> 합계 : 39억원 - 보조 : 36, 융자 : 3
집중호우	6.17~7.2	제주	농작물 319ha	<농식품부 심의> 합계 : 5억원 - 보조 : 3, 융자 : 2
집중호우	7~8월	충북, 경북 등 13개도	농작물 5ha 농업시설 162ha 가축 4천마리	<중대본 심의> 합계 : 28억원 - 보조 : 2, 융자 : 26
가뭄대책	10~12월	15개 시 · 도	저수지 준설 1,423개소 등	<농식품부 심의> 보조 : 750억원
계	-	-	농작물 9,738ha 농업시설 347ha 가축 8천마리	합계 : 881억원 - 보조 : 811 - 융자 : 70

출처 : 농림수산식품부, 2008

○ 이상기상에 따른 최근 3년간 국내 농작물 피해현황 중 2008년은 주로 대설, 서리·우박, 집중호우와 가뭄 등 발생 때문인 것으로 농작물, 농업시설과 가축에 피해가 큰 것으로 나타남.

○ 최근 3년간 중 2008년 중 국내 농작물 피해 대비 복구지원액은 전국적으로 881억원으로 대부분이 보조에 의한 것이었음.

<표 5-3-4> 이상기상에 따른 최근3년간 국내 농작물 피해· 복구현황(2009년)

재해유형		지역	피해상황	복구지원액
대설	'08.12.5 ~23	강원, 전남	농작물 233ha 농업시설 54.7ha	<농식품부 심의> 합계 : 8억원 - 보조 : 5, 융자 : 3
동해·풍해·우박	4~6월	경기, 강원, 전남북, 경남북	농작물 4,310ha	<농식품부 심의> 합계 : 42억원 - 보조 : 38, 융자 : 4
우박	7월	경남북	농작물 370ha	<농식품부 심의> 합계 : 3.2억원 - 보조 : 3, 융자 : 0.2
집중호우	7.21~8.7	경북, 전북	농작물 83ha	<농식품부 심의> 합계 : 2.8억원 - 보조 : 1.9, 융자 : 0.9
우박·강풍·동해	10~11월	전북, 경북, 경남	농작물 1,664ha	<농식품부 심의> 합계 : 11억원 - 보조 : 11, 융자 : 0.06
계	-	-	농작물 6,660ha 농업시설 54.7ha	합계 : 67억원 - 보조 : 59, 융자 : 8

출처 : 농림수산식품부, 2008

<표 5-3-5> 이상기상에 따른 최근3년간 국내 농작물 피해· 복구현황(2010년)

재해유형		지역	피해상황	복구지원액
일조부족	2~3월	경북, 경남 등	14,105ha (채소 12,594, 과수 67, 화훼 349, 기타 1,095)	<농식품부 심의> 합계 : 3,467억원 - 보조 : 248, 융자 : 3,219
동해·저온	1.6~9, 4월	전국	42,426ha (복분자 2,185, 양파 1,478, 과수16,557, 맥류 20,774, 채소 1,360, 기타 72)	<농식품부 심의> 합계 : 2,262억원 - 보조 : 295, 융자 : 1,967
폭설	1.4~8 2.10~15	경기, 강원, 충북	286ha (시설하우스 57.3, 인삼시설 225, 기타 4.1)	<농식품부 심의> 합계 : 117억원 - 보조 : 53, 융자 : 64
우박·서리	6.1(서리) 6.6, 6.19~20	강원, 충북, 경북 등	2,127ha (맥류 867, 채소 590, 과수 534 등)	<농식품부 심의> 합계 : 48억원 - 보조 : 14, 융자 : 34
계	-	-	농작물 58,658ha 농업시설 286ha	합계 : 5,894억원 - 보조 : 610, 융자 : 5,284

출처 : 농림수산식품부, 2008

○ 이상기상에 따른 최근 3년간 국내 농작물 피해현황 중 2009년은 주로 대설, 동해·풍해·우박, 강풍·동해, 집중호우 등 발생 때문인 것으로 농작물 6,660ha와 농업시설 54.7ha가 피해를 본 것으로 나타남.

○ 한편, 2010년은 일조부족, 동해·저온, 폭설, 우박·서리가 발생한 것으로 농작물 58,658ha과 농업시설 286ha가 피해를 본 것으로 나타남.

다) 지자체 기상재해 피해 및 복구비

<표 5-3-6> 광주·전남 과거 10년간 기상재해 피해 및 복구비 현황

연도	지역	피 해 액 (단위:천원)		복구액 (단위:천원)
		총 피해액	농경지 피해액	
2000	광주	1,072,421	-	14,873,779
	전남	134,920,226	660,372	351,342,554
2001	광주	581,842	-	1,850,064
	전남	8,114,846	145,563	20,059,520
2002	광주	6,991,624	2,136	17,485,278
	전남	540,931,566	3,672,412	990,109,269
2003	광주	1,134,705	3,532	2,736,796
	전남	334,601,537	716,735	449,732,285
2004	광주	11,138,674	142,825	22,565,052
	전남	145,680,391	2,605,615	259,780,450
2005	광주	34,160,408	-	44,800,056
	전남	276,318,715	665	368,368,661
2006	광주	214,326	-	183,001
	전남	51,640,799	583,992	96,573,707
2007	광주	643,527	-	190,828
	전남	79,625,229	3,064,556	179,707,667
2008	광주	-	-	-
	전남	1,016,123	-	349,869
2009	광주	2,839,191	78,193	4,262,156
	전남	54,026,092	2,006,139	125,840,105

○ 전남지역 2009년 기상재해로 인한 총 피해액 540억이었고 그 중 농경지 피해 20억 으로 나타났고 이에 대한 복구비로 1,258억이 소요된 것으로 나타남.

라) 최근 5년간 기상재해 피해 지원현황

<표 5-3-7> 최근 5년간 기상재해 피해 지원현황

연도	재해별	피해규모	복구비 지원(천원)
합계		18건	143,537,069
2005	소계	2건	5,244,739
	4.14~4.16 서리	과수(배)냉해 3,818ha 등	5,081,964
	9.6 태풍나비	벼 침관수 및 도복 350ha 등	162,775
2006	소계	3건	117,274,266
	12.3~12.24 대설	비닐하우스 등 1,010ha, 농작물 1,059ha	113,949,457
	4.4~4.5 동해	과수 995ha	1,237,895
	7.9 태풍에위니아	벼 침관수 및 도복 1,424ha 등	2,086,914
2007	소계	4건	6,175,904
	3.4~3.8 강풍	벼 도복 12ha, 비닐하우스 2.1ha	177,996
	4.4~4.5 동해	과수 1,694ha	1,274,375
	8.4~8.15 집중호우	벼 침수 82ha	315,546
	9.13~18 태풍나리	벼 침관수 및 도복 2,909ha 등	4,407,987
2008	소계	2건	3,921,236
	'07.12.29~'08.1.2 폭설	비닐하우스 8.8ha, 축사 8,011㎡	3,902,236
	'08.6.8 우박	과수 20.5ha	19,000
2009	소계	7건	10,920,924
	'08.12.5~12.6 대설	인삼재배시설 4ha 등	375,645
	2.12~15 강풍	비닐하우스 0.7ha 등	97,054
	4.1 동해	과수 194ha	302,500
	4.20 강풍	비닐하우스 1.8ha 등	122,678
	5.25 우박	과수 1,478ha	1,360,499
	7.7~18 집중호우	벼 침관수 4,557ha 등	6,530,646
	7.11~16 집중호우	벼 침관수 3,721ha 등	2,131,902

마) 이상기상이 작물에 미친 영향

<표 5-3-8> 이상기상이 작물에 미친 영향

작 목	피해 주 요인	작물에 미친 영향
식량작물(벼 등 6종)		
벼	저온	· 이모작 지대 앞그루 작물 수확 지연에 따른 모내기 지연 · 이앙후 활착기~분얼기 단계 저온으로 인해 활착 지연 및 분얼 발생이 늦어짐
보리	저온, 습해	· 월동후 저온경과에 따른 보리호위축병 발생 증가 · 저온경과에 따른 출수지 8~10일 지연
밀	저온, 습해	· 3월 상순의 저온에 의한 유수장애 발생 · 출수기 평년대비 6~12일 늦어짐 · 잎집눈무늬병에 의한 잎·줄기 고사(발병률 70% 이상)
감자	저온, 서리	· 겨울감자 출하시기 10~15일 지연, 생산량 10~30% 감소 · 남부지방 봄 감자 잦은 강우로 파종 지연, 수확량 감소 예상 · 감자 출현기의 동상해 발생, 잎줄기 생장 20~30일 지연 예상
인삼	저온, 고온	· 출아 및 개화, 엽발달 지연 7~10일 · 저온에 의한 모잘록병과 줄기점무늬병 증가 * 발생률 : 평균 5~8% 수준
녹차	저온, 서리	· 생육불량 및 생리장해 발생 · 수확기 지연, 첫물차 수확 불가능
채소(노지고추 등 12작목)		
노지 고추	저온, 일조부족	· 정식 시기 7~10일 지연 · 유묘기 생육지연, 꽃눈 분화가 늦어져 꽃수 감소
마늘	저온, 일조부족	· 생육 저하, 수확량 감소 · 수확 7~10일 지연 * 수확시기 지연으로 후작 포장 관리지도 철저
양파	동상해, 저온 일조부족	· 동상해로 잎 고사, 잿빛곰팡이병 발생 · 수확 7~10일 지연, 구 비대 불량
봄배추	저온	· 정식시기 지연, 생육저하, 수확기 지연 · 추대발생 및 상품성 저하
봄 무	저온	· 정식시기 지연, 생육저하, 수확기 지연 · 추대발생 및 상품성 저하
풋고추 (시설)	저온, 다습 일조부족	· 개화지연, 착과율 저조, 기형과 발생 · 잿빛곰팡이병, 흰가루병 등 발생
수 박 (시설)	저온, 일조부족	· 착과기간 10~15일 지연, 착과불량, 비대지연 · 강우시 외부수 유입으로 습해, 병해 및 열과발생 증가
참 외 (시설)	저온, 일조부족	· 착과불량, 생리장해과 발생, 수확시기 지연 · 덩굴마름병 등 병해충 발생 증가
멜론 (시설)	저온, 일조부족	· 식물체가 연약하게 생장, 착과 불량 · 과실비대 부진, 당도 저하, 네트발현 불량 · 덩굴마름병, 잿빛곰팡이병 발생
토마토 (시설)	저온, 일조부족	· 착과불량, 과실 발육저조, 착색지연 · 잎곰팡이병, 공동과 발생
오 이 (시설)	저온, 일조부족	· 순멎이 현상, 착과불량, 기형과 발생 · 흰가루병, 잿빛곰팡이병, 흑성병 발생
딸 기 (시설)	저온, 일조부족	· 생육 및 과실성숙 지연, 기형과 발생, 생산량 감소 · 잿빛곰팡이병 발생, 과실당도 2~3 °Bx 저하

<표 5-3-8> 계속

작 목	피해 주 요인	작물에 미친 영향
과수(사과 등 10종)		
배	저온, 다습	· 개화 지연 7~10일 · 검은별무늬병 다 발생 · 꽃받침 미 탈락으로 비정형과(유체과) 발생 증가
사 과	동해 저온, 서리	· 개화 지연 5~15일 · 동해 발생으로 수세저하 및 고사주 발생 * 동해 온도 : -30~-35℃(온난 후 급격한 저온시 피해 심) 중심화 고사율 증가
포 도	동해 저온, 서리	· 개화 지연 7~10일 · 동해 발생, 새가지 생육 불량 증가 * 동해 온도 : -20~-25℃ · 비가림하우스 포도 꽃떨이 현상 발생
복숭아	저온, 서리	· 지제부·가지 동사 * 동해온도 : -15~-20℃(6시간 이상 지속시 피해 심) · 개화 2~14일 지연, 꽃 저온 피해 발생
단 감	저온, 다습	· 개화 지연 7~10일 · 조생종 결실불량(서촌조생, 갑주백목 등)으로 수량 감소 예상
참다래	저온, 서리	· 개화기 지연 · 결실불량, 수량감소 품질 저하
유 자	저온, 서리	· 조기낙엽, 조직고사 * 동해 온도 : -13℃에서 3시간, -9℃에서 수시간 지속되면 엽과 조직 고사
무화과	동해 저온, 서리	· 수세저하, 생육불량, 나무좀벌레 발생 · 결실불량으로 수량감소, 품질저하 * 동해 온도 : -6℃
비 파	동해, 저온	· 수세저하, 생육불량 및 고사 · 꽃송이 갈변 과피동해, 수량감소, 품질저하
석 류	동해, 서리	· 수세저하, 생육불량 및 줄기, 새순 고사, 개화지연 * 동해 온도 : 성목 -8~-12℃, 유목 -5℃
화훼(장미 등 2종)		
장미	일조부족	· 개화 5~8일 지연 * 평년 55~60일 소요 · 노균병, 잿빛곰팡이병 등 증가, 수량·품질 저하
국화	일조부족	· 생장기간 70일로 평년 대비 15일 지연 * 생장기간(단일처리 개시일~수확 개시일까지 소요일수) : 55일 소요 · 개화·출하 지연으로 생산비 증가 및 품질 저하

바) 기상조건별 병해충 발생상황

■ 병해충 발생

○ 봄철 저온 다습한 기상경과로 인해 곰팡이병 발생이 증가

- 과채류 : 토마토, 오이, 딸기 등의 잿빛곰팡이병, 흰가루병 등
- 과수 : 배 흑성병, 자두 거지주머니병, 단감 둥근무늬낙엽병 등
- 맥류 : 보리 보리호위축병, 밀 잎집눈무늬병 등
- 화훼 : 장미·국화 흰가루병, 인삼 모잘록병·줄기점무늬병

○ 여름철 고온다우로 흰잎마름병, 잎집무늬마름병, 고추역병 발생증가, 벼멸구, 혹명나방, 멸강나방 등 비래해충 증가

○ 고온 건조로 진딧물, 총채벌레, 응애 등 해충 발생

○ 기술적 대책

- 저온, 일조부족으로 냉해 발생대비 조숙이고 내냉성 품종재배와 질소질비료를 줄이고, 인산, 칼리비료 시용증가로 생육촉진
- 여름철 고온, 다습 시 곰팡이성병과 벼멸구 등 비래해충 방제철저
- 벼 잎집무늬마름병+벼멸구, 혹명나방약 7월 이후 2회 방제
- 감소 예상 병해충은 벼의 잎도열병 등 10종이었고 증가 예상되는 병해충은 벼재배시 고온시 흰잎마름병 등 24종인 것으로 나타났음.

<표 5-3-9> 감소 혹은 증가 예상 병해충 종류

작물	감소 예상 병해충(10종)	증가 예상 병해충(24종)
벼	- 잎도열병, 깨씨무늬병 - 벼물바구미	- 흰잎마름병(고온), 세균성벼알마름병(후기장마) - 키다리병(종자오염), 잎집무늬마름병(고온다습) - 줄무늬잎마름병(애멸구) - 벼멸구, 혹명나방(기압골 통과로 비래량 증가)
채소	- 과채류 : 잿빛곰팡이병 - 진딧물, 점박이응애, 배추좀나방	- 고추 : 역병, 탄저병, 바이러스병(TSWV 등) - 양파, 마늘 : 균핵병, 노균병 - 과채류 : 흰가루병, 시들음병, 바이러스병 - 담배가루이, 총채벌레
과수	- 배적성병 등 진균병 - 진딧물, 점박이응애	- 사과, 배 : 탄저병, 겹무늬썩음병, 갈반병 - 감귤, 핵과류 : 바이러스병 - 감 : 탄저병, 둥근무늬낙엽병

※ TSWV(토마토반점위조병), TYLCV(토마토황화잎말림병), INSV(봉숭아괴저반점병)

○ 기상조건별 병해충 발생상황

- 기상조건별 벼 병해충 발생상황은 고온다습 조건에서 8종, 저온다습조건에서 7종, 고온건조조건에서는 5종으로 나타났고, 채소작물의 경우 고온다습 7종, 저온다습 4종, 고온건조 11종으로, 과수에서는 고온다습 4종, 저온다습 1종, 고온건조 7종, 저온건조 3종임.

<표 5-3-10> 기상조건별 벼 병해충 발생상황

습도·온도	고 온	저 온
다습	잎집무늬마름병, 흰잎마름병, 세균성벼알마름병, 키다리병	이삭마름병, 잎·이삭도열병, 갈색잎마름병,
	벼멸구, 흰등멸구, 애멸구, 벼잎선충	벼물바구미, 벼잎벌레, 굴파리류, 깔다구류
건조	줄무늬잎마름병, 검은줄오갈병	
	혹명나방, 멸강나방, 노린재류	

<표 5-3-11> 기상조건별 채소작물(마늘, 양파, 파, 고추, 배추, 무, 오이, 토마토 등) 병해충 발생상황

습도·온도	고 온	저 온
다습	탄저병, 역병, 무름병, 풋마름병	잿빛곰팡이병, 균핵병, 노균병
	총채벌레, 잎굴파리, 달팽이류	차먼지응애
건조	흰가루병, 시들음병, 오이모자이크바이러스병, 토마토반점위조바이러스병, 잠두위조바이러스병	
	담배나방, 파밤나방, 담배거세미나방, 진딧물류, 응애류, 뿌리혹선충	배추좀나방, 고자리파리, 벼룩잎벌레, 파총채벌레

<표 5-3-12> 기상조건별 과수작물(사과, 배, 포도, 복숭아, 감귤, 감 등) 병해충 발생상황

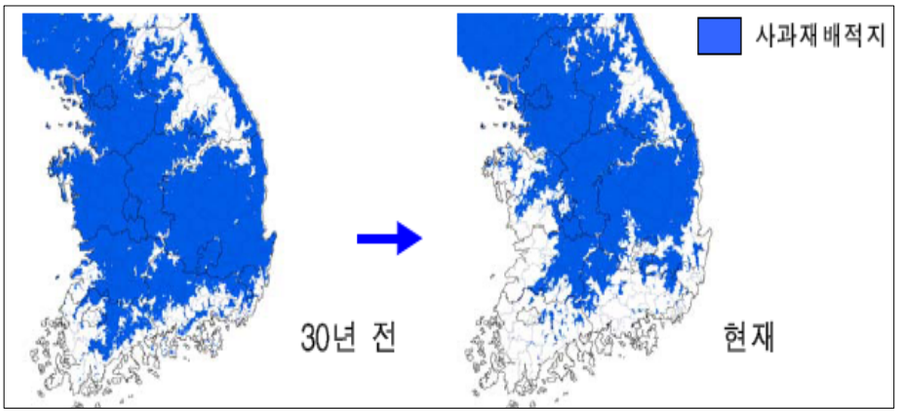
습도·온도	고 온	저 온
다습	겹무늬썩음병, 탄저병, 역병, 점무늬병	붉은별무늬병
건조	응애류, 진딧물류, 각지벌레류, 심식나방류, 잎날이나방류, 굴나방류, 노린재류	갈색여치, 꼬마배나무이, 사과혹진딧물

2) 농축산물 생산량 변화

가) 온도 변화

■ **한반도 온난화에 따른 농작물 재배 한계선 북상**

○ 사과 : 전국 → 전남·경남 북부 (※ 쌀보리 : 충청이남 → 경기북부)



<그림 5-3-1> 사과 재배 한계선의 북상

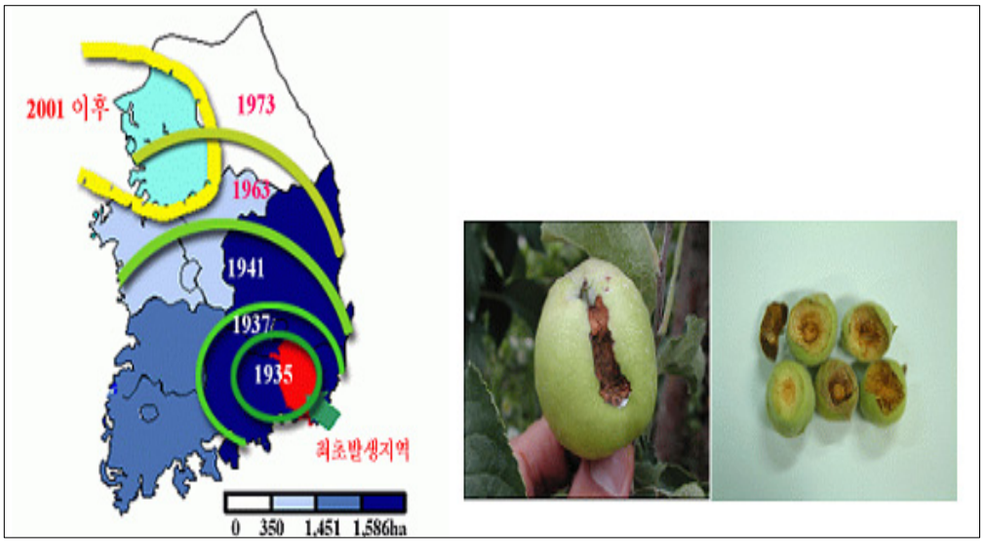
■ **새로운 병해충 발생으로 농작물 피해 증가**

○ 갈색여치 : 사과, 복숭아, 포도, 콩 등 피해 증가

- ('01) 충주 첫 피해 → ('06) 충북전역(20ha) → ('07) 충청전역(30ha)

○ 벼 줄무늬잎마름병 : 바이러스병으로 피해지역 북상 및 확대

- ('07) 경기, 충남, 전남북, 경남 등 전국적으로 14,137ha 발생



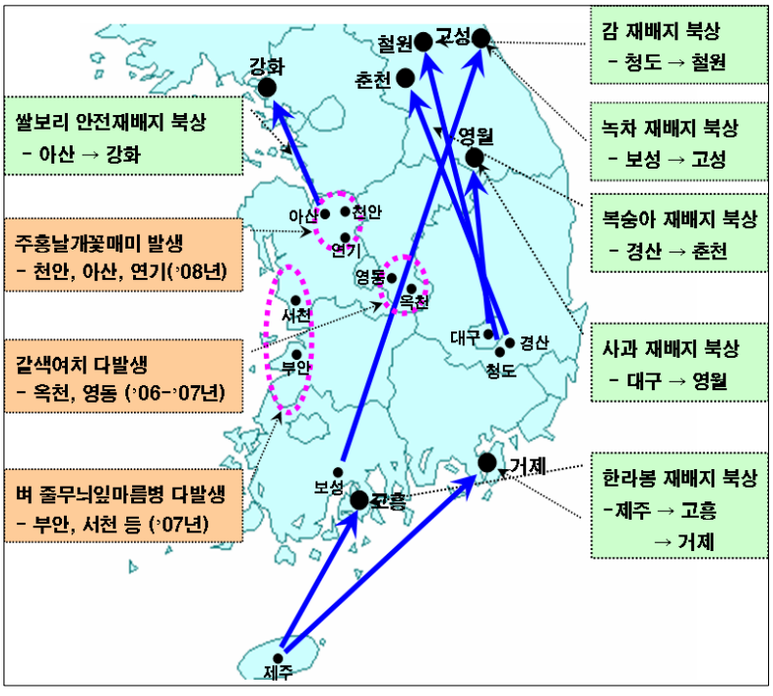
<그림 5-3-2> 벼 줄무늬잎마름병 확산, 갈색여치 피해 : 사과, 복숭아

■ 고온과 황사로 가축 생산성 저하 및 호흡기 질환 증가

○ 가축 고온스트레스로 우유생산 및 번식 저하, 황사로 호흡질환

- 기온상승 시(28→32℃) : 돼지체중 감소(13.3%), 자돈폐사율 증가(58%)

■ 농작물 북상 및 병해충 발생 양상



<그림 5-3-3> 농작물 북상 및 병해충 발생 양상

※ 주홍날개꽃매미(Lycorma delicatula) 피해 → 포도, 복숭아, 사과 등

- ′79년 최초 발견 이후 피해사례 보고는 없으나 ′07년 충남 연기군 포도과수원 피해, ′08. 8월 현재 포도과원 91ha 피해

■ 우리나라는 지난 100년간 세계평균 기온상승(0.74℃) 보다 2배(1.5℃) 상승

○ 사과 : 재배적지 북상(후지 품종, 고온으로 인한 착색불량 등 품질저하)

○ 보리 : 지난 40년간('60~'00) 재배한계지 북상(쌀보리 충청이남→경기중부)

○ 수산 : 난류성 어종(오징어, 고등어 등) 증가와 한류성 어종(명태, 대구 등) 감소

■ 21세기말에 대기중 CO_2 농도가 현재보다 2배 이상 증가할 경우

○ 전망(기상청·농진청 전망)

- 중부지역은 난대 기후화, 남해안 일대는 아열대 기후화

○ 한반도 주변해역 평균수온 1~2℃ 상승 전망

■ 농수산 분야에 미치는 영향

○ 농수산분야에서 기후변화는 위기와 기회의 양면적 성격 보유

- 위기요인 : 재배적지 변화, 병충해, 기상재해, 품질저하 등
- 기회요인 : 난방비 절감, 이모작 확대, 열대작물 재배 등

■ 부정적 측면

○ 쌀 품질저하 및 수량 감소, 과실 착색불량·당도 저하, 사과·고랭지채소 등 재배적지 감소 및 채소작물 생육지연·수량감소

- 벼 : 생육기간 단축으로 품질·수량 감소, 벼 낱알이 익는 등숙기 기온상승은 쌀 품질저하 초래
  - ·쌀 수량 : 2℃ 상승시 4% 감소 → 3℃, 8% → 5℃, 15% 감소
- 사과 : 기온과 CO_2농도 상승으로 수량감소, 당도저하, 착색불량 및 과피두께 감소로 저장성 저하
  - ·사과(후지) 면적 : 1℃ 상승시 15% 감소 → 2℃, 34% → 3℃, 45% 감소
- 채소작물(토마토, 오이 등) : 온난화에 따른 상품수량 감소
  - ·준·고랭지 면적(400~800m) : 2℃ 상승시 재배면적 89%(145.4ha→16.2) 감소 전망

○ 농작물의 병·해충 활동 증대

- 벼 줄무늬잎마름병('07 : 경기·충남·전남북·경남 등 14천ha), 갈색여치('07 : 충북영동 복숭아·포도 등 20~30ha) 등 전염성 강한 병해충의 빠른 확산

○ 유기물 분해촉진으로 지력 저하, 강우증가로 침식 심화

○ 연안어장의 갯녹음(바다사막화)에 의한 해조류 파괴 심화

○ 해양 미생물 및 기생충 발생 증가로 적조 및 어병 발생 · 확산 심화

■ 긍정적 측면

○ 작물 재배기간 증가로 이모작(보리·유채→벼) 확대

- ·보리 : 동해피해 감소 및 수량 증가, 사료용 청보리 재배 적지 확대('06 : 1만ha → '15 : 10만)

○ 고온성작물(망고·키위·유자·감귤 등) 재배 가능지 확대

- 서해·동해안 및 충청이남 평야지대까지 재배적지 확대
  - ·2℃ 상승시 감귤 재배적지 30배 확대(전남, 전북, 경남, 경북 평야지대)

○ 월동작물 저온피해 감소 및 온실재배 농작물 난방비절감

○ 난류성 어종(오징어, 멸치, 병어, 고등어, 참조기 등) 어획량 증대

나) 한파와 폭설에 의한 영향

■ 2010년초 중부지방의 폭설과 기습한파로 농작물 및 농업시설 피해 발생

○ 1~2월 경기, 강원 등 중부지방 30cm 이상의 폭설로 시설하우스 및 인삼재배시설 파손

○ 1월 6~9일 전국적인 한파(최저기온 -20℃이하) 내습으로 과수동해 발생

- 특히, 동해 한계온도가 낮은 복숭아, 매실 등 핵과류 과수 피해 증가

<표 5-3-13> 폭설로 인한 피해규모 (단위 : ha)

구분	합계	경기	강원	충북	경북
비닐하우스	49.1(1,333동)	30.0(899동)	14.8(322동)	2.3(59동)	2.0(53동)
인삼재배시설	223.2	106.6	80.8	33.2	2.6
버섯재배사	2.41(110동)	0.02(1동)	2.39(109동)	-	-
축 사	1.78(53동)	0.8(15동)	0.7(18동)	0.08(3동)	0.2(17동)

<표 5-3-14> 과종별 동해 한계온도(℃)

과종	동해온도	과종	동해온도	과종	동해온도
사과	-30~-35	포도	-20~-25	유자	-9
배	-25~-30	단감	-14	감귤	-7
복숭아	-20~-25	떫은감	-17	오렌지	-4



<그림 5-3-4> 폭설에 따른 피해 양상
[시설하우스 붕괴]



<그림 5-3-5> 폭설에 따른 피해 양상
[인삼해가림시설 붕괴]

다) 이상저온에 의한 영향

■ 1~4월 이상저온으로 과수 및 맥류(보리·밀), 양파 등 월동작물 피해 발생

○ 4월에 꽃이 피는 배, 복숭아, 매실 등은 개화·수정기에 이상저온으로 인하여 수정불량, 낙화 등의 피해가 발생

○ 맥류(보리·밀)는 잦은 강우와 저온으로 생육지연, 병 발생 증가로 수량감소

○ 무, 배추 등 노지작물은 생육부진과 추대발생으로 수량과 상품성 저하

○ 제주, 전남지역 조생양파 저온피해로 수량감소 및 병해충 발생 증가

<표 5-3-15> 작목별 피해면적 (단위 : ha)

구분	계	~30%	30~50%	50%~
계	38,763	9,281	9,443	20,039
과수	16,557	4,982	4,196	7,379
맥류	20,774	4,067	4,465	12,242
채소	1,360	227	757	376
기타	72	5	25	42

라) 일조량 부족에 의한 영향

■ 1~4월 연속적 일조량 부족으로 남부지방 무가온 시설작물중심의 피해 발생

○ 1~3월 일조시간은 427시간으로 최근 10년 평균대비 78.9% 수준

- 특히, 2~3월 일조시간은 총 256.5시간으로 최근 10년 평균대비 67.4% 수준

○ 일조량 부족으로 인한 시설작물 고사 및 생육부진 피해 발생

- 전체 시설면적 51천ha 중 28%인 14천ha 피해 발생

<표 5-3-16> 최근 10년 일조시간 비교

년도	1/상	1/중	1/하	2/상	2/중	2/하	3/상	3/중	3/하	분석기간			
										1/상~3/하		2/상~3/하	
										합계 (hr)	대비*** (%)	합계 (hr)	대비 (%)
2010	47.4	55.2	68.0	49.6	47.2	35.6	14.5	57.0	52.6	427.0	78.9	256.5	67.4
2009	64.1	56.6	47.3	46.3	46.9	34.8	61.9	58.1	74.1	490.1	90.6	322.1	84.7
10년 평균*	55.5	46.8	58.3	59.3	66.3	46.9	62.3	69.2	76.5	540.9	100.0	380.3	100.0
평년**	50.5	55.9	65.9	61.3	61.4	50.5	66.7	65.6	73.0	550.8	101.8	378.5	99.5

* 10년 평균 : 최근 10년(2000~2009년)의 일조시간 평균
** 평년 : 30년(1971~2000년)의 일조시간 평균
*** 대비 : 10년 평균의 일조시간대비 연도별 일조시간

나. 기후변화 전망

1) 기후변화 시나리오

가) IPCC의 부문별 영향평가와 전망

■ 부문별 영향평가

○ IPCC 실무그룹이 제시한 기후변화로 인한 전지구적인 영향, 적응 및 취약성 관련 제4차 평가보고서(2007)는 크게 수자원, 생태계, 식량수급, 해수면 상승 그리고 인류건강 문제를 다루었음.

<표 5-3-17> 기후변화로 인한 부문별 영향

부문	2020년대(1℃ ↑)	2050년대(2~3℃ ↑)	2080년대(3℃이상 ↑)
수자원	· 4~17억명 물부족 영향	· 10~20억명 물부족 영향	· 11~32억명 물부족 영향 · 세계 인구의 1/5 홍수영향
생태계	· 양서류 멸종 · 산호의 백화현상	· 20~30% 멸종위기	· 전지구 생명체 대부분 멸종 · CO_2 발생원에 따라 지리적 생물권 분포 변화
식량 수급	· 대체로 전지구적 농작물 수확잠재량 증가 · 저위도 지역 1~3천만명 기근 위협		· 저위도 지역 적응잠재력 감소 · 중·고위도 지역 수확량 감소 · 3~12천만명 기근 위협
해안	· 홍수와 폭우 증가	· 3백만명 홍수 위협	· 해안가 30% 이상 유실
건강	· 알러지 및 전염성 질병 확산	· 영양 부족, 과다출혈, 심장관련 질병 증가 · 열파, 홍수, 가뭄으로 사망 증가	

출처 : IPCC 4차 보고서, 2007.

○ 수자원 분야에서 세계 평균기온이 1℃ 상승되는 2020년대에는 홍수와 가뭄이 발생하여 4~17억 명이 물 부족 영향을 받고, 온도상승이 심화될수록 물 부족으로 인한 인류의 피해는 한층 심화될 것으로 전망됨.

○ 생태계에 미치는 영향은 대기 중 CO_2 농도 증가로 생태계 구조와 역할, 종의 상호작용 등에 부정적인 영향을 미칠 것으로 전망됨..

○ 식량수급에 미치는 영향은 평균기온이 1~3℃ 상승됨에 따라 주로 고위도 지역에서는 농작물의 수확잠재력은 증가하지만, 저위도 건조지역에서는 수확잠재력이 감소되어 기근의 위협이 증가할 것으로 전망됨.

○ 해안 부문에서도, 온도상승으로 많은 지역의 해수면이 상승하게 되어 홍수의 위험에 노출되고 이에 대한 적응역량이 떨어져서 해안침식과 주변 생태계에 부정적인 영향을 미치

게 된다고 전망

○ 건강 부문에서도 지구 온난화로 혜택을 받는 몇몇 추운 지역을 제외하고는 적응능력이 떨어진 사람들로 인해 각종 전염병과 지상의 오존이 증가하여 심장병과 같은 질환의 증가가 예상됨.

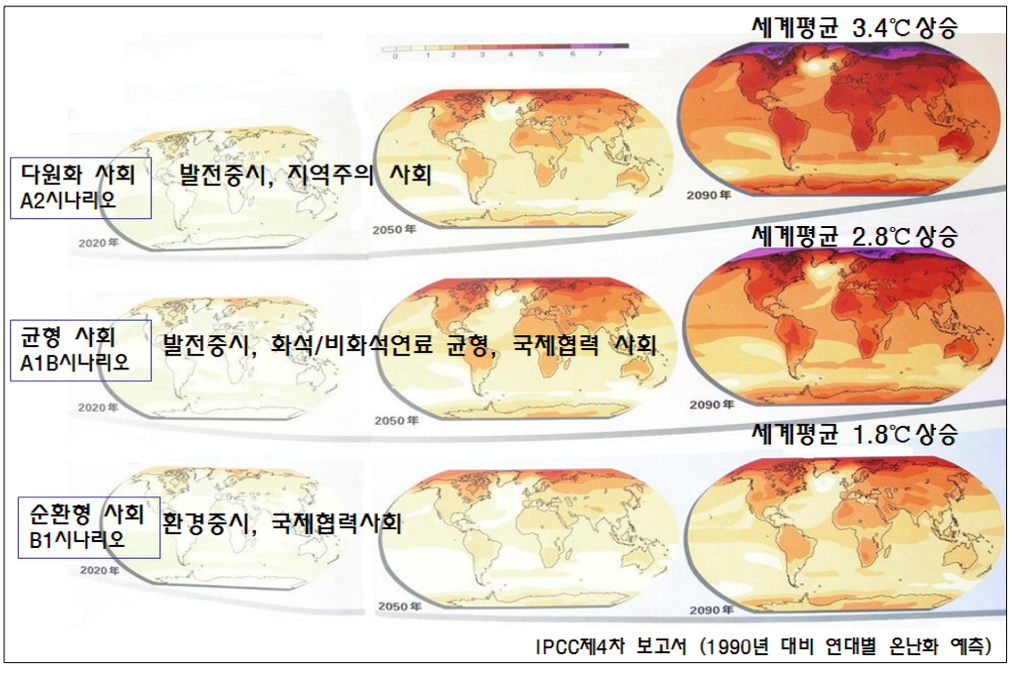
■ IPCC의 미래 주요 기후변화 시나리오

○ 지난 2007년 IPCC가 예측한 미래 기후변화의 3대 주요 시나리오가 있으며, 그중 A2시나리오는 다원화 사회 즉, 경제발전 중심의 국제협력이 약한 지역주의 사회로서 2090년이 되면 1990년 대비 3.4℃상승한다는 시나리오임.

○ A1B시나리오는 균형사회로서 경제발전을 중시하되 국제협력을 바탕으로 화석연료와 비화석연료가 균형적으로 사용하는 사회로서 2090년 세계평균기온이 1990년 대비 2.8℃상승한다는 시나리오임. 2008년 우리나라가 녹색성장을 국가비전으로 선포한 것은 사실 경제발전 중심에서 환경과 경제발전을 동시에 추구하는 사회로의 전환을 선언한 것으로서 A2시나리오를 벗어나기 위한 B1시나리오(모델)로의 전환을 시도한 것이라고 볼 수 있음.

○ B1시나리오는 순환형 사회로서 국제협력을 바탕으로 환경을 중시하는 사회로서 2090년 세계평균기온은 1990년 대비 1.8℃ 상승한다는 시나리오이다. 즉, 지구온난화는 피할 수 없는 현실이며, 다만 인간의 노력에 따라 온난화 정도를 완화시킬 수는 있는 것이라는 불행한 미래예측임.

○ 우리가 지구온난화를 최소화시키려면 순환형 사회를 구축해야하며 이를 위해서는 자연환경자원의 순환적 활용이 전제되어야 하며, 이 사회에서 농업의 역할은 한층 증대될 것으로 전망되고 있음.



<그림 5-3-6> 사회유형에 따른 미래 세계 기온변화 시나리오(Newton, 2007)

<표 5-3-18> IPCC의 미래 주요 기후변화 시나리오

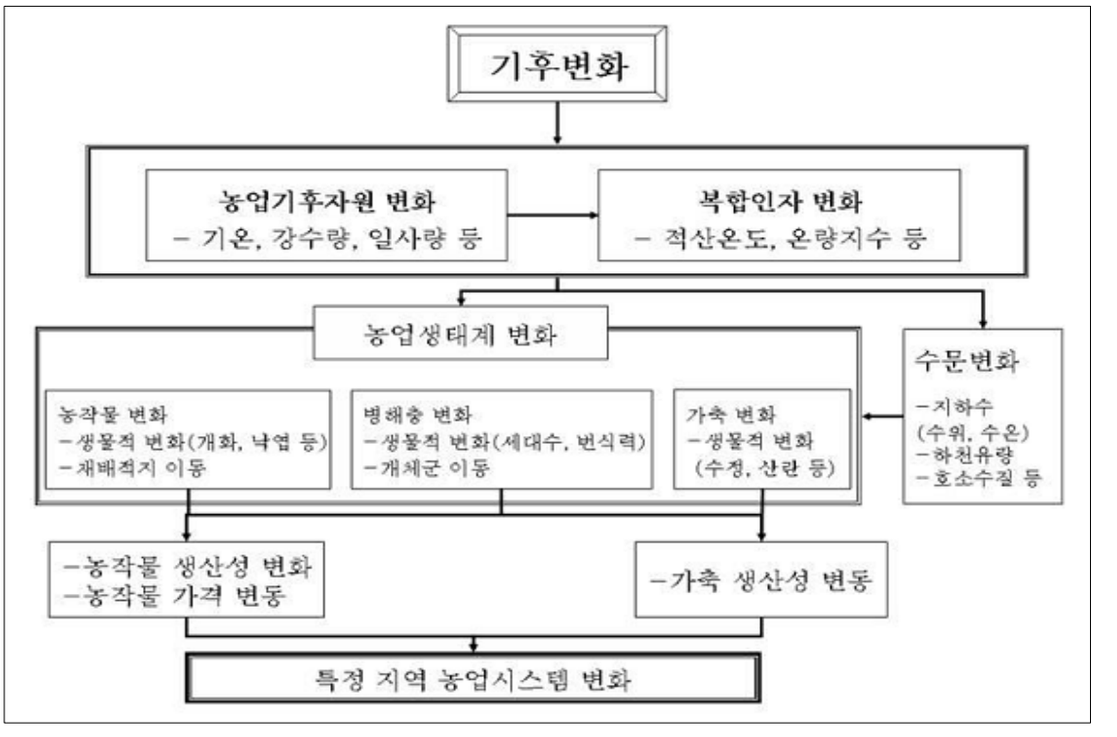
	전지구 기후변화 시나리오	한반도 기후변화 시나리오	상세 기후변화 시나리오	기후 극한지수	맞춤형 기후정보 (농림, 남북한)
온실가스 시나리오	20C3M, A1B, B1, A2	A1B	A1B	A1B	A1B
공간 범위	경도 : 0~360 위도 : -87.159~87.159	경도 : 122.935~131.447 위도 : 32.968~43.426 (동아시아 영역)	남한전역	남한전역	남한전역
시간 범위	1860년~ 2100년	1971년~ 2100년	2000년~ 2100년	2000년 ~2100년	1971년~2100년 (10년단위)
공간해상도	약 400km	약 27km	10km	10km (단, 강수 관련지수 27km)	30m (단, 강수 정보 270m)
시간해상도	월	일, 월	일, 월	월,년	월
정보 종류	기온(최고, 최저, 평균), 강수, 상대습도	기온(최고, 최저, 평균), 강수, 상대습도	기온(최고, 최저, 평균) 강수	기온관련지수 (15동) 강수량관련지수 (11종)	기온(최고, 최저), 강수, 맞춤형 기후정보 (농림분야)

2) 기후변화에 따른 농업생태계 변화

가) 농업생태계 변화

■ **농업기후자원과 그 복합인자가 농업생태계 변화를 영향을 줌**

○ 농작물 생물적 변화와 재배지 이동, 병해충의 발생 변동, 가축의 생물적 변화



<그림 5-3-7> 기후변화에 따른 농업생태계 변화 기작

○ 농작물 변화

- 개화, 낙엽 등 생물적 변화
- 재배적기 이동

○ 병해충 변화

- 세대수, 번식력 등 생물적 변화
- 개체군 이동

○ 가축변화

- 수정, 산란 등 생물적 변화

나) 농작물과 축산의 피해 발생현황

<표 5-3-19> 최근 농작물과 축산의 피해 발생 현황(2005. 8 ~ 2007. 4.)

구분	횟수	영향
병해충	24	- 벼 병해충(벼멸구, 혹명나방, 이삭도열병, 벼줄무늬잎마름병, 흰잎마름병, 흰등멸구 등) 증가 - 과수 병해충(탄저병, 붉은별무늬병, 검은별무늬병, 사과갈색무늬병, 사과굴나방, 탄저병, 꼬마배나무이 등) 확산 - 고추 역병, 탄저병, 담배나방 등 증가 - 노린재, 총개벌레류, 갈색여치 등 증가 - 딸기에 대한 흰가루병과 탄저병, 잿빛곰팡이병, 진딧물, 응애 등 발생 증가 - 토마토반점위조바이러스 확산
기상재해	14	- 호우, 폭우, 태풍, 국지적 동풍, 폭설 등
생산력 및 품질	11	- 성숙기 고온에 의한 과수의 착색불량 및 미성숙과 증가 - 일조량 부족에 의한 벼와 과수의 품질저하 및 수량 감소 - 시설채소(오이, 호박, 풋고추 등), 대파 등 생산량 증가 및 가격 하락 - 시금치, 봄동 등 상품성 저하 - 감귤의 부패과 급증
식물계절	5	- 과수, 아카시나무 등 개화시기가 빨라짐 - 이상고온에 따른 채소류 성장 촉진
잡초	3	- 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 가시박 등 확산
재배적지	3	- 영월 사과 재배지 확대 - 포천, 연천 등 벼-보리 이모작 가능 및 사과와 복숭아 재배면적 증가 - 보리 재배한계지 북상 및 제주도에서만 재배되던 원예작물 (한라봉, 월동배추, 겨울감자 등)이 남해안지역으로 북상
-기반시설 및 가축	2	- 강추위 피해 감소 및 비닐하우스 난방비 절감 - 가축의 열스트레스에 의한 사료섭취량 감소 및 생산성과 번식률 저하

■ 미래 주요 기후변화 시나리오에 따른 벼에 미치는 영향

○ 벼는 국내에서 주식으로 활용되고 가장 넓은 면적(약 100만 ha)을 보유하고 있으며, 지구온난화에 의하여 작물기간은 길어져 벼 재배 북방한계선은 현재보다 북상

- 벼의 수량은 현재의 품종을 재배할 경우 CO_2 농도가 증가하면 생산성에 좋은 영향을 미치나 고온은 생육기간을 단축시켜 수량저하의 원인이 됨
- 현재의 재배시기를 고수하면 등숙기간의 고온 때문에 20~37% 수량 감소하지만 등숙에 알맞은 조건으로 재배시기를 옮기면 약 18% 증수가 가능함

■ 해충 개체수의 변화

Order	Major species	No. species
Orthoptera	*Oxya japonica japonica* (Thunberg)	9
Thysanoptera	*Stenchaetothrips biformis* (Bhagnall)	5
Hemiptera	*Eysarcoris aeneus* (Scopoli)	68
Coleoptera	*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel	17
Hymenoptera	*Camponotus japonicus* Mayr	2
Diptera	*Hydrellia griseola* (Fallen)	7
Lepidoptera	*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee)	28

70%

7 order, 39 family, 136 species



<그림 5-3-8> 해충 개체수 증가에 대한 영향

Order	Major species	No. species
Orthoptera	*Gamsocleis buergeri* De Haan Pr.	1
Hemiptera	*Arma custos* Fabricius Pr.	7
Hymenoptera	*Acropimpla kuwanae* Viereck Pa.	43
Odonata	*Ischmura asiatica* Brauer	1
Mantodea	*Statilia maculata* Thunberg Pr.	3
Coleoptara	*Propylaea japonica* Thunberg Pr.	22
Diptera	*Neoitamus angusticornis* Loew Pr.	2

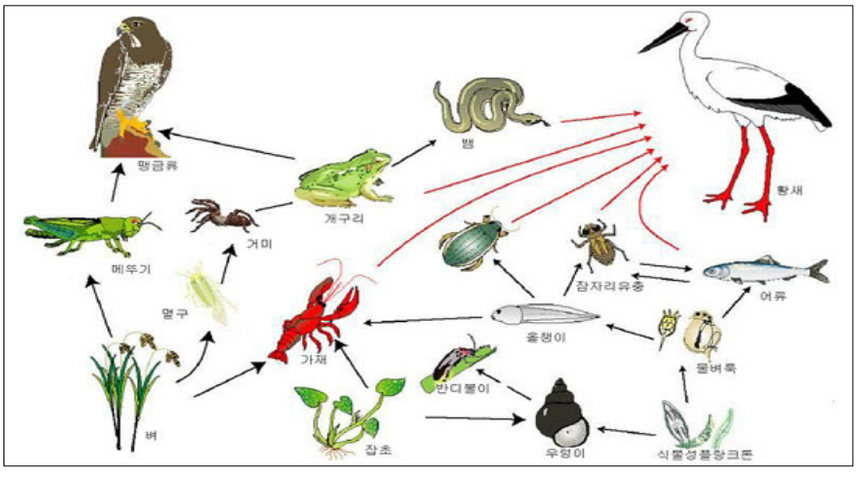
84%

7 order, 24 family, 77species



<그림 5-3-9> 해충 개체수 감소에 대한 영향

■ 농생태계 먹이사슬 교란 영향



<그림 5-3-10> 농생태계의 먹이사슬

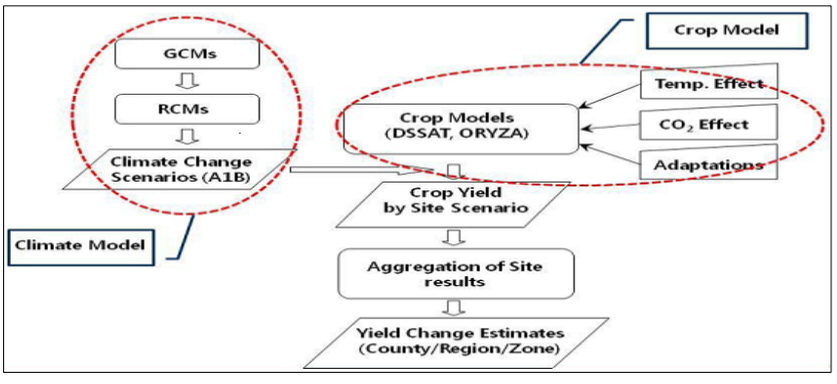
■ 축산 생산성에 대한 영향

○ 한우 : 더위에 잘 견디는 인도소(Zebu)나 물소와 달리, 추위에 잘 견디도록 진화한 한우는 더위에 더 취약

○ 젖소 : 고온 스트레스에 의한 사료 섭취량 감소 및 생산성과 번식률 저하, 27℃ 이상에서 유량 감소

○ 돼지 : 땀샘이 발달 되지 않아 체내 대사열을 체외로 방출 능력이 낮고, 두꺼운 지방층으로 체표면에서 체열을 방출하는 능력이 낮기 때문에, 다른 가축보다 고온장해에 민감함

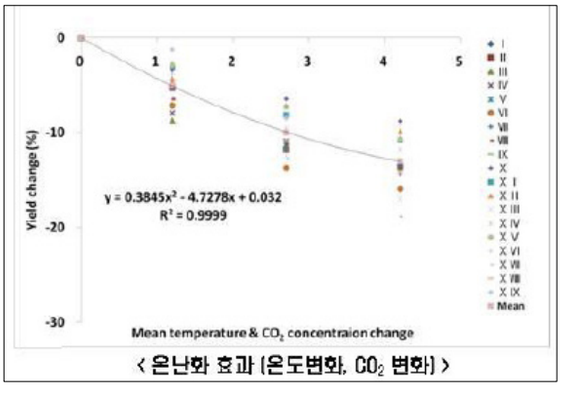
다) 농업부문의 기후변화 시나리오 활용 현황



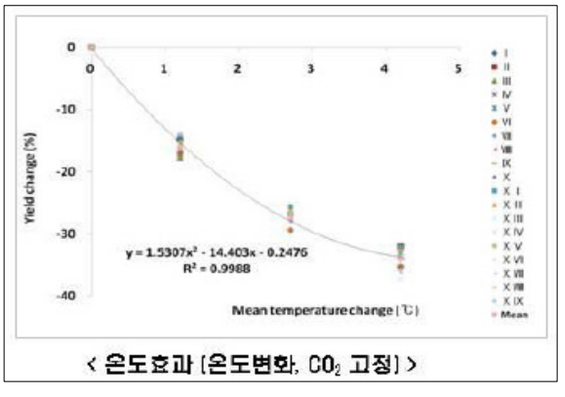
<그림 5-3-11> 기후변화 시나리오를 활용한 농작물 생산성 예측 모식도

○ 온도와 CO2 변화에 따른 벼와 보리의 생산 잠재성과 온난화 효과, 사과 '후지'의 재배적지와 발아기 변화, 채소, 감귤, 복숭아, 아열대 작물 재배적지의 북상이 예상됨.

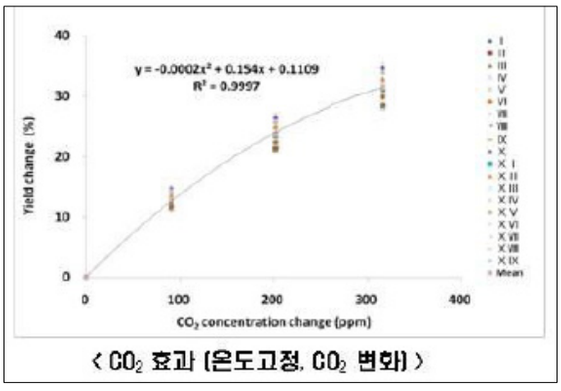
■ 벼 생산성과 온난화 관계 (품종은 조생종 오대벼)



<그림 5-3-12> 온도와 CO_2 변화에 따른 벼 생산성과 온난화 효과

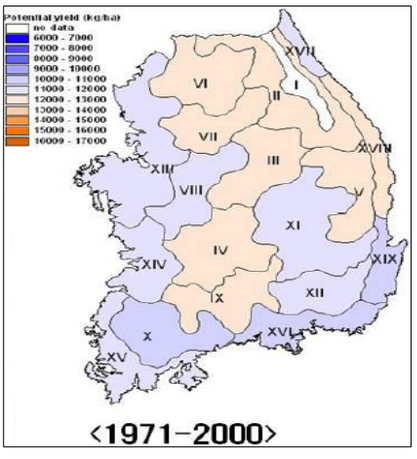


<그림 5-3-13> 온도 변화에 따른 벼 생산성과 온도 효과



<그림 5-3-14> CO_2 변화에 따른 벼 생산성과CO_2 효과

■ 벼 잠재생산성 변동 예측

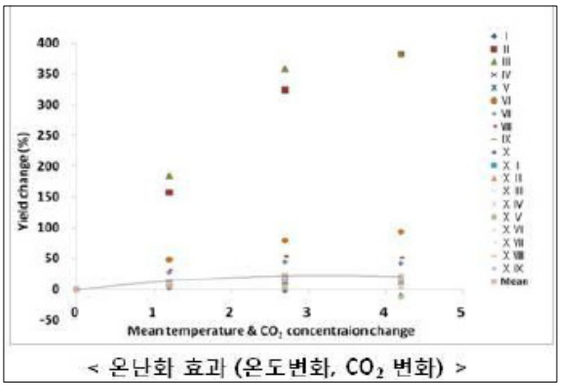


<그림 5-3-15> 벼 잠재생산성 변동 예측

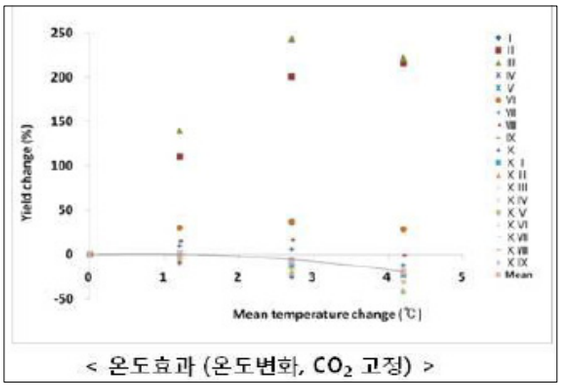
<표 5-3-20> 기후변화 조건에 따른 벼 잠재생산성 변화

기후변화 조건	출수생태형	1971~2000대비 벼 잠재생산성 변화 (%)		
		2011~2040	2041~2070	2071~2100
온도 변화 & CO_2 고정	조생종	-15.9	-27.4	-33.9
	중생종	-16.5	-28.1	-34.1
	중만생종	-18.6	-30.5	-37.1
	평균	-17.0	-28.7	-35.1
온도 고정 & CO_2 변화	조생종	13.0	23.9	31.4
	중생종	12.9	23.8	31.1
	중만생종	12.5	22.9	30.0
	평균	12.8	23.5	30.8
온도 변화 & CO_2 변화	조생종	-4.9	-9.9	-12.9
	중생종	-5.7	-10.6	-13.1
	중만생종	-8.5	-15.0	-18.9
	평균	-6.4	-11.8	-15.0

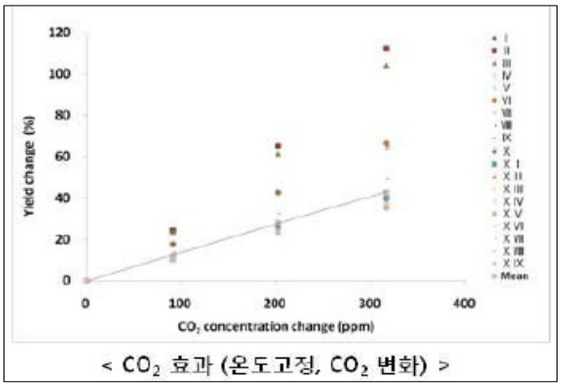
■ 보리 생산성과 온난화 관계(품종은 올보리)



<그림 5-3-16> 온도와 CO_2 변화에 따른 보리 생산성과 온난화 효과

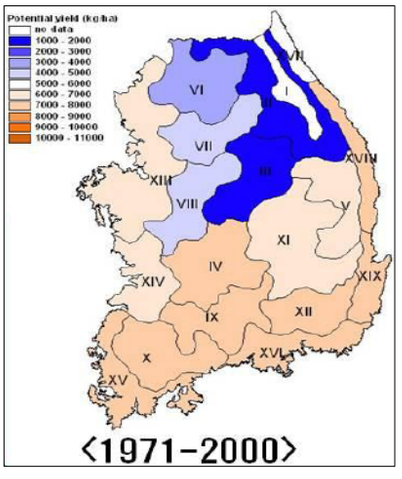


<그림 5-3-17> 온도 변화에 따른 보리 생산성과 온도 효과



<그림 5-3-18> CO_2 변화에 따른 보리 생산성과CO_2 효과

■ 보리 잠재생산성 변동 예측

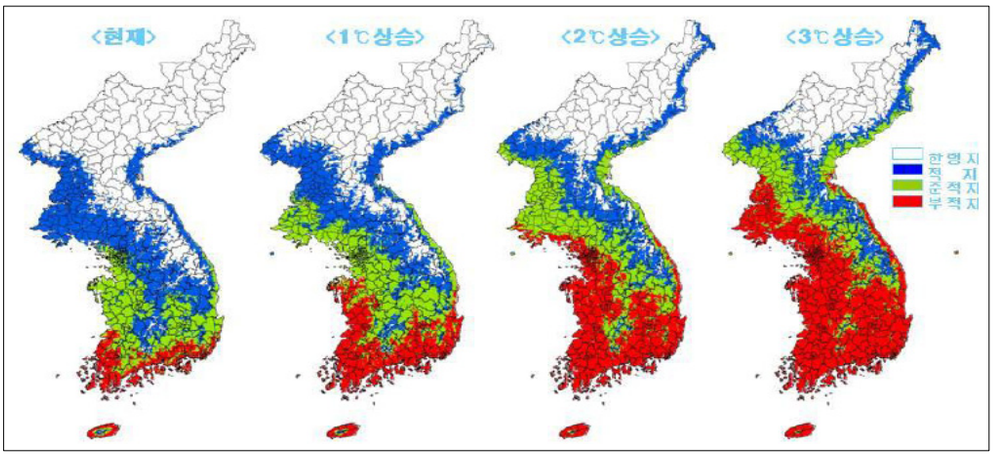


<그림 5-3-19> 보리 잠재생산성 변동 예측

<표 5-3-21> 보리 잠재생산성 변동 예측기후변화 조건에 따른 보리 잠재생산성 변화

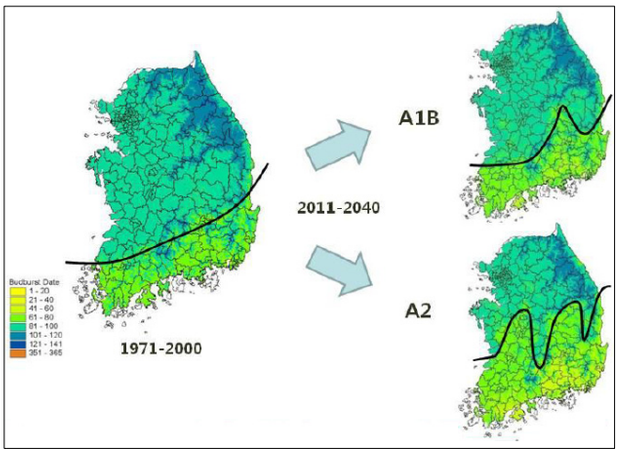
기후변화 조건	출수생태형	1971~2000대비 벼 잠재생산성 변화 (%)		
		2011~2040	2041~2070	2071~2100
온도 변화 & CO_2 고정	겉보리	0.7	-6.0	-19.3
	쌀보리	1.1	-7.0	-20.4
	평균	0.9	-6.5	-19.8
온도 고정 & CO_2 변화	겉보리	12.0	28.2	42.8
	쌀보리	12.4	29.1	44.2
	평균	12.2	28.7	43.5
온도 변화 & CO_2 변화	겉보리	13.0	22.0	20.2
	쌀보리	13.8	22.4	20.1
	평균	13.4	22.2	20.1

■ 사과 '후지'의 재배적지 변화



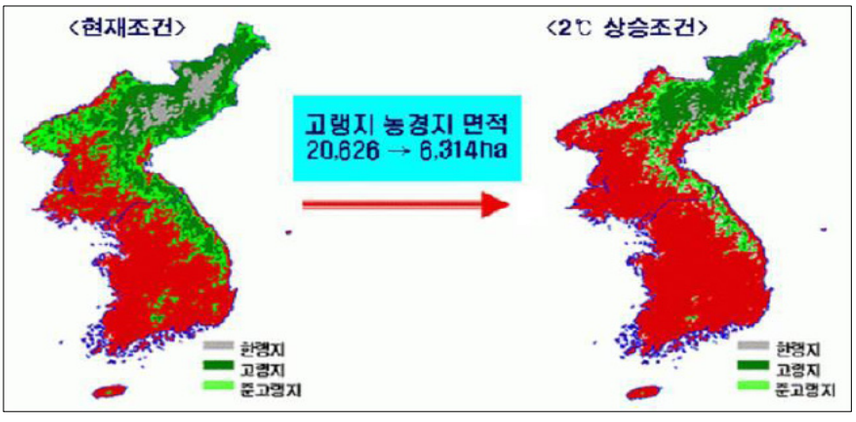
<그림 5-3-20> 보리 잠재생산성 변동 예측사과'후지'의 재배적지 변화

■ 사과(후지) 발아기 전망



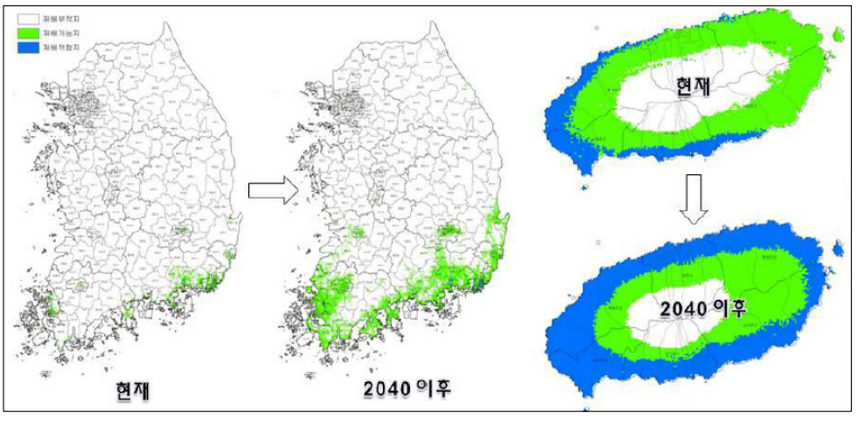
<그림 5-3-21> 사과 (후지) 발아기 전망

■ 고랭지 및 준고랭지 채소 재배면적 변화



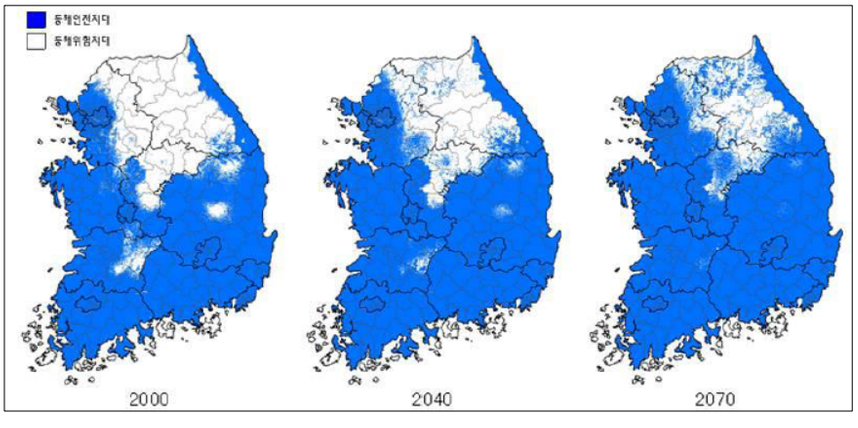
<그림 5-3-22> 고랭지 및 준고랭지 채소 재배면적 변화

■ 감귤 재배 가능지 변동 예측



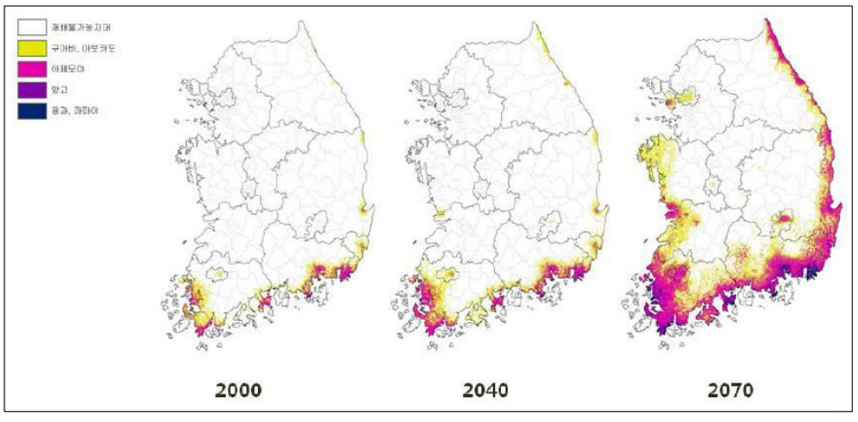
<그림 5-3-23> 감귤 재배 가능지 변동 예측

■ 복숭아 휴면기 동해위험지대 변동 분석



<그림 5-3-24> 복숭아 휴면기 동해위험지대 변동 분석

■ 아열대작물 노지 재배가능성 분석



<그림 5-3-25> 아열대작물 노지 재배가능성 분석

다. 국내·외 선행 연구 사례

1) 기후변화 적응관련 사례

가) 국외 사례

■ EU(유럽연합)

○ EU는 기후변화를 국제적인 아젠다로 만드는데 주도적 역할을 하고, 배출권시장(EU-ETS)을 출범시켜 세계 배출권시장의 주도권을 선점하였으며, 온실가스 감축을 넘어서 금융, 인증, 컨설팅 등 서비스 분야까지 포괄하는 새로운 산업으로 발전시킴.

○ 향후 CO_2를 둘러싼 세계 경제의 재편을 이용하여 EU에 유리한 국제적 기준을 만들어 국제 금융시장의 주도권을 유지하고 지구온난화 비즈니스 구조를 선도해 가는 전략 추진

○ 에너지전략기술계획(Strategic Energy Technology) 발표('08)

- '20년까지 에너지 효율 20% 향상, 온실가스 20% 감축, 재생에너지 20% 사용 목표 추진
- 건물에너지절약지침(EPBD)을 수립하고, '19년부터 신규 주택의 제로에너지화 의무화
- 현실적으로 산업부문의 감축 잠재량이 크지 않을 것이라는 예측, 수송부문의 감축정책 중요시

○ EU의 환경산업은 '07년 현재 2,270억 유로 규모로 EU 전체 GDP의 2.2%를 차지하고 340만개의 일자리를 창출하고 있으며, 전세계 신재생에너지 시장의 40% 이상을 점유하고 있음.

○ 글로벌 경쟁력 확보가 가능한 6개 부문을 선도시장으로 선정하고 육성전략 발표

- e헬스, 산업용섬유, 지속가능한 건설, 바이오제품, 자원재활용, 재생가능에너지 등

○ 농업부문 대책 (EAFRD, 2008)

■ 독일

○ '99년「환경친화적 조세개혁도입에 관한 법률」, 환경세(Eco-Tax : 석유세, 전기세) 도입

○ 생태적 산업정책을 통한 제3차 산업혁명 주창

- 기계혁명 → IT혁명 → 생태효율성혁명(ET)
- 경제구조의 생태적 혁신으로 환경과 경제의 대립을 해소하고, 녹색기술을 신성장동력으로 육성

○ 녹색성장 전략의 추진성과

- 신재생에너지 분야의 기술개발에 집중적인 투자 - 태양광발전, 바이오디젤 생산 세계 1위
- 최종에너지소비에서 신재생에너지 점유율은 3.8%('00년)에서 8.6%('07년)로 증가
- '07년 태양광산업 부문에서 1만 1,000개의 일자리 창출

○ 녹색성장 전략의 추진계획

- '10년부터 신차에 대해서 배기량에 따른 세금부과 방침에서 이산화탄소 배출량을 근거로 한 세금부과 추진
- '20년까지 CO_2 배출량을 1990년 대비 40% 이상 감축

○ 신규 건축물의 에너지기준을 '09년 30%에서 '12년까지 추가 30% 강화하고, 2015년부터는 패시브 하우스 수준 의무화

○ 농업부문 대책 (German Strategy for Adaptation to Climate Change, 2008)

■ 영국

○ 기후변화(climate change)를 기후안보(climate security)로 인식

○ 기후변화 부담금(Climate Change Levy)을 도입('01)하고, 감축목표를 달성한 기업에게 기후변화부담금의 80%를 면제

○ 저탄소경제의 세계적인 선도국가를 지향하면서 런던을 세계 탄소시장의 거점으로 육성하기 위한 전략 추진

- 저탄소기술을 증기기관, 내연기관, 마이크로 프로세서의 뒤를 잇는 제4차 기술혁명으로 명명하고, 저탄소 녹색기술을 생산성과 경제성장의 새로운 엔진으로 활용

○ 주요 목표

- CO_2 배출량 : '90년을 기준으로 2020년까지 26~32%, 2050년까지 60% 저감
- '20년까지 전력사용량의 40~50%를 재생에너지로 대체
- '16년부터 새로 짓는 모든 주택에 탄소제로 의무화

○ 탄소저감 주택등급제와 같은 정부정책 활용, 베드제드(Bedzed)와 같은 녹색도시 확산유도

○ 저탄소 교통전략(A Greener Future) 발표('09)

- 차량관련 신기술, 교통인프라, 환경친화기술 개발 등 저탄소 교통시스템을 위한 행동계획

○ 농업부문 대책 (Rising to the Challenge, London, 2010)

■ 프랑스

○ 환경, 에너지, 국토, 교통정책을 총괄하는 생태·지속가능계획·개발부를 설립하고, 장관을 부총리급으로 임명하여 녹색성장의 추진체계 정비

○ 온실가스 배출량에 따른 자동차세 또는 보너스 차등 부과, 친환경상품에 대한 부가가치세 경감

- CO_2 배출량(g/㎞)이 60 이하인 자동차는 5,000유로의 보너스 지급, 250 초과인 자동차는 2,600유로 부과금 부과

○ '09년부터 소비자들의 단열, 보온공사 시행 및 에너지절약을 유도하기 위해 무이자 환경대출제도 시행 예정

○ '20년 이후 건설하는 모든 건물(주택 포함)에 태양광 등 재생 가능에너지 발전장치 설치 의무화

- '12년까지 신규 건축물의 에너지기준 50% 강화(100→50kWh/㎡·yr)하고, 기존 건축물도 효율개선 계획

○ '20년부터 발전소의 화석연료 사용 제로화

■ 미국

○ 첨단에너지계획(Advanced Energy Initiative) 발표('06)

- 대형 태양열 발전, 목질계 바이오에탄올 및 가스화복합발전(IGCC) 등 연구기반확충
- 에너지 소비비중이 가장 큰 산업부분(32%)에 대해 '09년부터 10년간 산업분야 에너지원단위 25% 감소를 목표로, 에너지효율 개선을 위해 ITP(Industrial Technologies Program) 마련

○ GT산업 육성을 위해 범국가차원의 지원과 규제 실시

- '07년부터 연료전지, 핵융합개발, 신재생에너지기술 등 에너지 기술개발에 244억$ 지원 결정
- '20년까지 연료전지자동차 상용화 예정

○ 민주당 정부의 New Apollo Project 추진

- 미국 정부가 중심이 되었던 3대 대규모 프로젝트는 국가발전의 원동력으로 작용
- New Apollo Project는 그린에너지 산업을 육성해 에너지 독립을 실현하고, 경제의 성장과 안정화를 추구하는 clean energy 프로젝트이며, 그린뉴딜 정책으로 일컬어지고 있음.
- 그린에너지 산업을 육성해 에너지 독립 실현, 경제의 성장과 안정화를 추구하는 그린뉴딜 정책
- '09년부터 10년간 그린에너지(태양광, 풍력, 바이오 등)에 1,500억$을 투자하여 녹색 일자리 500만개를 창출하여 환경과 에너지 이슈에서 미국의 산업 경쟁력을 제고할 계획임.

- 그린뉴딜 정책이 시행되면 그린에너지 시장의 중심이 미국으로 이동하고, 거대한 시장규모를 형성할 것으로 전망됨

○ 농업부문 대책 ((Adapting to Connecticut's Changing Climate Changing, 2009)

■ 일본

○ 기후변화 대응을 신성장동력의 기회로 만들기 위해 아시아 시장을 활용하고 세계 시장을 선도하겠다는 전략 추진

- 환경·에너지 기술 등의 Top Runner 구상 및 에너지효율 향상, CO_2 감축 등 중점 추진

○ '쿨어스(Cool Earth) 50' 계획 발표('07)

- '50년까지 온실가스 배출량을 현재 대비 50% 감축하는 장기 목표와 세부 추진 방안 제시
- 바이오연료전지, 고효율 천연가스발전, 클린디젤자동차기술개발, 이산화탄소 포집저장(CCS), 차세대 고효율조명 등 21개 기술을 선정하여 향후 5년간 2,000억엔 규모의 투자 추진

○ 도야코 G8 정상회담에 대비하여 후쿠다 비전 발표('08)

- '50년까지 장기 목표로 온실가스 배출량을 '05년 대비 60~80% 저감
- '20년까지 중기 목표로 온실가스 배출량을 '05년 대비 14% 감축
- 상향식 접근법에 의한 이산화탄소 감축 잠재량 분석
- '12년까지 백열전구를 절약형 전구로 전환하고 에너지 절약형 주택 건축물의 의무화

○ '09년부터 온실가스 배출권 거래시장 개설 추진

○ '20년까지 신축 주택의 70% 이상을 태양광주택으로 건립

○ 신재생에너지, 환경오염방지, LED 조명 등 녹색산업(환경산업)을 주력분야로 집중 육성

○ CO_2 삭감은행, 친환경대출, 지구환경보험 등 제도 마련으로 기업의 자발적 CO_2감축 유도

■ 호주

○ 온실가스 감축목표 설정 : '50년까지 '00년 대비 60% 감축

○ 석탄산업의 지속가능성 확보 위한 COAL21 프로그램 통해 대규모 탄소격리 실증사업 추진

○ '10년부터 탄소배출권 거래제도 도입

○ 탄소배출권 거래제도 도입으로 수익성이 악화된 기업을 지원하기 위하여 Climate Change Action Fund 조성

○ 농업부문 대책 (Adapting to Climate Change in Australia, 2010)

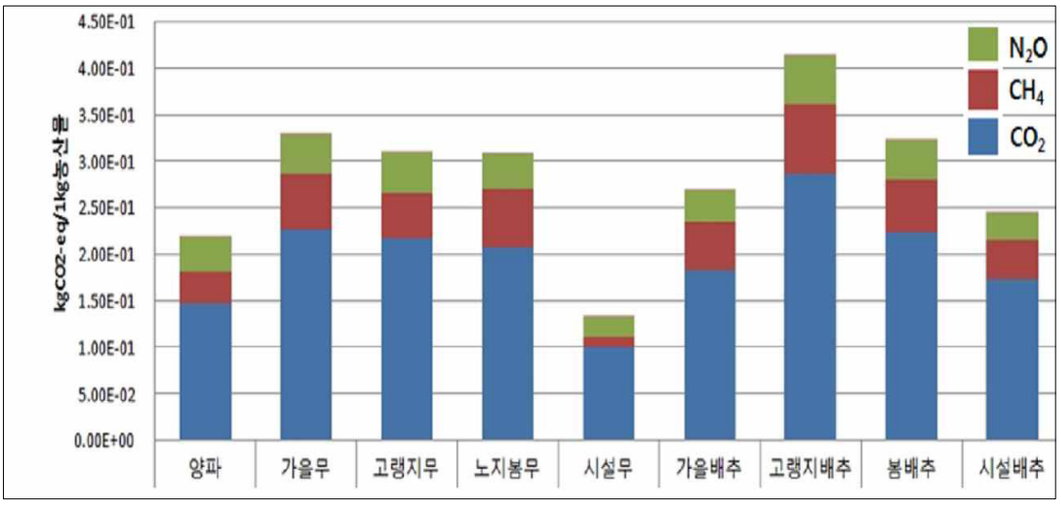
나) 국내 사례

① 농축산 분야 온실가스 감축 기술

■ 농업분야 LCI D/B 구축 및 탄소 배출량 원단위 산정

○ 농산물의 전과정 온실가스 배출량 원단위 산정 : 양파 등 9품목

○ 탄소배출 비중 : 비료 > 종자(묘) > 에너지 > 직접배출 > 농자재 > 농약



<그림 5-3-26> 농산물 kg당 온실가스 배출량

■ 농업부문 온실가스 감축 기술 매뉴얼 제공

○ 경종분야 온실가스 저감 영농관리 기술 개발

- 벼 : 물관리 43.8%, 볏짚관리 43.3%, 경운관리 20.9%
- 밭작물(고추, 콩, 배추) : 토성 75.4%, 작기 49.5%, 무경운 36.9%
- 온실가스 저감 벼 재배 매뉴얼 발간 및 보급(9개도 농업기술원 및 169개 농업기술센터보급)

■ 축산부문 온실가스 저감기술 개발

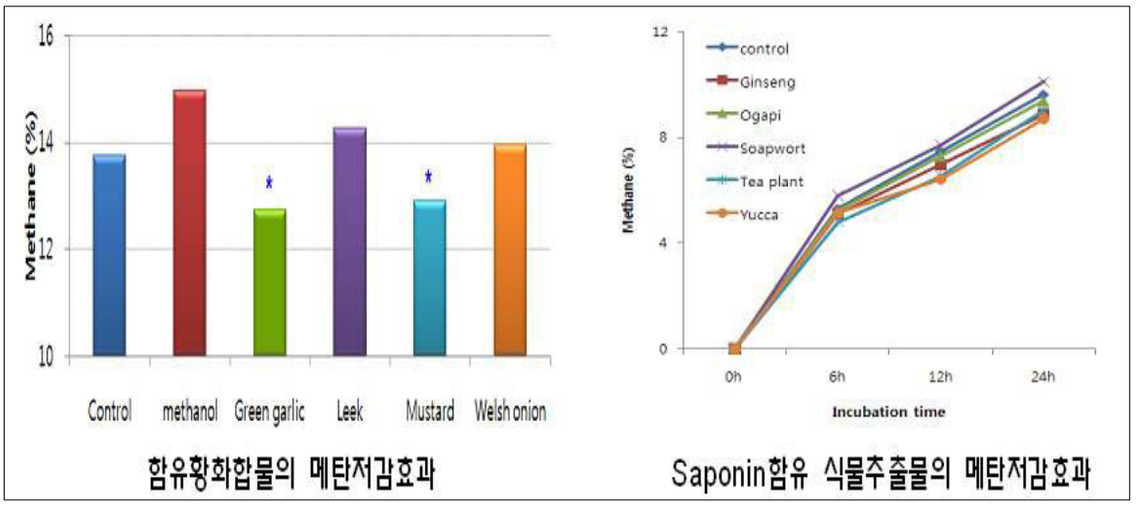
○ 반추가축의 장내발효 개선을 통한 메탄 저감 기술 개발

- Iodo-propan CD 복합2체 제작 효능 검증(in vivo) : 24% 저감
- 메탄저감효과 : 뽕잎추출물 64%, 고추냉이-CD 복합물 78%

○ 가축분뇨 퇴비화 호기 처리로 이산화탄소 배출량 70~86% 저감

○ 천연 함 유황 농산물 급여에 따른 메탄가스 저감효과 구명

- 갓 13.8%, 풋마늘 14.8%, 겨자 20%



<그림 5-3-27> 함유황화합물과 saponin함유 식물추출물의 메탄저감효과

■ 가축분뇨 처리과정의 온실가스 저감 연구

○ 돈분뇨 퇴/액비 처리과정의 메탄(CH_4) 및 아산화질소(N_2O) 배출량 측정시스템 개발



<그림 5-3-28> 가축분뇨 처리과정의 온실가스 저감을 위한 각종 장치들

② 기후변화 적응 및 영향성 평가 연구

■ 고온 적응 식량작물 품종 및 재배기술 개발

○ 고온내성, 내한발성, 내병충성 벼 품종 개발

- 고온 등숙이 양호한 품종 : 동안
- 줄무늬잎마름병에 강한 품종 : 조광, 주남조생, 서명 등 6품종
- 강우와 강풍 대비 쓰러짐에 강한 품종 : 주안1호, 호품 등 5품종

○ 온난화 대응 내재해성 맥류 품종 육성

- 기후변화 대응 재배 안정성(불시출수 방지) 품종 개발 : 다호, 백호(파성Ⅳ)

○ 기후변화 대응 내재해성 옥수수 품종 개발

- 환경둔감형, 내도복성, F1 채종안정성 품종 : 강다옥

○ 식용옥수수 2기작 재배기술 개발(중남부 지역)

- 단옥수수 노지직파 및 찰옥수수 멀칭직파

○ 기후변화 대응 감자 생리생태 및 재배기술 연구

- 여름감자 : (관행) 5월 상순 → (현재) 4월 중하순 파종 가능

■ 고온에 품질저하 원인 구명 및 적응품종 탐색

○ 등숙기 고온에도 미질저하가 적은 우량 품종 탐색

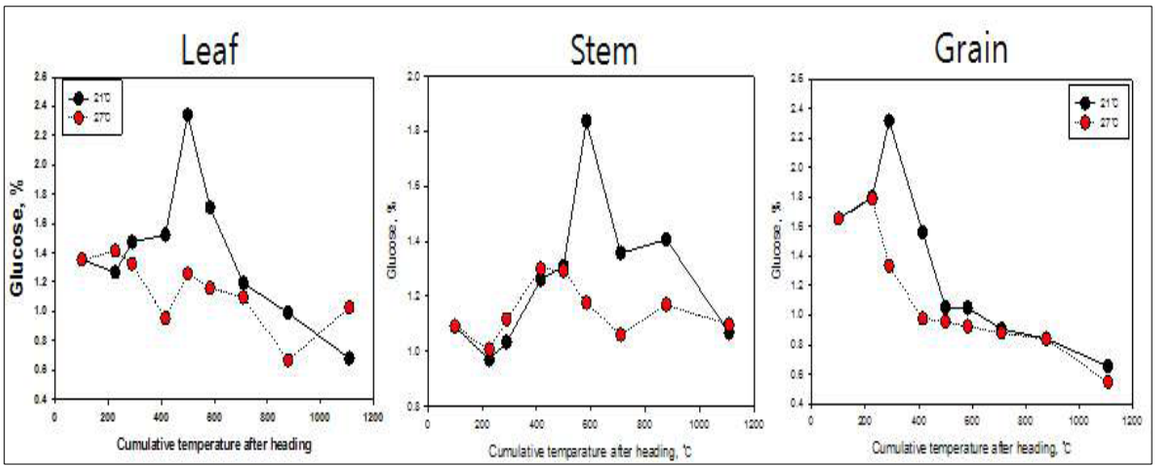
- 동안벼 : 고온조건에서도 현미완전미율과 천립중의 감소가 적음

<표 5-3-22> 고온조건 하에서 동안벼와6개 품종의 현미완전미율과 천립중의 증감률

등숙기간 온도	현미완전미율(%)		천립중(g)	
	동안	6개 품종평균	동안	6개 품종평균
22℃ (적온)	88.9	75.0	23.2	20.8
27℃ (고온)	84.6	62.7	22.8	20.1
적온대비(%)	△4.8	△16.4	△1.9	△3.5

○ 등숙기 고온경과에 따른 부위별 유리당 함량 변화

- 줄기 및 잎의 sucrose와 glucose 함량이 적온에 비해 고온에서 낮았음



<그림 5-3-29> 등숙기 고온경과에 따른 부위별 유리당 함량 변화

■ 온난화에 따른 작물 생산성 영향평가

○ 온도와 CO_2 농도 변화에 따른 벼 수량성 평가 (Oryza 2000 모델)

○ 온도상승에 따른 맥류 생육 평가

- 겨울철 온도상승으로 맥류 생육기간 단축 : 출수기 및 성숙기
- 쌀보리 안전지대 북상 : 충북이남('90년대)▶경기 중부('90년대 이후)

<표 5-3-23> 온도와 CO_2 농도 변화에 따른 벼 수량성 평가(Oryza 2000 모델)

구분	340ppm	510ppm	680ppm
현재	0	10.2	14.2
+1℃	△7.5%(355만톤)	1.1	4.9
+2℃	△12.1	△4.4	△1.1
+3℃	△14.5	△7.7	△4.3

※ A1B시나리오 : 오대벼(조생종), 화성벼(중생종), 일품벼(중만생종)

■ 기후변화 적응 과수 품종 및 안정생산 기술 개발

○ 고온 기후에 적합한 과수 품종 개발

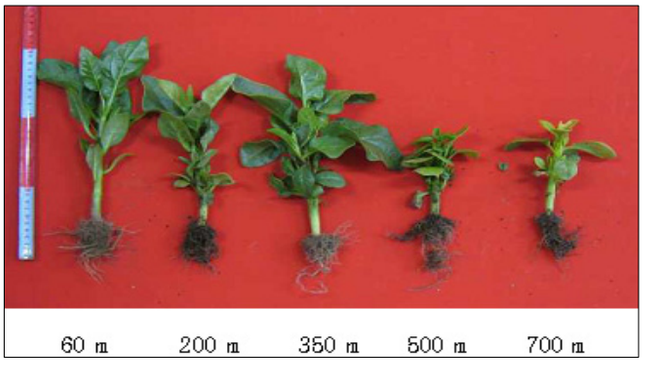
- 사과 그린볼, 황옥 : 녹황색 과피로 착색관리가 불필요
- 배 녹수 : 녹색 과피로 착색관리가 불필요

○ 참다래 우리 품종 육성 및 재배기술 개발 보급 추진

- 국내외 품종보호출원 및 등록 : 한라골드, 제시스위트
- 우리 품종 보급률 : (2006) 0 → (2008) 3 → (2009) 5 %

■ 온난화 영향평가를 위한 해발고도포장 조성 (제주)

○ 온난화 적응 신품종의 품질 생육 평가 및 장기 작황 관측 기능 수행



<그림 5-3-30> 고도에 따른 생육 평가

■ 돌발생물 갈색여치 발생지도 작성 및 관리대책

○ 갈색여치 휴면주기 구명

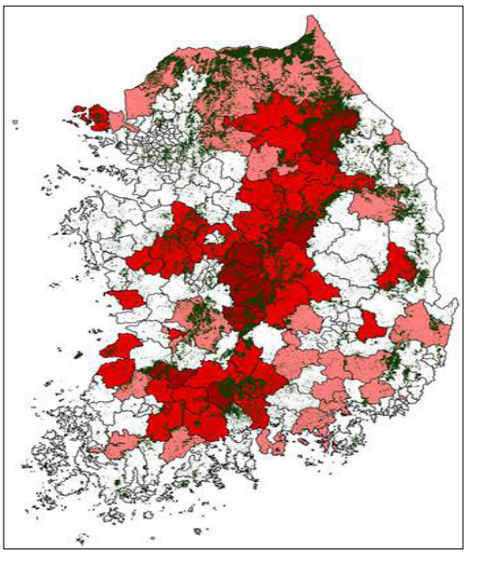
- 영동, 수원 : 1년, 평창 : 2년
- 온도상승에 의한 휴면주기 변화 ▶ 돌발가능성 증가

○ 97개 시·군 중 갈색여치 피해위험지역 8지역 구분

- 위험 밀도 : 5마리/10㎡ 이상
- 영동, 옥천, 보은, 무주, 순창, 평창, 문경, 구례

○ 갈색여치 방제용 생물농약 탐색

- 곤충병원성곰팡이 등 2종 (90% 이상 살충율)



<그림 5-3-31> 갈색여치 분포지역

③ 기후변화 대응 및 분석기술 연구

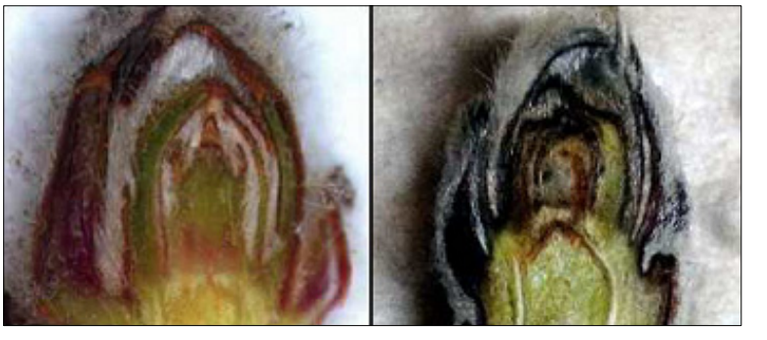
■ 이상기상 대응 과수 동해조사 평가방법 개발

○ 꽃눈 동해피해 여부 판정기준 설정

- 꽃눈 절단면의(화아 근원기의) 갈변 피해여부로 동해여부 판정
- 주요 과수 동해 피해 조사기준 작성 : 행정, 지도, 연구용

<표 5-3-24> 과수 동해 피해 산정률 작성

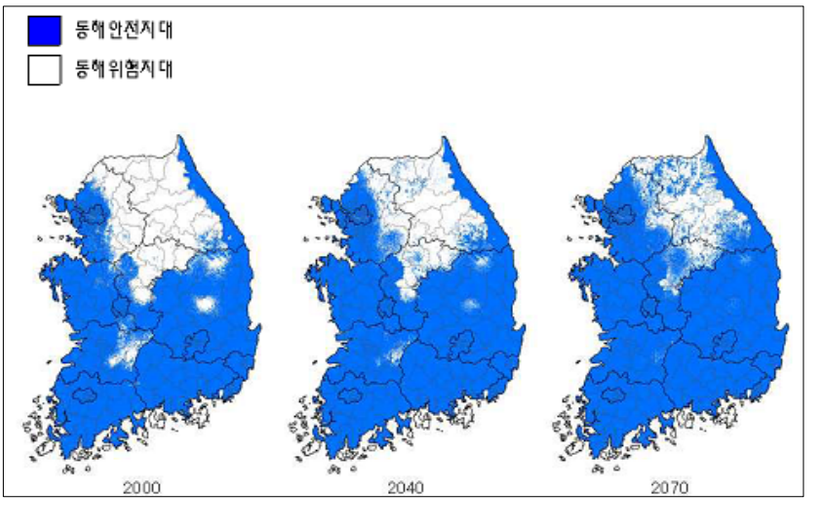
꽃눈 고사율	40%이하	~50%	~60%	~70%	~80%	~90%	100%
감수율	0	10%	20%	30%	50%	80%	100%



<그림 5-3-32> 정상 꽃눈(좌)과 동해 피해 꽃눈(우)

■ 과수 동해위험지대 변동 분석

○ 과수 휴면기 동해위험지대 변동(A1B) 분석 : 사과, 배, 포도, 복숭아 등



<그림 5-3-33> 복숭아의 동해안전지대와 동해위험지대 표시 지도

■ 고온기 가축 생리변화 구명 및 대응기술 개발

○ 고온 스트레스에 의한 가축생리 변화 구명

- 계절별 젖소의 수태율 : 6, 7, 8월(23~26%), 11, 12, 1월(46~56%)
- 온도 상승(20→30℃)에 따른 우유 생산성 변화 : 0.6kg/일 감소
- 한우 번식우 혹서기(7, 8월) 수정 시 수태율 50% 이하의 급격한 감소

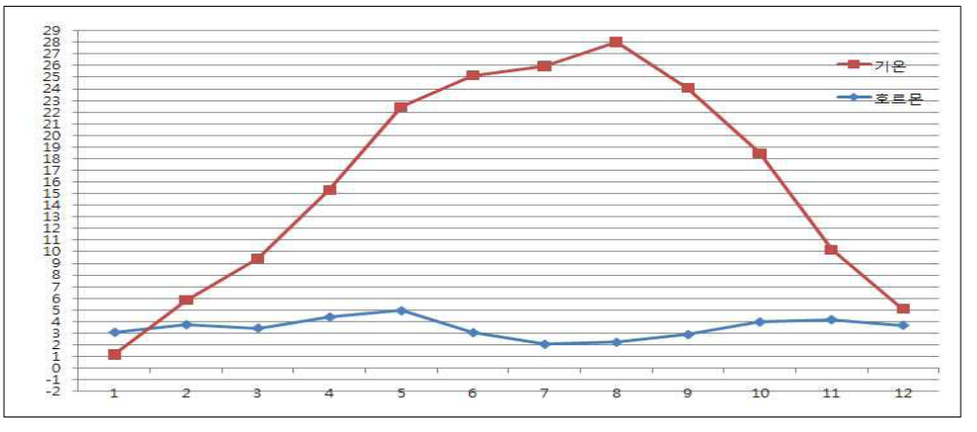
○ 고온기 가축사양관리 기술 개발

- 유우사 송풍기 설치효과 : 산유량 15% 증가(농가 소득 10% 증대)
- 사료 내 유산균 첨가 효과 : 무항생제 대비 17.3% 증체량 개선
- 약용식물 추출물 첨가 효과 : 무항생제 대비 21.7% 증체량 개선

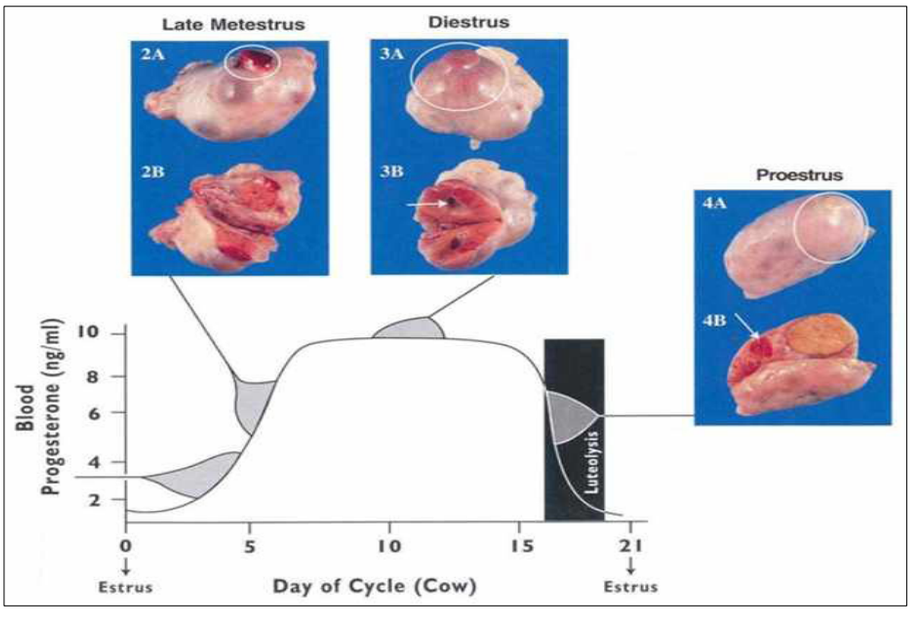
■ 온도상승에 따른 젖소 Heat Stress 내성인자 탐색

○ 고온기 젖소 번식률 변화 구명 : 여름철 번식률 저하 현저

○ 고온기 젖소 체내 호르몬 분비 양상 구명 : 체내 임신유지 호르몬 분비 저하



<그림 5-3-34> 온도에 따른 젖소 체내 호르몬 변화



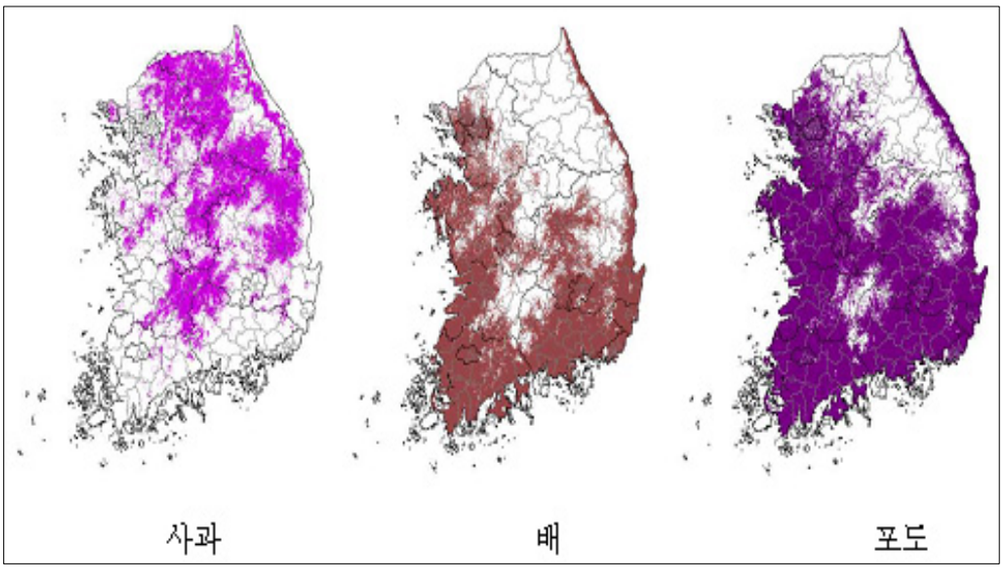
<그림 5-3-35> 고온기 젖소의 신호르몬 분비기관(황체) 형태 변화

④ 기후변화 대응 작물 재배적지 연구

■ 기후학적 과수 재배적지 구분도 작성

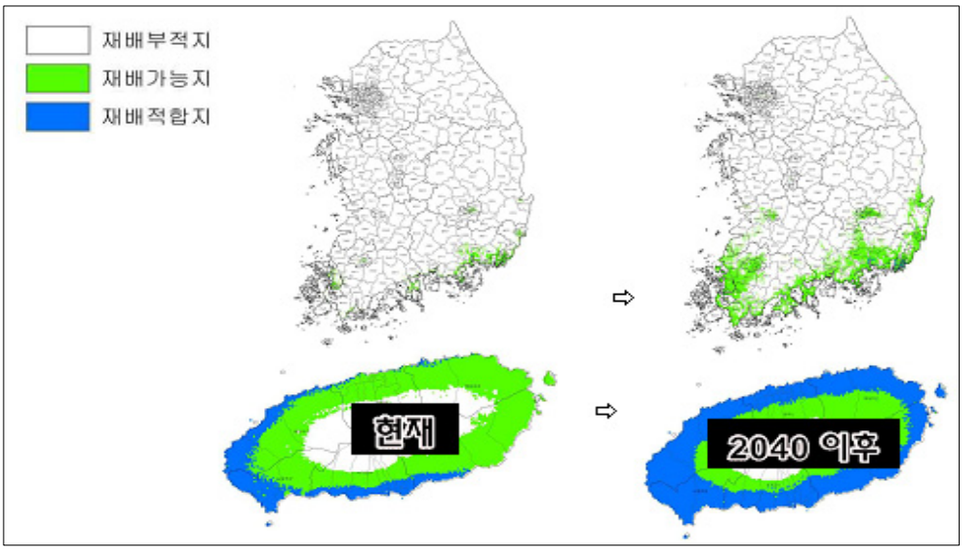
○ 기후변화 영향평가를 위한 기후학적 과수 재배적지 구분도 작성

- 사과, 배, 복숭아, 포도, 단감, 자두, 매실, 살구, 양앵두, 블루베리



<그림 5-3-36> 기후학적 과수(사과, 배, 포도) 재배적지 구분도

■ 과수(감귤) 재배가능지 변동 분석



<그림 5-3-37> 기온상승에 따른 감귤 재배가능지 변동 분석: 2℃ 상승시 36배 증가

■ 온난화 적응 열대/아열대작물 도입과 적응성 평가

○ 과수 :'망고','패션프루트'등 유망 과수 도입 및 적응성 평가

- 망고 적과방법 개발 : 상품률 63.8(3회 적과) → 85.5%(1회 적과)
- 패션프루트 삽목기술 : 발근률 55(강모래) → 90%(질석)

○ 채소 : '오크라', '아티쵸크' 등 유망 채소 도입 및 적응성 평가

- 아티초크 생산시기 확대 : 5월(현재) → 6~8월 수확(저온처리 5℃, 2주)
- 오크라 무가온 하우스 재배법 개발 : 재식거리 45x75cm (주당 3립)
- 쓴오이 착과율 향상 : 꿀벌이용 90%, 수분노력 절감 44hr/10a



<그림 5-3-38> 자색계 패션프루트



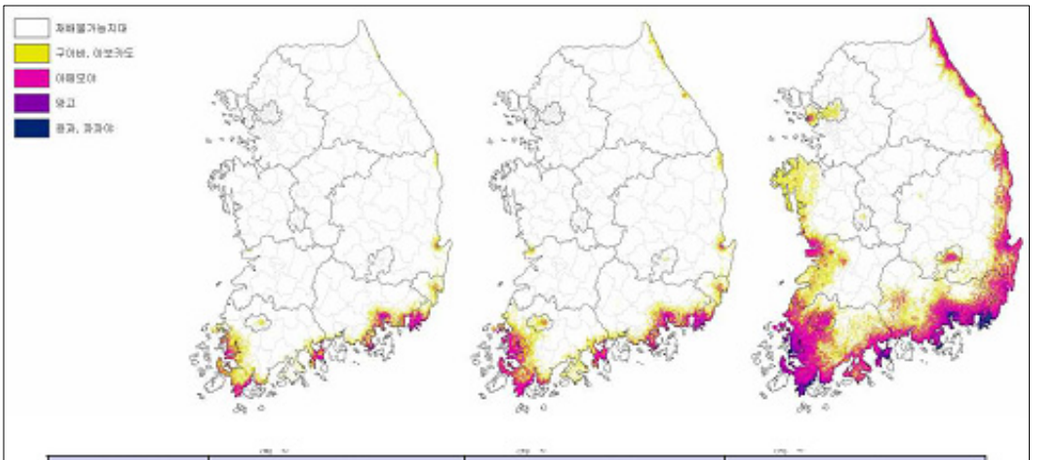
<그림 5-3-39> 망고(열풍기+히트펌프)



<그림 5-3-40> 아티초크 재배

■ 열대/아열대작물 노지 재배가능지 예측

○ 내동성 평가를 통한 도입 가능 아열대작물 노지 재배가능지 분석 : 20여종



작물명/면적	2000년	2040년	2070년
구아바, 아보카도	439,761 ha	674,048 ha	2,334,251 ha
아떼모야	146,612	275,475	1,264,370
망고	2,817	11,336	205,913
용과, 파파야	-	-	45,453

<그림 5-3-41> 열대/아열대작물 노지 재배가능지 예측

2) 농업분야 기후변화 적응대책 사례

가) 중앙정부 대응전략

■ 온실가스 배출 현황 및 전망

○ 농업분야 CO_2 배출량은 국가 전체배출량의 2.5%수준(1,470만CO_2톤, ′05)으로 매년 0.5% 씩 감소 추세(′90 ~ ′05)

- 경종(논·밭) 분야 : 900만CO_2톤 발생(농업분야의 61%)
  벼 재배(메탄 46.3%), 질소비료 시용(아산화질소, 14.7%)
- 축산 분야 : 570만CO_2톤 발생(농업분야의 39%)
  반추가축 장내발효(메탄, 20.0%), 축분 분해(메탄+아산화질소, 19.0)
  국가 전체배출량 : 5억9천만CO_2톤(수산분야는 국제적으로 통계 미집계)

○ ′00년 대비 ′20년 기준, 농업분야 CO_2 배출량은 15.1% 감소 추정

- 축산 : 사육두수 증가로 메탄 8.3% 증가*
  · 한미 FTA타결과 DDA협상조건(개도국 또는 선진국) 반영시 사육두수 감소로 수정 가능
- 경종 : 재배면적 감소, 질소비료 저감 등으로 24% 감소

■ 농림수산분야 종합대책 추진 및 추진체계 구축

○ '99년부터 기후변화협약 대응을 위한 3차례 정부종합대책의 일환으로 농림수산 분야 대책 추진

- 작물생산성 변화, 온실가스 배출 저감기술 개발, 산림 흡수원 확충
- 논의 메탄 배출량 감축(간단관개, 건답직파 등) 조사, 축산분뇨자원화 기술개발, 반추가축 장내 발효 개선 등

나) 지자체 대응 정책

■ 배경 및 필요성

○ 한반도의 기온 상승은 세계 평균의 2배 이상 빠른 속도로 온난화가 진행되어 2100년까지 기온이 4~6℃ 상승 할 것으로 예상됨.

- 1900년 이후 100년간 세계 평균기온 변화 : 0.74℃(한반도 1.5℃)상승
- 연평균 기온이 2℃ 상승시 남해안 지역은 2050년경 현재의 제주도와 같은 난대성 기후대에 진입하고 2100년경에는 아열대 기후가 도래

○ 온난화 대응농업 영향평가 및 새로운 아열대 작물의 도입, 지역 특화작목 육성을 위한 『중장기 소득화 기술개발 계획』이 필요함.

- 아열대작물 재배현황 : 망고 등 과수 20종, 오크라 등 채소 13종
- 전남 : 파파야, 아스파라거스 등이 소면적 재배중이며 재배 의향 농가 증가

■ 대응 정책 추진상황

○ 온난화가 주요 농작물 및 생태환경에 미치는 영향 분석

- 벼 : 생육기간 감소, 출수기 및 작부체계 변화, 조기결실 및 수량 감소
- 채소·과수 : 수량감소, 결실지연, 착색불량, 생리장해 등 품질저하
- 병해충 : 월동 병해충 증가 및 새로운 문제 병해충 발생 확대
- 생태환경 변화 : 재배 한계지대 북상, 지력변화, 토양침식 심화 등

○ 외국(주요지역)의 주요 작물재배 동향조사

<표 5-3-25> 외국(주요지역)의 주요 작물재배 동향조사

국가 및 지역		주요 재배작물
일본	오끼나와 (N24~28°)	- 경제작물 : 사탕수수, 쓴오이, 수박, 피망, 양배추, 망고, 파이애플, 스타프룻츠, 패션프룻츠, 파파야, 청귤, 아보카도, 애플망고, 망고스틴. 용과, 리이치, 아세로라, 자몽 ※ 망고, 용과(생과, 쥬스), 아떼모야(생과, 아이스크림), 패션프룻츠(생과, 쥬스), 아피오스(건강식), 아티쵸크(샐러드)
	규슈 (N33°)	- 원예작물 : 파파야, 망고스틴, 두리안, 패션프룻츠, 스타프룻츠, 호접란, 청경채 등
미국	캘리포니아 (N32~40°)	- 원예작물 : 아스파라거스 등 83종(채소 44, 과수 39) ※ 채소류 : 아스파라거스, 아티쵸크, 오크라, 케일 등 ※ 과수류 : 오렌지, 체리, 자몽, 망고, 파파야, 패션프룻츠 등
중국	운남성 (N21~29°) 절강성 (N27~31°)	- 경제작물 : 차, 담배, 삼, 바나나, 커피, 코코아, 포도, 후추, 고무, 사이잘삼, 유채, 잎담배, 사탕수수, 차, 목화 등 - 약용작물 : 참마, 계피나무, 당귀, 복령, 유동, 십리향 등 - 원예작물 : 망고, 용과, 파파야, 청귤, 자몽, 심비디움 등

○ 온난화에 따른 난지성 작물의 예상 경쟁력 분석

- 재배지 북상으로 경쟁력 약화 예상 작목과 전국 점유율이 높은 월동작물 : 마늘, 양파, 쪽파, 월동배추, 맥류 등
- 새롭게 도입하여 경쟁력을 강화 할 수 있는 작물(블루오션 작목)

열대/아열대 과수 : 망고, 아떼모야, 용과, 구아바, 아보카도, 패션프룻츠, 파파야 등

열대/아열대 채소 : 오크라, 아티쵸크, 아피오스, 아스파라거스, 강황, 쓴오이(여주), 열대시금치, 얌빈 등

- 적응성, 재배 용이성, 기호성, 부가가치성 등을 고려한 유망작물 선발
  - 과수(10종) : 망고, 아떼모야, 체리모야, 용과, 구아바, 아보카도, 패션프룻츠 등
  - 채소(6종) : 오크라, 아티쵸크, 아피오스, 열대시금치, 아스파라거스, 야콘

○ 유망 열대·아열대 적응 재배법 및 이용성 향상 연구

- 아열대작물 유망 유전자원 수집 및 특성검정 평가 : 34종
  - 과수류(20종) : 망고, 아떼모야, 용과, 구아바, 패션프룻츠 등
  - 채소류(14종) : 아피오스, 아티쵸크, 오크라, 아스파라거스 등
- 아열대 작물 안전생산 및 상품성 향상 기술개발
  - 망고, 아떼모야 : 근권제한 상자재배, 조기 착과기술 등
  - 아티쵸크 : 비가림재배, 시비관리법, 월동기 관리기술 등
  - 아스파라거스 : 다수성 신품종 선발, 적정 재식거리 구명 등

- 도입작물의 기능성 성분 분석 및 부가가치 향상 기술개발
  · 야콘 : 치주염, 치석 생성 억제 효과 등
  · 아피오스 : 바이오마커를 이용한 면역, 항당뇨 효과 검증 등

○ 연구개발 새기술 실증시범 및 특산화 단지조성 기술지원

- 유망 아열대작물 지역특화 신소득 작물 확대보급
  · 아피오스(함평), 아티쵸크(순천), 망고(영암), 아떼모야(해남) 등

■ 온난화 대응 기술개발 계획

○ 연구 목표

- 단기 : 아열대작물 신 소득화 육성기반 구축
- 중기 : 유망 아열대작물 안전생산 기술개발 및 체계 확립
- 장기 : 작목별 매뉴얼 보급 및 주산단지 브랜드 육성

○ 중장기 세부추진 계획

- 단기('09 ~'11) : 아열대작물 신 소득화 육성기반 구축
  · 온난화 농업적 영향 평가, 국내·외 재배동향 분석, 연구 인프라 및 국내외 협력체계 구축
  · 열대/아열대작물 적응성 평가(적응성, 용이성, 기호성, 수익성 등)
- 중기('12 ~'15) : 유망 아열대작물 생산 기술개발 및 체계 확립
  · 열대/아열대 수집 유전자원 적응성 검토 및 선발
  · 유망 신소득 작물의 지역적응 시험 및 재배 관리기술 개발
  · 안정생산 및 재배작형 개발 : 생산시기, 적정 품종선발 등
  · 생산비 절감 기술개발 : 양·수분 관리, 에너지 절감 등
  · 품질 및 생산성 향상 기술개발 : 시설 및 2기작 재배법 등
  · 병해충 관리 기술개발 : 병충해 발생양상 및 방제법 등
  · 기능성 성분 탐색 및 이용성 향상 기술개발
  · 열대/아열대작물 작목별 재배지대 구분 및 재배적지 설정
- 장기('16 ~'17) : 작목별 매뉴얼 보급 및 주산단지 브랜드 육성
  · 온난화 대응 작목별 재배 관리기술 매뉴얼 작성 보급
  · 신소득 작목 재배확대를 위한 주산단지 조성 및 브랜드 육성

라. 기후변화 취약성 평가 및 주요 부문 선정

1) 취약성 평가방법

가) 현재 기후변화 주요영향 선정

○ 기후변화 취약성 개념틀을 중심으로 선행연구에서 제시된 지표를 검토하여 지표를 구성하였으며, 노출, 민감도, 적응능력을 나타내는 하위 항목의 구분 및 지표에 대해서는 1차 전문가 회의를 거쳐 의견을 수렴하였음.

■ 기후노출

○ 기후변화의 잠재적 영향은 기후변화 노출과 시스템의 민감도의 함수로서 먼저 기후변화에 대한 노출은 기온 상승, 강우변화, 태풍의 빈도 혹은 강도와 같은 기후변동, 기후 시스템의 변화 등으로 개념화 할 수 있음. 노출에 의한 기후 위해의 범위를 홍수, 가뭄, 해수면 상승, 기온 상승 등 자연적인 요인으로 한정함.

○ 기후변화의 현상과 추세로 최저 기온의 상승과 최고기온의 상승, 열파의 발생 가능성, 폭우, 가뭄, 열대성 저기압, 해수면 상승 등을 들고 있으며 각각에 대해서 이러한 현상이 발생할 가능성을 두 번째 열에서 정성적으로 기술하고 있음. 낮과 밤의 온난화 현상은 확실히 지속될 것이며 열파, 폭우 등의 가능성도 높을 것으로 가뭄과 열대성 저기압, 해수면 상승은 가능성이 있는 것으로 전망하고 있음.

■ 민감도

○ 기후 위해에 시스템이 얼마나 민감하게 반응하는가는 시스템의 지형적 요인뿐 아니라 인구 집단의 특성, 인프라 시설 등 사회·경제적 요인의 특성에 따라 차이를 보이며, 시스템을 구성하는 수자원, 산업, 생태계 등 부문마다 다르게 나타남. 특히 특정 지역에 심각한 영향을 미치는 기후 위해의 종류와 범위를 어떻게 정의하느냐에 따라 민감도를 구성하는 지표도 달라질 것임.

○ 민감도의 일부 지표는 여러 부문에 공통으로 해당되며, 기후변화의 부정적 영향에 대한 민감도를 낮추는 적응능력 역시 통합적인 접근을 필요로 하기 때문에 민감도를 시스템의 구성요소 관점에서 구성하였음. 민감도는 크게 지형적 특성 및 토지이용, 인구적 특성, 기반시설/산업으로 나누고 홍수, 가뭄, 혹서, 해수면 상승 등의 기후노출에 의한 부정적 영향을 가중시키는 지표로 구성하였음. 반면 취약성을 줄이는 물리적 인프라, 제도, 정책 등은 적응능력에 포함하였음. 민감도 지표는 먼저 홍수, 가뭄, 혹서, 해수면 상승 등에 의한 취약성 지표에 관한 선행연구를 검토하여 공통된 지표를 도출하고 세 부문으로 대분

하였음.

■ 적응능력

○ 적응능력은 극한 기후에의 대처 능력을 나타내며, 경제적 자원뿐 아니라 지역 먹을거리 공급과 배분 시스템, 응급상황 발생시 조기경보, 거버넌스와 정보에 대한 접근성, 위기관리 프로그램과 정책 등 정책 및 제도적인 요인 포함.

○ 적응능력은 미래의 기후변화 취약성을 줄이고 현재의 스트레스 요인에 대한 대응 능력을 향상시키는 것이며, 동시에 가뭄, 기온상승, 폭우 등 극한 기후 시나리오를 함께 고려함.

○ 기후변화 적응능력은 자료의 가용성 및 적응정책과의 관련성을 고려하여 크게 경제적 능력, 물적 인프라, 사회적 자본, 제도적 역량으로 구성함.

○ 경제적 자본은 기후변화의 취약성을 줄일 수 있는 경제적 능력을 나타내며, 물리적 인프라는 적응 능력을 높일 수 있는 하드웨어로서 녹지, 하천개수율, 의료시설 확보율, 깨끗한 물에 대한 접근성, 통신 등의 지표가 포함되어 있음.

○ 또한 사회적 자본은 기후 재해 발생시 지역사회의 대응 역량과 자원을 의미하며 여기에는 신뢰, 네트워크, 가치와 규범 등이 중요한 역할을 함.

나) 세부항목, 대용변수 및 가중치 선정 배경

<표 5-3-26> 기후변화 취약성 세부항목 선정배경

세부항목	선정 배경
농경지 토양침식의 취약성	토양침식에 가장 큰 영향을 미치는 기상(기후)인자는 강우임. 최근의 강우량은 증가하고 있으며, 빈도 및 강도에서도 증가 추세에 있음. 미래기후시나리오의 결과에서도 우리나라의 강우량은 증가하며, 빈도와 강도에서도 증가하는 것으로 전망. 토지이용 형태 중 농경지 토양이 상대적으로 강우에 의한 토양침식에 취약하며, 이러한 토양침식의 증가는 농경지 내에 있는 토양의 유실뿐만 아니라 토양이 포함하고 있는 영양염류의 소실로 연결됨.
재배·사육시설 붕괴의 취약성	최근 태풍, 폭설, 강풍, 폭우와 같은 이상기상 현상의 발생이 증가하고 있으며, 강도 역시 커지고 있음. 이러한 이상기상에 의한 영향은 농작물에 직접적인 피해를 줄뿐만 아니라 시설에 대한 피해가 추가됨으로 더욱 큰 피해를 야기함. 미래 기후변화시나리오의 결과에서도 이상기상의 발생빈도가 증가하며, 변동성이 크게 나타나는 것으로 전망하고 있어, 농업시설의 붕괴 가능성이 높아짐.
벼 생산성의 취약성	벼는 농업부문에서 가장 많은 농업인이 관여하고 있으며, 국내에서 주식으로 이용하고 있기 때문에 농업부문에서 최우선적으로 취약성평가 및 적응대책을 수립해야만 함. 기온 상승은 벼의 생육기간을 감소시키고, 조기 결실 등에 의해서 생산성 및 품질을 저하시키는 것으로 알려져 있음.
과수(배) 생산성의 취약성	배는 나주를 비롯한 전남 대부분의 지자체에서 생산되는 과수로서 태풍과 같은 강풍은 낙과에, 일사량은 주로 당도에 직접적인 부정적 영향을 주는 주요한 요인이어서 취약성에 대표적인 변수임
채소(배추) 생산성의 취약성	배추는 역시 전남 해남을 중심으로 한 전남 전체가 핵심적인 생산지로서 3-4월에 이상저온은 봄배추와 봄무의 추대현상을 일으키며, 매년 장마기간의 집중적인 강수량은 채소값의 폭등을 야기 시킬 정도로 매우 민감한 요소이며 취약성에 직접적인 영향을 줌
가축 생산성의 취약성	국내의 가축은 추위에 잘 견디도록 진화해 왔기 때문에, 여름철 고온 및 다습한 환경에 노출될 경우 스트레스를 받으며, 생산성 저하의 원인이 됨.

- ○ 농경지 토양침식은 농경지 내에 토양유실과 토양영양염류의 소실과 직결되기 때문에 취약성 평가에 있어서 기상(기후)인자인 강우와 지형인자인 경사지는 매우 중요함
- ○ 기후변화의 가장 큰 문제는 이상기후 발생에 있기 때문에 태풍, 폭설, 강풍, 폭우와 같은 이상기상 현상은 재배·사육시설 붕괴에 직접적인 영향을 줌.
- ○ 전라남도의 벼, 배, 배추 및 축산 생산량은 전국 대비 매우 높은 위치를 차지하고 있기 때문에 취약성 평가에 필수적인 분야로 선정함

<표 5-3-27> 대용변수 및 가중치 선정배경

세부 항목	대용변수 (가중치)	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
V-① 농경지 토양침식의 취약성	기후노출 (39)	강수량(mm/day)	20	토양수분 상태의 정도를 알 수 있는 지표가 됨	신계종 (1999), 이종설 등(2007),김주훈 (2009), 정필균 (1983), Wischmeier and Smith (1978), 정강호 등(2004, 2005), Wischmeier(1971), 박재동 (2000)
		4~10월 강수량(mm)	15	집중적인 장마기간의 강우는 토양침식과 침강에 피해 줌	
		강우일수(강우량 0.1m 이상인 일수)	15	낮은 강우강도에도 지속시간이 길면, 토양침식이 발생	
		일강수량이80mm이상인 날의 횟수(회)	40	토양 유실은 강우강도에 비례하여 증가함	
		연 누적 강수량(mm)	10	연누적강수량이 증가하면 토양침식이 커지며, 여러 선행연구에서 강우침식인자의 계산에 사용됨	
	민감도 (37)	논 면적(ha)	10	식생피복이 많으면 토양침식의 정도가 낮아지며, 식생피복에 따른 토양침식은 산림<논<밭 순으로 높음	
		밭면적(시설재배및과수재배면적을제외한밭면적)	10	식생피복이 많으면 토양침식의 정도가 낮아지며, 식생피복에 따른 토양침식은 산림<논<밭 순으로 높음	
		지역평균경사도(°)	25	경사도가 크면 쉽게 토양침식가능성이 높음	
		지역 평균 지형고도(m)	20	고도가 크면 침식정도가 큼	
		농경지 총 면적(ha)	5	면적이 많은 지역이 취약	
		과수 재배면적(ha)	10	과수원은 경사지에 조성됨	
		배의 재배면적(ha)	10	과수원은 경사지에 조성됨	
		배추의 재배면적(ha)	10	배추밭은 경사지에 조성됨	
	적응능력 (24)	재정자립도(%)	15	적응 능력 제고에 대한 투자 잠재력	
		GRDP	10	적응 능력 투자 잠재력	
		GRDP 중 농림어업 비율(%)	10	농업의 적응 능력 잠재력	
		중장비 동원 가능 능력[(트랙터+경운기 보유대수) /농경지면적]	20	중장비보유량이 많으면 농경지 기반관리가 용이함	
		정보수집능력 (PC농업활용농가수/총농가수)	10	PC활용은 기상정보 등에 대한 정보수집 능력을 높여줌	
		침식방지 가능인력 (농업인구수/농경지 총면적)	10	농업인수가 많으면 농경지 기반관리가 용이함	
		정비사업 행정인력(농업생산기반정비사업관계직원수/농경지 총 면적)	10	정비사업관련 행정인력이 많으면, 정책수립이 용이함	
		재배면적당 논벼 주종사자수(명/ha)	10	수도작 농가가 많으면 농경지 기반관리가 용이함	
		재배면적당 과수 주종사자수(명/ha)	5	과수농가가 많으면 농경지 기반관리가 용이함	

<표 5-3-27> 계속

세부 항목	대용변수 (가중치)	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
V-② 재배·사육시설의 취약성	기후노출 (31)	풍속(m/s)	10	평균 풍속은 사육시설 안정과 직결	기상청, 국가재난정보센터
		4~10월 일평균풍속이 3m/s 이상인 날의 횟수	10	강풍주의가 요구되는 기간	
		강풍, 최대풍속이14m/s 이상인날의횟수	20	육상에서 풍속 14m/s 이상 또는 순간풍속 20m/s 이상이 예상될 때 강풍 주의보	
		4~10월 일최대풍속 14m/s이상 날 횟수(회)	10	작물재배기간에 강풍 주의	
		일강수량이 80mm 이상인 날의 횟수(회)	10	토양 유실은 강우강도에 비례하여 증가함	
		홍수 (일강수량이 160mm 이상인 날의 횟수)	20	홍수주의보: 12시간 강우량이 80mm 이상 예상될 때, 홍수경보: 150mm 이상 예상될 때	
		적설량(㎝)	5	평균적설량은 사육시설 유지와 연관됨	
		폭설, 적설량20㎝이상인 날의 횟수	15	24시간 신적설이 20㎝ 이상 예상될 때 폭설 경보	
	민감도 (39)	재배시설 면적	30	시설재배지 면적이 많으면, 강풍 및 폭설 영향 받을 확률이 높음	
		사육시설 면적(㎡)	50	사육시설 면적이 많으면, 강풍 및 폭설에 영향을 받을 확률이 높음	
		재배/사육시설 면적(ha)	50	재배/사육시설 많으면 취약	
		재배시설 강도(태풍, 호우, 대설 등에 의한 하우스피해면적(ha)/시설작물재배면적(ha))(-)	-10	과거 기상재해에 의한 피해가 상대적으로 많은 지역은 현재 시설 강도가 취약할 수 있음	
		축사·잠사 시설 강도[태풍, 호우, 대설 등에 의한 축사잠사피해동수/사육시설면적(ha)](-)	-10	과거 기상재해에 의한 피해가 상대적으로 많은 지역은 현재 시설 강도가 취약할 수 있음	
		하우스 피해면적(ha)(-)	-5	실제적인 취약성 대변해 줌	
		축사잠사 피해동수(개소)(-)	-5	실제적인 취약성 대변해 줌	
	적응능력 (30)	재정자립도(%)	25	적응 능력 제고에 대한 투자잠재력	
		GRDP	10	적응 능력 투자 잠재력	
		GRDP 중 농림어업비율(%)	15	농업의 적응 능력 잠재력	
		정보수집능력 (PC농업활용농가수/총농가수)	15	PC활용은 기상정보 등에 대한 정보수집 능력을 높여줌	
		지원 행정인력	15	정비사업관련 행정인력이 많으면, 정책수립이 용이함	
		시설관리 가능 인력 [(15세이상 80세미만 농업 인구수)/농경지면적]	20	농업인수가 많으면 시설관리 및 대처가 용이함	

<표 5-3-27> 계속

세부 항목	대용 변수 (가중치)	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
V-③ 벼 생산성의 취약성	기후 노출 (45)	4-10월 고온한계온도(30℃ 이상인 날의 횟수)	10	발아 45℃, 출아, 입모, 활착 35℃, 잎의 신장 45℃, 분얼 33℃, 화분화 38℃, 개화 35℃, 등숙기 30℃	국립 식량 과학원 (2009), Nakamura and Saka (1978), 국립 식량 과학원 홈페이지
		4-6월 저온한계온도(13℃ 이하인 날의 횟수)	10	발아기 10℃, 출아기 및 묘대기 12~13℃, 활착기 13℃	
		7-9월 저온한계온도(17℃ 이하인 날의 횟수)	15	분얼기 15℃, 유수형성기 17℃, 감수분열기 17℃, 출수개화기 17℃	
		9-10월 저온한계온도(14℃ 이하인 날의 횟수)	10	등숙기 14℃	
		강풍(최대풍속이 14m/s인 날의 횟수)	10	육상에서 풍속 14m/s이상 또는 순간풍속 20m/s 이상때 강풍 주의보	
		9~11월 강수량(mm)	10		
		일강수량이 80mm 이상인 날의 횟수(회)	10	토양 유실은 강우강도에 비례하여 증가함	
		홍수(일강수량이 160mm이상 날의 횟수)	15	홍수주의보: 12시간 강우량 80mm 이상, 홍수경보: 150mm 이상	
		일사량(W/㎡)	10	벼 생육 전반에 영향 줌	
		일사량[-Ln(일사량합), 일조 120W /m2이상 시간]	-25	일조시간 부족은 벼 생육 전반에 나쁜 영향	
		일사량이 120W/㎡ 이상인 시간(hr)	10	벼의 일생 중 일사량은 광합성과 직결되는 수량에 영향	
		4~10월 일사량이 120W/㎡ 이상 시간(hr)	15	특히 벼 결실기의 일조량은 수확량 직접적인 영향	
	민감도 (26)	도복 강도(태풍, 호우, 강풍 등의 피해 발생 면적/논면적)(-)	-20	과거 기상재해에 의한 피해 발생 횟수가 많은 지역은 상대적으로 취약할 수 있음	
		벼 재배면적(ha)	40	재배면적이 많으면 피해 큼	
		벼 재배 면적율(%)	40	벼 재배가 많으면 피해 큼	
		지역별 벼 생산량(M/T)	20	배면적이 많으면 피해 큼	
		지역별 벼 면적당(10a)생산량	20	배면적이 많으면 피해 큼	
	적응 능력 (29)	재정자립도(%)	15	적응능력제고에 대한 투자 잠재력	
		GRDP	5	적응 능력 투자 잠재력	
		GRDP중 농림어업비율(%)	5	농업의 적응 능력 잠재력	
		농경지 면적당 농기계 보유대수(대/ha)	5	농기계가 많으면 적응능력 크고 피해최소화 가능	
		정보수집능력 (PC농업활용 농가수/총농가수)	5	PC활용은 기상정보 등에 대한 정보수집 능력을 높여줌	
		농경지 면적당 농업인구수(명/ha)	5	농업인수가 많으면 피해 복구가 용이함	
		지원 행정인력	5	정비사업관련 행정인력이 많으면, 정책수립이 용이함	
		벼생산기술력(벼생산량/ha)	20	생산기술력이 높으면 재배관리 및 대처 능력이 높음	
		피해복구 가능인력	25	농업인수가 많으면 피해 복구 용이	
		도로면적비율(%)	5	잘 된 도로정비는 피해 복구 용이	
		트랙터+경운기 보유대수(대)	5	중장비 보유량이 많으면 관원 관리 및 대처가 용이함	

<표 5-3-27> 계속

세부 항목	대용변수 (가중치)	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
V-④ 과수 (배) 생산성의 취약성	기후노출 (43)	평균기온(4-8월)	15	4-8월 평균기온이 높으면 과육이 경도가 낮아짐	서형호 (2004), 국립원예특작과학원 (2010), 국가재난정보센터, 국가통계포털, 서형호와 박희승 (2003), 권은영 등 (2004)
		평균기온(8월)(-)	-10	8월 평균기온이 높으면 당함량이 높아짐	
		평균기온(10월)	10	10월 평균기온이 높으면 착색불량	
		일최고기온(4-8월)	10	4-8월 일최고기온의 평균값이 높으면 과형지수(L/D ratio)가 낮아짐	
		강풍(4-10월 시간 최대풍속 14m/s 이상 있는 날의 횟수)	25	강풍은 낙화 및 낙과에 영향을 미침	
		강우량(4-10월)	15	4-10월 강우량이 많으면 당도가 떨어짐	
		일사량(W/㎡)	10	생육 전반에 영향 줌	
		일사량이 120W/㎡ 이상인 시간(hr)	10	특히 배 일생의 일조량은 수확량 직접적인 영향	
		4~10월 일사량이 120W/㎡ 이상인 시간(hr)	15	특히 배 수확기의 일조량은 당도에 직접적인 영향 줌	
	민감도 (28)	낙과 가능성(태풍, 호우, 강풍 등의 피해 발생 면적/밭 면적)(-)	-20	과거 기상재해에 의한 피해 발생 횟수가 많은 지역은 상대적으로 취약할 수 있음	
		과수 재배면적(ha)	30	재배면적이 넓으면 영향을 받을 확률이 높음	
		배 재배면적(ha)	30	재배면적이 넓으면 영향을 받을 확률이 높음	
		지역별 과수(배)의 생산량(M/T)	30	생산량이 많으면 피해 큼	
		지역별 과수(배)의 10a 당 수량(kg)	30	생산기술력이 높으면 재배관리 및 대처 능력이 높음	
	적응능력 (29)	재정자립도(%)	15	적응 능력 제고에 대한 투자 잠재력	
		GRDP	15	적응 능력 투자 잠재력	
		GRDP 중 농림어업 비율(%)	20	농업의 적응 능력 잠재력	
		지원 행정인력	10	정비사업관련 행정인력이 많으면, 정책수립이 용이함	
		과원관리 가능 인력 (과수주 종사자수/과수 재배 면적)	20	농업인수가 많으면 방풍망, 낙과방지, 병해충 방지를 할 수 있는 관리 및 대처 능력이 높음	
		배 생산기술력[10a당 배 생산량(kg/10a)]	20	생산기술력이 높으면 재배관리 및 대처 능력이 높음	

<표 5-3-27> 계속

세부 항목	대용변수 (가중치)	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
V-⑤ 채소 (배추) 생산성의 취약성	기후노출 (43)	평균기온(4-8월)	10	4-8월 평균기온이 높으면 과육이 경도가 낮아짐(쓰가루)	서형호 (2004), 국립원예특작과학원 (2010), 국가재난정보센터, 국가통계포털, 서형호와 박희승 (2003), 권은영 등 (2004)
		4~6월 일평균기온이 13℃ 이하인 날의 횟수(회)	15	봄철 이상저온은 배추와 봄무 등에 추대현상 초래	
		일최저 기온(℃)	10	이상저온은 배추와 봄무 등에 추대현상 초래	
		일최저기온이 영하인 날의 횟수(회)	10	봄철 이상저온은 배추와 봄무 등의 수량과 품질에 손상	
		4~6월 일최저기온이 13℃ 이하인 날의 횟수(회)	15	봄철 이상저온은 배추와 봄무 등 수량과 품질에 영향	
		강수량(mm/day)	5	일생동안 많은 강수량은 채소값 폭등 초래	
		강우량(4-10월)	10	4-10월 강우량이 많으면 당도가 떨어짐	
		9~11월 강수량(mm)	10	우기동안 많은 강수량은 채소의 수량 및 품질저하 원인	
		일강수량이 80mm 이상인 날의 횟수(회)	15	토양 유실은 강우강도에 비례하여 증가함	
	민감도 (28)	노지밭면적(ha)	15	면적이 크면 피해가 큼	
		시설작물 재배면적	15	시설재배지 면적이 많으면, 강풍 및 폭설에 영향을 받을 확률이 높음	
		시설작물 재배면적당 하우스피해면적(-)	-5	과거 기상재해에 의한 피해가 상대적으로 많은 지역은 현재 시설 강도가 취약할 수 있음	
		10m 이하 저지대 면적(㎢)	10	저지대 침수피해 면적	
		10m 이하 저지대 가구(세대)	10	저지대 침수피해 농가	
		배추의 재배면적	25	재배면적이 넓으면 영향을 받을 확률이 높음	
		지역별 채소(배추)의 생산량	20	생산량이 크면 피해 큼	
		지역별 채소(배추)의 10당 수량	10	생산기술력이 높으면 재배관리 및 대처 능력이 높음	
	적응능력 (29)	재정자립도(%)	25	적응 능력 제고에 대한 투자 잠재력	
		GRDP	15	적응 능력 투자 잠재력	
		GRDP 중 농림어업 비율(%)	20	농업의 적응 능력 잠재력	
		지원 행정인력	20	정비사업관련 행정인력이 많으면, 정책수립이 용이함	
		배추 생산기술력[10a당 배추 생산량(kg/10a)]	20	생산기술력이 높으면 재배관리 및 대처 능력이 높음	

<표 5-3-27> 계속

세부 항목	대용변수 (가중치)	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
V-⑥ 가축 생산성의 취약성	기후노출 (34)	상한임계온도(일최고기온 27℃ 이상인 날의 횟수)	30	한육우 30℃, 젖소 27℃, 돼지 27℃, 닭 30℃	기상청, 국립축산과학원 (2010), 류일선 (2010), 국가통계포털, 환경부 국립환경과학원 (2004), 양돈타임스 (2011)
		강풍(일최대풍속이 14m/s 이상인 날의 횟수)	15	폭설 및 강풍은 사육시설에 직접적인 영향을 미침	
		강수량(mm/day)	10	빈번한 강수는 가축사육에 영향	
		강수일수(10mm)(회)	10	빈번한 강수는 사육시설에 직접적인 영향을 미침	
		폭설 (적설량 20cm 이상인 날의 횟수)	15	폭설 및 강풍은 사육시설에 직접적인 영향을 미침	
		온습도지수(온습도지수 72 이상인 날의 횟수)	20	임계수치: 젖소 72-79, 비육우 72-75, 돼지 72-74, 닭 70-78 THI=1.8*온도(℃)+32-0.55(1-상대습도/100)*(1.8*온도-2)	
	민감도 (29)	축사 시설 강도(태풍, 호우, 대설 등의 발생 개소)(-)	-20	과거 기상재해에 의한 피해 발생이 많은 지역은 상대적으로 취약할 수 있음	
		사육 시설면적(㎡)	40	시설면적이 크면 피해 큼	
		한우 사육농가수	20	사육수가 많으면 피해 큼	
		돼지 사육농가수	10	사육수가 많으면 피해 큼	
		닭 사육농가수	10	사육수가 많으면 피해 큼	
		한우 사육두수	20	사육두수가 많으면 영향을 받을 확률이 높음	
		돼지 사육두수	10	사육두수가 많으면 영향을 받을 확률이 높음	
		닭 사육두수	10	사육두수가 많으면 영향을 받을 확률이 높음	
	적응능력 (37)	재정자립도(%)	20	적응 능력 제고에 대한 투자 잠재력	
		GRDP	5	적응 능력 투자 잠재력	
		GRDP 중 농림어업 비율(%)	10	농업의 적응 능력 잠재력	
		지원 행정인력	10	정비사업관련 행정인력이 많으면, 정책수립이 용이함	
		가축관리 가능 인력(축산주 종사자수/축사 면적)	25	가축관리 가능 인력이 많으면 적응능력이 높음	
		축산폐수처리능력 (축산폐수처리시설 설치 농가수/설치대상농가수)	15	축산폐수처리능력이 높으면 청결성 및 사육환경이 좋음	
		정보수집능력 (PC농업활용농가/축산농가수)	15	PC활용은 기상정보 등에 대한 정보수집 능력을 높여줌	

○ 벼 생산성의 취약성 평가는 기후노출 변수로서 4~10월 고온 및 저온 한계온도, 강수량과 일사량가 주로 이용됨. 특히, 민감도에서 도복강도는 부정적인 음수로 사용됨.

○ 가축 생산성의 취약성 평가는 기후노출 변수로서 상한임계온도, 강풍, 강수량 및 폭설량가 주로 이용됨. 특히, 민감도에서 축사시설 강도가 부정적인 영향의 음수로 사용됨.

○ 농경지 토양침식의 취약성 평가는 기후노출 변수로서 주로 강수량(강우일수 포함)이 주로 이용됨. 특히, 민감도에서 경사도, 논, 밭, 과수 및 채소면적이 주변수로 사용됨.

○ 배 생산성에서는 기온과 강수량이 변수로 이용됨. 특히, 민감도는 낙과 가능성이 선정됨.

다) 기후변화 영향 및 취약성 평가 방법

■ 자료수집 및 시공간적 범위

○ 자료출처 : 국립환경과학원(2009) 및 CCGIS v3.1

○ 시간적 범위 : 현재시점 2000년대 (1996년 ~ 2005년), 미래시점 2020년, 2050년, 2100년

○ 공간적 범위 : 전남 22개 시군

■ 자료수집 및 시공간적 범위

○ 대용변수 즉, 기후노출, 민감도 및 적응능력을 평가식에 도입하고 연산하기 위해 다양한 특성을 가진 대용변수들의 실제값들을 표준화하는 과정이 필요함

○ 대용변수들을 0 ~ 1의 범위를 갖는 값으로 표준화 함

○ 표준화 식 =(대상 대용변수의 값 - 대상 대용변수 값 중 최소값)/(대상 대용변수의 최대값 - 대상 대용변수 값 중 최대값)

■ 취약성 지수 산출방법

○ 대용변수로 선정된 기후노출, 민감도 및 적응능력은 다음과 같은 식을 통해 취약성 지수가 산출됨

취약성 지수 = (αx 기후노출지수) + (βx 민감도 지수) − (γx 적응능력)
(α, β, γ는 가중치를 의미함)

○ 기후노출과 민감도 지수의 합으로 구성된 기후변화의 영향에서 적응능력 지수를 감하는 형태를 취약성 지수라 함

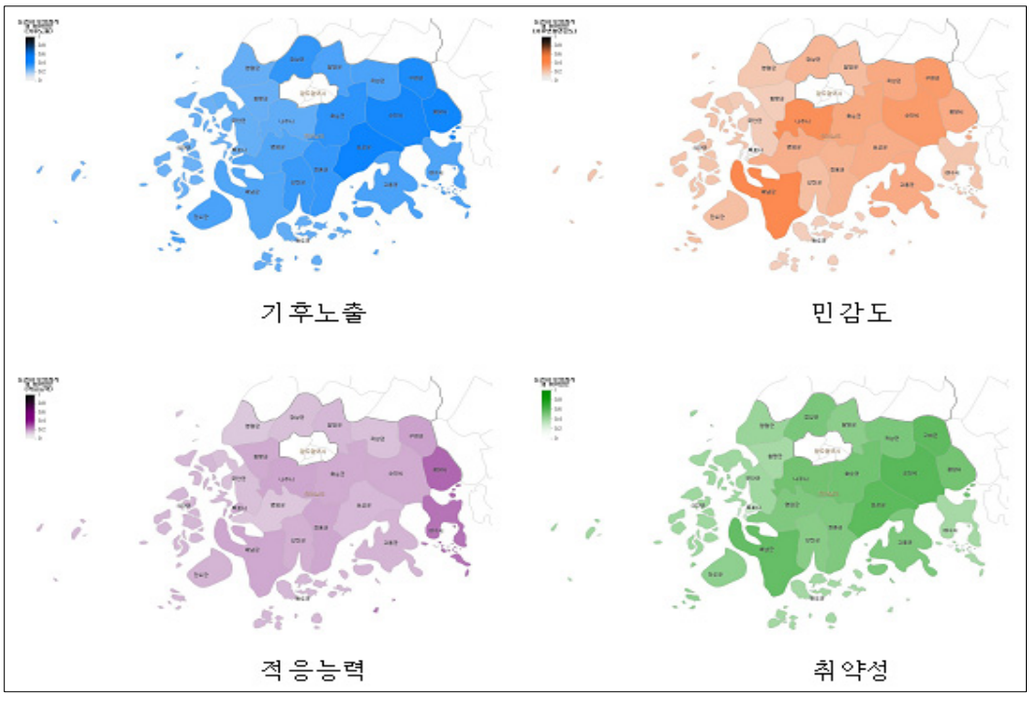
○ 델파이 조사를 통해 기후노출, 민감도 및 적응능력의 카테고리 내의 세부 대용변수에 대한 가중치를 도출하며, 도출된 가중치를 적용함으로써 취약성 지수를 산출함

○ 델파이 조사: 농업 분야 각 부문별 전문가팀을 구성하여 해당 부문 전문가에게 델파이 조사를 실시함

2) 취약성 평가

가) 농경지 토양침식

■ **현재 취약성**



<그림 5-3-42> 농경지 토양침식에 대한 기후노출 민감도, 적응능력 지수의 분포도

○ 농경지 토양침식에 대한 항목별 지수는

- 기후노출에서 보성, 광양, 순천이 높았고, 신안, 목포, 함평이 낮게 나타남.
- 민감도에서 해남, 나주, 구례가 높았고, 목포, 완도, 함평이 낮게 나타남.
- 적응능력에서 광양, 여수, 구례가 높았고, 영광, 영암, 무안이 낮게 나타남.
- 농경지 토양침식의 취약성은 순천, 보성, 구례가 높았고, 목포, 함평, 여수가 낮았음.

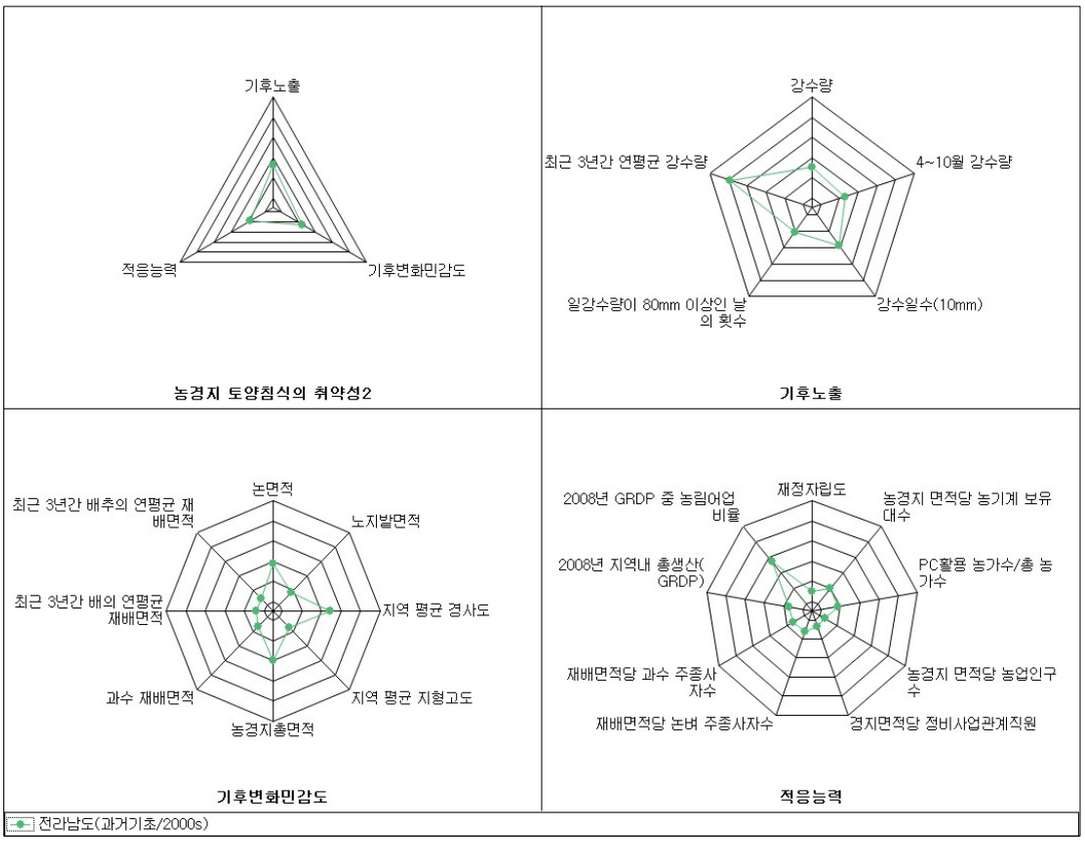
○ 농경지 토양침식의 취약성 기여도는 기후노출 변수가 가장 높았고, 다음이 기후변화민감도, 적응능력 변수 순이었음.

○ 기후노출 변수 중에서는 최근 3년간 연평균 강수량, 강수일수, 강수량, 4~10월 강수량, 일강수량이 80mm 이상인 날의 횟수 순으로 높게 나타났음.

○ 기후변화 민감도 변수에서는 지역 평균 경사도, 농경지총면적, 논면적, 노지밭면적, 지역 평균 지형고도, 과수 재배면적, 최근 3년간 배의 연평균 재배면적, 최근 3년간 배추의 연평균 재배면적 순으로 높게 나타났음.

○ 적응능력 변수에서는 2008년 GRDP 중 농림어업 비율, 농경지 면적당 농기계 보유대수,

PC활용 농가수/총 농가수, 2008년 지역내 총생산(GRDP), 재배면적당 과수 주종사자수, 재배면적당 논벼 주종사자수, 재정자립도, 경지면적당 정비사업관계직원, 농경지 면적당 농업인구수 순으로 높게 나타났음.

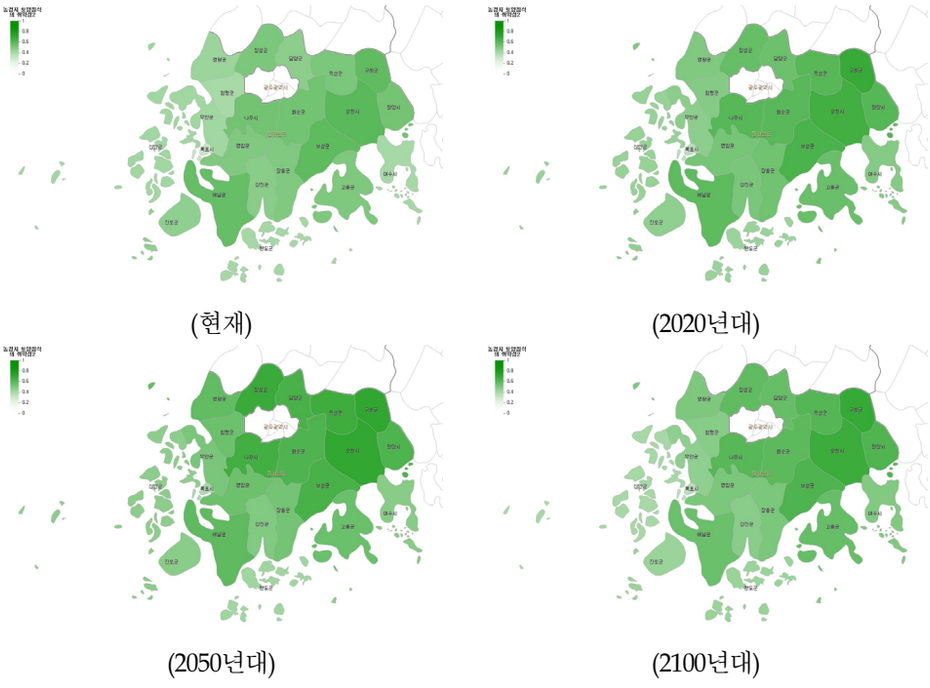


<그림 5-3-43> 농경지 토양침식의 취약성 기여도

■ 미래 예측 (A1B) 취약성 평가

○ 농경지 토양침식의 취약성은 현재 순천, 보성, 구례 지역이 상대적으로 가장 높고 목포, 함평, 여수 지역은 낮은 취약성을 보였음.

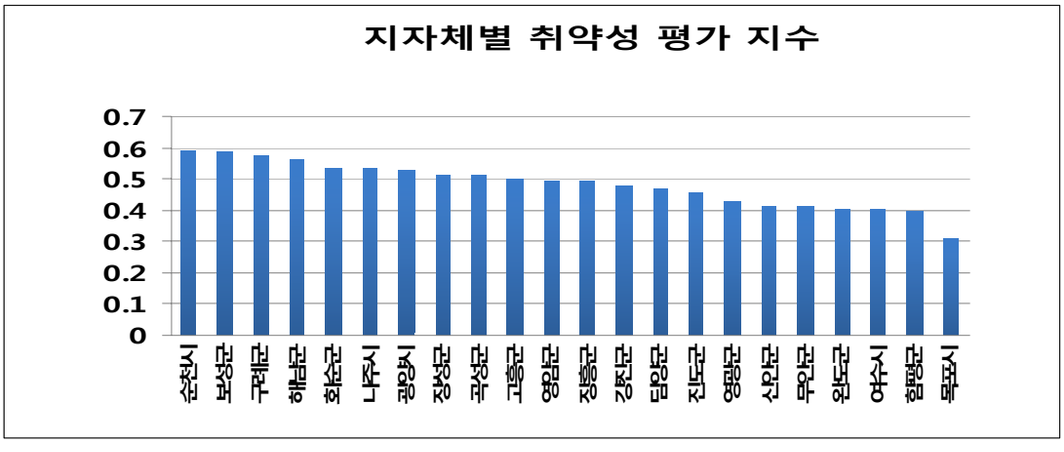
- 2020년대는 구례, 순천, 보성 지역이 상대적으로 가장 높고 목포, 완도, 신안 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.
- 2050년대는 구례, 순천, 장성 지역이 상대적으로 가장 높고 목포, 완도, 신안 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.
- 2100년대는 구례, 순천, 보성 지역이 상대적으로 가장 높고 목포, 신안, 진도 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.



<그림 5-3-44> 농경지 토양침식의 취약성 미래예측(A1B) 평가

■ 지자체별 취약성 평가 지수

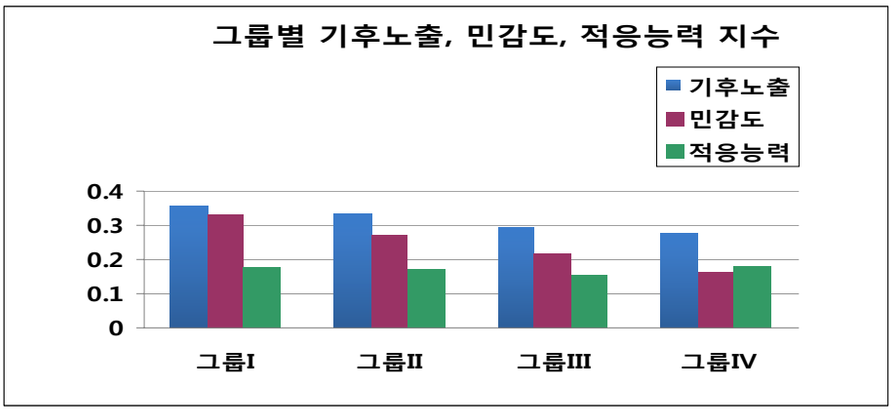
○ 취약성 평가 지수는 순천, 보성, 구례 순으로 높았고, 목포, 함평, 여수 순으로 낮았음.



<그림 5-3-45> 지자체별 농경지 토양침식의 취약성 평가 지수

■ 그룹별 기후노출, 민감도, 적응능력 지수

○ 그룹별 해당 시·군으로는 그룹 I은 순천, 보성, 구례, 해남, 화순, 나주였고, 그룹 II는 광양, 장성, 곡성, 고흥, 영암, 장흥, 그룹 III은 강진, 담양, 진도, 영광, 신안, 그룹 IV는 무안, 완도, 여수, 함평, 목포였음..



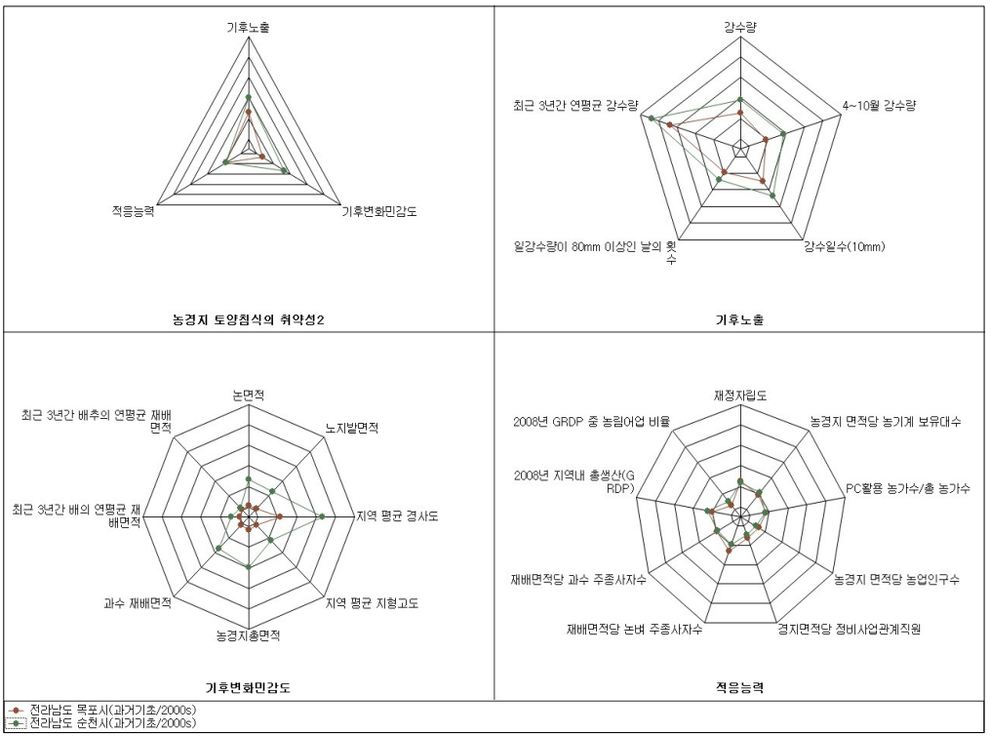
<그림 5-3-46> 그룹별 농경지 토양침식의 기후노출 민감도, 적응능력 지수

■ 지자체간 취약성 기여도 비교분석

○ 농경지 토양침식 취약성 평가결과를 기반으로 취약성이 가장 높게 나타난 순천시와 취약성이 가장 낮게 나타난 목포시의 취약성에 대한 세부적 내용을 비교분석하였음.

○ 취약성 지수를 구성하는 대용변수인 기후노출, 민감도, 적응능력이 미치는 영향을 분석하여, 두 지역의 대용변수들의 값에 어떤 차이가 있는지 파악하였음

○ 이어서, 기후노출, 민감도, 적응능력 각각을 구성하는 세부 대용변수의 값 또한 비교함으로써 각 세부 대용변수의 기여도를 파악하였음.



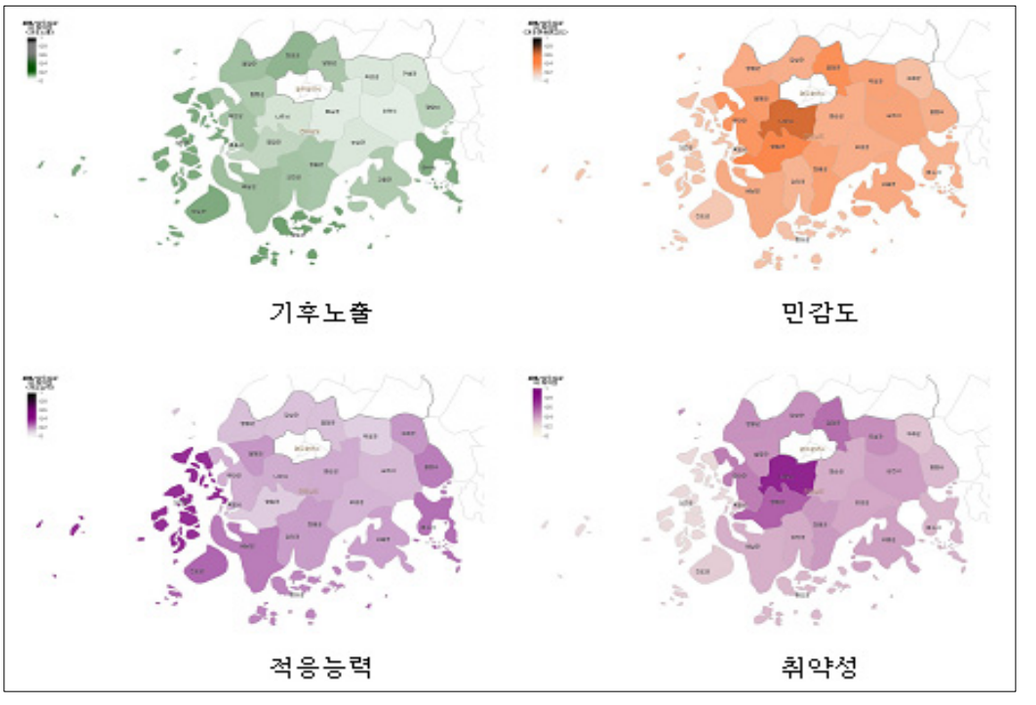
<그림 5-3-47> 지자체간 농경지 토양침식의 취약성 기여도

나) 재배/사육 시설

■ 현재의 취약성

○ 재배 사육시설 붕괴에 대한 항목별 지수는

- 기후노출에서 완도, 진도, 신안이 높았고, 순천, 화순, 구례가 낮게 나타났음. .
- 민감도에서 나주, 영암, 담양이 높았고, 목포, 진도, 신안이 낮게 나타났음.
- 적응능력에서 신안, 진도, 여수가 높았고, 곡성, 영암, 장성이 낮게 나타났음.
- 재배 사육시설 붕괴의 취약성은 나주, 영암, 담양이 높았고, 신안, 진도, 구례가 낮았음.



<그림 5-3-48> 재배 사육시설 붕괴에 대한 기후노출 민감도, 적응능력 지수의 분포도

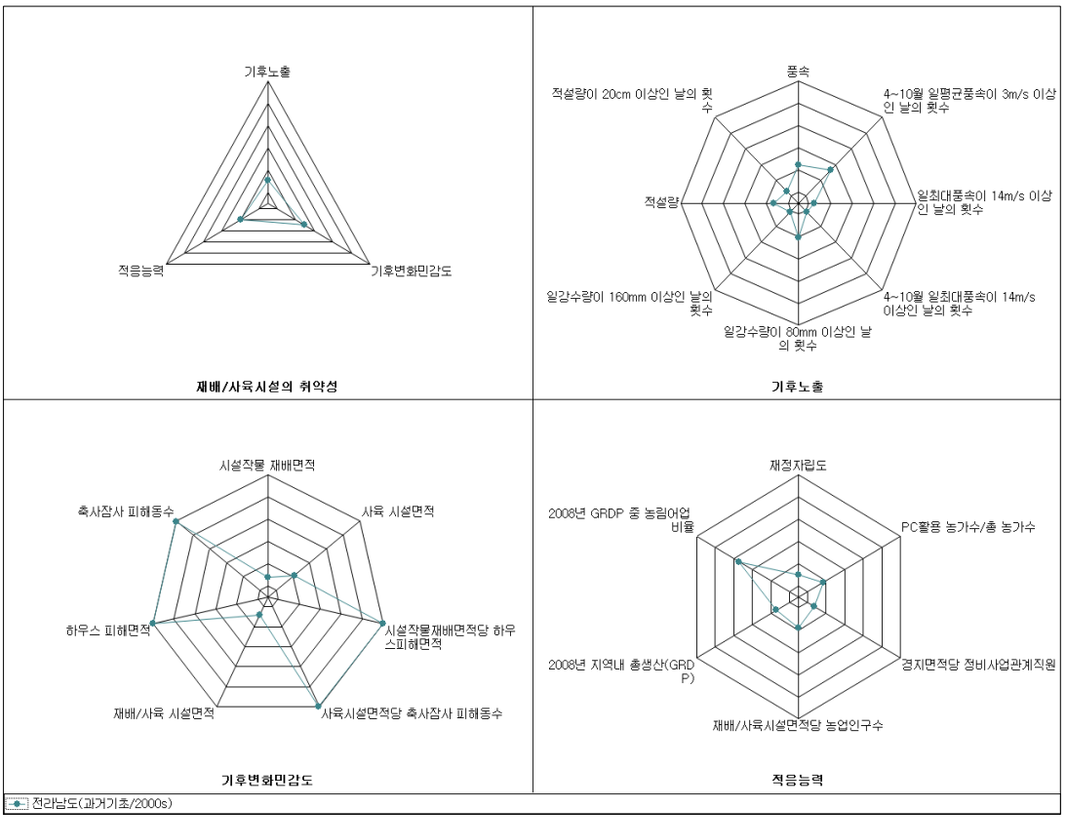
○ 재배 사육시설 붕괴의 취약성 기여도는 기후변화민감도 변수가 가장 높았고, 다음이 적응능력, 기후노출 변수 순이었음.

○ 기후노출 변수 중에서는 4~10월 일평균풍속이 3m/s 이상인 날의 횟수, 풍속, 일강수량이 80mm 이상인 날의 횟수, 적설량, 적설량이 20㎝ 이상인 날의 횟수, 일최대풍속이 14m/s 이상인 날의 횟수, 일강수량이 160mm 이상인 날의 횟수, 4~10월 일최대풍속이 14m/s 이상인 날의 횟수 순으로 높게 나타났음.

○ 기후변화민감도 변수에서는 하우스 피해면적, 시설작물재배면적당 하우스피해면적, 사육시설면적당 축사잠사 피해동수, 축사잠사 피해동수, 사육 시설면적, 재배/사육 시설면적,

시설작물 재배면적 순으로 높게 나타났음.

○ 적응능력 변수에서는 2008년 GRDP 중 농림어업 비율, 재배/사육시설면적당 농업인구수, PC활용 농가수/총 농가수, 2008년 지역내 총생산(GRDP), 재정자립도, 경지면적당 정비사업관계직원 순으로 높게 나타났음.

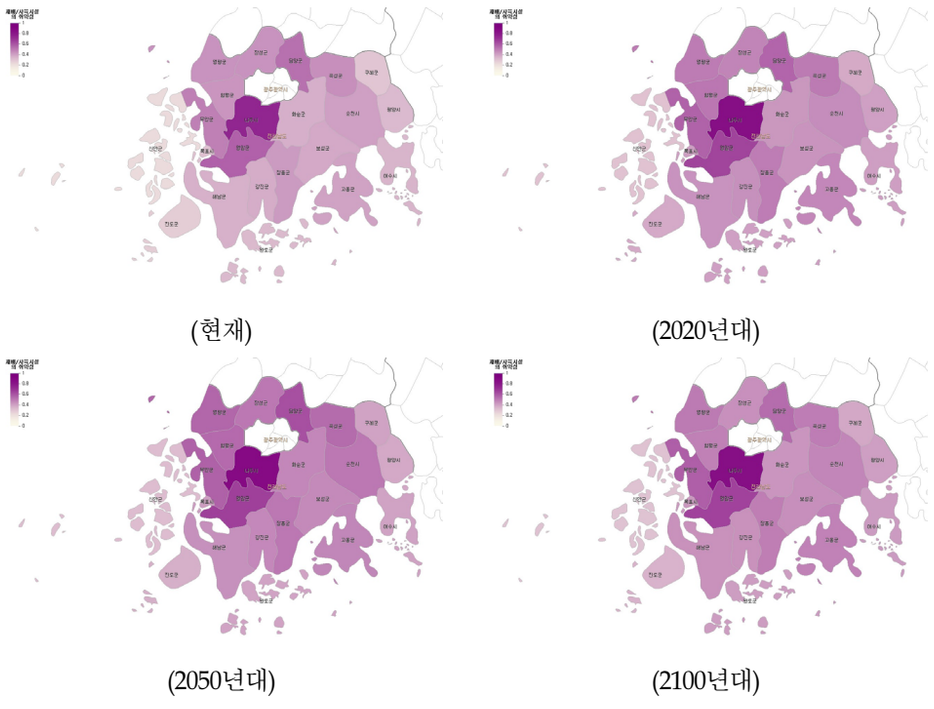


<그림 5-3-49> 재배 사육시설 붕괴의 취약성 기여도

■ 미래 예측 (A1B) 취약성 평가

○ 재배/사육시설 붕괴의 취약성에 관한 A1B 시나리오에 의하면

- 현재는 나주, 영암, 담양 지역은 상대적으로 가장 높고 신안, 진도, 구례 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.
- 2020년대는 나주, 영암, 무안 지역이 상대적으로 가장 높고 신안, 진도, 구례 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.
- 2050년대는 나주, 영암, 담양 지역이 상대적으로 가장 높고 신안, 진도, 광양 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.
- 2100년대는 나주, 영암, 무안 지역이 상대적으로 가장 높고 신안, 진도, 구례 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.



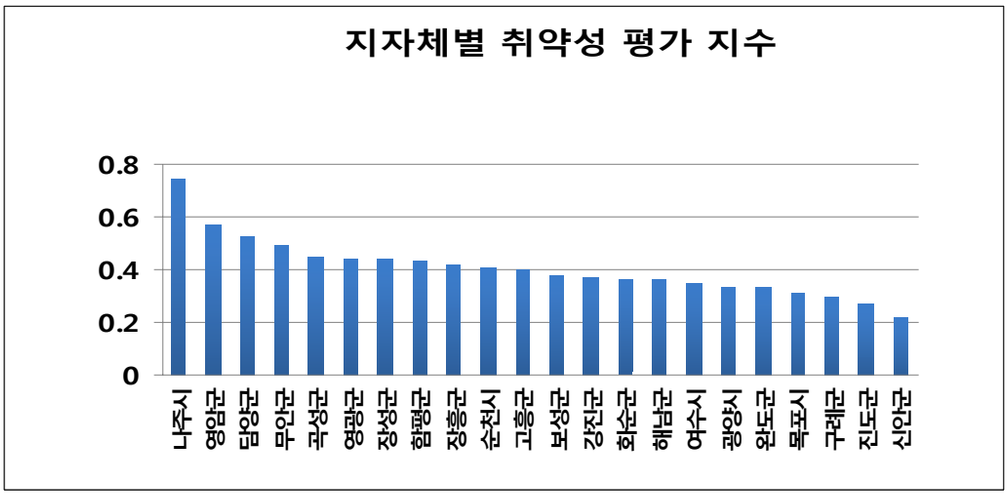
(현재) (2020년대)

(2050년대) (2100년대)

<그림 5-3-50> 재배 사육시설 붕괴의 취약성 미래예측(A1B) 평가

■ 지자체별 취약성 평가 지수

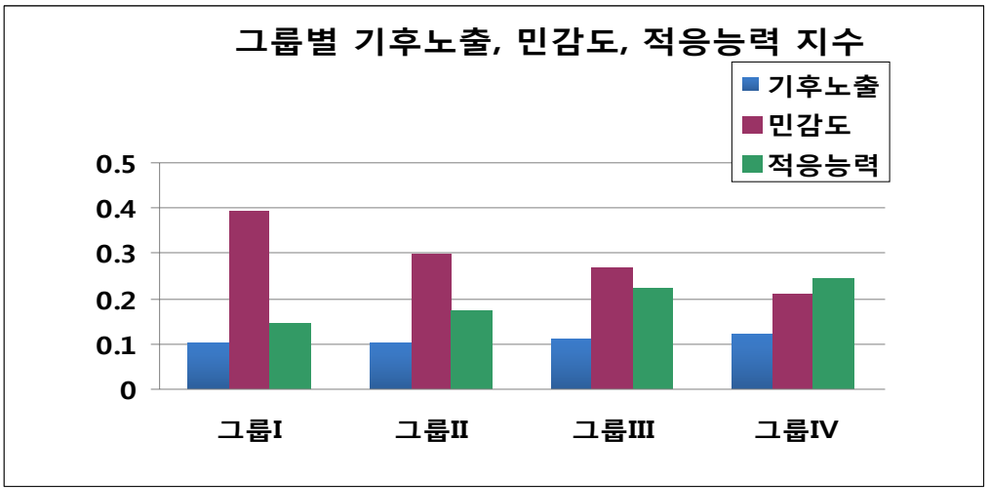
○ 취약성 평가 지수는 나주, 영암, 담양 순으로 높았고, 신안, 진도, 구례 순으로 낮았음.



<그림 5-3-51> 지자체별 재배 사육시설 붕괴의 취약성 평가 지수

■ 그룹별 기후노출, 민감도, 적응능력 지수

○ 그룹별 해당 시·군으로는 그룹 I은 나주, 영암, 담양, 무안, 곡성, 영광이었고, 그룹 II는 장성, 함평, 장흥, 순천, 고흥, 보성, 그룹 III은 강진, 화순, 해남, 여수, 광양, 그룹 IV는 완도, 목포, 구례, 진도, 신안이었음.



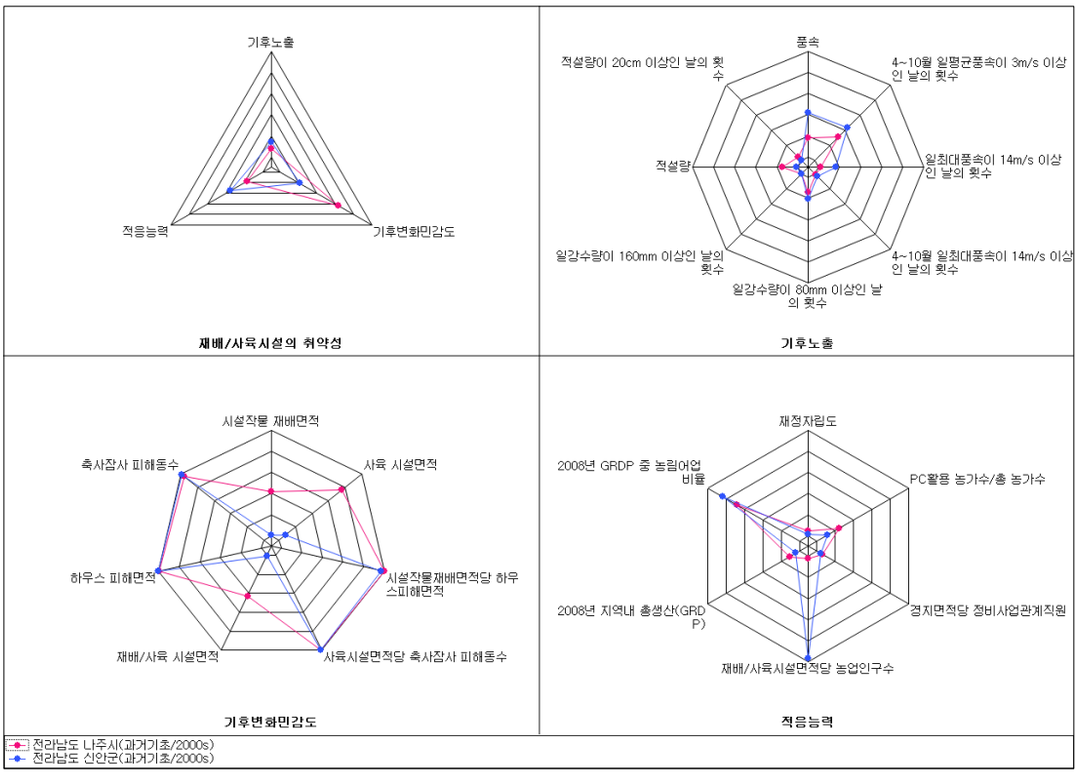
<그림 5-3-52> 그룹별 재배 사육시설 붕괴의 기후노출 민감도, 적응능력 지수

■ 지자체간 취약성 기여도 비교분석

○ 재배·사육시설 붕괴의 취약성 평가결과를 기반으로 취약성이 가장 높게 나타난 나주시와 취약성이 상대적으로 가장 낮게 나타난 신안군의 취약성에 대한 세부적인 내용을 비교분석하였음.

○ 취약성 지수를 구성하는 대용변수인 기후노출, 민감도, 적응능력이 미치는 영향을 분석하여, 두 지역의 대용변수들의 값에 어떤 차이가 있는지 파악하였음

○ 이어서, 기후노출, 민감도, 적응능력 각각을 구성하는 세부 대용변수의 값 또한 비교함으로써 각 세부 대용변수의 기여도를 파악하였음.



<그림 5-3-53> 지자체간 재배 사육시설 붕괴의 취약성 기여도

다) 벼 생산성

■ 현재의 취약성

○ 벼 생산성에 대한 항목별 지수는 기후노출에서 구례, 화순, 보성이 상대적으로 높았고, 완도, 진도, 해남이 낮게 나타났음.

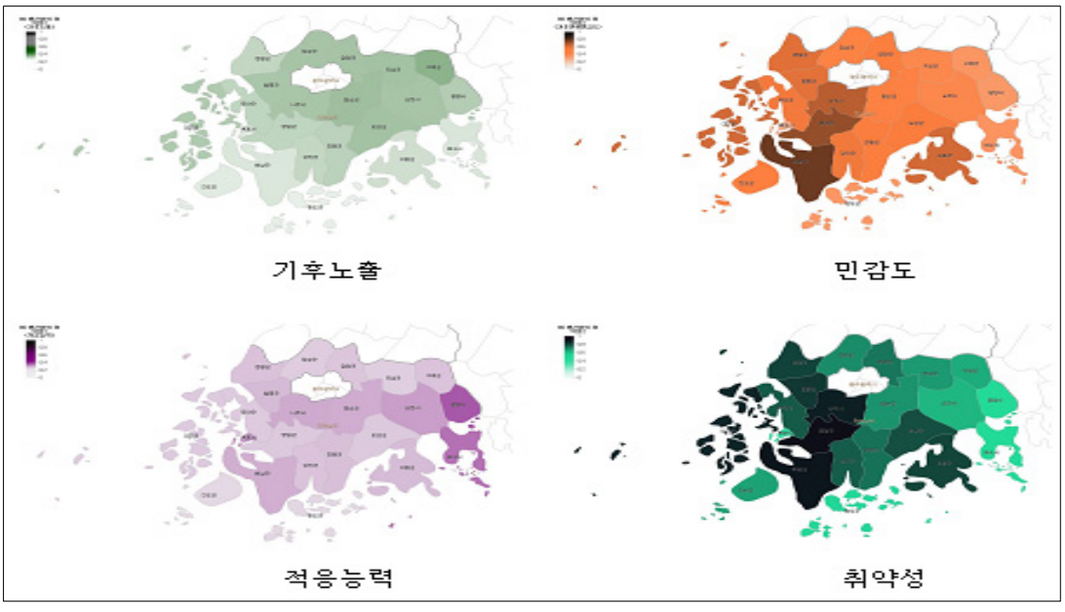
- 민감도에서 해남, 영암, 나주가 상대적으로 높았고, 목포, 광양, 완도가 낮게 나타났음.
- 적응능력에서 광양, 여수, 목포가 상대적으로 높았고, 진도, 완도, 곡성이 낮게 나타났음.
- 벼 생산성의 취약성은 영암, 해남, 나주가 상대적으로 높았고, 목포, 여수, 광양이 낮았음.

○ 벼 생산성의 취약성 기여도는 기후변화민감도 변수가 가장 높았고, 다음이 기후노출, 적응능력 변수 순이었음.

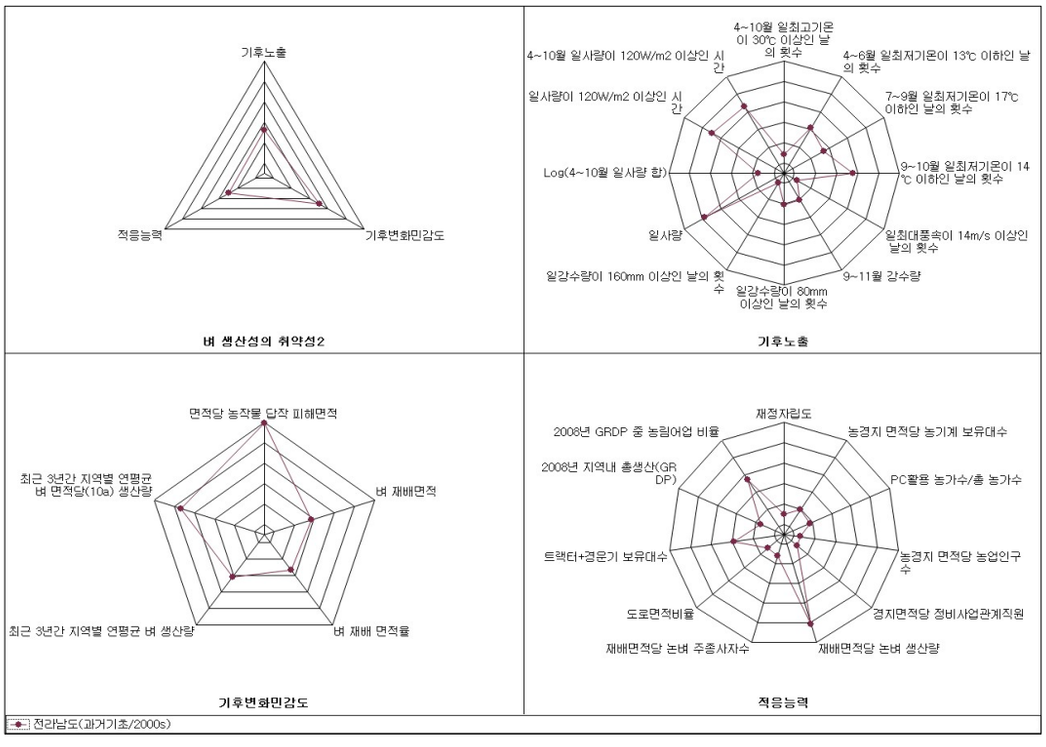
○ 기후노출 변수 중에서는 일사량, 일사량이 120W/㎡ 이상인 시간, 4~10월 일사량이 120W/㎡ 이상인 시간, 9~10월 일최저기온이 14℃ 이하인 날의 횟수에서 높게, 4~10월 일최고기온이 30℃ 이상인 날의 횟수, 일최대풍속이 14m/s 이상인 날의 횟수, 일강수량이 160mm 이상인 날의 횟수는 낮게 나타났음.

○ 기후변화민감도 변수에서는 면적당 농작물 답작 피해면적, 최근 3년간 지역별 연평균 벼 면적당(10a) 생산량, 최근 3년간 지역별 연평균 벼 생산량, 벼 재배면적, 벼 재배 면적율 순으로 높게 나타났음.

○ 적응능력 변수에서는 재배면적당 논벼 생산량, 2008년 GRDP 중 농림어업 비율, 트랙터+경운기 보유대수가 높게 나타났고, 경지면적당 정비사업관계직원, 농경지 면적당 농업인구수는 낮게 나타났음.



<그림 5-3-54> 벼 생산성에 대한 기후노출 민감도, 적응능력 지수의 분포도

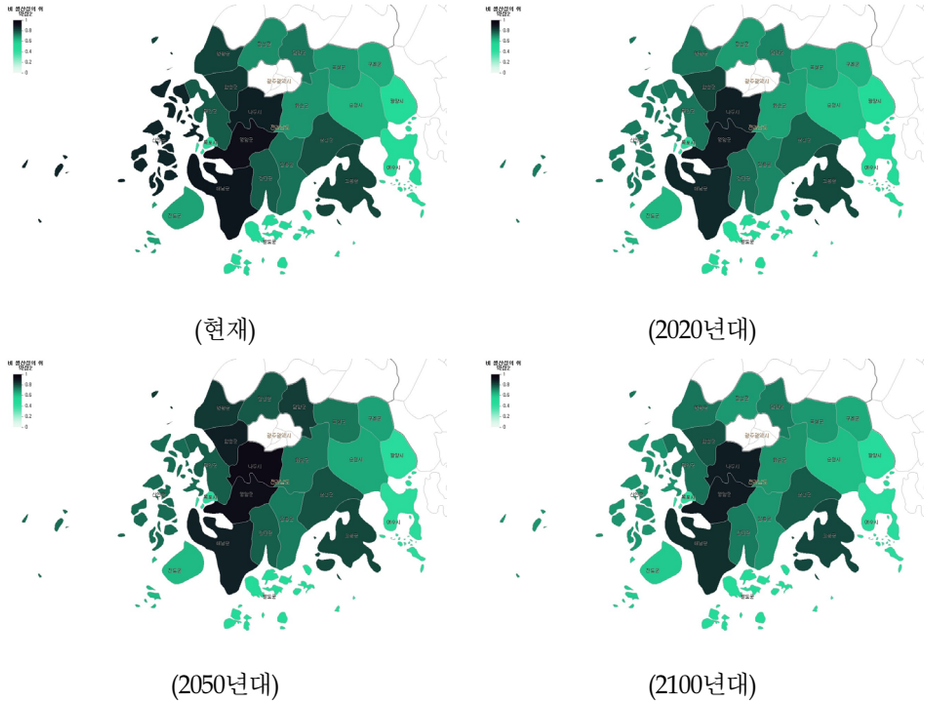


<그림 5-3-55> 벼 생산성의 취약성 기여도

■ 미래 예측 (A1B) 취약성 평가

○ 벼 생산성의 취약성은 현재 영암, 해남, 나주 지역이 상대적으로 가장 높고 목포, 여수, 광양 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.

- 2020년대는 영암, 나주, 해남 지역이 상대적으로 가장 높고 목포, 여수, 광양 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.
- 2050년대는 나주, 영암, 함평 지역이 상대적으로 가장 높고 여수, 광양, 목포 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.
- 2100년대는 영암, 나주, 해남 지역이 상대적으로 가장 높고 목포, 여수, 광양 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.



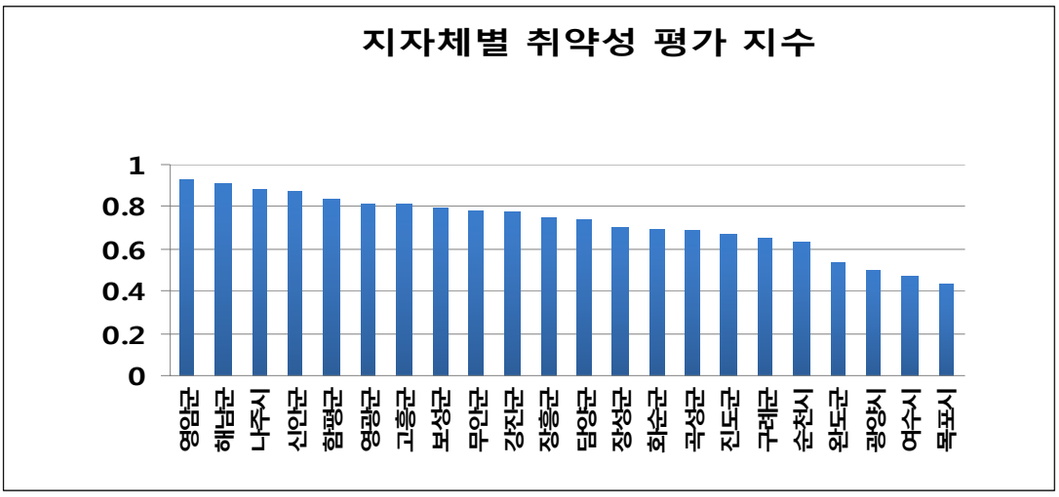
(현재) (2020년대)

(2050년대) (2100년대)

<그림 5-3-56> 벼 생산성의 취약성 미래예측 (A1B) 평가

■ 지자체별 취약성 평가 지수

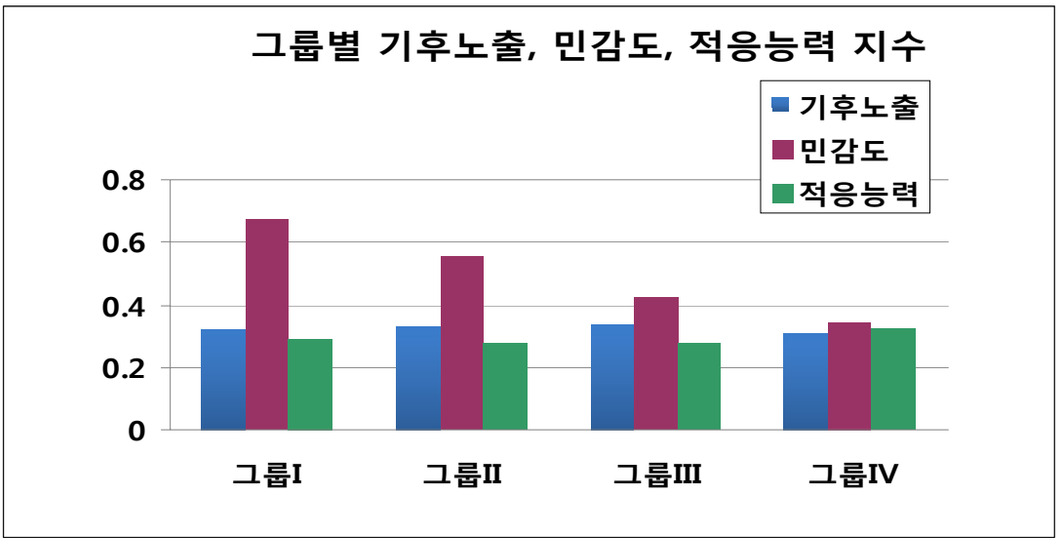
○ 취약성 평가지수는 영암, 해남, 나주 순으로 높았고, 목포, 여수, 광양 순으로 낮았음.



<그림 5-3-57> 지자체별 벼 생산성의 취약성 평가 지수

■ 그룹별 기후노출, 민감도, 적응능력 지수

○ 그룹별 해당 시·군으로는 그룹 I은 영암, 해남, 나주, 신안, 함평, 영광이었고, 그룹 II는 고흥, 보성, 무안, 강진, 장흥, 담양, 그룹 III은 장성, 화순, 곡성, 진도, 구례, 그룹 IV는 순천, 완도, 광양, 여수, 목포였음.



<그림 5-3-58> 그룹별 벼 생산성의 기후노출 민감도, 적응능력 지수

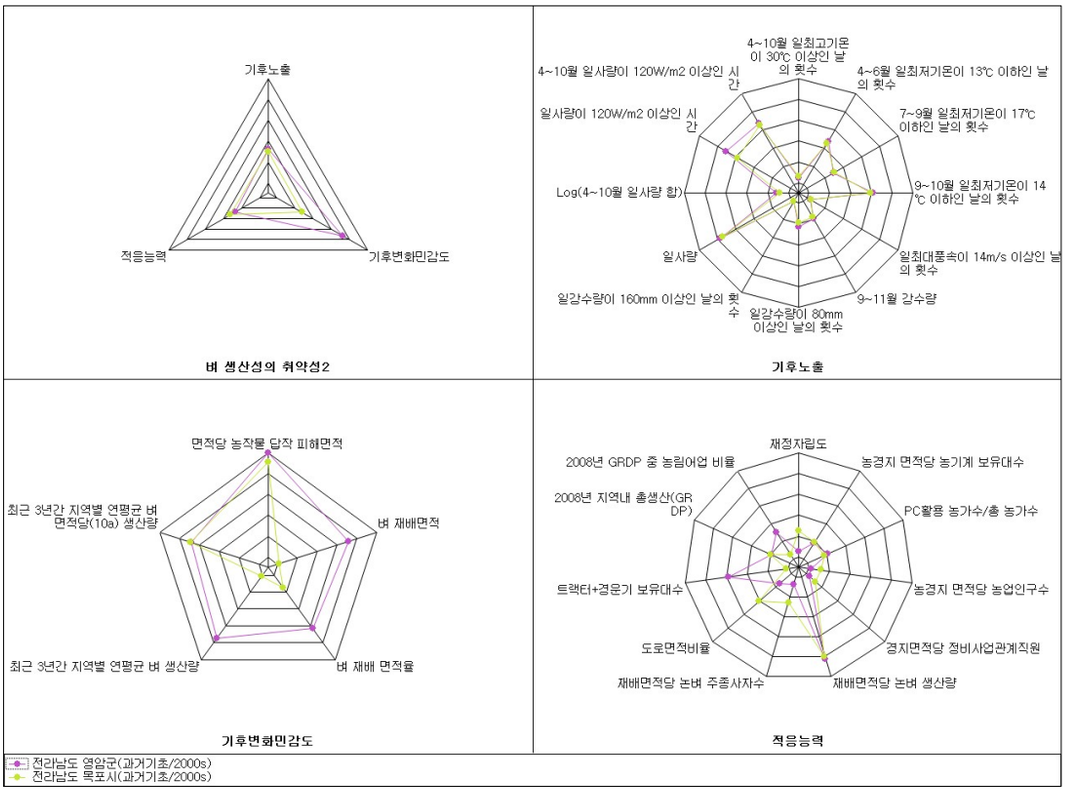
■ 지자체간 취약성 기여도 비교분석

○ 벼 생산성의 취약성 평가결과를 기반으로 취약성이 가장 높게 나타난 영암군와 취약성이 상대적으로 가장 낮게 나타난 목포시의 취약성에 대한 세부적인 내용을 비교분석하였음.

○ 취약성 지수를 구성하는 대용변수인 기후노출, 민감도, 적응능력이 미치는 영향을 분석하

여, 두 지역의 대용변수들의 값에 어떤 차이가 있는지 파악하였음

○ 이어서, 기후노출, 민감도, 적응능력 각각을 구성하는 세부 대용변수의 값 또한 비교함으로써 각 세부 대용변수의 기여도를 파악하였음.



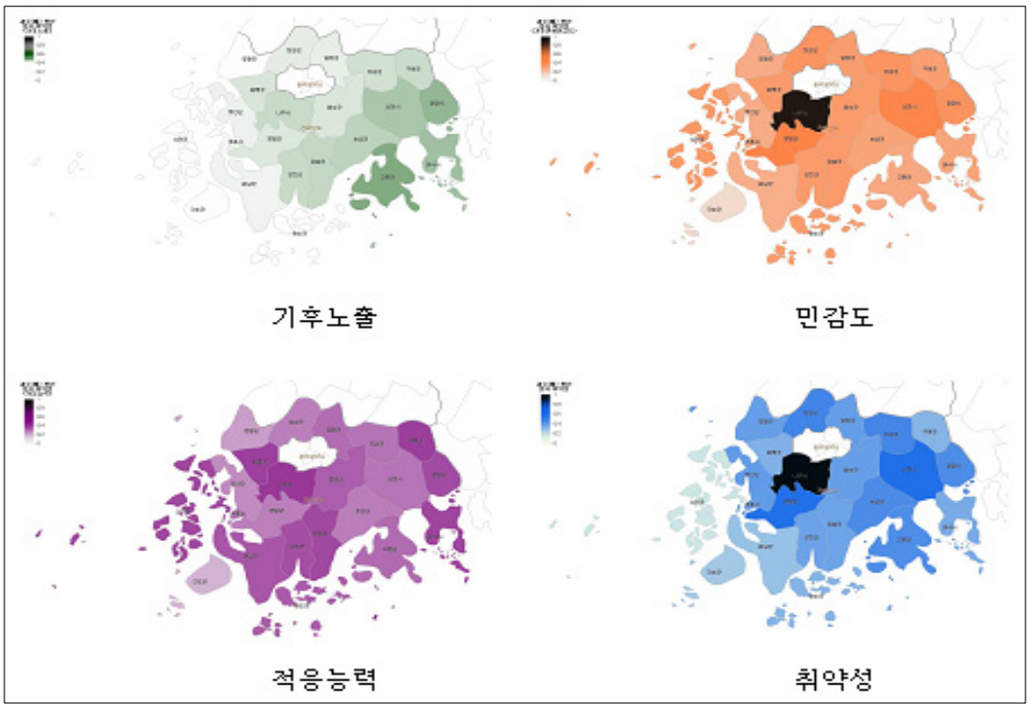
<그림 5-3-59> 지자체간 벼 생산성의 취약성 기여도

라) 과수(배) 생산성

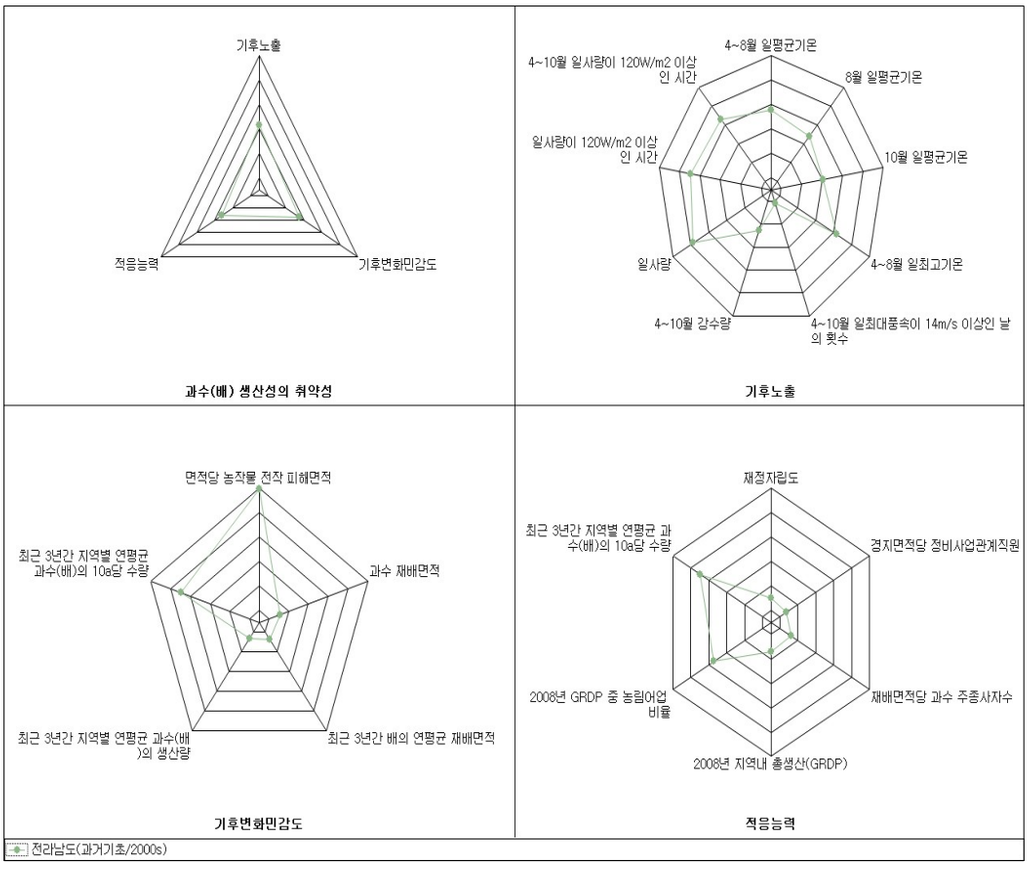
■ 현재의 취약성

○ 과수(배) 생산성에 대한 항목별 지수는 기후노출에서 고흥, 광양, 여수가 상대적으로 높았고, 신안, 진도, 완도가 낮게 나타남.

- 민감도에서 나주, 영암, 순천이 상대적으로 높았고, 진도, 해남, 영광이 낮게 나타남.
- 적응능력에서 나주, 구례, 함평이 상대적으로 높았고, 진도, 영광, 무안이 낮게 나타남.
- 과수(배) 생산성의 취약성은 상대적으로 나주, 순천, 영암이 높았고, 신안, 진도, 해남이 낮았음.



<그림 5-3-60> 과수(배) 생산성에 대한 기후노출 민감도, 적응능력 지수의 분포도



<그림 5-3-61> 과수(배) 생산성의 취약성 기여도

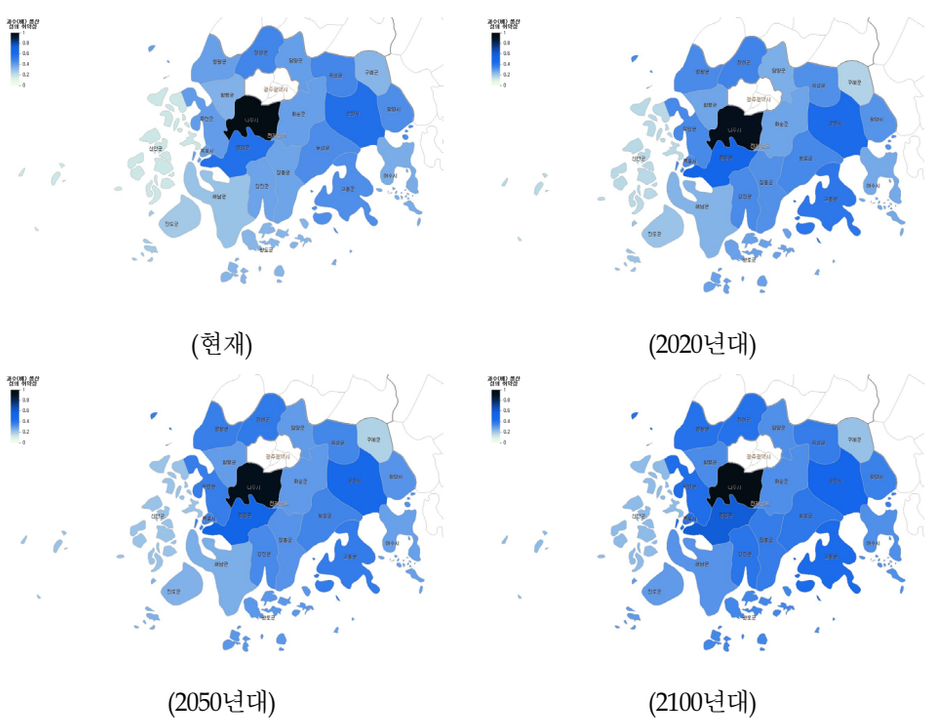
○ 과수(배) 생산성의 취약성 기여도는 기후노출 변수가 가장 높았고, 다음이 기후변화민감도, 적응능력 변수 순이었음.

○ 기후노출 변수 중에서는 일사량, 일사량이 120W/㎡ 이상인 시간, 4~10월 일사량이 120W/㎡ 이상인 시간, 4~8월 일최고기온, 4~8월 일평균기온, 8월 일평균기온, 10월 일평균기온, 4~10월 강수량, 4~10월 일최대풍속이 14m/s 이상인 날의 횟수 순으로 높게 나타났음.

○ 기후변화민감도 변수에서는 면적당 농작물 전작 피해면적, 최근 3년간 지역별 연평균 과수(배)의 면적당(10a) 생산량, 과수 재배면적, 최근 3년간 배의 연평균 재배면적, 최근 3년간 지역별 연평균 과수(배)의 생산량 순으로 높게 나타났음.

○ 적응능력 변수에서는 최근 3년간 지역별 연평균 과수(배)의 10a당 수량, 2008년 GRDP 중 농림어업 비율, 2008년 지역내 총생산(GRDP), 재배면적당 과수 주종사자수, 재정자립도, 경지면적당 정비사업관계직원 순으로 높게 나타났음.

■ 미래 예측 (A1B) 취약성 평가



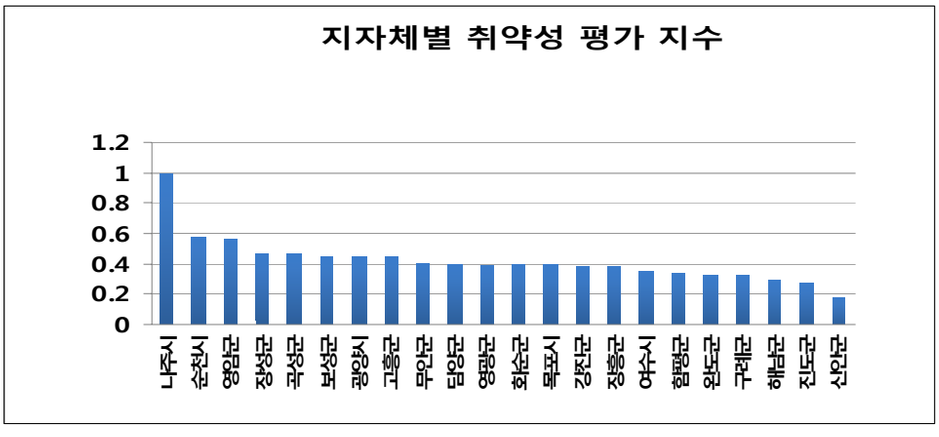
<그림 5-3-62> 과수(배) 생산성의 취약성 미래예측 (A1B) 평가

○ 과수(배) 생산성의 취약성은 현재 나주, 순천, 영암 지역이 상대적으로 가장 높고 신안, 진도, 해남 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.

- 2020년대는 나주, 영암, 순천 지역이 상대적으로 가장 높고 신안, 구례, 진도 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.
- 2050년대는 나주, 영암, 순천 지역이 상대적으로 가장 높고 구례, 신안, 진도 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.
- 2100년대는 나주, 영암, 순천 지역이 상대적으로 가장 높고 구례, 신안, 진도 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.

■ 지자체별 취약성 평가 지수

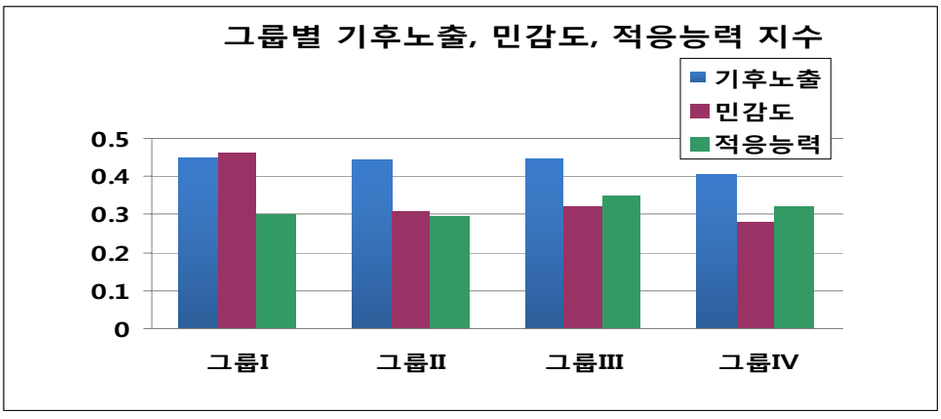
○ 취약성 평가지수는 나주, 순천, 영암 순으로 높았고, 신안, 진도, 해남 순으로 낮았음.



<그림 5-3-63> 지자체별 과수(배) 생산성의 취약성 평가 지수

■ 그룹별 기후노출, 민감도, 적응능력 지수

○ 그룹별 해당 시·군으로는 그룹 I은 나주, 순천, 영암, 장성, 곡성, 보성이었고, 그룹 II는 광양, 고흥, 무안, 담양, 영광, 화순, 그룹 III은 목포, 강진, 장흥, 여수, 함평, 그룹 IV는 완도, 구례, 해남, 진도, 신안이었음.



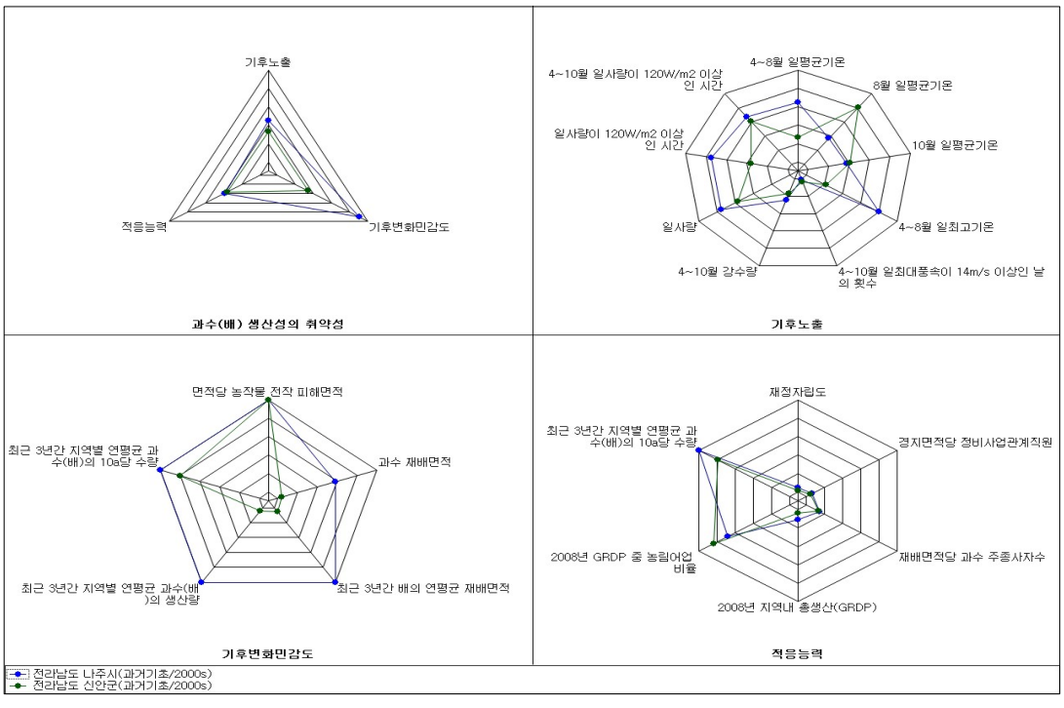
<그림 5-3-64> 그룹별 과수(배) 생산성의 기후노출 민감도, 적응능력 지수

■ 지자체간 취약성 기여도 비교분석

○ 과수(배) 생산성의 취약성 평가결과를 기반으로 취약성이 가장 높게 나타난 나주시와 취약성이 상대적으로 가장 낮게 나타난 신안군의 취약성에 대한 세부적인 내용을 비교분석하였음.

○ 취약성 지수를 구성하는 대용변수인 기후노출, 민감도, 적응능력이 미치는 영향을 분석하여, 두 지역의 대용변수들의 값에 어떤 차이가 있는지 파악하였음

○ 이어서, 기후노출, 민감도, 적응능력 각각을 구성하는 세부 대용변수의 값 또한 비교함으로써 각 세부 대용변수의 기여도를 파악하였음.



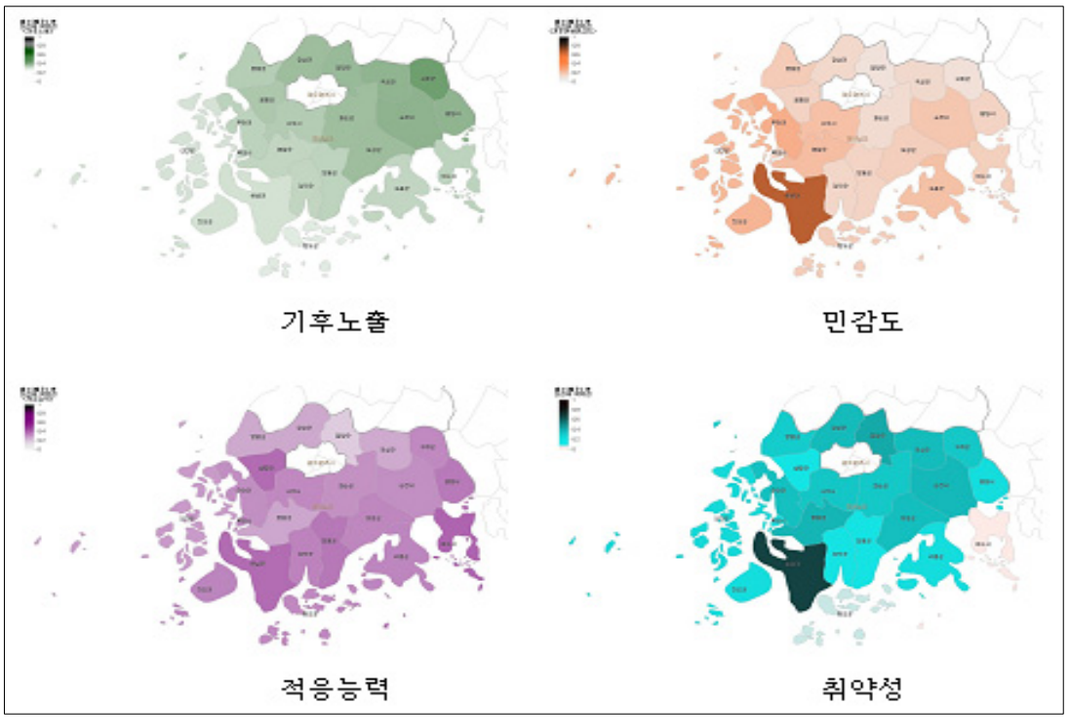
<그림 5-3-65> 지자체간 과수(배) 생산성의 취약성 기여도

마) 채소(배추) 생산성

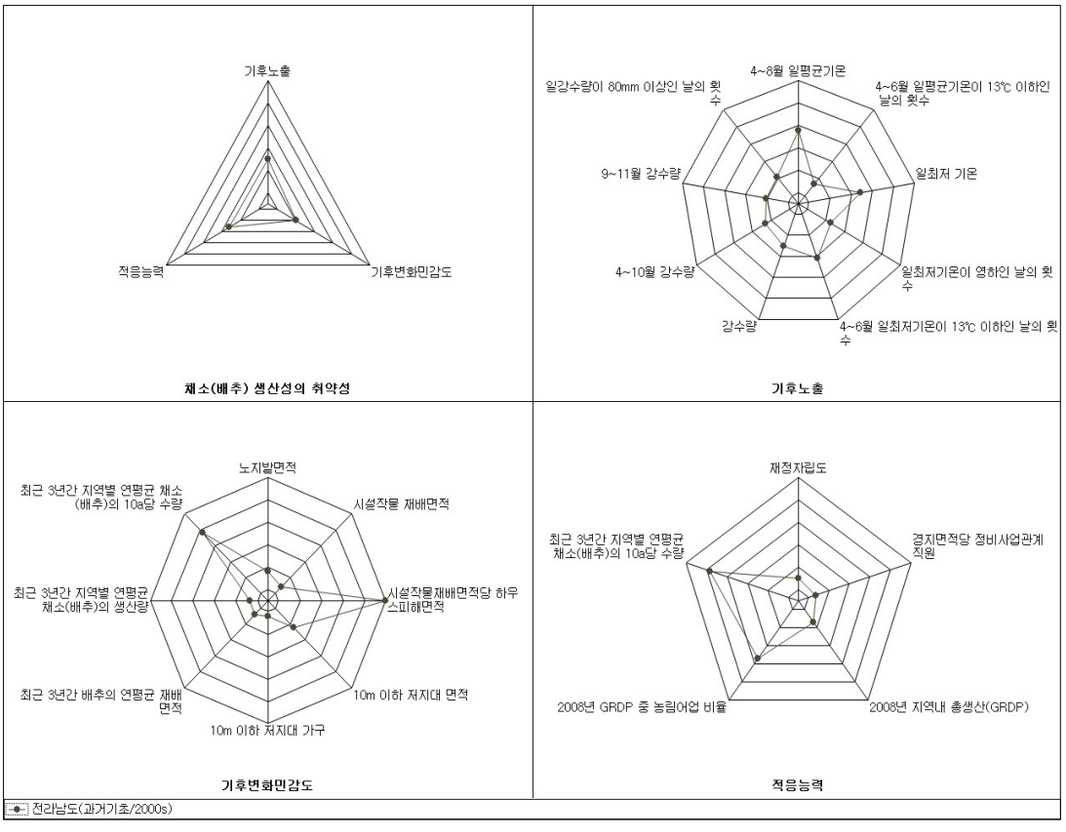
■ 현재의 취약성

○ 채소(배추) 생산성에 대한 항목별 지수는 기후노출에서 구례, 보성, 화순이 상대적으로 높았고, 완도, 여수, 신안이 낮게 나타남.

- 민감도에서 해남, 무안, 진도가 상대적으로 높았고, 담양, 구례, 화순이 낮게 나타남.
- 적응능력에서 여수, 해남, 함평이 상대적으로 높았고, 담양, 곡성, 영광이 낮게 나타남.
- 채소(배추) 생산성의 취약성은 상대적으로 해남, 담양, 영암이 높았고, 여수, 완도, 함평이 낮았음.



<그림 5-3-66> 채소(배추) 생산성에 대한 기후노출 민감도, 적응능력 지수의 분포도



<그림 5-3-67> 채소(배추) 생산성의 취약성 기여도

○ 채소(배추) 생산성의 취약성 기여도는 적응능력 변수가 가장 높았고, 다음이 기후노출, 기후변화민감도 변수 순이었음.

○ 기후노출 변수 중에서는 4~8월 일평균기온, 일최저기온, 4~6월 일최저기온이 13℃ 이하인 날의 횟수, 강수량, 4~10월 강수량, 일최저기온이 영하인 날의 횟수, 일강수량이 80mm 이상인 날의 횟수, 9~11월 강수량, 4~6월 일평균기온이 13℃ 이하인 날의 횟수 순으로 높게 나타났음.

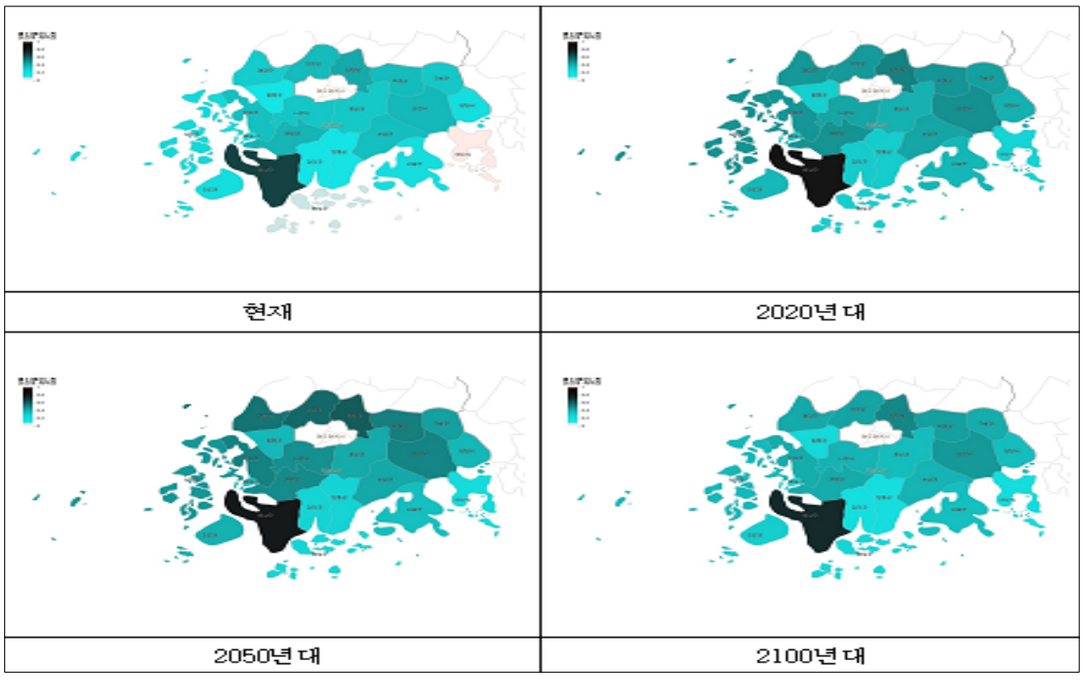
○ 기후변화민감도 변수에서는 시설작물재배면적당 하우스피해면적, 최근 3년간 지역별 연평균 채소(배추)의 10a당 수량, 10m 이하 저지대 면적, 노지밭면적, 시설작물 재배면적, 최근 3년간 배추의 연평균 재배면적, 최근 3년간 지역별 연평균 채소(배추)의 생산량, 10m 이하 저지대 가구 순으로 높게 나타남.

○ 적응능력 변수에서는 최근 3년간 지역별 연평균 채소(배추)의 10a당 수량, 2008년 GRDP 중 농림어업 비율, 2008년 지역내 총생산(GRDP), 재정자립도, 경지면적당 정비사업관계 직원 순으로 높게 나타났음.

■ 미래 예측(A1B) 취약성 평가

○ 채소(배추) 생산성의 취약성은 현재 해남, 담양, 영암 지역이 상대적으로 높고 여수, 완도, 함평 지역은 가장 낮은 취약성을 보였음.

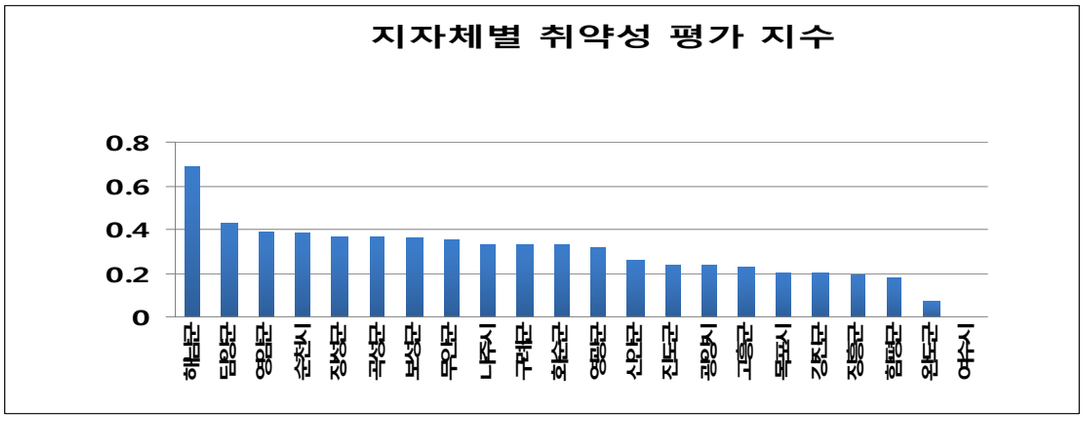
- 2020년대는 해남, 담양, 순천 지역이 상대적으로 높고 여수, 함평, 완도 지역은 낮은 취약성을 보였음.
- 2050년대는 해남, 담양, 장성 지역이 상대적으로 높고 여수, 완도, 강진 지역은 낮은 취약성을 보였음.
- 2100년대는 해남, 담양, 순천 지역이 상대적으로 높고 강진, 장흥, 여수 지역은 낮은 취약성을 보였음.



<그림 5-3-68> 채소(배추) 생산성의 취약성 미래예측(A1B) 평가

■ 지자체별 취약성 평가 지수

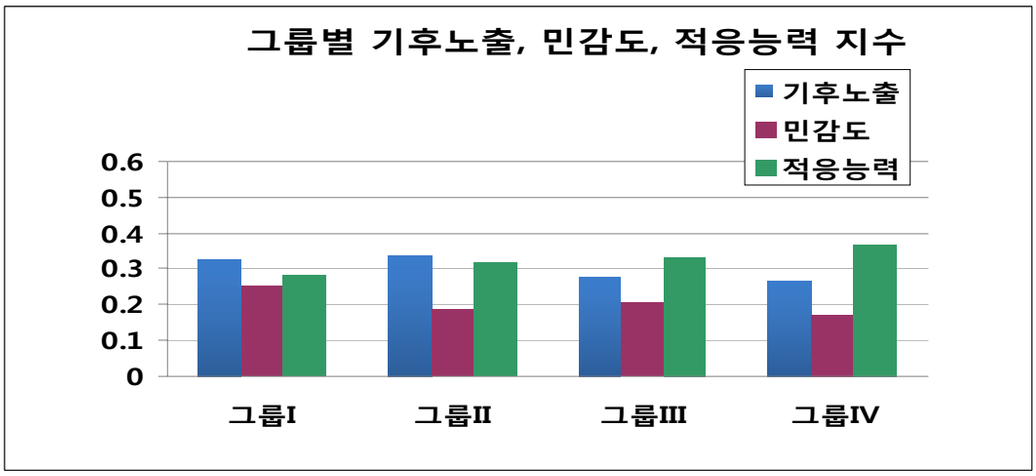
○ 취약성 평가 지수는 해남, 담양, 영암 순으로 높았고, 여수, 완도, 함평 순으로 낮았음.



<그림 5-3-69> 지자체별 채소(배추) 생산성의 취약성 평가 지수

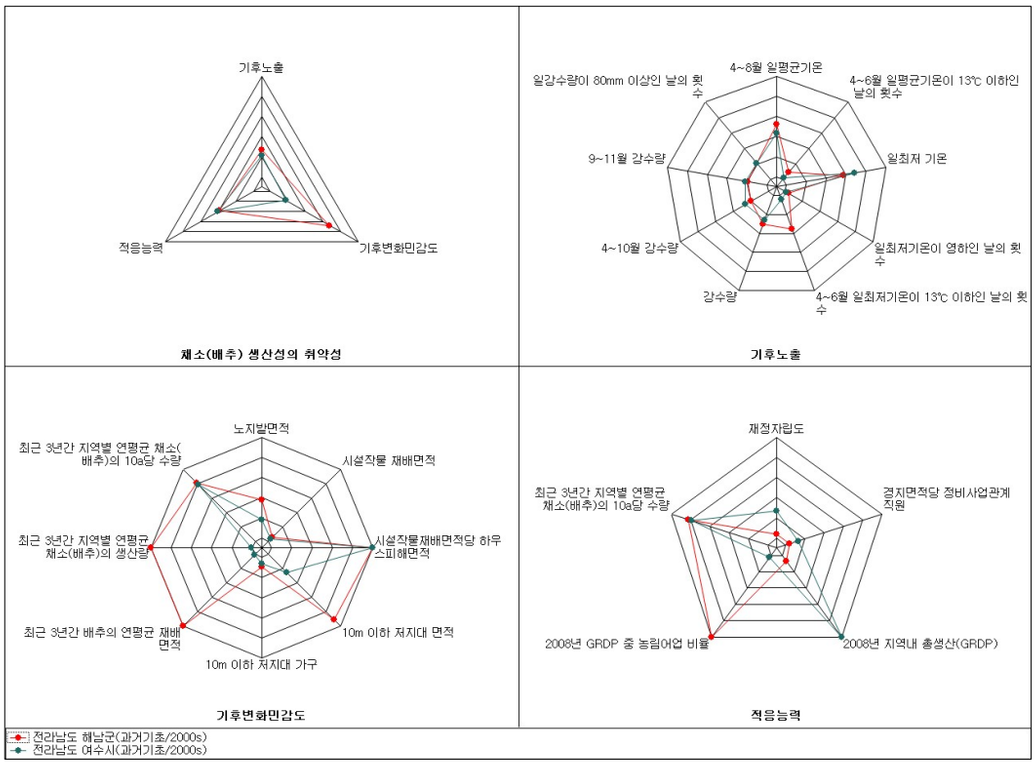
■ 그룹 별 기후노출, 민감도, 적응능력 지수

○ 그룹별 해당 시, 군으로는 그룹 I은 해남, 담양, 영암, 순천, 장성, 곡성이었고, 그룹 II는 보성, 무안, 나주, 구례, 화순, 영광, 그룹 III은 신안, 진도, 광양, 고흥, 목포, 그룹 IV는 강진, 장흥, 함평, 완도, 여수였음.



<그림 5-3-70> 그룹별 채소(배추) 생산성의 기후노출 민감도, 적응능력 지수

■ 지자체간 취약성 기여도 비교분석



<그림 5-3-71> 지자체간 채소(배추) 생산성의 취약성 기여도

○ 채소(배추) 생산성의 취약성 평가결과를 기반으로 취약성이 가장 높게 나타난 해남군과 취약성이 상대적으로 가장 낮게 나타난 여수시의 취약성에 대한 세부적인 내용을 비교분석하였음.

○ 취약성 지수를 구성하는 대용변수인 기후노출, 민감도, 적응능력이 미치는 영향을 분석하

여, 두 지역의 대용변수들의 값에 어떤 차이가 있는지 파악하였음

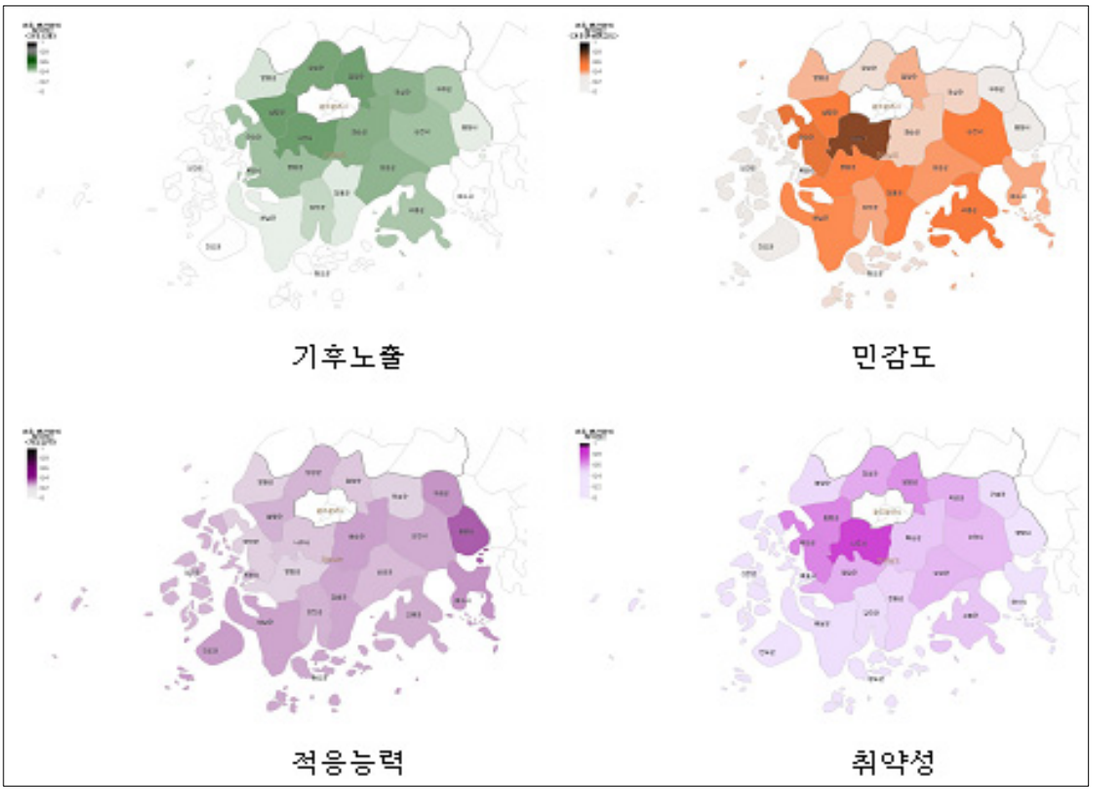
○ 이어서, 기후노출, 민감도, 적응능력 각각을 구성하는 세부 대용변수의 값 또한 비교함으로써 각 세부 대용변수의 기여도를 파악하였음.

바) 가축 생산성

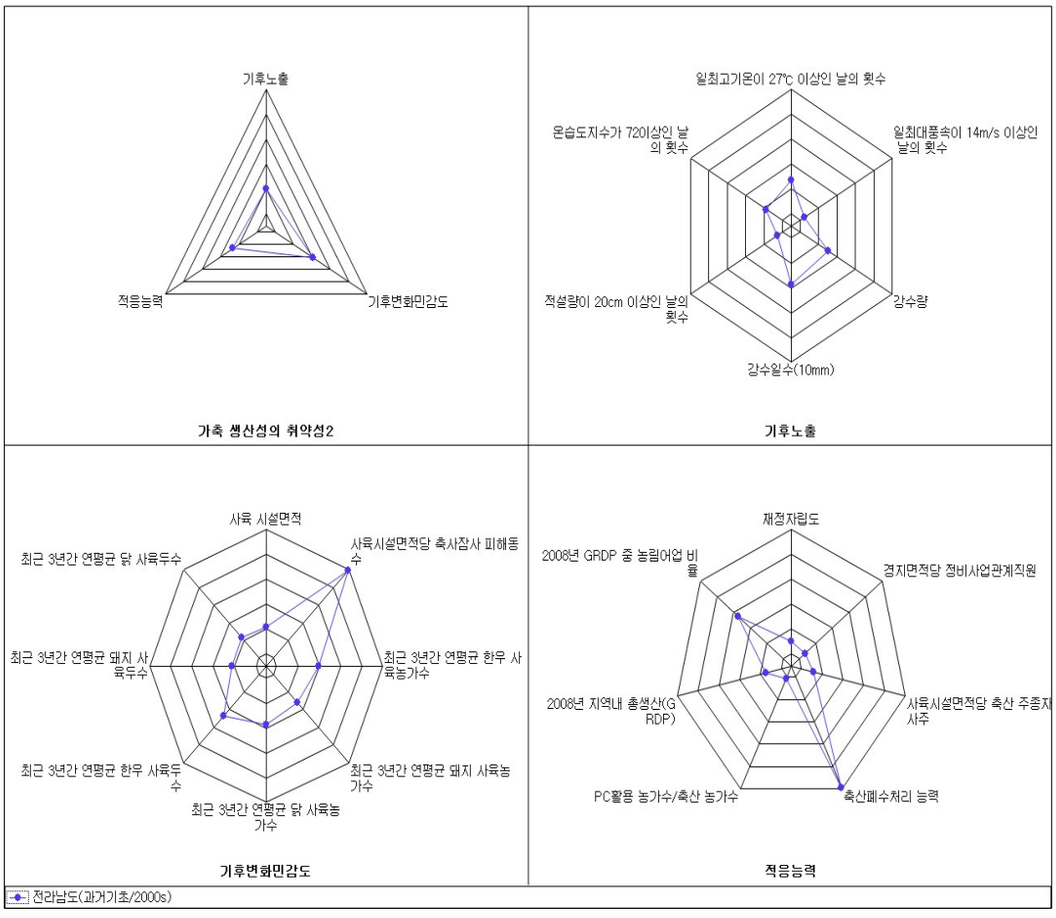
■ 현재의 취약성

○ 가축 생산성에 대한 항목별 지수는 기후노출에서 장성, 담양, 나주가 상대적으로 높고, 신안, 진도, 완도가 낮게 나타났음.

- 민감도에서 나주, 무안, 고흥이 상대적으로 높고, 목포, 진도, 광양이 낮게 나타났음.
- 적응능력에서 광양, 구례, 여수가 상대적으로 높고, 영암, 곡성, 영광이 낮게 나타났음.
- 가축 생산성의 취약성은 나주, 무안, 함평이 상대적으로 높고, 광양, 진도, 목포가 낮았음.



<그림 5-3-72> 가축 생산성에 대한 기후노출민감도, 적응능력 지수의 분포도



<그림 5-3-73> 가축 생산성의 취약성 기여도

○ 가축 생산성의 취약성 기여도는 기후변화민감도 변수가 가장 높았고, 다음이 적응능력, 기후노출 변수 순이었음.

○ 기후노출 변수 중에서는 강수일수(10mm), 강수량, 일최고기온이 27℃ 이상인 날의 횟수, 온습도지수가 72 이상인 날의 횟수, 적설량이 20㎝ 이상인 날의 횟수, 일최대풍속이 14m/s 이상인 날의 횟수 순으로 높게 나타났음.

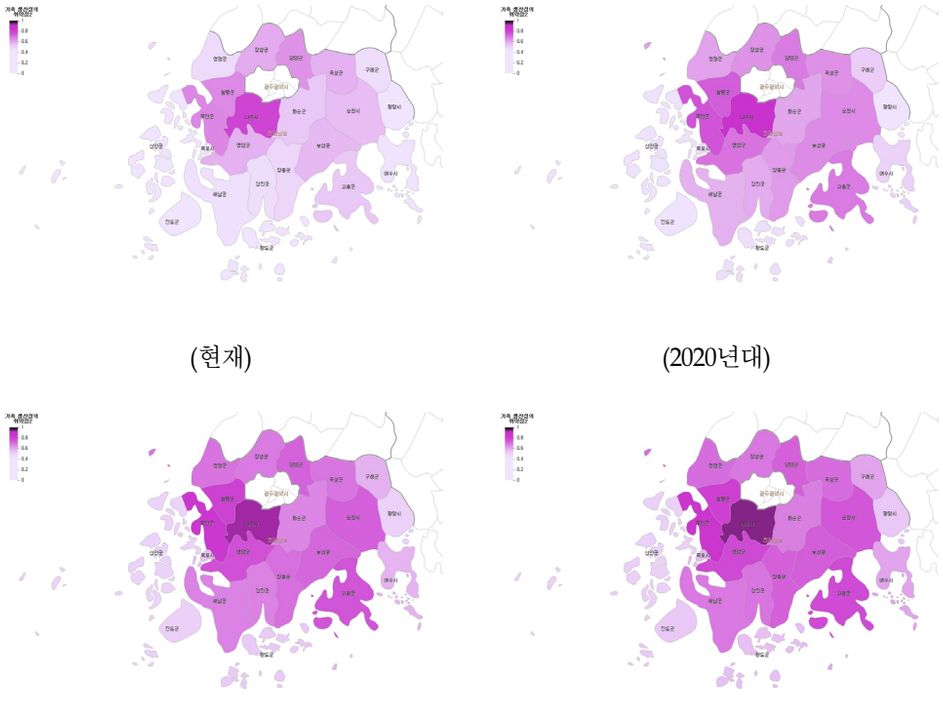
○ 기후변화민감도 변수에서는 사육시설면적당 축사잠사 피해동수, 최근 3년간 연평균 한우 사육두수, 최근 3년간 연평균 한우 사육농가수, 최근 3년간 연평균 닭 사육농가수, 최근 3년간 연평균 돼지 사육농가수, 최근 3년간 연평균 닭 사육두수, 최근 3년간 연평균 돼지 사육두수, 사육 시설면적 순으로 높게 나타났음.

○ 적응능력 변수에서는 축산폐수처리 능력, 2008년 GRDP 중 농림어업 비율, 2008년 지역내 총생산(GRDP), 사육시설면적당 축산 주종사자수, 재정자립도, 경지면적당 정비사업관계직원, PC활용 농가수/축산 농가수 순으로 높게 나타났음.

■ 미래 예측(A1B) 취약성 평가

○ 가축 생산성의 취약성은 현재 나주, 무안, 함평 지역이 상대적으로 높고 광양, 진도, 목포 지역은 낮은 취약성을 보였음.

- 2020년대는 나주, 무안, 함평 지역이 상대적으로 높고 광양, 진도, 신안 지역은 낮은 취약성을 보였음.
- 2050년대는 나주, 무안, 함평 지역이 상대적으로 높고 신안, 광양, 진도 지역은 낮은 취약성을 보였음.
- 2100년대는 나주, 무안, 함평 지역이 상대적으로 높고 신안, 진도, 광양 지역은 낮은 취약성을 보였음.



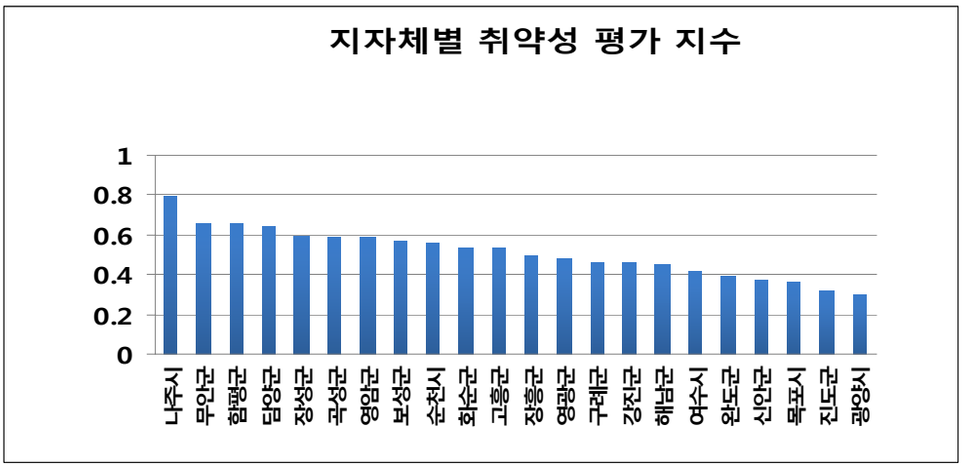
(현재) (2020년대)

(2050년대) (2100년대)

<그림 5-3-74> 가축 생산성의 취약성 미래예측(A1B) 평가

■ 지자체별 취약성 평가 지수

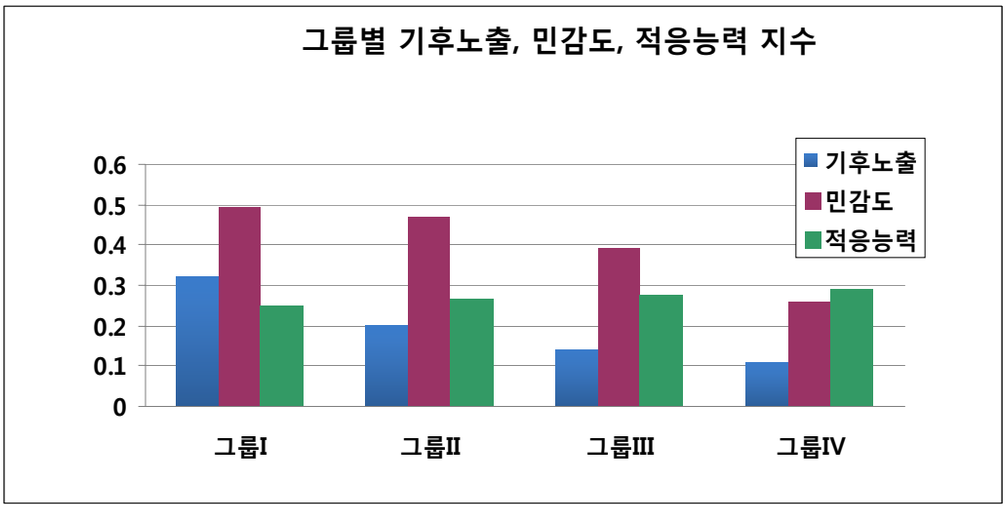
○ 취약성 평가 지수는 나주, 무안, 함평 순으로 높았고, 광양, 진도, 목포 순으로 낮았음.



<그림 5-3-75> 지자체별 가축 생산성의 취약성 평가 지수

■ 그룹 별 기후노출, 민감도, 적응능력 지수

○ 그룹별 해당 시·군으로는 그룹 I은 나주, 무안, 함평, 담양, 장성, 곡성이었고, 그룹 II는 영암, 보성, 순천, 화순, 고흥, 장흥, 그룹 III은 영광, 구례, 강진, 해남, 여수, 그룹 IV는 완도, 신안, 목포, 진도, 광양이었음.



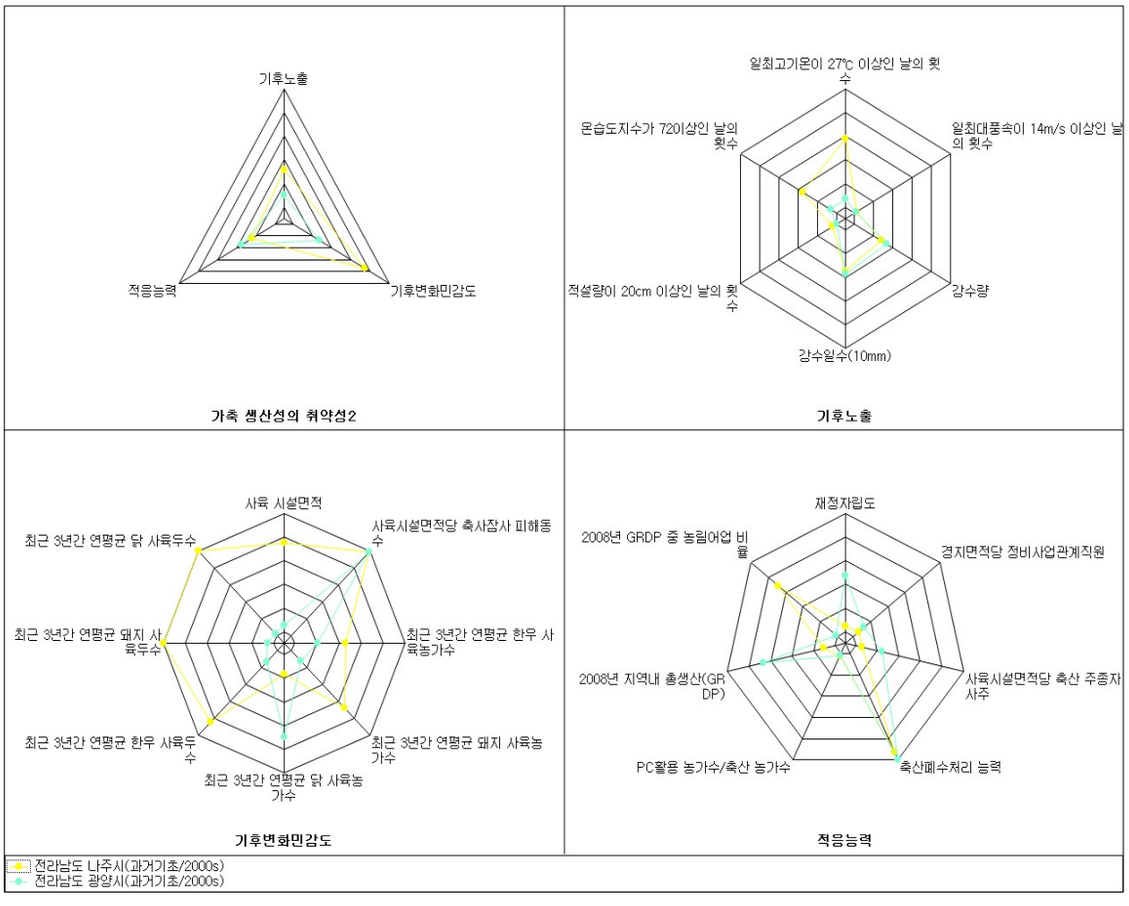
<그림 5-3-76> 그룹별 가축 생산성의 기후노출 민감도, 적응능력 지수

■ 지자체간 취약성 기여도 비교분석

○ 가축 생산성의 취약성 평가결과를 기반으로 취약성이 가장 높게 나타난 나주시와 취약성이 상대적으로 가장 낮게 나타난 광양시의 취약성에 대한 세부적인 내용을 비교분석하였음.

○ 취약성 지수를 구성하는 대용변수인 기후노출, 민감도, 적응능력이 미치는 영향을 분석하여, 두 지역의 대용변수들의 값에 어떤 차이가 있는지 파악하였음

○ 이어서, 기후노출, 민감도, 적응능력 각각을 구성하는 세부 대용변수의 값 또한 비교함으로써 각 세부 대용변수의 기여도를 파악하였음.



<그림 5-3-77> 지자체간 가축 생산성의 취약성 기여도

3) 주요 분야 선정

가) 기후변화 취약성 종합유형 평가

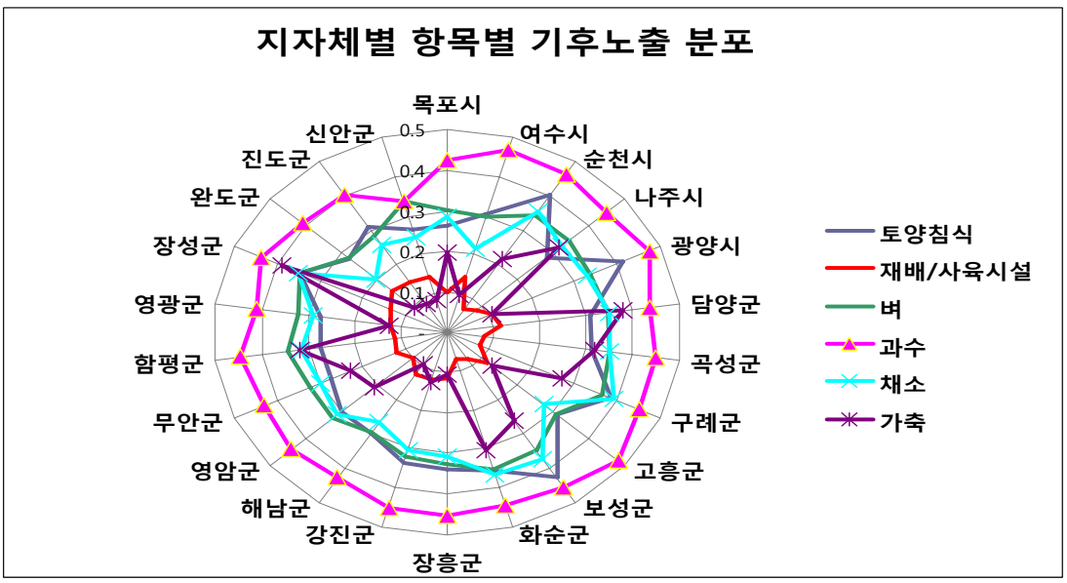
■ 시군별 기후노출 지수 분포

○ 지자체별 항목별 기후노출은 농경지 토양침식의 취약성이 상대적으로 보성, 광양, 순천 순으로 높았고, 신안, 목포, 함평 순으로 낮았음.

- 재배/사육시설 붕괴의 취약성은 상대적으로 완도, 진도, 신안 순으로 높았고, 순천, 화순, 구례 순으로 낮았음.
- 벼 생산성의 취약성은 상대적으로 구례, 화순, 보성 순으로 높았고, 완도, 진도, 해남 순으로 낮았음.
- 과수(배) 생산성의 취약성은 상대적으로 고흥, 광양, 여수 순으로 높았고, 신안, 진도, 완도 순

으로 낮았음.

- 채소(배추) 생산성의 취약성은 상대적으로 구례, 보성, 화순 순으로 높았고, 완도, 여수, 신안 순으로 낮았음.
- 가축 생산성의 취약성은 상대적으로 장성, 담양, 나주 순으로 높았고, 신안, 진도, 완도 순으로 낮았음.

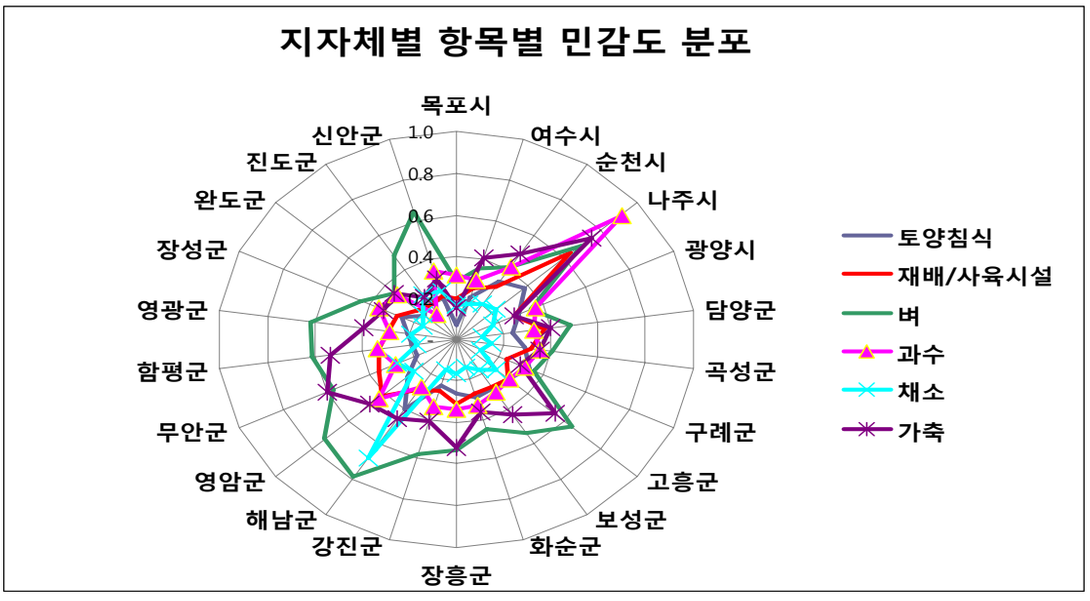


<그림 5-3-78> 전남 22개 시군별 항목별 기후노출 지수 분포 방사형그래프

■ 시군별 기후변화 민감도 지수 분포

○ 지자체별 항목별 민감도는 농경지 토양침식의 취약성은 상대적으로 해남, 나주, 구례 순으로 높았고, 목포, 완도, 함평 순으로 낮았음.

- 재배/사육시설 붕괴의 취약성은 상대적으로 나주, 영암, 담양 순으로 높았고, 목포, 진도, 신안 순으로 낮았음.
- 벼 생산성의 취약성은 상대적으로 해남, 영암, 나주 순으로 높았고, 목포, 광양, 완도 순으로 낮았음.
- 과수(배) 생산성의 취약성은 상대적으로 나주, 영암, 순천 순으로 높았고, 진도, 해남, 영광 순으로 낮았음.
- 채소(배추) 생산성의 취약성은 상대적으로 해남, 무안, 진도 순으로 높았고, 담양, 구례, 화순 순으로 낮았음.
- 가축 생산성의 취약성은 상대적으로 나주, 무안, 고흥 순으로 높았고, 목포, 진도, 광양 순으로 낮았음.

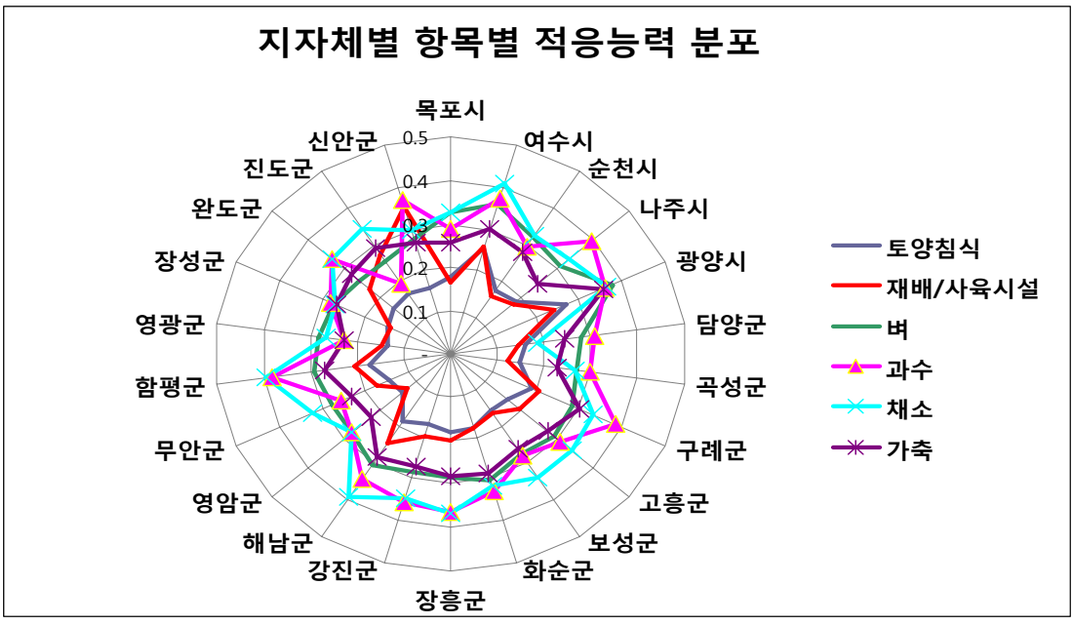


<그림 5-3-79> 전남 22개 시군별 항목별 민감도 지수 분포 방사형그래프

■ 시군별 기후변화 적응능력 지수 분포

○ 지자체별 항목별 적응능력은 농경지 토양침식의 취약성이 상대적으로 광양, 여수, 구례 순으로 높았고, 영광, 영암, 무안 순으로 낮았음.

- 재배/사육시설 붕괴의 취약성은 상대적으로 신안, 진도, 여수 순으로 높았고, 곡성, 영암, 장성 순으로 낮았음.
- 벼 생산성의 취약성은 상대적으로 광양, 여수, 목포 순으로 높았고, 진도, 완도, 곡성 순으로 낮았음.
- 과수(배) 생산성의 취약성은 상대적으로 나주, 구례, 함평 순으로 높았고, 진도, 영광, 무안 순으로 낮았음.
- 채소(배추) 생산성의 취약성은 상대적으로 여수, 해남, 함평 순으로 높았고, 담양, 곡성, 영광 순으로 낮았음.
- 가축 생산성의 취약성은 상대적으로 광양, 구례, 여수 순으로 높았고, 영암, 곡성, 영광 순으로 낮았음.

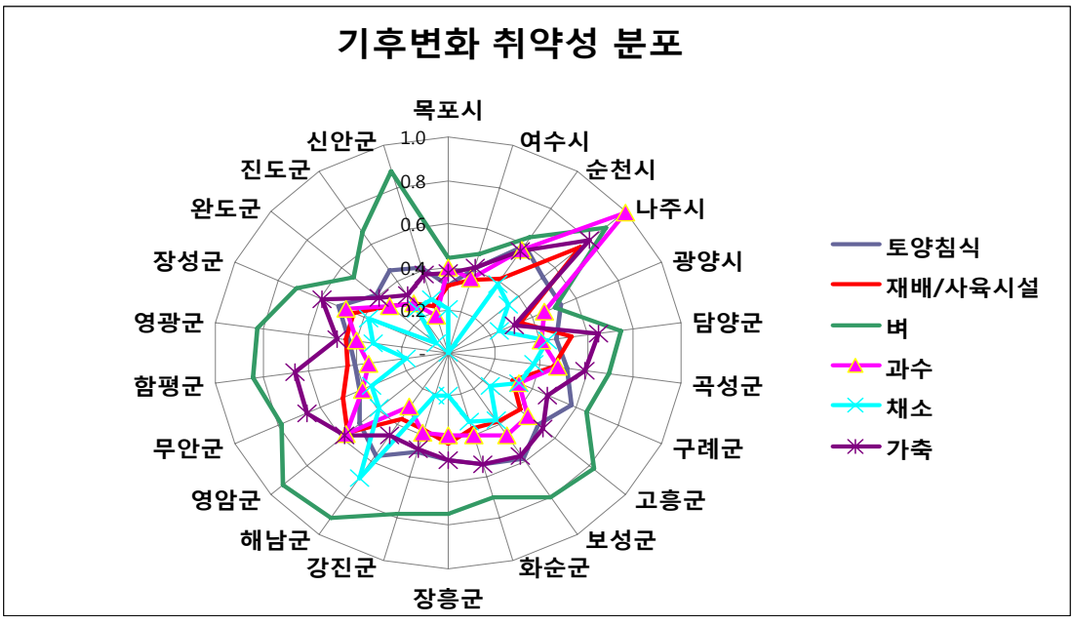


<그림 5-3-80> 전남 22개 시군별 항목별 적응능력 지수 분포 방사형그래프

■ 시군별 기후변화 취약성 지수 분포

○ 지자체별 항목별 기후변화 취약성은 농경지 토양침식이 상대적으로 순천, 보성, 구례 순으로 높았고, 목포, 함평, 여수 순으로 낮았음.

- 재배/사육시설의 취약성은 상대적으로 나주, 영암, 담양 순으로 높았고, 신안, 진도, 구례 순으로 낮았음.
- 벼 생산성의 취약성은 상대적으로 영암, 해남, 나주 순으로 높았고, 목포, 여수, 광양 순으로 낮았음.
- 과수(배) 생산성의 취약성은 상대적으로 나주, 순천, 영암 순으로 높았고, 신안, 진도, 해남 순으로 낮았음.
- 채소(배추) 생산성의 취약성은 상대적으로 해남, 담양, 영암 순으로 높았고, 여수, 완도, 함평 순으로 낮았음.
- 가축 생산성의 취약성은 상대적으로 나주, 무안, 함평 순으로 높았고, 광양, 진도, 목포 순으로 낮았음.



<그림 5-3-81> 전남 22개 시군별 항목별 기후변화 취약성 지수 분포 방사형그래프

나) 주요 부문 선정

○ 벼 생산성이 전남의 취약성 평가에서 가장 높은 지수를 보여 중요한 항목으로 나타났고, 다음이 가축 생산성, 농경지 토양침식, 과수(배) 생산성, 재배/사육 시설, 채소(배추) 생산성 순으로 나타났음.

- 1위는 벼 생산성 (범위 : 0.44 ~ 0.93, 평균 0.72)
- 2위는 가축 생산성 (범위 : 0.30 ~ 0.80, 평균 0.51)
- 3위는 농경지 토양침식 (범위 : 0.31 ~ 0.59, 평균 0.48)
- 4위는 과수(배) 생산성 (범위 : 0.18 ~ 1.00, 평균 0.42)
- 5위는 재배/사육 시설 (범위 : 0.22 ~ 0.74, 평균 0.41)
- 6위는 채소(배추) 생산성 (범위 : 0.00 ~ 0.69, 평균 0.30)

○ 따라서 전라남도는 특히 벼 생산성, 가축 생산성 및 농경지 토양침식 부문의 민감도를 줄이고 적응능력을 높이는 대책을 강구해야 할 것으로 사료됨.

다) 향후 발전방향

■ 시간, 인력, 재정적 제약에 의한 정밀 평가에 어려움

○ 농업 모든 항목에 대한 평가 불가, 농업분야의 기후노출, 민감도 및 적응능력에 대한 지표 개발이 절실히 요구됨

■ **상대적으로 중요하다고 판단되는 항목을 대상으로 우선적으로 평가**

○ 각 지자체에서 가장 많은 농민이 종사하는 농업의 형태 : 벼(전국), 배(전남)

○ 가장 많이 차지하고 있는 농경지 형태

○ 농업 GDP에 가장 기여도가 높은 작물

○ 수익에 가장 기여하는 작물 : 벼, 배, 배추 및 축산

○ 생산에서 연간 변동성이 가장 큰 작물 : 배추 등 채소류

○ 가뭄과 홍수와 같은 극한 기상조건에 피해를 받는 농업형태 ; 농업시설

■ **취약성 평가를 위해 필요한 자료의 한계**

○ 사용된 변수들은 현재 구축되어 있고, 수집 가능 통계자료만 이용함

○ 각 지자체 여건에 맞는 추가적인 변수 발굴 및 변수의 상세화 필요함

■ **평가 대상을 넓게 선정하여 평가함**

○ 농업시설에 대한 취약성 : 재배시설 + 사육시설

○ 과수(배) 생산성에 대한 취약성 : 전 22개 시군에서 재배 가능한 과수

○ 채소(배추) 생산성에 대한 취약성

○ 가축 생산성에 대한 취약성 : 한우(+ 돼지 + 닭)

■ **민감도 및 적응능력은 평가에서 시간 경과에 따라 불변함을 염두**

○ 작물의 면적이나 축사면적의 민감도변수는 실제 변화하지만 고정값만 사용

○ 재정자립도 등의 적응능력변수도 실제로는 변화함

마. 세부시행계획 수립

1) 주요 정책현황

가) 농업분야 세부추진정책

■ **중점 추진 계획**

○ 온실가스 배출의 자연 감소추세, 낮은 배출비중 등을 감안하여 감축보다 기후변화 적응(adaptation)대책 추진 중점

- 적응 : 중장기 적응 마스터플랜(masterplan) 수립 · 추진
- 감축 : 축산 · 경종농업 등 분야별 감축사업 추진

■ 체계적 기후변화 적응대책 추진

○ 농업부문 중장기 기본계획 수립

- 품종 개발, 재배적지 및 산림자원 변동예측 등 중장기 영향에 대한 포괄적 적응대책 수립 · 추진 중점

■ 녹색산업 육성 및 녹색기술 개발 (신성장동력)

○ 저탄소 친환경농어업 육성으로 농어가 부가가치 창출

- ′12년까지 친환경농산물 생산비중을 9%로 확대
- 친환경농업 생산기반 확대
- 화학비료·합성농약을 대체하는 친환경농자재 지원 확대
- 농축수산물의 친환경인증제를 통해 고품질 · 안전농수산물 공급
- 친환경축산 생산기반 확대

○ 바이오매스 생산 및 에너지화

- 국내 바이오매스 가용자원은 연간 2,285천toe*(석유환산톤)으로서 ′06년 전체 에너지 소비량(2억3천만toe)의 0.9% 수준
- ′08년말까지「바이오매스 활용 종합계획」수립 및 추진

○ 저탄소형 농자재·기자재 산업 육성

- 기자재 산업의 경쟁력제고 및 고효율·고내구성 기자재 개발
- 환경친화형 농자재산업 육성

■ 녹색환경 조성 및 생활문화 개선

○ 겨울철 유휴농경지에 유채재배 추진

- 유채 시범재배 후 확대재배 추진

○ 농산촌 생태관광 활성화

- 저탄소형 관광으로서 농산어촌 생태관광 인프라 구축

○ 녹색문화 운동 확산

- 겨울철 녹색 국토조성을 위해 Green Korea 운동 전개(′08~)
- 먹거리 녹색문화운동 확산

■ 온실가스 배출 감축 및 에너지 수요관리

○ 온실가스 배출 감축

- 축분 자원화
- 온실가스 감축을 위한 영농매뉴얼 개발 · 보급

○ 에너지 수요관리 강화

- 시설원예 에너지 절감 추진
- 농기계 온실가스 배출 감축 추진
- 농촌지역 신재생에너지 주택 보급
- 식품산업계의 정부-기업간 감축협약 유도

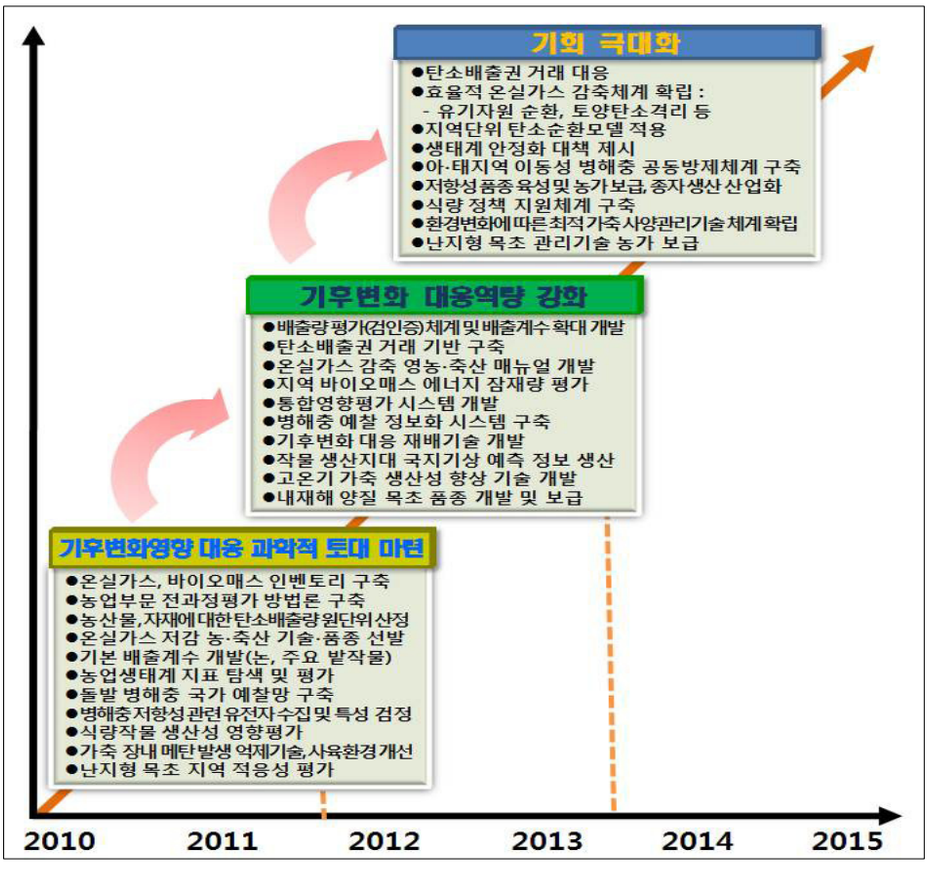
나) 기후변화 농업분야 중장기 연구 전략

○ 기후변화 대응 연구전략 수립을 위한 TF팀 운용

- 팀 임무 : 농업분야 기후변화 대응 연구 마스터플랜 작성(2010~2014)

○ 농업분야 기후변화 대응 연구 마스터플랜 중점 추진방향

- 온실가스 감축을 통한 농가 신소득원 창출
- 저탄소 농산물 생산과 소비 촉진 기반 구축
- 온난화 등 기후변화 기회 극대화 : 대체작물 등 개발
- 지속적이고 안정적인 농산물 생산기술 개발 보급
- 기후변화에 따른 기상재해와 병해충 발생 대응 체계 구축



<그림 5-3-82> 농업분야 기후변화 중장기 연구 전략

○ 분야별 중점추진 과제

- 온실가스의 인벤토리 구축 및 감축
- 기후변화 대응 식량작물 안정생산 기반기술 개발
- 기후변화 대응 원예분야 안정생산 기반기술 개발
- 축산분야 기후변화 적응기술 개발
- 농작물 병해충 발생예측 및 관리시스템 구축
- 농업생태계 영향평가 및 재해 예방

다) 기후변화 농업분야 정책 지원법

■ 저탄소 녹색성장 기본법

○ 바이오매스의 수집과 활용을 통한 자원순환의 촉진 (제24조)

○ 녹색기술의 연구개발 및 사업화 등의 촉진 (제26조)

○ 녹색기술, 녹색산업의 표준화 및 인증 등 (제32조)

○ 국제규범 대응 (제37조), 기후변화 대응의 기본원칙 (제38조)

○ 기후변화 대응 기본계획 (제40조)

○ 기후변화 대응 및 에너지의 목표관리 (제42조)

○ 온실가스 총량제한 배출권 거래제 등의 도입 (제46조)

○ 기후변화 영향평가 및 적응대책의 추진 (제48조)

○ 녹색국토의 관리 (제52조), 녹색건축물의 확대 (제55조)

○ 친환경 농림수산의 촉진 및 탄소 흡수원 확충 (제56조)

○ 국가보고서의 작성 (제64조)

■ 농어업 · 농어촌 및 식품산업 기본법

○ 농어업 농어촌의 공익기능 증진 (제9조)

○ 식량과 주요 식품의 안정적 공급 (제23조)

○ 친환경 농어업 등의 촉진 (제38조)

○ 농어업 재해 등에 대한 시책 (제41조)

○ 농수산물과 식품의 안정적 공급 (제7조)

○ 농어촌의 자연환경 수산자원 어장환경 및 경관보전 (제44조)

○ 농어업 농어촌의 공익기능 연구 홍보 등 (제46조)

○ 지구온난화 방지 등 (제47조)

○ 농어업 농어촌 및 식품산업 분야의 국제협력 (제57조)

■ **친환경 농업 육성법**

○ 토양자원 및 농업환경 실태조사 (제11조)

2) 방향 및 목표설정

가) 추진 방향

○ 온난화가 주요 농작물 및 생태환경에 미치는 영향 분석

○ 외국(주요지역)의 주요 작물재배 동향조사

○ 온난화에 따른 난지성 작물의 예상 경쟁력 분석

○ 유망 열대·아열대작물 적응 재배법 및 이용성 향상 연구

○ 연구개발 새기술 실증시범 및 특산화 단지조성 기술지원

나) 목표설정

○ 온난화 대응 과학적 근거

○ 온난화 대응 역량 강화

○ 기회 요인 극대화

다) 목표설정 내용

■ **아열대작물 신 소득화 육성기반 구축**

○ 온난화 농업적 영향 평가, 국내·외 재배동향 분석, 연구 인프라 및 국내외 협력체계 구축

○ 열대/아열대작물 적응성 평가(적응성, 용이성, 기호성, 수익성 등)

■ **유망 아열대작물 생산 기술개발 및 체계 확립**

○ 열대/아열대 수집 유전자원 적응성 검토 및 선발

○ 유망 신소득 작물의 지역적응 시험 및 재배 관리기술 개발

- 안정생산 및 재배작형 개발 : 생산시기, 적정 품종선발 등
- 생산비 절감 기술개발 : 양·수분 관리, 에너지 절감 등
- 품질 및 생산성 향상 기술개발 : 시설 및 2기작 재배법 등
- 병해충 관리 기술개발 : 병해충 발생양상 및 방제법 등

○ 기능성 성분 탐색 및 이용성 향상 기술개발

○ 열대/아열대작물 작목별 재배지대 구분 및 재배적지 설정

■ **작목별 매뉴얼 보급 및 주산단지 브랜드 육성**

○ 온난화 대응 작목별 재배 관리기술 매뉴얼 작성 보급

○ 신소득 작목 재배확대를 위한 주산단지 조성 및 브랜드 육성

3) 세부시행계획

가) 기존대책

(1) 작물 분야

■ **기후변화에 따른 작물생산 영향평가 및 예측**

○ 벼

- 기후변화에 따른 벼 영향평가
- 기후변화에 따른 수량 및 품질 저하 원인구명
- 고온등숙 및 고온장해 내성 유전자원 평가 및 선발
- 작물모형 이용 지구온난화에 따른 벼 생산성 분석

○ 전작

- 이상기상 재해에 따른 작물 피해해석 연구
- 맥류 안전재배지대 북상으로 지역별 파종기 및 재배한계기 재설정
- 맥류의 안정생산을 위한 지역별 적정 파종 시기 조정 : 5~10일 만파
- 기후변화에 따른 고랭지권 탄소순환 및 수지모형 개발('09~)

○ 원예

- 원예작물 분야 기후변화대응 생물계절 변화 분석
- 감귤의 지역별 온도, 개화, 품질변화 조사 및 DB 구축

○ 원격탐사

- 원격탐사 이용 벼 생육 및 품질 추정
- 원격탐사를 이용한 북한의 재배면적 및 생산량 추정
- 레이더 자료를 이용한 벼 생육정보 추정

■ **기후변화 적응 품종 및 신작물 개발**

○ 만기개화성 배 품종 육성

○ 저온요구도가 낮은 배 품종 육성

○ 기후변화 적응 인삼 품종 육성

○ 기후변화 적응 안정생산 기술 개발

○ 기후변화 대응 고품질 생산을 위한 생리적 반응연구
○ 감귤 고품질 한라봉 품종 및 노지적응 기능성 품종 육성
○ 고품질 복합내병충성 내재해성 벼 품종 육성
○ 고온 등숙이 양호하고 수량성이 높은 벼 품종 및 우량계통 선발
○ 맥종별 호위축병 및 흰가루병 저항성 신품종 육성
○ 밀수발아 및 붉은곰팡이병 저항 품종육성
○ 기후변화 대응 내재해성, 내병성 옥수수 품종 개발
○ 콩 내재해성 및 내병성 검정기술 개발
○ 기후변화 대응 내병성 감자 품종 개발
○ 이상기후 대비 내재해성 품종 개발

■ 기후변화 적응 재배기술 개발

○ 기후변화 대응 전작물 적정 재배기술 확립 연구
- 한반도 온난화에 따른 지역별 주요작물 재배법 재설정 연구
- 콩 재배환경 변화 대응 고품질 안전 생산기술 개발

○ 기후변화 대응 감자 생리생태 및 재배기술 연구
- 온난화에 따른 감자 재배시기 및 지역 변화 모니터링
- 기온 상승에 따른 감자 수량과 품질변화 구명

(2) 축산 분야

■ 기후변화 대응 가축개량·관리기술 개발

○ 고온기 가축 생리변화 및 적응기술 투입효과 구명
○ 저에너지 투입 기술 및 가축분뇨 이용 신재생에너지 생산기술 개발
- 가축분뇨를 이용한 신재생에너지 생산기술 개발('09~)

■ 기후변화에 따른 조사료 수급체계 대응 기술 개발

○ 국내 적응 우수품종 개발 및 안정적 종자공급체계연구 추진
- 청보리 등 사료맥류는 양질 내재해 및 내병성 품종육성 보급
- 초종, 맥종, 품종간 혼파기술 개발
- 안정적인 조사료 최대생산을 위한 지역별 최적 혼파조합 및 재배법 확립연구, 청보리+귀리 혼파기술 보급확대

○ 제주지역에서 국내 적응 난지형 목초 선발(3초종)

○ 국내 환경적응성이 우수한 목초 신품종 개발 (2초종 6품종)

(3) 수문 분야

■ 농업용수의 효율적 이용 및 절약기술 개발

○ 녹비작물 이용 벼 재배 시 물 관리 방법 및 벼 재배법 확립

○ 주요 시설작물의 생육단계별 물 소모량 및 작물계수 산정

○ 대체용수 사용에 따른 환경영향 평가

○ 시설재배 토양수분 측정 및 제어 시스템 개발

○ 시설채소류 지중관수 및 관비 기술 개발

○ 연동하우스 빗물이용 시스템 개발

■ 기후변화대응 농업용수의 안정적인 공급방안 마련

○ 농촌지역의 다양한 용수수요에 대처하고 지역간 · 수계간 용수수급 불균형 해소를 위해 농촌용수개발사업 추진

- 다목적농촌용수개발 67지구, 농촌용수이용체계재편사업 4지구 추진중

(4) 농업시스템 분야

■ 농업부문 기후변화 취약성 평가

○ 기후변화 취약성 평가모형 개발 및 취약성 지도 작성

- 기후변화에 따른 병해충 발생 취약성 분석

○ 이상기상에 따른 재해유형별 취약지대 구분

- 농업기후자원의 변동 분석으로 기상재해 취약지역 분석

○ 기후변화에 따른 지역별 농업생산기반 취약성 평가

- 농업생산기반(토양, 농업용수 및 농업생산시설)에 대한 취약성 평가는 이루어지지 않았음

■ 농업기상재해 경감을 위한 대응기술 개발

○ 전국 농업기상감시 및 기상정보 서비스 체계 구축

○ 농업기후지대 구분 및 지대별 기상재해 위험도 분석

○ 이상기상 현상과 작물피해분석 보고서 작성(사례별)

○ 이상기상에 의한 농업시설 기상재해 경감기술 개발

○ 농경지 수리시설의 토양 침식 및 퇴적 피해 평가

○ 원예시설의 이동식 구조안전진단 시스템 개발

○ 과채류 및 화훼류의 보광재배효과 구명

○ 과수 동해 피해 해석 및 농작물 재해 기준 설정

■ 풍수해 예방을 위한 농업기반시설 확충

○ 이상기후 등 기상변화에 대비, 노후 또는 홍수배제 능력이 부족한 저수지 등 수리시설 보수·보강 추진

○ 홍수배제 능력이 부족한 방조제 배수갑문 확장·보강

- 아산만 방조제 배수갑문 확장('05~'13) 및 서산A간척지 농업기반시설 보수·보강('08~'17)

○ 홍수량 증가에 대비한 농경지 침수예방 대책 마련

■ 기후변화에 따른 병해충 확산 방지 시스템 구축

○ 돌발 병해충 발생예찰 및 생태연구

○ 수출 농산물 생산을 위한 종자전염병의 발생생태 구명

○ 국내 발생 주요 작물 병해충의 관리지침서 발간('09)

- 방제대상 병해충 중 경제적 피해가 우려되는 병 160종, 해충 106종

○ 아스파라거스 파총채벌레 예찰 및 방제기술 개발

○ 감귤원 네눈쑥가지나방 유충 발생생태 및 방제방법 개발 등

○ 참다래 우리품종 병해충 방제 기술 개발

○ 도입작물에 대한 병원체 및 해충의 동정 연구 수행

○ 기후변화 대응 발생 병해충 방제 기술 개발

○ 도입작물 전반에 대한 병원체 동정 및 피해양상 구명

○ u-IT 기반 무인 곤충 인식 장치 개발 및 병해충 발생예찰을 위한 기반 구축

○ 스마트폰 기반 모바일 병해충 발생예찰 프로그램

■ 외래병해충 발생 예측 시스템 개발

○ 개발 대상 금지급병원체 2종(참나무역병, 감귤그린병)에 대한 역학적 특성 자료 수집

○ 검역선진국의 예찰 및 방제 등 연구자료 수집, 분석

○ 대상 외래병해충 발생 예측 모형 발굴

○ 기상청에서 제공하는 기상자료의 활용 방안 협의 모색

○ 대상 병해충별 발생 적정조건과 기상 상태를 연계시킨 "외래병해충 기상도" 설계

○ 기후변화 시나리오에 따른 외래병해충 발생예측 위험지도 작성

○ 설계된 내용과 추출된 결과를 기반으로 웹 기반 정보제공시스템 구축

■ 온난화에 따른 가축질병 방지 대책

○ 기후변화 대응 가축전염병 연구 네트워크 구축 및 공동연구

- 질병관리본부 등 국가기관 및 대학 등과 네트워크 구축
- 열대지역의 열대의학 연구기관 등과 국제 공동연구 추진

○ 지구온난화 및 미래 대응 가축전염병 예방기술 개발

- 기후변화 대비 아열대성 신종질병의 사전 대응 연구
- 반추동물에 대한 블루텅 예찰기법 확립 및 감염 실태 조사
- 모기, 진드기 등 질병 매개체의 서식지 분포 및 병원체 조사 (11종)

나) 신규대책

(1) 작물 분야

■ 기후변화에 따른 작물생산 영향평가 및 예측

○ 벼

- 고온 및 고CO_2 조건에서 벼 수량 및 품질 반응 영향평가
- 등숙기 고온에 따른 벼 수량 및 품질 저하 원인 규명: sink · source의 탄수화물 대사물질 동태

○ 전작

- 맥류 재배 지역별, 재배시기별 기후변동 분석
- 기후변화에 따른 맥류 파종기 재설정 연구
- 밭작물의 이상기상 재해에 따른 피해기준 산정
- 참깨 2기작 재배법 설정연구

○ 원예

- 기상 및 채소작물 작황자료 수집 및 분석
- 해발고도별 기온편차를 이용한 생리반응

○ 원격탐사

- 토양 및 작물 인자, 토지피복 자료 수집과 가공
- 시계열 다중센서 광학 및 레이더 자료 수집 및 전처리

■ 기후변화 적응 품종 및 신작물 개발

○ 원예

- 아열대 유전자원 수집 및 적응성 평가
- 열대/아열대 과수 재배기술 개발
- 만기개화성 배 교배실생 선발 및 과실 특성 평가
- 낮은 저온요구성 배 교배실생 선발 및 과실 특성 평가
- 인삼 고온 및 염류 저항성 계통 선발
- 지역별(북부, 중부, 남부) 개량형 해가림 시설 개발

○ 벼

- 기후변화 대응 내병충성 품종 개발: 내병충성 유전자원 수집 및 특성검정, 저항성 유전자 집적 및 MAS체계 확립, 기후변화 대응 내재해성 품종 개발, 내냉성, 고온등숙성 적응 유전자원 수집 및 특성검정, 저항성 유전자 집적 및 MAS체계 확립

○ 전작

- 기후변화 둔감형 품종 개발
- 맥종별 내재해 안전성 평가
- 기후변화 대응 병충해 저항성 유용 유전자원 평가 및 유전분석
- 이상기상 대비 밭작물 재해 저항성 유전자원 수집 및 특성검정
- 콩 시스트선충 race 판별 시스템 확립
- 콩 주요 병해충 유전자원 평가 및 유전분석 재료양성

■ 기후변화 적응 재배기술 개발

○ 기후변화에 따른 밭작물 생산성 변화 분석

○ 기후변화 대응 밭작물 품질변화 원인 규명

○ 지역별 맥종별 병해 발생 모니터링

○ 맥종별 생육기간 변동요인 분석

(2) 축산 분야

■ 기후변화 대응 가축개량·관리기술 개발

○ 가축 영향분석 및 사양관리 기술 확립

- 가축의 생리적 반응 및 생산성 분석: 계절별 젖소 번식효율 분석, 육계의 폭염피해 최소화 기술 개발
- 최적 가축 사양기술 개발: 지구 온난화 대비 한우 사양관리 개선 연구, 가금 천연 생리활성물질 개발 연구

○ 가축 및 축사 관리기술 개선

- 가축 사양 및 축사 관리기준 설정: 가금 지역, 계사, 계절별 냉·난방 및 환기 관리 시스템 개발 및 구축, 축사용 빗물 이용 기술 현장 적용
- 축종별 사양환경 개선방안 확립: 가축에 대한 온난화 영향 예측 및 대응 연구

■ 기후변화에 따른 조사료 수급체계 대응 기술 개발

○ 기후변화 대응 조사료 안정생산을 위한 지역별 동계사료작물의 혼파재배법 확립

○ 사료맥류 붉은곰팡이병 발병실태조사 및 저항성 중간모본 개발

○ 내재해 양질 다수성 이탈리안 라이그라스, 오차드그라스, 톨페스큐 등 신품종 육성(계속)

○ 초지생산성 향상기술 개발 : 한지형 및 난지형 목초(계속)

(3) 수문 분야

■ 농업용수의 효율적 이용 및 절약기술 개발

○ 기후변화와 생산환경을 고려한 물 절약형 물 관리 기술 개발

○ 물 절약형 물 관리 지침서 작성

○ IT를 이용한 관개관리 기술 개발

○ 시설재배 지중관수 및 관비기술 개발

■ 기후변화대응 농업용수의 안정적인 공급방안 마련

○ 다목적농촌용수개발 66지구 1,729억원

○ 임진강수계농촌용수공급 1지구 40억원

○ 농촌용수이용체계재편 4지구 48억원

○ 한발대비용수개발 145억원

○ 지하수자원관리 62억원

○ 수질조사 및 개선사업 134억원

(4) 농업시스템 분야

■ 농업부문 기후변화 취약성 평가

○ 기후변화 취약성 평가를 위한 기본틀 설정 및 기초자료 수집

○ 취약성 평가를 위한 기상자료 수집 분석

○ 농업생산자원 취약성 평가를 위한 기초자료 수집 분석

■ **농업기상재해 경감을 위한 대응기술 개발**

○ 농업기상분석 및 농업기상정보 생산·제공 체계 구축

○ 농경지 토양유실 방지기술 개발

○ 비닐하우스 구조안전성 평가 기준제시

○ 일조부족 대응 시설원예작물 저비용 보광재배기술 연구

○ 과수 기상재해별 주요 과수 조사기준 연구

■ **풍수해 예방을 위한 농업기반시설 확충**

○ 수리시설 개보수 : 400지구 2,600억원

○ 방조제 개보수 : 142지구 620억원

○ 배수개선 : 105지구 1,801억원

○ 아산배수갑문 확장 : 135억원

○ 서산A간척지 농업기반시설 재정비 : 150억원

○ 농업용수관리자동화 : 13지구 80억원

○ 방조제 비상대처계획 수립 : 15지구 8억원

■ **기후변화에 따른 병해충 확산 방지 시스템 구축**

○ 아열대작물 병해충 발생 모니터링 및 진단연구

○ 감귤 볼록총채벌레 생태 구명 및 방제법 개발

○ 돌발 병해충 발생예찰 매뉴얼 작성

○ u－IT 기발 무인 해충 발생 관측 장비 핵심 기술 개발

■ **외래병해충 발생 예측 시스템 개발**

○ 외래병해충 발생 예측 시스템 개발(계속)

○ 대상 : 과실파리 5종

■ **온난화에 따른 가축질병 방지 대책**

○ 국내 가축 매개진드기와 진드기 매개 원인체 분포조사

○ 주요매개곤충(진드기 등) 국내예찰 및 매개병원체 조사

바. 적응대책 목록

분야	대책	사업명	추진 기간	비고 (기존, 신규, 변경)	담당부서 (국가, 지방정부)
농업	기후변화에 따른 작물분야의 영향평가 및 대책	기후변화에 따른 작물생산 영향평가 및 예측	2012-2015	기존	농촌진흥청
		기후변화 적응 품종 및 신작물 개발	2012-2015	기존	농촌진흥청
		기후변화 적응 재배기술 개발	2012-2015	기존	농촌진흥청
		전남지역 기후변화에 따른 국내 작물의 품질, 성분 및 생리활성 변이	2012-2015	신규	전라남도
		전남에서 유망 열대·아열대 적응 재배법 및 이용성 향상 연구	2012-2015	신규	전라남도
		전남지역 미래 농업자원의 작물화 및 산업화 기술개발	2012-2015	신규	전라남도
		전남지역 기후변화 적응 품종 및 신작물 개발	2012-2015	신규	전라남도
		전남지역 기후변화 적응 재배기술 개발	2012-2015	신규	전라남도
		전남지역 기후변화에 따른 병해충 확산 방지 시스템 구축	2012-2015	신규	전라남도
	기후변화에 따른 축산분야의 영향평가 및 대책	기후변화 대응 가축개량·관리기술 개발	2012-2015	기존	농촌진흥청
		기후변화에 따른 조사료 수급체계 대응 기술 개발	2012-2015	기존	농촌진흥청
		전남지역 기후변화에 따른 조사료 수급체계 대응 기술 개발	2012-2015	신규	전라남도
		전남지역 온난화에 따른 가축질병 방지 대책	2012-2015	신규	전라남도
	기후변화에 따른 수문분야의 영향평가 및 대책	기후변화대응 농업용수의 안정적인 공급방안 마련	2012-2015	기존	농촌진흥청
		전남지역 농업용수의 효율적 이용 및 절약 기술 개발	2012-2015	신규	전라남도
	기후변화에 따른 농업시스템 분야의 영향평가 및 대책	농업부문 기후변화 취약성 평가	2012-2015	기존	농촌진흥청
		농업기상재해 경감을 위한 대응기술 개발	2012-2015	기존	농촌진흥청
		풍수해 예방을 위한 농업기반시설 확충	2012-2015	기존	농촌진흥청
		기후변화에 따른 병해충 확산 방지 시스템 구축	2012-2015	기존	농촌진흥청
		외래병해충 발생 예측 시스템 개발	2012-2015	기존	농촌진흥청
		온난화에 따른 가축질병 방지 대책	2012-2015	기존	농촌진흥청
		<기후변화 적응 아열대작물연구소> 설립	2012-2015	신규	전라남도
		전남 농업 기후변화 취약성 평가지표 개발 연구	2012-2015	신규	전라남도

III. 농업분야 적응대책

1. 목표

○ 온실가스 감축을 통한 농가 신소득원 창출
○ 저탄소 농산물 생산과 소비 촉진 기반 구축
○ 대체 작물 및 작부체계 개발로 온난화 등 기후변화 기회 극대화
○ 지속적이고 안정적인 농산물 생산기술 개발 보급
○ 기후변화에 따른 기상재해와 병해충 발생 대응 체계 구축

2. 주요과제

○ 온실가스의 인벤토리 구축 및 감축
○ 기후변화 대응 식량작물 안정생산 기반기술 개발
○ 기후변화 대응 원예분야 안정생산 기반기술 개발
○ 축산분야 기후변화 적응기술 개발
○ 농작물 병해충 발생예측 및 관리시스템 구축
○ 농업생태계 영향평가 및 재해 예방

3. 기대성과

○ 이상 기후변화에 따른 농산물의 피해 최소화 및 피해의 산정기준의 규격화 마련
○ 도입작물의 재배모델 확립 및 지역적응 유용자원 선발로 재배 안정성 확보
○ 한반도 온난화 대응 열대, 아열대작물 도입에 의한 신소득작물로 정착
○ 온난화로 재배지 북상에 따른 대체작목 및 작부체계 개발
○ 온난화 대응 아열대 및 열대과수 에너지 절감 기술 개발로 미래농업 창출
○ 기후변화 대응 식량작물 안정 생산 기반 구축 및 미래 식량대책 수립
○ 수자원의 효율성 및 재활용 기술개발을 통한 기상이변에 따른 물 부족 대비 가능
○ 지중관수에 의한 양분 및 수분 관리 능력향상으로 물 및 양분 절감 및 품질향상
○ 기후변화에 따른 돌발 병해충 피해방지와 농작물 안정 생산에 기여
○ 병해충 모니터링 시스템 구축으로 생산기반 안정화와 피해 최소화
○ 지역별 작부체계적합 품종개발로 가치 높은 사료작물 재배면적 확대 및 자급율 제고
○ 기후변화 비상대처 계획 수립 및 시설 자동화를 통해 재해피해 최소화 및 신속 대처
○ 기후변화에 따른 전염병 유행방지로 축산업 보호 및 국민보건 향상

III. 농업분야 적응대책

4. 추진과제

대분류	세부과제	비고	관련부서
작물분야 (III-1)	① 전남지역 기후변화에 따른 국내 작물의 품질 성분 및 생리활성 변이	신규	농식품부
	② 전남에서 유망 열대·아열대 적응 재배법 및 이용성 향상 연구	기존	농식품부
	③ 전남지역 미래농업자원의 작물화 및 산업화 기술개발	신규/기존	농식품부
	④ 전남지역 기후변화 적응 품종 및 신작물 개발	신규/기존	농식품부
	⑤ 전남지역 기후변화 적응 재배기술 개발	신규/기존	농식품부
	⑥ 전남지역 기후변화에 따른 조사료 수급체계 대응 기술 개발	신규/기존	농식품부
	⑦ 전남지역 농업용수의 효율적 이용 및 절약 기술 개발	신규/기존	농식품부, 국토부
기반분야 (III-2)	① 전남지역 기후변화에 따른 병해충 확산 방지 시스템 구축	신규/기존	농식품부
	② 전남지역 온난화에 따른 가축질병 방지 대책	신규/기존	농식품부, 국토부
	③ <기후변화 적응 아열대작물연구센터> 설립	신규	전라남도
	④ 전남 농업 기후변화 취약성 평가지표 개발 연구	신규	전라남도

(대분류 : 정부기후변화적응세부시행계획, 세부과제 : 기존 및 신규 사업명(2011. 6 참고))

농업분야 작물분야(III-1-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-1-①	전남지역 기후변화에 따른 국내 작물의 품질, 성분 및 생리활성 변이	신규	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 지금까지 환경변이에 따른 작물반응 연구는 항온적인 온도 차이에 따른 생육 및 수량 특성에 관한 연구에 국한하여 진행되어 옴

○ 따라서 단기간의 이상기온 변화에 따른 농작물의 생육과 수량은 물론, 품질, 성분 및 생리활성의 변화 예상됨

2. 사업개요

○ 전남지역 주요한 농산물 중 대표성을 띠는 식량작물과 원예작물을 선정하여 단기적인 이상 기후변화를 시뮬레이션하여 작물의 반응을 연구함

○ 작물 환경변이에 따른 수량, 품질 및 기능성 변화 정성 및 정량적으로 산정

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

– 다양한 온도, 강수량 및 일조조건에 따른 작물의 생육 및 수량에 관련된 연구가 활발히 진행되어 옴

○ 추진경위

– 내재해성 품종 및 우량계통 선발

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화에 감수성 식량 및 원예작물 선정 - 항온 및 변온처리에 의한 작물의 생육 및 수량 특성 연구
2013	- 온도와 광 조합에 의한 농작물의 생육 및 수량특성 연구 - 항온 및 변온처리에 의한 작물의 품질 및 생리활성물질 함량 특성 연구
2014	- 온도와 광 조합에 의한 농작물의 품질 생리활성 및 기능성 연구 - 항온 및 변온처리에 의한 작물의 생리활성 변이 연구
2015	- 이상 기온 적응성 작목 및 품종 선발 - 항온 및 변온처리에 저항성 작물 육성연구

농업분야: 작물분야(III-1-①)

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화에 감수성 식량 및 원예작물 선정
○ 항온 및 변온처리에 의한 작물의 생육 및 수량 특성 연구

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015		계
○ 국비	1,000	1,000	1,000	1,000		4,000
○ 도비	500	500	500	500		2,000
○ 시·군비	250	250	250	250		1,000
○ 기타	250	250	250	250		1,000
합 계	2,000	2,000	2,000	2,000		8,000

7. 기대효과

○ 이상 저온(기후변화)에 따른 농산물의 피해 최소화
○ 항온과 이상 변온에 따른 피해의 산정기준 규격화
○ 이상 저온에 따른 농작물의 피해 예상 파악 가능
○ 기후 변화에 따른 재배환경 악화에도 안정적인 농산물 생산
○ 기후변화대응 표준인삼경작방법 개정으로 재배 안정화
○ 기후변화대응 신품종 및 신작목 육성 보급으로 농가소득 향상 도모

농업분야 작물분야(III-1-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-1-②	전남에서 유망 열대·아열대 적응 재배법 및 이용성 향상 연구	기존	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 한반도의 기온 상승은 세계 평균의 2배 이상 빠른 속도로 온난화가 진행되어 2100년까지 기온이 4~6℃ 상승 할 것으로 예상됨.

○ 연평균 기온이 2℃ 상승시 남해안 지역은 2050년경 현재의 제주도와 같은 난대성 기후대에 진입하고 2100년경에는 아열대 기후가 도래

2. 사업개요

○ 아열대작물 유망 유전자원 수집 및 특성검정 평가

○ 아열대 작물 안전생산 및 상품성 향상 기술개발

○ 도입작물의 기능성 성분 분석 및 부가가치 향상 기술개발

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

- 아열대 유전자원 수집 및 적응성 평가
- 열대/아열대 과수 재배기술 개발
- 만기 개화성 교배실생 선발 및 과실 특성 평가
- 저온 요구성 배 교배실생 선발 및 과실 특성 평가

○ 추진경위

- 아열대 원예작물 유전자원 수집 및 평가
- 난지 적응형 단지무 육성
- 난지형 적응 마늘 육성
- 열대아열대 유전자원 수집 : 애로루트 등 5종

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 아열대작물 유망 유전자원 수집 및 특성검정 평가: 34종
2013	- 아열대 작물 안전생산 및 상품성 향상 기술개발
2014	- 도입작물의 기능성 성분 분석 및 부가가치 향상 기술개발

농업분야: 작물분야(III-1-②)

5. 당해년도 추진계획

○ 아열대작물 유망 유전자원 수집 및 특성검정 평가 : 34종
- 과수류(20종) : 망고, 아떼모야, 용과, 구아바, 패션프룻츠 등
- 채소류(14종) : 아피오스, 아티쵸크, 오크라, 아스파라거스 등

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	1,000	1,000	1,000			3,000
○ 도비	500	500	500			1,500
○ 시·군비	250	250	250			750
○ 기타	250	250	250			750
합 계	2,000	2,000	2,000			6,000

7. 기대효과

○ 재배모델 확립 및 지역적응 유용자원 선발로 재배 안정성 확보 및 현장실증 가능
○ 연구, 산업역량 증진을 통한 수입작물 연구 기반 구축
○ 천연 기능성원료의 다양한 산업화로 국민의 먹거리, 삶의 질 향상 및 신뢰구축
○ 자원의 효율적 활용, 저비용 고품질 친환경 농업 확대로 식품안정성, 국민 보건건강 및 농가 수익성 확보

농업분야: 작물분야(III-1-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-1-③	전남지역 미래농업자원의 작물화 및 산업화 기술개발	신규/기존	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 지구온난화 영향 등으로 열대, 아열대 작물의 국내 재배 및 소득작물 증가 예상
○ 국제적인 교역 증가에 의한 열대, 아열대 작물의 국내 수입 및 소비량 증가예상

2. 사업개요

○ 전남지역 재배가능 열대, 아열대작물 작물 선발
○ 전남지역 열대, 아열대작물 특화단지 육성

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
– 아열대·열대 과수 유전자원 수집 평가 및 환경적응성 검토
– 아열대·열대 유전자원 번식법 개발
– 열대과수 노지 적응성 검토
○ 추진경위
– 품종 특성, 환경적응성 평가, 번식법, 고품질생산 기술 개발
– 상품성 향상 및 생력재배 기술 개발

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 열대, 아열대작물 자원수집, 증식 및 재배, 유통현황 분석
2013	- 열대, 아열대작물 생육특성 및 재배법 개발 - 품질 및 기능성 분석
2014	- 미래농업자원의 우리지역 재배가능작물 선발 - 특화단지 육성

농업분야: 작물분야(III-1-③)

5. 당해년도 추진계획

○ 열대, 아열대작물 자원수집, 증식 및 재배, 유통현황 분석
- 수집방법 : 종자, 묘목구입
- 수집지역 : 국내 수집, 해외수집
- 종자발아특성, 증식방법 개발
- 국내 재배 및 유통현황 조사

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014			계
○ 국비	1,000	1,000	1,000			3,000
○ 도비	500	500	500			1,500
○ 시·군비	250	250	250			750
○ 기타	250	250	250			750
합 계	2,000	2,000	2,000			6,000

7. 기대효과

○ 한반도 온난화 대응 열대, 아열대작물 도입에 의한 신소득 작물로 정착
○ 남부지역 신도입작물의 우리지역 대단위 재배단지 조성에 의한 소득 창출
○ 호기심을 유발할 수 있는 작물재배에 의한 상품화 및 관광상품 연계

농업분야: 작물분야(III-1-④)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-1-④	전남지역 기후변화 적응 품종 및 신작물 개발	신규/기존	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 지구온난화 및 기상이변으로 작물 생산환경의 급격한 변화가 예상
○ 온난화에 대응한 다양한 열대/아열대작물의 도입 및 적응 시험 및 재배기술 개발이 필요
○ 열대과수 중 국제경쟁력이 있고 소득이 높은 망고는 남해안 등으로 북상하고 있으나, 재배기술이미 확립되어 있음

2. 사업개요

○ 기후변화 적응 작물 품종 육성 및 고품질 안정생산 기술 개발
○ 기후변화에 따라 작물별 새롭게 발생되는 병충해에 대한 저항성 품종개발
○ 고온, 저온, 홍수, 태풍 및 가뭄 등 기상재해에 대응 유용유전자원의 수집 평가 및 검정체계 확립

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 기후변화 적응 작물 품종 육성 및 안정생산 기술 개발
- 기후변화 대응 고품질 생산을 위한 생리적 반응연구
- 이상기후 대비 내재해성 품종 개발
- 고품질 복합 내병충성 내재해성 벼 품종 육성
- 기후변화 대응 내재해성, 내병성 옥수수 품종 개발
- 콩 복합내병성 품종 개발과 콩 내재해성 및 내병성 검정기술 개발
- 기후변화 대응 내병성 감자 품종 개발
- 만기개화성 배 품종 육성
- 저온요구도가 낮은 배 품종 육성
- 감귤 고품질 한라봉 품종 및 노지적응 기능성 품종 육성
- 고온 등숙이 양호하고 수량성이 높은 벼 품종 및 우량계통 선발
- 맥종별 호위축병 및 흰가루병 저항성 신품종 육성
- 밀 수발아 및 붉은곰팡이병 저항성 품종육성
- 콩 복합내병성 품종 개발

○ 추진경위
- 기후변화 적응 안정생산 기술 개발
- 기후변화 대응 고품질 생산을 위한 생리적 반응연구
- 기후변화 대응 내병성 품종개발 연구 및 내재해성 품종개발 연구

농업분야: 작물분야(III-1-④)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화 대응 내병충성 품종 개발 - 기후변화 대응 내재해성 품종 개발
2013	- 내냉성, 고온등숙성 적응 유전자원 수집 및 특성검정 - 맥류 재해 안전성 품종 육성
2014	- 내병충성 유전자원 활용 중간모본 육성 - 내병충성의 복합화 및 고품질화 계통 육성
2015	- 밭작물 유전자원의 재해저항성 기작구명 및 저항성 유전자 분석 - 중간모본 품종육성 및 활용
2016	- 복합내재해성 중간모본 및 품종 개발 출원 - 내재해성 품종의 재해 상습발생지 집중 보급

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화 대응 내병충성 품종 개발
○ 기후변화 대응 내재해성 품종 개발
○ 기후변화 둔감형 품종 개발
○ 맥종별 내재해 안전성 평가

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000
○ 도비	500	500	500	500	500	2,500
○ 시·군비	250	250	250	250	250	1,250
○ 기타	250	250	250	250	250	1,250
합 계	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	10,000

7. 기대효과

○ 온난화로 재배지 북상에 따른 대체작목 개발
○ 온난화 대응 아열대 및 열대과수 에너지 절감 기술 개발로 미래농업 창출
○ 기후변화 대응 복합내재해성 품종개발 및 생산기반 구축으로 농업의 안정성 증대
○ 저온요구도 둔감형 품종 보급을 통한 주산지 변동 예방

농업분야 작물분야(III-1-⑤)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-1-⑤	전남지역 기후변화 적응 재배기술 개발	신규/기존	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 한반도 온난화에 따라 지역별로 병해 발생 양상의 변화로 맥류 품질 저하를 초래함.

○ 한반도 온난화로 작물의 재배지가 북상하고 있으나, 이에 적응한 재배 기술의 개발은 미흡한 실정임

2. 사업개요

○ 기후변화 대응 작물재배기술 개발 및 안정생산 토대 확보

○ 지구온난화에 따른 생육기간 변동 실태 조사 및 적응 재배기술 개발

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

- 한반도 온난화에 따른 지역별 주요작물 재배법 재설정 연구
- 콩 재배환경 변화 대응 고품질 안전 생산기술 개발
- 온난화에 따른 감자 재배시기 및 지역 변화 모니터링
- 기온 상승에 따른 감자 수량과 품질변화 구명

○ 추진경위

- 기후변화 대응 전작물 적정 재배기술 확립 연구
- 기후변화 대응 감자 생리생태 및 재배기술 연구

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화에 따른 밭작물 생산성 변화 분석
2013	- 기후변화에 따른 밭작물 재배적지 분석
2014	- 지구온난화 대응 밭작물 재배법 재설정 연구
2015	- 기후변화 대응 밭작물 맞춤형 작부체계 개발
2016	- 재배한계 북상에 따른 동·하계작물 작부체계 재설정 연구

농업분야: 작물분야(III-1-⑤)

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화에 따른 밭작물 생산성 변화 분석
○ 기후변화 대응 밭작물 품질변화 원인 구명
○ 지역별 맥종별 병해 발생 모니터링
○ 맥종별 생육기간 변동요인 분석

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	500	500	500	500	500	2,500
○ 도비	250	250	250	250	250	1,250
○ 시·군비	125	125	125	125	125	625
○ 기타	125	125	125	125	125	625
합 계	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000

7. 기대효과

○ 기후변화 대응 식량작물 안정 생산 기반 구축
○ 작물 재배환경 변화에 따른 맥류 생산량 유지·향상을 위한 재배기술 개발·보급

농업분야 작물분야(III-1-⑥)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-1-⑥	전남지역 기후변화에 따른 조사료 수급체계 대응 기술 개발	신규/기존	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 소 사육두수가 꾸준히 증가함에 따라 조사료 수요량 및 공급량 증가

○ 국제곡물가격 급등에 따른 사료비용 증가와 식료품가격 인상으로 인하여 생산농가 및 가계부담은 증가

○ 기후변화에 따라 고온 및 건조 등 환경적응성이 높은 목초 신품종 육성이 시급함

2. 사업개요

○ 기후변화에 따른 사료작물 생산평가 및 식량생산 안정화

○ 기후변화 대응 안정적인 목초 생산체계 구축

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

- 청보리 등 사료맥류는 양질 내재해 및 내병성 품종육성 보급
- 초종, 맥종, 품종간 혼파기술 개발
- 안정적인 조사료 최대생산을 위한 지역별 최적 혼파조합 및 재배법 확립연구, 청보리+귀리 혼파기술 보급확대
- 바히아그라스 : 한지형 목초(오차드그라스) 대비 51% 증수
- 버뮤다그라스 : 한지형 목초(오차드그라스) 대비 43% 증수

○ 추진경위

- 국내 적응 우수품종 개발 및 안정적 종자공급체계연구 추진
- 제주지역에서 국내 적응 난지형 목초 선발(3초종)
- 국내 환경적응성이 우수한 목초 신품종 개발 (2초종 6품종)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 사료 안정생산을 위한 지역별 동계사료작물의 혼파재배법 확립
2013	- 이상기상에 따른 지역별 혼파재배 확립 및 실증연구
2014	- 기후변화 적응 광적응성 조사료 품종개발
2015	- 가축 친화적 양질 다수성 품종개발
2016	- 사료작물 생산 패키지화 기술의 대규모 실증시험

농업분야: 작물분야(III-1-⑥)

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화 대응 조사료 안정생산을 위한 지역별 동계사료작물의 혼파재배법 확립
○ 사료맥류 붉은곰팡이병 발병실태조사 및 저항성 중간모본 개발
○ 내재해 양질 다수성 이탈리안 라이그라스, 오차드그라스, 톨페스큐 등 신품종 육성(계속)
○ 초지생산성 향상기술 개발 : 한지형 및 난지형 목초(계속)

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	500	500	500	500	500	2,500
○ 도비	250	250	250	250	250	1,250
○ 시·군비	125	125	125	125	125	625
○ 기타	125	125	125	125	125	625
합 계	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000

7. 기대효과

○ 수량과 사료가치가 높은 청보리 품종보급, 조사료 자급율 제고
○ 지역별 작부체계적합 품종개발로 사료작물 재배면적 확대
○ 사료가치와 기호성이 좋은 이탈리안라이그라스 재배면적 확대

농업분야: 작물분야(III-1-⑦)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-1-⑦	전남지역 농업용수의 효율적 이용 및 절약 기술 개발	신규/기존	농식품부, 국토부

1. 배경 및 필요성

○ 농업용수의 비율은 점차 낮아지고 있으나, 사용량은 '06년 대비 '11년에 6억톤 증가 전망
○ 농업용수 10%를 절감하여 공업용수 54% 또는 생활용수의 22%를 대체 가능

2. 사업개요

○ 기상이변에 따른 물 부족 대비 물 사용 효율성 향상을 위한 관개 관리 기술 개발을 위한 과제 수행
○ 시설하우스 지중관수 및 관비 기술 개발
○ 시설원예 빗물이용 실용화 기술 개발

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 녹비작물 이용 벼 재배 시 물 관리 방법 및 벼 재배법 확립
- 주요 시설작물의 생육단계별 물 소모량 및 작물계수 산정
- 대체용수 사용에 따른 환경영향 평가
- 시설재배 토양수분 측정 및 제어 시스템 개발
- 시설채소류 지중관수 및 관비 기술 개발
- 연동하우스 빗물이용 시스템 개발

○ 추진경위
- 녹비작물 이용 벼 재배 시 물 관리 방법 및 벼 재배법 확립
- 주요 시설작물의 생육단계별 물 소모량 및 작물계수 산정
- 대체용수 사용에 따른 환경영향 평가

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화와 생산환경을 고려한 물 절약형 물 관리 기술 개발
2013	- 영농형태별 물 사용 효율성 향상을 위한 물 관리 매뉴얼 작성
2014	- 물 부족 대비 물 재활용 기술 개발
2015	- 기후변화 대비 물 관리 기술 개발
2016	- 이상기상 대비 물 관리 매뉴얼 작성

농업분야: 작물분야(III-1-⑦)

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화와 생산환경을 고려한 물 절약형 물 관리 기술 개발
○ 물 절약형 물 관리 지침서 작성
○ IT를 이용한 관개관리 기술 개발
○ 시설재배 지중관수 및 관비기술 개발

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	500	500	500	500	500	2,500
○ 도비	250	250	250	250	250	1,250
○ 시·군비	125	125	125	125	125	625
○ 기타	125	125	125	125	125	625
합 계	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000

7. 기대효과

○ 물 사용 효율성 및 재활용 기술개발을 통한 기상이변에 따른 물 부족 대비 가능
○ 지중관수에 의한 양·수분 관리 능력향상으로 물 및 양분 절감 및 품질향상

농업분야 기반분야(III-2-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-2-①	전남지역 기후변화에 따른 병해충 확산 방지 시스템 구축	신규/기존	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 최근 기후, 재배기술, 품종 등의 해충 생태환경 변화로 해충 발생밀도에 따른 방제 경보 체계 구축의 필요성 증대

○ 기후온난화에 따른 확대재배 가능 아열대작물에 대한 체계적인 병해충 발생 모니터링 및 방제에 관한 연구는 극히 미흡한 실정임

2. 사업개요

○ 기후 및 농업환경 변화에 따른 병해충 돌발을 사전에 예측하고 대비하기 위한 전국 예찰 네트워크 구축 및 운영

○ 아열대 및 신소득 작물 병해충 발생 모니터링 및 진단연구

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

- 돌발 병해충 발생예찰 및 생태연구
- 수출 농산물 생산을 위한 종자전염병의 발생생태 구명
- 국내 발생 주요 작물 병해충의 관리지침서 발간('09)
- 병해충 피해경감을 위한 경제적 피해허용수준 및 요방제 수준 설정
- 아스파라거스 파총채벌레 예찰 및 방제기술 개발
- 감귤원 네눈쑥가지나방 유충 발생생태 및 방제방법 개발 등
- 참다래 우리품종 병해충 방제 기술 개발
- 도입작물에 대한 병원체 및 해충의 동정 연구 수행
- 전국 사과, 배 종합정보 네트워크 구축('03~'04, 원예원)
- 전국과수종합관리 시스템 구축('05~'07, 원예원)
- u-IT 기술기반 무인 해충 발생예찰 및 방제 체계 구축('08, 원예원)
- 무인 성페로몬트랩 및 발생 감시장치 개발('09, 안동대·그린아그로텍)
- 기후변화 대응 발생 병해충 방제 기술 개발
- 도입작물 전반에 대한 병원체 동정 및 피해양상 구명
- u-IT 기반 무인 곤충 인식 장치 개발 및 병해충 발생예찰을 위한 기반 구축
- 스마트폰 기반 모바일 병해충 발생예찰 프로그램

○ 추진경위

- 돌발 병해충 발생예찰 및 생태연구
- 수출 농산물 생산을 위한 종자전염병의 발생생태 구명

농업분야 기반분야(III-2-①)

- 국내 발생 주요 작물 병해충의 관리지침서 발간('09)
- 병해충 피해경감을 위한 경제적 피해허용수준 및 요방제 수준 설정
- 아스파라거스 파총채벌레 예찰 및 방제기술 개발

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 아열대작물 병해충 발생 모니터링 및 진단연구
2013	- 병해충 조기진단법 및 친환경 방제기술 개발
2014	- 병해충 검색용 Expert system 및 발생예측 모델 개발
2015	- 증강 현실 기법을 이용한 원격 병해충 진단 서비스 체계 구축
2016	- 친환경 농산물 생산 지원 체계 구축

5. 당해년도 추진계획

○ 아열대작물 병해충 발생 모니터링 및 진단연구
○ 감귤 볼록총채벌레 생태 구명 및 방제법 개발
○ 돌발 병해충 발생예찰 매뉴얼 작성
○ u-IT 기발 무인 해충 발생 관측 장비 핵심 기술 개발

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	500	500	500	500	500	2,500
○ 도비	250	250	250	250	250	1,250
○ 시·군비	125	125	125	125	125	625
○ 기타	125	125	125	125	125	625
합 계	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000

7. 기대효과

○ 기후변화에 따른 돌발 병해충 피해방지와 농작물 안정 생산에 기여
○ 병해충 모니터링 시스템 구축으로 생산기반 안정화
○ 과수 병해충 모니터링 시스템 구축으로 생산기반 안정화

농업분야 기반분야(III-2-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-2-②	전남지역 온난화에 따른 가축질병 방지 대책	신규/기존	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 인구증가, 산업화, 도시화 등에 의한 온실가스 배출량 증가로 지구표면 온도상승과 기후대 이동으로 우리나라는 아열대 기후화 진행

○ OIE에서"동물 전염병 발생과 축산업에 대한 기후 및 환경변화의 영향"에 대해 논의(제 77차 OIE 총회, '09.5)

2. 사업개요

○ 매개체 가축질병의 효율적 관리를 위해 종합적인 시스템 구축

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

- 돌발 병해충 발생예찰 및 생태연구
- 수출 농산물 생산을 위한 종자전염병의 발생생태 구명
- 국내 발생 주요 작물 병해충의 관리지침서 발간('09)
- 병해충 피해경감을 위한 경제적 피해허용수준 및 요방제 수준 설정
- 아스파라거스 파총채벌레 예찰 및 방제기술 개발
- 감귤원 네눈쑥가지나방 유충 발생생태 및 방제방법 개발 등
- 참다래 우리품종 병해충 방제 기술 개발
- 도입작물에 대한 병원체 및 해충의 동정 연구 수행
- 전국 사과, 배 종합정보 네트워크 구축('03~'04, 원예원)
- 전국과수종합관리 시스템 구축('05~'07, 원예원)
- u-IT 기술기반 무인 해충 발생예찰 및 방제 체계 구축('08, 원예원)
- 무인 성페로몬트랩 및 발생 감시장치 개발('09, 안동대·그린아그로텍)
- 기후변화 대응 발생 병해충 방제 기술 개발
- 도입작물 전반에 대한 병원체 동정 및 피해양상 구명
- u-IT 기반 무인 곤충 인식 장치 개발 및 병해충 발생예찰을 위한 기반 구축
- 스마트폰 기반 모바일 병해충 발생예찰 프로그램

○ 추진경위

- 병해충 국가 예찰망 구축
- 국가 병해충 관리 시스템 구축
- 아열대작물 병해충 발생 모니터링 및 진단연구
- u-IT 기반 기술을 응용한 무인 해충 발생예찰 장비 개발

농업분야: 기반분야(III-2-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 국내 가축 매개진드기와 진드기 매개 원인체 분포조사 - 주요매개곤충(진드기 등) 국내예찰 및 매개병원체 조사
2013	- 리슈만편모충병 재조합단백질의 면역원성 연구 - 소 아보바이러스 혈청검사법 개선
2014	- 페스트진단법 개발 및 모니터링 - 돼지 단독 진단법 개발 및 모니터링
2015	- 표준 트리파노조마 편모충 면역원성 연구 - 자라에서 일본뇌염의 잠재적 위험성조사
2016	- 트리파노조마 편모충 모니터링 - 크리미안콩고출혈열 국내 예찰 - 아프리카돼지열병 진단법 개발

5. 당해년도 추진계획

○ 국내 가축 매개진드기와 진드기 매개 원인체 분포조사

○ 주요매개곤충(진드기 등) 국내예찰 및 매개병원체 조사

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	500	500	500	500	500	2,500
○ 도비	250	250	250	250	250	1,250
○ 시·군비	125	125	125	125	125	625
○ 기타	125	125	125	125	125	625
합 계	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000

7. 기대효과

○ 기후변화에 따른 전염병 유행방지로 축산업 보호 및 국민보건 향상

○ 수의분야 녹색기술 성장동력 개발

농업분야 기반분야(III-2-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-2-③	<기후변화 적응 아열대작물 연구센터> 설립	신규	전라남도

1. 배경 및 필요성

○ 인구증가, 산업화, 도시화 등에 의한 온실가스 배출량 증가로 지구표면 온도상승과 기후대 이동으로 우리나라는 아열대 기후화 진행

○ 전남은 기후변화 대응 농어업으로 전환을 위한 인적·물적 인프라 미흡

○ 전남의 기후변화를 분야별이 아닌 총괄·전담할 조직 구성을 통해 체계적·종합적 대응에 한계

○ 전남 국지 농업기상 정보 등 상세 농업기상 정보를 생산·가공하고 기후변화 적응에 연계·활용할 수 있는 역량 부족

2. 사업개요

○ 전남의 효과적인 기후변화 대응을 위해 인적·물적 인프라 강화

○ 농업기술원에 기후변화 대책을 전담·총괄하는 『전남 농업기후변화연구소』또는 『기후변화 적응 열대작물센터』 신설

○ 기후변화 대응 업무와 재해대책 업무 등을 총괄하고 미래농업 연구개발을 기획함

○ 기후변화대응센터의 구성 및 기능 등에 대한 연구용역을 추진하고, 용역결과를 바탕으로 근거마련 등 설치 추진

○ 전남 식량 생산예측, 실시간 작황관측, 농업정보(병해충 예보, 재배관리 등) 제공

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

- 온실가스의 인벤토리 구축 및 감축 계획 설정
- 기후변화 대응 식량작물 안정생산 기반기술 개발 계획 수립
- 기후변화 대응 원예분야 안정생산 기반기술 개발 계획 수립
- 축산분야 기후변화 적응기술 개발 계획 수립
- 농작물 병해충 발생예측 및 관리시스템 구축 계획 수립
- 농업생태계 영향평가 및 재해 예방 시스템 구축 계획 수립

○ 추진경위

- 농어업 경영체의 자발적 온실가스 감축을 유도할 수 있는 제도 미비
- 농축수산물에는 탄소표시제가 미도입으로 농어업 경영체의 자발적 저탄소 농업 유인에 한계
- 전남 기후변화 대응에 기본방향이 설정되지 않아 효과적인 기후변화 대응에 한계
- 전남 기후변화 대응 핵심요소인 R&D에 대한 선제적 투자 미비

농업분야: 기반분야(III-2-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화 대응을 위해 인적물적 인프라 조성 및 대외 협력체계 구축 -『전남 농업기후변화연구소』 또는『기후변화 적응 열대작물센터』 신설
2013	- 전남 온난화 농업적 영향 평가 및 재배동향 분석연구 인프라 구축 - 전남 열대/아열대작물 적응성 평가(적응성, 용이성, 기호성, 수익성 등)
2014	- 전남 열대/아열대 수집 유전자원 적응성 검토 및 선발 - 전남 유망 신소득 작물의 지역적응 시험 및 재배 관리기술 개발
2015	- 전남 기능성 성분 탐색 및 이용성 향상 기술개발 - 열대/아열대작물 작목별 재배지대 구분 및 재배적지 설정
2016	- 전남 온난화 대응 작목별 재배 관리기술 매뉴얼 작성 보급 - 전남 신소득 작목 재배확대를 위한 주산단지 조성 및 브랜드 육성

5. 당해년도 추진계획

○ 전남 농업 기후변화 대응을 위해 인적·물적 인프라 조성 및 대외 협력체계 구축

○『전남 농업기후변화연구소』 또는『기후변화 적응 열대작물센터』 신설

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	25,000
○ 도비	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	12,500
○ 시·군비	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	6,250
○ 기타	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	6,250
합 계	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	50,000

7. 기대효과

○ 자연 및 농업생태계에 미치는 기후변화의 직·간접적인 영향 규명

○ 기후변화에 대한 적응하는 정보와 수단을 강구하고 자연 및 농업생태계의 회복 및 개선

○ 대기 온실가스 방출 완화시키기 위한 모든 농업적 관리 수단 개발 지원

○ 중앙 및 지방 정부의 의사결정과 정책 입안위한 과학적 근거 의사결정 지원

농업분야 기반분야(III-2-④)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
III-2-④	전남 농업 기후변화 취약성 평가지표 개발 연구	신규	전라남도

1. 배경 및 필요성

○ 중앙정부 및 지자체별 세부 시행계획 작성 지침이 마련되고 있지만 현재 취약성을 평가할 수 있는 지표에 대한 정확한 통계자료 구축이 미비함

○ 몇몇 지자체와 연구자들이 농업부문 전반을 대상으로 취약성 평가를 수행하였으나, 실질적으로 지자체에서 어떤 항목(벼, 가축, 과수, 기반시설, 농업시설 등)에서 취약한지 파악할 수 없음

○ 적응대책 수립 및 취약성 정도의 높은 평가를 위해서는 평가에 지표로서 사용되는 변수에 대한 지자체별 통계자료 수집이 매우 중요

2. 사업개요

○ 전남 농업의 취약성 평가를 위한 지표선정 및 표준화 방법론 개발

○ 선정된 지표와 관련된 자료의 전남 시군구별 DB 구축

○ 전남 시군구에 대한 세부 평가항목별 취약성 평가

○ 취약성평가로 얻어진 결과에 의해 전남 지자체별 취약요소 선정 및 보고

○ 전남 지자체별 농업부문 적응 대책 수립을 위한 컨설팅

○ 전남 기후변화에 따른 생산성 평가, 작목선택 등 농업인 의사결정 지원선정

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

- 기후변화 취약성 평가모형 개발 및 취약성 지도 작성
- 기후변화에 따른 병해충 발생 취약성 분석
- 이상기상에 따른 재해유형별 취약지대 구분
- 농업기후자원의 변동 분석으로 기상재해 취약지역 분석
- 기후변화에 따른 지역별 농업생산기반 취약성 평가
- 농업생산기반(토양, 농업용수 및 농업생산시설)에 대한 취약성 평가는 이루어지지 않았음

○ 추진경위

– 한반도 농업생태계 취약성 평가를 위한 기본틀 설정 및 자료 수집

- 고온, 저온, 홍수, 가뭄, 일조부족, 서리, 바람, 눈 등 이상기상에 따른 농업 생산 취약지대 분석을 위한 기상자료 수집 · 분석
- 기후변화에 따른 지역 농업자원 변동 분석을 위한 기초자료 수집

농업분야: 기반분야(III-2-④)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 전남 기후변화 취약성 평가를 위한 기본틀 설정 및 기초자료 수집 - 전남 농업생산자원 취약성 평가를 위한 기초자료 수집 분석
2013	- 전남 기후변화 취약성 평가지표 개발을 위한 자료의 표준화 및DB구축 - 전남 이상기상에 따른 재해유형별 취약 기후지대 구분 - 전남 농업생산자원 취약성 평가를 위한 토양농업용수 변동 조사
2014	- 전남 기후변화 취약성 평가 및 취약성 지도 작성 - 전남 이상기상에 따른 재해유형별 취약지대 분석 및 지도 작성 - 전남 기후변화에 따른 지역별 농업생산자원 취약성 평가
2015	- 전남 취약성 평가지표 산출 프로그램 개발 및 보급 - 전남 기상재해 취약지대 변동 예측모형 개발 - 전남 기후변화에 따른 농업생산자원 변동 예측모형 개발
2016	- 전남 기후변화 시나리오에 따른 취약성 변동 분석 - 전남 기후변화 시나리오에 따른 재해유형별 위험도 분석 - 전남 기후변화 시나리오에 따른 농업생산자원량 변동 예측

5. 당해년도 추진계획

○ 전남 맞춤형 기후변화 취약성 평가를 위한 기본틀 설정 및 기초자료 수집

○ 전남 취약성 평가를 위한 기상자료 수집 분석

○ 전남 농업생산자원 취약성 평가를 위한 기초자료 수집 분석

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	250	250	250	250	250	1,250
○ 도비	100	100	100	100	100	500
○ 시·군비	100	100	100	100	100	500
○ 기타	50	50	50	50	50	250
합 계	500	500	500	500	500	2,500

7. 기대효과

○ 정책추진 우선순위의 도출로 효율적인 기후변화 적응대책 수립에 기여

○ 전남 농업부문 기후변화 취약성을 평가하기 위한 표준화된 방법 제시 가능

○ 전남 농업취약성 평가결과의 홍보로 불확실한 미래에 대한 경각심 앙양

4. 산림분야

가. 전라남도 기후영향 현황

■ 기후변화와 산림

○ 산림생태계는 기후에 크게 영향을 받기도 하는 반면 Albedo와 수분수지에 영향을 미쳐 지구기후시스템에 다시 영향을 줌.

○ 아울러 방대한 탄소저장고로서의 산림이 재해나 병해충 그리고 쇠퇴현상 등으로 영향을 받으면 역으로 배출원이 됨.

○ 기온상승에 따라 식생대가 이동하며 경쟁관계의 변화, 생물계절과 먹이사슬체계의 변화 과정에서 더욱 번성하는 생물이 있는가 하면 줄어들거나 소멸하는 생물이 발생함.

○ 현재의 기후변화는 생물이 적응하기에는 지나치게 빠른 속도이고 서식지 분할과 환경오염과 같은 다른 환경적 압력이 함께 작용하고 있어 생물다양성에 위협이 되고 있고 고산지대에 서식하는 종들은 그 분포범위가 축소되거나 소멸될 위험성도 높아지고 있음.

○ 산악지역은 수자원 확보, 고유 생물종과 유전자원, 휴양 및 관광 등 생태계 서비스에서도 중요한 역할을 하는데 기후변화에 매우 민감하게 반응하고 많은 스트레스를 받을 것임.

○ 더구나 산림생태계의 주요 구성원인 수목의 수명이 길어 수십 년에서 100년 이상을 주기로 관리하여야 하므로 기후변화를 고려하지 않고 숲을 조성하고 관리하지 않으면 당초 기대했던 효과를 얻지 못하고 심각한 영향을 받으므로 적응대책이 시급한 분야이고 사전 예방적 또는 전진적인 대응이 요구됨.

○ 그러나 지금까지 산림분야는 그 중요성과 시급성은 큰 반면 기후변화에 관련한 연구나 적응 사업에 대한 투자가 다른 분야에 비해 매우 적어 미래의 문제에 대한 적극적 대응이 미흡함.

■ 기후변화와 적응

○ 기후변화 문제는 산림의 모든 분야에 시공간적으로 영향을 주고받는다는 점에서 산림 관리의 새로운 전환점이 될 수 있으며 이에 대해 적절히 적응하기 위해서는 먼저 그 영향과 취약성이 제대로 평가되어야 하고 그에 따른 연구가 필요함.

○ 산림은 지구 전체 광합성량의 2/3 가량을 담당하며 대기와의 교환 양이 매우 크고 기후변화에 대해 민감하게 반응하는데 개엽시기, 식생대 이동, 생산성 변화 등과 함께 식재시기와 식재수종 선정 그리고 산림관리에 있어 적응대책이 절실히 요구됨.

○ 최근 산불과 산사태의 발생규모가 커지는 경향은 기상변동과 관계가 있으며 이들이 상호 상승작용도 하고 있는 것으로 판단됨.

○ 특히 우리나라는 여름철에 집중강우가 내리는 몬순기후에 속하는데 기후변화로 여름철 강수량이 크게 증가할 것으로 예상되어 폭우로 인한 산사태 피해가 더욱 우려되어 재해 및 생태교란의 위험성 변화예측과 함께 취약성 평가, 그리고 이들의 피해예방과 관리대책의 수립이 요구됨.

○ 아울러 병해충발생도 지구온난화에 따라 돌발적으로 부각될 수가 있기 때문에 이들에 대한 예찰과 확산예측 및 사전관리를 도모해야 하며 외부로부터 유입되는 병해충의 감시체계 강화도 필요함.

○ 기후변화에 대한 적응대책수립의 중요한 측면은 취약성이 클 것으로 예상되는 부분에 우선적으로 대비하는 것과 함께 산림생태계를 다양하고 건강하게 만드는 것이 필요함.

○ 어느 한 요소의 변화가 생태계라는 시스템에 미치는 영향은 상당히 복잡한 과정으로 발현되므로 기후변화에 따른 영향을 예측하기란 쉽지 않으며 많은 조사 자료를 기반으로 그 변화를 예측할 수 있는 연구가 필요함.

○ 산림분야에서 기후변화에 대한 영향은 다음과 같이 요약·정리할 수 있음.

- 생물다양성 변화: 생물 종 분포 이동 및 범위 변화, 생물군집 종 조성, 유전자원 변화, 생물계절(개엽, 개화, 우화 등)변화.
- 산림생산성 및 서비스 변화: 목재 및 산림부산물 생산성 변화, 산림생태계 생산성(탄소흡수/배출기능) 변화, 산림 수자원, 경관 및 휴양 변화
- 산림재해 변화: 산불 및 산사태발생 위험성 변화, 산림병해충 발생 변화

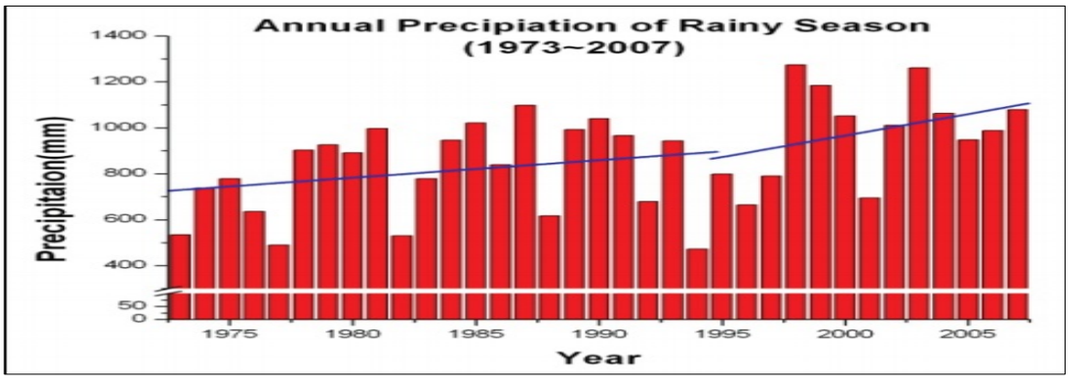
○ 따라서 산림분야의 종합적이고 체계적인 영향 및 취약성 평가와 적응전략 수립 필요함.

나. 전라남도 기후영향과 전망

1) 기후변화 영향

○ 심각한 산림훼손과 화석연료 사용으로 이산화탄소를 비롯해 온실가스로 인하여 20세기에 이미 지구평균기온이 약 0.74℃정도 상승하였으며 해수면은 10~25cm가 상승하였고, 결빙기간과 겨울철이 짧아진 반면 집중 호우와 같은 극한 이상 기상현상이 증가하였다고 정부간기후변화협의체(IPCC; Intergovermental Panel on Climate Change, 2007)에서 보고 됨.

○ 21세기에는 더욱 빠른 속도로 진행되어 2100년에는 기온과 해수면이 최대 6.4℃, 59cm가 상승하고, 평균기온 1.5~2.5℃ 상승으로 약 20~30%의 생물종이 멸종위기에 처할 것으로 예상됨.



<그림 5-4-1> 근래 약 30년간 평균 강수량의 변화(1973~2007)

■ 국내 기후변화와 피해

○ 국립기상연구소에 따르면 우리나라는 1.5℃가 상승하였는데 측후소가 도시임을 감안하여 도시화 영향을 배제하고라도 약 0.9℃ 가량 상승한 것으로 관측(권원태, 2003).

○ 이러한 극한적인 기상현상으로 인한 재앙이 1980년대 후반부터 기온이 상승하면서 기상이변의 빈도가 증가.

- 여름철 호우 재해의 발생빈도가 연평균 5.3회(1940~70년대)에서 8.8회 이상(1980~ 1999)으로 증가되었음

○ 특히 2000년 이후에는 태풍 등 기상재해에 따른 경제적 피해가 급증되었음.

- 경제적 피해규모가 1960년대 매년 평균 1천억대에서 1990년대 6천억대, 2000년 이후는 2.7조원대로 확대되었음.
- 2002년 8월 발생한 태풍'루사'와 2003년 9월 태풍'매미'가 대표적인 사례임
  - '루사'에 의한 재산 피해규모: 총 5조 4,696억원(사망 124명, 실종 60명, 이재민 8만8,625명)
  - '매미'에 의한 재산 피해규모: 총 4조 7,810억원(사망 117명, 실종 13명, 이재민 1만975명)

<표 5-4-1> 우리나라 2010년 이상기후 기록

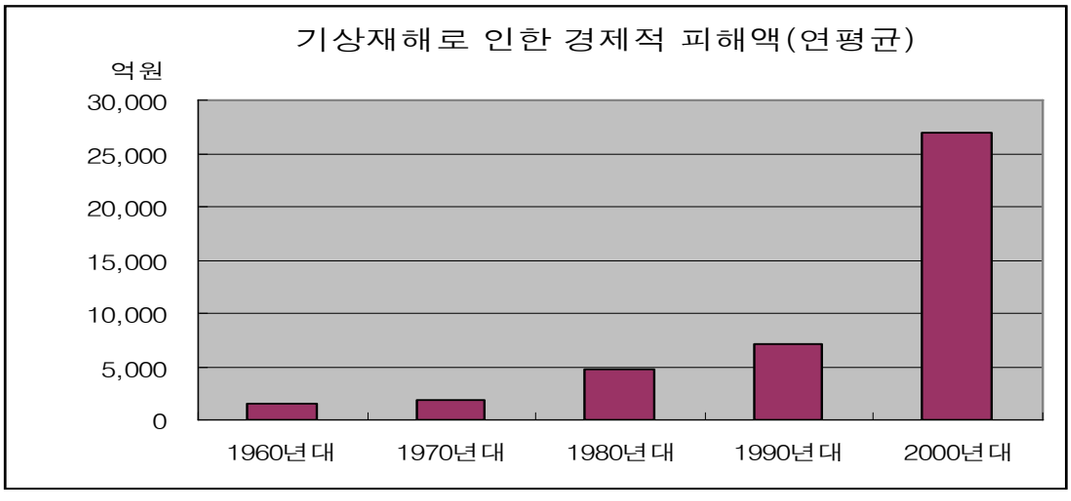
이상기후 기록
1월 4일 서울에 25.8cm의 폭설(1937년 관측 이래 최대)
지난해 12월 2일 이후 3주간 한파 지속
3월 20일 흑산도의 시간평균 황사농도가 2,712㎍/㎥로 역대 최고
3월 하순부터 4월말까지 이상저온 지속(평균최저기온 1973년 이래 1위)
봄철 강수일수가 평년 대비 9.9일 많았음(1973년 이래 1위)
봄철 일조시간이 평년 대비 76.8% 기록(1973년 이래 최소 1위)
여름철 92일 중 81일의 전국 평균기온이 평년보다 높아 폭염 지속
8월 9일 태풍 덴무 이후 한 달 이내에 3개의 태풍 영향 받음
9월 1일 태풍 곤파스에 의한 흑산도 순간최대풍속 45.4m/s 기록
9월 21일 서울의 일강수량 259.5mm 기록(1908년 이후 역대 2위)
11월 11일 서울의 황사농도가 가을철 농도 역대 최고(1,191㎍/㎥)

출처: 2010 이상기후 특별보고서 (기상청)

○ 2000년 동해안에서 발생한 대형 산불, 2005년 4월 말 최고 34℃까지 오른 전국적 폭염, 2006년 6월에서 7월까지 3개의 태풍과 함께 가장 긴 장마로 인한 폭우 피해발생.

○ 2007년 집중호우와 늦더위 및 겨울철 황사 등의 피해 발생. 특히 봄마다 황사로 인한 피해가 확대.

- 연간 황사 발생일수가 1980년대 평균 3.9일에서 2000년 이후에는 평균 12.4일로 3배 이상 증가 (기후변화로 인한 사막화 확산과 저기압 발생으로 황사현상 심화).
- 우리나라에 영향을 미치는 황사는 중국과 몽골의 타클라마칸, 고비 등의 사막지역에서 발원해 계절풍을 타고 이동
- 발원지 부근의 황사량 중 30%는 발원지 부근에, 20%는 주변 지역에 영향을 주며, 50%가 장거리를 이동해 우리나라, 일본 등에 영향 (국립환경과학원 보고, 2007)
- 황사로 인한 피해규모는 연간 5조 5천억으로 추산, 2002년 피해액은 경상 GDP의 0.8%, 국민 1인당 11.7만원 수준(환경정책평가원, 2004)



<그림 5-4-2> 연평균 기상재해로 인한 경제적 피해액(기상청, 2010)

■ 국외의 영향과 피해

○ 극한적인 기상현상으로 인한 재앙이 1990년대 후반부터 아주 빈번하게 나타나고 있고 매번 과거 기록들을 갱신하고 있음.

○ 2003년 여름, 유럽에서는 프랑스 40.0℃, 스위스 41.5℃ 등을 기록, 온갖 고온기록을 갱신하면서 폭염으로 2만 명 이상이 희생.

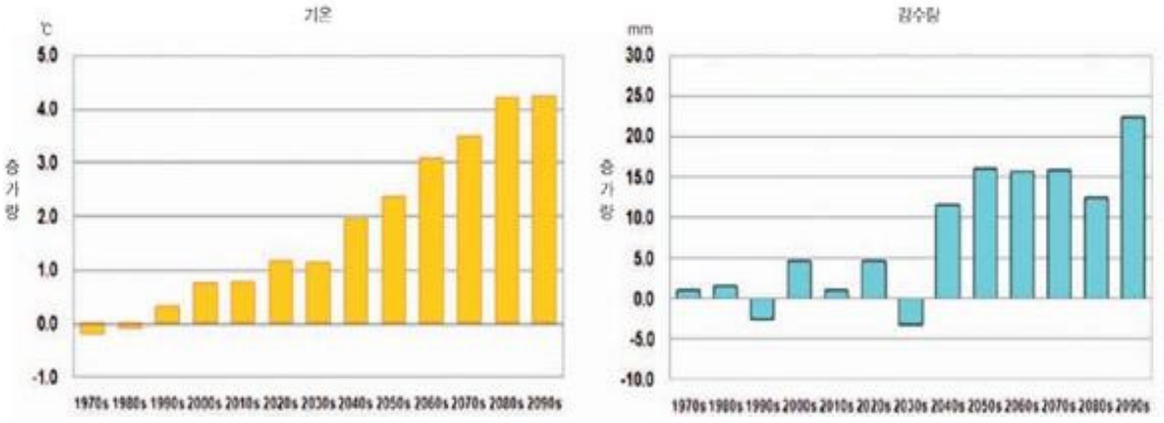
○ 2005년 미국에선 대형 허리케인 카트리나가 덮쳐 뉴올리언즈 시가 물에 잠기면서 1천 여 명의 희생을 가져왔음. 같은 해 브라질에서의 가뭄, 2007년 뉴욕에 발생한 토네이도, 이란에서의 사이클론 발생, 그리고 해마다 미국, 인도네시아 등 곳곳에서 대형 산불이 발발하여 인간을 위협하고 있음.

○ 2008년 5월 미얀마 중남부 지역에 사이클론 나르기스가 덮쳐 수만 명이 사망.

2) 향후 기후변화 전망

○ A1B 시나리오에 따른 기온변화는 20세기말(1971~2000년) 대비 21세기말(2071~2100년) 한반도 연평균 기온은 4℃ 상승하며, 특히 겨울에 두드러질 전망.

- 일 최고기온보다 일 최저기온의 상승이 뚜렷하여 기온 연교차는 현재보다 감소 예상.
- 우리나라 온대기후대 지역은 상당부분이 난대지역 기후대로, 난대기후대 지역은 다시 아열대 기후대로 변하면서 점차 북상할 것으로 예상.



<그림 5-4-3> 우리나라 기온과 강수량의 변화와 미래 전망(국립기상연구소)

○ A1B 시나리오에 따른 강수의 변화는 20세기말(1971~2000년) 대비 21세기말(2071~2100년) 한반도 연 강수량은 17% 증가가 전망, 8월과 9월의 강수량 증가가 큼.

- 강수량의 시공간 변동성은 더 커질 것으로 예상되며, 지역에 따라 가뭄 및 호우 현상과 같은 서로 상반된 강수현상이 심화될 가능성이 높음.

다. 국내·외 선행 연구 사례

1) 선행연구 고찰

가) 국외 사례

■ **캐나다**

○ 캐나다 정부는 교토의정서 가입국이며 2005년 가을에 유엔기후변화회의를 주최하여 국가 차원에서 기후변화 문제에 우선순위를 두고 국제사회와 긴밀하게 협력하고 있음. 캐나다의 산림이 보유하는 탄소 저장량의 변화를 감시하고 측정하기 위한 시스템을 개발하고 실현하기 위하여 조사사업과 여러 가지 노력이 현재 진행되고 있음.

○ 캐나다는 지난 1세기 동안 기온이 약 1℃ 정도 상승했으며 수종의 분포와 산림 생산성,

재해 상황에 상당한 영향을 미칠 것으로 예측하고 있음. 특히 기후 변화에 의해 남쪽의 산림보다 훨씬 더 큰 영향을 받을 수 있는 캐나다 산림의 3/4을 차지하는 아한대 산림에 대해 중점적으로 연구하고 있음.

○ 주요 연구활동은 캐나다의 기후변화 영향 및 적응연구 네트워크(C-CIARN)는 2001년 2월 27일 온타리오주 토론토에서 기후와 관련된 산림의 영향 및 적응에 관심을 가지고 연구하는 몇 개의 캐나다 조직체가 중심이 되어 결성되었고, 이 네트워크의 주요임무는 기후의 변화에서도 캐나다 산림이 안정적인 경영을 촉진하는데 있으며 산림과 미래의 산림생장 변화에 관련된 프로젝트를 수행하고 있음.

<표 5-4-2> 산림분야에 관련된 기후변화 영향 및 적응연구

구 분	연 구 제 목
1	동절기 이후 데이터를 활용한 자작나무의 수관의 봄철 가지마름 정도 평가
2	한대림의 자연 교란과 기후변화
3	산림수문에 있어서 기상변화 영향 지표개선
4	캐나다 서부내륙의 포플러 산림의 생산성과
5	캐나다 산불이 기후변화에 미치는 영향
6	한대림의 취약성 평가
7	기후변화 적응을 위한 산림 부문의 체제 구축
8	캐나다 서부의 한대 산림생태계의 기후영향 시뮬레이션
9	대초원에 있어 기후변화에 적합한 산불관리
10	가연성 녹지에 있어 기후변화 영향평가

○ 가스배출을 줄이고 산림지대의 탄소 흡수량을 증가시키는 방법은 산불과 해충, 질병 감염 등 자연재해를 제한하고, 벌채된 산림의 신속한 재생, 산림의 생산성 증가, 산림파괴의 제한, 한계농지의 산림조성 등임.

○ 기후변화 모델링 연구결과에 따르면 캐나다의 기후대는 매년 5,000m씩 북쪽으로 이동하고 있는데 비해 수목들이 종자로 이동할 수 있는 거리는 1년에 100~200m 수준에 불과하여 대부분의 수종들이 기후변화로 인해 부적응 상태에 놓일 것이라고 예측하고 있음.

■ 영국

○ 2004년부터 시작된 국민 보건프로그램으로 매년 6~9월 사이에 운영되어 기상청의 예보

에 따라 보건부 및 관련부서가 대응조치를 취하는「Heatwave Plan」에 의거 이상고온이 예보되면 관련 정보와 행동지침을 대중매체를 통해 전달하고 특히 노인 또는 장애자를 위한 자원봉사자와 사회사업팀이 지원

○ 기후변화 대응 적응정책의 수립과정에 시민참여가 제도적으로 확립되어 있음. 특히 도시의 기후변화 요인과 적응대책의 필요성에 대하여 시민의 인식을 고취시켜 공감대를 넓히고, 기후변화 대응 적응정책의 결정과정에 이해당사자의 참여를 바탕으로 생활밀착형 기후적응 관리가 이루어지고 있음.

○ 기후변화 영향요인에 대한 과학적 분석 및 확인이 이루어지고 있음. 도시의 과거 및 현재에 걸친 기후변화 추이를 파악하고, 미래에 대한 기후변화 영향 시나리오를 작성하며, 이를 바탕으로 도시의 기후변화 요인별 영향과 단계별 대응방향 제시

○ 기후변화 적응 프로그램을 다양하게 마련하고 있는데 도시의 기후변화 영향에 적응하기 위하여 다음과 같은 다양한 프로그램들을 마련하고 있음.

- 에너지·물 수요 관리 및 옥상녹화 등 기후변화에 취약한 도시시스템에 기존의 부하를 줄이기 위한 조치
- 분산형 에너지와 광역 물공급 시스템의 연계와 같은 극한 기후에 도시의 회복력을 증대시키기 위한 계획
- 위험지구 지정, 위험지역 개발 제한 등 취약한 도시 시스템을 보호하기 위한 완충지대 혹은 이주 프로그램 마련
- 인프라 설계 기준 강화 및 제방 보강 등 취약한 구조와 시스템의 보강을 위한 조치
- 예측과 조기 경보 시스템, 응급대응 계획 등 부문별 적응정책의 수립·실행 추진

○ 기후변화에 취약한 모든 부문이나 지역, 집단에 대한 적응정책 추진을 지양하고, 취약성 분석, 적응정책의 비용·효과 분석 등을 바탕으로 적응정책의 긴급성과 우선순위를 파악한 후 주요 부문별 차별적인 적응대책을 추진하고 있음.

■ 미국

○ 미국의 기후변화와 산림생태계 상호작용에 연관된 연구계획 수립은 농무성 산림청(USDA Forest Service)에 의해 주도되고 있으며, 1991년도에 약 221억원의 자금으로 시작된 산림청지구변화연구계획(FSGCRP; Forest Service Global Research Program)이 대표적인 활동으로 초창기에는 주로 대기오염에 관한 연구 수행

<표 5-4-3> FSGCR의 산림분야 주요 연구 활동분야 및 내용

활 동 분 야	주 요 내 용
기후변화와 산림의 변천	- 생산성 (산림생산성 향상, 수분과 무기성분, 가뭄, 산불) - 탄소저장 - 물 - 질소축적
기후변화와 교란	- 산불체제 - 건조 - 병충해(발생분포의 변화) - 태풍, 우박, 돌풍 등의 변화 가능성

○ 2003년부터 형성된 범국가차원의 기후변화 대응 위원회로 기후변화에 관한 과학적연구, 기후변화 대처를 위한 기술개발 그리고 기후변화에 대한 적응 등에 관한 정보를 제공하여 신속한 정책 입안을 지원하는 기후변화과학기술통합 위원회(CCCSTI: Committe on Climate Change Science and Technology Integration)를 통해 연방정부 부처들이 협의하여 범국가차원에서 기후변화 대응방안을 모색하고 USGCRP(US Global Change Research Program)에 따라 기후변화가 환경 및 사회에 미치는 영향의 과학적 연구를 수행하며 농무부, 상무부, 해양대기청, 국방부, 에너지부, 보건부, 국무부, 교통부, 환경부, 항공우주국, 국제개발처 등 참여

○ 국가차원의 일관성있고 체계적으로 업무수행을 하기 위한 법으로 1994년 국가기후프로그램법 (National Climate Program Act)을 제정과 지구변화연구법(Global Change Research Act)을 제정하여 법적인 뒷받침

○ 기후변화 적응을 위한 숲가꾸기를 비롯한 건강한 산림관리, 계류생태계 관리, 임도시설관리 등에 실행적 가이드라인 개발연구와 함께 숲가꾸기 산물의 바이오매스이용과의 연계 등 종합적인 기후변화 적응과 저감사업 추진

■ 일본

○ 기후변화에 의한 산림생태계의 영향과 적응에 관한 연구는 우리나라와 비슷하게 주로 일본 산림총합연구소에서 이루어지고 있으며 환경청 연구센터 등에서도 기후변화에 따른 산림식생의 반응과 같은 생태계 변화에 대한 연구들이 진행되고 있음.

<표 5-4-4> 일본 삼림총합연구소의 기후변화 관련 연구

연구 영역	연 구 내 용	주요 관련 연구 프로젝트
임업경영·정책	산림의 탄소량 전국적 평가	교토의정서 흡수원으로의 산림기능 평가에 관한 연구
산림관리	산림 생장량의 추정과 탄소흡수량 평가	투명하고 검증 가능한 방법에 의한 흡수원의 평가에 관한 연구
식물생태	지구온난화가 천연림, 인공림에 미치는 영향 관계	지구온난화의 생물권에의 영향, 적응, 취약성 평가연구
	산림생태계에서의 CO_2 수지	지구온난화가 농림수산업에 미치는 영향 평가와 대책기술 개발 연구
입지환경	토양탄소 동태 및 고정 저장기능 구명	CO_2 Flux 관측에 의한 산림생태계 탄소 수지량의 고도 평가

■ 뉴질랜드

○ 뉴질랜드는 호주와 함께 온실가스 국가 감축의무 시행에 있어서 산림의 역할이 가장 큰 나라 중의 하나인 까닭에 산림의 탄소축적과 관리에 관한 연구들이 많이 수행되고 있음.

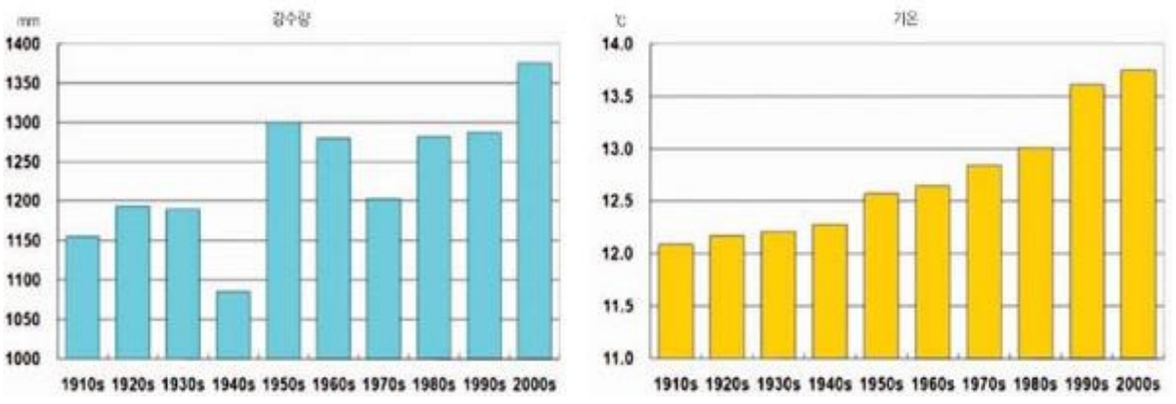
<표 5-4-5> 뉴질랜드 임업연구원의 기후변화 관련 연구

연구 분야	연 구 내 용
탄소모니터링(CMS)	뉴질랜드의 고유 산림, 관목지 및 토양에 대한 탄소 모니터링 개발
탄소 축적	인공림에서의 탄소축적 및 흡수저장 추정 모델 개발
탄소 모델링	인공림 시업체계에 따른 탄소흡수 저장량 변화 모델 개발
탄소 예측	기후변화가 산림의 생산성 및 탄소 흡수저장에 미치는 영향 분석
탄소 경제	다양한 인자가 잠재적 투자회수 등 임업경제에 미치는 영향 평가

나) 국내사례

○ 국내에서는 주요 수종에 대한 유전다양성 평가연구, 극한최저기온을 기준으로 한 수종별 조림 가능지 선정연구, 기후변화 시나리오에 따른 산림생태계 및 산림수종 변화에 대한 연구 등이 수행되었거나 수행되고 있음. 그러나 이를 종합하여 수종별 기후변화 취약성을 평가한 자료는 미비한 실정임.

○ 우리나라는 기상청이 기후관련 업무 활성화를 위해 환경부와 공동으로 운영되는 협의체인 기후변화협의체(KPCC: Korea Panel on Climate Change)를 구성하여 기후변와의 영향분석을 담당하고 있으며 기상청과 환경부가 참여하고 있음.



<그림 5-4-4> 근래 100년간 우리나라 6개 관측지점의 기온과 강수량 변화(국립기상연구소)

○ 1996년부터 강원도 계방산에서 신갈나무를 대상으로 동일한 날짜에 나뭇잎이 나온 정도를 조사 결과 그해 봄철기온과 밀접한 관계를 보였다고 보고.

○ 종별로 생물계절변화 신호가 다를 수 있다는 것은 홍릉에서의 꽃피는 시기에서도 관찰되고 있다고 보고.

○ 산림수종 중 기후변화에 민감한 식생종 중 일부는 기후변화에 의하여 소멸될 가능성이 높다고 보고(임종환, 2006).

○ 최근 일부 구상나무림이 쇠퇴하는 경향을 보이고 있어 기후변동과 함께 구상나무군락의 쇠퇴가 어떻게 진행되는지를 모니터링한 결과 상호 밀접한 관계가 있는 것으로 추정.(임종환 등 2006, 2007).



<그림 5-4-5> 기후변화로 쇠퇴하는 한라산 구상나무림

○ 지구온난화로 상록활엽수가 우점하는 난대림지역이 확장되는 것은 물론이고 온대림은 북

상하거나 표고가 높은 산지로 이동하게 되는데 높은 산 정상부근의 분비나무, 구상나무, 가문비나무 등으로 구성된 아고산침엽수림은 섬처럼 고립되어 축소될 것으로 예상.

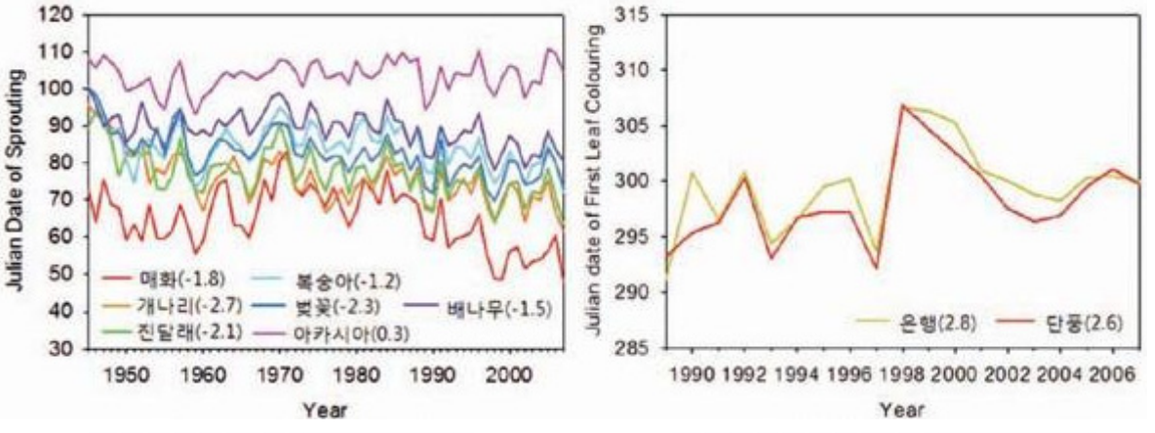
2) 산림분야 기후변화 영향과 사례

가) 과거 기후변화의 영향

○ 산림수종들은 대부분 집단으로 구성되어 있으며 다양한 환경조건에 적응하면서 진화해온 관계로 동일 수종이라고 하더라도 집단의 위치에 따라 서로 다른 기후조건에 최적화되어 있으며 고유한 유전적 구조를 가짐.

○ 기후변화는 산림생태계 내에서 수종의 분포와 종 조성에 있어 폭넓고 다양한 영향을 미치게 되는데, 이러한 영향은 동시 다발적으로 발생할 수도 있어 누적 효과가 나타나기도 함. 즉, 특정지역의 기후가 변화하면 입지조건만 변화하는 것이 아니라 교란에 대한 노출과 수목의 생리적 기능에도 함께 영향을 미침.

○ 기후변화가 수목에 미치는 영향을 크게 부적응과 교란으로 나눌 수 있는데 부적응은 수종이 적응해서 살아가고 있는 지역의 환경이 그 수종이 수용할 수 있는 범위를 넘어서게 되면 발생함.



- 발아시기의 변화(1945~2007) -　　- 단풍시작시기의 변화(1989~2007)-

<그림 5-4-6> 우리나라 14개 관측지점의 수종별 평균 발아시기와 단풍시작시기의 변화

○ 수목은 장년생 식물이며 이동할 수 없기 때문에 기후변화가 발생하면 대부분의 현존 수목집단들은 부적응 상태에 놓일 수밖에 없고, 교란은 무생물적 요인(산불, 풍도 등)과 생물적 요인(병충해 등)을 포함함. 부적응과 교란은 개념적으로 뚜렷이 구분되지만 서로 연계되어 있어 기후변화로 수분 스트레스가 증가하여 부적응 상태에 놓여 있는 수목들은 병충해의 피해에 취약함.

○ 기후변화가 지속되면 수목집단들은 점진적으로 환경조건에 대한 적응성이 감소하게 되며 생존을 위해 수목들은 주어진 환경에 적응하거나 더 나은 환경으로 이주해야 하는데, 일반적으로 수종은 종자생산이 가능해질 때까지 오랜 세월이 소요되며 생산된 종자를 퍼뜨려 이주하는데 많은 시간이 소요되기 때문에 새로운 지역으로 빨리 이동하지 못함.

○ 기후변화로 현재보다 평균기온이 2℃상승하면 서울을 포함한 중부지역이 상록활엽수가 살 수 있는 난대기후대로 변화할 것으로 추정되고 있으며, 4℃ 상승하면 남부해안지대는 아열대기후대로 변화할 것으로 예측되고 있음. 또한 급격한 기후변화가 일어날 경우 21세기 후반에는 소나무의 적정 생육범위가 일부 고산지대와 강원 산간으로 국한되고 대부분의 소나무림이 사라질 것이라는 전망도 제기됨.

○ 산림생태계는 지구기후를 조절하기도 하면서 기후에 크게 영향을 받는데 기후가 변화하면 앞서 제기된 재해와 생물 종 감소는 물론이고 잎과 꽃이 피고 지는 시기를 비롯한 생물계절의 변화와 산림식생대분포의 이동, 병해충 발생과 생산성의 변화 등 모든 것이 달라짐. 건강한 생태계는 상당부분 이러한 재해나 악영향에 대해 완충할 수 있는 능력이 있는 반면 어느 정도 피해를 받아 허약해진 생태계에 다른 재해가 겹치면 그 피해가 상승적으로 작용하여 증폭되고 회복능력이 현격하게 저하될 수 있음.

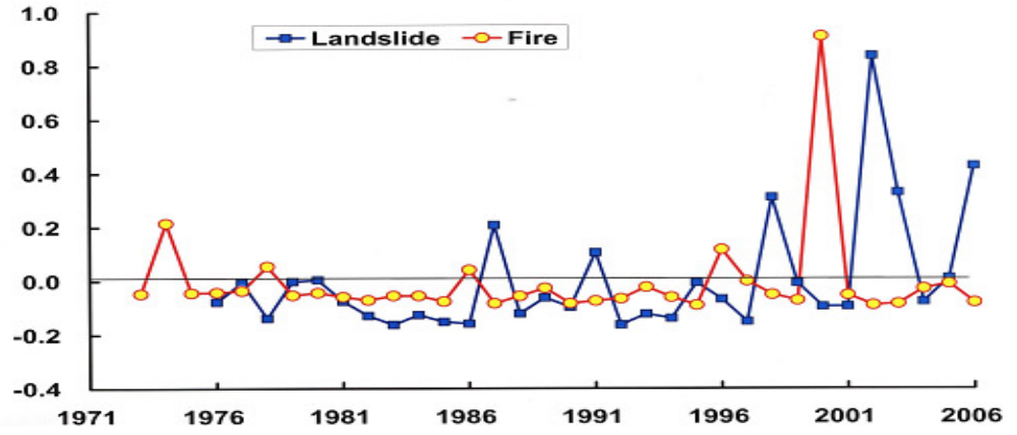
○ 기후변화가 산림생태계에 미치는 영향 가운데 중요한 것 중의 하나가 산불, 산사태와 같은 산림재해와 병해충 발생으로 우리나라에서 산불과 산사태 발생면적 변화는 최근 들어서 크게 증가하는 경향을 보이고 있음. 기후변화로 인해 기온과 강수량이 증가하면서 기후 변동 폭이 커지게 되는데 이로 인해 이상 기상현상이 더욱 빈번해질 것으로 예상됨.

○ 2002년도 태풍 루사가 통과하면서 발생시킨 산사태 피해는 기록상 가장 큰 피해로서 1998년 경기지역 집중폭우, 1987년 태풍 셀마 등에 의한 피해를 크게 능가하였음. 이는 시간당 강수량도 많았거니와 피해를 입은 강원해안지역이 2000년도 대형 산불로 피해를 입었기 때문인데 자연재해가 서로 상승작용을 일으킬 수 있기 때문임.

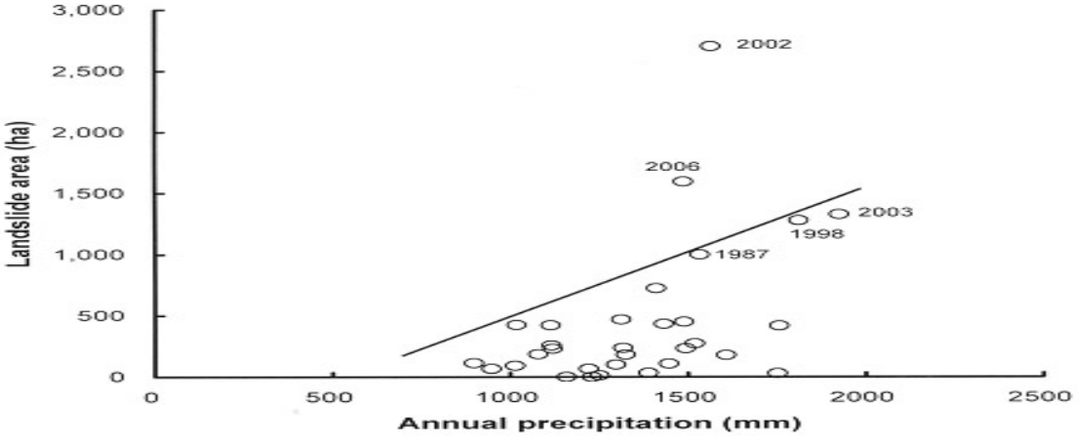


<그림 5-4-7> 2002년 태풍 루사에 의한 산사태 피해

○ 2006년에는 한 해에 태풍 에위니아와 강원지방 폭우피해가 겹쳐서 발생함으로써 그 피해는 컸고, 우리나라에서 강수량의 변화가 지구온난화로 인한 단순한 강수량 증가만이 아니라 강수강도 변화와 강력한 태풍발생 확률의 증가를 내포하고 있는 것으로 보임.



<그림 5-4-8> 우리나라 산불발생면적과 산사태발생면적 변화(임종환 등. 2006)



<그림 5-4-9> 연강수량과 산사태 발생면적과의 상관관계(임종환 등. 2006)

○ 산림병해충의 발생과 피해도 늘어날 것으로 예상

- 교역이 발달하여 외래병해충이 유입될 확률이 높고 그 종이 새롭게 변화된 환경에서 잘 적응하는 종이라면 이를 조절하는 다른 생물이 없기 때문임.
- 빈번한 고온현상과 같이 이상기상 현상에 의해 수목이 스트레스를 받으면 병해충의 침입이 더욱 용이해지고 특히 곤충은 환경변화에 비교적 민감하게 반응하면서 적응력도 뛰어나기 때문임.
- 솔나방의 경우 과거 30~40년 전에는 1년에 1번 발생하는 경우가 대부분이었으나 최근 2회 이상 발생하고 있는 것으로 조사됨(권태성 등. 2002).
- 대벌레류는 과거에는 찾아보기 힘든 곤충이었으나 1980년대 이후 주기적으로 산림에서 대발

생하여 산림에 큰 피해를 일으키고 있고 1990년대 말부터는 거의 격년 간격으로 대 발생하고, 아열대 및 열대계통의 대벌레류가 번성한다는 것은 환경변화로 인해 일반 곤충류가 해충화하는 그 대표적인 사례일 수 있음.

○ 기후변화로 인한 산림생태계의 변화 가운데 가장 특징적인 것은 산림식생대 변화임.

- 우리나라 산림식생대는 남부해안지대와 제주도 저지대에 분포하는 난대림(상록활엽수림지대), 육지의 대부분을 차지하는 온대림지역(참나무류, 소나무가 우점), 그리고 높은 산지의 아한대림지역(아고산 침엽수림지역) 등으로 대분할 수 있음.
- 특히 난대림지역의 주요 수종의 하나인 동백나무를 기온만을 변수로 놓고 살펴본 분포 가능지역의 변화는 심각함.

○ 현재 전남 남부해안지역에 주로 분포되어 있는 동백나무는 연평균기온이 2℃만 상승한다고 해도 서울을 포함한 중부지역까지 확대될 것임(임종환, 신준환, 2005).

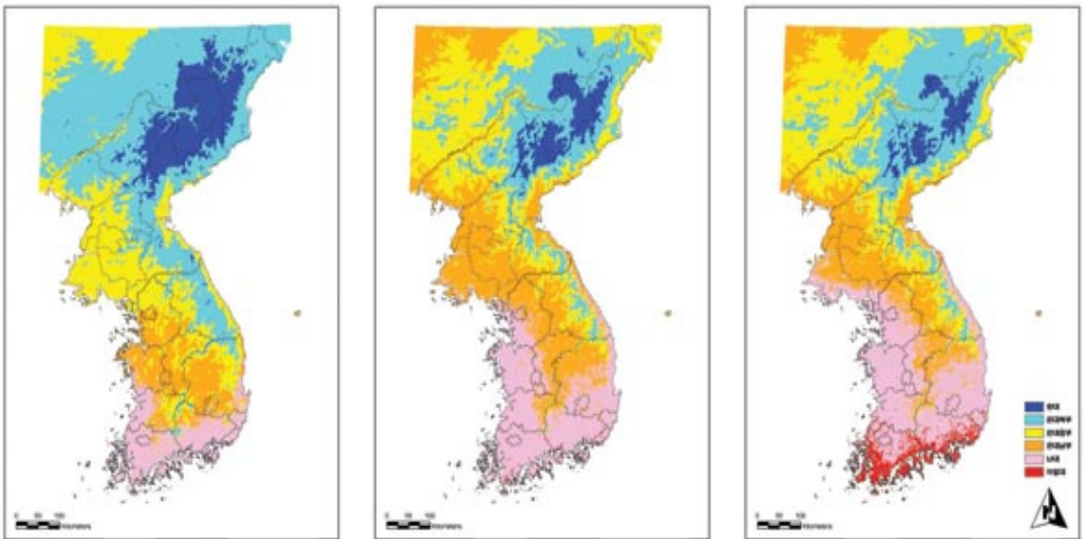
- 온도가 4℃가 상승하면 현재 남부해안과 제주도 저지대부근은 아열대기후로 바뀌기 때문에 소철이나 야자수류 수종들이 살 수 있고, 유용한 상록활엽수를 전남의 대부분 지역에서도 식재할 수 있겠지만 현재의 기후는 그 변동이 심하여 오히려 피해를 줄 수 있으므로 신중히 고려해야할 것임.

○ 급속히 변화하는 환경 속에서는 적응력이 뛰어난 몇몇 종이 크게 우점하는 반면 일부 종들은 소멸하여 다양성이 감소되고 종 구성이 단순해지는 경향을 보일 수 있음.

- 기후변화는 직접적으로 때로 다른 종과의 경쟁이나 병해충문제 등으로 생물다양성에 크게 영향을 줄 수 있음.

○ 기후변화에 의한 수목 계절의 변화

- 기상현상은 1년 주기로 계절성을 나타내고 있는데 여기에 대부분의 수종은 광주기성과 온도의 변화에 맞추어 잎과 꽃이 피고 지거나 동물의 휴면과 생식과 같은 생활도 계절성을 보임. 기상현상은 매년 변동을 보이는데 여기에 따른 생물의 계절성은 다르게 나타남.
- 과거 평년기온과 비슷했던 1996년과 2000년도에는 잎이 나오지 않았거나 막 잎이 트기 시작한 반면, 엘리뇨 현상으로 겨울철 이상난동을 보인 1998년과 2002년도는 잎이 완전히 나왔고 새로 나온 가지도 어느 정도 자라기도 하였음. 이러한 잎의 피는 시기는 대체로 기온 1℃ 상승에 5~7일 앞당겨지는 것으로 알려져 있음(임종환, 신준환. 2005).
- 잎이 피어있는 기간을 생육기간으로 보면 긍정적이든 부정적이든 이 기간의 변동은 수목 자신과 다른 생물상에게도 영향을 줄 수 있음.



<그림 5-4-10> 기온상승에 따른 산림식생기후대 변화 예측(좌측부터 현재, 2도, 4도 상승시)

나) 현재의 산림현황

■ 우리나라의 산림대 구분

○ 우리나라 산림대는 다음 표와 같이 한대림, 온대림, 난대림으로 대분할 수 있음.

<표 5-4-6> 우리나라 산림대의 수평적 분포 구분

난대림	온대림	한대림
- 북위 35°이남의 남쪽지역 - 연 평균기온 14℃이상인 지역 - 동백나무, 참가시나무, 감탕나무, 녹나무, 후박나무 등의 상록활엽수가 주종을 이룸.	- 북위 35~43° 지역 - 연 평균 기온 5~14℃ 지역 - 자연림 상태에서는 참나무류의 낙엽활엽수가 주종을 이루나 자연림이 파괴된 곳은 소나무 등의 침엽수와 혼효림을 이루고 있음	- 북위 43°이북 지역 - 연평균 기온 5℃이하 지역인 개마고원을 중심으로 분포하며 고산 지대 일부. - 전나무, 잣나무, 가문비나무 등의 상록침엽수가 대표적인 수종이며, 주로 단순림이기 때문에 임산자원으로서의 가치가 높음

■ 난대림

○ 우리나라의 난대림은 북위 35°이남의 남해안과 도서지역, 서해안 도서지역, 제주도 해안과 계곡일부, 울릉도를 포함하여 연평균 기온 14℃ 이상 지역으로 1월 평균 0℃ 이상, 8월은 26℃ 내외이고 강수량은 1,300~1,500mm로 우리나라에서 가장 온화한 지역

○ 기후대로 본 난대림의 생육가능 면적은 대략 120만ha에 이르지만, 이 가운데에서 약 1만ha 정도만이 상록활엽수림으로서 인간의 접근이 많지 않은 일부 무인도서나 인간의 간섭이 적은 지역에 잔존

○ 난대 상록활엽수림은 온대림과는 다른 독특한 경관을 나타내며, 환경오염 등에 대한 내성이 강하여 난대림지역의 풍치림, 환경림 조성 및 조경수 등 그 활용성이 매우 큼. 또한 굴거리나무, 후박나무, 생달나무, 황칠나무, 동백나무 등은 약재나 장식재, 천연도료, 방향제, 방부제 등으로 이용 가능하여 경제적인 가치도 매우 커 생물자원으로도 중요함.

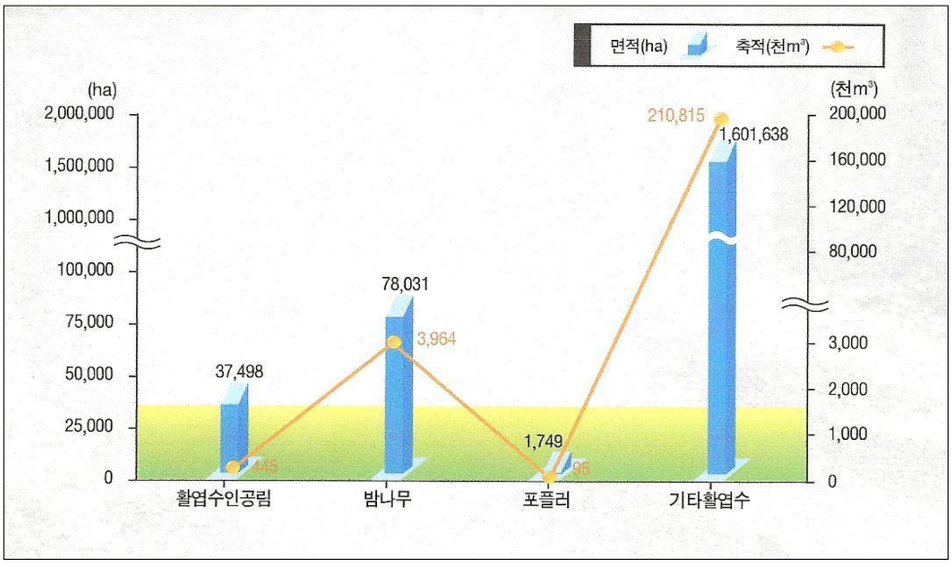
○ 우리나라 난대림 지역은 남벌, 도벌 등의 지속적인 인위적 교란으로 인해 과거 난대지역의 원식생이라고 할 수 있는 상록활엽수림이 현재는 인공림으로 조성되었거나 환경적응성이 강한 수종으로 변화되고 있는 실정임.

○ 오늘날 난대고유 임상인 상록활엽수림은 대부분 사람들에 의하여 파괴되고 대부분 낙엽활잡목이나 해송림으로 변화되었으며 지금도 천이가 진행되고 있음. 다만 몇몇 일부지역만이 천연기념물로 지정되어 겨우 보존되고 있으나 난대림의 파괴는 계속되고 있음.

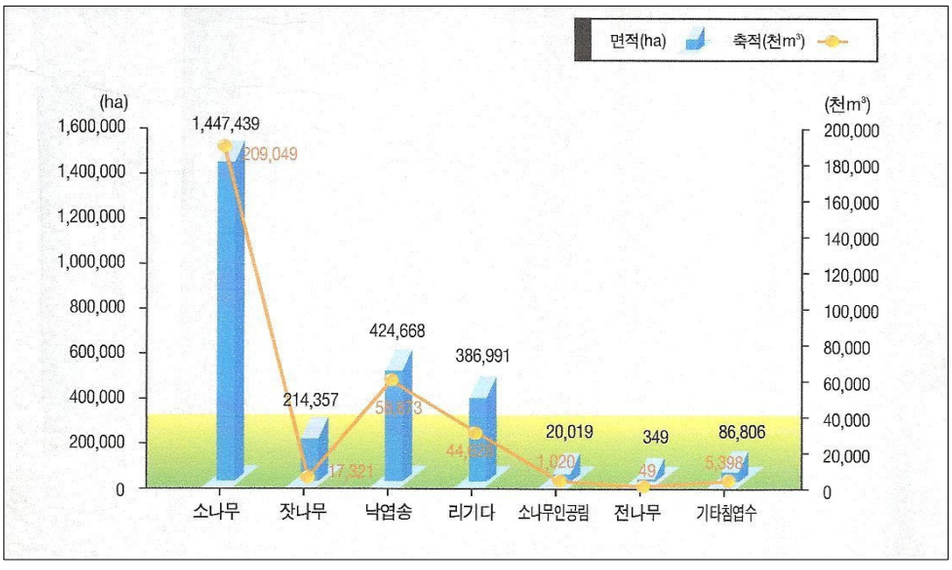
○ 특히 난대림은 한번 고유의 임상이 파괴되면 다시 원래의 임상으로 회복 하려고 해도 그 속도가 매우 느리고 완전회복은 거의 불가능 한 것으로 알려져 있어 현재 남아있는 일부 난대림은 인간의 인위적 파괴와 관리 소홀 등의 원인에 의해 원형이 파괴되고 맹아 발생에 의한 2차림의 형태로 남아있는 것임. 즉, 난대 2기에 해당된다고 볼 수 있음.

■ 우리나라의 산림 면적 및 임상

○ 우리나라의 산림면적은 6,369천ha로서 이중 침엽수가 2,580천ha, 활엽수가 1,719천ha, 혼효림이 1,864천ha, 죽림이 7천ha, 무림목지가 197천 ha로 나타났음.



<그림 5-4-11> 우리나라 주요 활엽수별 산림면적 및 임목축적(산림청, 2010)



<그림 5-4-12> 우리나라 주요 침엽수별 산림면적 및 임목축적(산림청, 2010)

<표 5-4-7> 전남 22개 시·군 임상별 산림면적(ha) (산림청, 2010)

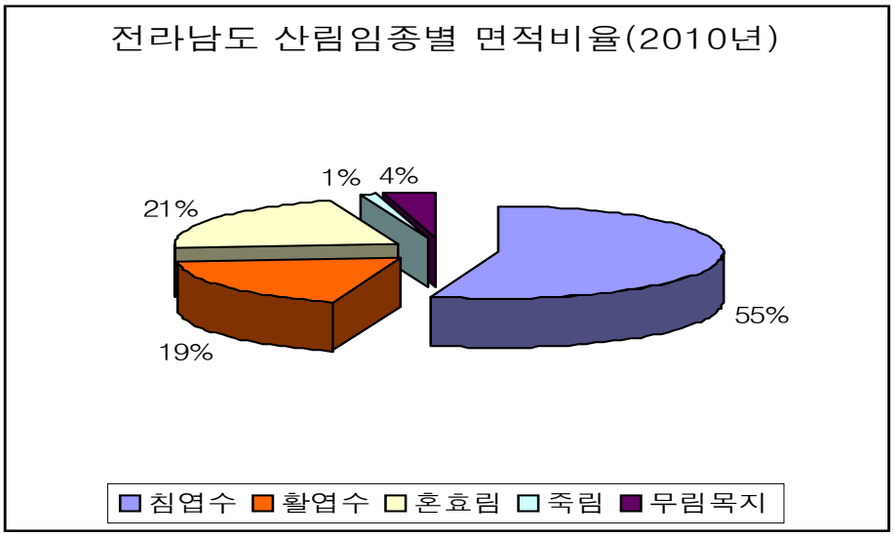
행정구역	총계	침엽수	활엽수	혼효림	죽림	무림목지
계	694,787	385,785	133,243	144,559	3,913	27,287
목포시	1,162	727	36	194	0	205
여수시	30,910	21,403	1,532	5,475	21	2,479
순천시	62,808	39,878	13,434	7,136	136	2,224
나주시	23,552	16,870	1,632	3,987	127	936
광양시	30,401	9,790	16,455	3,745	106	305
담양군	27,763	15,621	4,596	4,084	1,797	1,665
곡성군	38,485	21,318	6,535	9,559	149	924
구례군	34,890	11,232	14,328	4,486	109	4,735
고흥군	46,183	19,626	7,093	17,823	66	1,575
보성군	41,164	18,102	8,112	13,647	242	1,061
화순군	55,953	27,466	10,212	16,616	282	1,377
장흥군	40,215	17,408	8,270	11,743	355	2,439
강진군	28,962	15,662	5,648	6,508	57	1,087
해남군	44,765	24,995	10,041	7,791	57	1,881
영암군	23,205	12,223	3,792	5,844	115	1,231
무안군	13,631	7,851	1,760	3,922	47	51
함평군	16,935	12,265	946	3,571	92	61
영광군	20,737	16,011	959	3,488	6	273
장성군	31,790	21,405	6,014	3,616	135	620
완도군	25,678	14,659	5,554	4,278	14	1,173
진도군	24,883	16,273	4,128	3,889	0	593
신안군	30,715	25,000	2,166	3,157	0	392

<표 5-4-8> 전남 22개 시·군 임상별 임목축적(㎥) (산림청, 2010)

행정구역	총계	침엽수	활엽수	혼효림
계	67,955,840	40,571,955	12,071,520	15,312,365
목포시	90,828	70,757	2,650	17,421
여수시	2,953,926	2,246,049	123,363	584,514
순천시	7,031,822	4,886,564	1,310,827	834,431
나주시	2,627,243	2,041,407	135,014	450,822
광양시	3,002,202	1,038,847	1,548,636	414,719
담양군	3,466,802	2,284,468	591,313	591,021
곡성군	4,628,047	2,768,632	675,214	1,184,201
구례군	4,223,534	1,681,548	1,898,540	643,446
고흥군	3,932,483	1,761,669	523,339	1,647,475
보성군	3,497,106	1,674,247	496,082	1,326,777
화순군	6,538,234	3,356,343	1,039,880	2,142,011
장흥군	3,178,999	1,520,922	570,551	1,087,526
강진군	2,619,709	1,576,195	454,036	589,478
해남군	3,605,924	2,214,089	727,368	664,467
영암군	2,047,897	1,231,274	286,286	530,337
무안군	1,170,603	710,596	120,642	339,365
함평군	1,569,322	1,156,647	57,761	354,914
영광군	2,225,584	1,782,109	69,171	374,304
장성군	4,029,701	2,772,554	753,721	503,426
완도군	1,914,398	1,126,846	367,962	419,590
진도군	1,922,594	1,254,446	245,729	422,419
신안군	1,678,882	1,415,746	73,435	189,701

■ 전라남도의 산림면적과 임상

○ 전남의 산림면적은 약 695천ha로서 전국산림의 10.9%이며, 이중 침엽수는 386천ha, 활엽수는 133천ha, 혼효림이 145천ha, 죽림이 4천ha, 무림목지가 27천ha임.

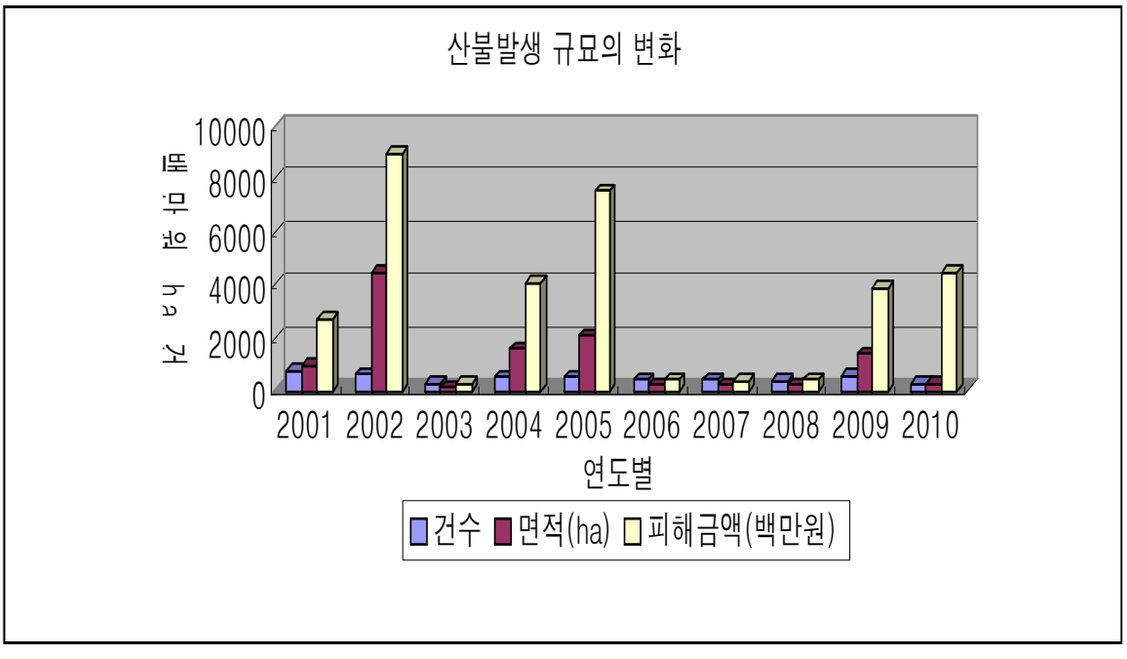


<그림 5-4-13> 전남의 산림면적 중 임상구분에 의한 점유면적 비율

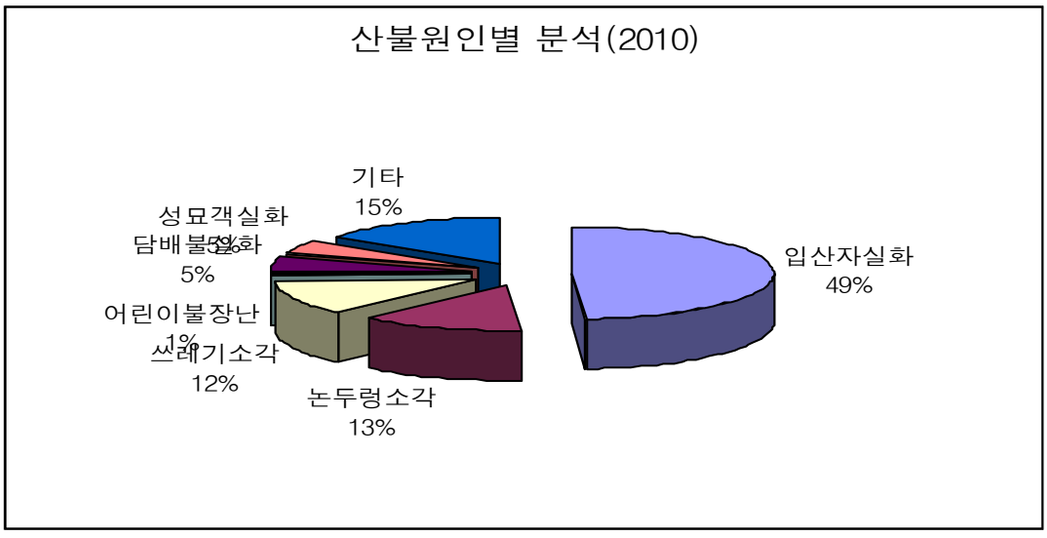
■ 산림재해

○ 산불 : 우리나라의 산불은 최근 10년 동안 매우 불규칙하게 발생하는 것으로 나타났음. 즉 2002년 대규묘 산불이 동해안에 발생하여 매우 큰 피해를 준 바 있으며 그 이후에도 2004년에 전국적으로 544건의 산불이 발생하여 1,588ha에 피해를 주어 약 40억원의 피해를 발생하였고, 2005년에도 516건에 2,067ha면적에 75억원의 산불피해가 발생하는 등 발생건수는 비슷하였으나 피해면적이 대규모로 나타나는 특징을 보여 대규모의 산불이 불규칙하게 발생하는 특징을 나타내고 있어 앞으로 이러한 대규묘의 산불발생이 불규칙적으로 일어날 가능성이 매우 높을 것으로 예상됨.

- 우리나라에서 2010년 발생한 산불의 원인을 보면 282건 중 입산자실화가 138건으로 가장 많은 원인으로 나타났는데, 이는 전체 산불발생 원인의 약 49%를 차지하였으며 논두렁소각, 쓰레기에 의한 소각 등 부주의에 의한 발생건수가 많았음.
- 전라남도의 경우도 전국의 경우와 비슷하여 입산자실화가 전체 산불발생 원인의 50%, 논두렁소각이 22%, 쓰레기소각이 14% 등의 순임.

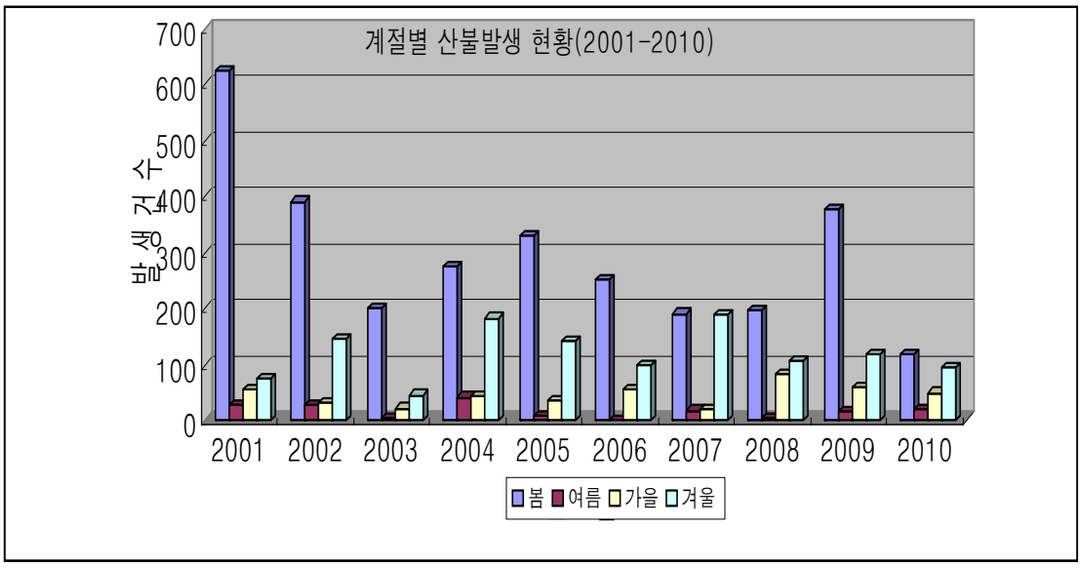


<그림 5-4-14> 최근 10년간 산불발생 건수, 면적 및 피해금액

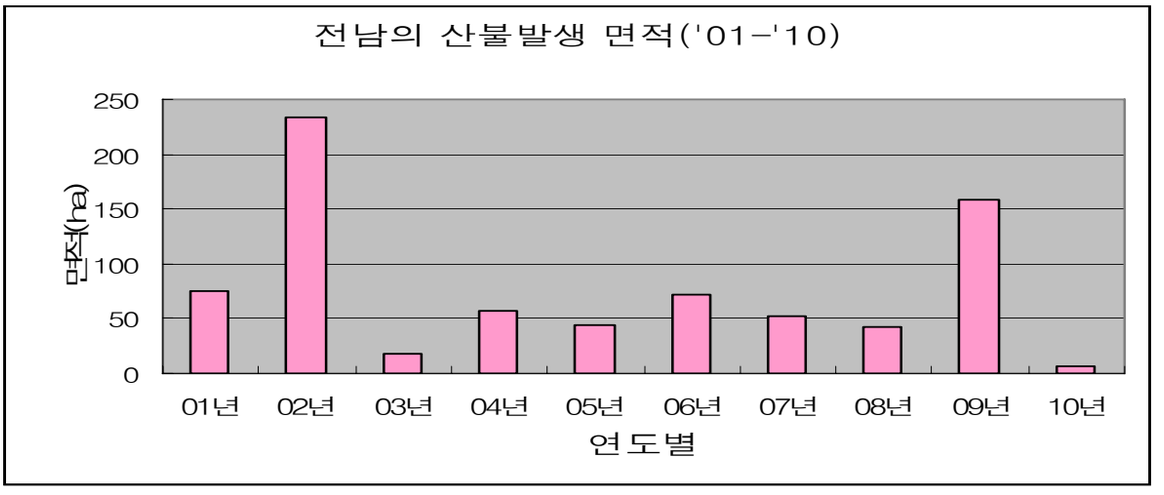


<그림 5-4-15> 산불 발생원인별 분석(2010년)

- 계절별 산불발생 현황을 보면 발생건수는 대부분 봄철에 많은 것으로 나타났음. 실제로 2000년대 초반은 발생건수의 약 70~80% 정도가 봄철에 발생하는 것으로 나타났으나 2000년대 중, 후반에는 약40~60% 정도로 비율이 낮아지는 특성을 나타냈음. 반면 겨울에 산불이 발생하는 비율이 약 10%~40% 정도로 점차 증가하는 특징을 보였음.
- 전남지방에서는 최근 10년간 약 760ha의 산불이 발생하였고, 특히 2002년에 약 233ha가 발생하여 가장 피해면적이 많았으며, 그 후 2009년 약 160ha의 산불이 발생하는 등 불규칙으로 발생면적의 피해규모가 나타남.

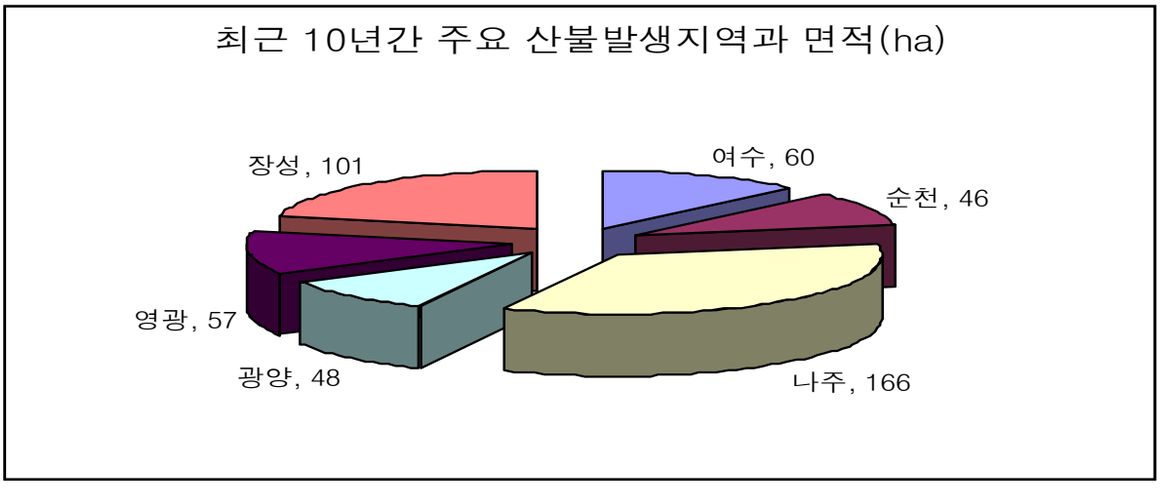


<그림 5-4-16> 최근 10년간 계절별 산불발생 건수의 변화



<그림 5-4-17> 최근 10년간 전남지방의 산불발생 면적의 변화

- 전라남도 시군별 산불발생 면적을 최근 10년간('01 ~ '10) 조사한 결과 피해면적은 나주 166ha, 장성 101ha, 여수 60ha, 영광 57ha, 순천 46ha 순으로 나타났음.



<그림 5-4-18> 전남 지역별 최근 10년간 주요 산불 발생지역과 면적

○ 병해충 발생

<표 5-4-9> 전남 도내 시군별 병해충 발생 면적 (2011년) (단위: ha)

시군별	합계	소나무재선충	솔잎혹파리	솔껍질깍지벌레	참나무시들음병	솔나방	흰불나방	오리나무잎벌레	밤나무해충	푸사리움가지마름병	기타해충	기타병해	꽃매미
계	12,372.5	80.5	828	2,466	1	80	310	525	6,806	118	945	210	3,0
목포	60		20.0							20.0	20.0		
여수	112.5	62.5		10.0				10.0			30.0		
순천	1,575	12.0	5.0	20.0					1,520	8.0	10.0		
나주	145		15.0	10.0			35.0	45.0			40.0		
광양	4,660	6.0		46.0				20.0	4,548		40.0		
담양	46			16.0				5.0			20.0	5.0	
곡성	40		10.0							10.0	10.0	10.0	
구례	96				1.0						95.0		
고흥	183		38.0	60.0				40.0			5.0	40.0	
보성	613		15.0	5.0				35.0	558.0				
화순	450		100.0	30.0					180.0	20.0	80.0	40.0	
장흥	157		46.0	61.0			5.0			10.0	30.0	5.0	
강진	210		25.0	35.0			20.0	50.0			80.0		
해남	968		145.0	248.0			250.0	250.0		50.0	25.0		
영암	118		18.0	10.0				10.0			70.0	10.0	
무안	135		92.0	43.0									
함평	30			10.0							20.0		
영광	280		30.0	220.0							30.0		
장성	248		20.0	30.0							195.0		3.0
완도	310			110.0							100.0	100.0	
진도	910			805.0				60.0			45.0		
신안	1,026		249.0	697.0		80.0							

■ 수목의 동해 피해 사례 (2010~2011년)

○ 노지에서의 동해피해: 진도군 군내면 나리 382외 5필지

<표 5-4-10> 2011년 동해로 인한 양묘 피해

	수종	묘령	구분	시업본수	동해피해본 수	비고
피해 수량	구실잣밤	3-1	성묘	11천본	3천본	
	담 팔 수	2-3	성묘	1.5천본	1.5천본	
	동 백	2-1	성묘	5천본	3.5천본	
	동 백	1-3	성묘	2천본	1.5천본	
	먼나무	2-1	성묘	14천본	3천본	
	후 박	2-3	성묘	1.9천본	1.1천본	
시업상태	2011년 한파로 인하여 자체양묘 노지묘 동해피해 발생					
피해상황	구실잣밤나무 외 5종 13.6천본 동해피해 발생					




<그림 5-4-19> 먼나무(좌), 구실잣밤나무(우) 성묘의 동해피해 모습

○ 시설하우스의 동해피해: 진도군 진도읍 동외리 전259

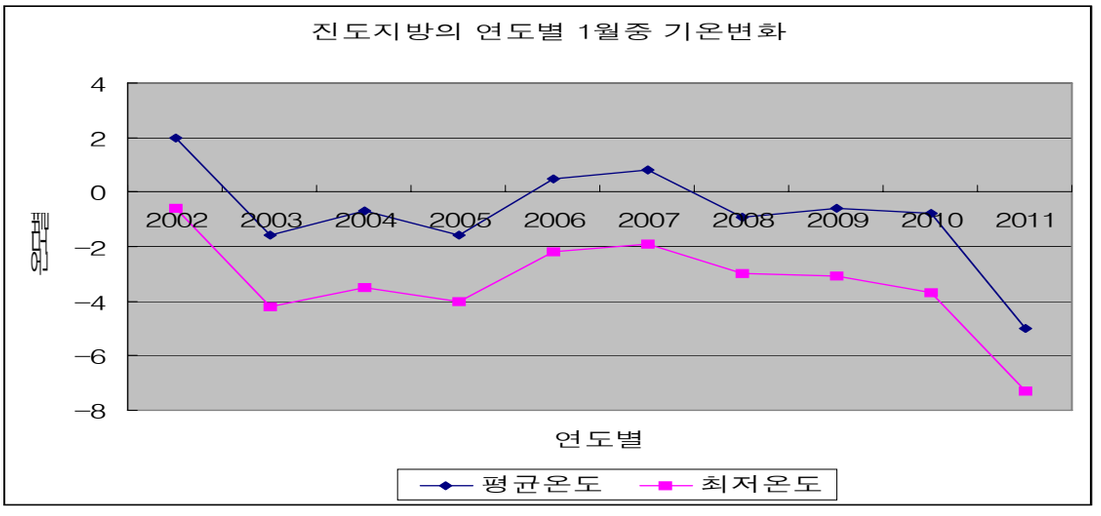
<표 5-4-11> 2011년 동해로 인한 양묘하우스내 피해

조사항목	조 사 사 항					
	수 종	묘령	성유묘별	시업본수(천)	동해 피해본수 (천)	비고
피해 수량	황 칠	1-0 (용)	유묘	60	38	
	녹나무	2-0 (용)	성묘	9	2	
	가 시	2-0 (용)	성묘	191	46	
	황 칠	2-0 (용)	성묘	198	30	
	계			458	116	
피해 상황	- 황칠나무2-0용기묘 38천본 동해피해발생 - 녹나무 2-0용기묘 2천본 동해피해발생 - 가시나무2-0용기묘 46천본 동해피해발생 - 황칠나무2-0용기묘 30천본 동해피해발생					




<그림 5-4-20> 하우스내 양묘중인 묘목의 동해피해 모습

○ 기상과의 동패피해와의 상관관계 분석



<그림 5-4-21> 진도지방 1월중 평균 및 최저온도 변화(2002~2011)

- 위 그림에 나타난 바와 같이 근래 10년간 1월 중 온도가 점차 하강하였으며 특히 2011년 1월달 평균기온이 -5℃로서 31일 동안 계속하여 영하의 온도를 나타냄으로써 이 같은 동해피해를 입은 것으로 판단됨. 또한 최저온도는 -7.3℃로서 예년의 1월 중 최저온도보다 3~4℃ 정도 낮은 것으로 나타났으며, 이러한 동해피해는 앞으로도 자주 발생할 것으로 예상됨.
- 이에 대한 대책으로는 전남지방의 양묘 및 조림수종에 대한 내한성 수종 재검토, 상록활엽수 등 난대림수종의 전남도내 식재지의 안정적 선정, 양묘농가에 대한 재해 보상제도 마련, 온난화에 대한 이상기후에 대한 내용 일반홍보, 체계적인 종합대책 마련이 강구되어야 함.

■ 기후변화 연구사례

○ 연구방법: 2008년도에 식재한 완도와 나주 및 장성의 3개 지역을 선단시험조림지에서 시험목을 대상. 공시재료 3수종의 1-1 폿트묘를 각각 50본씩 3반복으로 모두 150본을 열식하였는데 이에 대한 생존율, 생장량 등을 조사하여 생장관계 비교

○ 공시재료 : 참가시나무, 종가시나무, 후박나무

<표 5-4-12> 시험지 입지환경 조사표

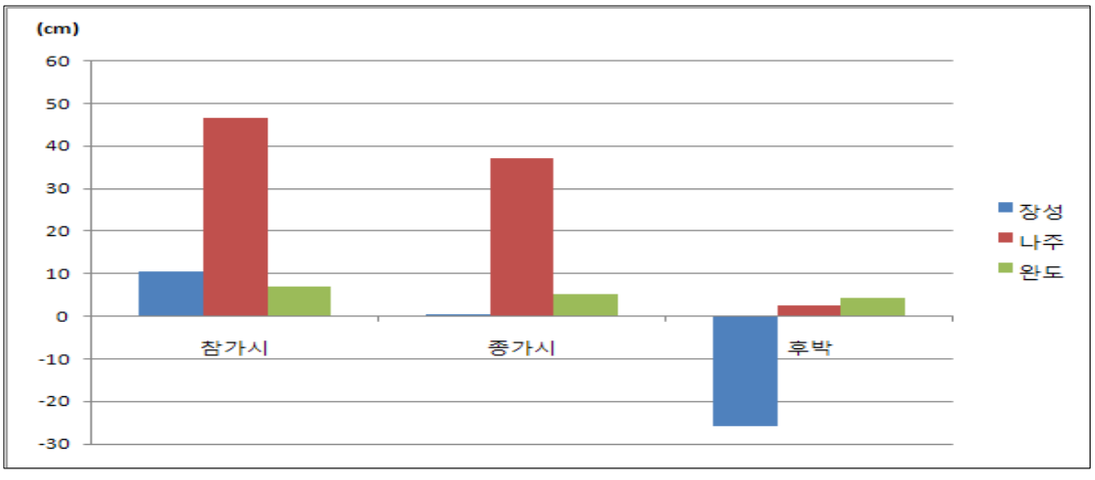
장소	위치(°, ′)		해발고 (m)	방위 (°)	경사 (°)	임상
	위도	경도				
장성	35 27	126 50	162	SW 60	8	온대 낙엽활엽수림대
나주	35 00	126 49	131	NW 60	10	밤나무 채수포 지역
완도	34 21	126 38	88	W	5	상수리조림 지역

○ 시험규모

- 선단지 시험조림 : 3수종 × 5지역 × 150본= 2,250본
- 내한력 검정 : 3지역 × 3수종× 2항목= 18항목

○ 조사결과

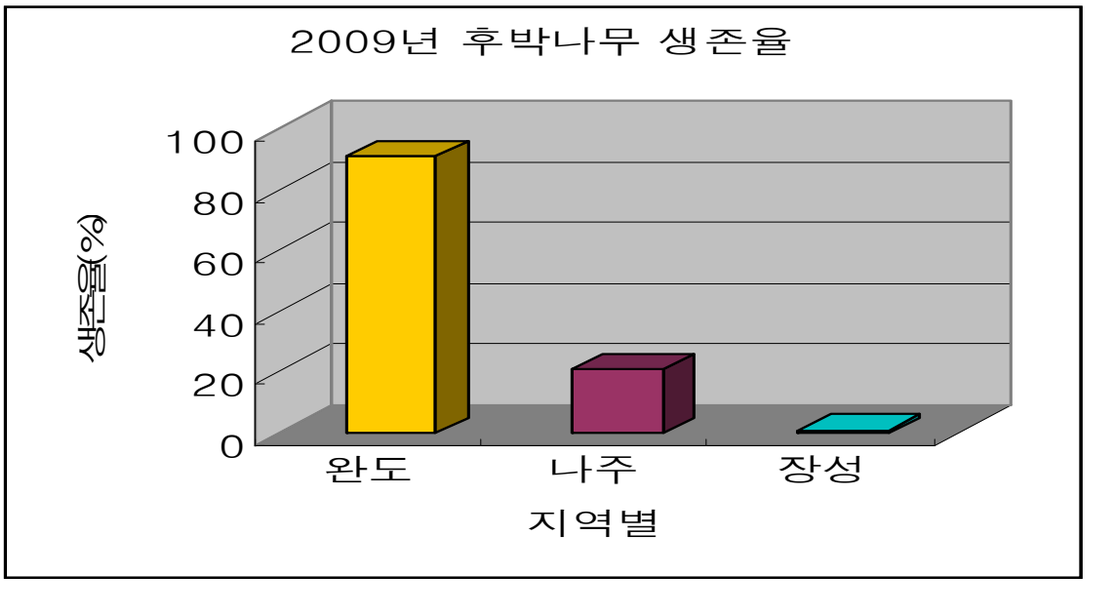
- 2009년 3월과 2010년 10월에 3개 선단 시험조림지의 조림묘목에 대한 전수조사를 통해 생육상황 비교
- 참가시나무와 종가시나무는 3개 장소에서 비교적 잘 적응하면서 생장하고 있는 것으로 나타났으며, 특히 나주지역 조림지에서 가장 양호한 생장을 보였다. 이러한 결과는 기상의 요인보다는 토양적 요인이 작용하여 생장의 결과로 나타날 수 있으므로 계속적인 조사가 필요하다고 사료됨.
- 수종별로는 참가시나무의 생장정도가 가장 높았는데 조사지 중 가장 위도가 높은 장성지역 조림지에서도 10cm 정도의 생장을 보이는 것으로 나타났음. 후박나무의 경우에는 장성지역 조림지에서 묘고 생장이 부(-)로 조사되었는데 이는 동해로 고사된 지상부가 없어지고 맹아에 의해 다시 줄기생장이 이루어졌음에 기인함.



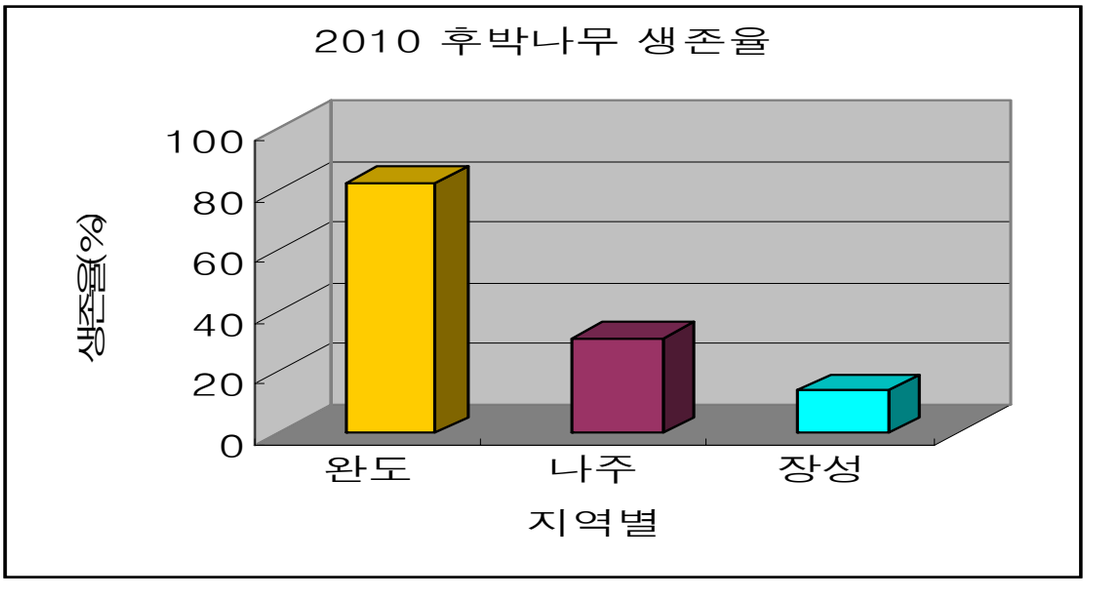
<그림 5-4-22> 시험 조림지역별 수종에 따른 생육상황 생장 비교

<표 5-4-13> 난대 선단지 조림수종 생존율

시기 / 장소	2009.3 조사 (%)			2010.3 조사 (%)		
	참가시	종가시	후박	참가시	종가시	후박
완도	97	92	91	87	81	82
나주	98	99	21	90	98	31
장성	99	100	0	92	97	14



<그림 5-4-23> 2009년 지역별 후박나무 시험식재지 생존율 비교



<그림 5-4-24> 2010년 지역별 후박나무 시험식재지 생존율 비교

라. 기후변화 취약성 평가 및 주요 부문 선정

1) 취약성 평가 방법

가) 취약성 평가 항목

■ **기후변화에 따라 산림에 영향을 받는 주요 항목**

○ 기후변화에 따라 여러 가지의 영향을 미치지만 재해와 생산에 관련한 다음 7가지 부분에 대한 취약성 평가 시행

- 집중호우에 의한 산사태 취약성
- 산사태에 의한 임도의 취약성
- 산불에 의한 산림의 취약성
- 병해충에 의한 산림의 취약성
- 소나무와 송이버섯의 취약성
- 산림생산성에 미치는 취약성
- 가뭄에 의한 산림식생의 취약성

나) 주요항목의 영향인자 선정

■ **주요항목, 대용변수, 가중치 선정배경**

○ 집중호우에 의한 산사태 취약성

- 산사태를 일으키는 주요 요인으로 기후노출에서는 일 최대강수량과 여름철 태풍과 같이 피해를 입히는 경우가 많아 6~8월의 강수량에 중요 인자로 가중치를 주었으며, 그 외에도 일 강수량이 80mm 이상인 날의 횟수, 5일주기 최대 강수량(mm) 및 일 강수량 등을 고려
- 민감도는 집중호우에 의한 감응지수로서 토양 노출지와 식피율 등에 따라 영향을 받는 폭이 다르기 때문에 무립목지 면적(ha)이 가장 큰 인자로 작용하였고 이어서 침,활엽수의 식생면적율과 산림내 평균경사도, 조림지면적 등도 민감도에 포함되었으며 산림내 평균고도도 민감도에 일부 포함
- 적응능력으로는 관리되는 토지율(%)이 가장 큰 비중을 차지하도록 하였으며 지자체의 재정자립도와 산림공무원수, 지역내 총생산 등 재정여건과 산림에 대한 관심도에 비중을 두었음.

○ 산사태에 의한 임도의 취약성

- 산사태에 의한 임도의 취약성 요인은 전체적으로 집중호우에 의한 산사태 취약성과 연관성이 높았음. 기후노출에서는 일 최대강수량과 우기때의 강수량인 6~8월 강수량을 가중치를 높게 하였음.
- 민감도에서는 임도를 유지하는 기본요인으로 산림내 평균경사도를 가장 높은 가중치를 주었으며 다음으로 무림목지의 면적과 혼효림 식생 면적율에 비교적 높은 가중치를 주어 식생의

안정성에 중점을 두었음.

- 적응능력에서는 임목의 건정성에 중점을 두어 병충에 방제 고용인력, 산림공무원수, 재정등에 일정치를 배분시켰음.

○ 산불에 대한 취약성

- 산불의 취약성 기후노출에서는 발생요인과 시기에 초점을 두어 연속적인 무강수일수의 최대값과 실효습도가 35% 이하인 날의 횟수, 풍속, 일사량 등 기상적인 요인에 비중을 비교적 높게 주었음.
- 민감도는 주로 산림내 입지와 식생여건을 모두 고려하였음. 즉 산림지역의 경사도, 고도, 임도거리와 침엽수면적, 소나무의 면적, 혼효림의 면적을 모두 고려하였음.
- 적응능력은 산림방제 면적과 관리되는 토지율, 천연림보육 면적 등이 고려되었으며 산림공무원 수와 인구당 공무원 수 등 산림관심도에도 인자로 작용하였음.

○ 병해충에 의한 취약성

- 병해충에 의한 취약성 기후노출은 해충의 발생이 왕성한 6~8월의 기온을, 그리고 병이 발생하기 쉬운 실효습도에 우선 가중치를 높였고, 일 최고온도, 여름철 평균기온 등도 인자로 포함.
- 민감도는 근래 소나무에 대한 병해충이 급증하고 있는 추세를 감안하여 소나무의 면적에 높은 가중치를 주었고 병충해가 발생한 면적은 감수성이 있다고 판단되어 가중치를 높였으며 이외에도 침엽수 식생 면적율도 비교적 높은 가중치를 주었음.
- 병해충 적응능력은 산림방제 면적에 가장 큰 가중치를 주었고, 병충해 방제 고용인력을 두 번째로 높은 가중치를 주어 적극적인 병충해 방제의 의지에 중점을 두었음.

○ 소나무와 송이버섯의 취약성

- 기후노출은 소나무와 송이버섯과의 관계를 다양하게 고려하여 6~10월의 강수량과 송이발생에 필요한 토양습도 즉, 토양 10cm에서의 토양수분에 비교적 높은 가중치를 주었고 이외에도 여름철 평균기온, 토양온도 등도 인자로 포함
- 민감도는 소나무의 면적을 가장 우선시하였으며 침엽수의 식생면적율, 산림부산물 생산량도 인자로 작용하였음.
- 적응능력에서는 자연휴식년제 실시 면적과 관리되는 토지율에 높은 가중치를 부여하였음.

○ 산림생산성의 취약성

- 기후노출은 산림의 생산성에 영향을 주는 환경인자로 기온, 강수량, 토양수분, 상대습도 등의 인자를 모두 고려
- 민감도는 무립목지의 면적, 산림내 평균경사와 고도, 임도의 거리 등 생산성에 관여하는 부분에 가중치 배분
- 적응능력에서는 관리되는 토지율에 가장 가중치를 높게 주었으며, 천연림보육, 산림공무원수, 산림방제 면적 등이 모두 인자로 포함시켰음.

○ 가뭄에 의한 산림식생의 취약성

- 기후노출은 가뭄에 영향을 받을 수 있는 기상여건을 고려 연속적인 무강수일수의 최대값(회), 증발산량, 풍속, 일사량, 일 최고기온 등의 순서로 가중치를 부여하였으며 강수량은 (-)값으로 작용시켰음.
- 민감도는 가뭄의 취약성을 노출시키는 무립목지의 면적과 산림내 평균경사, 평균고도, 임도의 거리 순으로 가중치 부여
- 적응능력은 천연림보육면적과 관리되는 토지율에 비교적 높은 인자로 설정하고 산림공무원수와 지역내 총생산도 가중치를 높게 설정

■ 기후변화에 따른 항목별 가중치 설정

○ 산림분야별 기후영향 취약성평가를 위하여 분야별로 가장 영향을 주는 인자의 비중을 고려하여 <표 5-4-14>와 같이 가중치 부여하였음.

<표 5-4-14> 기후변화에 따른 산림분야 항목별 대용변수 및 가중치

세부항목	대용변수		세부항목 영향인자	가중치
집중호우에 의한 산사태	기후노출	0.4	강수량(mm/day)	0.10
			일최대강수량(mm)	0.30
			5일주기 최대강수량(mm)	0.15
			6~8월 강수량(mm)	0.25
			일강수량이 80mm이상인 날 횟수(회)	0.20
	민감도	0.37	조림지 면적(ha)	0.14
			무립목지 면적(ha)	0.29
			침엽수 식생 면적률(%)	0.15
			활엽수 식생 면적률(%)	0.15
			산림내 평균경사(°)	0.15
			산림내 평균고도(m)	0.12
	적응능력	0.23	산림 공무원 수(명)	0.20
			재정자립도(%)	0.20
			산림방제 면적(ha)	0.04
			병충해 방제 고용인력(명)	0.08
			관리되는 토지률(%)	0.20
			지역내 총생산(GRDP)(백만원)	0.18
			천연림 보육(ha)	0.10

<표 5-4-14> 계속

세부항목	대용변수		세부항목 영향인자	가중치
산사태에 의한 임도의 취약성	기후노출	0.4	강수량(mm/day)	0.09
			일최대강수량(mm)	0.30
			5일주기 최대강수량(mm)	0.16
			6~8월 강수량(mm)	0.21
			일강수량이 80mm이상인 날 횟수(회)	0.24
	민감도	0.37	조림지 면적(ha)	-0.20
			무립목지 면적(ha)	0.24
			침엽수 면적(ha)	-0.10
			활엽수 면적(ha)	0.10
			혼효림 면적(ha)	0.20
			혼효림 식생 면적률(%)	0.19
			산림내 평균경사(°)	0.35
			병충해 발생 면적(ha)	0.10
			산림내 평균고도(m)	0.12
	적응능력	0.23	산림 공무원 수(명)	0.20
			병충해 방제 고용 인력(명)	0.24
			관리되는 토지률(%)	0.20
			재정자립도(%)	0.18
			지역내 총생산(GRDP)(백만원)	0.18
산불에 의한 취약성	기후노출	0.45	5~7월 일평균 풍속(m/s)	0.10
			일최대 풍속이 14m/s 이상인 날 횟수(회)	0.25
			실효습도(%)	-0.20
			실효습도가 35% 이하인 날 횟수(회)	0.35
			6~8월 강수량(mm)	-0.15
			연속적인 무강수일수 최대값(회)	0.45
			토양온도 2m(℃)	0.10
			일사량(W/m²)	0.20
			강수량(mm/day)	-0.10
	민감도	0.3	임도 거리(m)	0.20
			소나무 면적(m²)	0.15
			무립목지 면적(ha)	0.15
			침엽수 면적(ha)	0.15
			혼효림 면적(ha)	-0.20
			산림내 평균경사(°)	0.15
			산림내 평균고도(m)	0.15
			침엽수 식생 면적률(%)	0.25
	적응능력	0.25	산림 공무원 수(명)	0.10
			산림방제 면적(ha)	0.20
			천연림 보육(ha)	0.10
			지역내 총생산(GRDP)(백만원)	0.10
			관리되는 토지률(%)	0.15
			인구당 공무원 수(명/만명)	0.15
			재정자립도(%)	0.20

<표 5-4-14> 계속

세부항목	대용변수		세부항목 영향인자	가중치
병해충에 의한 취약성	기후노출	0.37	6~8월 일평균기온(℃)	0.25
			6~10월 일평균기온(℃)	0.10
			일최고 기온(도)	0.15
			6~8월 일최고기온(℃)	0.15
			실효습도(%)	0.20
			연간 강수량(mm)	0.05
			일최고 기온이 33℃ 이상인 날 횟수(회)	0.10
	민감도	0.38	임도 거리(m)	0.15
			소나무 면적(m^2)	0.35
			침엽수 면적(ha)	0.15
			혼효림 면적(ha)	-0.20
			병충해 발생 면적(ha)	0.25
			인구밀도(명/km^2)	0.10
			침엽수 식생 면적률(%)	0.20
	적응능력	0.25	산림 공무원 수(명)	0.15
			산림방제 면적(ha)	0.35
			병충해 방제 고용인력(명)	0.25
			천연림 보육(ha)	0.15
			재정자립도(%)	0.10
소나무와 송이버섯의 취약성	기후노출	0.48	6~8월 일평균기온(℃)	0.15
			실효습도(%)	0.10
			6~10월 강수량(mm)	0.35
			토양온도 10cm(℃)	0.15
			토양수분 10cm(m^3/m^3)	0.25
	민감도	0.3	소나무 면적(m^2)	0.45
			침엽수 면적(ha)	0.15
			침엽수 식생 면적률(%)	0.20
			산림 부산물 생산량(ton)	0.20
	적응능력	0.22	산림 공무원 수(명)	0.15
			자연휴식년제 실시 면적(m^2)	0.30
			천연림 보육(ha)	0.20
			관리되는 토지률(%)	0.35
산림생산성의 취약성	기후노출	0.44	6~10월 일평균기온(℃)	0.25
			상대습도(%)	0.15
			연간 강수량(mm)	0.25
			6~10월 강수량(mm)	0.15
			토양수분 10cm(m^3/m^3)	0.20
	민감도	0.28	임도 거리(m)	0.25
			무립목지 면적(ha)	0.30
			혼효림 식생 면적률(%)	0.05
			산림내 평균경사(°)	0.20
			산림내 평균고도(m)	0.20
	적응능력	0.28	산림 공무원 수(명)	0.15
			산림방제 면적(ha)	0.10
			병충해 방제 고용 인력(명)	0.10
			천연림 보육(ha)	0.15
			관리되는 토지률(%)	0.30
			재정자립도(%)	0.10
			인구당 공무원수(명/만명)	0.10

<표 5-4-14> 계속

세부항목	대용변수		세부항목 영향인자	가중치
가뭄에 의한 산림식생의 취약성	기후노출	0.45	일최고 기온이 33℃ 이상인 날 횟수(회)	0.15
			풍속(m/s)	0.20
			실효습도가 35% 이하인 날 횟수(회)	0.20
			강수량(mm/day)	-0.20
			연속적인 무강수일수 최대값(회)	0.45
			증발산량(mm/day)	0.20
			일사량(W/m^2)	0.15
			연간 강수량(mm)	-0.15
	민감도	0.3	임도 거리(m)	0.10
			무립목지 면적(ha)	0.30
			침엽수 면적(ha)	0.10
			산림내 평균경사(°)	0.20
			산림내 평균고도(m)	0.15
			산림 부산물 생산량(ton)	0.05
			병충해 발생 면적(ha)	0.10
	적응능력	0.25	산림 공무원 수(명)	0.15
			산림방제 면적(ha)	0.10
			천연림 보육(ha)	0.25
			관리되는 토지률(%)	0.25
			인구당 공무원 수(명/만명)	0.10
			지역내 총생산(GRDP)(백만원)	0.15

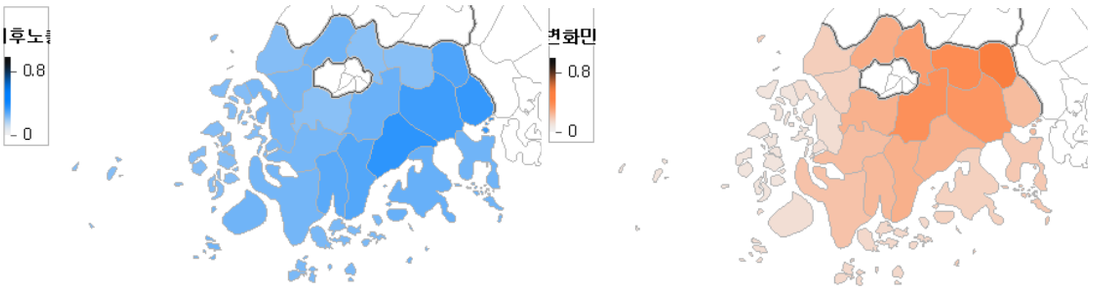
2) 취약성 평가결과

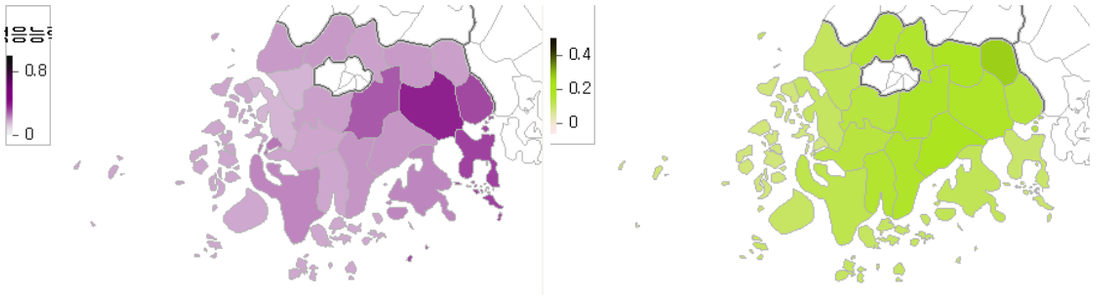
가) 집중호우에 의한 산사태 취약성

■ 현재의 취약성

○ 집중호우에 대한 산림의 취약성에 대한 항목별 지수 분석

- 기후노출은 보성이 가장 높았으며 광양, 순천지역 순으로 높았고, 담양이 가장 낮았고 나주, 곡성 순으로 낮게 나타났음.
- 민감도는 구례가 가장 높았으며 곡성, 화순지역 순으로 높았고, 신안이 가장 낮았으며 목포, 진도 순으로 낮게 나타났음.
- 적응능력은 순천이 가장 높게 나타났으며 여수, 광양 순으로 높았으며 무안이 가장 낮았으며 함평, 진도 순으로 낮았음.
- 취약성 평가는 구례가 가장 높았으며 보성, 순천 순으로 취약성이 높았으며, 신안이 가장 낮았으며 목포, 영광 순으로 낮게 나타났음.





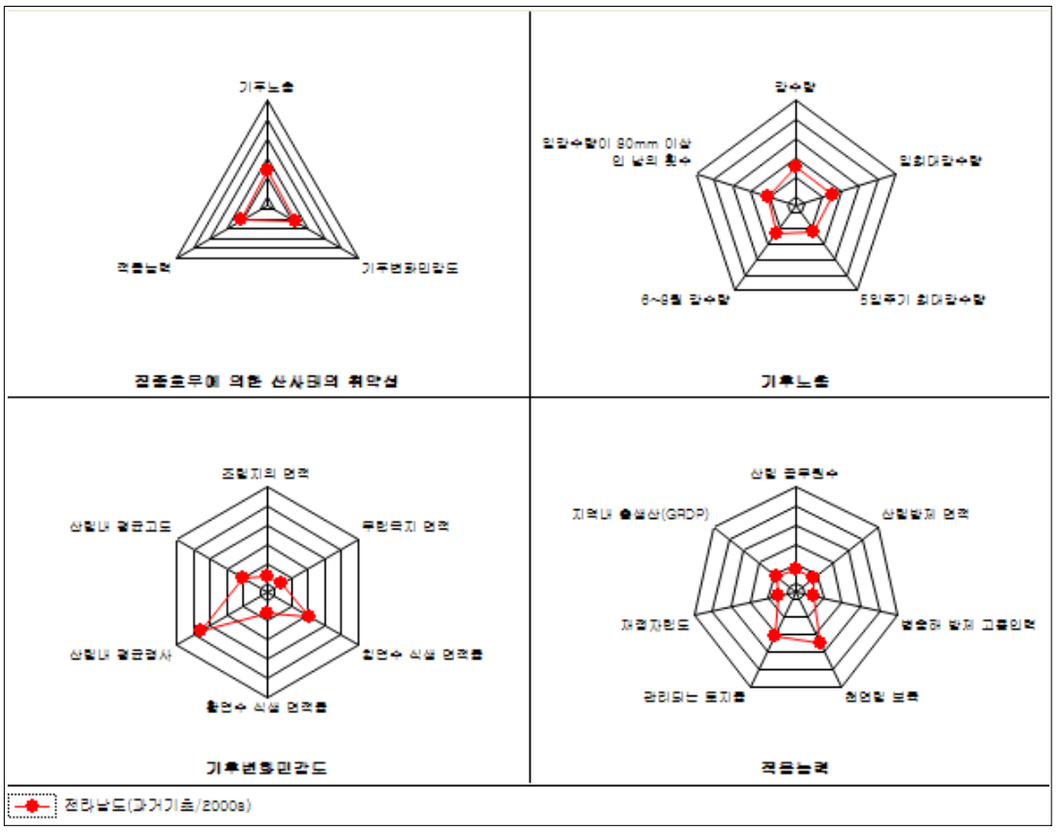
<그림 5-4-25> 집중호우에 의한 산사태 기후노출 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도

○ 집중호우에 의한 산사태 취약성 기여도 분석

- 기후노출 변수가 가장 높았고 기후변화 민감도, 적응능력 순으로 나타났으나 그 차이는 거의

없어 이들의 3가지 요인이 고르게 작용하는 것으로 나타났음.

- 기후노출 변수 중에서는 강수량, 일 최대강수량, 6-8월의 강수량, 일 강수량이 80mm 이상인 날의 횟수, 5일 주기 최대강수량 순으로 크게 작용하였음.
- 기후변화 민감도는 산림내 평균경사도 가장 크게 작용한 것으로 나타났으며 침엽수식생 면적율, 산림내 평균고도, 활엽수 식생 면적율, 조림지의 면적, 무립목지 면적 순으로 나타남
- 적응능력은 천연림보육 면적이 가장 높았으며 관리되는 토지율(%), 지역내 총생산, 산림공무원수, 산림방제인력, 재정자립도, 병충해방제 고용인력 순으로 높았음.



<그림 5-4-26> 집중호우에 의한 산사태 취약성 기여도

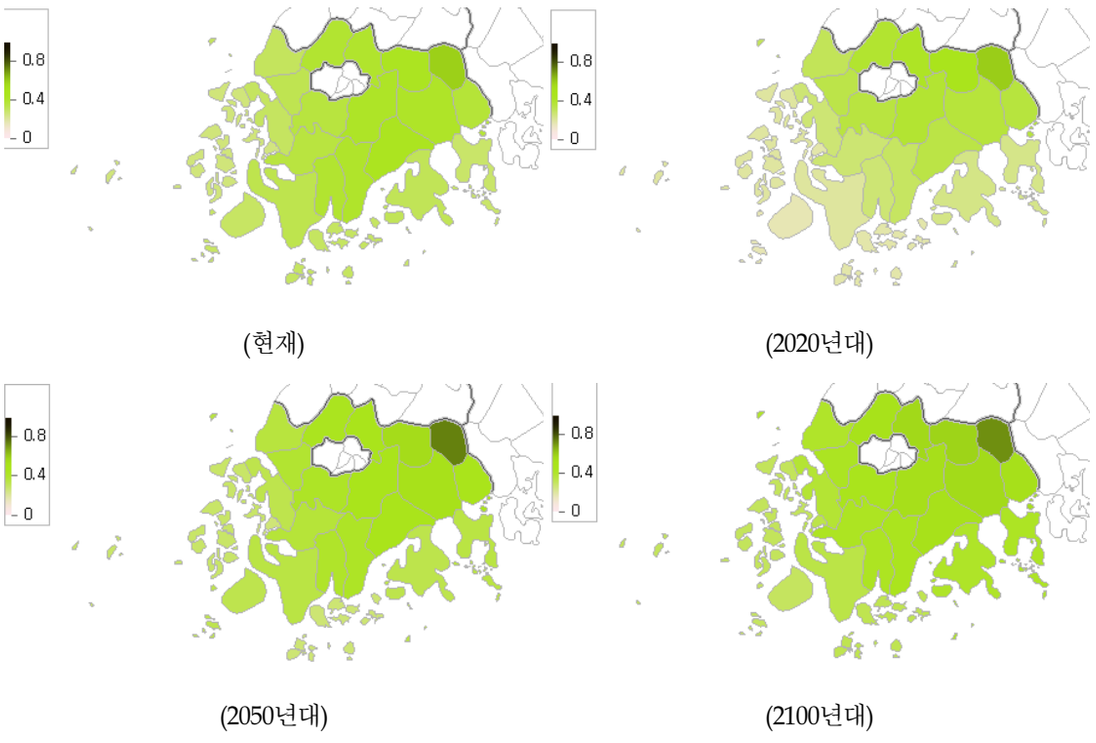
■ 미래예측(A1B) 취약성 평가

○ 집중호우에 의한 산사태 취약성에 관한 미래예측 시나리오 평가 결과

- 현재는 구례, 보성, 순천이 순으로 가장 취약한 것으로 나타났으며 신안, 목포, 영광 순으로 낮게 나타남.
- 2020년에는 구례, 곡성, 순천 순으로 취약할 것으로 예측되었으며 신안, 완도, 목포 순으로 낮을 것으로 나타남.
- 2050년에는 구례, 곡성, 담양 순으로 나타났으며 완도, 해남, 진도 순으로 낮게 나타날 것으로

예측됨.

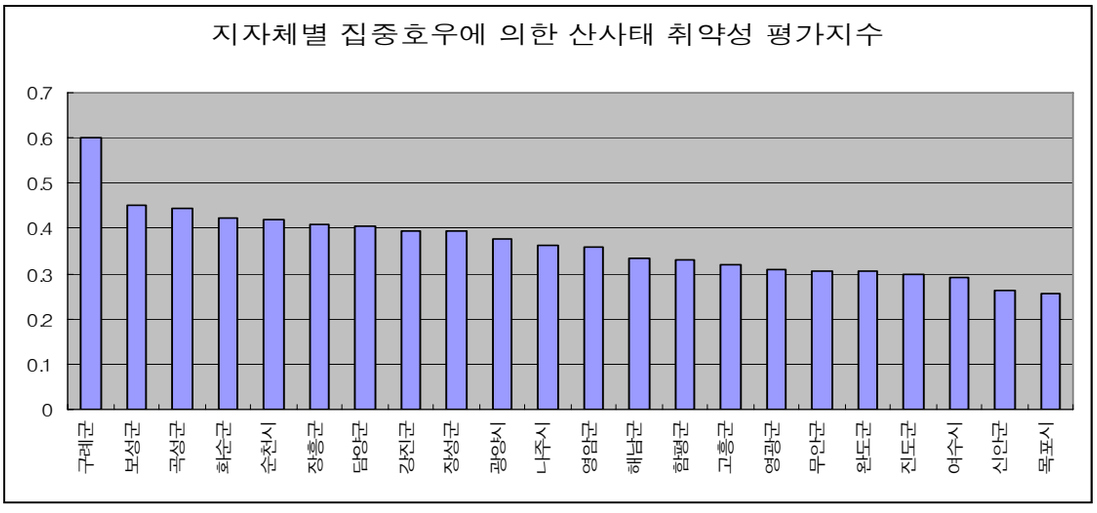
- 2100년에는 구례, 곡성, 광양 순으로 산사태 취약성이 클 것으로 예측되었으며 신안, 진도, 해남 순으로 낮게 나타날 것으로 예측됨.



<그림 5-4-27> 전남지역 집중호우에 의한 산사태 취약성 미래예측(A1B) 평가도

○ 미래예측(A1B) 평가결과 종합 분석에 따르면, 집중호우에 의한 산사태 취약성에 관한 미래예측 시나리오 평가 결과 전체적으로 산림지역의 면적이 많고 해발고도가 높은 산을 가진 지역들이 취약한 것으로 나타났으며 미래에도 이와 같은 패턴을 나타낼 것으로 예측됨. 반면 산사태 취약성이 낮은 지역은 대부분 해안지역이 이에 해당되었으며 전남의 동부지역이나 서부지역 보다는 서남부지역이 가장 낮은 것으로 예측됨.

■ 지자체별 취약성 평가지수



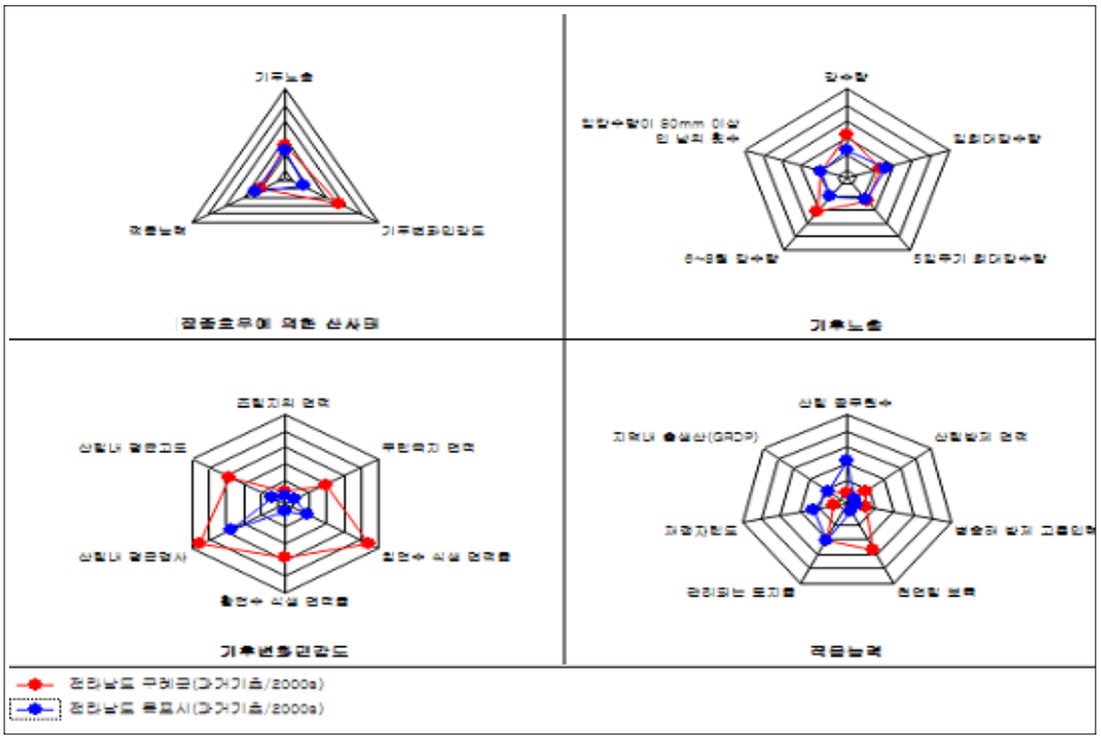
<그림 5-4-28> 지자체별 집중호우에 의한 산사태 취약성 평가지수

○ 전남 시,군별 집중호우에 의한 산사태 취약성 평가지수는 구례, 보성, 곡성, 화순, 순천, 장흥 순으로 높았고, 목포, 신안, 여수, 진도, 완도, 무안 순으로 낮았음.

■ 지자체간 취약성 기여도 비교분석

○ 집중호우에 의한 산사태 취약성 평가결과를 바탕으로 취약성이 가장 높은 구례군과 가장 낮게 나타난 목포시의 취약성 기여도를 비교분석 결과

- 기후변화 취약성 지수에 영향을 미치는 대용변수는 기후변화 민감도 부분에서 가장 차이가 나는 것으로 나타남.
- 기후노출 지수는 구례군이 목포시보다 강수량과 6~8월의 강수량에서 차이가 크게 작용한 것으로 나타났다. 즉 구례군이 여름철 강우량이 많은 요인이 작용한 것으로 분석됨.
- 기후변화 민감도 지수는 침·활엽수 식생 면적율, 산림내 평균고도(m), 산림내 평균경사도 순으로 두 지역간에 큰 차이를 나탄낸 것으로 분석됨.
- 적응능력 지수는 두 지역간에 서로 다른 대용변수 등이 작용하는 것으로 나타났다. 즉, 목포시는 산림공무원수와 재정자립도 등에서 적응능력이 큰 것으로 나타났고, 구례군은 천연림 보육면적과 산림방제 면적이 넓은 것이 대용변수로 작용한 것으로 분석됨.



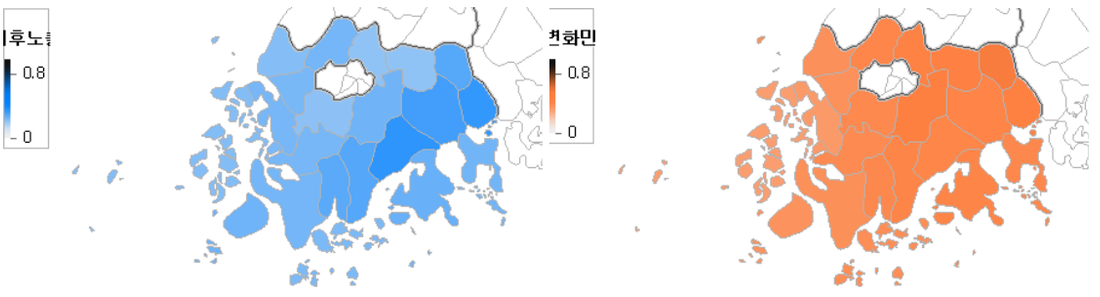
<그림 5-4-29> 지자체간 집중호우에 의한 산사태 취약성 기여도

나) 산사태에 의한 임도의 취약성

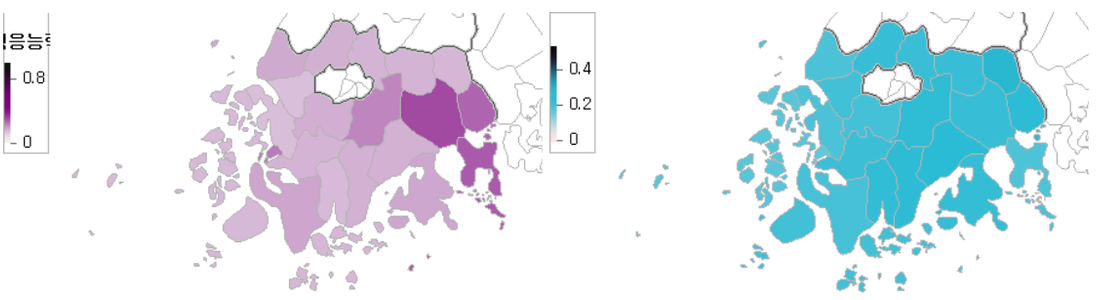
■ 현재의 취약성

○ 산사태에 의한 임도의 취약성에 대한 항목별 지수 분석

- 기후노출은 구례가 가장 높았으며 광양, 순천 순으로 높았고, 완도가 가장 낮았으며 신안, 해남 순으로 낮게 나타남.
- 민감도는 구례가 가장 높았으며 화순, 광양 순으로 높게 나타났고, 신안이 가장 낮게 나타났으며 무안, 목포 순으로 낮았음.
- 적응능력은 순천이 가장 높았으며 여수, 광양 순으로 높았으며, 함평이 가장 낮게 나타났으며 무안, 강진 순으로 낮음.
- 취약성 평가는 구례가 가장 높았으며 광양, 보성 순으로 취약성이 높았으며, 신안이 가장 낮았으며 완도, 목포 순으로 낮게 나타남.

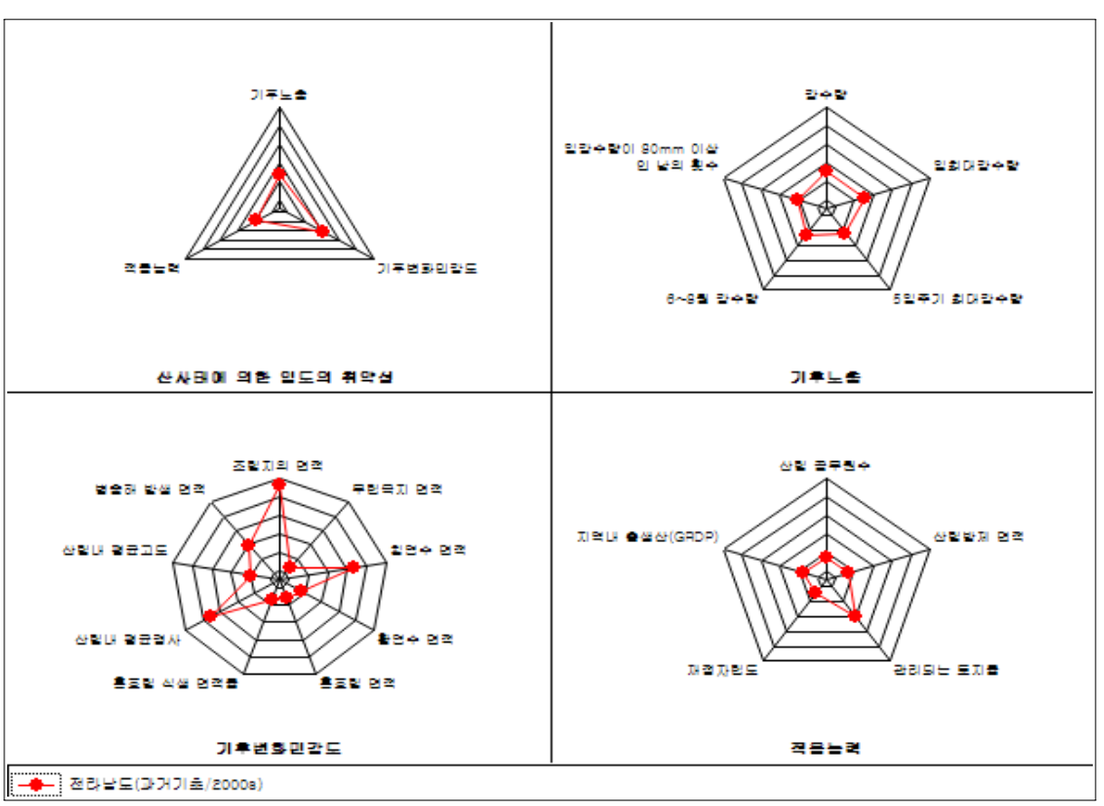


(기후노출) (민감도)



(적응능력) (취약성)

<그림 5-4-30> 산사태에 의한 임도의 기후노출 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도

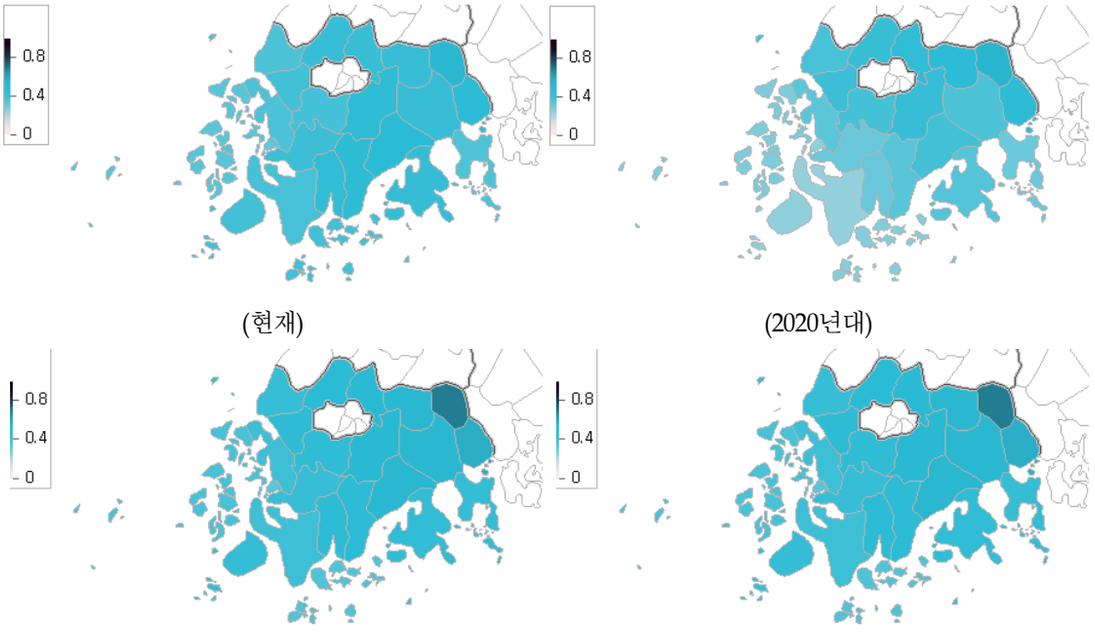


<그림 5-4-31> 산사태에 의한 임도의 취약성 기여도

○ 산사태에 의한 임도의 취약성 기여도 분석

- 임도의 취약성에 작용하는 기여도는 기후변화 민감도> 기후노출> 적응능력 순으로 작용한 것으로 나타남.
- 기후노출은 강수량과 일 최대강수량이 가장 크게 작용하였으며 다음으로 장마철 6~8월의 강수량이 작용하였음.
- 기후변화 민감도는 조림지의 면적, 산림내 평균경사도가 크게 작용하였으며 침엽수의 면적도 변수로 작용한 것으로 분석됨.
- 적응능력은 관리되는 토지율(%)이 가장 큰 변수로 작용하는 것으로 분석됨.

■ 미래예측(A1B) 취약성 평가



<그림 5-4-32> 전남지역 산사태에 의한 임도의 취약성 미래예측(A1B) 평가도

○ 산사태에 의한 임도의 취약성에 관한 미래예측 시나리오 평가 결과

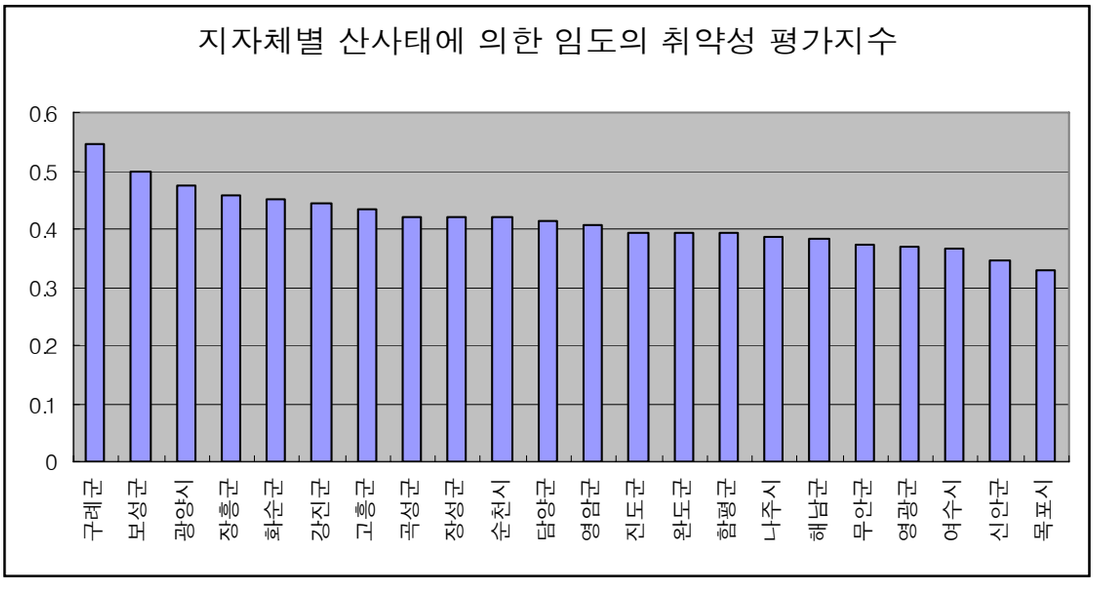
- 현재는 구례, 보성, 광양 순으로 가장 취약한 것으로 나타났으며, 목포, 신안, 여수 순으로 낮게 나타남.
- 2020년에는 구례, 곡성, 순천 순으로 가장 취약할 것으로 나타났으며, 완도, 목포, 진도 순으로 낮을 것으로 예측됨.
- 2050년에는 구례, 장성, 곡성 순으로 취약할 것으로 나타났으며, 완도, 해남, 진도 순으로 낮을 것으로 예측됨.
- 2100년에는 구례, 곡성, 담양 순으로 취약할 것으로 나타났으며, 해남, 진도, 신안 순으로 낮을

것으로 예측됨.

○ 미래예측(A1B) 평가결과 종합 분석

- 산사태에 의한 임도의 취약성에 관한 미래예측 시나리오 평가 결과는 집중호우에 의한 산사태 취약지역과 거의 유사한 결과를 나타냄.
- 특히 산림면적이 넓고 평균 경사도가 급한 지역인 구례, 곡성지역이 현재와 가까운 미래에는 취약한 것으로 나타났으며, 먼 미래에도 계속 취약할 것으로 나타남.
- 임도의 취약성이 낮은 지역도 집중 호우에 의한 산사태 취약지역과 유사한 전남 서남부 지역의 지자체로 나타났으며 미래예측 평가에서도 비슷한 결과로 예상됨.

■ 지자체별 취약성 평가지수



<그림 5-4-33> 지자체별 산사태에 의한 임도 취약성 평가지수

○ 전남 시,군별 산사태에 의한 임도 평가지수는 구례, 보성, 광양, 장흥, 화순 순으로 높았고, 목포, 신안, 여수, 영광, 무안 등이 낮게 나타남.

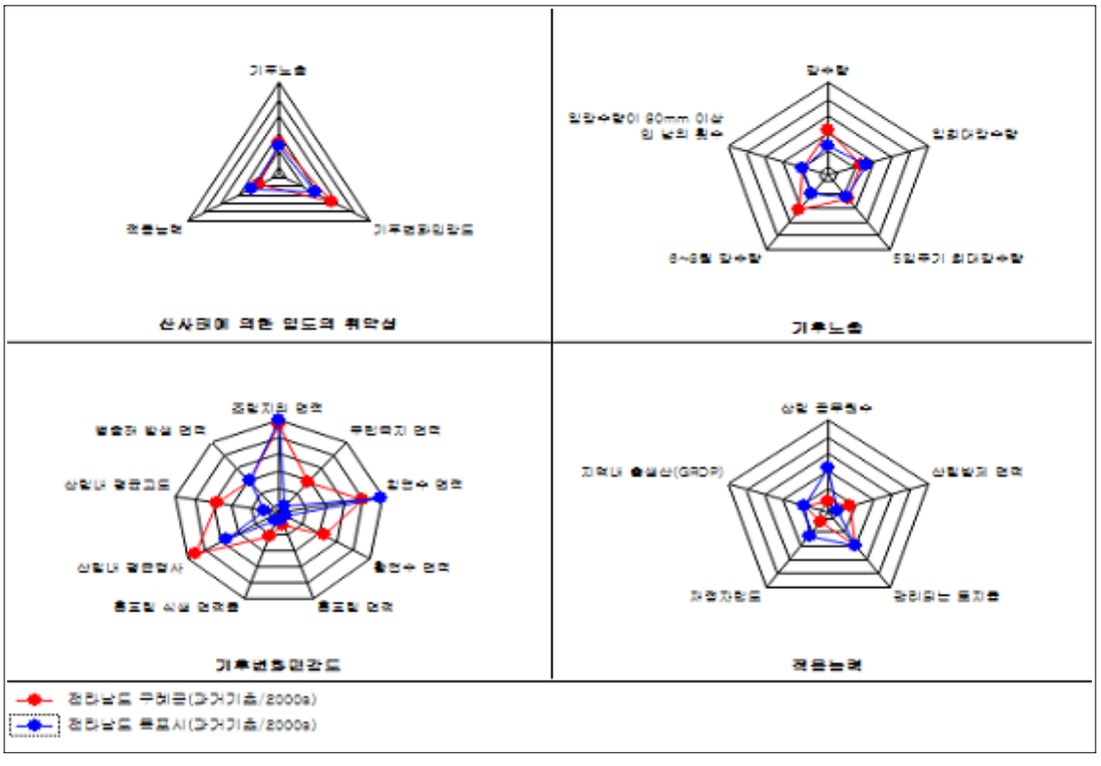
■ 지자체별 취약성 기여도 비교 분석

○ 산사태에 의한 임도의 취약성 평가결과를 바탕으로 취약성이 가장 높은 구례군과 가장 낮은 목포시의 취약성 기여도를 비교 분석한 결과

- 기후변화 취약성 지수에 영향을 미치는 대용변수는 기후변화 민감도에서 가장 차이가 나는 것으로 나타남.
- 기후노출 지수는 6~8월 강수량이 가장 크게 작용하였고 다음은 전체적인 강수량이 작용하였음.
- 기후변화 민감도는 조림지의 면적, 산림내 평균경사도와 평균고도에서 대용변수로 작용하는

것으로 나타났으며 두 직역은 산림내 평균경사도와 평균고도에서 차이가 나는 것으로 나타남.

- 적응능력 지수는 산림공무원수, 관리되는 토지율이 작용하는 것으로 나타났으나 두 지역간에서는 산림 공무원 수에서 차이를 나타냄.



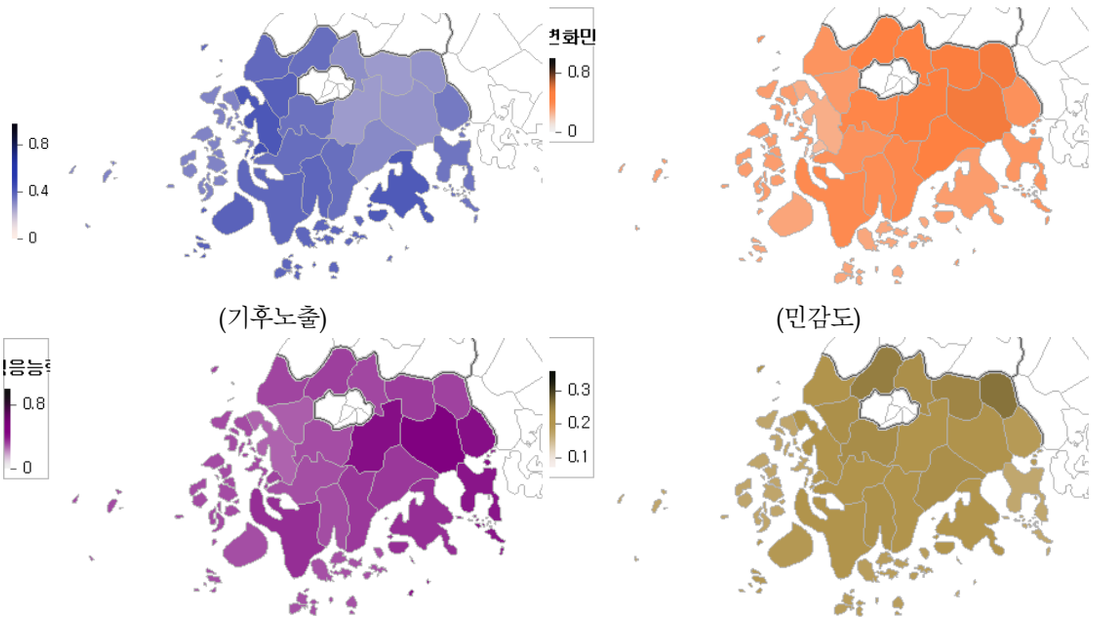
<그림 5-4-34> 지자체간 산사태에 의한 임도 취약성 기여도

다) 산불에 의한 취약성

■ 현재의 취약성

○ 산불에 대한 취약성에 대한 항목별 지수

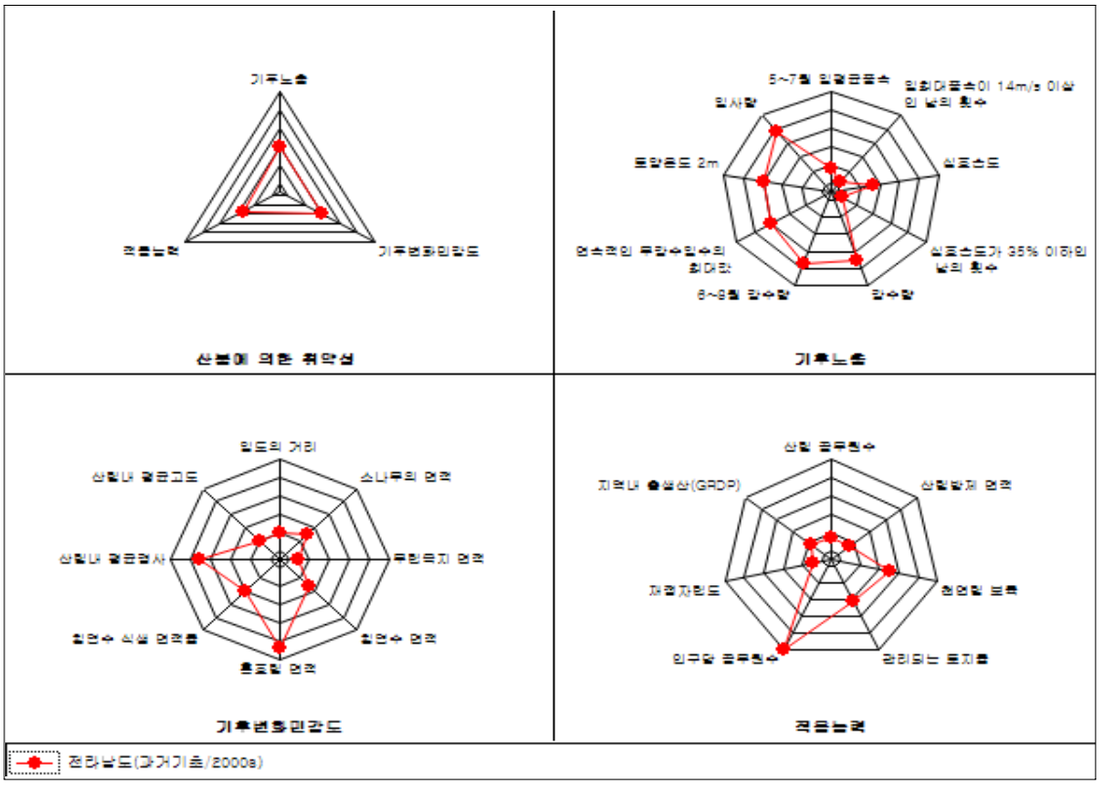
- 기후노출은 목포, 무안, 고흥이 높았고, 화순, 곡성, 순천이 낮은 것으로 나타남.
- 민감도는 구례, 곡성, 화순이 높았고, 목포, 무안, 완도가 낮음.
- 적응능력은 순천, 화순, 광양이 높았고, 무안, 함평, 완도가 낮게 나타남.
- 산불에 의한 취약성은 장성, 구례 등이 높고 광양, 여수가 낮은 것으로 나타남.



(기후노출) (민감도)

(적응능력) (취약성)

<그림 5-4-35> 산불에 대한 기후노출 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도

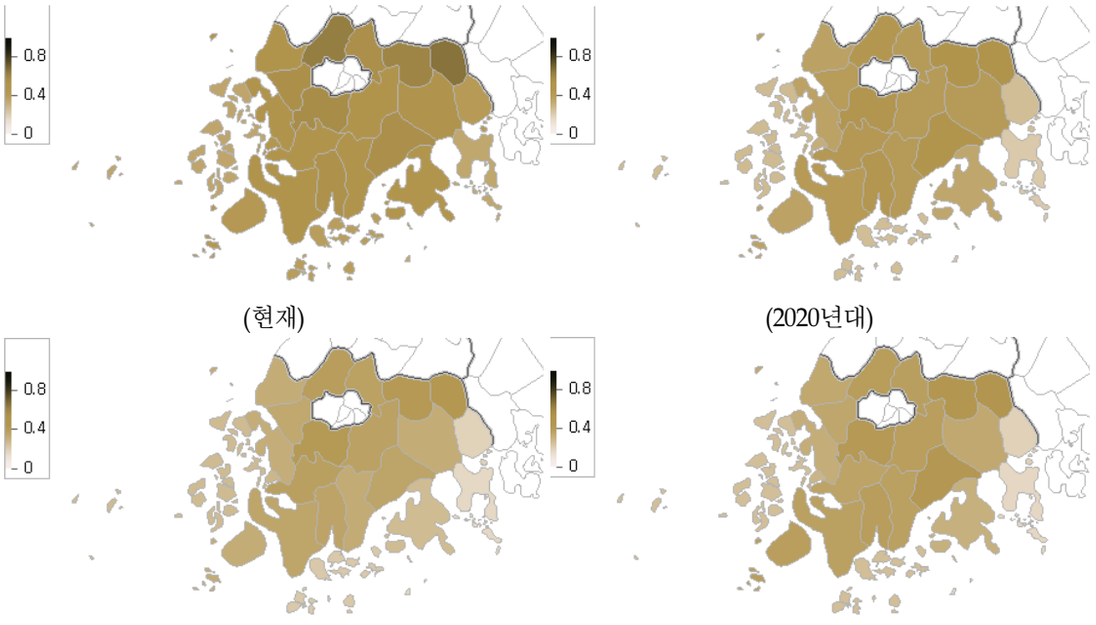


<그림 5-4-36> 산불에 대한 취약성 기여도

○ 산불에 대한 취약성의 기여도 분석

- 산불에 대한 취약성 기여도는 기후노출과 민감도의 변수가 비교적 높게 작용하였고 적응능력은 다소 낮았으나 전체적으로 3가지 요인이 고루 작용하는 것으로 나타남.
- 기후노출은 일사량, 6~8월의 강수량과 강수량이 높게 작용하였고, 일 최대 풍속이 14m/s 이상인 날의 횟수와 실효습도가 35% 이하인 날의 횟수 등은 낮게 작용하였음.
- 기후변화 민감도는 혼효림의 면적이 가장 크게 작용하고 산림 내 평균경사도가 다음으로 작용하였으며 무립목지 면적은 매우 미미한 것으로 나타남.
- 적응능력은 인구당 공무원 수가 가장 크게 작용하였으며 천연림보육 면적, 관리되는 토지율 등의 순으로 크게 작용하는 것으로 나타남.

■ 미래예측(A1B) 취약성 평가



<그림 5-4-37> 전남지역 산불에 대한 취약성 미래예측(A1B) 평가도

○ 산불에 대한 취약성에 관한 미래예측 시나리오 평가 결과

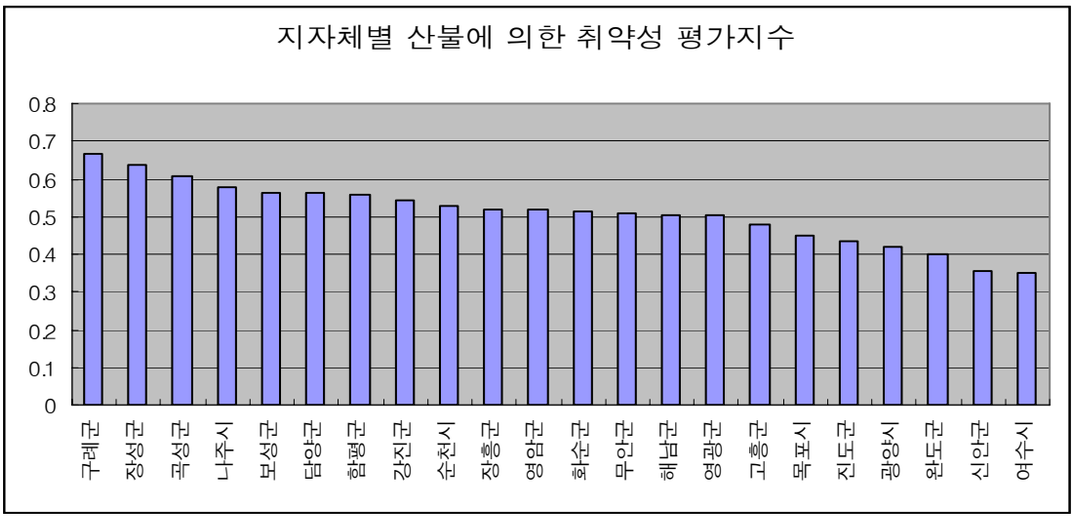
- 현재는 구례, 장성, 곡성 등이 취약성이 높았고, 여수, 신안, 완도 등이 낮음.
- 2020년에는 해남, 진도 등이 취약성이 높게 나타났고, 광양, 여수 등이 낮은 것으로 예측됨.
- 2050년과 2100년에는 진도, 해남, 강진 등이 높고 광양, 여수 등이 낮을 것을 예측됨.

○ 미래예측(A1B) 평가결과 종합 분석

- 산불에 대한 취약성에 관한 시나리오 평가결과 현재는 산림면적이 많은 지역이 취약하고 해안지역의 지자체가 취약성이 낮은 것으로 나타났으나 미래예측 평가에서는 산악지역 보다는

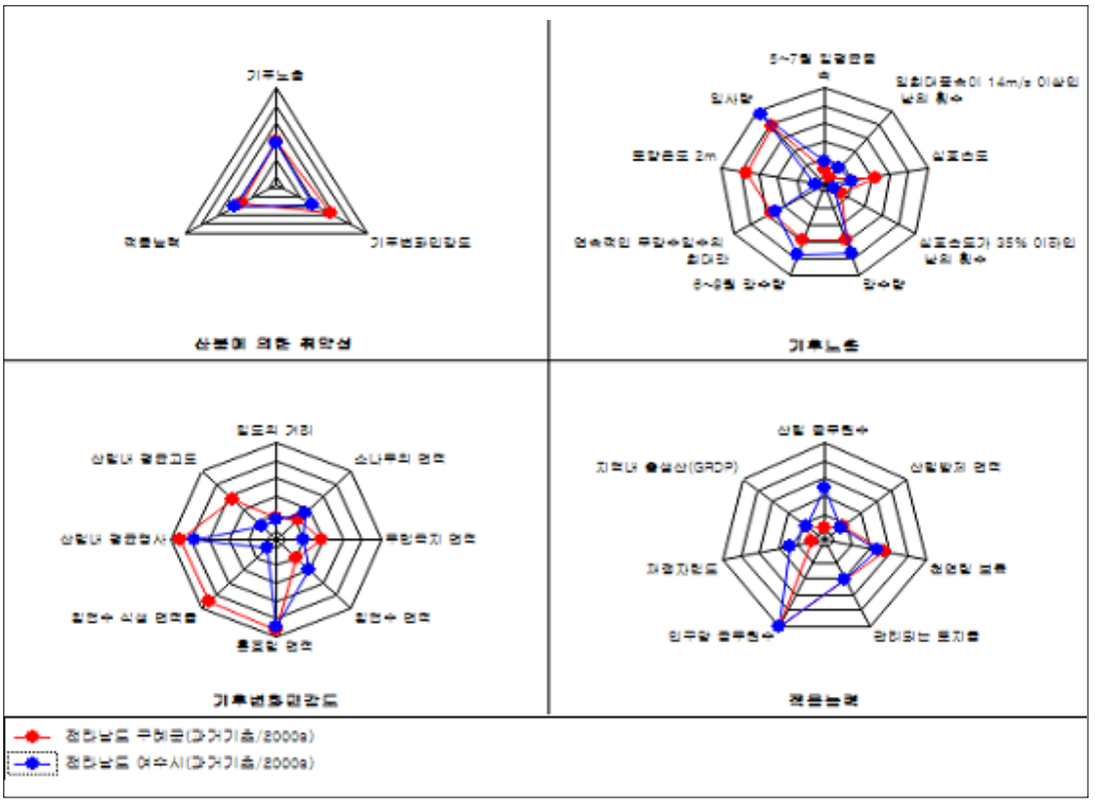
해안지역을 중심으로 특히 서남해안 지역의 지자체가 취약할 것으로 예측됨.

■ 지자체별 취약성 평가지수



<그림 5-4-38> 지자체별 산불에 의한 취약성 평가지수

■ 지자체간 산불 취약성 기여도 분석



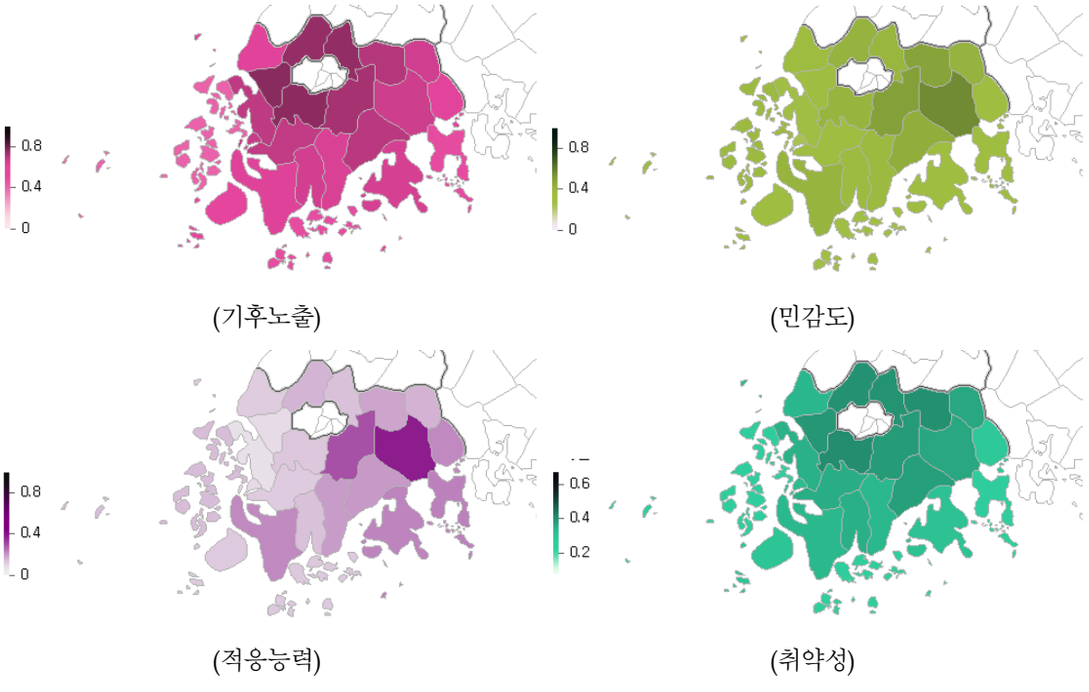
<그림 5-4-39> 지자체간 산불 취약성 기여도

○ 산불에 대한 취약성 평가결과를 바탕으로 취약성 기여도 비교분석 결과

- 산불에 의한 취약성 지수에 영향을 미치는 대용변수는 기후변화 민감도에서 가장 크게 작용하는 것으로 나타남.
- 기후노출 지수는 일사량, 토양온도 등이 크게 작용하는 것으로 나타났으며 6~8월의 강수량과 전체적인 강수량이 작용하는 것으로 나타남.
- 기후변화 민감도는 혼효림의 면적, 침엽수의 식생 면적률, 산림내 평균경사도 등의 요인이 크게 작용하였음.
- 적응능력 지수는 인구 당 공무원 수가 가장 크게 작용하였음.

라) 병해충에 의한 취약성

■ 현재의 취약성



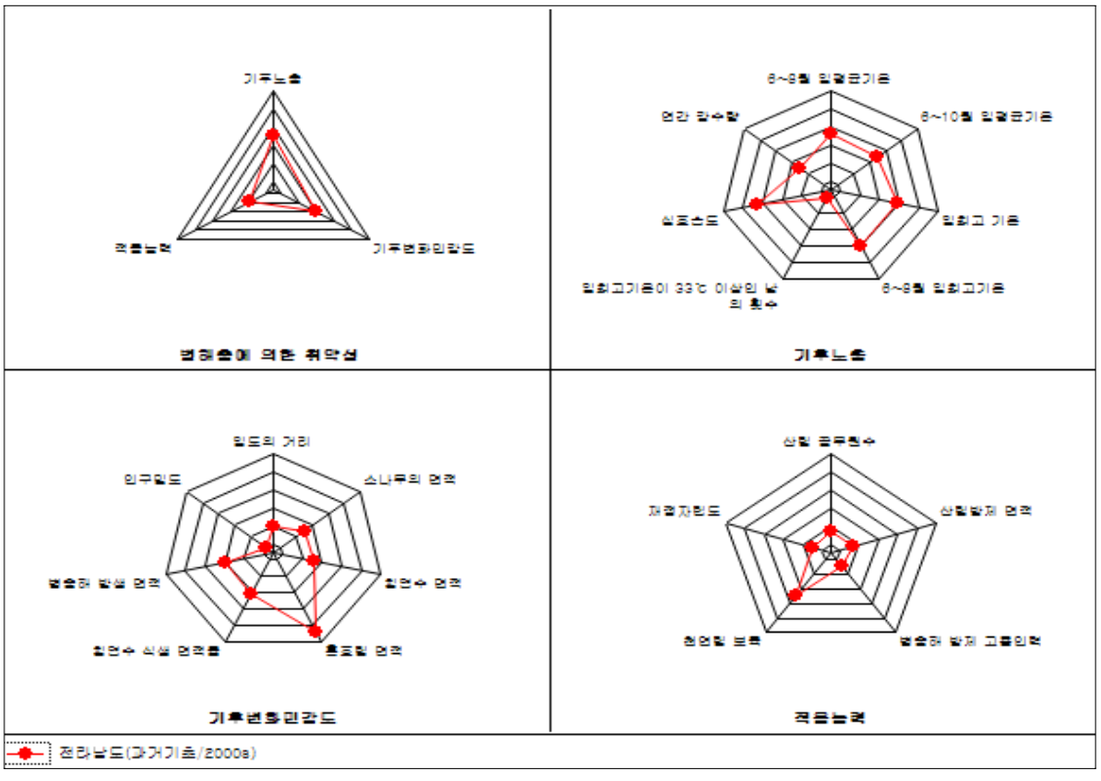
(기후노출) (민감도)

(적응능력) (취약성)

<그림 5-4-40> 병해충에 의한 기후노출 민감도, 적응능력, 취약성 지수의 분포도

○ 병해충에 의한 취약성 항목별 지수

- 기후노출은 함평, 나주, 담양 등이 높고, 신안, 완도, 여수가 낮게 나타남.
- 기후변화 민감도는 순천, 화순, 곡성이 높고, 목포, 완도, 무안이 낮게 나타남.
- 적응능력은 순천, 화순, 여수가 높고, 무안, 함평, 목포가 낮게 나타남.
- 취약성평가는 나주, 곡성, 장성 등이 높고, 여수, 완도, 신안이 낮게 나타남.



<그림 5-4-41> 병해충에 의한 취약성 기여도

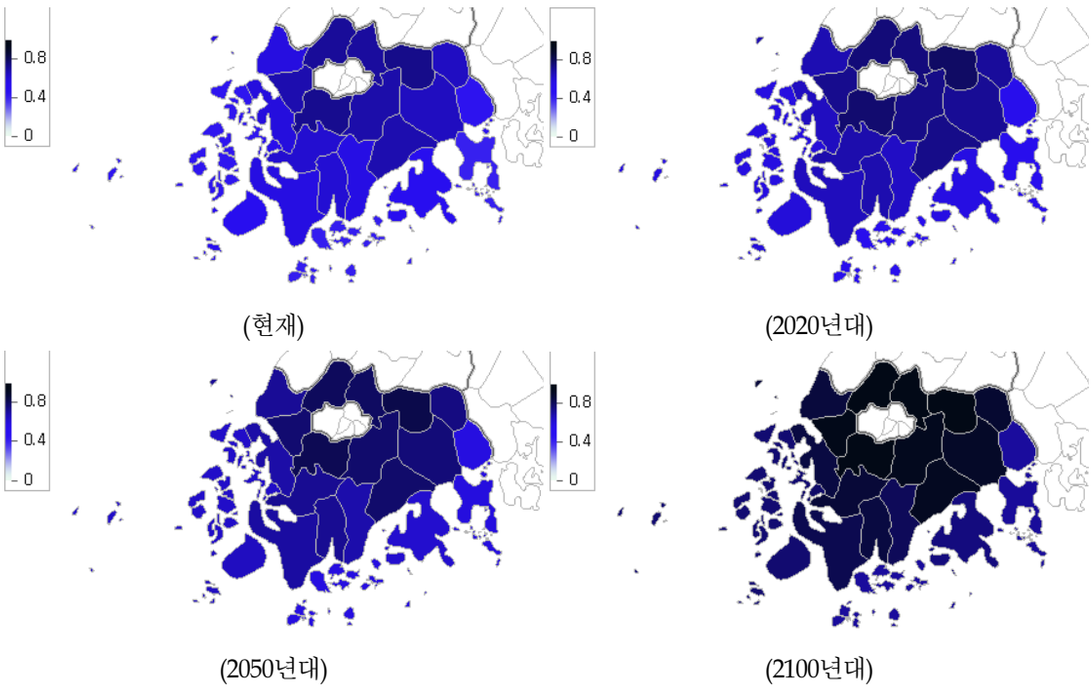
○ 병해충에 의한 취약성 기여도 분석

- 병해충에 의한 취약성 기여도는 기후노출이 가장 크게 작용하였으며 적응능력이 가장 작았음.
- 기후노출에 변수 중에서는 실효습도, 6~8월 일 최고기온 등이 높은 요인으로 작용
- 기후변화 민감도는 혼효림의 면적이 가장 큰 요인으로 작용하였으며 인구밀도는 가장 작은 요인으로 나타남.
- 적응능력은 천연림보육 면적이 가장 큰 요인으로 작용

■ 미래예측(A1B) 취약성 평가

○ 병해충에 의한 취약성에 대한 미래예측 시나리오 평가 결과

- 현재는 곡성, 나주, 장성 등이 가장 취약성이 높은 것으로 나타났으며 여수, 완도, 신안이 가장 낮은 것으로 나타남.
- 2020년에는 나주, 곡성, 장성 등이 취약성이 높은 것으로 나타났으며 여수, 완도, 광양이 낮게 나타남.
- 2050년에는 나주, 장성, 곡성이 취약성이 높은 것으로 나타났으며 완도, 광양, 여수가 낮은 것으로 나타남.
- 2100년에는 나주, 장성, 함평이 취약성이 높은 것으로 나타났으며 완도, 여수, 광양이 낮은 것으로 나타남.

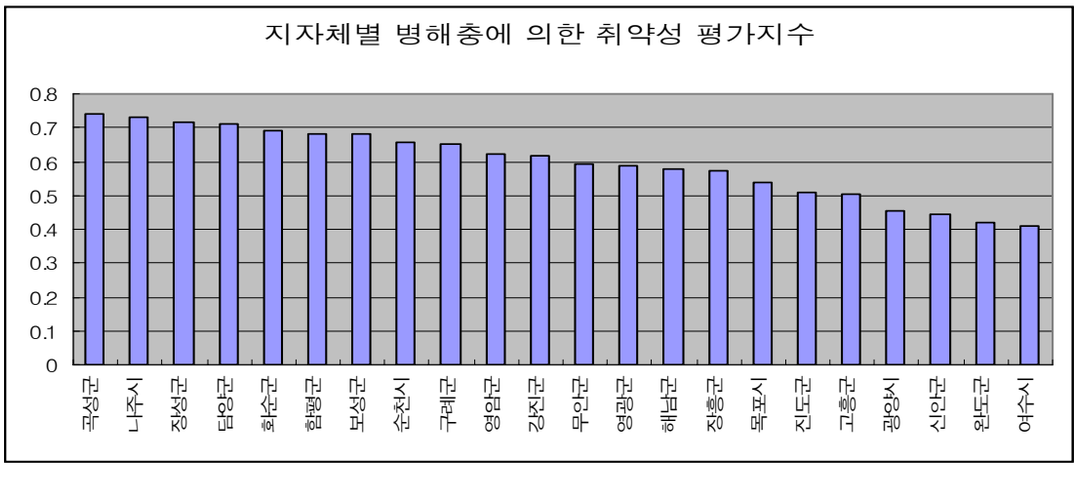


<그림 5-4-42> 전남지역 병해충에 의한 취약성 미래예측(A1B) 평가도

○ 미래예측(A1B) 평가결과 종합 분석

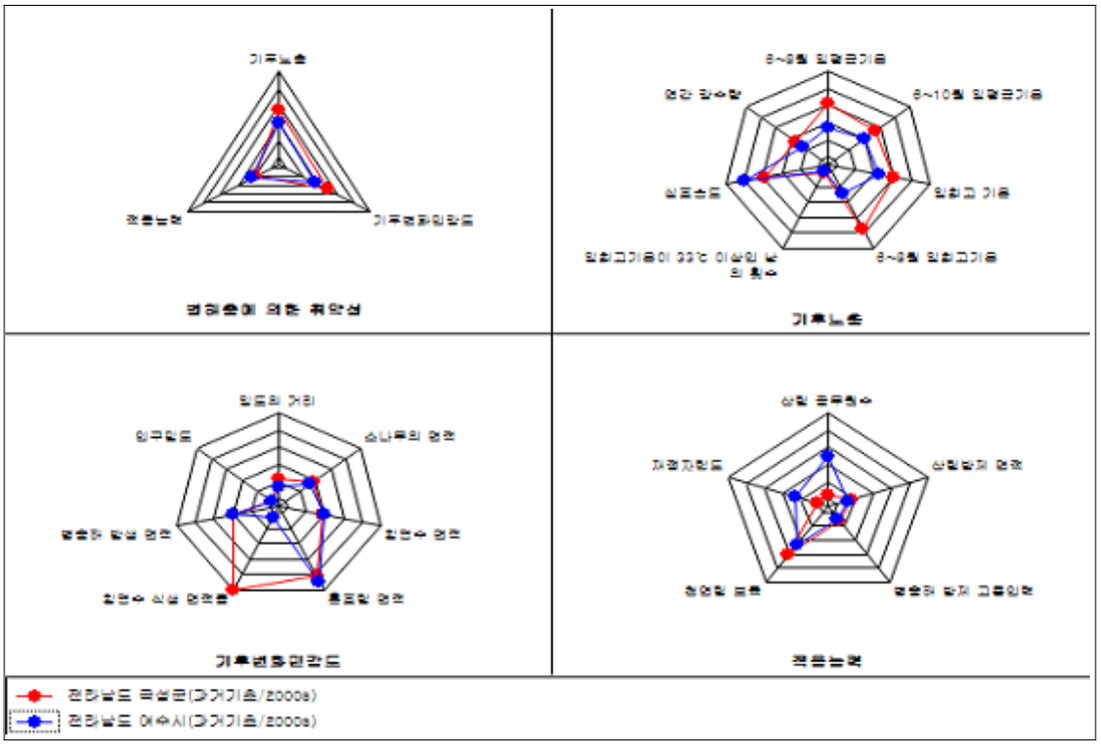
- 병해충에 의한 취약성 미래예측 시나리오 평가 결과 전체적으로 전남의 내륙지역이 취약성이 높고 전남 동부지역과 남부지역의 해안지역이 낮은 것으로 나타남. 이러한 결과는 현재뿐만 아니라 미래에도 상당기간 이 형태를 유지할 것으로 예측됨.

■ 지자체별 취약성 평가지수



<그림 5-4-43> 지자체별 병해충에 의한 취약성 평가지수

■ 지자체간 취약성 기여도 비교분석



<그림 5-4-44> 지자체간 병해충에 의한 취약성 기여도 비교

○ 병해충에 의한 취약성 평가결과를 바탕으로 취약성 기여도 분석 결과

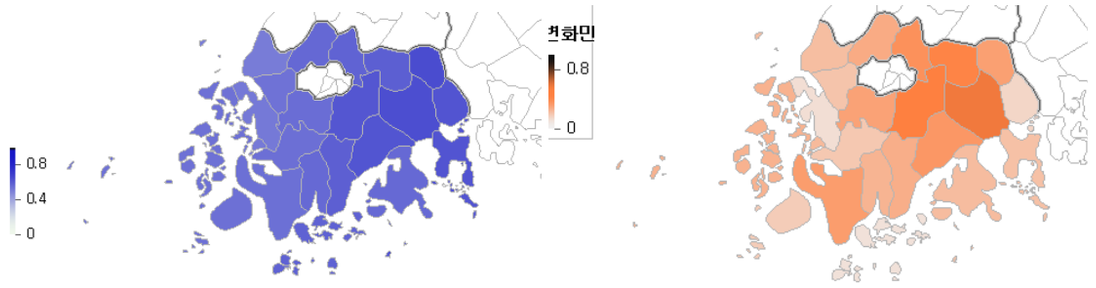
- 병해충에 의한 취약성 지수에 영향을 미치는 대용변수는 기후노출과 기후변화 민감도에서 기여도 차이가 나타남.
- 기후노출은 실효습도와 6~8월 일 최고기온 그리고 6~8월의 일평균기온 등이 크게 차이를 나타냈으며 일 최고 기온이 33℃ 이상인 날의 횟수는 가장 낮은 수치를 나타냄.
- 기후변화 민감도는 침엽수 식생 면적율이 큰 차이를 나타냄.
- 적응능력은 천연림보육에서 차이를 나타냄.

마) 소나무와 송이버섯의 취약성

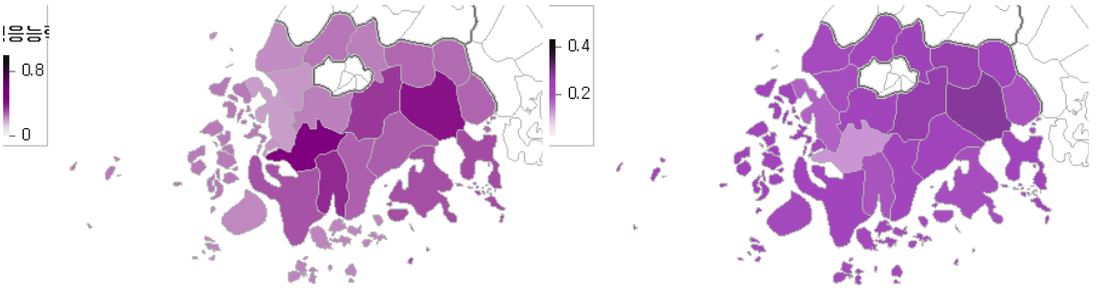
■ 현재의 취약성

○ 소나무와 송이버섯의 취약성에 대한 항목별 지수

- 기후노출 지수는 광양, 여수, 순천 순으로 높고, 진도, 해남, 목포가 순으로 낮게 나타남.
- 기후변화 민감도는 순천, 화순, 곡성 순으로 높고, 완도, 무안, 광양 순으로 낮음.
- 적응능력은 영암, 순천, 강진 순으로 높고, 무안, 함평, 목포 순으로 낮음.
- 취약성 지수는 순천, 화순, 곡성 순으로 높고, 영암이 가장 낮게 나타남.

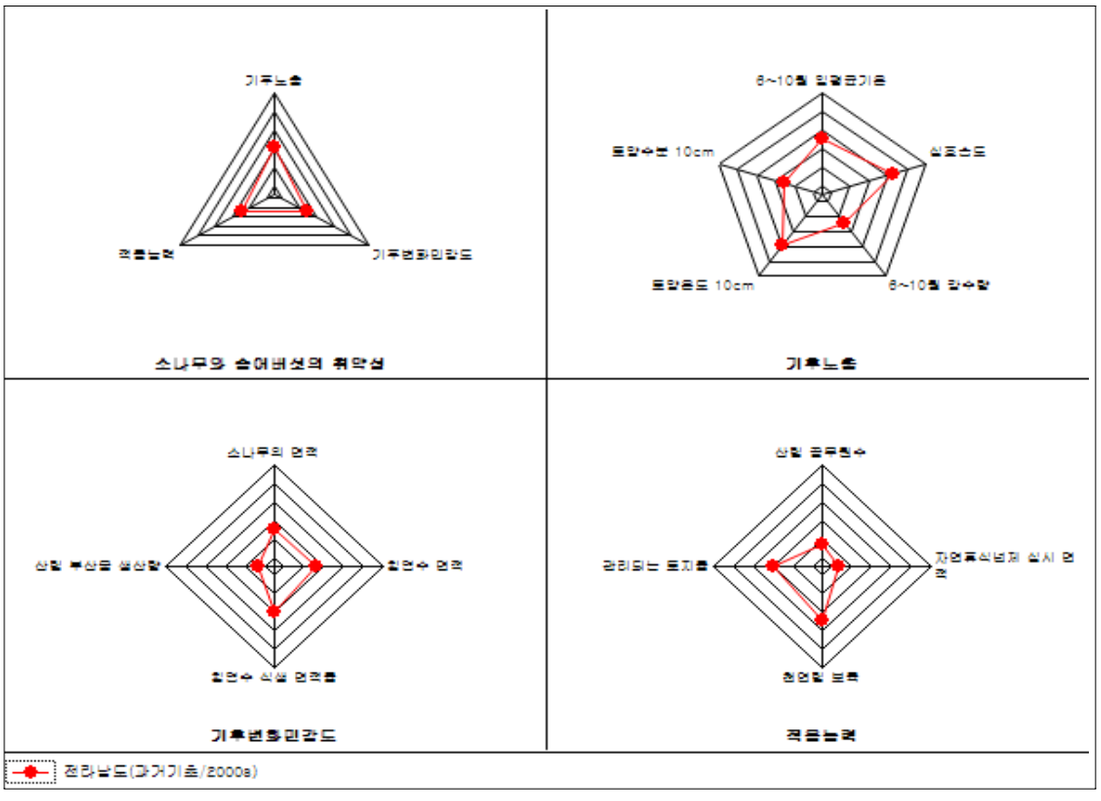


(기후노출) (민감도)



(적응능력) (취약성)

<그림 5-4-45> 소나무와 송이버섯의 기후노출 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도

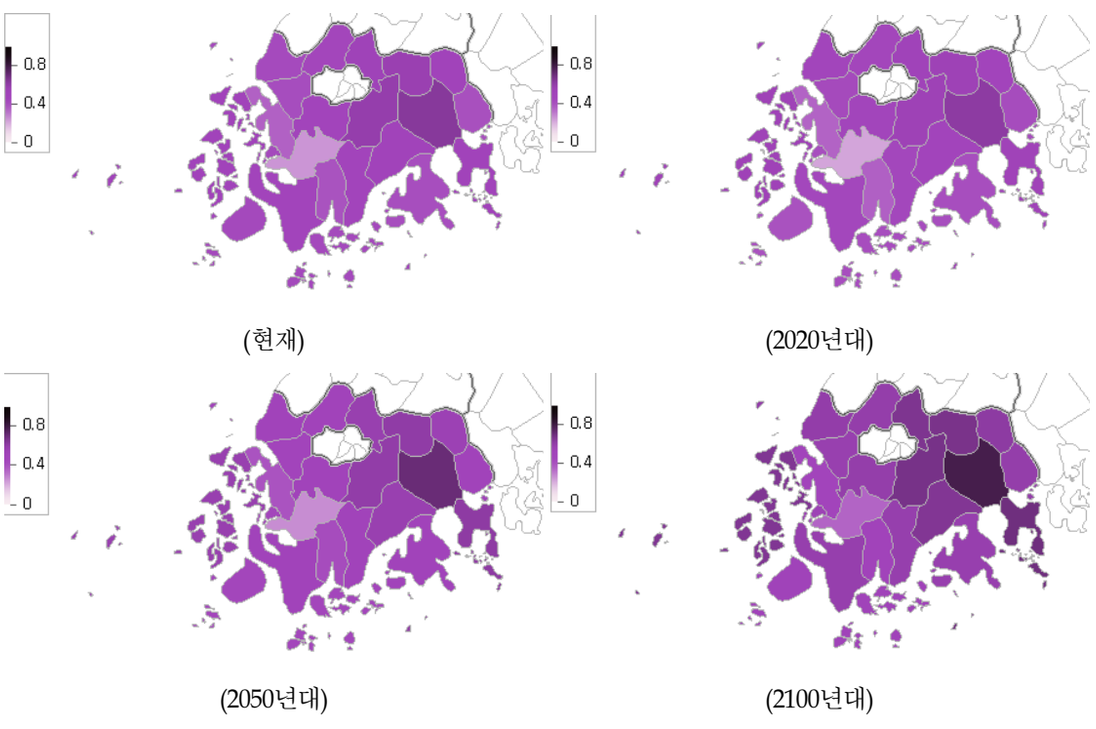


<그림 5-4-46> 소나무와 송이버섯의 취약성 기여도

○ 소나무와 송이버섯에 의한 취약성 기여도 분석

- 취약성 지수에 영향을 미치는 요인으로는 기후변화민감도와 적응능력 보다는 기후노출이 보다 크게 작용하는 것으로 나타남.
- 기후노출 지수는 실효습도와 10cm에서의 토양온도가 가장 크게 작용하는 것으로 나타났음.
- 기후변화 민감도는 소나무의 면적과 침엽수 식생 면적률(%)과 침엽수 면적이 크게 작용함.
- 적응능력은 천연림 보육과 관리되는 토지율이 높은 비율을 차지함.

■ 미래예측(A1B) 취약성 평가



<그림 5-4-47> 전남지역 소나무와 송이버섯의 취약성 미래예측(A1B) 평가

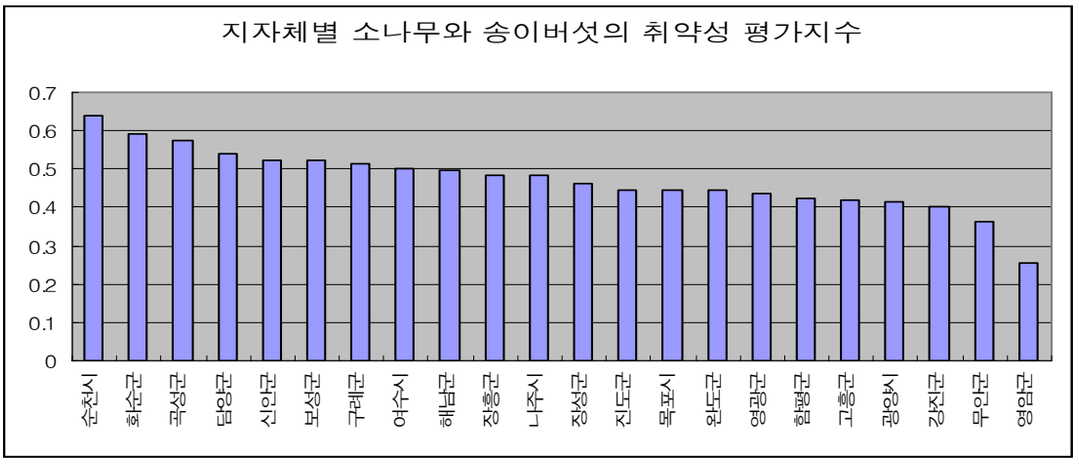
○ 소나무와 송이버섯의 취약성에 대한 미래예측 평가 결과

- 현재는 순천이 가장 취약한 것으로 나타났으며 화순, 곡성 순으로 취약성이 높고, 영암, 무안, 목포 순으로 취약성이 낮음.
- 2020년에는 순천, 곡성, 화순 순으로 취약성이 높고, 영암, 무안, 완도 순으로 취약성이 낮을 것으로 예상됨.
- 2050년에는 순천, 곡성, 담양 순으로 취약성이 높고, 영암, 완도, 진도 순으로 취약성이 낮을 것으로 예상됨.
- 2100년에는 순천, 화순, 곡성 순으로 취약성이 높고, 영암, 진도, 완도 순으로 취약성이 낮을 것으로 예상됨.

○ 미래예측(A1B) 종합 분석

- 소나무와 송이버섯 취약성에 관한 미래예측 시나리오 평가 결과 현재는 전남의 동부 내륙권이 전체적으로 취약한 것으로 나타났으며, 전남의 서남부 해안지역과 인접한 지역이 취약성이 낮은 것으로 분석되었으며 미래에도 상당기간 이러한 형태로 취약성 정도가 진행될 것으로 예측됨.

■ 지자체별 취약성 평가지수



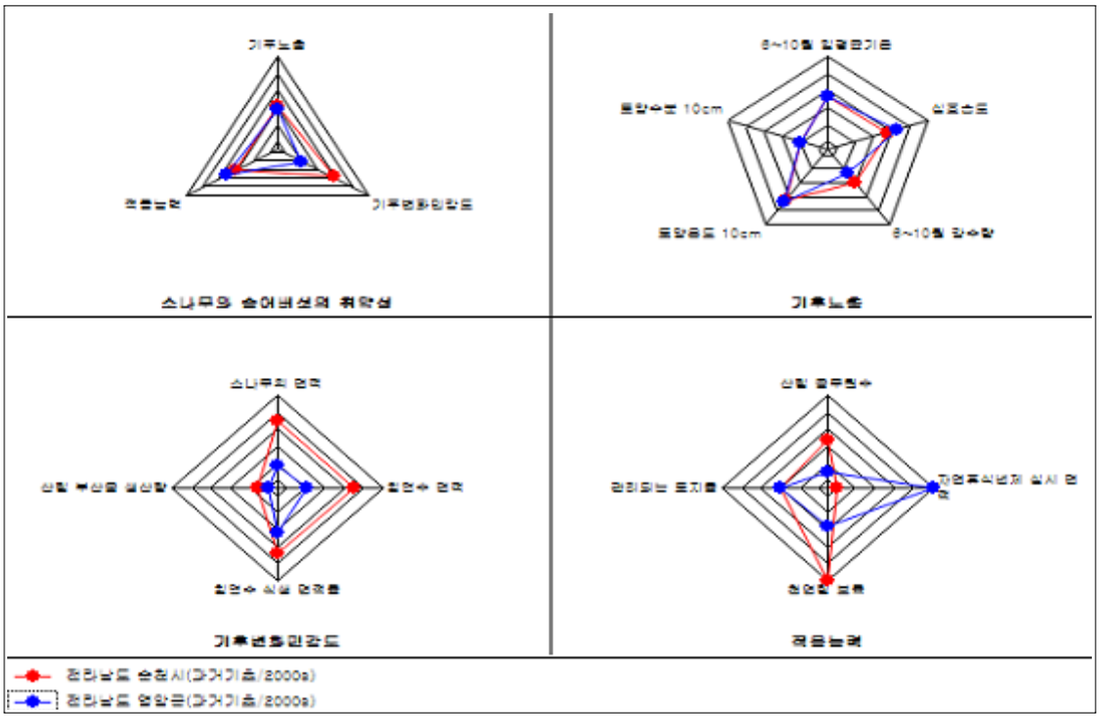
<그림 5-4-48> 지자체별 소나무와 송이버섯의 취약성 평가지수

○ 전남 시, 군별 소나무와 송이버섯 취약성 평가지수는 순천, 화순, 곡성, 담양 순으로 높았고, 영암, 무안, 강진, 광양, 고흥 순으로 낮았음.

■ 지자체간 취약성 기여도 비교분석

○ 소나무와 송이버섯의 취약성 평가 결과를 바탕으로 취약성이 높은 순천시와 가장 낮게 나타난 영암군의 취약성 기여도를 비교분석 결과

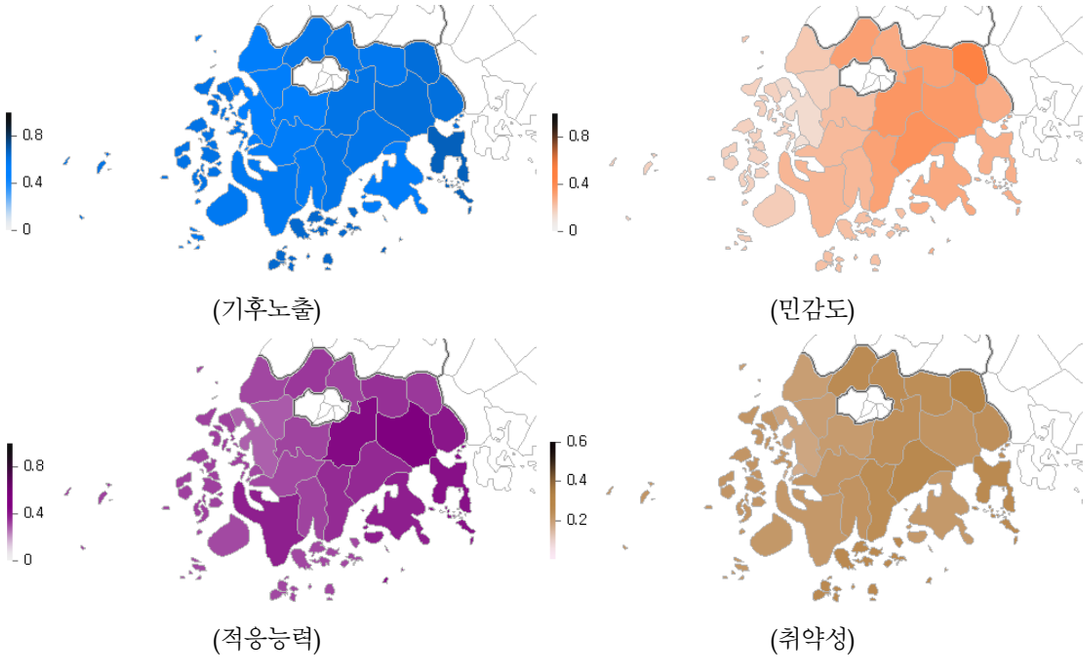
- 취약성 지수에 영향을 미치는 대용변수는 기후변화 민감도에서 큰 차이를 나타냈는데 순천시가 민감도가 큰 것으로 나타났음.
- 기후노출 지수는 6~10월의 강수량과 실효습도에서 차이를 나타냄.
- 기후변화 민감도 지수는 소나무 면적, 침엽수 면적 그리고 침엽수 식생 면적율(%)이 순천시가 가장 높았으며, 지수가 가장 낮은 영암군에 비해 큰 차이를 나타냄.
- 적응능력 지수는 순천시는 천연림 보육면적과 산림공무원 수에서, 영암군에서는 자연휴식년제 실시 면적에서 차이가 많았는데 이러한 요인들이 큰 변수로 작용한 것으로 나타남.



<그림 5-4-49> 지자체간 소나무와 송이버섯의 취약성 기여도 비교

바) 산림 생산성 취약성

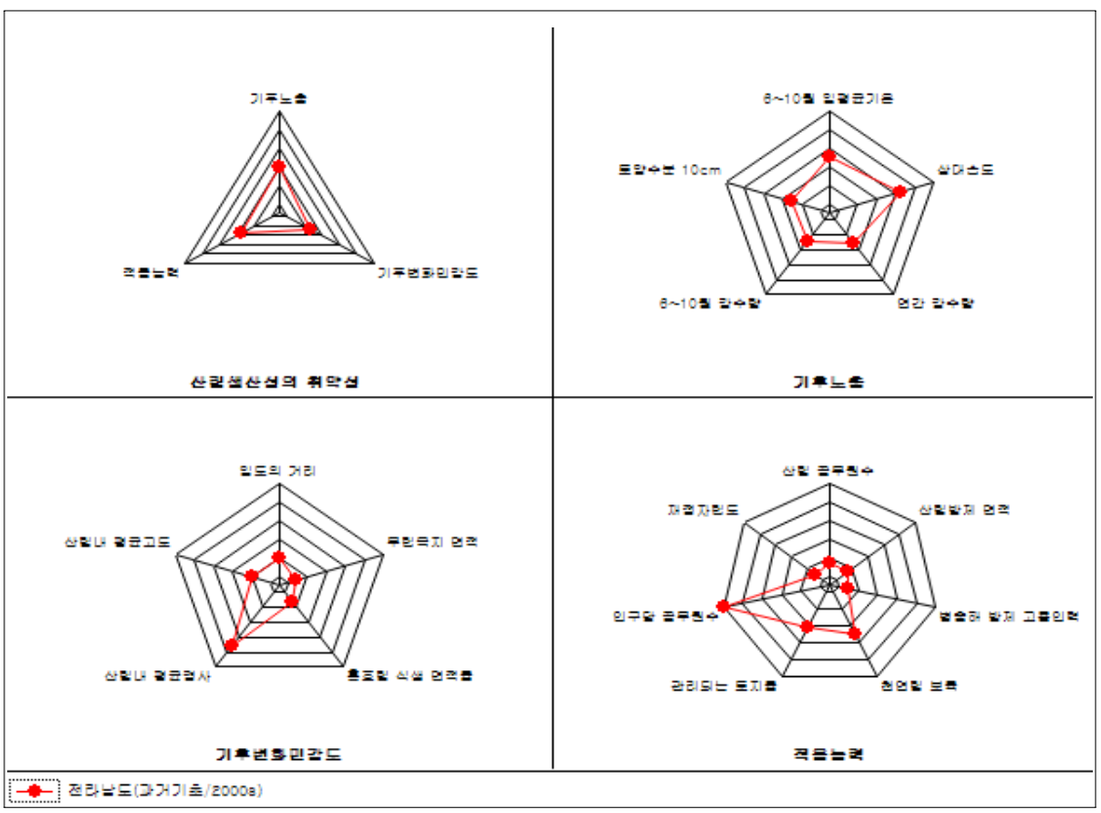
■ 현재의 취약성



<그림 5-4-50> 산림생산성의 기후노출 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도

○ 산림생산성의 취약성에 대한 항목별 지수

- 기후노출은 여수, 완도, 구례 등이 높았으며, 무안, 목포, 함평 순으로 낮았음.
- 민감도는 구례, 보성, 화순 순으로 높았으며, 목포, 무안, 신안 순으로 낮았음.
- 적응능력은 여수, 광양, 고흥 순으로 높았으며, 무안, 함평, 진도 순으로 낮았음.
- 취약성 평가 결과 구례가 가장 높았으며, 보성, 완도 등의 순으로 높았으며, 목포, 무안, 함평 순으로 낮게 나타났음.

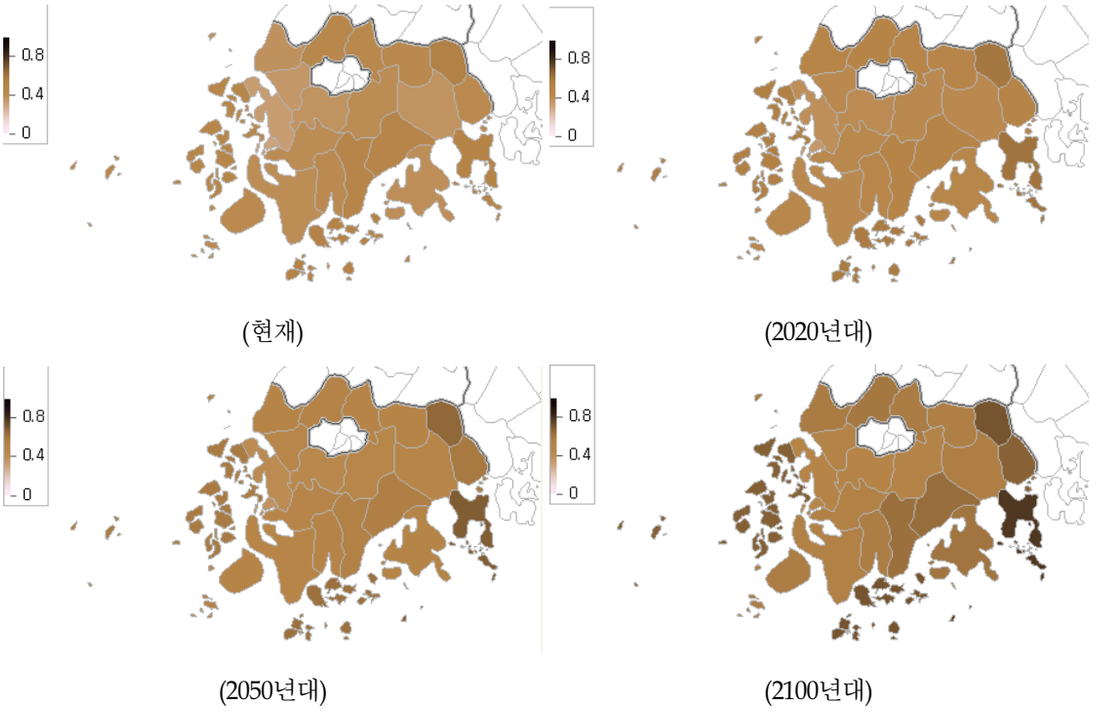


<그림 5-4-51> 산림생산성의 취약성 기여도

○ 산림생산성에 의한 취약성 기여도 분석

- 취약성에 작용하는 요인으로 기후노출과 적응능력이 기후변화 민감도 보다 더 크게 작용하였음.
- 기후노출 변수 중에서는 상대습도와 6~10월의 일 평균기온이 가장 크게 나타남.
- 기후변화 민감도는 산림 내 평균경사도가 가장 크게 작용하였음.
- 적응능력은 인구당 공무원수가 가장 큰 요인으로 작용하였으며, 다음은 천연림보육과 관리되는 토지율(%) 순으로 높았음.

■ 미래예측(A1B) 취약성 평가



<그림 5-4-52> 산림생산성의 취약성 미래예측(A1B) 평가

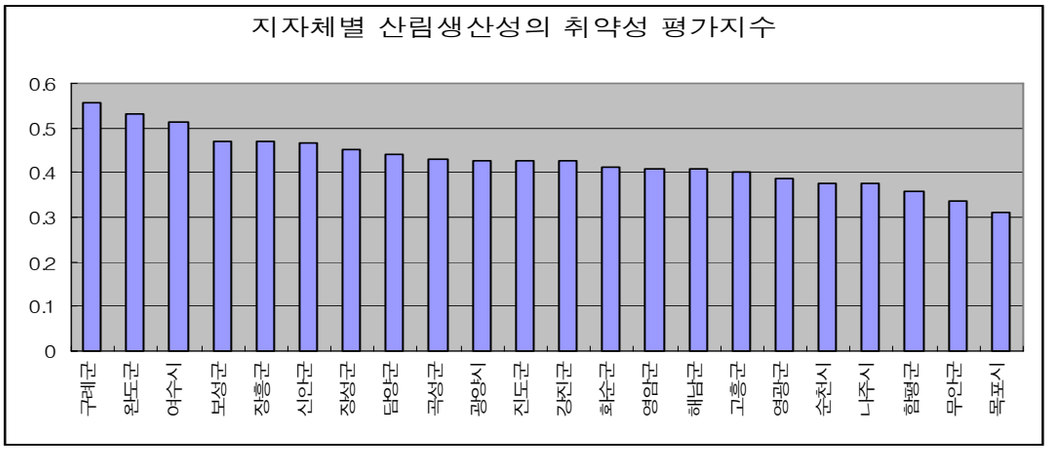
○ 산림생산성의 취약성에 관한 미래예측 시나리오 평가 결과

- 현재는 구례, 보성, 완도 등이 취약성이 높았으며, 목포, 무안, 함평 등이 낮았음.
- 2020년에는 여수, 구례, 광양 등이 취약성이 높게 나타났으며, 목포, 무안, 나주 등이 낮게 예측되었음.
- 2050년에는 구례, 여수, 광양 등이 높게 나타났으며, 목포, 해남, 무안이 낮을 것으로 예측되었음.
- 2100년에는 여수, 구례, 광양 등이 높게 나타났으며, 목포, 무안, 진도 등이 낮을 것을 예측되었음.

○ 미래예측(A1B) 평가결과 종합 분석

- 산림생산성의 취약성에 대한 미래예측 시나리오 평가 결과 현재는 산악, 해안지역을 구분하지 않고 취약지역이 골고루 분포하였으나 미래에는 전남의 동부지역이 전체적으로 취약할 것으로 나타났으며 상대적으로 서부지역은 취약성이 낮을 것으로 예측됨.

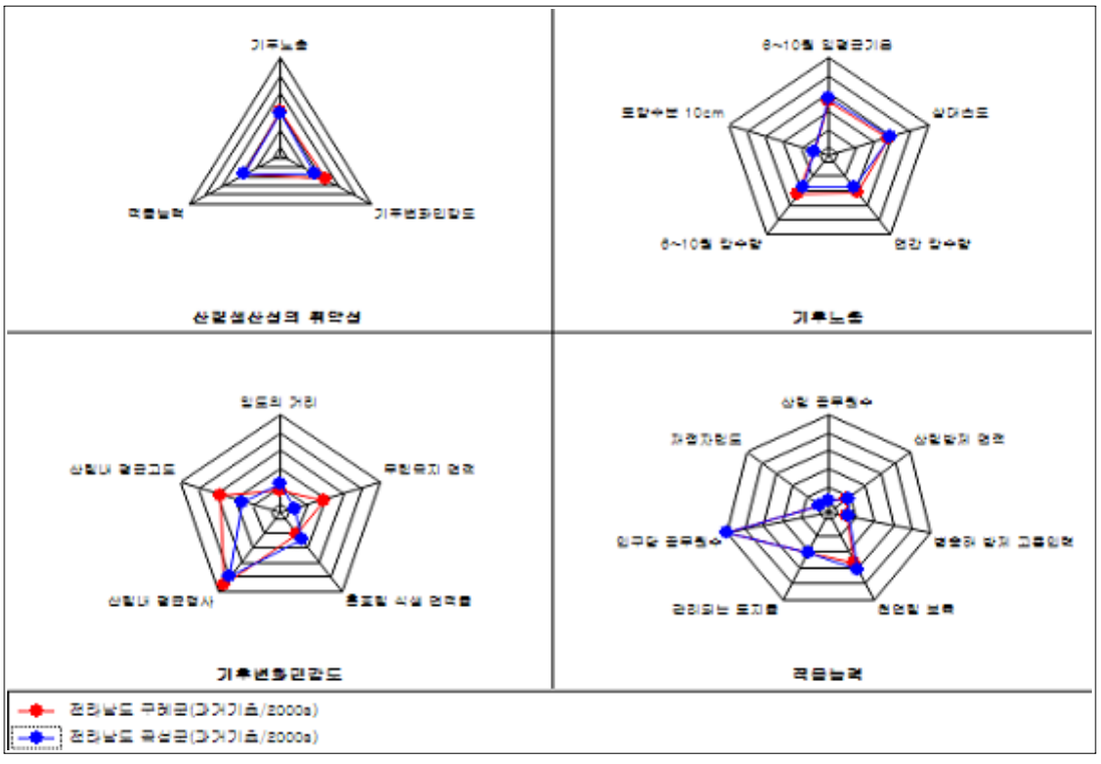
■ 지자체별 취약성 평가지수



<그림 5-4-53> 지자체별 산림생산성의 취약성 평가지수

○ 전남 시·군별 산림생산성의 취약성 평가지수는 구례, 완도, 여수, 보성 지역이 높았고, 목포, 무안, 함평, 나주 순으로 낮았음.

■ 지자체간 취약성 기여도 비교 분석



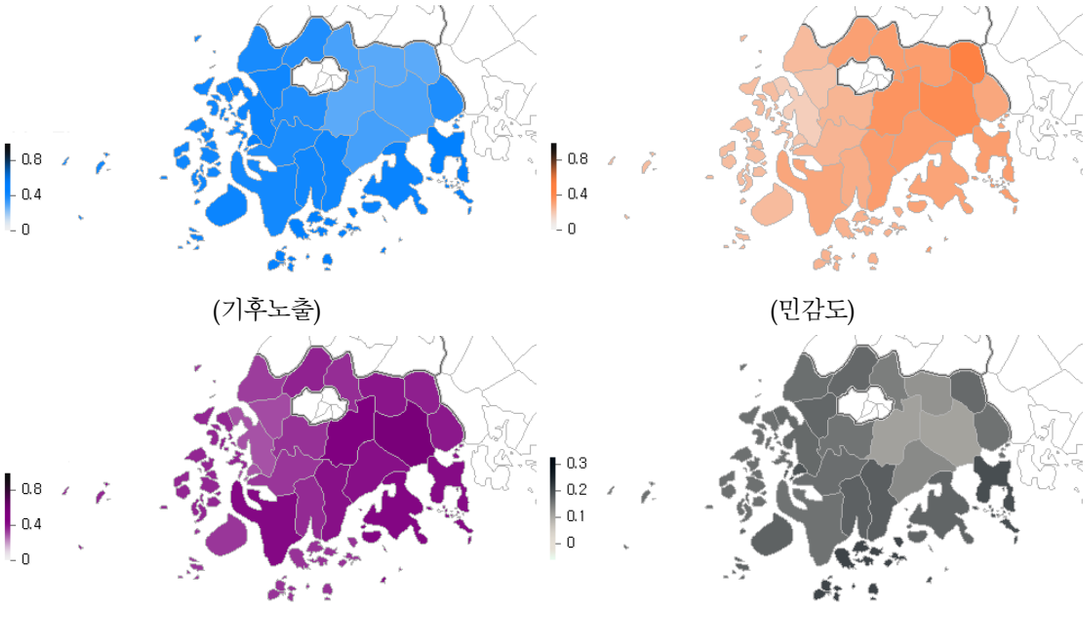
<그림 5-4-54> 지자체간 산림생산성의 취약성 기여도

○ 산림생산성 취약성 평가결과를 바탕으로 취약성이 가장 높은 구례군과 인접지역인 곡성군간의 나타난 취약성 기여도를 비교 분석 결과

- 취약성 지수에 영향을 미치는 대용변수는 기후노출, 기후변화 민감도, 적응능력이 비슷하게 나타남.
- 기후노출 지수에서는 상대습도와 6~10월의 강수량 등이 다른 요인에 비해 크게 작용하는 것으로 나타났으나 두 지역이 비슷한 수치를 나타냄.
- 기후변화 민감도는 산림 내 평균경사도는 가장 크게 작용하였으나 두 지역간에는 차이가 없었으며 산림 내 평균고도와 무립목지 면적이 두 지역간 민감도 차이가 있었음.
- 적응능력은 인구 당 공무원 수와 천연림 보육면적 등이 크게 작용하였으나 두 지역간에는 비슷한 수치를 나타내어 적응능력의 차이는 비슷하였음.

사) 가뭄에 의한 산림식생 취약성

■ 현재의 취약성



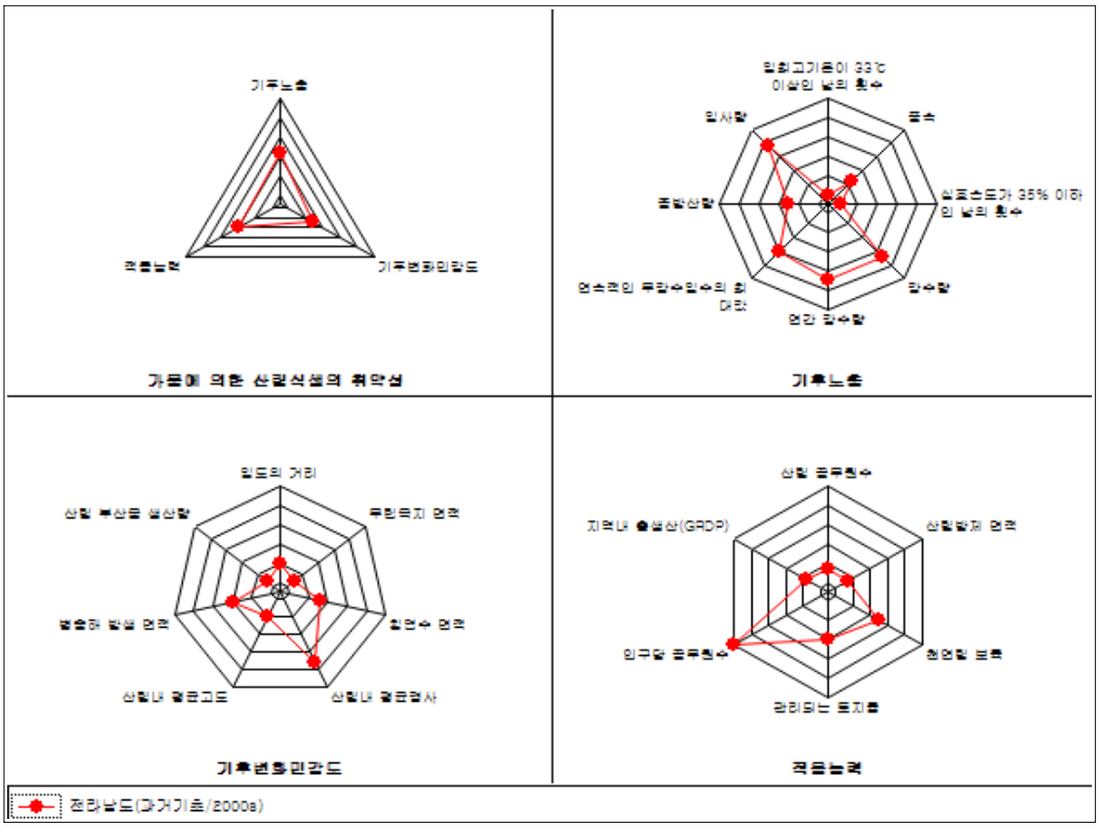
(기후노출) (민감도)

(적응능력) (취약성)

<그림 5-4-55> 가뭄에 의한 산림식생 기후노출민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도

○ 가뭄에 의한 산림식생의 취약성에 대한 항목별 지수

- 기후노출은 완도, 여수, 목포 등의 순으로 높았으며, 화순, 구례, 곡성 순으로 낮았음.
- 민감도는 구례, 순천, 화순 등의 순으로 높았고, 무안, 목포, 함평 순으로 낮았음.
- 적응능력은 순천, 화순, 고흥 등의 순으로 높았고, 목포, 무안, 함평 순으로 낮았음.
- 취약성 평가는 완도, 여수, 목포 등의 순으로 높았고, 순천, 화순, 곡성 순으로 낮았음



<그림 5-4-56> 가뭄에 의한 산림식생의 기여도

○ 가뭄에 의한 산림식생의 취약성 기여도 분석

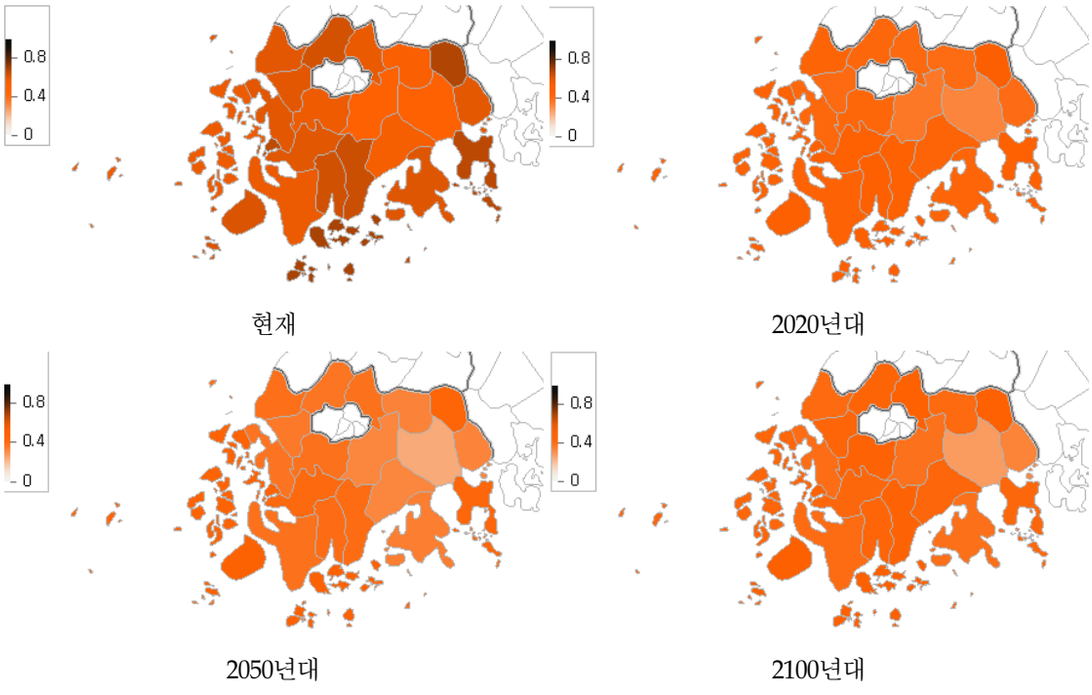
- 취약성에 작용하는 요인으로서 기후노출 변수, 적응능력 등이 비교적 높았고 기후변화 민감도가 낮은 영향을 미쳤음.
- 기후노출 변수 중에서는 일사량이 가장 크게 작용하였고 다음으로 연간 강수량이 작용하는 것으로 나타났음.
- 기후변화 민감도는 산림 내 평균경사도가 가장 크게 작용하였고 다음은 병충해 발생면적이 크게 작용하였음.
- 적응능력은 전체적으로 인구 당 공무원 수가 크게 작용하였음.

■ 미래예측(A1B) 취약성 평가

○ 가뭄에 의한 산림식생 취약성에 관한 미래예측 시나리오 평가 결과

- 현재는 완도, 여수, 목포 등이 취약성이 높은 것으로 나타났으며, 순천, 화순, 곡성 등지가 취약성이 낮았음.
- 2020년에는 완도, 진도, 신안 등이 취약할 것으로 예측되었으며, 순천, 곡성, 화순 지역이 낮은 것으로 예측됨.

- 2050년에도 완도, 진도, 신안 등이 취약할 것으로 예측되었으며, 순천, 광양, 곡성 지역이 낮은 것으로 예측됨.
- 2100년에는 완도, 나주, 진도 등이 취약할 것으로 예측되었으며, 순천, 광양, 영광 지역이 낮을 것으로 예측됨.

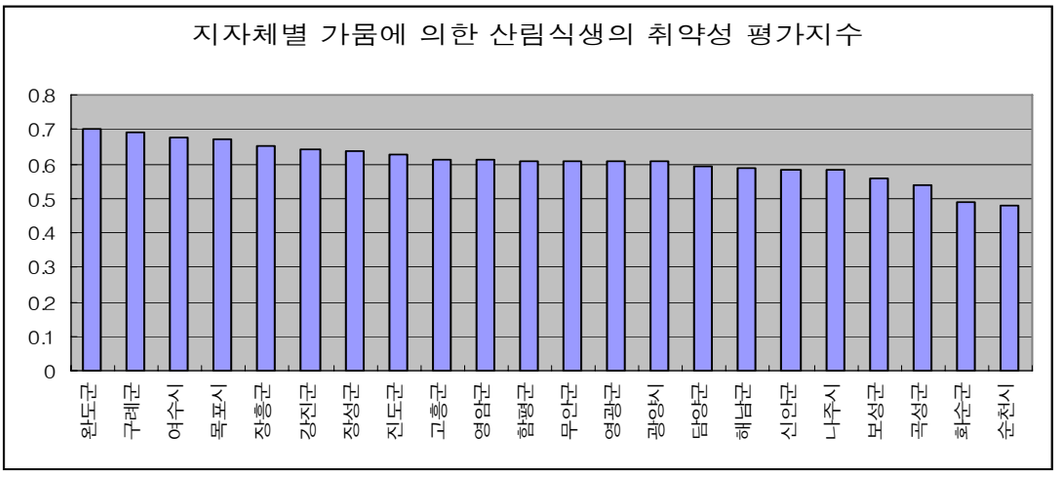


<그림 5-4-57> 가뭄에 의한 산림식생 취약성 미래예측(A1B) 평가

○ 미래예측(A1B) 평가결과 종합 분석

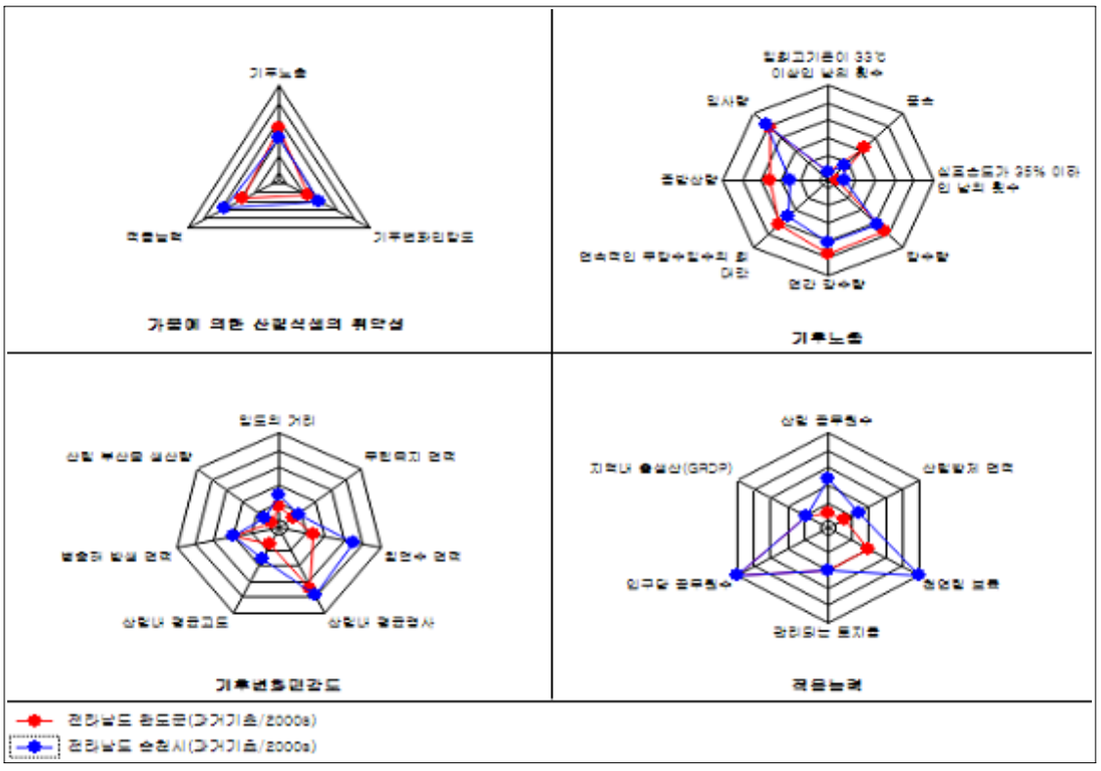
- 가뭄의 의한 산림식생 취약성에 관한 미래예측 시나리오 평가 결과 현재는 전남 남해안지역에 위치한 지역이 취약한 것으로 나타났으며, 전남의 중, 남부 내륙지역이 상대적으로 취약성이 낮았으며, 미래에는 전남의 서남해안 및 평야지역이 취약할 것으로 예측됨.

■ 지자체별 취약성 평가지수



<그림 5-4-58> 지자체별 가뭄에 의한 산림식생 취약성 평가지수

■ 자체간 취약성 기여도 비교 분석



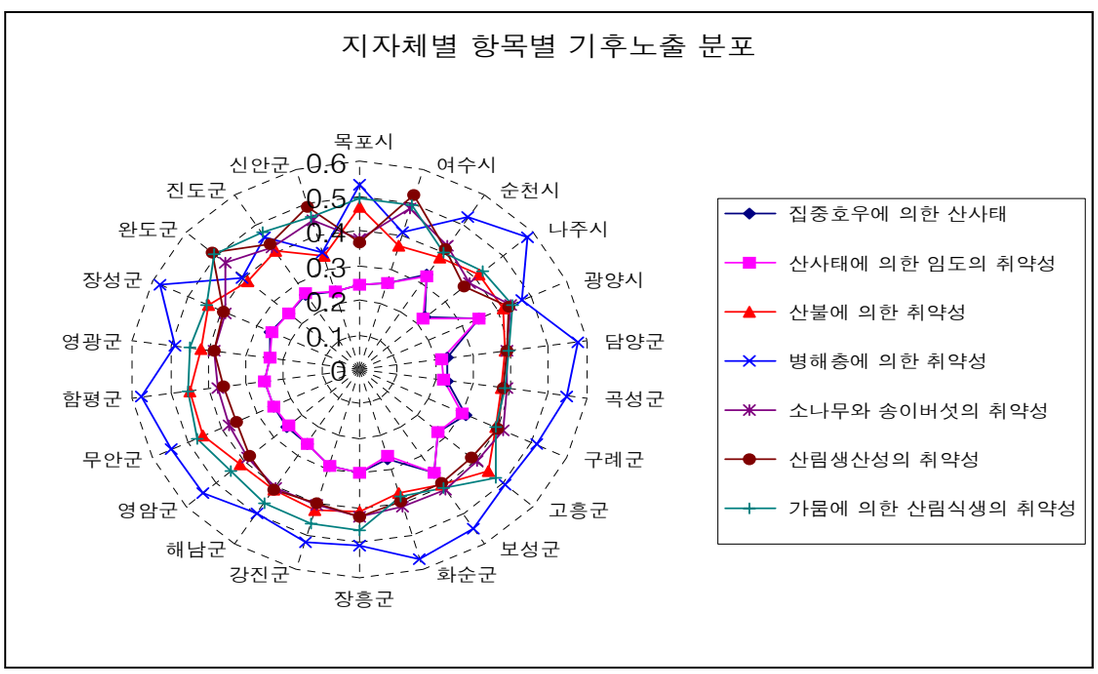
<그림 5-4-59> 지자체간 가뭄에 의한 산림식생 취약성 기여도

○ 가뭄에 의한 산림식생의 취약성 평가결과를 바탕으로 취약성이 가장 높은 완도군과 가장 낮은 순천시의 취약성 기여도를 비교 분석 결과

- 기후노출 지수는 풍속을 제외하고는 두 지역 간의 큰 차이가 없었음.
- 기후변화 민감도는 침엽수의 면적과 산림내 평균경사도에서 차이를 나타냄.
- 적응능력은 산림 공무원 수, 산림방제 면적 및 천연림 보육면적 등에서 두 지역 간에 차이를 나타냄.
- 취약성 지수에 영향을 미치는 대용변수는 기후노출에서는 완도군이 높았으나 적응능력과 기후변화 민감도는 순천시가 더 높았음.

3) 기후변화 취약성 종합 평가

가) 시군별 기후노출 지수의 분포



<그림 5-4-60> 전남 시·군별, 산림분야별 기후노출지수 종합분포도

○ 전남의 시군별 기후노출 지수를 산림분야를 종합적으로 방사형 그래프로 취약성을 도식하여 분석한 결과 전체적으로 병해충에 의한 취약성이 가장 높은 지수를 차지하는 것으로 나타났으며 다음으로 가뭄에 의한 산림식생의 취약성이 취약한 것으로 나타남.

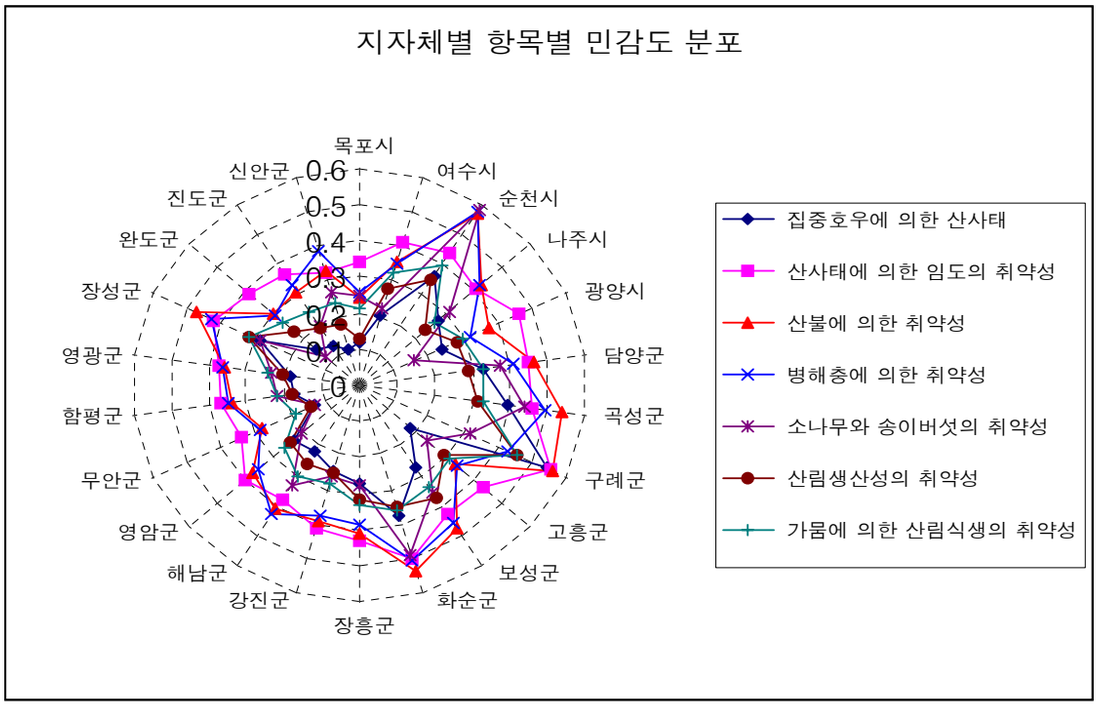
○ 또한 산사태에 의한 취약성은 산림분야 중에서 비교적 취약성이 상대적으로 낮은 것으로 나타남.

- 지역별로는 집중호우에 의한 산사태 기후노출에 의한 취약성은 보성, 광양, 순천 등이 높은 지역으로 나타났고, 담양, 나주, 곡성 지역이 낮은 것으로 나타남.
- 산사태에 의한 임도의 기후노출에 의한 취약성은 구례, 광양, 순천 지역이 높은 지역으로 나

타났고, 완도, 신안, 해남 지역이 낮게 나타남.

- 산불에 의한 취약성은 목포, 무안, 고흥 지역이 기후노출에 의한 취약성이 높은 지역으로 나타났으며, 화순, 곡성, 순천 지역이 낮은 지역으로 나타남.
- 병해충에 의한 기후변화 취약성은 함평, 나주, 담양 지역이 높게 나타났으며, 신안, 완도, 여수 지역이 낮게 나타남.
- 소나무와 송이버섯의 기후노출에 의한 취약성은 광양, 여수, 순천 지역이 높았으며, 진도, 해남, 목포 지역이 낮았음.
- 산림생산성의 기후노출에 의한 취약성은 여수, 완도, 구례 지역이 높았으며 무안, 목포, 함평 지역이 낮았음.
- 가뭄에 의한 산림식생 기후노출 취약성은 완도, 여수, 목포 지역이 높았으며, 화순, 구례, 곡성 지역이 낮았음.

나) 시군별 민감도 지수의 분포



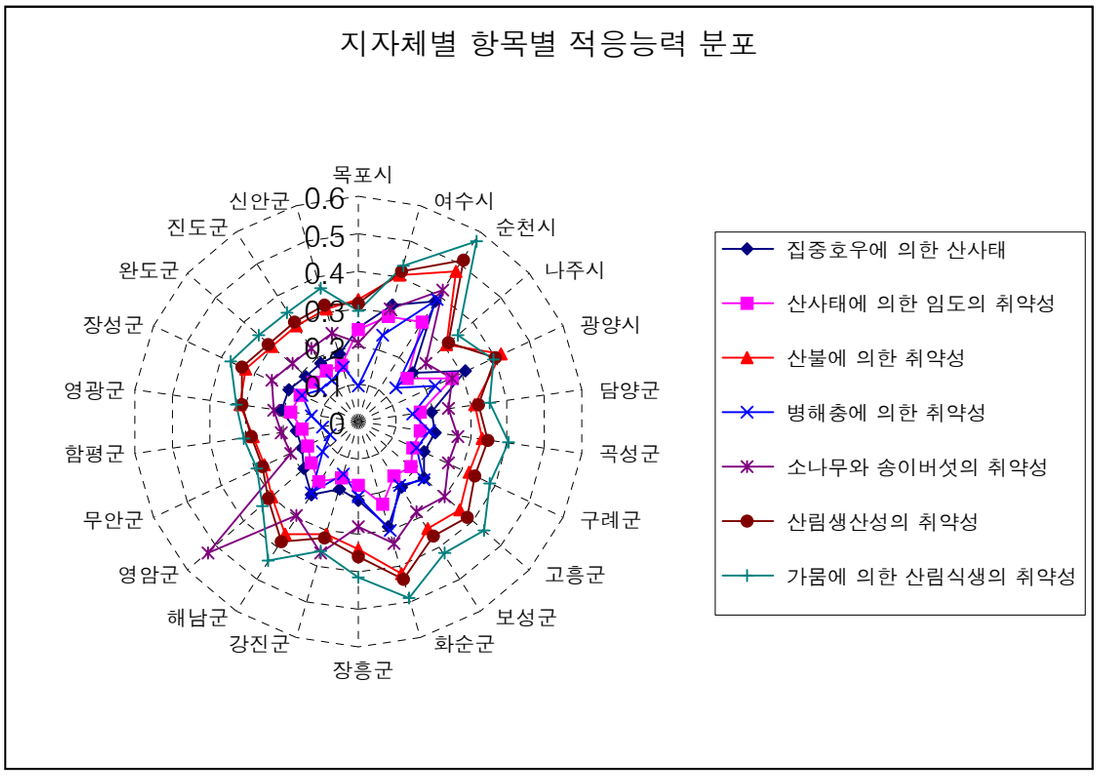
<그림 5-4-61> 전남 시·군별, 산림분야별 민감도지수 종합분포도

○ 전남의 시군별 민감도 지수를 산림분야를 종합적으로 방사형 그래프로 취약성을 도식하여 분석한 결과 전체적으로 산사태에 의한 임도와 산불에 민감도가 높은 지수를 차지하는 것으로 나타남.

○ 또한 집중호우에 의한 산사태는 민감도 지수가 상대적으로 낮은 것으로 나타남.

- 지역별로는 집중호우에 의한 산사태 취약성 민감도는 구례, 곡성, 화순 등이 높은 지역으로 나타났고, 신안, 목포, 진도 지역이 낮은 것으로 나타남.
- 산사태에 의한 임도의 취약성 민감도는 구례, 화순, 광양 지역이 높은 지역으로 나타났고, 신안, 무안, 목포 지역이 낮게 나타남.
- 산불 취약성 민감도는 구례, 곡성, 화순 지역이 높은 지역으로 나타났으며, 목포, 무안, 완도 지역이 낮은 지역으로 나타남.
- 병해충에 의한 취약성 민감도는 순천, 화순, 곡성 지역이 높게 나타났으며, 목포, 완도, 무안 지역이 낮게 나타남.
- 소나무와 송이버섯의 취약성 민감도는 순천, 화순, 곡성 지역이 높았으며, 완도, 무안, 광양 지역이 낮았음.
- 산림생산성의 취약성 민감도는 구례, 보성, 화순 지역이 높았으며 목포, 무안, 신안 지역이 낮았음.
- 가뭄에 의한 산림식생 취약성 민감도는 구례, 순천, 화순 지역이 높았으며, 무안, 목포, 함평 지역이 낮은 것으로 나타남.

다) 시군별 적응능력 지수의 분포



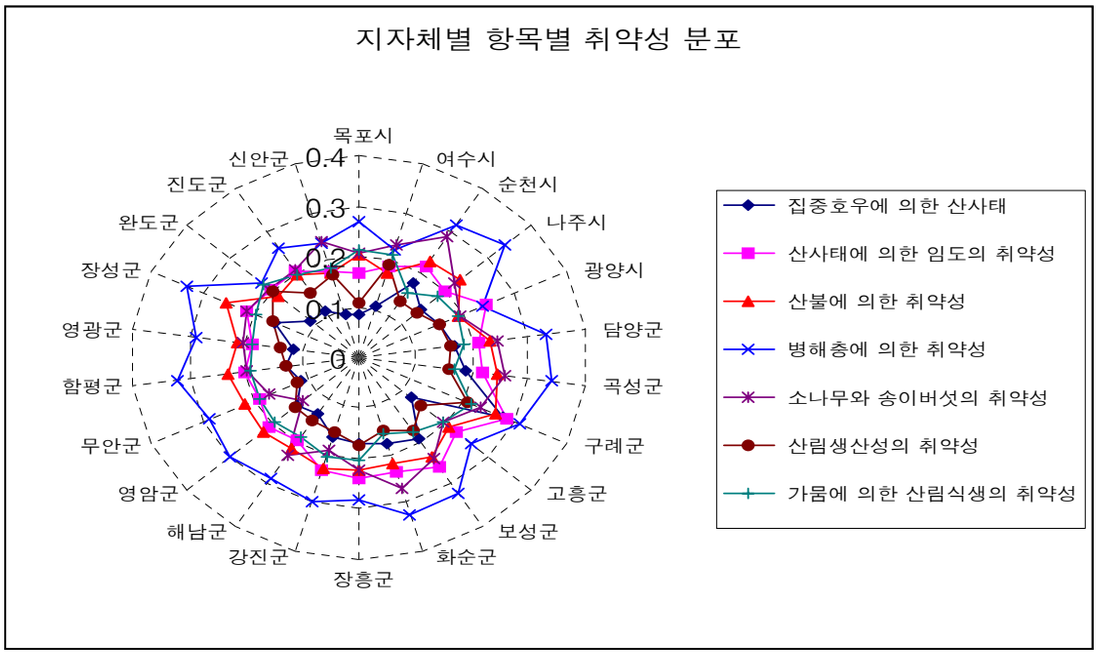
<그림 5-4-62> 전남 시·군별, 산림분야별 적응능력지수 종합분포도

○ 전남의 시군별 적응능력 지수를 산림분야를 종합적으로 방사형 그래프로 취약성을 도식하여 분석한 결과 전체적으로 가뭄에 의한 생산성의 취약성이 높은 지수를 차지하는 것으로 나타남.

○ 또한 산사태에 의한 임도의 적응능력 지수가 상대적으로 낮은 것으로 나타남.

- 집중호우에 의한 산사태 적응능력은 지역별로는 순천, 여수, 광양 지역이 높은 지역으로 나타났고, 무안, 함평, 진도지역이 낮은 것으로 나타났음.
- 산사태에 의한 임도의 적응능력은 순천, 여수, 광양 지역이 높은 지역으로 나타났고, 함평, 무안, 강진 지역이 낮게 나타났음.
- 산불에 의한 취약성 적응능력은 순천, 화순, 광양 지역이 높은 지역으로 나타났으며, 무안, 함평, 완도 지역이 낮은 지역으로 나타났음.
- 병해충에 의한 적응능력은 순천, 화순, 여수 지역이 높게 나타났으며, 무안, 함평, 목포 지역이 낮게 나타났음.
- 소나무와 송이버섯의 적응능력은 영암, 순천, 강진 지역이 높았으며, 무안, 함평, 목포 지역이 낮았음.
- 산림생산성의 적응능력은 여수, 광양, 고흥 지역이 높았으며 무안, 함평, 진도 지역이 낮았음.
- 가뭄에 의한 산림식생 적응능력은 순천, 화순, 고흥 지역이 높았으며, 목포, 무안, 함평 지역이 낮은 것으로 나타났음.

라) 시군별 취약성 지수의 분포



<그림 5-4-63> 전남 시·군별, 산림분야별 취약성지수 종합분포도

○ 전남의 산림분야 시·군별 취약성 지수를 종합적으로 방사형 그래프로 취약성을 도식하여 분석한 결과 전체적으로 병해충에 대한 취약성이 높은 지수를 차지하는 것으로 나타났음.

○ 또한 집중호우에 의한 산사태와 산림생산성의 취약성 지수가 상대적으로 낮았음.

- 집중호우에 의한 산사태 취약성지수는 구례, 보성, 순천 지역이 높은 지역으로 나타났고, 신안, 목포, 영광 지역이 낮았음.
- 산사태에 의한 임도의 취약성지수는 구례, 광양, 보성 지역이 높은 지역으로 나타났고, 신안, 완도, 목포지역이 낮은 것으로 나타났음.
- 산불에 의한 취약성 지수는 장성, 구례, 강진 지역이 높은 지역으로 나타났으며, 광양, 여수, 신안 지역이 낮은 지역으로 나타났음.
- 병해충에 의한 취약성지수는 나주, 곡성, 장성 지역이 높게 나타났으며, 여수, 완도, 신안 지역이 낮게 나타났음.
- 소나무와 송이버섯의 취약성 지수는 순천, 화순, 곡성 지역이 높았으며, 영암, 무안, 목포 지역이 낮았음.
- 산림생산성의 취약성지수는 구례, 보성, 완도 지역이 높고, 목포, 무안, 함평 지역이 낮았음.
- 가뭄에 의한 산림식생 취약성지수는 완도, 여수, 목포 지역이 높았고, 순천, 화순, 곡성 지역이 낮은 것으로 나타났음.

4) 주요 부문 선정

가) 산림재해 취약성분야 체계적 관리 시스템 구축

○ 산불발생 예측 및 산불위험성 평가의 세분화

- 지역별/원인별 산불발생 시공간 패턴분석 및 공간 통계모형 제시
- 산불발생 중, 단기 변화량 예측

○ 산지토사재해 예측모델 개발

- 산지 토사재해 중, 단기 변화량 예측
- 산지토사재해 예측 모델개발 및 지도 작성

○ 산림취약지에 대한 체계적 관리 및 조기진화 시스템 구축

- 산림내 사찰, 문화재 등 시설물 주변에 산불 확산방지를 위한 이격 공간 및 완충 지대 조성
- 도시인근, 등산로 등 산불에 강한 숲 조성

○ 산사태 위험지 관리시스템 고도화

- 산사태 발생지역 정밀분석에 의한 '산사태 위험지 판정표'와'산사태 위험 등급도'지속적 보정
- 국지성 집중호우에 대비한 사방댐 설치 확대 및 산사태 예방을 위한 '방제림' 조성

나) 병해충분야의 정밀예찰 및 발생예측도 작성

○ 산림병해충 정밀 예찰시스템 및 돌발 병해충 조기 진단 시스템 구축

○ 산림병해충 피해확산 우려지역의 특별 방제구역 지정 및 집중방제

○ 기후변화 시나리오에 따른 외래병해충 발생예측 위험지도 작성

다) 기후변화 취약 산림생물자원 체계적 관리

○ 산림식물종 및 산림생태계의 보전가치가 높고 산림생태 특성이 잘 보존된 지역의 산림유전자원보호구역에 대하여 생육환경 개선과 보호· 관리 증진

○ 기후변화에 대응 자생식물의 체계적 보존·증식을 위한 국가식물 자원의 보전, 연구기반의 확립

○ 기후변화에 따라 위협을 받고 있는 산림생물자원 리스트 작성 및 체계적 보전 연구 필요

라) 기후변화 적응 산림 수자원 관리

○ 산림 수자원의 체계적 관리로 수원함양기능 증진 및 생물다양성 보전

- 숲의 홍수조절, 갈수완화, 수질정화 등 녹색 댐 기능증진을 위한 다양한 조림방법 추진

○ 수원함양 기능증진 및 댐 유역 산림을 체계적 조성 및 집약적 관리 필요

- 기후변화에 대응하여 탄소흡수원 확보를 위하여 주요 강변 유휴토지에 조림 확대 추진
- 인공림의 어린나무 가꾸기, 솎아베기 등 적기 사업실행으로 복층림, 혼효림 유도
- 수자원 함양 등 녹색 댐 기능제고 및 맑은 물과 쾌적한 자연환경 제공

마) 기후변화 적응 임업 생산성 유지 증진

○ 기후변화에 대응한 과학적인 산림자원 조성체계 및 관리방안을 수립하기 위해 기후인자를 고려한 조림지도 보완

○ 기후변화에 따른 미래전략수종 개발 등 탄소흡수원 증진 기반구축을 통하여 기후변화 적응성 강화 및 피해예방

- 기후변화에 따른 산림자원 탐사 및 모니터링 실시
- 산지시험체계를 구축하여 미래 전략수종 개발 확대

○ 기후변화가 임업에 미치는 영향을 최소화하여 현 수준의 임산물 생산력을 유지함으로써 임업인의 소득을 유지, 증대 필요

바) 기후변화 대응 적지적수 및 미래 조림수종 개발

○ 기온 상승과 강수패턴 변화로 인해 조림수종들의 적정 생육지가 바뀌게 되므로 이를 예측할 수 있도록 능동적인 대책 마련이 필요

○ 산림수종 변화가 빠르게 진행됨에 따라 기존의 산림수종을 대체할 수 있는 미래전략 수종 개발 및 종자공급원의 조성

사) 기후변화 대응 전남지방의 산림부산물 개발

○ 산림부산물로서 중부지방이 주생산지인 잣 보다는 우리지역 표고버섯 육성

- 표고버섯 경우 기후변화에 민감한 품종으로 온도상승에 따라 저온성, 중온성, 고온성 등 다양화된 품종 개발 필요

○ 매실, 밤나무 등 산촌농가의 소득이 될 수 있는 수종에 대한 온도적응 우량 품종 개발

아) 기후변화 대응을 위한 경제 수종 개발 및 난대수종 조성 확대

○ 기후변화 대응을 위한 우리지역의 여건에 맞는 전략수종 개발

○ 참가시, 황칠, 후박 등 난대수종 채종원 조성확대 및 우량형질 집단 조성

마. 세부시행계획 수립

1) 주요 정책현황

가) 정부정책 추진현황

■ **기후변화 취약종 및 생태계 특별 관리**

○ 산림생물 다양성의 유지 증진을 위해 산림유전자원 보호림 강화

○ 산림유전자원 보호구역 지정 확대 및 국가수목원 확충

■ **기후변화로 인한 산림재해 방지**

○ 산불 취약지 관리 및 조기진화 시스템 구축

○ 산사태 위험지 관리시스템 고도화

■ **기후변화가 임업에 미치는 부정적 영향 완화**

○ 기후인자를 고려한 맞춤형 산림지도 개선 보급

○ 주요 산림수종 유전자원 및 난대수종 종자 공급원 확보

○ 단기임산물 생산성 유지 대책 마련

○ 기후변화 적응 산림생태계 관리 실연 사업 추진, 평가 및 환류

■ **산림병해충 적기 대응을 통한 피해 최소화**

○ 산림병해충 정밀 예찰시스템 구축

○ 산림병해충 적기방제 시스템 구축

나) 전라남도 정책 추진현황

■ **산림환경 변화를 고려한 산림자원 육성**

○ 양묘에서 조림, 숲가꾸기 및 벌채에 이르기까지 종합적인 산림자원 육성대책 수립

○ 편백, 소나무 등 우리지역 대표수종을 중점 육성 및 영산강, 섬진강 주변 등 경관 · 재해방지 등 환경개선 조림 추진

■ **기후변화로 인한 산림재해 대응체계 확립**

○ 산불 취약지 관리, 조기진화 시스템 및 산사태 위험지 관리시스템 구축

○ 산지보전, 산사태예방, 산림유역관리, 사방댐 등 각 종 산림재해 방지사업 추진

○ 기후변화 적응 산림생태계 관리 실연 사업 추진, 평가 및 환류

■ **산림병해충 적기 대응을 통한 피해 최소화**

○ 산림병해충 예찰 및 적기 방제 시스템 구축

○ 산림병해충 특별관리 및 생활권 수목피해 진단, 진료체계 구축

■ **탄소 흡수원 확충 및 산림경관 가치 증진**

○ 인공림, 우량 천연림에 숲가꾸기를 집중하여 우량목재 육성

○ 주요 도로변, 가시권 지역 덩굴류 제거로 산림경관 개선

2) 방향 및 목표설정

가) 기본방향

○ 기후변화에 대응한 가치있는 산림자원 육성

○ 산림의 지속적 생산을 통한 소득작목 산업화 기반 구축

○ 녹색성장을 주도할 신성장 산림산업의 경쟁력 강화

○ 건강한 산림생태계 조성·관리로 산림복지 서비스 구현

나) 목표설정

○ 이산화탄소 흡수원 확보를 위한 산림녹지 확충

○ 산림기능 유지 및 산림생산성 증대

○ 산림재해 방지 및 병해충 피해 예방

○ 산림자원의 보존 및 치유 숲 조성

다) 추진전략

■ 산림녹지 확충

○ 하천·호스의 상류지역에 수원함양림 조성

- 영상강, 섬진강 본류 및 지류하천의 상류 주암댐, 상사댐, 장흥댐, 장흥댐 등 상수원 댐 상류에 수원함양림 조성
- 수원 함양력이 우수한 낙엽활엽수(졸참나무, 상수리나무, 굴참나무, 버드나무류) 식재

○ 지역을 대표하는 상징 숲 조성

- 장성 편백 숲, 화순 만연사, 모후산 생태 숲, 장흥 우드랜드 및 동백 숲 등 지역의 대표적인 명품 숲 조성

○ 유휴토지의 산림전환을 통해 신규 탄소흡수원 조성

- 유휴 국·공유지에 대규모 조림사업 추진
- 농산촌의 유휴 토지, 휴경지 활용한 조림사업 추진
- 영산강, 섬진강 수변지역을 활용한 대규모 속성수원 조성 연구

■ 산림기능 유지 및 산림생산성 증대

○ 산림바이오메스 활용 촉진

- 목재 펠릿을 연중·대량 소비할 수 있도록 수요 다변화 확충
- 국산목재 공급을 확대하여 목재산업 원자재로 활용방안 강구

○ 숲가꾸기를 통한 산림생산성 유지 증대

- 인공림, 우량 천연림에 숲가꾸기를 집중하여 우량 목재 육성
- 주요 도로변, 가시권 지역 덩굴류 제거로 산림경관 개선

■ 산림재해 방지 및 병해충 피해 예방

○ 토석류 위험지도 제작, 보급 등을 통한 산사태 위험지를 생활권 중심으로 확대

○ 사방댐과 산림 내 계곡 정비사업 등 사방사업을 도시·생활권지역에 집중

○ 산불예방 및 진화체계 확립

- 산불감시인력 운영, 소각금지기간 운영, 감시카메라 장비확충 및 홍보 강화
- 산불진화헬기, 산불전문 진화대 및 영상전송 시스템 도입으로 조기진화 체계 추진

○ 산림병해충 특별관리 및 생활권 수목피해 저감

- 마을단위의 병해충 발생상황에 대한 세부 이력 관리 및 모니터링 실시
- 생활권 수목병해충 방제기준 및 진단· 진료 체계 구축

■ **산림자원의 보존 및 치유 숲 조성**

○ 천연 난대림 및 생활권 주변 산림을 활용한 치유 숲 조성 확대

○ 전남 남해안에 자생하는 황칠나무, 후박나무, 동백나무 숲 보호관리

○ 난대수종의 우량개체 증식을 위한 채종림, 채종원 조성 및 육묘 시설단지 조성

○ 난대림의 고부가 기능성 물질의 상용화

- 황칠나무(특수도료), 동백(화장품, 식용), 후박나무(약용), 붉가시나무(가구, 산업용), 참가시나무(약용), 녹나무(화장품, 약용), 멀꿀(식용, 염료), 붓순나무(약용)

3) 세부시행계획

가) 기존대책

■ **기후변화 취약 산림생물자원 보호관리**

○ 산림유전자원 보호구역 지정확대

- 우수 산림생태계 및 기후변화 취약 산림식물종의 보전, 관리를 위한 지정확대

○ 산림유전자원 보호구역의 효과적인 보전, 관리를 위한 기능 유지 증진 사업

- 우량 숲 생물다양성 증진 사업 실행
- 산림유전자원 보호구역 보호, 관리 협약사업 실행

○ 국립백두대간수목원 조성

○ 국립세종수목원 조성

■ **기후변화 적응 산림 수자원의 체계적 관리**

○ 수원함양을 위한 조림

- 참나무류, 특용활엽수 인공조림 확대를 위한 다양한 조림방법 추진

○ 수원함양 증진을 위한 댐유역 숲가꾸기 추진

- 댐 유역 숲가꾸기 기본계획 수립
- 전국 댐유역 산림에 대해 숲가꾸기 실시로 녹색댐 기능 제고

○ 활엽수 조림확대 및 적극적 산림시업으로 수원함양기능 증진

- 활엽수 조림 확대 추진
- 전국 댐 유역 산림에 대한 숲가꾸기 사업 실행

■ 임업부문 영향/취약성 평가

○ 목재생산성 예측모델 개발 및 지역·수종별 변화 예측

- 입지조건에 따른 주요 수종의 생장 반응 모델 개발
- 기후변화에 따른 지역별, 수종별 생산성 변화 예측

○ 대표적인 단기임산물(밤, 표고버섯, 송이버섯) 생산성 변화 예측·취약성 평가

- 기후변화와 생산환경에 따른 밤나무 생산성 변화 예측
- 기후 및 산림변화에 따른 표고버섯, 송이버섯 생산성 변화 예측

■ 기후변화 적응 임업 생산성 유지·증진

○ 기후인자를 고려한 맞춤형 산림지도 작성 기반 마련

- 1: 25,000 산림지도를 기반으로 임목생장과 산림입지 및 토양조건 간의 관계 구명 연구수행
- 지형, 토심, 건습도 등을 고려하여 주요 조림 수종별로 어떠한 입지 토양 조건에서 생장이 우수한지를 파악함으로써 임지생산력 평가를 위한 기반 마련
- 전국산림을 대상으로 맞춤형 산림지도를 종이도면과 수치지도로 작성 이를 산림GIS시스템에 탑재

○ 기후변화 대응을 위한 전략 수종 개발 및 종자공급원 조성

- 기후변화 대응을 위한 전략수종 개발
- 참가시나무, 황칠나무, 후박나무 등 난대수종 채종원 조성 확대
- 종, 산지, 집단, 가계, 품종 및 클론 등 각종 유전자원 수집·보존

○ 밤나무 토양개량(12,500ha)실시 및 밤 대체 작목 조성원(900ha) 추진

■ 기후변화에 따른 산림재해 취약성 평가

○ 산불발생 예측 및 산불 위험성 평가

- 산불발화지 기상자료 및 발생위치 DB 구축 및 확률모형 제시
- 산불관련 발생인자 DB 구축 및 확률모형 제시
- 지역별/ 원인별 산불발생 시공간 패턴분석 및 공간통계 모형 제시

○ 산지토사재해 예측모델 개발

- 산사태 발생지 강우자료 및 발생위치 DB 구축
- 산사태 발생 및 강우 특성 분석

○ 산불 및 산지토사재해 발생 패턴 통계분석

- 기후변화에 따른 산림재해 중·단기 변화량 예측
- 기후변화에 따른 산림재해 시공간 변화 모델 예측

(6) 산림재해 예방 및 피해저감 시스템 고도화

○ 대형 산불방지를 위한 초동진화 체계 확립

- 산불 진화헬기 및 격납고 시설 확충으로 전국 30분 이내 출동 체계 구축
- 산불 전문 예방 진화대 확충
- 과학적 상황관리 및 진화전략 수립을 위한 산불 위치 관제시스템 도입

○ 산불방지 이격 공간 조성 등 산불 취약지 관리강화

- 산림 인화물질 사전제거 및 산불방지 이격공간 조성
- 산불 무인 감시카메라 확충을 통한 산불조기 발견 및 대응력 강화

○ 기후변화를 고려한 산사태 위험지 관리시스템 강화

- 산사태 예측정보 휴대폰 문자메시지 수신기관 확대 및 홈페이지 게시

○ 산사태 등 재해예방을 위한 사방시설 확대 조성

(7) 산림병해충 예찰 및 조기방제 체계 구축

○ 산림병해충 발생 정기적 모니터링 및 자료 축적

○ 연도별 산림병해충 발생조사 및 적기방제 실행

○ 예찰과 방제를 일원화한「산림병해충 예찰 · 방제단」운영

(8) 기후변화 적응 산림관리 실연사업, 평가 및 환류

○ 기후변화 적응 산림생태계 관리 기법 개발

- 미국, 캐나다 등 선진국 사례 자료 수집
- 주요수종 생장반응 모델 개발
- 의사결정시스템 기반 구축을 위한 자료 수집

○ 단계별 기후변화 영향 관련 연구방향 설정

○ 기후변화 적응 수목의 반응 특성조사 기반 조성

나) 신규대책

■ 난대 천연생태림을 활용한 치유의 숲 조성

○ 전남 남해안 지역 해양성기후와 상록활엽수림을 활용한 치유 숲 조성

○ 황칠나무, 후박나무, 동백나무 기존림 보호관리 및 우량개체 증식

- 난대수종 채종림, 채종원 조성 및 육묘 시설단지 조성

○ 난대림의 고부가 기능성 물질 탐색

- 황칠나무, 동백, 후박나무, 가시나무류 , 녹나무 등의 기능물질 성분 분석

○ 치유 숲 홍보 및 체험장 조성

- 기후와 산림의 구성에 따른 인체 영향인자 구명 · 홍보 및 체험시설 조성

■ 탄소흡수원 조성 및 목재 생산성 증대

○ 전남지역 특성에 적합하고 생산성이 높은 산림자원 조성

- 바이오순환림(백합나무, 포플러류, 아까시나무, 리기테다) 조성 1,200ha

○ 나무은행 운영 및 난대 특화림 조성

- 나무은행 운영으로 자원의 재활용 추진 : 22개 시,군 5,000본
- 득량만 난대 특화림 조성 100ha, 20,000본

○ 섬지역 산림가꾸기 사업에 의한 난대림 물질생산 증대

- 후박나무, 가시나무, 구실잣밤나무, 황칠나무 등 난대수종 100ha

○ 적지적수 원칙에 의한 우리지역 경제수종 육성

- 편백, 삼나무, 소나무 등 우리지역 환경에 적합하고 비교우위 수종 육성

■ 기후변화 대응 통합 산림관리 시스템 구축

○ 종합 산림관리 시스템 구축을 위한 분야별 체계 구성

- 분야별 종합 산림관리 시스템 구축을 위한 전문가 협의체 조직
- 산림분야의 재해 상황 DB화 및 예상 시나리오 작성

○ 주요 분야별 취약 및 대응에 관한 종합적 체계 구축

- 선진국의 산림관리 사례 수립 및 국내 여건에 맞도록 보완 및 설정
- 산림취약분야 초기대처 방안 매뉴얼 작성 및 대응방안 구축

바. 적응대책 목록

분야	대책	사업명	추진기간	비고	담당부서
산림	산림기능 및 회복력 유지증진	기후변화취약 산림생물자원 보호관리	'11~'15	기존	산림청
		기후변화 적응 산림 수자원의 체계적 관리	'11~'15	기존	산림청
		기후변화 대응 도심생활권 녹지공간 확대	'12~'16	신규	산림청
	임업생산성 증진	임업부분 영향/취약성 평가	'11~'15	기존	산림청
		기후변화 적응 임업생산성 유지· 증진	'11~'15	기존	산림청
		탄소흡수원 조성 및 목재 기능적 생산증대	'12~'16	신규	전라남도
	산림피해 방지대책	기후변화에 따른 산림재해 취약성 평가	'11~'15	기존	산림청
		산림재해 예방 및 피해 저감 시스템 고도화	'11~'15	기존	산림청
		산림병해충 예찰 및 조기방제 체계 구축	'11~'15	기존	산림청
		기후변화적응 산림관리 실연사업 평가 및 환류	'11~'15	기존	산림청
		기후변화대응 종합 산림관리 시스템 구측	'12~'16	신규	산림청

Ⅳ. 산림분야 적응대책

1. 목표

○ 산림건강성 및 회복력 증진으로 사전 예방적 기후변화 적응체계 구축
○ 산림수자원, 임업생산성 등 산림기능 발휘 유지· 증진
○ 기후변화로 인한 산림재해 및 병해충 피해 예방· 저감

2. 주요과제

○ 산림기능 및 회복력 유지 증진
○ 임업생산성 증진
○ 산림피해 방지 대책

3. 기대성과

○ 기후변화 적응 산림생물다양성 보전 기반 구축 방지 대책
○ 기후변화에 따른 산림수자원 변화 예측 및 수원함양 가치증진
○ 산림재해 사전 예방 및 피해의 효과적 저감

4. 추진과제

대분류	세부과제	비고	관련부서
산림기능 및 회복력 유지증진 (Ⅳ-1)	① 기후변화 취약 산림 생물자원 보호관리	기존	산림청
	② 기후변화 적응 산림 수자원의 체계적 관리	기존	산림청
	③ 기후변화 대응 도심생활권 녹지공간 확대	신규	산림청
임업생산성 증진(Ⅳ-2)	① 임업부문 영향/ 취약성 평가	기존	산림청
	② 기후변화 적응 임업생산성 유자 증진	기존	산림청
	③ 탄소 흡수원 조성 및 목재 기능적 생산 증대	신규	산림청
산림피해방지 대책(Ⅳ-3)	① 기후변화에 따른 산림재해 취약성 평가	기존	산림청
	② 산림재해 예방 및 피해저감 시스템 고도화	기존	산림청
	③ 산림병해충 예찰 및 조기방제 체계 구축	기존	산림청
	④ 기후변화 적응 산림관리 실연사업 평가 및 환류	기존	산림청
	⑤ 기후변화 대응 종합 산림관리 시스템 구축	신규	산림청

산림분야: 산림기능 및 회복력 유지증진(Ⅳ-1-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-1-①	기후변화 취약 산림생물자원 보호관리	기존	산림청

1. 배경 및 필요성

○ BT산업성장에 따른 미래 생물자원 확보와 산림내 분포하는 식물을 비롯한 생물종의 보존·관리에 대한 국제적 관심과 규제 증가로 기후변화에 따라 더욱 강화되는 국제환경협약에 대응하여 체계적·과학적 관리 필요

○ 기후변화에 따라 위협을 받고 있는 산림생물자원을 보다 체계적·적극적인 보전·연구 필요성 대두

2. 사업개요

○ 생물자원 확보와 기후변화 대응을 위해 보호·관리하고 있는 산림유전자원 보호구역에 대한 생육 기능유지 증진 및 보호관리 강화

– 생물종의 보호, 보존, 관리에 대한 국제적 관심과 규제 증가에 따라 산림유전자원의 실질적 관리 수행

○ 기후변화에 대응하여 자생식물의 체계적 보존·증식을 위한 국가식물자원의 보전·연구기반 확립

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

– 산림유전자원보호구역 보호, 관리 협약 사업: 30ha, 국립백두대간 수목원 실시설계

○ 추진경위

– 산림유전 자율보호구역 관리협약 사업 수행 : ‘10년 5ha → '11년 8ha → ’12년 8ha

산림분야: 산림기능 및 회복력 유지증진(Ⅳ-1-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 산림유전자원 보호구역 협약사업 실행: 8ha
2013	- 산림유전자원 보호구역 협약사업 실행: 8ha
2014	- 산림유전자원 보호구역 협약사업 실행: 5ha
2015	- 산림유전자원 보호구역 협약사업 실행: 5ha
2016	- 산림유전자원 보호구역 협약사업 실행: 5ha

5. 당해년도 추진계획

○ 산림유전자원 보호구역 보호관리 협약사업 실행

– 가지치기, 위해 및 위협식물제거, 수목 RFID태그 부착, 하층식생 정리

○ 산림유전자원 보호구역의 효과적인 보전·관리

– 외과수술・고사지 제거 작업, 보호책 및 안내판 설치 등 보호관리 사업 실행

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	1	1	1	1	1	5
○ 도비	-	-	-	-	-	-
○ 시·군비	-	-	-	-	-	-
○ 기타	-	-	-	-	-	-
합 계	1	1	1	1	1	5

7. 기대효과

○ 다양한 특산 · 희귀 자생식물이 분포하고 있는 산림유전자원 보호구역에 대한 지속적인 지정면적 확대로 산림훼손 방지 및 산림의 건강성과 다양성 증진

○ 식물자원에 의한 새로운 고부가가치 창출로 국가경쟁력 강화

산림분야: 산림기능 및 회복력 유지증진(Ⅳ-1-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-1-②	기후변화 적응 산림 수자원의 체계적 관리	기존	산림청

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화로 인한 기온 상승 등으로 갈수기 물 부족 현상 예측
- 기후변화 등의 영향으로 최근 10년간 1일 100mm 이상 집중호우 발생빈도는 385회

○ 수원함양 기능증진과 녹색댐 기능제고를 위해 전국 주요 댐 유역 산림을 체계적 조성 및 집약적 관리 필요
- 국내 강수총량의 65%가 산림에 내리지만 산림내 저장량은 14%에 불과

2. 사업개요

○ 수원함양과 산림생태계 안정성을 높이기 위해 활엽수 조림 확대
- 백합나무, 참나무류, 특용활엽수 인공조림 확대를 위한 다양한 조림 방법 추진

○ 숲의 홍수조절, 갈수완화, 수질정화 등 녹색댐 기능 증진을 위한 산림사업 추진
- 도내 3개 댐 유역 산림을 대상으로 연차적 숲가꾸기 지속 추진

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 수원함양을 위한 조림 확대(참나무류, 특수활엽수 인공조림 확대를 위한 다양한 조림방법 추진): '06년부터 탄소흡수원 확보를 위하여 5대강 유역에 유휴토지 조림 확대 추진
- 수원함양 증진을 위한 3개 댐 유역 숲 가꾸기 8,527ha 추진(평림댐, 수어댐, 주암댐)

○ 추진경위
- 수원함양을 위한 조림 확대: '09년 1,195ha → '10년 1,026ha → '11년 1,034ha
- 숲가꾸기 추진 ; '05년 123ha→ '07년 7ha → '07년 14,706ha → '08년 1,811ha →'09년 2,227ha → '10년 1,951ha → '11년 2,408ha

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용	
2012	- 조림 : 852ha	- 숲가꾸기 : 2,277ha
2013	- 조림 : 857ha	- 숲가꾸기 : 2,273ha
2014	- 조림 : 900ha	- 숲가꾸기 : 2,185ha
2015	- 조림 : 900ha	- 숲가꾸기 : 2,405ha
2016	- 조림 : 900ha	- 숲가꾸기 : 2,301ha

산림분야: 산림기능 및 회복력 유지증진(Ⅳ-1-②)

5. 당해년도 추진계획

○ 활엽수 조림 확대 추진 및 적극적인 산림시업으로 수원함양기능 증진 도모

– 수원함양 기능이 높은 백합나무, 참나무 등 활엽수 조림 및 백합나무 등 바이오순환림, 경제수 조림과 경관조림 확대

○ 댐 유역 산림에 대한 숲가꾸기 사업 실행

– 인공림의 어린나무 가꾸기, 솎아베기 등 적기 사업실행으로 복층림, 혼효림 유도

– 불량한 천연림 개량보육을 통해 산림의 생태적 건강성 제고

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	15	15	15	16	15	76
○ 도비	3	3	3	3	3	15
○ 시·군비	8	8	8	8	8	40
○ 기타	2	1	1	2	2	8
합 계	28	27	27	29	28	139

7. 기대효과

○ 수자원함양을 위한 녹색 댐 기능제고 및 국민에게 맑은 물과 쾌적한 자연환경 제공

○ 침엽수 인공림에 간벌, 가지치기 등 숲 가꾸기 사업추진으로 기존 수목의 생장력 활성화 및 치수발생 여건 조성에 따른 하층의 생물 종 발생 촉진

산림분야: 산림기능 및 회복력 유지증진(Ⅳ-1-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-1-③	기후변화 대응 도심생활권 녹지공간 확대	신규	산림청

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화로 인한 도시고온 또는 도시열섬현상에 적응하기 위한 도시녹화 활성화·확대 필요

- 생활권녹지면적을 WHO 권고기준인 1인당 9㎡까지 증진
- 기후완화 기능, 소음감소 기능, 대기 정화 및 정서함양 기능 등 도시숲은 다양한 기능을 수행하고 있으나 도시 지역내 숲은 매년 감소 추세임

○ 도시의 부족한 그린인프라를 구축 통한 기후변화와 도시열섬 현상으로부터 시민의 안전과 건강유지

- 새로운 도시숲 조성 및 연결을 통하여 도시의 파괴된 그린인프라 복원 및 구축

2. 사업개요

○ 도시 및 생활권 주변 숲 조성확대

- 녹색쌈지공원, 도시산림공원, 학교숲 등 849개소 911ha 조성('08~'17년)

○ 지구 온난화에 따른 난대상록 가로수 조성 등 특색 있는 가로 경관 조성

- 제2차 가로경관 10개년 계획('11~'20)에 의거 가로수 2,902천주 식재(상록수 2,536천주)

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

- 쌈지공원 등 생활권 주변 도시숲 364개소 457ha 조성
- 가로수 5,283km, 1,359천주 식재하고, 그중 상록수 가로수 463천주 식재

○ 추진경위

- 도심내 기후변화 대응, 국민 보건·휴양 및 정서함양을 위해 산림 및 수목식재 확대
- 제2차 가로경관 10개년 계획에 의거 상록가로수 확대 조성

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 도시숲 조성 : 49개소/59.6ha - 가로수 조성 : 178km
2013	- 도시숲 조성 : 60개소/70ha - 가로수 조성 : 180km
2014	- 도시숲 조성 : 60개소/70ha - 가로수 조성 : 180km
2015	- 도시숲 조성 : 80개소/80ha - 가로수 조성 : 190km
2016	- 도시숲 조성 : 100개소/100ha - 가로수 조성 : 200km

산림분야: 산림기능 및 회복력 유지증진(Ⅳ-1-③)

5. 당해년도 추진계획

○ 사람과 자연이 어루러지는 쾌적한 녹색공간 조성
- 녹색쌈지공원, 도시산림공원, 생활환경숲 등 도시숲 조성 43ha
- 학교 숲, 전통마을 숲 등 생활림 관리·조성 21개소
- 소외계층을 위한 녹색복지공간 조성 : 8개소

○ 지역별 노선별 특색있는 가로 경관 조성 : 178km

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	75	80	80	85	90	410
○ 도비	20	24	24	28	27	123
○ 시·군비	58	56	56	57	63	290
○ 기타	7	10	10	12	15	54
합 계	160	170	170	182	195	877

7. 기대효과

○ 도시녹화 확대 및 지속적인 보전 관리를 통해 기후변화 시대에 맞는 저탄소 녹색 성장에 기여

○ 기후 변화에 대응한 난대 상록가로 경관 조성으로 녹색전남 이미지 제고

산림분야: 임업 생산성 증진(Ⅳ-2-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-2-①	임업부문 영향/취약성 평가	기존	산림청

1. 배경 및 필요성

○ 지구환경변화 및 도시화, 산업화에 따른 수목의 생육환경 급변
- 기후변화에 따라 극한 조건에서의 반응 및 관리 방안에 대한 요구 증대

○ 기후변화 협약하에서 산림부문에서의 탄소흡수원 확충 및 생산성 유지를 위한 변화 예측 필요
- 목재 생산성 유지를 위한 산림과학 기술력과 연계한 산림정책의 종합적 연구 필요

2. 사업개요

○ 지역·수종별 임업부문 생산성 변화 예측 및 취약성 평가
- 목재생산성 예측모델 개발 및 지역·수종별 변화 예측

○ 기후변화에 의한 단기임산물 생산성 변화 예측 및 취약성평가
- 단기임산물의 지속적인 생산성 유지를 위한 변화 예측

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 입지 조건에 따른 주요 수종의 생장 반응 모델 개발
- 기후변화에 따른 지역별, 수종별 생산성 변화 예측

○ 추진경위
- 환경변화에 따른 수목의 적응력 구명 ; 광, 염분, 수분 피해에 따른 수목의 적응력 검정
- 단기소득 임산물의 유전자원 수집 및 선발과 생산성 변화 측정 : 유전자원 선발 육성

산림분야: 임업 생산성 증진(Ⅳ-2-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후대별 적응 수종 탐색 및 검정림 설정 - 단기소득 임산물의 우량개체 선발에 의한 생산성 변화 측정
2013	- 기후변화 취약 유전 생리· 생태 구명 - 단기소득 임산물의 재배기술 개선에 의한 생산성 변화 측정
2014	- 기후변화 내성 개체 탐색 및 지표 개발 - 단기소득 임산물의 토양관리 기술 개선에 의한 생산성 변화 측정
2015	- 기후대별 생장 우수 수종· 클론 선발 및 증식 - 단기소득 임산물의 수확 후 관리기술에 의한 생산성 변화 측정
2016	- 기후대별 적응 수종 식재 적응시험림 조성 및 변화 측정 - 단기소득 임산물의 생산 분포지 이동에 의한 생산성 측정

5. 당해년도 추진계획

○ 목재생산성 예측모델 개발 및 지역 · 수종별 변화 예측

– 환경변화에 따른 수목의 적응력 구명

○ 대표적인 단기임산물 생산성 변화 예측· 취약성 평가

– 단기소득 임산물의 유전자원 수집· 선발 및 생산성 변화 측정

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	21	22	24	26	28	121
○ 도비	-	-	-	-	-	-
○ 시·군비	-	-	-	-	-	-
○ 기타	-	-	-	-	-	-
합 계	21	22	24	26	28	121

7. 기대효과

○ 기후변화 적응 수종 · 품종 개발을 통한 대량 생산 수종 육성 및 기반 구축

○ 단기소득 임산물별 특성 및 생산성 변화 DB 구축을 통한 유용 정보 제공

산림분야: 임업 생산성 증진(Ⅳ-2-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-2-②	기후변화 적응 임업 생산성 유자 증진	기존	산림청

1. 배경 및 필요성

○ 산림수종 변화가 빠르게 진행됨에 따라 기존의 산림 수종을 대체할 수 있는 미래 전략수종 개발 및 종자공급원의 조성이 시급

- 미래전략 수종개발과 종자공급원 조성을 위해서는 산림자원 탐사 및 모니터링 등이 필요

○ 기후변화의 영향을 최소화하여 현 수준의 임산물 생산력을 지속하여 임업인의 소득 유지 및 증대

- 친환경 임산물에 대한 수요가 증가하고 있어 부가가치 제고 및 소득원 창출에 주력

2. 사업개요

○ 기후변화에 따른 미래 전략수종개발 등 탄소 흡수원 증진 기반 구축을 통한 적응성 강화

- 기후변화에 따른 산림자원 탐사와 모니터링을 실시하고 산지시험체계 구축

○ 단기임산물의 대표적인 밤, 표고버섯 및 감(곶감 포함)에 대하여 기후변화 영향에 따른 생산량 감소 최소화

- 밤나무(3종/1,158백만원) : 노령목 관리(133ha/171백만원), 토양개량(472ha/133백만원), 대체작목 조성(122ha/854백만원)
- 표고버섯(2종/743백만원) : 재배사 시설(6,240㎡/343백만원), 표고자동화시설(1개소/400백만원)

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

- 기후인자를 고려한 맞춤형 산림지도 작성 기반 마련:GIS시스템 탑재로 사용자 편의제공
- 기후변화 대응을 위한 전략수종(백합나무) 개발 및 종자공급원(참가시, 황칠, 후박) 조성

○ 추진경위

- 종, 산지, 집단, 가계, 품종 및 클론 등 각종 유전자원 수집· 보존 (채종림 22ha, 채종임분 936.42ha)
- 표고버섯 산업 육성대책에 따라 '08년 2개의 표고버섯 품종보호를 신청

산림분야: 임업 생산성 증진(Ⅳ-2-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 우량묘목확보를 위한 종자공급원 관리(958.42ha, 152천본)
2013	- 우량묘목확보를 위한 종자공급원 관리(958.42ha, 152천본)
2014	- 우량묘목확보를 위한 종자공급원 관리(958.42ha, 152천본)
2015	- 우량묘목확보를 위한 종자공급원 관리(958.42ha, 152천본)
2016	- 우량묘목확보를 위한 종자공급원 관리(958.42ha, 152천본)

5. 당해년도 추진계획

○ 시계열적 기후변화 시나리오 설계 및 조림적지 추정 알고리즘 모델 개발
- 강수량, 기온, 지온 등 기후인자 장단기 변화

○ 미래 전략수종 개발을 위한 우량개체 선발
- 소나무(5ha), 활엽수 채종원 (30ha), 채종림, 채종림분 선정(5ha)
- 밤나무 노령목 관리 733ha, 토양개량 2,473ha, 대체작목 조성 522ha 추진
- 표고 재배사 33,240㎡, 톱밥배지 제조시설 1개소, 표고 자동화시설 1개소 조성

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	7.6	9.5	5.6	5.7	5.8	34.2
○ 도비	-	-	-	-	-	-
○ 시·군비	3.8	4.7	2.8	2.8	2.9	17.0
○ 기타	7.6	9.5	5.6	5.7	5.8	34.2
합 계	19.0	23.7	14.0	14.2	14.5	85.4

7. 기대효과

○ 기후변화에 대응할 수 있는 새로운 수종을 발굴하여 산림생태계 다양성유지 및 자연재해 방지

○ 기후변화에 적응할 수 있는 신품종 개발과 우량종묘 공급으로 안정적 목재 공급 기반구축

산림분야: 임업생산성 증진(Ⅳ-2-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-2-③	탄소 흡수원 조성 및 목재 기능적 생산 증대	신규	산림청

1. 배경 및 필요성

○ 산림의 탄소흡수량을 향상시키기 위해 생산성이 높은 수종의 조성이 필요함
- 산림 1ha는 연평균 7.3톤의 이산화탄소 흡수(자동차 1대의 연간 CO_2 배출량과 동일)

○ 기후변화에 따른 탄소흡수원 확충과 탄소순환 시스템 구축이 우선적으로 요구됨
- 전남지역 산림식생대의 변화에 대처한 난대림 및 바이오메스 생산량이 많은 수종의 적지적수 조림 확대

2. 사업개요

○ 탄소흡수 기능이 쇠퇴한 노령림, 병해충 피해림 등을 탄소흡수능력이 높은 수종으로 갱신
- 바이오순환림 10만ha 조성('20)

○ 나무은행 활성화 및 난대림 확대조성
- 숲가꾸기지역 내 수목 이식 후 재활용 및 황칠, 후박, 가시나무 등 난대림 조성 확대

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 남부지방 적합수종(백합나무, 포플러류, 아까시, 리기테다) 100~200ha씩 연차적 조성
- 탄소흡수원 증진을 위한 신규조림, 재 조림, 수종갱신 : 2,815ha('10), 3,700ha('15), 4,200ha('20)

○ 추진경위
- 조림수종은 지역별 산림식생기후대로 적합한 수종으로 선정 및 바이오순환림으로 조성
- 산림의 탄소흡수량을 '20년 흡수전망치(29백만톤) 대비 6%(31백만톤) 향상시키기 위함

산림분야: 임업생산성 증진(Ⅳ-2-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 바이오순환림 조성 : 795ha - 나무은행 운영 5,000 본, 난대특화림 조성 : 100ha
2013	- 바이오순환림 조성 : 1,600ha - 나무은행 운영 5,000 본, 난대특화림 조성 : 100ha
2014	- 바이오순환림 조성 : 1,600ha - 나무은행 운영 5,000 본, 난대특화림 조성 : 100ha
2015	- 바이오순환림 조성 : 1,800ha - 나무은행 운영 5,000 본, 난대특화림 조성 : 100ha
2016	- 바이오순환림 조성 : 2,000ha - 나무은행 운영 5,000 본, 난대특화림 조성 : 100ha

5. 당해년도 추진계획

○ 전남지역 특성에 적합하고 생산성이 높은 산림자원 조성

– 바이오순환림(백합나무, 포플러류, 아까시, 리기테다) 795ha 조성

○ 나무은행 운영 및 난대 특화림 조성

– 나무은행 운영으로 자원의 재활용 추진 : 22개 시,군 5,000본

– 섬지역 산림가꾸기 사업(후박, 가시, 구실잣밤, 황칠 등 난대수종) 100ha

– 득량만 난대 특화림 조성 100ha, 20,000본

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	52	78	78	85	91	384
○ 도비	7	10	10	11	12	50
○ 시·군비	13	18	18	19	21	89
○ 기타	4	8	8	9	10	39
합 계	76	114	114	124	134	562

7. 기대효과

○ 유휴토지의 신규 흡수원 활용 및 산림자원의 산업화와 산림 휴양효과 증진 등 이차적 효과 기대

○ 전남의 특색 있는 산림조성으로 경관조성 및 난대림으로부터 고부가가치 기능성물질의 산업화 이용

산림분야: 산림피해방지대책(Ⅳ-3-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-3-①	기후변화에 따른 산림재해 취약성 평가	기존	산림청

1. 배경 및 필요성

○ 최근 많은 산사태 등 산지 토사재해에 의한 피해 급증
- 여름철 강수량이 증가가 예상되므로 피해예측 기술의 고도화와 피해저감 대책 수립

○ 산지토사 재해와 대형 산불은 인명피해와 막대한 경제적 손실 초래
- 사전 예방적 적응대책 수립을 위해 우선적으로 정밀한 피해예측과 함께 피해 위험지도 작성필요

2. 사업개요

○ 기후변화에 따른 산불위험성 변화예측 및 위험지도 작성
- 기후변화 시나리오와 산림발달 및 연료량변화에 따른 산불발생 위험도 변화 예측

○ 산지토사재해 위험성 변화예측 및 위험지도 작성· 보급
- 기후변화 시나리오에 따른 산사태 위험성 변화 예측

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 산불발화지 기상자료·영향인자 구명과 발생인자 DB 구축 및 확률모형 제시
- 산사태 발생지 강우자료 및 발생위치 DB 구축

○ 추진경위
- 지역별 원인별 산불발생 시공간 패턴 분석 등 산불발생 예측 및 위험성평가
- 산사태 발생 및 강우 특성 분석 등 산지토사재해 예측모델 개발

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 산불발생 중· 단기 변화량 예측 - 산지토사재해 중· 단기 변화량 예측
2013	- 산불발생 알고리즘 개발 - 산지토사재해 알고리즘 개발
2014	- 산불발생 예측 모델 개발 및 지도 작성 - 산지토사재해 예측 모델 개발 및 지도 작성
2015	- 산불발생 모형· 지도 적용 및 평가 - 산지토사재해 모형· 지도 적용 및 평가
2016	- 산불발생 예측 및 피해 저감 시스템 개발 - 산지토사재해 저감 시스템 개발

산림분야: 산림피해방지대책(Ⅳ-3-①)

5. 당해년도 추진계획

○ 산불발생 중· 단기 변화량 예측

– 산불위치 관제시스템 확충 및 산불통합 관리 구축

○ 산지 토사재해 중· 단기 변화량 예측

– 산사태 위험 등급도 검증 및 개선

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	7	7.5	8	8.6	9	40.1
○ 도비	-	-	-	-	-	-
○ 시·군비	-	-	-	-	-	-
○ 기타	-	-	-	-	-	-
합 계	7	7.5	8	8.6	9	40.1

7. 기대효과

○ 기후변화에 따른 산불방지 및 산지토사 재해 대책 수립을 위한 기초 자료로 활용

○ 기후변화와 산불발생/ 피해규모 예측을 위한 시뮬레이션 작업이 가능

산림분야: 산림피해방지대책(Ⅳ-3-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-3-②	산림재해예방 및 피해저감 시스템 고도화	기존	산림청

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화 요인, 숲의 발달과 인간의 숲에 대한 접근성 증가로 산불다발 및 대형화 우려
- 1980년대에 비해 2000년대에는 산불발생 2.5배, 피해면적 3.4배 증가

○ 최근 기후변화에 의한 집중호우 증가로 산사태 등 산지 토사재해 위험성이 커질 것으로 예상
- 10년 단위 연평균 산사태 발생은 2000년대부터 급격히 증가 및 대형화 추세.

2. 사업개요

○ 대형 산불방지를 위한 초동 진화체계 확립 및 산불취약지에 대한 체계적 관리로 산불피해 최소화
- 산불진화헬기 확충 4대('10년)→ 5대('17년), 산불전문진화대 1,120명('10)→1,500명('15년)

○ 산사태위험지 관리시스템 강화 및 재해예방을 위한 사방시설 확대 조성
- '산사태 위험등급도' 개선 및 사방댐 등 사방사업 154개소('11) → 149개소('12) → 450개소('15년)

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 산불헬기 4대, 격납고 9개소 등 초동진화체계 확립, 산불감시원 200명에게 단말기 보급
- 산불방지 이격공간 90ha 조성, 산사태 등 재해예방을 위한 사방시설 7,934개소 조성

○ 추진경위
- 대형 산불방지를 위한 초동진화 체계 확립 및 산불방지 이격 공간 조성 등 산림취약지 관리 강화
- 기후변화를 고려한 산사태 위험지 관리시스템 강화 및 재해예방을 위한 사방시설 확대

산림분야: 산림피해방지대책(Ⅳ-3-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 산불전문예방진화대 1,120명 운영, 산불위치 관제시스템 운영 - 산불방지 이격공간 90ha 조성 및 무인감시카메라9개소 확충, 사방사업 149개소
2013	- 산불전문예방진화대 1,120명 운영, 산불위치 관제시스템 운영 - 산불방지 이격공간 90ha 조성 및 무인감시카메라9개소 확충, 사방사업 150개소
2014	- 산불전문예방진화대 1,120명 운영, 산불위치 관제시스템 운영 - 산불방지 이격공간 90ha조성 및 사방사업 150개소
2015	- 산불전문예방진화대 1,500명 운영, 산불위치 관제시스템 운영 - 산불방지 이격공간 120ha조성 및 사방사업 150개소
2016	- 산불전문예방진화대 1,500명 운영, 산불위치 관제시스템 운영 - 산불방지 이격공간 120ha조성 및 사방댐 150개소

5. 당해년도 추진계획

○ 과학적 상황관리 및 진화전략 수립을 위한 산불위치 관제시스템 도입

– 산불전문예방대 1,120명 운영, 산불신고 단말기 156대 운영, 이격공간 90ha 조성

○ 산사태 위험지 관리시스템 강화 및 재해예방을 위한 사방시설 확대조성

– 산사태위험지 규정 사방사업법 개정 및 사방댐 49개소 설치, 해안방재림 1.0ha 조성, 사방사업 149개소

6. 소요예산 (사방)

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	191	196	196	196	196	975
○ 도비	41	42	42	42	42	209
○ 시·군비	41	42	42	42	42	209
○ 기타	-	-	-	-	-	-
합 계	273	280	280	280	280	1,393

7. 기대효과

○ 산불피해를 최소화하여 탄소배출 감소 및 산림의 탄소흡수 기능 유지

○ 산림자원, 산림생태계 보호 및 국민의 소중한 생명과 재산을 보호하는 공공이익 증진

산림분야: 산림피해방지대책(Ⅳ-3-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-3-③	산림병해충 예찰 및 조기방제 체계 구축	기존	산림청

1. 배경 및 필요성

○ 아열대·열대지역의 새로운 산림병해충의 유입 및 확산이 예상되는 산림피해 최소화

– 새롭게 유입·확산이 예측되는 산림병해충에 대한 모니터링 체계 구축 및 효과적인 방제 방법 개발

○ 산림병해충 예찰시스템 강화 및 조기방제 체계 구축

– 산림병해충 발병 메커니즘 분석 및 확산 예측과 산림병해충 예찰 방제단을 통한 사전 예방 체계 확립

2. 사업개요

○ 산림병해충 발생 예찰시스템 강화

– 기후변화에 따른 산림병해충 발병 매커니즘, 피해·확산 예측 및 장기모니터링 분석

○ 산림병해충 조기방제 체계 구축

– '산림병해충 예찰·방제단'을 활용한 신속 정확한 예찰 및 방제체계 구축

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

– 발생 : 24천ha('07), 22천ha('08), 21천ha('09), 14천ha('10), 12천ha('11)

– 방제 : 19천ha('07), 22천ha('08), 19천ha('09), 16천ha('10), 12천ha('11)

○ 추진경위

– 연도별 산림병해충 발생조사 및 적기방제 실행

– 예찰과 방제를 위한 '산림병해충예찰방제단' 운영 ('09년부터 22개단 52명으로 구성)

산림분야: 산림피해방지대책(Ⅳ-3-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 산림병해충 발생 예찰시스템 강화 - 산림병해충 조기방제 체계 구축
2013	- 산림병해충 발생 예찰시스템 강화 - 산림병해충 조기방제 체계 구축
2014	- 산림병해충 발생 예찰시스템 강화 - 산림병해충 조기방제 체계 구축
2015	- 산림병해충 발생 예찰시스템 강화 - 산림병해충 조기방제 체계 구축
2016	- 산림병해충 발생 예찰시스템 강화 - 산림병해충 조기방제 체계 구축

5. 당해년도 추진계획

○ 산림병해충 발생 예찰시스템 강화

– 발생원인, 확산과정 분석 및 피해 확산 예측

○ 산림병해충 조기방제 체계 구축

– 산림병해충 적기방제 추진 및 효과적 방제방법 개발 연구

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	34	35	36	38	40	183
○ 도비	9	10	11	12	13	55
○ 시·군비	18	19	20	21	22	100
○ 기타	2	2	2	2	2	10
합 계	63	66	69	73	77	348

7. 기대효과

○ 산림병해충 사전 예방 및 확산 방지로 산림의 건강성 증진

○ 산림병해충 피해 최소화로 탄소흡수원을 보전하여 기후변화 완화

산림분야: 산림피해방지대책(Ⅳ-3-④)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-3-④	기후변화 적응 산림관리 실연사업 평가 및 환류	기존	산림청

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화로 인해 예상되는 산림생태계 생물다양성과 생산성 및 산림재해 피해 예상
- 산림의 건강성과 회복력 증진을 위한 사전 예방적 관리 필요

○ 효과적인 산림관리를 위한 시범사업 추진
- 기후변화 적응 산림관리 가이드라인 개발과 지자체 및 산주 연계 산림관리 시범사업 추진

2. 사업개요

○ 기후변화 적응 산림관리 가이드라인 개발 · 보급
- 선진국 사례와 국내 산림피해 사례 조사 및 분석

○ 기후변화 적응 산림 건강성/회복력 증진사업 추진
- 대상 지자체와 이해당사자가 참여하는 협의체 구성 및 장단기 이행 프로그램 개발

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 기후변화 적응 산림생태계 관리 기법 개발
- 단계별 기후변화 영향관련 연구방향 설정

○ 추진경위
- 미국, 캐나다 등 선진 사례자료 수집 및 주요수종 생장반응모델 개발
- 의사결정 시스템 기반 구축을 위한 자료 수집

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화 적응 산림관리 원칙 및 가이드라인 제작 - 기후변화 적응 실연 사업지 선정
2013	- 기후변화 산림관리 의사결정 지원 정보 제공 시스템 개발 - 기후변화 적응 실연 사업기반 조성
2014	- 기후변화에 따른 산림생태계 영향평가 통합 모델 적용 - 기후변화 적응 실연 사업지 관리기술 개발
2015	- 기후변화 산림관리 적응방안 도출 - 기후변화 적응 실연 사업지 관리기술 적용
2016	- 기후변화 산림관리 적응성과 판정 - 기후변화 적응 실연 사업지 평가

산림분야: 산림피해방지대책(Ⅳ-3-④)

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화 적응 산림관리 원칙 및 가이드라인 제작
- 선진국의 산림관리 사례를 국내 여건에 맞도록 보완 및 설정

○ 기후변화 적응 실연 사업지 선정
- 지역별, 고도별 및 임상별로 시험사업구 설정

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	2.5
○ 도비	-	-	-	-	-	-
○ 시·군비	-	-	-	-	-	-
○ 기타	-	-	-	-	-	-
합 계	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	2.5

7. 기대효과

○ 기후변화 적응 산림관리 가이드라인 설정 및 실행매뉴얼 작성시 자료 제공

○ 기후변화에 대응한 효과적인 산림관리시스템 구축

산림분야: 산림피해방지대책(Ⅳ-3-⑤)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅳ-3-⑤	기후변화 대응 종합 산림관리 시스템 구축	신규	산림청

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화에 대응한 국가차원의 종합적인 산림의 전 분야에 걸쳐 예방과 대책이 필요
- 산림의 경제적 비중은 낮으나 농·수· 축산업 및 기간산업 전체에 미치는 범위가 넓음

○ 국토의 절대면적(64%)을 차지하고 있는 산림의 중요성 인식과 국토보전 차원의 대책강구
- 선진 외국에서 시행하고 있는 통합 산지관리시스템 도입 검토 등 다각적인 방안 모색

2. 사업개요

○ 산림 대상지 중 취약지에 대한 집중관리 시스템 도입
- 산림취약 평가지수를 바탕으로 한 취약부분과 그와 연계된 분야의 공동 관리체계 확립

○ 산림재해 가상 시나리오에 의한 피해예상 분야와 대책 마련
- 산사태, 해일 등 대형 피해우려 예상 모델을 개발하여 단계별 대응체계 구축

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 산사태 발생에 대비한 산사태 위험 판정표 및 등급도 등이 작성되었으나 종합체계 대응체계 미흡
- 남해안 해일 피해를 대비한 방제림 조성 등 부분적 예방 계획 수립

○ 추진경위
- 우리지역 산림조성 연도가 낮고 관리체계가 이루어지지 않아 각종 재해의 취약성이 큼
- 현재의 기상여건이 전반적으로 예측 불허이고 피해 규모가 대형화됨에 따라 종합적인 관리체계 필요

산림분야: 산림피해방지대책(Ⅳ-3-⑤)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 종합 산림관리 시스템 분야별 체계 구성 - 주요 분야별 취약 및 대응 분야 선정
2013	- 종합 산림관리 시스템 구축 실행 작업 - 주요 분야별 취약 및 대응 분야 연구
2014	- 종합 산림관리 시스템 구축 실행 작업 - 주요 분야별 취약 및 대응 분야 연구
2015	- 종합 산림관리 시스템 구축안 확정 - 주요 분야별 취약 및 대응 분야 연구
2016	- 종합 산림관리 시스템 보완 및 수정 - 주요 분야별 취약 및 대응체계 수립

5. 당해년도 추진계획

○ 종합 산림관리 시스템 구축을 위한 분야별 체계 구성

– 분야별 종합 산림관리 시스템 구축을 위한 전문가 협의체 조직

○ 주요 분야별 취약 및 대응 분야 선정

– 선진국의 산림관리 사례 수립과 국내 여건에 맞도록 보완 및 설정

6. 소요예산

(단위: 억원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	5	10	15	20	25	75
○ 도비	-	-	-	-	-	-
○ 시·군비	-	-	-	-	-	-
○ 기타	-	-	-	-	-	-
합 계	5	10	15	20	25	75

7. 기대효과

○ 산림관리시스템 구축으로 국가적 재난 재해 완화 등 국토보전 효과 기대

○ 기후변화에 대응한 효과적이고 종합적인 산림관리시스템 구축체계 확립

녹색의 땅 전남
Green Jeonnam

전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립 Ⅱ

(2012-2016)

전라남도
JeollaNamdo

목 차

5. 해양/수산분야 ····· 575
6. 물관리분야 ····· 665
7. 생태계분야 ····· 749
8. 적응산업/에너지분야 ····· 819

제6장 결론 및 제언 ····· 881
1. 전라남도 기후변화 적응대책의 의의 ····· 883
2. 전라남도 기후변화 적응대책을 위한 제언 ····· 884
가. 효율성 제고를 위한 시스템 구축 ····· 885
1) 기후변화대응정책과 ····· 886
2) 기후변화적응위원회 구성·운영(안) ····· 886
3) 광역적 협력체계 구축 ····· 887
4) 전남기후변화 적응연구원(안) ····· 889
나. 기후변화 적응대책 관련 설문분석 및 결과 ····· 890
1) 설문 개요 ····· 890
2) 설문조사 결과 ····· 891
가) 기후변화의 심각성에 대한 전문가 인식 ····· 891
나) 기후변화에 대응한 국가 및 지자체 적응성 평가 ····· 895
다) 기후변화에 대응한 전남지역의 문제와 현황 ····· 896
라) 조사대상자의 일반적 특성 ····· 899

제7장 참고문헌 ····· 901

부록 ····· 923
부록 1. 전라남도 기후변화 적응대책 설문지 ····· 925
부록 2. 1차 TF 및 자문회의 ····· 931
부록 3. 2차 TF 및 자문회의 ····· 934
부록 4. 중간보고회 ····· 938
부록 5. 최종보고회 ····· 940
부록 6. 분야별 전라남도 담당부서와 협의내용 및 결과 ····· 942
부록 7. 기후변화 관련 조직 검토 ····· 949
부록 8. 일본의 기후변화 정책과 최근 동향 ····· 958

1권 목 차

제1장 서 론 ····· 1
1. 과업의 배경 및 목적 ····· 3
2. 과업 범위 ····· 5
3. 과업수행체계 ····· 7
4. 과업의 활용방안 ····· 8

제2장 전라남도 기후변화 영향 현황 및 전망 ····· 11
1. 전라남도 기후변화 영향 현황 ····· 13
가. 기온 현황분석 ····· 13
1) 연도별 기온변화 ····· 13
2) 기온극한값 ····· 15
3) 계절의 변화 ····· 15
나. 강수량 현황분석 ····· 16
1) 연도별 강수량 변화 ····· 16
2) 호우일수 ····· 18
다. 전라남도 기후변화 실태 ····· 19
1) 가뭄 ····· 19
2) 홍수 ····· 23
3) 태풍 ····· 26
4) 폭염 ····· 31
5) 해수면 변동 ····· 35
2. 전라남도 기후변화 예측 ····· 38
가. 기후변화 시나리오 ····· 38
1) 온실가스 배출량 기반의 SRES 시나리오 ····· 38
나. 전라남도 현재 기후분석 ····· 39
1) 기온 ····· 39
2) 강수량 ····· 42
다. 전라남도 미래 기후변화 전망 ····· 44
1) 기온 ····· 44

2) 강수량 ····· 49

제3장 국내·외 선행연구 고찰 ····· 57

1. 기후변화 영향 및 취약성 평가 사례 ····· 59

가. 국내의 기후변화 영향 및 취약성 평가 연구 ····· 59

1) 기후변화 영향 평가 연구 ····· 59

가) 농업부문 ····· 62

나) 산림부문 ····· 63

다) 물관리 부문 ····· 64

라) 재난/재해 부문 ····· 65

마) 보건 부문 ····· 67

바) 해양/수산자원 부문 ····· 68

2) 기후변화 취약성 평가방법 연구 ····· 70

가) 하향식 접근방법 ····· 70

나) 상향식 접근방법 ····· 74

다) 절충형 접근방법 ····· 75

나. 국외의 기후변화 영향 및 취약성 평가 연구 ····· 77

1) 미국 ····· 78

2) 유럽 ····· 80

3) 일본 ····· 83

2. 적응대책 수립사례 ····· 84

가. 국내 기후변화 적응대책 수립 사례 ····· 84

1) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 84

가) 기후변화 협약 대응 종합대책 ····· 84

나) 기후변화 제4차 종합대책(2007. 12) ····· 84

다) 기후변화대응 종합계획(2008. 9) ····· 85

라) 국가 기후변화 적응 종합계획(2008. 12) ····· 85

마) 국가 기후변화 적응대책(2010. 10) ····· 86

2) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 87

가) 제주도 ····· 87

나) 강원도 ····· 88

다) 경기도 ····· 88

라) 인천광역시 ····· 89

나. 국외 기후변화 적응대책 수립 사례 ····· 91
1) 영국 ····· 91
가) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 91
나) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 94
2) 미국 ····· 95
가) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 95
나) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 97
3) 캐나다 ····· 99
가) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 99
나) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 100
4) 호주 ····· 104
가) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 104
나) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 106
5) 일본 ····· 107
가) 국가차원의 적응관련 대책 ····· 107
나) 지자체차원의 적응관련 대책 ····· 110
3. 시사점 도출 ····· 112

제4장 기후변화 적응 비전 및 목표 ····· 115
1. 비전 및 목표 ····· 117
2. 분야별 목표 및 대책 요약 ····· 118
가. 건강 : 폭염, 전염병 등 기후변화로 인한 건강 영향 최소화 ····· 118
나. 재난/재해 : 재해 취약 및 우려 지역에 대한 방재기반 강화 ····· 119
다. 농업 : 적응을 통한 녹색농업기술 육성 ····· 120
라. 산림 : 기후변화 적응을 통한 산림건강성 증진 ····· 124
마. 해양/수산 : 기후영향으로부터 해양생태계 및 수산자원 보존 ····· 125
바. 물관리 : 건전한 물 순환체계 구축 ····· 126
사. 생태계 : 기후영향으로부터 생물자원 보호 및 다양성 확보 ····· 129
아. 적응산업/에너지 : 기후변화 적응 녹색 신산업 육성 ····· 131
3. 중점 추진 분야 및 과제 ····· 131

제5장 분야별 적응대책 ····· 137
1. 건강분야 ····· 139
2. 재난재해분야 ····· 245
3. 농업분야 ····· 358
4. 산림분야 ····· 478

표 차 례

<표 5-5-1> 전남지역 강수량 현황(2010년 기준)····576
<표 5-5-2> 전남지역 강수 관련 현황(강수량 : 2010년 기준)····577
<표 5-5-3> 전국 일강수량 현황(㎜/day)(2010년 기준)····578
<표 5-5-4> 최근 20년 전남지역 태풍 내습 빈도 및 당해 대규모 태풍 현황····579
<표 5-5-5> 2004년~2010년 전남지역 일조시간 변화(시간)···· 580
<표 5-5-6> 2000년~2010년(11년동안)사이 전남지역 6개 시군의 연평균 풍속(m/s)···· 580
<표 5-5-7> 2001년~2010년 사이 전남연안의 표층수온 변화(℃)····583
<표 5-5-8> 전남지역 해수면 상승률····584
<표 5-5-9> 전남지역 연간 해수온도 상승률(°C/yr)···· 593
<표 5-5-10> 전국 해수온도 상승률(%)····594
<표 5-5-11> 국내 기후변동과 수산자원과의 관계 연구현황(환경부, 2010b)···· 597
<표 5-5-12> 국외의 기후변동과 수산자원과의 관계 연구 현황(환경부, 2010B)····600
<표 5-5-13> 전라남도의 어가현황···· 602
<표 5-5-14> 연령별 어가인구(명)···· 602
<표 5-5-15> 양식방법에 따른 어가현황(호)···· 602
<표 5-5-16> 수산업협동조합 및 어촌계···· 603
<표 5-5-17> 도서 및 갯벌 면적···· 603
<표 5-5-18> 전라남도 도서 현황(2010년 기준)···· 603
<표 5-5-19> 전라남도 시·군별 도서 면적···· 604
<표 5-5-20> 전라남도 시·군별 해안선 길이···· 604
<표 5-5-21> 전라남도 어항 현황···· 605
<표 5-5-22> 전라남도 지정항만 현황···· 606
<표 5-5-23> 갯벌현황···· 606
<표 5-5-24> 우리나라 습지보호구역 지정 현황···· 607
<표 5-5-25> 전라남도 습지보호구역 현황···· 607
<표 5-5-26> 전라남도의 시군별 갯벌 현황···· 607
<표 5-5-27> 전라남도의 어업형태별 면허건수 및 면적···· 609
<표 5-5-28> 전라남도 양식어업 현황···· 609
<표 5-5-29> 어장 소유별 현황····609

<표 5-5-30> 전라남도 해상종묘생산 허가 현황····· 610
<표 5-5-31> 연안어업 허가 현황····· 610
<표 5-5-32> 시·군별 어류양식 현황····· 610
<표 5-5-33> 시·군별 염전면적····· 611
<표 5-5-34> 우리나라 수산물 생산 현황····· 611
<표 5-5-35> 우리나라 품종별 수산물 생산현황····· 612
<표 5-5-36> 전라남도 김·미역 양식 및 생산현황····· 613
<표 5-5-37> 천일염 생산현황····· 615
<표 5-5-38> 시·군별 천일염 생산현황····· 615
<표 5-5-39> 소금생산량 변화(2005년~2010년)····· 615
<표 5-5-40> 전남지역 염전면적 변화····· 616
<표 5-5-41> 단위면적당 소금생산량 변화····· 616
<표 5-5-42> 전라남도 품목별 수산물 수출 현황(2010년 말)····· 617
<표 5-5-43> 전라남도 소금 종류별 수입현황····· 617
<표 5-5-44> 전라남도 국가별 소금 수입현황····· 617
<표 5-5-45> 전라남도 소금 수출현황····· 617
<표 5-5-46> 전남지역 해조류양식 취약성평가 결과(2012년 현재)····· 624
<표 5-5-47> 전남지역 천일염 생산 취약성평가 결과(2012년현재)····· 626
<표 5-5-48> 전남지역 전복가두리양식 취약성평가 결과(2012년 현재)····· 628
<표 5-5-49> 전남지역 연근해어업 취약성평가 결과(2012년 현재)····· 630
<표 5-5-50> 전남지역 패류양식 취약성평가 결과(2012년 현재)····· 632
<표 5-5-51> 전남지역 갯벌면적 취약성평가 결과(2012년 현재)····· 634
<표 5-5-52> 정부의 해양수산분야 기후변화 적응 주요 정책····· 636
<표 5-5-53> 해양수산분야 기후대응 주요 지자체 정책····· 637
<표 5-5-54> 전라남도 기후변화 관련 해양수산분야 기존 적응대책····· 638
<표 5-5-55> 해조류의 CO2 흡수량 비교····· 641
<표 5-6-1> 전라남도 1994~1995년 가뭄피해 현황····· 668
<표 5-6-2> 전라남도 2000~2001년 가뭄피해 현황····· 669
<표 5-6-3> 기후변화 취약성 세부항목 선정배경····· 680
<표 5-6-4> 치수의 취약성 평가를 위한 대용변수 및 가중치····· 681
<표 5-6-5> 이수의 취약성 평가를 위한 대용변수 및 가중치····· 682
<표 5-6-6> 수질 및 수생태에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수 및 가중치····· 683
<표 5-6-7> 전라남도 각 시군의 현재 치수에 대한 순위별 취약성 평가 지수····· 691

<표 5-6-8> 전라남도 각 시군의 현재 이수에 대한 순위별 취약성 평가 지수 698
<표 5-6-9> 전라남도 각 시군의 현재 수질 및 수생태에 대한 순위별 취약성 평가 지수 705
<표 5-6-10> 국가 기후변화 적응대책 세부시행계획(2011~2015) 713
<표 5-7-1> 1941~2003년 까지 봄꽃 개화시기 변화 (일/10년) 751
<표 5-7-2> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2000년대) 765
<표 5-7-3> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2020년대) 766
<표 5-7-4> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2050년대) 766
<표 5-7-5> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2100년대) 767
<표 5-7-6> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2000년대) 774
<표 5-7-7> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2020년대) 775
<표 5-7-8> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2050년대) 775
<표 5-7-9> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2100년대) 776
<표 5-7-10> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2000년대) 783
<표 5-7-11> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2020년대) 784
<표 5-7-12> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2050년대) 784
<표 5-7-13> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2100년대) 785
<표 5-8-1> 한반도 주변해역 연평균 해수면상승 예측치(2008년 대비) 819
<표 5-8-2> 한반도 주변해역 연평균 표층수온 예측치(2008) 820
<표 5-8-3> 30년 기간별 이상고온의 연평균 출현 일수 821
<표 5-8-4> 전남 연도별 부문별 온실가스 배출량 823
<표 5-8-5> 전국 연도별 부문별 온실가스 배출량 823
<표 5-8-6> 연도별 전남 연료연소 부문 온실가스 배출량 824
<표 5-8-7> 전남 산업공정별 온실가스 배출량 824
<표 5-8-8> 부문별 기후변화 영향 예측 829
<표 5-8-9> 에너지 공급부문의 영향요소 830
<표 5-8-10> 뉴욕시 기후변화 적응 전략 831
<표 5-8-11> 산업부문에서 온실가스 저감을 위한 기술의 예 834
<표 5-8-12> 분야별 완화선택과 지속가능한 개발 835
<표 5-8-13> 포틀랜드시의 온실가스 배출 감축 전략 837
<표 5-8-14> 레스터 시의 환경정책 839
<표 5-8-15> 동경도의 이산화탄소 저감 대책 840
<표 5-8-16> 산업계에 미치는 기후변화 영향 844
<표 5-8-17> 산업/에너지 기술 분야 취약성 평가지수 845

<표 5-8-18> 에너지 분야 취약성 평가지수 ····· 846
<표 5-8-19> 기후변화 산업 경쟁력지수 산정지표 ····· 847
<표 5-8-20> 기후노출 지표 ····· 848
<표 5-8-21> 기후변화 민감성 지표 ····· 849
<표 5-8-22> 기후변화 적응능력 지표 ····· 850
<표 5-8-23> 전남 제조업 업종별 비중(2009년) ····· 853
<표 5-8-24> 부문별·업종별 감축목표 ····· 856
<표 5-8-25> 연도별 온실가스 감축율 ····· 857
<표 5-8-26> 녹색성장 3대 전략 및 10대 정책방향 ····· 859
<표 5-8-27> 1차 에너지 신재생에너지 보급전망, 목표 ····· 860
<표 5-8-28> 중장기 신재생에너지 원별 보급목표 ····· 861
<표 5-8-29> 국산 신재생에너지의 경제성 확보시기 ····· 862
<표 5-8-30> 기후변화 대응 추진 정책 추진계획 ····· 864
<표 6-1> 기후변화 관련 조직 현황 ····· 888
<표 6-2> 전라남도 22개 시·군 자치단체 기후변화관련 조직 현황 ····· 889
<표 6-3> 기후변화에 가장 취약한 분야 ····· 895
<표 6-4> 중점 연구 분야 ····· 896
<표 6-5> 전남지역에서 기후변화에 가장 취약한 분야 ····· 897
<표 6-6> 기후변화 적응을 위한 지자체의 노력 ····· 897

1권 표차례

<요약 표 1> 주요 국제기구의 기후변화 적응에 대한 정의 2
<요약 표 2> 건강분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 7
<요약 표 3> 재난/재해분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 7
<요약 표 4> 농업분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 8
<요약 표 5> 산림분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 8
<요약 표 6> 해양/수산분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 9
<요약 표 7> 물관리분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 9
<요약 표 8> 물관리분야 주요 항목의 취약성 현황 및 전망 10

<표 2-1> 전라남도 주요 시·군의 연평균기온 비교 14
<표 2-2> 호남지방의 계절별 평균, 최고, 최저 기온(1943~2009) 16
<표 2-3> 가뭄의 정의 19
<표 2-4> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 가뭄관련 기사 20
<표 2-5> 우리나라 홍수의 요인 23
<표 2-6> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 홍수관련 기사 24
<표 2-7> 우리나라에 영향을 준 태풍수(1904~2010) 26
<표 2-8> 태풍에 의한 인명 및 재산피해 순위(1904~2009) 26
<표 2-9> 주요 태풍에 의한 전남지역의 연도별 피해현황 27
<표 2-10> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 태풍관련 기사 28
<표 2-11> 전남지역의 폭염발생일수 31
<표 2-12> 최근 30년간(1980~2010년) 전남도내 폭염관련 기사 33
<표 2-13> 해역별 지각 변동 속도 및 해수면 상승률 36
<표 2-14> SRES 시나리오별 이산화탄소 배출량 및 기온상승폭 39
<표 2-15> A1B 시나리오에 의한 아시아 지역 및 우리나라 기후전망 39
<표 3-1> 국내 부문별 기후변화 영향 평가 연구 사례 59
<표 3-2> 국내의 농업부문 기후변화 영향 연구 현황 63
<표 3-3> 물관리 부문 국내 기후변화 주제별 연구목록 비율 64
<표 3-4> 물관리 부문 국내 인자별 경향성 분석에 대한 연구목록 비율 65
<표 3-5> 국내의 농업부문 기후변화 영향 연구 현황 67

<표 3-6> 국내의 보건부문 기후변화 영향 연구 현황 ····· 68
<표 3-7> 국내의 수산자원 부문 기후변화 관련 연구기관 현황 ····· 69
<표 3-8> 국내의 보건부문 기후변화 영향 연구 현황 ····· 69
<표 3-9> 하향식 접근방법에 의한 기후변화 취약성 평가 사례(보건 분야) ····· 71
<표 3-10> 하향식 접근방법에 의한 기후변화 취약성 평가 사례(산림 분야) ····· 72
<표 3-11> 홍수피해에 대한 지역안전도 평가 인자 ····· 75
<표 3-12> 지역안전도 평가 인자 ····· 75
<표 3-13> 이상홍수 취약성 지표 ····· 77
<표 3-14> 미국의 부문별 기후변화에 따른 수자원관련 영향 ····· 79
<표 3-15> EU의 기후변화 적응정책과 기존 추진 정책간의 통합 ····· 81
<표 3-16> 유럽 국가의 부문별 영향 및 취약성 평가 현황 ····· 82
<표 3-17> 일본의 부문별 기후변화에 따른 영향 ····· 82
<표 3-18> 제주도 기후변화 적응 부문 대응전략 ····· 88
<표 3-19> 인천광역시의 부문별 기후변화 적응 전략 ····· 90
<표 3-20> 영국 지방정부의 정책대응 및 관련지침 ····· 93
<표 3-21> Kerry-Boxer 상원법안의 주요내용 ····· 96
<표 3-22> 뉴욕시의 기후변화 적응정책 리스트 ····· 98
<표 3-23> 캐나다의 부문별 기후변화 적응 방안 ····· 99
<표 3-24> 광역 밴쿠버 도시 체계의 기후변화 영향과 적응 전략 요약 ····· 103
<표 3-25> 호주의 부문별 기후변화 적응 방안 ····· 106
<표 3-26> 도쿄의 기후변화 적응정책 리스트 ····· 111
<표 3-27> 도시별 기후변화 적응 분야별 우선순위 및 영향평가 방법 ····· 113
<표 5-1-1> 법정전염병의 최근 10년간 발생추이 요약(2000년) ····· 142
<표 5-1-2> 모형에 따른 기온과 식중독 발생률 관계 ····· 146
<표 5-1-3> 질병별 연령대별 전염병 발생예측 건수 ····· 146
<표 5-1-4> 미래의 전염병 종류별 질병 부담예측 ····· 149
<표 5-1-5> 분석에 사용된 지표 목록 ····· 150
<표 5-1-6> 소방방재청 지역안전도 평가 인자 ····· 150
<표 5-1-7> 이상홍수 취약성지표 ····· 153
<표 5-1-8> 분석에 사용된 자료 및 결과물 ····· 154
<표 5-1-9> 분석에 사용된 자료 및 결과물 ····· 155
<표 5-1-10> 분석에 사용된 자료 및 결과물 ····· 156
<표 5-1-11> 서유럽 폭염으로 인한 초과사망자수 및 열 관련 사망자 ····· 157

<표 5-1-12> HAZUS 데이터베이스 ····· 162
<표 5-1-13> 주요 평가 도구 모음(CATS) ····· 163
<표 5-1-14> CVAT의 단계별 입출력값 ····· 164
<표 5-1-15> 1995년 England, Wales 및 Greater London지역 열파기간 5일중 초과사망에 대한 분석 (연령별, 성별 및 사망원인별) ····· 166
<표 5-1-16> 기후변화 적응 분야별 세부 역점 추진과제 ····· 169
<표 5-1-17> 홍수에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수 ····· 172
<표 5-1-18> 태풍에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수 ····· 173
<표 5-1-19> 폭염에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수 ····· 173
<표 5-1-20> 한파에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수 ····· 174
<표 5-1-21> 오존농도 상승에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수 ····· 174
<표 5-1-22> 미세먼지에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수 ····· 175
<표 5-1-23> 기타 대기오염물질에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수 ····· 175
<표 5-1-24> 곤충 및 설치류에 의한 전염병 취약성 평가를 위한 대용변수 ····· 176
<표 5-1-25> 수인성 매개질환의 취약성 평가를 위한 대용변수 ····· 176
<표 5-1-26> 전남 건강분야 기존 적응대책 문제점 및 방향 ····· 201
<표 5-1-27> 전남 폭염분야 적응대책 ····· 203
<표 5-1-28> 전라남도 전염병 적응대책 ····· 209
<표 5-1-29> 전라남도 재난 적응대책 ····· 216
<표 5-2-1> 미시시피 홍수의 1, 2, 3차적 영향력(1993) ····· 246
<표 5-2-2> 2010년의 2차, 3차적 영향의 예 ····· 247
<표 5-2-3> 기상 상황별 발생 횟수 ····· 250
<표 5-2-4> 년도별, 월별 발생 현황 ····· 250
<표 5-2-5> 최근 10년간 연도별, 월별 피해액 ····· 251
<표 5-2-6> 최근 10년간 인명 및 재산 피해 ····· 252
<표 5-2-7> 최근 10년간 복구비 현황 ····· 253
<표 5-2-8> 풍수해 피해자료 (1996년~2009년 합계) ····· 254
<표 5-2-9> 미국 CVI(Coastal Vulner ability index) 지표 개발 ····· 256
<표 5-2-10> 우리나라를 대상으로 수행된 홍수 관련 기존 연구검토 ····· 259
<표 5-2-11> 피해유형별 관련 지역인자 ····· 260
<표 5-2-12> 연안 침식 기후 변화 요소의 장기 변동율 ····· 261
<표 5-2-13> 연안 침식 기후 변화 요소의 순 변동량 비교 ····· 261
<표 5-2-14> 취약성 평가 지표의 구성 ····· 262

<표 5-2-15> 서울특별시의 폭염관련 적응대책 ····· 267
<표 5-2-16> 서울특별시 풍수해 관련 적응대책 ····· 268
<표 5-2-17> 인천광역시 해양재난관련 적응대책 목록 ····· 269
<표 5-2-18> 기후변화 취약성 대용변수 정의 ····· 273
<표 5-2-19> 재해부문 - 대용변수 가중치 ····· 273
<표 5-2-20> 재해분야 취약성 평가 세부항목 ····· 274
<표 5-2-21> 홍수에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수 ····· 274
<표 5-2-22> CCGIS 3.1에 의한 홍수에 대한 기반시설 취약성 지수 ····· 275
<표 5-2-23> 폭염에 대한 기반시설 취약성 평가의 대응변수 ····· 287
<표 5-2-24> CCGIS 3.1 프로그램을 통해 평가된 폭염에 대한 취약성평가 지수 ····· 287
<표 5-2-25> 폭설에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수 ····· 296
<표 5-2-26> CCGIS 3.1를 통한 폭설에 대한 취약성평가 지수 ····· 297
<표 5-2-27> 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성 평가의 대용변수 ····· 306
<표 5-2-28> CCGIS 3.1를 통한 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성평가 지수 ····· 307
<표 5-2-29> 기후변화협약대응 제3차 종합계획에 포함된 적응관련 추진과제 ····· 317
<표 5-2-30> 기후변화 제4차 종합계획의 적응관련 과제 ····· 318
<표 5-2-31> 기후변화대응 종합기본계획의 적응관련 과제 ····· 319
<표 5-2-32> 해일 침수피해가 예상되는 재해취약지역에 대한 방재시설 설치계획 ····· 328
<표 5-2-33> 무역항의 방파제 보강 계획 ····· 329
<표 5-2-34> 연안항의 방파제 보강 계획 ····· 329
<표 5-3-1> 최근 10년(′96~′05년) 농경지 자연재해 피해액(소방방재청) ····· 358
<표 5-3-2> 최근 10년(′96~′05년) 농경지 자연재해 발생건수(소방방재청) ····· 358
<표 5-3-3> 이상기상에 따른 최근 3년간 국내 농작물 피해·복구현황(2008년) ····· 359
<표 5-3-4> 이상기상에 따른 최근 3년간 국내 농작물 피해·복구현황(2009년) ····· 360
<표 5-3-5> 이상기상에 따른 최근 3년간 국내 농작물 피해·복구현황(2010년) ····· 360
<표 5-3-6> 광주·전남 과거 10년간 기상재해 피해 및 복구비 현황 ····· 361
<표 5-3-7> 최근 5년간 기상재해 피해 지원현황 ····· 362
<표 5-3-8> 이상기상이 작물에 미친 영향 ····· 363
<표 5-3-9> 감소 혹은 증가 예상 병해충 종류 ····· 365
<표 5-3-10> 기상조건별 벼 병해충 발생상황 ····· 366
<표 5-3-11> 기상조건별 채소작물(마늘, 양파, 파, 고추, 배추, 무, 오이, 토마토 등) 병해충 발생상황 ··· 366
<표 5-3-12> 기상조건별 과수작물(사과, 배, 포도, 복숭아, 감귤, 감 등) 병해충 발생상황 ····· 366
<표 5-3-13> 폭설로 인한 피해규모 ····· 370

<표 5-3-14> 과종별 동해 한계온도(℃)····· 370
<표 5-3-15> 작목별 피해면적····· 371
<표 5-3-16> 최근 10년 일조시간 비교····· 371
<표 5-3-17> 기후변화로 인한 부문별 영향····· 372
<표 5-3-18> IPCC의 미래 주요 기후변화 시나리오 ····· 374
<표 5-3-19> 최근 농작물과 축산의 피해 발생 현황 (2005. 8 ~ 2007. 4.)····· 376
<표 5-3-20> 기후변화 조건에 따른 벼 잠재생산성 변화····· 379
<표 5-3-21> 보리 잠재생산성 변동 예측기후변화 조건에 따른 보리 잠재생산성 변화····· 381
<표 5-3-22> 고온조건 하에서 동안벼와 6개 품종의 현미완전미율과 천립중의 증감률····· 389
<표 5-3-23> 온도와 CO2 농도 변화에 따른 벼 수량성 평가 (Oryza 2000 모델)····· 390
<표 5-3-24> 과수 동해 피해 산정률 작성····· 392
<표 5-3-25> 외국(주요지역)의 주요 작물재배 동향조사····· 398
<표 5-3-26> 기후변화 취약성 세부항목 선정배경····· 402
<표 5-3-27> 대용변수 및 가중치 선정배경····· 403
<표 5-4-1> 우리나라 2010년 이상기후 기록····· 480
<표 5-4-2> 산림분야에 관련된 기후변화 영향 및 적응연구····· 483
<표 5-4-3> FSGCR의 산림분야 주요 연구 활동분야 및 내용····· 485
<표 5-4-4> 일본 삼림총합연구소의 기후변화 관련 연구····· 486
<표 5-4-5> 뉴질랜드 임업연구원의 기후변화 관련 연구····· 486
<표 5-4-6> 우리나라 산림대의 수평적 분포 구분 ····· 492
<표 5-4-7> 전남 22개 시·군 임상별 산림면적(ha) (산림청, 2010)····· 495
<표 5-4-8> 전남 22개 시·군 임상별 임목축적(㎥) (산림청, 2010)····· 496
<표 5-4-9> 전남 도내 시군별 병해충 발생 면적 (2011년)····· 500
<표 5-4-10> 2011년 동해로 인한 양묘 피해····· 500
<표 5-4-11> 2011년 동해로 인한 양묘하우스내 피해····· 501
<표 5-4-12> 시험지 입지환경 조사표····· 502
<표 5-4-13> 난대 선단지 조림수종 생존율····· 503
<표 5-4-14> 기후변화에 따른 산림분야 항목별 대용변수 및 가중치····· 507

그림 차례

<그림 5-5-1> 전남지역 강수량 변화 576
<그림 5-5-2> 전국 일강수량 현황 577
<그림 5-5-3> 최근 20년간 전남지역 내습 태풍의 당시 최저기압 추세 579
<그림 5-5-4> 2000년~2010년(11년동안)사이 전남지역 6개 시·군 풍속 경향 581
<그림 5-5-5> 2000년~2010년(11년 동안)사이 전남지역 6개 시·군 월별 풍향 582
<그림 5-5-6> 2000년~2009년사이 전남연안의 표층수온 변화(℃) 583
<그림 5-5-7> 전남지역 해수면 상승률(㎜/yr) 584
<그림 5-5-8> SLAMM모델을 적용하여 분석한 2100년까지 순천만의 생태적 변화 585
<그림 5-5-9> 우리나라 주변의 아열대성 어종 출현 현황 586
<그림 5-5-10> 고흥지역에 출현한 보름달 물해파리 588
<그림 5-5-11> 여수 거문도 죽촌(좌측)과 소리도(우측) 589
<그림 5-5-12> 노무라입깃해파리와 보름달물해파리 589
<그림 5-5-13> 양식어류의 동사 피해 590
<그림 5-5-14> 양식장 동사 피해 현황 591
<그림 5-5-15> 전남지역 연간 해수온도 상승률 592
<그림 5-5-16> 전남지역 해수온도 상승률(%) 593
<그림 5-5-17> A1B 시나리오를 통한 목포시 해수면 온도 변화 예측(℃) 595
<그림 5-5-18> A1B 시나리오를 통한 목포시 기온예측(℃) 595
<그림 5-5-19> A1B 기후변화 시나리오를 통한 목포시 월별 일 강수량 변화 예측(㎜/day) 596
<그림 5-5-20> 해수면 상승에 대한 연안역 취약성 평가 모식도(조광우 등, 2009) 598
<그림 5-5-21> 기후변화 취약성평가 과정 601
<그림 5-5-22> 전라남도 어항현황 605
<그림 5-5-23> 전국의 습지보호구역지정 현황 608
<그림 5-5-24> 완도의 전복 가두리 양식장 614
<그림 5-5-25> 우리나라의 전복생산량의 변화 614
<그림 5-5-26> 전라남도 소금생산량 변화(2005~2010년) 616
<그림 5-5-27> 전남지역 해조류양식의 취약성 평가 결과 623
<그림 5-5-28> 전남지역 해조류양식의 취약성 변화(A1B) 623
<그림 5-5-29> 전남지역 천일염생산 취약성평가 결과 625

<그림 5-5-30> 전남지역 천일염생산 취약성 변화(A1B)····· 625
<그림 5-5-31> 전남지역 전복 가두리양식 취약성평가 결과····· 627
<그림 5-5-32> 전남지역 전복 가두리양식 취약성 변화(A1B)····· 627
<그림 5-5-33> 전남지역 연근해어업 취약성평가 결과····· 629
<그림 5-5-34> 전남지역 연근해어업 취약성 변화(A1B)····· 629
<그림 5-5-35> 전남지역 패류양식 취약성평가 결과····· 631
<그림 5-5-36> 전남지역 패류양식 취약성 변화(A1B)····· 631
<그림 5-5-37> 전남지역 갯벌 취약성평가 결과····· 633
<그림 5-5-38> 전남지역 갯벌 취약성 변화(A1B)····· 633
<그림 5-5-39> 기후변화에 따른 남하어류와 북상어류(출처: 국립수산과학원)····· 639
<그림 5-5-40> 고흥군 현장 조사 및 바지락 성숙도 조사 결과····· 640
<그림 5-5-41> 신안군 천일염 생산 모습(출처 : 신안군청 홈페이지)····· 641
<그림 5-5-42> 우리나라에서 재배되는 해조류의 종류····· 642
<그림 5-5-43> 중국의 양식 섬 사례····· 643
<그림 5-5-44> 장자도의 종묘생산시설(육상거점)····· 643
<그림 5-5-45> 갯벌에 조성한 패류양식장의 예····· 644
<그림 5-5-46> 종묘생산시설····· 645
<그림 5-5-47> 로봇형 가두리양식장(출처:중앙일보 라이프, 2009. 8. 31일)····· 646
<그림 5-5-48> 해파리에 의한 피해 사례····· 647
<그림 5-6-1> 전라남도 최근 10년간 홍수 피해액····· 669
<그림 5-6-2> 현재 전라남도 및 전국의 치수에 대한 취약성 분석 비교····· 685
<그림 5-6-3> 현재 치수에 대한 기후노출 시군별 취약성 분포····· 686
<그림 5-6-4> 현재 치수에 대한 기후노출 시군별 취약성····· 686
<그림 5-6-5> 현재 치수에 대한 민감도 시군별 취약성 분포····· 687
<그림 5-6-6> 현재 치수에 대한 민감도 시군별 취약성····· 687
<그림 5-6-7> 현재 치수에 대한 기후영향 시군별 취약성 분포····· 688
<그림 5-6-8> 현재 치수에 대한 기후영향 시군별 취약성····· 688
<그림 5-6-9> 현재 치수에 대한 적응능력 시군별 취약성 분포····· 689
<그림 5-6-10> 현재 치수에 대한 적응능력 시군별 취약성····· 689
<그림 5-6-11> 현재 치수에 대한 취약성의 지역적 분포····· 690
<그림 5-6-12> 현재 치수에 대한 시군별 취약성····· 690
<그림 5-6-13> 현재 전라남도 및 전국의 이수에 대한 취약성 분석 비교····· 692
<그림 5-6-14> 현재 이수에 대한 기후노출 시군별 취약성 분포····· 693

<그림 5-6-15> 현재 이수에 대한 기후노출 시군별 취약성 ····· 693.
<그림 5-6-16> 현재 이수에 대한 민감도 시군별 취약성 분포 ····· 694
<그림 5-6-17> 현재 이수에 대한 민감도 시군별 취약성 ····· 694
<그림 5-6-18> 현재 이수에 대한 기후영향 시군별 취약성 분포 ····· 695
<그림 5-6-19> 현재 이수에 대한 기후영향 시군별 취약성 ····· 695
<그림 5-6-20> 현재 이수에 대한 적응능력 시군별 취약성 ····· 696
<그림 5-6-21> 현재 이수에 대한 적응능력 적응능력 시군별 취약성 ····· 696
<그림 5-6-22> 현재 이수에 대한 시군별 취약성 분포 ····· 697
<그림 5-6-23> 현재 이수에 대한 시군별 취약성 ····· 697
<그림 5-6-24> 현재 전라남도 및 전국의 수질 및 수생태에 대한 취약성 분석 비교 ····· 699
<그림 5-6-25> 수질 및 수생태에 대한 기후노출 시군별 취약성 분포 ····· 700
<그림 5-6-26> 수질 및 수생태에 대한 기후노출 시군별 취약성 ····· 700
<그림 5-6-27> 수질 및 수생태에 대한 민감도 시군별 취약성 분포 ····· 701
<그림 5-6-28> 현재 수질 및 수생태에 대한 민감도 시군별 취약성 ····· 701
<그림 5-6-29> 수질 및 수생태에 대한 기후영향 시군별 취약성 분포 ····· 702
<그림 5-6-30> 수질 및 수생태에 대한 기후영향 시군별 취약성 ····· 702
<그림 5-6-31> 수질 및 수생태에 대한 적응능력 시군별 취약성 분포 ····· 703
<그림 5-6-32> 수질 및 수생태에 대한 적응능력 시군별 취약성 ····· 703
<그림 5-6-33> 현재 수질 및 수생태에 대한 시군별 취약성 분포 ····· 704
<그림 5-6-34> 현재 수질 및 수생태에 대한 시군별 취약성 ····· 704
<그림 5-6-35> 미래 치수에 대한 취약성 (좌: 2020s, 중: 2050s, 우: 2100s) ····· 706
<그림 5-6-36> 각 시군의 시간대별 미래 치수에 대한 취약성 ····· 707
<그림 5-6-37> 미래 이수에 대한 취약성 (좌: 2020s, 중: 2050s, 우: 2100s) ····· 708
<그림 5-6-38> 각 시군의 시간대별 미래 이수에 대한 취약성 ····· 708
<그림 5-6-39> 미래 수질 및 수생태에 대한 취약성(좌: 2020s, 중: 2050s, 우: 2100s) ····· 709
<그림 5-6-40> 각 시군의 시간대별 미래 수질 및 수생태에 대한 취약성 ····· 710
<그림 5-7-1> 전라남도의 생태환경 지도 ····· 749
<그림 5-7-2> 전라남도의 시대별 성장 개시일 변화 지도 ····· 750
<그림 5-7-3> 전라남도의 시대별 개화기 변화 지도 ····· 752
<그림 5-7-4> 전라남도의 시대별 10년 극 최저기온 변화 지도 ····· 753
<그림 5-7-5> 전국 침엽수의 취약성 예측 ····· 761
<그림 5-7-6> 전국 침엽수의 기후변화 민감도 취약성 예측 ····· 761
<그림 5-7-7> 전국 침엽수의 적응능력 취약성 예측 ····· 762

<그림 5-7-8> 전라남도 침엽수의 취약성 예측 762
<그림 5-7-9> 전라남도 각 시군의 침엽수의 취약성 예측 763
<그림 5-7-10> 전라남도 각 시군의 침엽수의 기후노출 취약성 예측 764
<그림 5-7-11> 전라남도 각 시군의 침엽수의 기후변화 민감도 취약성 예측 764
<그림 5-7-12> 전라남도 각 시군의 침엽수의 적응능력 취약성 예측 765
<그림 5-7-13> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2000년대) 768
<그림 5-7-14> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2020년대) 768
<그림 5-7-15> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2050년대) 769
<그림 5-7-16> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2100년대) 769
<그림 5-7-17> 전국의 곤충의 취약성 예측 770
<그림 5-7-18> 전국의 곤충의 기후노출 취약성 예측 770
<그림 5-7-19> 전국의 곤충의 기후변화 민감도 취약성 예측 771
<그림 5-7-20> 전국의 곤충의 적응능력 취약성 예측 771
<그림 5-7-21> 전라남도의 곤충의 취약성 예측 772
<그림 5-7-22> 전라남도의 곤충의 기후노출 취약성 예측 772
<그림 5-7-23> 전라남도의 곤충의 기후변화 민감도 취약성 예측 773
<그림 5-7-24> 전라남도의 곤충의 적응능력 취약성 예측 773
<그림 5-7-25> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2000년대) 777
<그림 5-7-26> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2020년대) 777
<그림 5-7-27> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2050년대) 778
<그림 5-7-28> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2100년대) 778
<그림 5-7-29> 전국 국립공원의 취약성 예측 779
<그림 5-7-30> 전국 국립공원의 기후노출 취약성 예측 779
<그림 5-7-31> 전국 국립공원의 기후변화 민감도 취약성 예측 780
<그림 5-7-32> 전국 국립공원의 적응능력 취약성 예측 780
<그림 5-7-33> 전라남도 국립공원의 취약성 예측 781
<그림 5-7-34> 전라남도 국립공원의 기후노출 취약성 예측 781
<그림 5-7-35> 전라남도 국립공원의 기후변화 민감도 취약성 예측 782
<그림 5-7-36> 전라남도 국립공원의 적응능력 취약성 예측 782
<그림 5-7-37> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2000년대) 786
<그림 5-7-38> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2020년대) 786
<그림 5-7-39> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2050년대) 787
<그림 5-7-40> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2100년대) 787

<그림 5-8-1> 전남의 2020년 온실가스 배출량 전망 825
<그림 5-8-2> 전남 부문별 온실가스 배출량 전망 825
<그림 5-8-3> 전남 산업부문 온실가스 배출 추이 826
<그림 5-8-4> 전남 산업부문의 2020년 온실가스 배출량 전망 826
<그림 5-8-5> 전남 수송 부문 온실가스 배출 추이 827
<그림 5-8-6> 전남 수송 부문의 2020년 온실가스 배출량 전망 827
<그림 5-8-7> 전남 가정 부문 온실가스 배출 추이 828
<그림 5-8-8> 전남 가정부문의 2020년 온실가스 배출량 전망 828
<그림 5-8-9> 기후변화 취약성 개념도 (IPCC 2001 인용) 843
<그림 5-8-10> 전남 시군별 산업분야 기후노출 산출 849
<그림 5-8-11> 전남 시군별 기후변화 민감도 산출 850
<그림 5-8-12> 전남 시군별 적응능력 산출 851
<그림 5-8-13> 전남 시군별 취약성 탄력성 산출 851
<그림 5-8-14> 신재생에너지 촉진 정책목표 및 추진전략 860
<그림 5-8-15> 서남권 해상풍력단지 배치도 867
<그림 5-8-16> 서남권 해상풍력 추진 로드맵 868
<그림 6-1> 기후변화 전담부서(안): 기후변화대응정책과 886
<그림 6-2> 전라남도 기후변화적응위원회 887
<그림 6-3> 전남기후변화적응연구원 조직도(안) 890

1권 그림 차례

<요약 그림 1> 전지구와 한반도의 연평균 기온 편차 ····· 1
<요약 그림 2> 기후변화 영향 ····· 1
<요약 그림 3> 온실가스 감축을 위한 국가간 기후변화협약 체결 경과 ····· 2
<요약 그림 4> 2000년 이후 국제사회의 기후변화 적응 논의 ····· 3
<요약 그림 5> 전라남도의 연평균기온 변화(1971~2010) ····· 5
<요약 그림 6> 강수량 및 강수일수의 시계열 및 변화 추세 ····· 5
<요약 그림 7> 전남지역 일평균기온((℃) 변화 전망 ····· 6
<요약 그림 8> 전남지역 연평균 강수량 변화 전망(기후변화시나리오 A1B) ····· 6
<요약 그림 9> 전라남도의 기후변화 적응 비전, 목표 및 부문별 추진전략 ····· 10
<요약 그림 10> 기후변화 전담부서(안): 기후변화대응정책과 ····· 15
<요약 그림 11> 전라남도 기후변화적응위원회 구성 ····· 15
<요약 그림 12> 전남기후변화적응연구원(안)의 구성 ····· 16

<그림 1-1> 기후변화에 따른 지구 평균온도 및 해수면의 상승추이와 전망 ····· 4
<그림 1-2> 과업의 공간적 범위 ····· 6
<그림 2-1> 전라남도의 연평균기온 변화(1971~2010) ····· 14
<그림 2-2> 호남지방의 연 강수량 편차 시계열(좌)과 10년대별 강수량(우) ····· 17
<그림 2-3> 강수량 및 강수일수의 시계열 및 변화추세(목포, 여수, 1943~2009) ····· 17
<그림 2-4> 호남지방의 80mm 이상 호우일수의 시계열 및 변화 추세 ····· 18
<그림 2-5> 목포와 여수관측소의 10년대별 80mm 이상 호우일수 변화 ····· 18
<그림 2-6> 2001~2010년 연평균 폭염발생일수(좌)와 2010년 폭염발생일수(우) ····· 31
<그림 2-7> 최근 10년간 열대야 발생일수(기상청, 2011) ····· 32
<그림 2-8> 위성고도계 자료를 이용한 전 지구 해수면 상승의 계절적 변화 ····· 35
<그림 2-9> SRES 시나리오의 개념(IPCC, 2001) ····· 38
<그림 2-10> 전남지역의 과거 10년간(1996~2005년) 기온 양상 ····· 41
<그림 2-11> 전남지역의 과거 10년간(1996~2005년) 강수량 양상 ····· 43
<그림 2-12> 전남지역의 일평균기온 변화 예측 ····· 44
<그림 2-13> 전남도내 지역별 일 평균기온 변화 예측(A1B기후변화 시나리오) ····· 45
<그림 2-14> 전남지역의 여름철(6~8월) 일평균기온 변화 예측 ····· 45

<그림 2-15> 전남도내 지역별 여름철 일 평균기온 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)……46
<그림 2-16> 전남지역 여름철(6~8월) 일최고기온 변화 예측…… 46
<그림 2-17> 전남지역의 겨울철(12~2월) 일평균기온 변화 예측……47
<그림 2-18> 전남도내 지역별 겨울철 일 평균기온 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)……47
<그림 2-19> 전남지역 여름철(6~8월) 일 최고기온 변화 예측……48
<그림 2-20> 전남지역의 연평균 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 49
<그림 2-21> 전남도내 지역별 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 50
<그림 2-22> 전남지역의 여름철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 51
<그림 2-23> 전남도내 지역별 여름철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 51
<그림 2-24> 전남지역 일강수량이 80mm 이상인 날의 변화 예측…… 52
<그림 2-25> 전남지역 일 최대강수량 변화 예측……53
<그림 2-26> 전남지역 5일 주기 최대강수량 변화 예측…… 54
<그림 2-27> 전남지역의 겨울철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 55
<그림 2-28> 전남도내 지역별 겨울철 강수량 변화 예측(A1B기후변화 시나리오)…… 55
<그림 3-1> 기후변화에 의한 재난분야 영향 및 취약성 평가 절차(배덕효, 2010)…… 66
<그림 3-2> 기후변화 취약성 평가 접근방법(Dessai & Hulme, 2003)…… 70
<그림 3-3> 산림분야 하향식 평가방법 사례 : CEVSA 모형(Yu, 2012)…… 73
<그림 3-4> 서울시 자치구별 홍수위험도 분석 결과(도시재생사업단, 2010)……73
<그림 3-5> 지역별 기후변화 취약성-유연성 지표 분포(유가영, 2008)…… 74
<그림 3-6> 절충형 취약성 평가 흐름도(김병식 외, 2009)……76
<그림 3-7> 기후변화 연구 유형 및 진행 과정(Swart et al, 2009)…… 78
<그림 3-8> 미국의 기후변화 영향평가 조정체계(한화진 외, 2005)…… 78
<그림 3-9> 국가 기후변화 적응 종합계획의 비전, 목표 및 추진전략…… 86
<그림 3-10> 국가 기후변화 적응대책의 비전 및 대책분야……87
<그림 3-11> 경기도의 기후변화 대응비전 및 전략(경기개발연구원, 2010)…… 89
<그림 3-12> 영국의 계획체계와 기후변화 관련 리스크 평가체계(국토연구원, 2009)…… 92
<그림 3-13> 런던계획의 체계에서의 기후변화에 대한 계획 (국토연구원, 2009)…… 94
<그림 3-14> 런던 템즈강 유역 홍수위험지역(국토연구원, 2009)…… 95
<그림 3-15> 토론토시 기후변화 실행계획 다이어그램(서울시정개발연구원, 2010)……100
<그림 3-16> 토론토시 기후변화 적응 추진전략(서울시정개발연구원, 2010)…… 101
<그림 3-17> 열 경고 시스템 레벨(The Clean Air partnership, 2005)…… 102
<그림 3-18> 통합적 풍수해 관리계획(ISMPs)의 진행(progress)…… 104
<그림 3-19> 호주의 기후변화 적응 대책 추진 체계(기후변화적응포털(http://kaccc.kei.re.kr/), 2012)… 105

<그림 3-20> 일본의 기후변화 적응 대책 추진 체계(기후변화적응포털(http://kaccc.kei.re.kr/), 2012)‥ 108
<그림 3-21> 일본의 기후변화 적응 목표 및 전략(KISTEP, 2010)…… 109
<그림 3-22> 도쿄의 기후변화 적응 추진전략(서울시정개발연구원, 2010)…… 110
<그림 4-1> 전라남도의 기후변화 적응 비전, 목표 및 부문별 추진전략…… 117
<그림 5-1-1> 전남의 전 연령, 65세 이상 인구 변동 추이(2000년~2009년)……140
<그림 5-1-2>전남의 전 연령, 65세 이상 사망자수의 변동 추이(2000-2008년)…… 140
<그림 5-1-3> 전남의 순환기계 질환 사망자수(2000-2008년)…… 141
<그림 5-1-4> 전남의 호흡기계 질환 사망자수(2000-2008년)…… 141
<그림 5-1-5> 전남에서의 법정전염병 발생 추이(2005~2010년)…… 143
<그림 5-1-6> 4개 도시에 대한 기온과 사망의 관계(박정임 등, 2005)…… 144
<그림 5-1-7> 연간 인구 10만 명당 기후변화 관련 질병 발생률 추이 (장재연, 2008)……145
<그림 5-1-8> 계절 및 연도별 변이를 고려한 온도와 식중독 환자 수의 관계(신호성 등, 2009a)‥ 146
<그림 5-1-9> 연령별 기온에 따른 질병부담(YLD)(신호성과 김동진, 2008)…… 148
<그림 5-1-10> 소방방재청 지역안전도 평가 절차(서울시정개발연구원, 2006)…… 151
<그림 5-1-11> 홍수피해 잠재능의 평가요소 및 방법…… 152
<그림 5-1-12> 취약성 평가 흐름도(김병식 등, 2009)……154
<그림 5-1-13> CA-Markov 기법에 의해 예측된 토지이용도(안소라 등, 2008)…… 155
<그림 5-1-14> FLUMEN 모형을 이용한 진위천 홍수 빈도(강수만 등, 2007)…… 156
<그림 5-1-15> HEC-GecRAS를 이용한 침수범람도…… 157
<그림 5-1-16> 프랑스 초과사망률 분포(a)와 열파 기간 동안 일별 사망자 변화(b) (2003.8.1-15)‥ 158
<그림 5-1-17> 유럽(EU 27개국+ 2개국) ESPON 프로젝트……159
<그림 5-1-18> 원인별(열, 심혈관계 질환 및 열과 심혈관계 질환) 사망자와 열지수(1995.7.12-19)…160
<그림 5-1-19> HAZUS의 구성…… 161
<그림 5-1-20> CATS 자연재해…… 162
<그림 5-1-21> CATS 기술적 재난……163
<그림 5-1-22> England, Wales 및 Greater London지역에서의 일 사망자수 (1993. 5-1995. 9)…… 165
<그림 5-1-23> 더운날 평균온도가 1℃ 증가 시 열 관련 사망자 수의 변화…… 166
<그림 5-1-24> 성별에 따른 열사병 사망자 및 비례 사망률(1968년-1994년)…… 167
<그림 5-1-25> 일평균 기온과 총 사망률(1979년-1997년)……168
<그림 5-1-26> 사망과 평균기온과의 관계(사망비 = 관찰된 사망수 / 연구기간의 평균 사망수)‥ 168
<그림 5-1-27> 전라남도 지역별 최고기온(℃) 현황 및 전망…… 177
<그림 5-1-28> 일 최고 기온이 33℃ 이상인 날의 횟수 현황 및 전망……178
<그림 5-1-29> 전라남도 시군별 65세 이상 인구수 및 독거노인 현황(현재)……179

<그림 5-1-30> 전라남도 시군별 기초생활수급자 현황(현재)·····180
<그림 5-1-31> 월평균 최고기온(1월)····· 181
<그림 5-1-32> 월평균 최고기온(7월)····· 182
<그림 5-1-33> 월평균 평균기온(1월)····· 183
<그림 5-1-34> 월평균 평균기온 - 7월····· 184
<그림 5-1-35> 전라남도 시군별 열사병/일사병 사망자, 수인성 질환자 현황(2000년대)····· 185
<그림 5-1-36> 전라남도 시군별 대기환경 현황(2000년대)·····186
<그림 5-1-37> 전라남도 시군별 안과, 호흡기, 피부 질환자 현황(2000년대)·····186
<그림 5-1-38> 홍수에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 189
<그림 5-1-39> 태풍에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 189
<그림 5-1-40> 폭염에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 190
<그림 5-1-41> 한파에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 190
<그림 5-1-42> 오존농도 상승에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 191
<그림 5-1-43> 미세먼지에 대한 건강 취약성(2000년대)·····191
<그림 5-1-44> 대기오염물질에 대한 건강 취약성(2000년대)·····192
<그림 5-1-45> 곤충 및 설치류에 의한 건강 취약성(2000년대)····· 192
<그림 5-1-46> 수인성 매개질환의 건강 취약성(2000년대)·····193
<그림 5-1-47> 홍수에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 193
<그림 5-1-48> 태풍에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 194
<그림 5-1-49> 폭염에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 195
<그림 5-1-50> 한파에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 195
<그림 5-1-51> 오존농도 상승에 의한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 196
<그림 5-1-52> 미세먼지에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)·····197
<그림 5-1-53> 대기오염물질에 대한 건강 취약성(A1B시나리오)·····197
<그림 5-1-54> 곤충류 설치류에 의한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 198
<그림 5-1-55> 수인성 매개질환에 의한 건강 취약성(A1B시나리오)····· 199
<그림 5-2-1> 태풍 무이파로 인한 전남 피해····· 249
<그림 5-2-2> 해안침식으로 인한 토지유실····· 255
<그림 5-2-3> 연안 동적변화 시나리오·····257
<그림 5-2-4> 서울특별시시 재난/재해 취약성 평가·····259
<그림 5-2-5> 서울특별시 구별 미래 홍수 피해액 및 위험도····· 260
<그림 5-2-6> 잠재적 영향 및 적응능력 유형에 따른 지자체 분포·····262
<그림 5-2-7> 태풍 Rusa 통과 시의 최대폭풍해일고의 등분포도····· 263

<그림 5-2-8> 태풍 Thelma 통과 시의 최대폭풍해일고 분포 263
<그림 5-2-9> 산출지점 263
<그림 5-2-10> 경상남도 진주시 기후변화 적응 분석표 264
<그림 5-2-11> 부산광역시 기후변화대응 추진계획 265
<그림 5-2-12> 평가 및 적응 대책 작성 시나리오 266
<그림 5-2-13> 부산 온천천의 배수능력 분석 및 침수예상구역 266
<그림 5-2-14> 기후변화 취약성의 정의 (Fussel and Klein, 2006) 272
<그림 5-2-15> 홍수에 대한 기반시설 기후노출 취약성 276
<그림 5-2-16> 홍수에 대한 기반시설 기후노출 취약성의 시·군별 비교 276
<그림 5-2-17> 홍수에 대한 기반시설 민감도 취약성 277
<그림 5-2-18> 홍수에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시·군별 비교 277
<그림 5-2-19> 홍수에 대한 기반시설 기후영향 취약성 278
<그림 5-2-20> 홍수에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시·군별 비교 278
<그림 5-2-21> 홍수에 대한 기반시설 적응능력 취약성 279
<그림 5-2-22> 홍수에 대한 기반시설 적응능력 취약성의 시·군별 비교 279
<그림 5-2-23> 홍수에 대한 기반시설 취약성 280
<그림 5-2-24> 홍수에 대한 기반시설 취약성의 시·군별 비교 280
<그림 5-2-25> 홍수에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수 및 기여도 281
<그림 5-2-26> 사군별 대용변수 기여도 282
<그림 5-2-27> 홍수에 대한 기반시설 취약성 전망 283
<그림 5-2-28> 홍수에 대한 기반시설 취약성(기후영향) 전망 283
<그림 5-2-29> 홍수 기반시설에 대한 전남 시·군별 취약성 평가지수 284
<그림 5-2-30> 고도 10m 이하 저지대면적(a) 및 가구수(b) 285
<그림 5-2-31> 시군별 평균 해발고도(a) 및 평균 경사도(b) 285
<그림 5-2-32> 홍수로 인한 침수 면적 286
<그림 5-2-33> 폭염에 대한 기반시설의 기후노출 취약성 분포 288
<그림 5-2-34> 폭염에 대한 기반시설의 기후노출 취약성의 시·군별 비교 288
<그림 5-2-35> 폭염에 대한 기반시설 민감도 취약성 분포 289
<그림 5-2-36> 폭염에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시·군별 비교 289
<그림 5-2-37> 폭염에 대한 기반시설의 기후영향 취약성 분포 290
<그림 5-2-38> 폭염에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시·군별 비교 290
<그림 5-2-39> 폭염에 대한 기반시설 적응능력 취약성 분포 291
<그림 5-2-40> 폭염에 대한 기반시설 적응능력 취약성의 시·군별 비교 291

<그림 5-2-41> 폭염에 대한 현재의 기반시설 취약성 분포 292
<그림 5-2-42> 폭염에 대한 현재의 기반시설 취약성 시·군별 비교 292
<그림 5-2-43> 폭염에 대한 기반시설 취약성에 영향을 미치는 대용변수 및 세부 대용 기여도 293
<그림 5-2-44> 목포시의 대용 변수의 기여도 293
<그림 5-2-45>폭염에 대한 미래 기반시설 취약성 분포 294
<그림 5-2-46> 폭염에 대한 미래의 기후영향 295
<그림 5-2-47> 취약성 변용지수의 시·군단위 비교 295
<그림 5-2-48> 폭설에 대한 기반시설 기후노출 취약성 분포 298
<그림 5-2-49> 폭설에 대한 기반시설 기후노출 취약성의 시·군별 비교 298
<그림 5-2-50> 폭설에 대한 기반시설 민감도 취약성 분포 299
<그림 5-2-51> 폭설에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시·군별 비교 299
<그림 5-2-52> 폭설에 대한 기반시설 기후영향 취약성 분포 300
<그림 5-2-53> 폭설에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시·군별 비교 300
<그림 5-2-54> 폭설에 대한 기반시설 적응능력 취약성 분포 301
<그림 5-2-55> 폭설에 대한 기반시설 적응능력 취약성의 시·군별 비교 301
<그림 5-2-56> 폭설에 대한 현재의 기반시설 취약성 분포 302
<그림 5-2-57> 폭설에 대한 현재의 기반시설 취약성의 시·군별 비교 302
<그림 5-2-58> 전남 전체의 취약성 303
<그림 5-2-59> 목포시의 대용 변수의 기여도 303
<그림 5-2-60> 폭설에 대한 미래의 기반시설 취약성 분포 304
<그림 5-2-61> 폭설에 대한 미래의 기후영향의 시·군별 분포 305
<그림 5-2-62> 취약성 변용지수의 시·군단위 비교 305
<그림 5-2-63> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후노출 취약성 분포 308
<그림 5-2-64> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후노출 취약성의 시·군별 비교 308
<그림 5-2-65> 해수면상승에 대한 기반시설 민감도 취약성 분포 309
<그림 5-2-66> 해수면상승에 대한 기반시설 민감도 취약성의 시·군별 비교 309
<그림 5-2-67> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후영향 취약성 분포 310
<그림 5-2-68> 해수면 상승에 대한 기반시설 기후영향 취약성의 시·군별 비교 310
<그림 5-2-69> 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성의 적응능력 분포 311
<그림 5-2-70> 해수면 상승에 대한 기반시설 취약성(적응능력)의 시·군별 비교 311
<그림 5-2-71> 해수면 상승에 대한 현재의 기반시설 취약성 분포 312
<그림 5-2-72> 해수면 상승에 대한 현재의 기반시설 취약성의 시·군별 비교 312
<그림 5-2-73> 전남 전체의 취약성 313

<그림 5-2-74> 해수면 상승에 대한 미래의 기반시설 취약성 변화 ····· 314
<그림 5-2-75> 해수면 상승에 대한 미래의 기후영향 기반시설 취약성 변화 ····· 314
<그림 5-2-76> 취약성 변용지수의 시·군단위 비교 ····· 315
<그림 5-2-77> 기후변화 대응전략 국가의 기본방향 ····· 320
<그림 5-2-78> 기후변화 대응 재난관리 중장기 목표(2012년) ····· 320
<그림 5-2-79> 2012년 재해예방 투자 계획(국무총리실, 2012년) ····· 324
<그림 5-3-1> 사과 재배 한계선의 북상 ····· 367
<그림 5-3-2> 벼 줄무늬잎마름병 확산, 갈색여치 피해 : 사과, 복숭아 ····· 367
<그림 5-3-3> 농작물 북상 및 병해충 발생 양상 ····· 368
<그림 5-3-4> 폭설에 따른 피해 양상 [시설하우스 붕괴] ····· 370
<그림 5-3-5> 폭설에 따른 피해 양상 [인삼해가림시설 붕괴] ····· 370
<그림 5-3-6> 사회유형에 따른 미래 세계 기온변화 시나리오 (Newton, 2007) ····· 374
<그림 5-3-7> 기후변화에 따른 농업생태계 변화 기작 ····· 375
<그림 5-3-8> 해충 개체수 증가에 대한 영향 ····· 377
<그림 5-3-9> 해충 개체수 감소에 대한 영향 ····· 377
<그림 5-3-10> 농생태계의 먹이사슬 ····· 377
<그림 5-3-11> 기후변화 시나리오를 활용한 농작물 생산성 예측 모식도 ····· 378
<그림 5-3-12> 온도와 CO2 변화에 따른 벼 생산성과 온난화 효과 ····· 378
<그림 5-3-13> 온도 변화에 따른 벼 생산성과 온도 효과 ····· 378
<그림 5-3-14> CO2 변화에 따른 벼 생산성과 CO2 효과 ····· 379
<그림 5-3-15> 벼 잠재생산성 변동 예측 ····· 379
<그림 5-3-16> 온도와 CO2 변화에 따른 보리 생산성과 온난화 효과 ····· 380
<그림 5-3-17> 온도 변화에 따른 보리 생산성과 온도 효과 ····· 380
<그림 5-3-18> CO2 변화에 따른 보리 생산성과 CO2 효과 ····· 380
<그림 5-3-19> 보리 잠재생산성 변동 예측 ····· 380
<그림 5-3-20> 보리 잠재생산성 변동 예측사과 '후지'의 재배적지 변화 ····· 381
<그림 5-3-21> 사과 (후지) 발아기 전망 ····· 381
<그림 5-3-22> 고랭지 및 준고랭지 채소 재배면적 변화 ····· 382
<그림 5-3-23> 감귤 재배 가능지 변동 예측 ····· 382
<그림 5-3-24> 복숭아 휴면기 동해위험지대 변동 분석 ····· 382
<그림 5-3-25> 아열대작물 노지 재배가능성 분석 ····· 383
<그림 5-3-26> 농산물 kg당 온실가스 배출량 ····· 387
<그림 5-3-27> 함유황화합물과 saponin함유 식물추출물의 메탄저감효과 ····· 388

<그림 5-3-28> 가축분뇨 처리과정의 온실가스 저감을 위한 각종 장치들…… 388
<그림 5-3-29> 등숙기 고온경과에 따른 부위별 유리당 함량 변화……390
<그림 5-3-30> 고도에 따른 생육 평가……391
<그림 5-3-31> 갈색여치 분포지역……391
<그림 5-3-32> 정상 꽃눈(좌)과 동해 피해 꽃눈(우)……392
<그림 5-3-33> 복숭아의 동해안전지대와 동해위험지대 표시 지도……392
<그림 5-3-34> 온도에 따른 젖소 체내 호르몬 변화…… 393
<그림 5-3-35> 고온기 젖소의 신호르몬 분비기관(황체) 형태 변화…… 394
<그림 5-3-36> 기후학적 과수(사과, 배, 포도) 재배적지 구분도…… 394
<그림 5-3-37> 기온상승에 따른 감귤 재배가능지 변동 분석 : 2℃ 상승시 36배 증가……395
<그림 5-3-38> 자색계 패션프루트……395
<그림 5-3-39> 망고(열풍기+히트펌프)…… 395
<그림 5-3-40> 아티초크 재배…… 395
<그림 5-3-41> 열대/아열대작물 노지 재배가능지 예측…… 396
<그림 5-3-42> 농경지 토양침식에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도…… 410
<그림 5-3-43> 농경지 토양침식의 취약성 기여도 ……411
<그림 5-3-44> 농경지 토양침식의 취약성 미래예측 (A1B) 평가……412
<그림 5-3-45> 지자체별 농경지 토양침식의 취약성 평가 지수…… 412
<그림 5-3-46> 그룹별 농경지 토양침식의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수……413
<그림 5-3-47> 지자체간 농경지 토양침식의 취약성 기여도…… 413
<그림 5-3-48> 재배 사육시설 붕괴에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도…… 414
<그림 5-3-49> 재배 사육시설 붕괴의 취약성 기여도…… 415
<그림 5-3-50> 재배 사육시설 붕괴의 취약성 미래예측 (A1B) 평가…… 416
<그림 5-3-51> 지자체별 재배 사육시설 붕괴의 취약성 평가 지수……416
<그림 5-3-52> 그룹별 재배 사육시설 붕괴의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수…… 417
<그림 5-3-53> 지자체간 재배 사육시설 붕괴의 취약성 기여도…… 418
<그림 5-3-54> 벼 생산성에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도…… 419
<그림 5-3-55> 벼 생산성의 취약성 기여도…… 419
<그림 5-3-56> 벼 생산성의 취약성 미래예측 (A1B) 평가…… 420
<그림 5-3-57> 지자체별 벼 생산성의 취약성 평가 지수……421
<그림 5-3-58> 그룹별 벼 생산성의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수…… 421
<그림 5-3-59> 지자체간 벼 생산성의 취약성 기여도…… 422
<그림 5-3-60> 과수(배) 생산성에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도…… 423

<그림 5-3-61> 과수(배) 생산성의 취약성 기여도 ····· 423
<그림 5-3-62> 과수(배) 생산성의 취약성 미래예측 (A1B) 평가 ····· 424
<그림 5-3-63> 지자체별 과수(배) 생산성의 취약성 평가 지수 ····· 425
<그림 5-3-64> 그룹별 과수(배) 생산성의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수 ····· 425
<그림 5-3-65> 지자체간 과수(배) 생산성의 취약성 기여도 ····· 426
<그림 5-3-66> 채소(배추) 생산성에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도 ····· 427
<그림 5-3-67> 채소(배추) 생산성의 취약성 기여도 ····· 427
<그림 5-3-68> 채소(배추) 생산성의 취약성 미래예측 (A1B) 평가 ····· 429
<그림 5-3-69> 지자체별 채소(배추) 생산성의 취약성 평가 지수 ····· 429
<그림 5-3-70> 그룹별 채소(배추) 생산성의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수 ····· 430
<그림 5-3-71> 지자체간 채소(배추) 생산성의 취약성 기여도 ····· 430
<그림 5-3-72> 가축 생산성에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력 지수의 분포도 ····· 431
<그림 5-3-73> 가축 생산성의 취약성 기여도 ····· 432
<그림 5-3-74> 가축 생산성의 취약성 미래예측 (A1B) 평가 ····· 433
<그림 5-3-75> 지자체별 가축 생산성의 취약성 평가 지수 ····· 434
<그림 5-3-76> 그룹별 가축 생산성의 기후노출, 민감도, 적응능력 지수 ····· 434
<그림 5-3-77> 지자체간 가축 생산성의 취약성 기여도 ····· 435
<그림 5-3-78> 전남 22개 시군별 항목별 기후노출 지수 분포 방사형그래프 ····· 436
<그림 5-3-79> 전남 22개 시군별 항목별 민감도 지수 분포 방사형그래프 ····· 437
<그림 5-3-80> 전남 22개 시군별 항목별 적응능력 지수 분포 방사형그래프 ····· 438
<그림 5-3-81> 전남 22개 시군별 항목별 기후변화 취약성 지수 분포 방사형그래프 ····· 439
<그림 5-3-82> 농업분야 기후변화 중장기 연구 전략 ····· 442
<그림 5-4-1> 근래 약 30년간 평균 강수량의 변화 (1973~2007) ····· 480
<그림 5-4-2> 연평균 기상재해로 인한 경제적 피해액 (기상청, 2010) ····· 481
<그림 5-4-3> 우리나라 기온과 강수량의 변화와 미래 전망 (국립기상연구소) ····· 482
<그림 5-4-4> 근래 100년간 우리나라 6개 관측지점의 기온과 강수량 변화(국립기상연구소) ····· 487
<그림 5-4-5> 기후변화로 쇠퇴하는 한라산 구상나무림 ····· 487
<그림 5-4-6> 우리나라 14개 관측지점의 수종별 평균 발아시기와 단풍시작시기의 변화 ····· 488
<그림 5-4-7> 2002년 태풍 루사에 의한 산사태 피해 ····· 489
<그림 5-4-8> 우리나라 산불발생면적과 산사태발생면적 변화(임종환 등. 2006) ····· 490
<그림 5-4-9> 연강수량과 산사태 발생면적과의 상관관계(임종환 등. 2006) ····· 490
<그림 5-4-10> 기온상승에 따른 산림식생기후대 변화 예측(좌측부터 현재, 2도, 4도 상승시) ····· 492
<그림 5-4-11> 우리나라 주요 활엽수별 산림면적 및 임목축적(산림청, 2010) ····· 493

<그림 5-4-12> 우리나라 주요 침엽수별 산림면적 및 임목축적(산림청, 2010)····· 494
<그림 5-4-13> 전남의 산림면적 중 임상구분에 의한 점유면적 비율·····496
<그림 5-4-14> 최근 10년간 산불발생 건수, 면적 및 피해금액····· 497
<그림 5-4-15> 산불 발생원인별 분석(2010년)·····498
<그림 5-4-16> 최근 10년간 계절별 산불발생 건수의 변화·····498
<그림 5-4-17> 최근 10년간 전남지방의 산불발생 면적의 변화····· 499
<그림 5-4-18> 전남 지역별 최근 10년간 주요 산불 발생지역과 면적····· 499
<그림 5-4-19> 먼나무(좌), 구실잣밤나무(우) 성묘의 동해피해 모습····· 501
<그림 5-4-20> 하우스내 양묘중인 묘목의 동해피해 모습····· 501
<그림 5-4-21> 진도지방 1월중 평균 및 최저온도 변화(2002~2011)·····502
<그림 5-4-22> 시험 조림지역별 수종에 따른 생육상황 생장 비교·····503
<그림 5-4-23> 2009년 지역별 후박나무 시험식재지 생존율 비교····· 504
<그림 5-4-24> 2010년 지역별 후박나무 시험식재지 생존율 비교····· 504
<그림 5-4-25> 집중호우에 의한 산사태 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도·····511
<그림 5-4-26> 집중호우에 의한 산사태 취약성 기여도····· 512
<그림 5-4-27> 전남지역 집중호우에 의한 산사태 취약성 미래예측 (A1B) 평가도·····513
<그림 5-4-28> 지자체별 집중호우에 의한 산사태 취약성 평가지수····· 514
<그림 5-4-29> 지자체간 집중호우에 의한 산사태 취약성 기여도····· 515
<그림 5-4-30> 산사태에 의한 임도의 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도····· 516
<그림 5-4-31> 산사태에 의한 임도의 취약성 기여도····· 516
<그림 5-4-32> 전남지역 산사태에 의한 임도의 취약성 미래예측(A1B) 평가도····· 517
<그림 5-4-33> 지자체별 산사태에 의한 임도 취약성 평가지수····· 518
<그림 5-4-34> 지자체간 산사태에 의한 임도 취약성 기여도····· 519
<그림 5-4-35> 산불에 대한 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도·····520
<그림 5-4-36> 산불에 대한 취약성 기여도····· 520
<그림 5-4-37> 전남지역 산불에 대한 취약성 미래예측(A1B) 평가도····· 521
<그림 5-4-38> 지자체별 산불에 의한 취약성 평가지수····· 522
<그림 5-4-39> 지자체간 산불 취약성 기여도····· 522
<그림 5-4-40> 병해충에 의한 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성 지수의 분포도····· 523
<그림 5-4-41> 병해충에 의한 취약성 기여도····· 524
<그림 5-4-42> 전남지역 병해충에 의한 취약성 미래예측 (A1B) 평가도·····525
<그림 5-4-43> 지자체별 병해충에 의한 취약성 평가지수····· 525
<그림 5-4-44> 지자체간 병해충에 의한 취약성 기여도 비교····· 526

<그림 5-4-45> 소나무와 송이버섯의 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도…… 527
<그림 5-4-46> 소나무와 송이버섯의 취약성 기여도…… 527
<그림 5-4-47> 전남지역 소나무와 송이버섯의 취약성 미래예측(A1B) 평가…… 528
<그림 5-4-48> 지자체별 소나무와 송이버섯의 취약성 평가지수…… 529
<그림 5-4-49> 지자체간 소나무와 송이버섯의 취약성 기여도 비교…… 530
<그림 5-4-50> 산림생산성의 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도…… 530
<그림 5-4-51> 산림생산성의 취약성 기여도…… 531
<그림 5-4-52> 산림생산성의 취약성 미래예측(A1B) 평가…… 532
<그림 5-4-53> 지자체별 산림생산성의 취약성 평가지수…… 533
<그림 5-4-54> 지자체간 산림생산성의 취약성 기여도…… 533
<그림 5-4-55> 가뭄에 의한 산림식생 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성지수 분포도…… 534
<그림 5-4-56> 가뭄에 의한 산림식생의 기여도…… 535
<그림 5-4-57> 가뭄에 의한 산림식생 취약성 미래예측(A1B) 평가…… 536
<그림 5-4-58> 지자체별 가뭄에 의한 산림식생 취약성 평가지수…… 537
<그림 5-4-59> 지자체간 가뭄에 의한 산림식생 취약성 기여도…… 537
<그림 5-4-60> 전남 시·군별, 산림분야별 기후노출지수 종합분포도…… 538
<그림 5-4-61> 전남 시·군별, 산림분야별 민감도지수 종합분포도…… 539
<그림 5-4-62> 전남 시·군별, 산림분야별 적응능력지수 종합분포도…… 540
<그림 5-4-63> 전남 시·군별, 산림분야별 취약성지수 종합분포도…… 541

제5장 분야별 적응대책

5. 해양/수산분야
6. 물관리분야
7. 생태계분야
8. 적응산업/에너지분야

5. 해양/수산분야

가. 전라남도 기후영향 현황

○ 해양에서는 기후변화에 따라 크게 해수온도와 해수면 상승, 해류 변화 그리고 해수 산성화 등이 발생할 수 있음.

- 해수온상승은 1차적으로 식물플랑크톤과 동물플랑크톤의 종조성변화를 발생시키고, 연속적으로 먹이사슬에 영향을 주어 어류의 종조성을 변화 시킴.
- 또한 해수온도가 상승하면 고위도의 빙하가 녹아 결과적으로 해수면이 상승하게 되어 연안 침수 피해가 증가할 가능성 높아짐.
- 이러한 해수온 변화와 함께 기존에 형성되어 있던 지역적 해류 패턴이 변화되어 어종의 변화가 자연적으로 변화하게 됨.

○ 기후변화에 따른 대기 중의 이산화탄소 증가는 해수의 산성화를 발생시켜 표면이 $CaCO_3$ 인 생물은 피해를 입을 가능성이 높아짐.

- 실제 바지락이나 꼬막과 같이 표면이 $CaCO_3$ 인 생물의 경우, 최근 종패가 산출되는 양이 급격히 감소하고 있음.

○ 전 지구적인 기후변화는 큰 맥락에서 상기에 언급한 바와 같은 형태로 나타나고 있으며, 전라남도는 기후변화에 따른 이와 같은 변화를 예상하고 관련된 자료와 비교하여 적절한 적응대책을 마련하는 것이 바람직함.

1) 기상 및 기후 변화

가) 전남지역 강수량

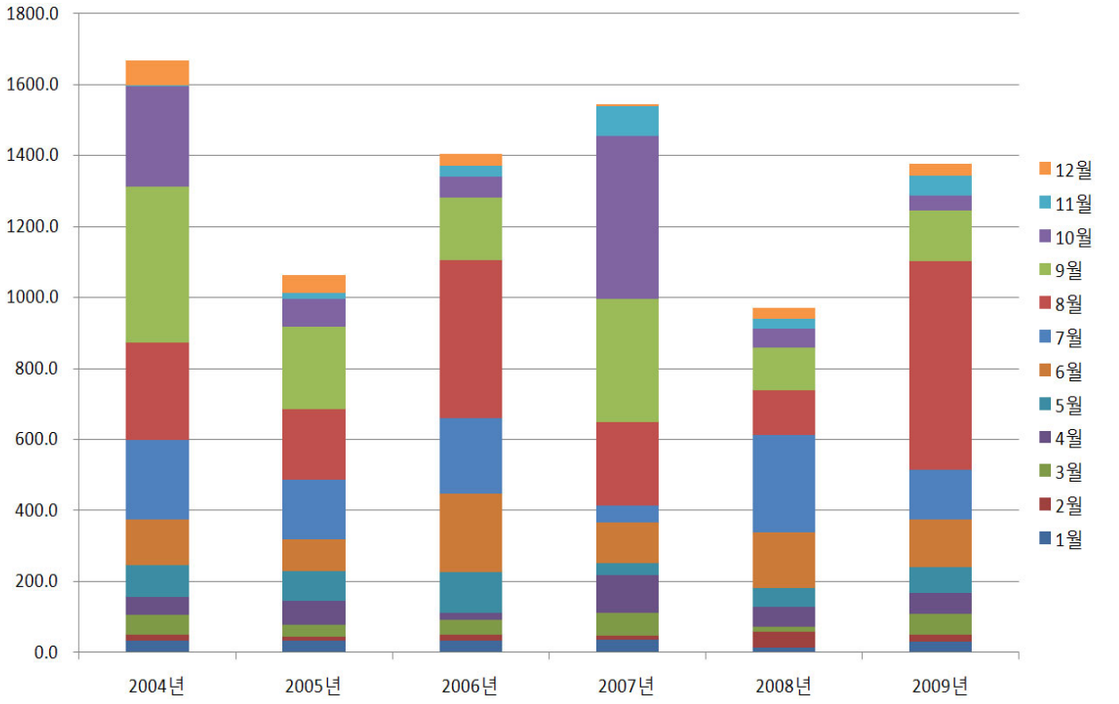
○ 전남지역의 2004~2010년 사이에 연도별 강수변화는 증가와 감소를 반복하고 있지만 전체적으로 감소하는 추세임.

○ 이에 반해 월별 강수는 7월부터 10월까지 비교적 고르게 분포하던 강수량이 심하게 편차를 보이고, 2009년에는 7월에만 집중되는 현상을 보임.

<표 5-5-1> 전남지역 강수량 현황(2010년 기준)

연도	연강수량(mm)	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2004	1,668.0	15.8	55.7	50.3	89.5	129.4	225.3	273.5	437.8	283.9	3.6	69.5	33.7
2005	1,062.0	9.7	34.2	65.8	86.2	89.0	166.8	200.5	230.9	78.6	15.7	50.1	34.5
2006	1,404.9	16.7	40.9	19.4	114.9	222.2	212.4	443.7	177.8	58.6	30.3	34.0	34.1
2007	1,543.9	10.8	64.8	106.3	34.8	115.2	46.2	234.2	348.1	459.1	84.9	3.7	35.7
2008	970.0	44.9	14.7	54.4	53.8	157.5	272.8	127.6	118.9	54.0	29.4	28.7	13.3
2009	1,375.6	19.7	59.5	57.2	72.3	134.7	140.1	589.2	140.3	44.2	55.4	32.1	30.9
2010	1,550.1	33.2	113.6	98.7	144.1	133.4	74.4	332.8	376.0	156.9	47.4	9.6	29.9

출처 : 전남통계연보, 전라남도, 2011



<그림 5-5-1> 전남지역 강수량 변화

○ 전남지역 평균 일강수량은 3.7㎜로 전국 평균인 4.2㎜에 훨씬 못 미치며, 전국의 16개 시·도 중에서 13번째로 적은 편임.

<표 5-5-2> 전남지역 강수 관련 현황(강수량 : 2010년 기준)

시·군	일강수량 (㎜/day)	강수량 (㎜/yr)	일강수량의 최대값(㎜)	5일주기최대 강수량(㎜)	일강수량 80㎜이상 인 날횟수(회)	연속적인 무강수일수 최대값(회)
목포	2.7	970.1	90.4	156.7	0.8	16.0
여수	2.7	978.1	89.6	154.1	0.9	12.2
순천	3.2	1,159.6	91.1	169.3	1.2	12.2
광양	3.0	1,090.4	94.6	167.7	1.7	12.7
고흥	2.6	952.1	94.2	153.1	1.0	13.2
보성	3.1	1,118.3	99.0	172.6	1.5	12.5
장흥	2.8	1,023.1	95.0	164.0	1.1	13.7
강진	2.8	1,013.6	94.6	162.9	1.1	13.7
해남	2.8	1,037.2	89.1	157.7	0.9	13.9
영암	2.7	1,001.8	85.0	154.5	1.0	13.6
무안	2.7	978.1	89.6	158.0	0.9	15.2
함평	2.8	1,030.0	89.8	156.6	0.7	14.9
영광	2.8	1,007.7	87.7	147.5	0.8	14.5
완도	2.6	961.5	94.2	147.5	0.7	14.0
진도	2.7	984.7	89.4	162.8	1.1	14.0
신안	2.6	955.4	87.0	153.8	0.9	13.3

출처 : 전남통계연보, 전라남도, 2011 / 환경부 기후 및 대기환경 통합 시스템 국립환경과학원, 2009



<그림 5-5-2> 전국 일강수량 현황

<표 5-5-3> 전국 일강수량 현황(㎜/day)(2010년 기준)

비고 / 순위	행정구역	일강수량(㎜/day)
	전국평균	4.2
1	충청남도(서산)	5.9
2	서울특별시	5.6
3	경상남도(진두)	5.2
4	인천광역시	4.9
5	광주광역시	4.3
6	강원도(춘천)	4.3
7	제주특별자치도	4.3
8	부산광역시	4.0
9	경기도(수원)	4.0
10	전라북도(전주)	4.0
11	대전광역시	3.9
12	충청북도(청주)	3.9
13	전라남도(목포)	3.7
14	대구광역시	3.3
15	울산광역시	3.2
16	경상북도(포항)	2.5

출처 : e-지방지표:강수량(16시도), 국가통계포털(http://kosis.kr)

나) 전남지역 태풍

○ 지난 20년간 태풍은 매년 필리핀 해역에서 약 15~35개 정도가 발생하였으며, 그 중 우리나라에는 0~5개 정도가 영향을 미쳤음.

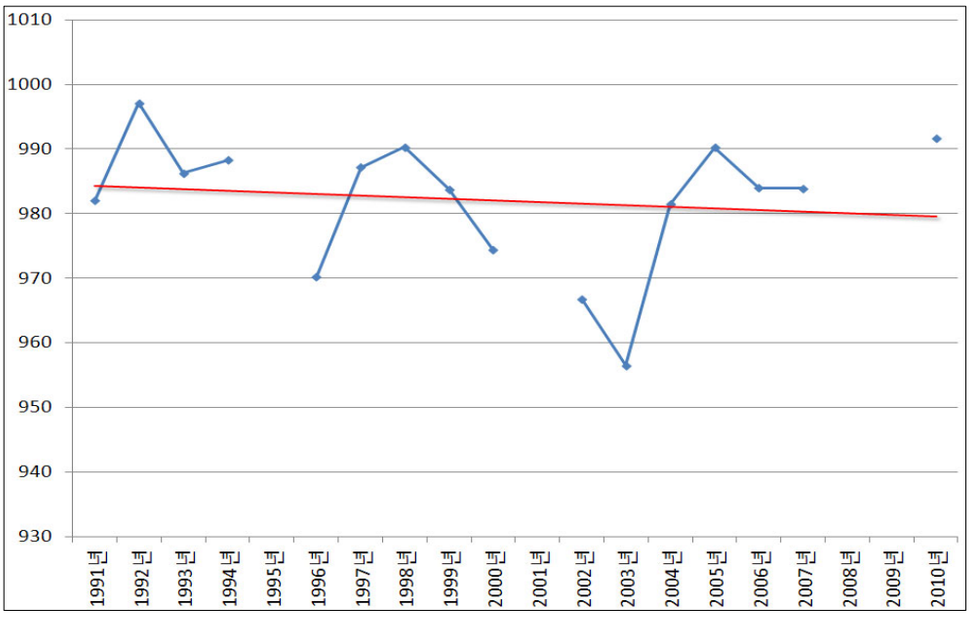
○ 전남지역에는 1994년 5개의 태풍이 내습한 사례가 있었고, 2008~2009년에는 태풍이 내습하지 않았으나, 2010년부터 다시 내습 빈도가 높아지고 있음.

○ 게다가 내습한 태풍의 특징을 살펴보면, 최저해면기압이 점차 낮아지는 경향을 보이고 있는데, 이는 태풍의 강도가 점점 강해지고 있다는 것을 의미함.

<표 5-5-4> 최근 20년 전남지역 태풍 내습 빈도 및 당해 대규모 태풍 현황

연도	횟수	최대풍속 (m/s)	최대순간 풍속(m/s)	1시간최다 강수량(㎜)	일 최다 강수량(㎜)	최저해면 기압(hPa)	태풍명
2010	2	14.9	23.7	37.5	82	991.6	DAINMU
2009	0	–	–	–	–	–	–
2008	0	–	–	–	–	–	–
2007	2	16.2	30.7	92.5	239	983.9	NARI
2006	1	28.6	40.2	19	93.5	984	EWINIAR
2005	1	22.8	30	1	3	990.2	NABI
2004	2	0.4	29.5	44.5	153.5	981.5	MEGI
2003	2	35.9	49.2	41.5	216	956.5	MAEMI
2002	2	6.3	15.6	85.5	404	966.7	RUSA
2001	0	–	–	–	–	–	–
2000	4	25.6	36.7	20	59.7	974.4	SAOMAI
1999	4	18.5	24.3	22.2	123	983.8	NEIL
1998	1	23.3	29.2	24.1	114.2	990.3	YANNI
1997	2	14.7	21.9	3.5	10.2	987.2	TINA
1996	1	33.2	39	28.2	147.6	970.2	FAYE
1995	0	–	–	–	–	–	–
1994	5	20	24.5	18.8	96.8	988.3	SETH
1993	2	17.3	29.4	43.3	114.2	986.3	ROBYN
1992	1	14.5	25.7	18	80	997.1	TED
1991	3	220	25.5	23.8	40.4	982.1	CAITLIN

출처 : 태풍백서 증보판, 국가태풍센터, 2011



<그림 5-5-3> 최근 20년간 전남지역 내습 태풍의 당시 최저기압 추세

다) 전남지역 일조시간 변화

○ 전남지역의 일조시간은 약 2,000시간 내외이며, 목포 지역보다는 여수 지역에서 일조시간은 상대적으로 긴 것으로 조사되었음.

○ 연도에 따른 일조시간의 변화는 약간 감소하는 추세이지만, 비교시간이 짧아 단언하기 어려움.

<표 5-5-5> 2004년~2010년 전남지역 일조시간 변화(시간)

연 도	목포	여수	평균
2004	2,258.3	2,241.2	2,249.8
2005	2,133.5	2,258.4	2,196.0
2006	2,049.1	2,124.7	2,086.9
2007	2,005.9	2,153.6	2,079.8
2008	2,103.8	2,279.7	2,191.8
2009	2,170.0	2,277.1	2,223.6
2010	1,972.9	2,195.4	2,084.2

출처 : 전남통계연보, 전라남도, 2011

라) 바람

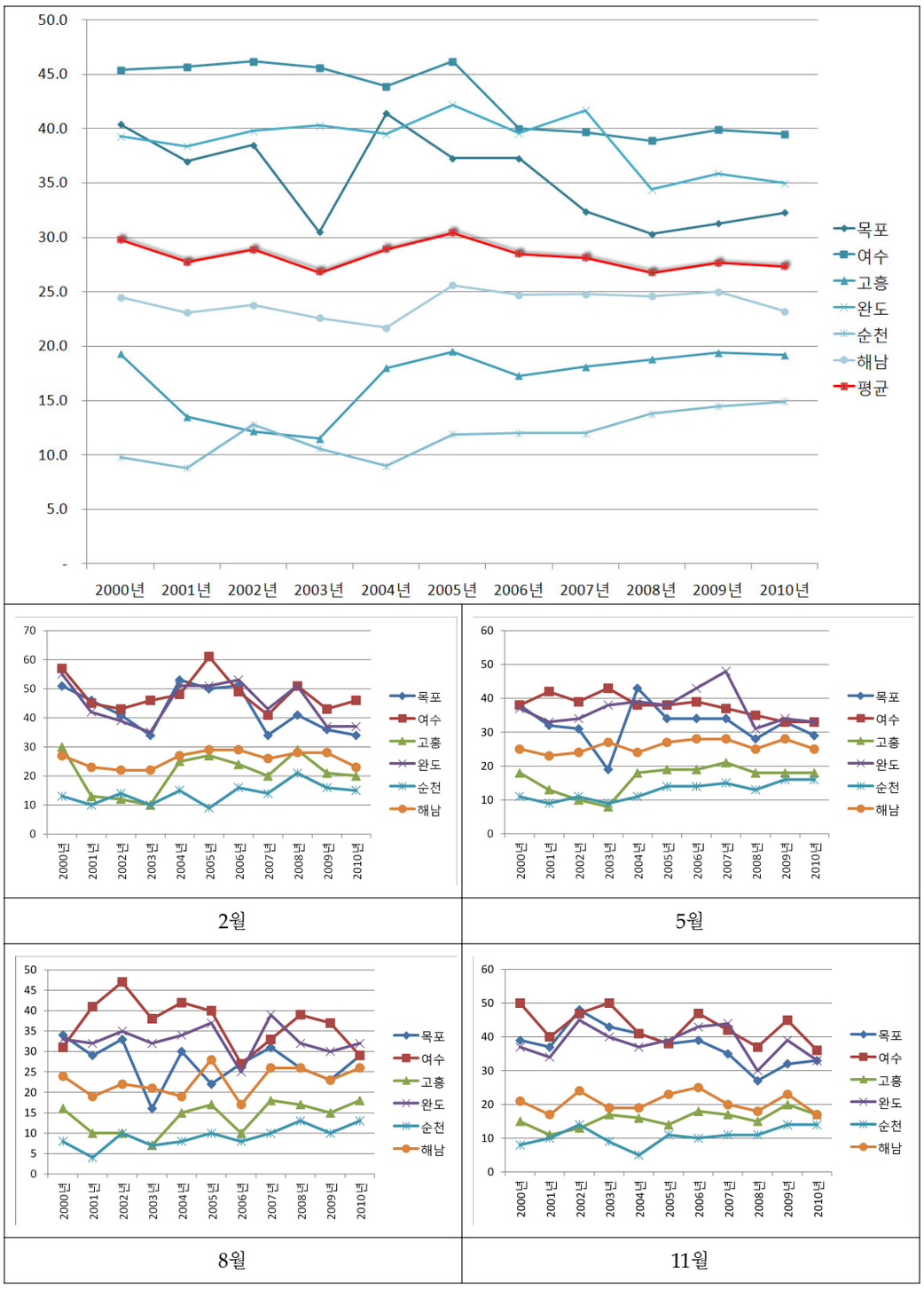
○ 2000년부터 2010년(11년 동안)까지 전라남도 해안지역에 위치한 목포시, 여수시, 고흥군, 완도군, 순천시, 해남군의 연평균 풍속은 대체로 감소하였음.

○ 6개 시군의 평균 풍속 또한 감소하는 경향을 보여주며, 계절별로는 각각 해마다 심한 변동을 보였으나 전체적인 경향은 감소하는 추세임.

<표 5-5-6> 2000년~2010년(11년동안)사이 전남지역 6개 시군의 연평균 풍속(m/s)

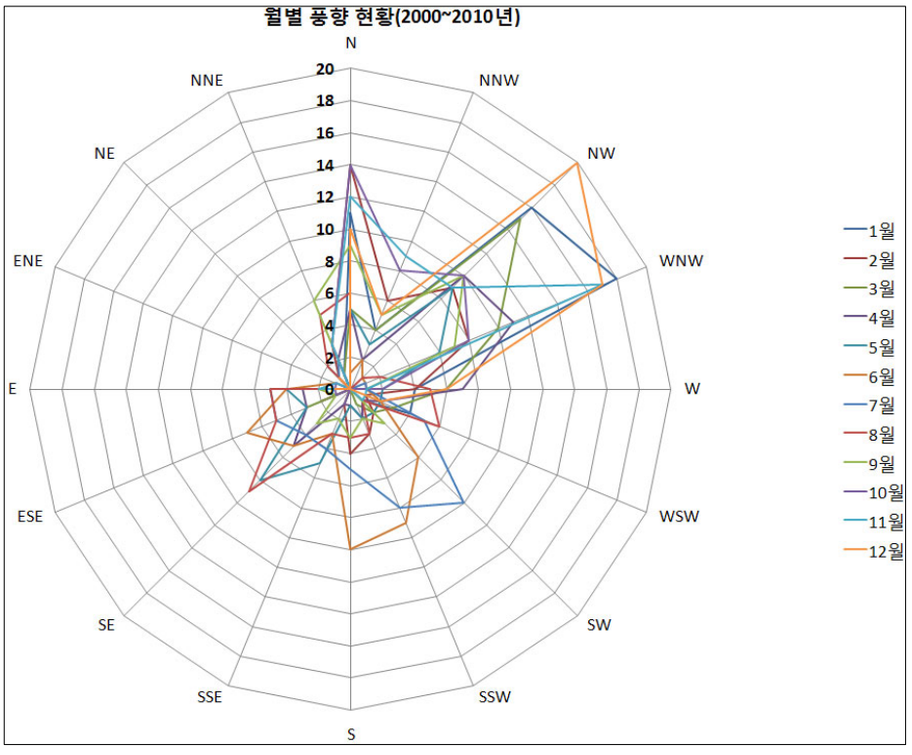
연 도	목포시	여수시	고흥군	완도군	순천시	해남군
2000	40.4	45.4	19.3	39.3	9.8	24.5
2001	37.0	45.7	13.5	38.4	8.8	23.1
2002	38.5	46.2	12.2	39.8	12.8	23.8
2003	30.5	45.6	11.5	40.3	10.6	22.6
2004	41.4	43.9	18.0	39.5	9.0	21.7
2005	37.3	46.2	19.5	42.2	11.9	25.6
2006	37.3	40.0	17.3	39.6	12.0	24.7
2007	32.4	39.7	18.1	41.7	12.0	24.8
2008	30.3	38.9	18.8	34.4	13.8	24.6
2009	31.3	39.9	19.4	35.9	14.5	25.0
2010	32.3	39.5	19.2	35.0	14.9	23.2

출처 : 기상연보, 기상청, 2010



<그림 5-5-4> 2000년~2010년(11년동안)사이 전남지역 6개 시·군 풍속 경향

○ 6개 시군의 월별 풍향은 과거 11년 동안 북서풍과 서북서풍의 발생빈도수가 상대적으로 많아, 계절풍의 영향을 강하게 받고 있음을 알 수 있음.



<그림 5-5-5> 2000년~2010년(11년 동안)사이 전남지역 6개 시·군 월별 풍향

2) 해양환경 변화

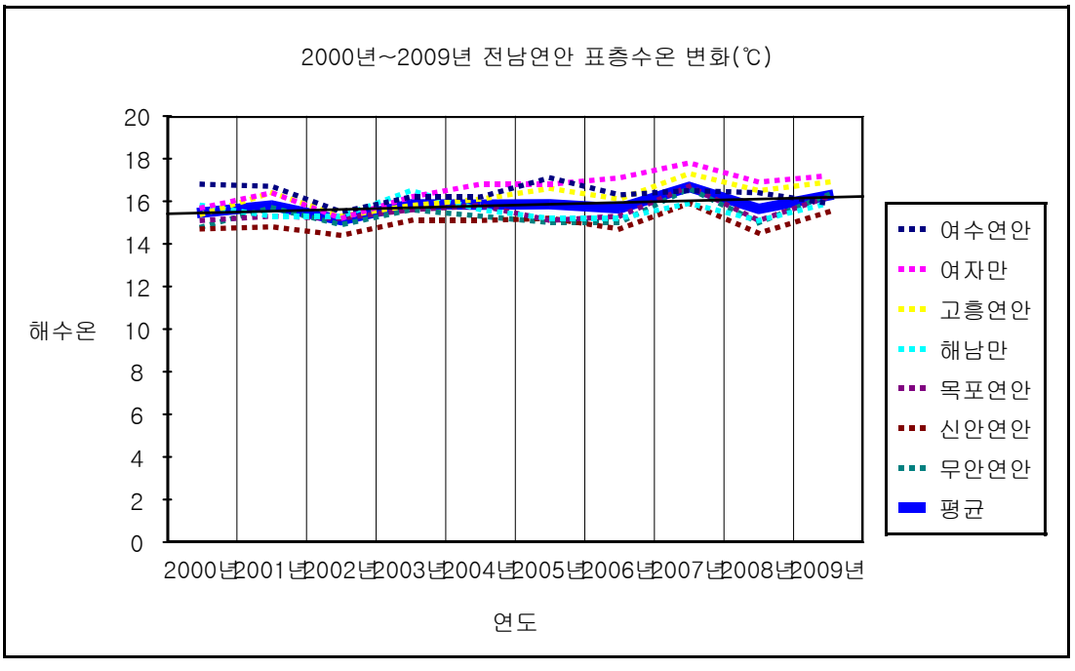
가) 전남지역 해수온도 변화

○ 전남지역 해수온도는 2000년부터 2009년 관측 자료의 분석 결과, 전남 연안의 표층수온은 연도에 따라 높아지거나 낮아지는 것이 반복되고 있지만 전반적으로 높아지는 경향을 보여주고 있음.

<표 5-5-7> 2001년~2010년 사이 전남연안의 표층수온 변화(℃)

구분	여수 연안	여자 만	고흥 연안	해남 만	목포 연안	신안 연안	무안 연안	함평 연안	완도 연안	진도 연안	평균
2001년	16.7	16.4	16.4	15.3	15.3	14.8	15.7	15.2	15.2	15.1	15.80
2002년	15.5	15.2	15.3	15.3	15.2	14.4	14.9	15.0	15.1	14.6	15.11
2003년	16.2	16.2	15.8	16.5	15.6	15.1	15.6	15.4	15.7	15.1	15.86
2004년	16.2	16.8	16.1	15.6	15.8	15.1	15.3	16.7	17.2	15.4	15.84
2005년	17.1	16.8	16.6	15.2	15.1	15.2	15.0	14.8	16.4	15.7	15.86
2006년	16.3	17.1	16.1	15.2	15.3	14.7	15.0	15.1	15.6	15.0	15.67
2007년	16.5	17.8	17.3	15.9	16.7	15.9	16.6	16.2	16.0	15.4	16.67
2008년	16.4	16.9	16.5	15.1	15.1	14.5	15.0	14.8	14.9	14.5	15.64
2009년	15.9	17.2	16.9	15.9	16.2	15.5	16.3	13.1	15.9	16.5	16.27
2010년	16.2	16.4	15.8	15.3	15.6	15.1	15.3	14.8	15.6	15.1	15.52

출처 : 국토해양통계연보, 국토해양부, 2011



<그림 5-5-6> 2000년~2009년사이 전남연안의 표층수온 변화(℃)

나) 전남지역 해수면 변화

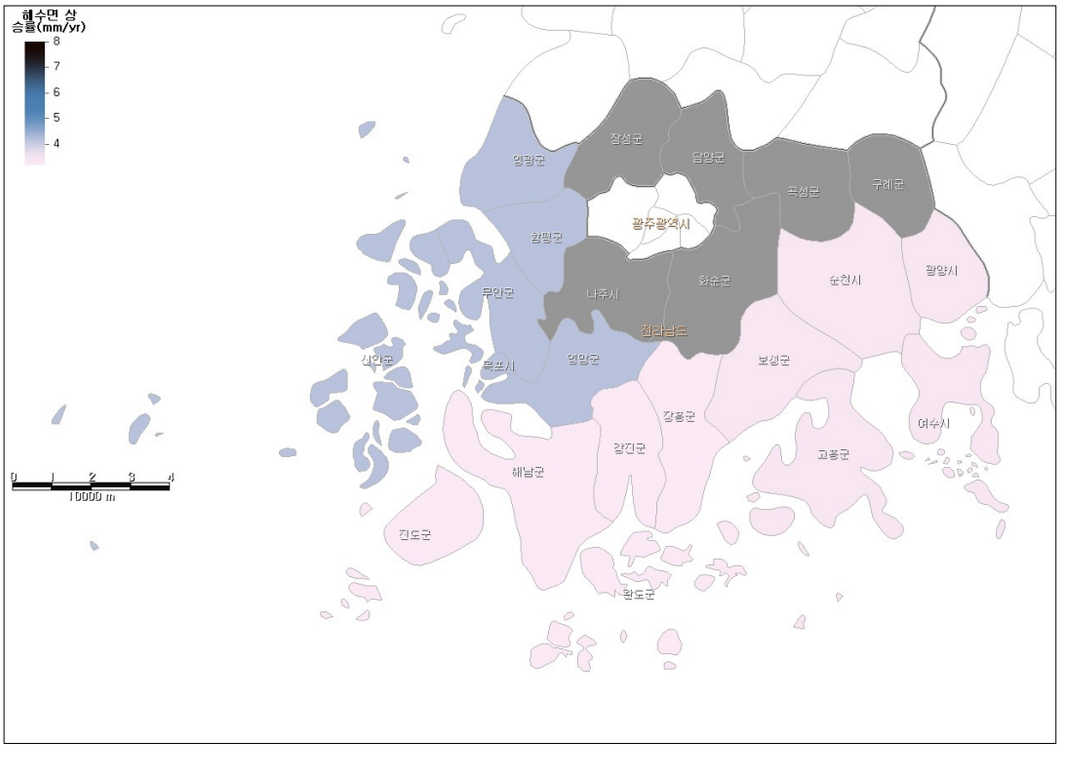
○ 지난 30년간 전 지구 평균 해수면 상승률은 1.8㎜/yr인데 전남지역의 해수면 상승률은 평균 1.4㎜/yr로 세계 평균 해수면 상승률보다는 낮게 나타남.

○ 전남지역 해수면 상승률은 서해안에 위치한 시군에 비해 남해안에 위치한 시군에서 상대적으로 높게 나타남.

<표 5-5-8> 전남지역 해수면 상승률

순번	행정구역	해수면 상승률(㎜/yr)	순번	행정구역	해수면 상승률(㎜/yr)
1	여수시	1.78	3	신안군(대흑산도)	1.24
2	목포시	1.36	4	완도군	1.20

출처 : 국토해양부, 2012. 4. 18. 보도자료,



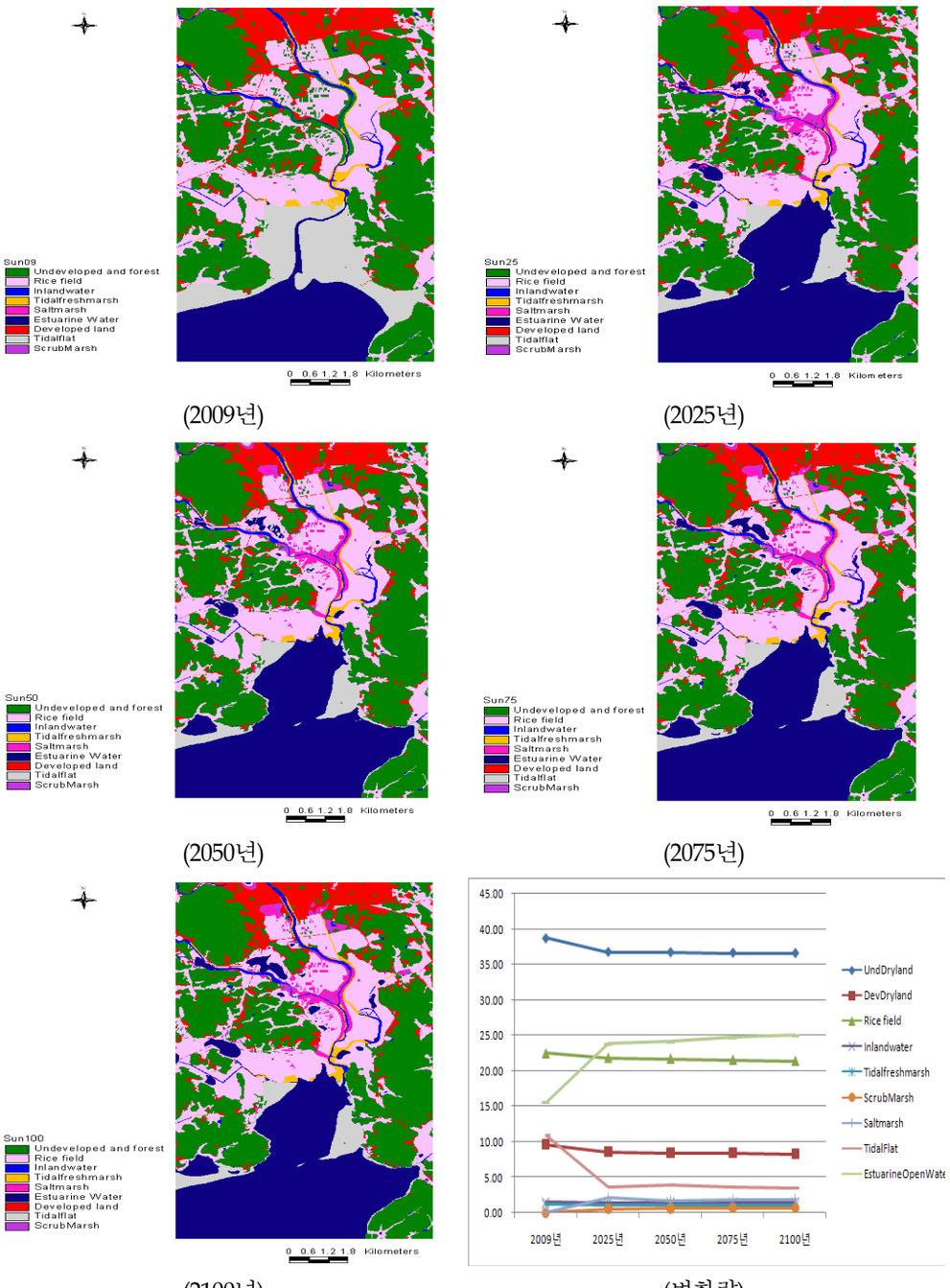
<그림 5-5-7> 전남지역 해수면 상승률(㎜/yr)

출처 : CCGIS 3.1

다) 전라지역 연안면적 감소

○ 전남일보는 국립환경과학원의 연구결과를 토대로 2075년에 함평만 갯벌은 20.2%, 순천만 갯벌은 7.8%씩 각각 감소할 것으로 보도하고 있음.

2011. 1. 1: 전남일보 “뜨거워지는 바다…새 관리체계 구축 서둘러야”



<그림 5-5-8> SLAMM모델을 적용하여 분석한2100년까지 순천만의 생태적 변화

출처 : 환경부, 2010. 11. 1. 보도자료

라) 어종변화

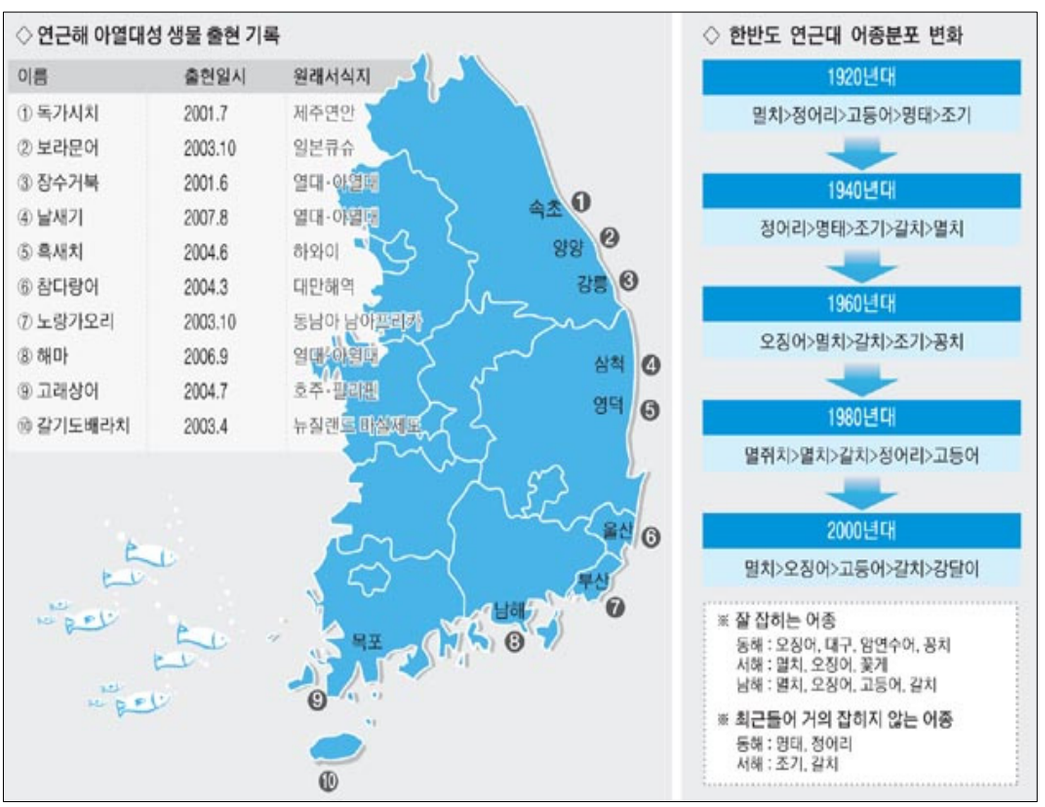
○ 각종 언론매체에서는 전문연구기관의 연구결과를 토대로 분석한 결과, 찬 물에서 서식하는 김과 다시마의 생산량은 급격히 감소하였고, 따뜻한 물에서 잘 자라는 청각은 생산량

이 크게 증가하였다고 보도

○ 국립수산과학원 해조류연구센터에서는 이와 같은 현상이 수온 상승에 의한 환경변화에 기인하는 것으로 보고 있음.

○ 해조류뿐만 아니라 어류도 전남해역에 전통적으로 서식하던 종들이 북상하였고, 난류성이나 아열대성 어류가 빈번하게 발견되고 있음.

> 2007. 12. 5: 전남일보 "시도 때도 없이 출현 난류성 어류 '어장지도' 바뀐다"
> 2007. 12. 12: 전남일보 "찬물이 좋아" 영양 덩어리 '전남 김' 북으로 북으로~"
> 2011. 3. 24: 전남일보 "아열대성 어류 북상 현상 가속"



<그림 5-5-9> 우리나라 주변의 아열대성 어종 출현 현황

출처 : 전남일보 17면, 2011. 1. 1.

3) 이상해황에 따른 피해

가) (국지성)폭우나 태풍에 의한 피해

○ 2011년 7월 여수시 남면 안도리의 해상 전복 가두리양식장에서 전복 50만 마리가 폐사

- 이는 계속된 집중호우로 표층 염분이 21psu까지 낮아진 상태에서 섬진강에서 민물이 유입되

어 염분이 더욱 낮아졌기 때문으로 추정되고 있음.

- 전복은 생리적으로 담수에 매우 취약하여 집중호우가 발생하면 피해 가능성이 높아짐(20psu 이하가 며칠 동안 지속되면 폐사).
- 저염분 현상은 2009년 전남 남부 해역에서 발생하여 전복어가에 피해를 입힌 사례가 있으며, 전라남도 해양수산과학원 여수지소에서는 기후변화에 따른 국지성 폭우로 인하여 이러한 현상은 앞으로도 빈번할 것으로 예상되고 있음.

○ 한편, 육상 양식장에서는 어민들이 바다가 저염 상태인 것을 모르고 취수했다가 전복종묘들이 폐사한 사례도 신고 되었음.

○ 폭우와 태풍은 갑작스런 수위 증가 등으로 인한 피해도 발생시킴. 전남 강진군의 미꾸라지 양식장에서는 제방의 보호막 위까지 높아진 수위 때문에 약 15톤의 미꾸라지가 모두 유실되는 피해가 발생하기도 함.

2011. 7. 15: 연합뉴스 “호우로 남해안 가두리양식장 전복 50만 마리 폐사
2011. 7. 15: MBC뉴스 “남해안 호우피해…전복 50만 마리 폐사”
2011. 8. 9: 경향신문 “전남 동쪽 바다, 폭우로 ‘저염분 주의보’ 발령”

나) 이상수온에 의한 피해

○ 각종 언론 보도에 따르면 이미 2003년부터 이상수온에 의한 피해사례가 나타나고 있음.

- 2003년 완도와 진도에서 수온상승으로 인한 전복폐사
- 2006년 신안군 우럭양식장에서 고수온 현상으로 500만 마리의 우럭 폐사
- 여수 가막만의 굴 양식장에서 굴 집단폐사의 경우도 성장 적정 온도 범위를 벗어난 고수온이 그 직접적인 원인으로 밝혀졌음.

○ 수온상승은 차가운 곳에서 서식하는 해조류와 식물플랑크톤의 생산량을 감소시키고, 바다 사막화의 징후인 갯녹음 현상을 확대시키고 있음.

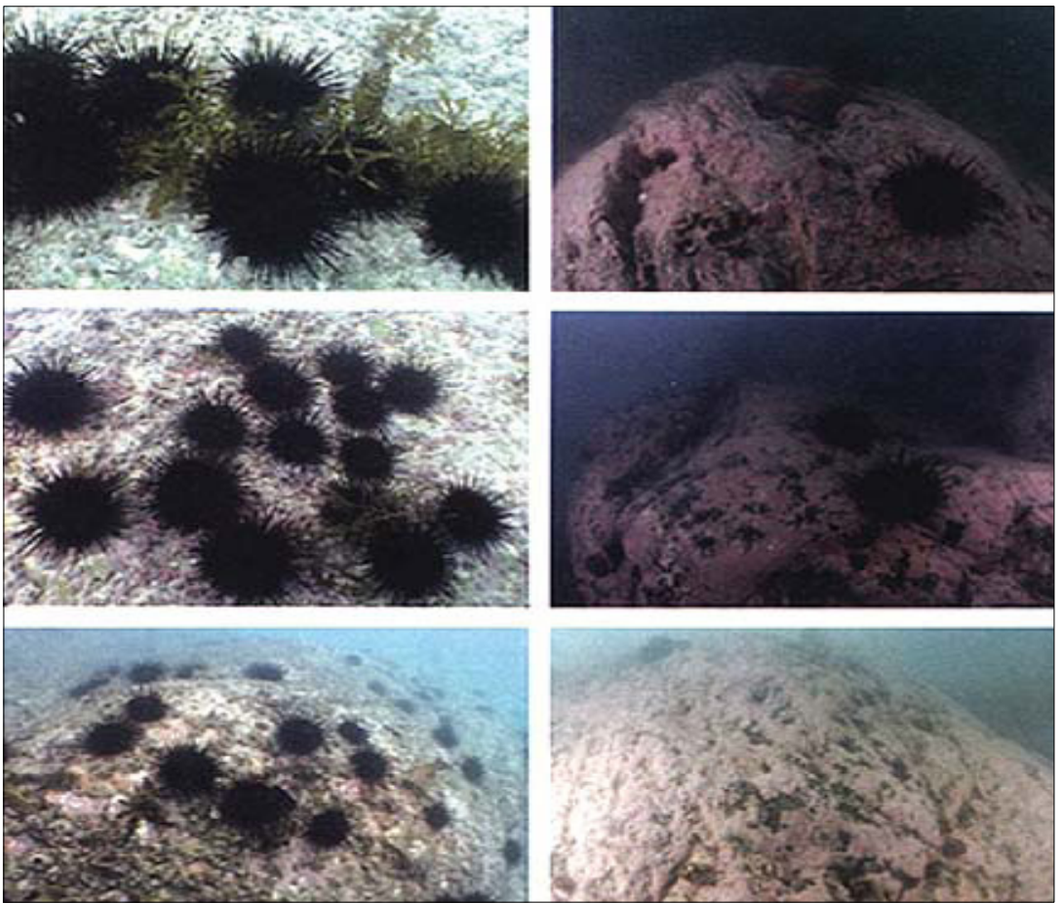
○ 수온상승은 또한 해적생물의 증가를 초래하여 어업활동, 여가활동 등 다양한 방면에 부정적인 영향으로 나타나고 있음.

- 보름달 물 해파리, 노무라입깃 해파리 등 따뜻한 물에서 서식하는 해파리가 대량번성하면서 어구를 파손하는 등 조업활동에 크게 피해를 주고 있음.
- 특히 2011년에는 성체상태로 겨울을 지내는 등 이례적인 현상이 발견되고 있음.
- 불가사리의 경우도 고가인 자연산 전복의 알맹이는 먹고 껍데기만 남기는 등 큰 피해를 입히고 있음.

2006. 9. 4: 연합뉴스 “폐사한 우럭”
2006. 12. 15: 뉴스 “여수 가막만 집단 굴 폐사 원인 ‘고수온’ 탓”
2007. 6. 4: 무등일보 “해파리 출몰 잦고 갯녹음 첫 확인”
2007. 7. 10: 한겨레 “어패류 집단 폐사‘수온이 문제’”
2007. 7. 16: 무등일보 “여수 연도 불가사리 구매현장 가보니 한나절이면 한 배 가득 포획 매일 잡아도 줄지 않는 괴물”
2008. 7. 8: 연합뉴스 “수산과학원, 이상 해황 수산피해 예방활동 강화”
2011. 1. 19: 연합뉴스 “전남지역 양식장 한파 피해 속출.. 피해 30억 추산”
2011. 1. 20: 전남일보 “여수 양식장 돔 집단폐사”
2011. 2. 28: 전남일보 “해수면 올라 해안침식 가속… 겨울엔 이상저온 난리”
2011. 3. 10: 연합뉴스 “벌교 꼬막 한파로 생산량 급감”
2011. 3. 25: 전남일보 “여수 새조개 품귀…‘귀하신 몸’ 추위로 생산량 뚝… 작년보다 값 kg당 2만~3만원 껑충”
2011. 5. 9: 전남일보 “전남 김 양식장 ‘황백화’ 현장 가보니”
2011. 5. 10: 전남일보 “여수 앞바다 23년만에 ‘저수온’ 평년보다 0.5도 낮아, 어패류 산란기 15일~1개월 늦어져”
2011. 6. 29: 연합뉴스 “보성 득량만서 월동 해파리 대량 관찰”

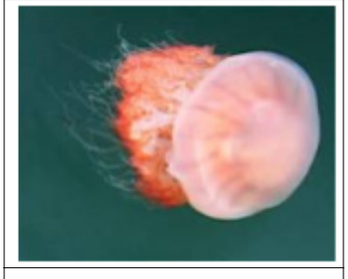


<그림 5-5-10> 고흥지역에 출현한 보름달 물해파리



<그림 5-5-11> 여수 거문도 죽촌(좌측)과 소리도(우측)

※ 해저 해조류는 사라지고 성게의 이상번식으로 갯녹음의 점진적 확대(국립수산과학원 남서해수산연구소).

노무라입깃 해파리	보름달물 해파리
	
연한 갈색으로 최대 크기 2m(200kg)	반구형으로 최대 30cm이며, 짧고 많은 촉수가 있음(*우측은 폴립상태)

<그림 5-5-12> 노무라입깃해파리와 보름달물해파리

○ 해수의 고수온뿐만 아니라 저수온에 의한 피해도 빈번하게 발생하고 있음(각종 언론에서 보도된 자료)

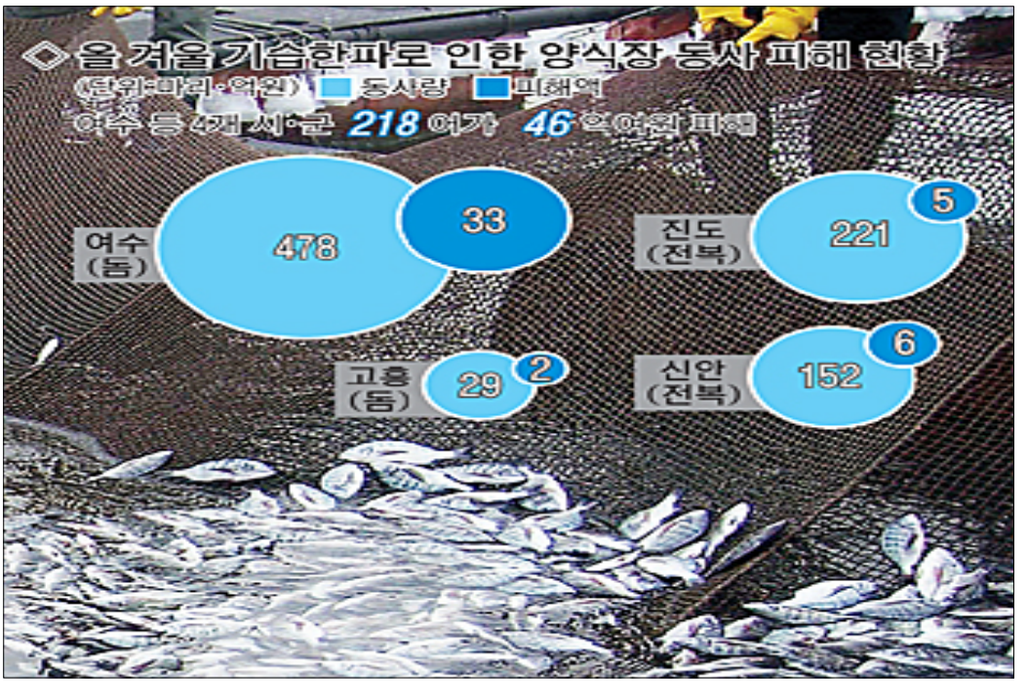
- 2011년 영광군 뱀장어 양식장에서 6.5톤의 뱀장어 집단 동사

- 여수에서는 돔 400만 마리가 집단 동사
- 고흥과 벌교에서도 한파에 의해 어패류 집단동사 피해 발생
- 김 양식장의 황백화 피해 역시 수층의 영양염류 이외에도 저수온과 깊은 관계가 있는 것으로 추정되고 있음.



<그림 5-5-13> 양식어류의 동사 피해

여수 돌산에서 양식어류들이 동사로 집단 폐사하여 어민들이 죽은 물고기를 건져내고 있는 모습(2010년 4월 여수시). - 출처 : 전남일보 12면, 2011. 1. 20.



<그림 5-5-14> 양식장 동사 피해 현황

출처 : 전남일보 12면, 2011. 2. 28.

다) 해적생물 증가에 따른 피해

○ 해수의 수온상승은 해파리가 번성하여 어업 중 어망과 다른 어구들을 파손시키고, 일부 독성을 지닌 해파리는 인명피해까지도 유발하고 있음.

○ 특히 원자력발전소가 위치한 영광군에서는 조업활동 방해뿐만 아니라 발전소 냉각수 취수구에 해파리가 유입하여 이를 제거해야 하는 어려움이 발생하고 있음.

2009. 3. 31: 연합뉴스 “수과원 ‘해파리 피해 年 최대 3천억 원대’”
2009. 8. 12: 뉴스 “영광, 해파리 피해 확산 대책본부 운영”
2011. 7. 3: 국민일보 “어망 찢어놓고 피서객 덮치고… ‘바다깡패’ 해파리가 온다”
2011. 10. 7: MBC "공포의 불가사리…새고막 어장 초토화“

나. 전라남도 기후변화 전망

○ 기후변화 예측은 CCGIS를 이용하여 실시하였으며, 예측은 SRES시나리오 중 A1B 시나리오를 적용하였음.

1) 해수온 상승 전망

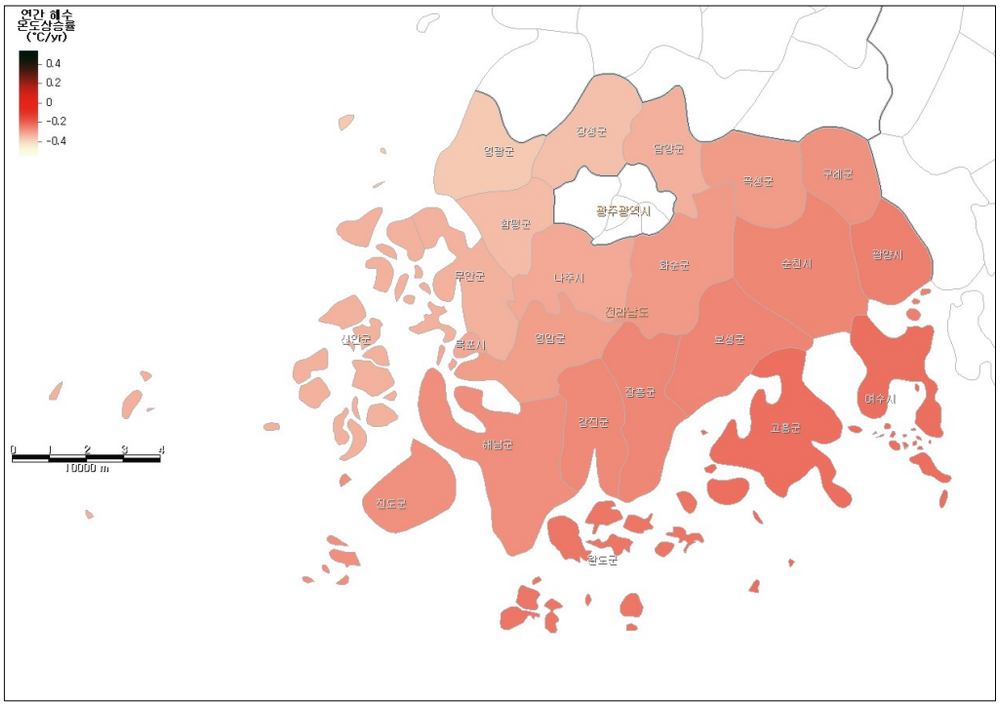
○ 국립환경과학원의 MM5모델 결과에 따르면 전남지역 연간 해수온도 상승률은 -0.28℃로

나타남(2009).

○ CCGIS 분석결과에서도 A1B 시나리오를 적용하여 예측할 때 2020년대까지는 오히려 연간 해수온도 상승률이 감소하는 것으로 나타남.

○ 그러나 해수온도의 상승 정도를 백분율로 살펴보면, 전남지역 해수온도 상승의 심각성을 알 수 있음.

- 국립해양조사원의 통계자료에 따르면 해수온도 상승률은 -53.1 ~ 36.6%로 나타남.
- 가장 심각한 곳은 진도군으로 해수온도 상승률이 36.6%로 두 번째로 심각한 충남 서천군의 19.4%에 비하여 압도적으로 높게 나타나고 있음.
- 전국의 해수온도 상승률이 높은 순서대로 나열했을 때, 전남지역의 2개 시군이 10위 안에 들고 있음.

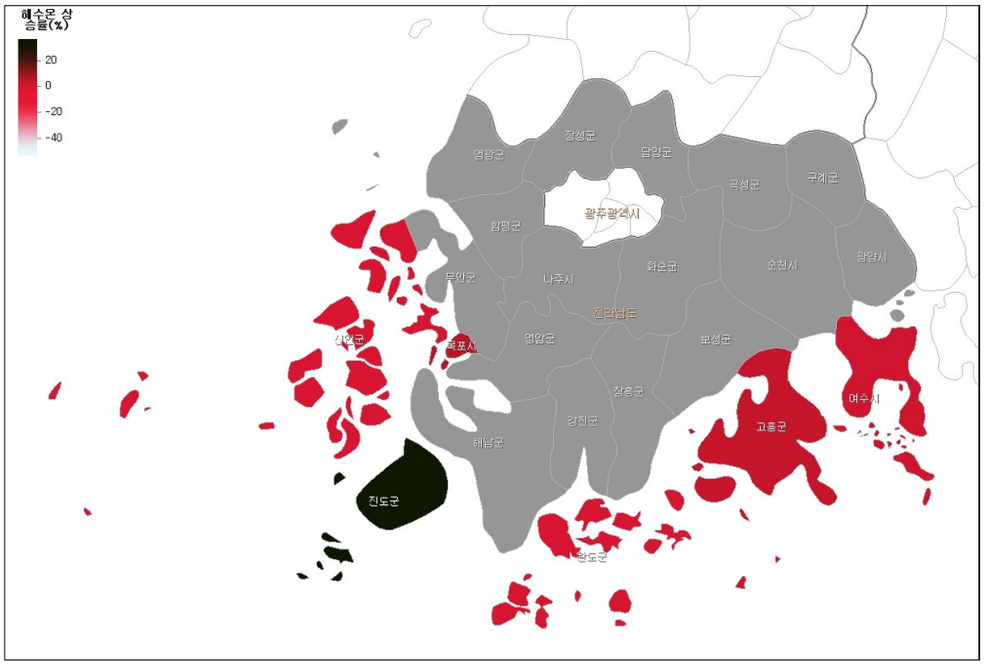


<그림 5-5-15> 전남지역 연간 해수온도 상승률

<표 5-5-9> 전남지역 연간 해수온도 상승률(℃/yr)

행정구역	연간 해수온도상승률(℃/yr)	행정구역	연간 해수온도상승률(℃/yr)
목포시	-0.31062	장흥군	-0.25614
여수시	-0.21859	강진군	-0.26034
순천시	-0.25546	해남군	-0.26906
나주시	-0.30987	영암군	-0.29156
광양시	-0.24449	무안군	-0.32471
담양군	-0.32329	함평군	-0.34242
곡성군	-0.28826	영광군	-0.36505
구례군	-0.27290	장성군	-0.34882
고흥군	-0.21820	완도군	-0.23118
보성군	-0.25446	진도군	-0.27239
화순군	-0.28592	신안군	-0.32399

출처 : 환경부 기후 및 대기환경 통합 시스템 국립환경과학원 2009



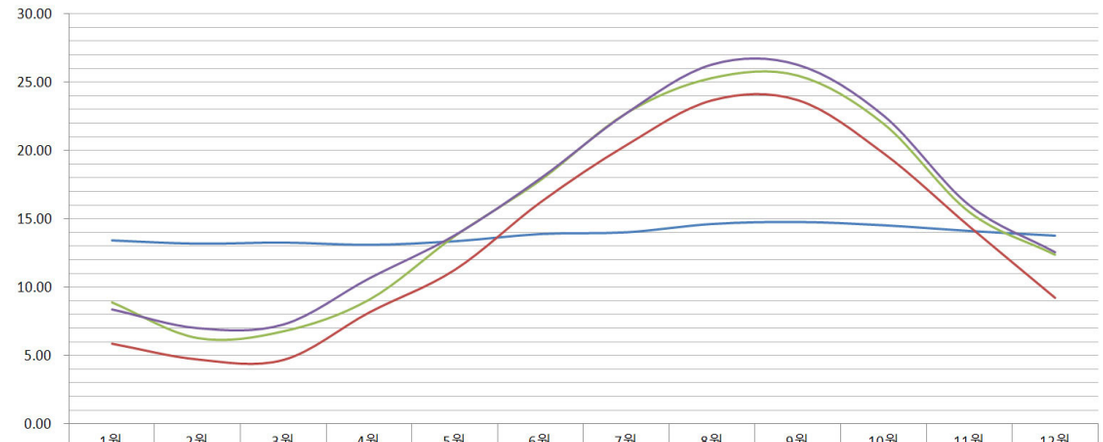
<그림 5-5-16> 전남지역 해수온도 상승률(%)

<표 5-5-10> 전국 해수온도 상승률(%)

순위	행정구역	해수온 상승률(%)
1	전라남도 진도군	36.6
2	충청남도 서천군	19.4
3	경상남도 통영시	18.1
4	제주특별자치도 서귀포시	13.5
5	강원도 동해시	8.0
6	전라북도 군산시	7.5
7	전라남도 목포시	5.7
8	제주특별자치도 제주시	5.3
9	경상북도 울진군	5.1
10	전라북도 부안군	4.1
11	경기도 안산시	3.8
12	전라남도 고흥군	3.4
13	경상남도 창원시	2.8
14	충청남도 보령시	1.8
15	울산광역시 남구	1.7
16	전라남도 여수시	1.6
17	부산광역시 강서구	1.4
18	충청남도 태안군	0.2
19	전라남도 신안군	-0.6
20	전라남도 완도군	-0.7

출처 : CCGIS 3.1

○ 해수면의 온도는 현재 13~14℃사이에서 비교적 일정한 편이나, 시간이 지날수록 4~27℃ 사이의 큰 차이가 나타날 것으로 예상됨.



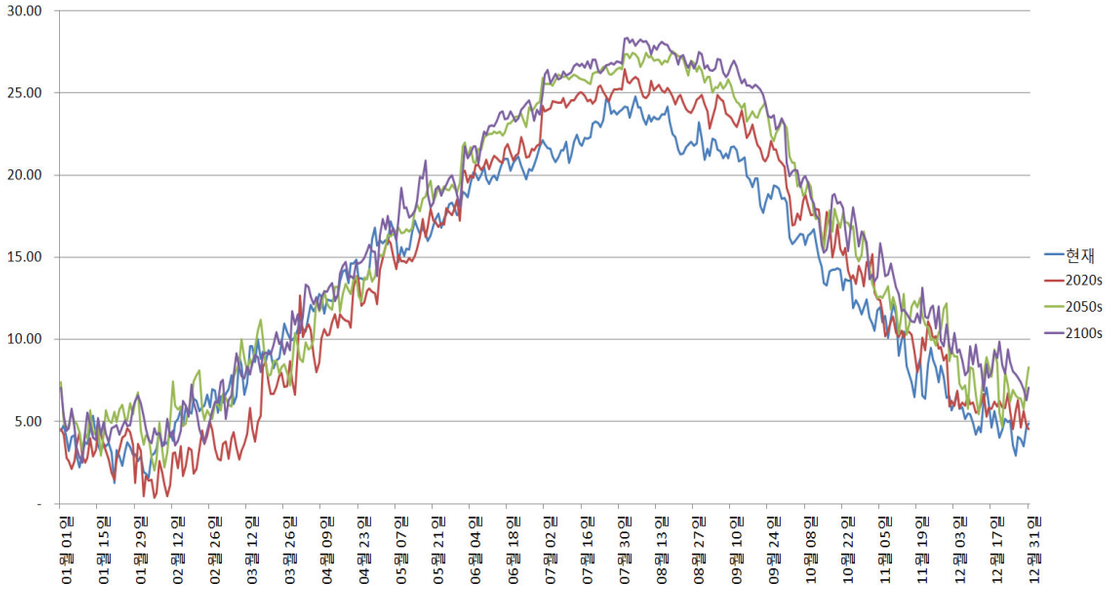
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
현재	13.41	13.17	13.25	13.08	13.35	13.89	14.02	14.64	14.79	14.54	14.12	13.77
2020s	5.85	4.70	4.67	8.14	11.27	16.22	20.41	23.69	23.70	19.80	14.44	9.22
2050s	8.90	6.30	6.79	9.10	13.75	17.84	22.72	25.28	25.46	21.94	15.50	12.38
2100s	8.35	6.98	7.25	10.63	13.79	17.96	22.73	26.30	26.27	22.55	15.98	12.54

<그림 5-5-17> A1B 시나리오를 통한 목포시 해수면 온도 변화 예측(℃)

2) 기온변화 전망

○ 기온의 연간 일변화를 살펴보면 봄을 제외하고는 현재에 비하여 2020년대, 2050년대, 2100년대로 갈수록 온도가 상승하는 것으로 예측되고 있음.

○ 즉, 2010년 현재보다 2020년대에는 2~3℃, 2050년대는 2~4℃, 2100년대에는 3~5℃ 정도 더 높아지는 것으로 예측.



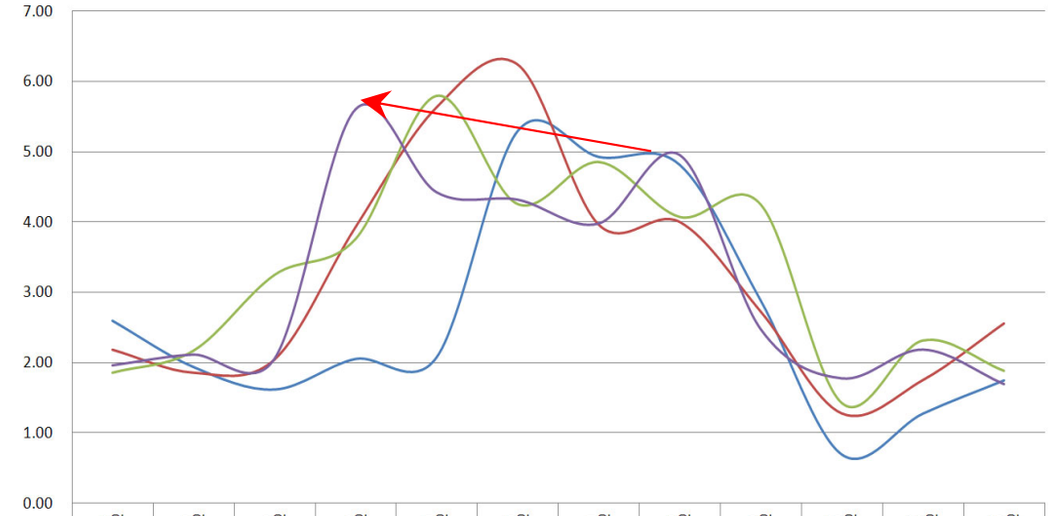
<그림 5-5-18> A1B 시나리오를 통한 목포시 기온예측(℃)

3) 강수량 변화 전망

○ 일 강수량을 월별로 살펴보면 강수의 집중 시기가 2010년 현재는 7~8월이지만, 시간이 갈수록 점차 앞당겨져 4월에 집중될 것으로 예상됨.

○ 강수가 최고조에 이르는 홍수기가 4월로 앞당겨지고, 그외 기간에도 상대적으로 많은 비가 꾸준히 내릴 것으로 예상됨.

○ 이러한 변화는 해양의 표층 염도에 영향을 주게 되므로 양식어업에 큰 영향을 미칠 것으로 판단됨.



	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
현재	2.59	1.93	1.61	2.05	2.07	5.29	4.92	4.81	2.87	0.69	1.27	1.74
2020s	2.19	1.86	2.05	3.93	5.63	6.24	3.96	4.00	2.73	1.28	1.76	2.56
2050s	1.86	2.17	3.25	3.76	5.79	4.26	4.85	4.07	4.25	1.43	2.32	1.89
2100s	1.96	2.11	2.05	5.60	4.42	4.31	3.97	4.95	2.47	1.77	2.18	1.69

<그림 5-5-19> A1B 기후변화 시나리오를 통한 목포시 월별 일 강수량 변화 예측(㎜/day)

다. 국·내외 선행 연구 사례

1) 선행연구 고찰

가) 국내사례

○ 전 지구적인 기후변화는 연안의 물리·생물·지화학적 특성을 변화시키고, 연쇄적으로 생태적인 구조와 기능뿐만 아니라 해양에서 이루어지는 생산활동 모든 것에 영향을 미침(환경부, 2010b).

○ 국내에서 기후변화가 해양생태계와 수산자원변동에 미치는 영향에 대한 연구는 국립수산과학원 중심으로 진행되고 있음.

○ 그 대표적인 연구는 기후변화가 수산자원변동에 미치는 영향연구(2005~2009), 해양기후와 어류개체군의 변동(2009), 기후변화와 수산업(2000) 등 임.

- 이곳에서 2005년 이후 기후변화에 따른 어종변화를 집중적으로 모니터링 하고 있으며, 앞으로도 지속적으로 상기 사업이 이루어 질 예정임.

<표 5-5-11> 국내 기후변동과 수산자원과의 관계 연구현황(환경부, 2010b)

기관	주요업무	기후관련분야	세부연구
국립수산과학원	수산자원 및 해양환경 조사	수산자원생물 해양생태계	– 근해어업자원조사(1997~) – 기후변화가 수산자원변동에 미치는 영향연구(2005~2009) – 연근해 어업자원의 평가 및 관리와 어황정보 분석(1990~) – 해양기후와 어류개체군의 변동(2009)
한국해양수산개발원	수산정책	기후변화와 수산업	– 기후변화가 수산업에 미치는 영향(2000) – 기후변화와 수산업(2000)
대학 및 연구기관	–	–	– 1976/77 기후체제 전환이 동해 생태계 구조에 미친 영향(2003) – 1988/89 기후체제전환이 동해생태계 구조에 미친 영향(2007)

출처 : 인천광역시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립 환경부, 2010

■ 해양생태계 먹이망 구조 및 어류군집 변화(환경부, 2010b)

○ 먹이망 구조 : 기후변화로 인하여 일차생산자와 먹이사슬의 상위에 위치한 어류 및 수산자원 생물을 연결시켜주는 동물플랑크톤의 현존량과 종 조성 변화.

- 동해에서는 겨울철 수온 상승현상이 두드러지며 이에 따라 동물플랑크톤의 양이나 종류도 변화하는 것으로 나타남.
- 동물플랑크톤 현존량은 1990년대 중반에 접어들어 지속적으로 증가하는 양상을 보이고 있음.

○ 어류 군집변화 : 난류성 어종들의 분포해역이 북상하는 경향을 보이며, 어획기간이 연장되는 경향을 보임.

- 난류성 어종이 겨울철에도 어획 지속됨.
- 명태, 도루묵 등 한류성 어종 감소하는 추세임(어종 교체현상).
- 아열대성 어종의 출현빈도 증가함.
- 이와 같은 현상은 기후변화에 따른 해수온 변화가 우리나라 해역에서 현실적으로 일어나고 있음을 나타내는 것으로 추정됨.

■ 생물 생산량의 감소(환경부, 2010b)

○ 해양생물의 산란 적정 수온, 회유경로에 영향을 미쳐 재생산을 저해할 뿐 아니라 어장 형성에도 변화 초래

○ 해조류는 수온 상승에 따라 한해성 해조류의 적응력이 약화되어 생산량이 감소.

- 김양식 생산량 : 과거보다 단위 면적 당 70 ~ 80%만이 생산되어 약 20% 정도가 감소된 것으로 추정.
- 미역의 생산량 : 3만 톤에서 28톤으로 감소(생산된 미역 대부분이 전복먹이로 사용되고 있다는 것을 고려하면 실제 미역생산량이 감소하였는지는 파악하기 어려움).

■ 유해생물의 이상발생과 외래종 유입(환경부, 2010b)

○ 우리나라 주변에서 아열대성 해양생물 출현 증가

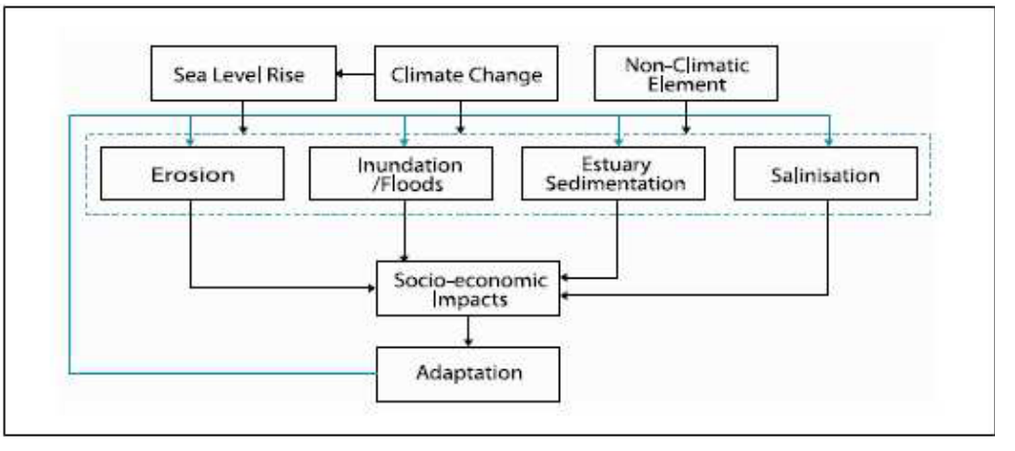
○ 초대형 노랑가오리 및 보라문어 발견(동해 양양연안)

○ 아래와 같이 해파리가 증가하는 현상 발생(전영열, 2007)

- 난류성 노무라입깃해파리와 보름달물해파리의 출현량 증가.
- 동계에도 수온상승으로 서식 가능한 종이 증가하여, 결과적으로 난류성 해파리 서식 가능 해역도 넓어짐.

■ 해수면 상승에 대한 연안역 취약성 평가

○ 2009년도에 조광우 등은 해수면 상승에 대한 연안지역의 취약성 평가 시행



<그림 5-5-20> 해수면 상승에 대한 연안역 취약성 평가 모식도(조광우 등, 2009)

■ 수치모델에 의한 기후변화 변동 예측(환경부, 2010b)

○ POM(Prinston Ocean Model), ROMS(Regional Ocean Modeling System) 모델을 적용한 해양의 흐름 패턴 등에 대한 것을 평가 및 예측.

○ ROMS 모델 : 준실시간 예측기능의 확보를 위해 자료동화 기능이 보강되고 대양으로부터 연안까지 nesting이 용이 → 동중국해 등에 적용.

■ **국내 기후변화 예측 모델 및 프로그램(환경부, 2010a)**

○ 기상연구소에서 개발한 기후 모델 : A1B와 A2 시나리오

○ 국립환경과학원에서 개발한 전문가용 적응도구 프로그램(CCGIS: Climate Change Adaptation Program based on GIS) : 2020년, 2050년, 2100년 기후변화 시나리오를 A2 및 B1 시나리오에 대해 기후노출지수를 산출하고 각 시나리오별 기후변화 취약성 지표를 적용할 수 있도록 설계된 기후변화 적응도구.

나) 국외사례

■ **대형프로그램을 통한 기후변동이 수산자원에 미치는 영향 연구**

○ IMBER(Intergrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research)

○ GLOBEC(Global Ocean Ecosystem Dynamics)의 후속 프로그램임.

○ 가속화되는 전 지구적 기후변화에 대한 해양의 반응과 인간 삶의 터전인 지구계와 인간사회에 나타는 영향을 포괄적으로 이해하고 정확한 능력을 확보하기 위해 다양한 분야의 연구 수행.

○ FUTURE(Forecasting and Understanding Trends, Uncertainty and Responses of the North Pacific Marine Ecosystems)

○ 북태평양해양과학기구(PICES)의 국제해양프로그램

○ 북태평양해양생태계 변화를 이해하고 예측하는 연구 수행

○ 미국, 일본, 캐나다 등은 자국의 해양생태계 모니터링 프로그램을 통하여 장기적인 해양생태계 변화 조사 자료를 바탕으로 기후변화에 의한 해양생태계 변화 및 수산 자원의 변화를 연구함(환경부, 2010b)

■ **수치모델에 의한 해수면 상승 예측**

○ 대기해양결합모델(AOGCM; IPCC, 2001)

○ 열팽창에 의한 지구 평균 해수면 상승 예측.

○ MIRO3.2(Sakamoto et al., 2005)

○ 우리나라에도 영향을 미치는 쿠로시오 해류에 대한 분리 지점의 위치가 기후변화에 따라 어떻게 변화하는지 잘 모의됨.

○ 이 모델에 의한 미래 기후변화에 의한 쿠로시오 흐름 축의 변화 연구 가능함.

○ OCGCM(Ocean General Circulation Model)

○ 대기 중의 이산화탄소 농도가 현재의 2배가 되었을 때(70년 후), 동북아시아 주변의 해표면 수온은 동해 연안에서 1.6℃, 태평양 연안에서 1.2 ~ 1.6℃, 오호츠크 연안에서 1.8℃ 이상 높을 것으로 예측

<표 5-5-12> 국외의 기후변동과 수산자원과의 관계 연구 현황(환경부, 2010B)

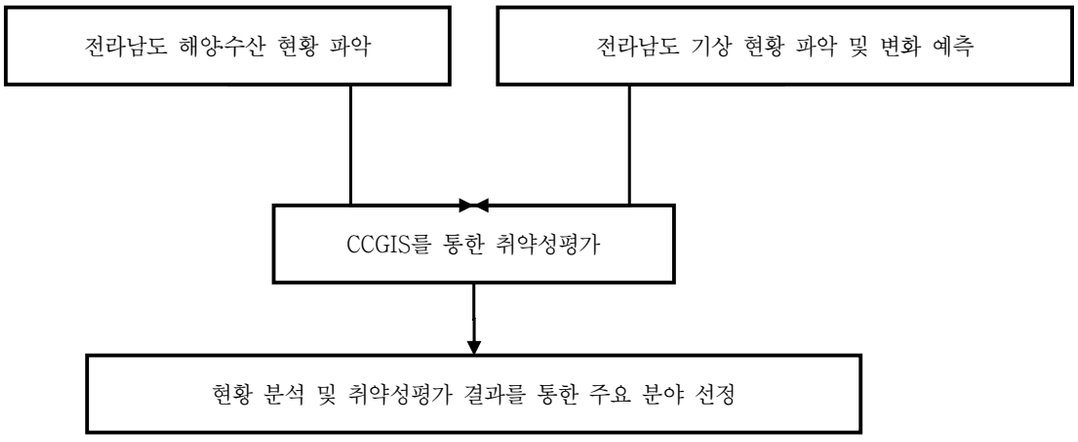
연구수행기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
PICES	기후변화에 의한 북태평양의 해양환경 변화 및 인간에 의한 생태계 변화에 대한 10년간의 장기 모니터링 계획 수립 및 2009년부터 보고서 작성	미국과 일본은 북태평양 생태계 모델로 NEMURO를 개발해왔으며, 최근에는 어류까지 포함하는 NEMURO.Fish를 개발 중이나 예보 신뢰도는 아직 검증되지 않음
ICES	해양환경 변화에 의한 해양생물의 변화 및 수산자원의 변동에 관한 범국가 및 국제기구 간 활동보고서 작성	각 소그룹별 기후변화에 따른 어장환경 및 자원변동에 관한 연구를 수행하고 있음
IPCC	전 지구적인 기후변화에 대한 종합적인 보고서 작성	주기적인 보고서 작성 및 배포
미국	미국 NOAA나 일부 대학의 경우, 어류 난자치어 단계 동안 이동과 가입 IBM 개발(멸치, 명태, 가자미류 등)	NOAA/NOS/NCCOS/CSCOR Ecoforecasting 프로그램 미국 NRL의 Global NCOM
일본	일본 JAMSTEC의 JCOPE(Japan Coastal Ocean Predictability Experiment)	
유럽	Marine Protected Area(MPAS) As a tool for Ecosystem Coservation and Fisheries Management(PROTECT) 프로젝트	

출처 : 인천광역시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립 환경부, 2010

라. 기후변화 취약성 평가 및 주요 부문 선정

1) 취약성 평가방법

○ 전라남도 기후변화 취약성 평가는 다음 그림과 같은 과정을 통하여 수행하였음.



<그림 5-5-21> 기후변화 취약성평가 과정

가) 전남지역 해양수산 현황 파악

○ 전라남도의 해양수산자원은 다른 시도와 비교하여도 천연자원이 상대적으로 풍부한 것으로 조사됨.

- 특히 갯벌, 해안선, 섬, 그리고 염전 등은 타시도와 비교하여 압도적으로 많이 보유.

○ 이러한 자원을 바탕으로 수산업은 오래 전부터 이 지역의 주력산업이었지만, 연안 어족자원의 감소로 최근에는 경쟁력이 크게 약화되었음.

○ 게다가 1990년대 이후 수산정책도 “잡는 어업에서 기르는 어업”으로 전환되면서 잡는 어업은 쇠퇴하고 대부분 양식업에 의존하고 있음.

○ 그러나 대부분의 양식업은 영세할 뿐만 아니라 노령화되어 어촌은 인구감소와 함께 활기를 찾지 못하고 있는 실정임.

○ 그러나 최근 웰빙 바람과 함께 해조류, 천일염, 전복 등이 각광을 받으면서 일부 어촌에서는 모처럼 활기를 되찾고 있지만, 최근의 기후변화는 이러한 수산업에 악영향을 미칠 수 있는 잠재력을 가지고 있음.

○ 또한 긴 해안선을 보유한 전남은 해수면 상승에 따른 연안침식과 갯벌 면적의 감소 가능성이 제기되고 있음.

- 갯벌의 경사도는 상대적으로 하부조간대보다 상부조간대가 커서, 조석의 변화를 무시하면 하부조간대가 상대적으로 많이 잠식되고 상부조간대는 적게 형성될 것이므로 갯벌의 면적이 감소할 수 있음.

○ 이러한 기후변화에 대응하기 위하여 전라남도의 해양수산현황을 전반적으로 조사할 필요가 있음.

○ 따라서 아래에서는 전라남도의 어가 및 인구현황, 어촌계, 수협, 도서, 해안선 등 전남의 해양수산자원에 대해 조사하였음.

■ 어가현황

<표 5-5-13> 전라남도의 어가현황

구분	가구			인구		
	어가수 (천호)	총가구 (천가구)	비율 (%)	어가수 (천호)	총가구 (천가구)	비율 (%)
전국	66	19,865	0.3	171	50,516	0.3
전남	22	799	2.7	55	1,918	2.9
비율	33	4.0	-	32.1	3.8	-

어업인구 비율순위 ① 전남 32.1% ② 경남 16.9% ③ 충남 15.9%
′00년 27천가구 80천명 → ′10년 22천가구(△18.5%) 55천명 (△31%)
성별 인구수 : 남 22,699명(50.4%) 여 22,276명(49.6%)

출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011

<표 5-5-14> 연령별 어가인구(명)

구분	계	~14	15~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	65~	70~
전국	183,710 (100%)	17,695 (9.6%)	6,689 (3.6%)	11,873 (6.5%)	13,109 (7.1%)	24,548 (13.4%)	43,373 (23.6%)	39,357 (21.4%)	45,609 (24.8%)	27,116 (14.8%)
전남	58,843 (100%)	5,895 (10.0%)	1,794 (3.0%)	2,822 (4.8%)	3,699 (6.3%)	8,609 (14.6%)	14,155 (24.1%)	13,455 (22.9%)	14,747 (25.1%)	8,415 (14.3%)

출처 : 통계청, 2010년말 기준

<표 5-5-15> 양식방법에 따른 어가현황(호)

구분	계	해상가두리	육상수조식	축제식
전국	2,414 (100%)	1,743 (72.2%)	624 (25.8%)	47 (1.9%)
전남	1,036 (100%)	793 (76.5%)	234 (22.6%)	9 (0.9%)

출처 : 통계청, 2010년말 기준

○ 수협은 20개 조합(지구별 14개, 업종별 6개), 어촌계는 852개(전국의 43%)

○ 업종별 6개는 근해유망, 전남정치망, 3·4구 잠수기, 서남해수어류양식, 서부해수어류양식, 양만수협

<표 5-5-16> 수산업협동조합 및 어촌계

구분	조합		어촌계	
	개소	조합원	어촌계수(비법인)	어촌계원수
전남	20	50,772	852	57,512
전국	91	158,705	1,993	150,174
대비(%)	22.0	32.0	42.7	38.3

출처 : 수산업협동조합 중앙회 2010년 말 기준

■ 도서 및 해안선 현황

○ 전라남도의 섬은 전국의 65%, 갯벌은 42%, 그리고 해안선은 46%를 보유.

○ 과거에 비교하여 해안선은 짧아지고 갯벌은 면적이 줄어들었으나, 이것은 기후적인 요인보다는 개발에 의한 원인임.

<표 5-5-17> 도서 및 갯벌 면적

구분	면적(㎢)	비고
- 도서	1,867	전남육지의 15%
· 유인도	1,828	
· 무인도	39	
- 갯벌	1,036.9	전국 2,489.4㎢의 42%

출처 : 도정 주요통계, 전라남도, 2012

<표 5-5-18> 전라남도 도서 현황(2010년 기준)

구분	도서수(개)			해안선 (㎞)
	계	유인도	무인도	
전남	2,219	296	1,923	6,475
전국	3,409	487	2,922	14,045
대비(%)	65.1	60.8	65.8	46.1

출처 : 도정 주요통계, 전라남도, 2012

<표 5-5-19> 전라남도 시·군별 도서 면적 (단위 : ㎢)

시군	2005	2006	2007	2008	2009
전체	1,755.49	1,804.08	1,804.1	1,804.1	1,804.1
목포	9.59	10.16	10.2	10.2	10.2
여수	178.03	184.1	184.1	184.1	184.1
순천	22.85	22.86	22.9	22.9	22.9
광양	129.1	132.49	132.5	132.5	132.5
고흥	3.19	3.51	3.5	3.5	3.5
보성	0.84	0.91	0.9	0.9	0.9
장흥	0.29	0.42	0.4	0.4	0.4
강진	2.39	4.43	4.4	4.4	4.4
해남	0	0.01	0	0	0
영암	0.56	1.05	1.1	1.1	1.1
영광	10.57	13.27	13.3	13.3	13.3
완도	396.47	399.65	399.7	399.7	399.7
진도	426.39	435.09	435.1	435.1	435.1
신안	575.22	596.12	596.1	596.1	596.1

출처 : 전남도청 통계정보(http://www.jeonnam.go.kr)

<표 5-5-20> 전라남도 시·군별 해안선 길이 (단위 : ㎞)

구분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
전체	6,417.6	6,359.0	6,359.0	6,032.3	6,032.3	6,091.8
목포시	71.4	71.4	71.4	79.6	79.6	79.9
여수시	905.9	905.9	905.9	822.5	822.5	879.0
순천시	40.5	40.5	40.5	33.4	33.4	39.8
광양시	63.2	63.2	63.2	132.9	132.9	69.1
고흥	1,057.0	1,057.0	1,057.0	652.9	652.9	704.8
보성	89.8	89.8	89.8	98.8	98.8	107.0
장흥	123.7	124.0	124.0	105.0	105.0	105.0
강진	73.6	75.0	75.0	81.6	81.6	81.6
해남	302.4	302.4	302.4	309.0	309.0	308.7
영암	15.2	21.5	21.5	22.5	22.5	22.8
무안	220.3	231.8	231.8	233.1	233.1	233.1
함평	20.6	20.6	20.6	25.7	25.7	25.7
영광	199.2	199.2	199.2	222.3	222.3	222.3
완도	837.8	839.4	839.4	853.0	853.0	853.0
진도	662.3	583.1	583.1	603.0	603.0	603.0
신안	1,734.7	1,734.2	1,734.2	1,757.2	1,757.2	1,757.0

출처 : 국가통계포털(http://kosis.kr)

■ 어항 현황

○ 전라남도에는 지정항만 14개소를 포함하여 지방어항 91개소(전국 284개소의 32%) 등 많은 항만과 어항을 보유하고 있음.

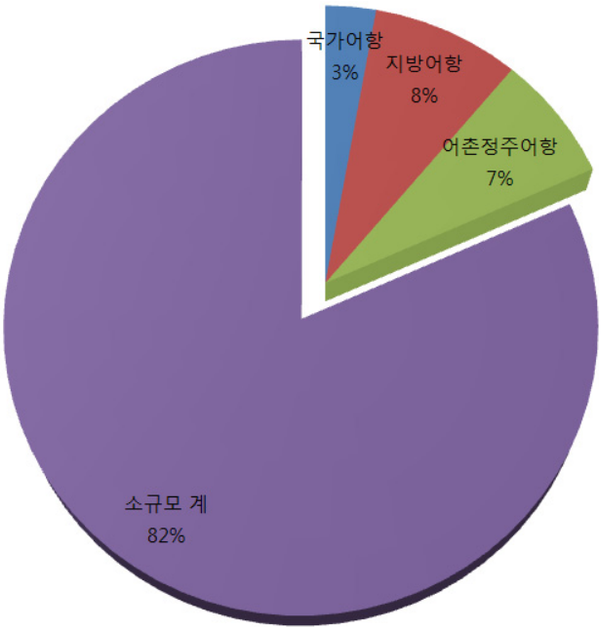
- 지정항만 : 무역항 4개소, 연안항 10개소

<표 5-5-21> 전라남도 어항 현황

항 종	전국	전남	전국비	관리주체
계	968	203	20.7%	
국가어항	110	31	28.2%	농식품부
지방어항	284	91	32.0%	도지사
어촌정주어항	574	81	14.1%	시장·군수

소규모 항포구 : 892개소(육지 272, 도서 620)

출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011



<그림 5-5-22> 전라남도 어항현황

<표 5-5-22> 전라남도 지정항만 현황

구분		지역	비고
무역항(4개소)	국가관리항(3개)	광양, 여수, 목포	전국 14개항
	지방관리항(1개)	완도	전국 16개항
연안항(10개소)	거문도, 녹동, 나로도, 신마, 팽목, 홍도, 대흑산도, 화흥포, 갈두, 송공		전국 25개항

출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011

■ 갯벌 현황

○ 전라남도 갯벌면적은 1,036.9㎢로서 전국 대비 41.7%를 보유하고 있으며, 연안습지의 습지보호구역 또한 전국 12개소 중에 5개소로 면적 대비 41.6%를 점유하고 있음.

○ 특히 순천만 습지보호지역은 전국적으로 가장 높은 인지도를 보유하고 있음.

<표 5-5-23> 갯벌현황

시·도	면적(㎢)	비율(%)	비고
전국	2,489.4	100	서해 : 2,080.0㎢ (전체 갯벌의 83.6%) 남해 : 449.4㎢ (전체 갯벌의 16.4%)
경기	872.7	35.1	
충남	358.8	14.4	
전북	117.7	4.7	
전남	1,036.9	41.7	
경남	103.3	4.1	
북한	2,670	-	

북한지역 : 우리나라 해양 조사연혁(1945년 이전 자료)

출처 : 국토해양부, 2010년 말 기준

<표 5-5-24> 우리나라 습지보호구역 지정 현황

시・도	면적(㎢)	비율(%)	비고
전국	218.95	100.00	12개소
전남	113.04	61.63	5개소
인천	74.51	34.03	2개소
전북	15.3	6.99	2개소
경기	0.7	0.32	1개소
충남	15.3	6.99	1개소
경남	0.1	0.05	1개소

출처 : 해양항만과, 2012년 4월 기준

<표 5-5-25> 전라남도 습지보호구역 현황

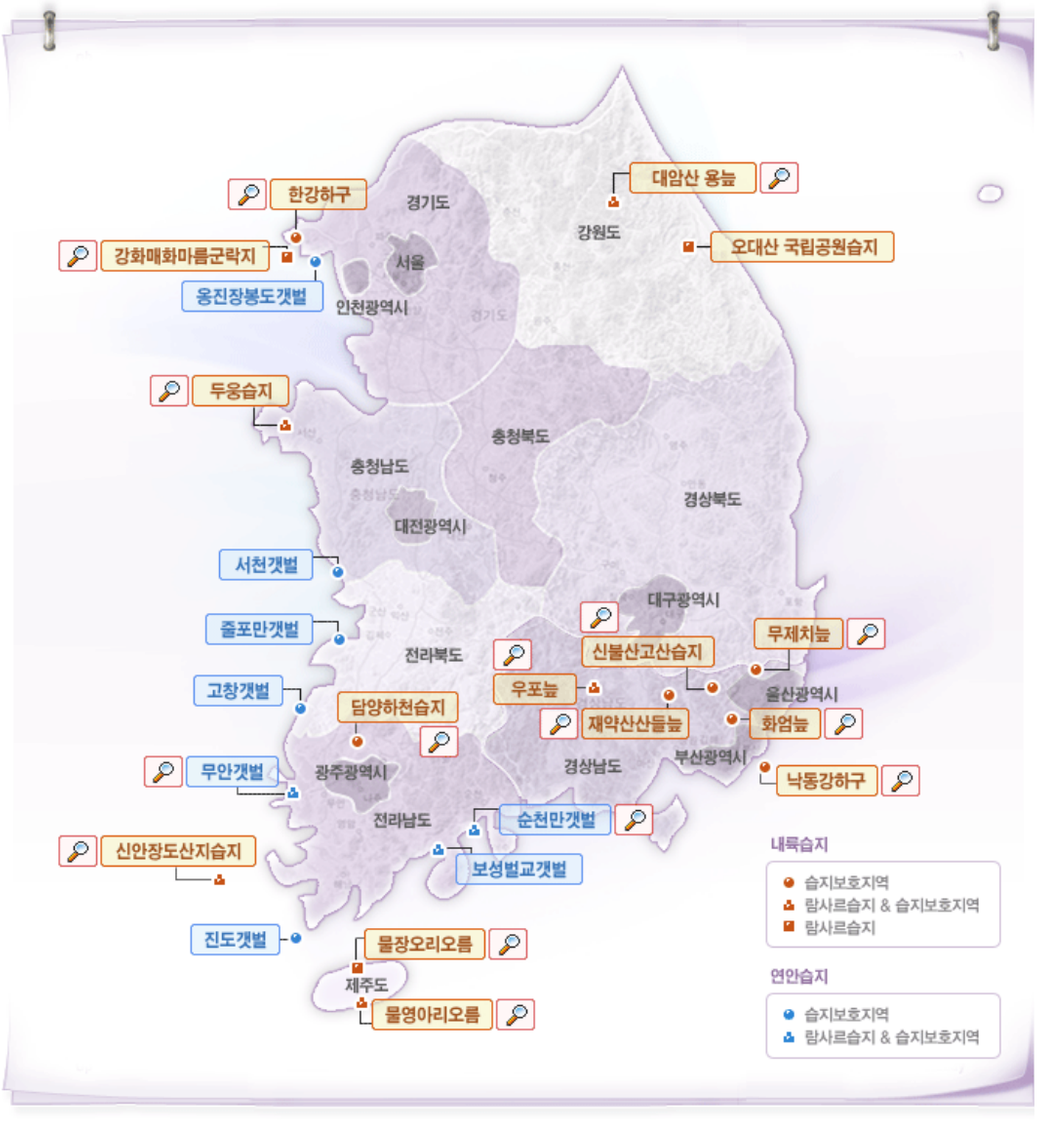
시·군	위치	면적(㎢)	지정일자
계	5개소	113.04	
순천	별양·해룡면, 도사동	28	'03.12.31
보성(벌교)	호동·자양·영등·장암·대포리	10.3	'03.12.31
무안	해제·현경면	42	'01.12.28
진도	군내·고군면	1.44	'02.12.28
신안	증도면	31.3	'10. 1.29

출처 : 전라남도 해양항만과, 2010년 말 기준

<표 5-5-26> 전라남도의 시군별 갯벌 현황

구분	면적(㎢)	비율(%)	구분	면적(㎢)	비율(%)
계	1,036.9	100	강진군	26.2	2.53
목포시	6.9	0.67	해남군	63.5	6.12
여수시	28.8	2.78	무안군	148.6	14.33
순천시	25.9	2.50	함평군	18.8	1.81
광양시	15.8	1.52	영광군	144.7	13.96
고흥군	86.3	8.32	완도군	40.3	3.89
보성군	38	3.62	진도군	25.6	2.47
장흥군	24.9	2.40	신안군	343.1	33.09

출처 : 국토해양부, 2010년 말 기준



<그림 5-5-23> 전국의 습지보호구역지정 현황

출처 : 국가 습지사업센터(http://www.wetland.go.kr)

■ 수산업 면허현황

○ 전라남도 어장개발은 총 6,690건에 152,573ha로 전국 262,000ha의 57.7%를 차지.

○ 양식어업은 5,278건에 96,000ha로 전국 140,000ha의 69%를 차지할 정도로 압도적으로 많은 건수를 보유.

○ 어업형태에 따른 면허건수는 2010년 12월 현재 총 6,690건임(마을어업 1,366건, 양식어업 5,278건, 정치어업 46건).

<표 5-5-27> 전라남도의 어업형태별 면허건수 및 면적

구분	건수(건)	면적(ha)	비율
계	6,690	152,573	100%
마을어업	1,366	55,519	36.4%
양식어업	5,278	96,371	63.2%
정치어업	46	683	0.4%

출처 : 전라남도 수산자원과, 2010년 말 현황

<표 5-5-28> 전라남도 양식어업 현황

구분	건수(건)	면적(ha)	비율
계	5,278	96,372	100%
패류	2,791	26,410	27.4%
해조류	2,262	68,947	71.5%
어류,기타	225	1,015	1.1%

출처 : 전라남도 수산자원과, 2010년 말 현황

<표 5-5-29> 어장 소유별 현황

구분	건수(건)	비율(%)
계	6,690	100
어촌계	4,580	68.5
수협	1,111	16.6
협업개인	946	14.1
영어법인	53	0.8

출처 : 전라남도 수산자원과, 2010년 말 현황

<표 5-5-30> 전라남도 해상종묘생산 허가 현황

구분		2010년 말		2009년 말	
		건수(건)	면적(ha)	건수(건)	면적(ha)
계		396	1,132.90	384	1,144.10
해상종묘 생산허가	피조개	7	15.30	10	59.20
	새고막	151	488.95	136	456.25
	굴	32	72.60	32	72.60
	가리비	1	1.90	1	1.90
	기타	205	554.15	205	554.15

출처 : 전라남도 수산자원과, 2010년 말 현황

<표 5-5-31> 연안어업 허가 현황

구분	계	연안어업	신고어업	구획어업
전남	51,694	13,938	34,154	3,602
전국	191,951	58,091	127,320	6,540
비율	26.9%	24.0%	26.8%	55.1%

출처 : 전라남도, 2010년 말 현황

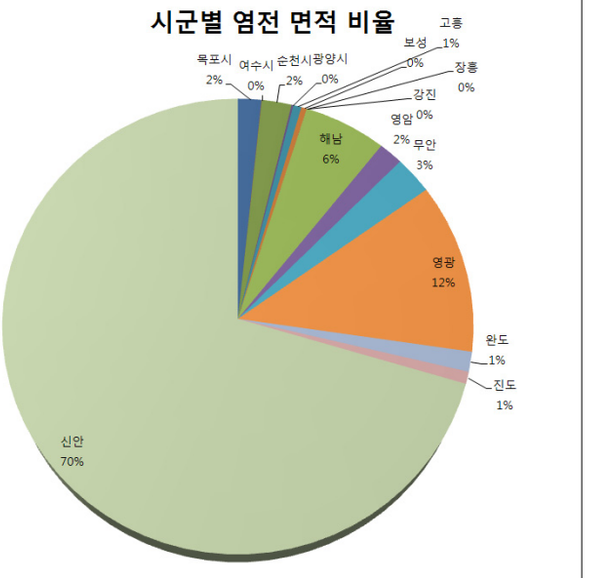
<표 5-5-32> 시·군별 어류양식 현황

시군	계		가두리	
	건수(건)	면적(ha)	건수(건)	면적(ha)
계	440	823.14	155	537.00
여수	68	198.06	62	197.00
고흥	37	41.48	7	23.00
보성	1	9.00	-	-
장흥	16	6.20	-	-
강진	1	0.59	-	-
해남	12	3.40	-	-
무안	16	107.16	1	1.00
함평	3	4.10	2	4.00
영광	9	4.84	-	-
완도	205	222.30	47	164.00
진도	21	12.81	2	5.00
신안	51	213.20	34	143.00

출처 : 전라남도 수산자원과, 2010년 말 현황

<표 5-5-33> 시·군별 염전면적 (단위 : ㎡)

구분	2011년
전체	102,194,056
목포시	53,391,931
여수시	885,787
순천시	10,562
광양시	1,134,963
고흥군	69,182
보성군	309,881
장흥군	208,348
강진군	93
해남군	1,233
영암군	3,141,713
무안군	922,300
영광군	1,455,976
완도군	6,396,722
진도군	748,478
신안군	343,659



출처 : 국토 해양통계누리(http://stat.mltm.go.kr)

■ 수산물 생산동향

○ 2010년 수산물 생산실적은 1,028천 톤에 17,449억 원으로 2009년과 비교하여 약 10% 정도 생산량과 금액이 증가한 것임.

○ 특히 전남의 수산물시장에서 괄목할 만한 성장을 보이고 있는 것은 전복인데, 2003년 이후 매년 약 두 배씩 시장규모가 커지고 있으며, 2010년에는 약 8,000톤이 생산되어 생산지 기준 3,000억 규모의 시장으로 성장하였음.

<표 5-5-34> 우리나라 수산물 생산 현황

구분	2009년		2010년		전년비(%)	
	수량(천톤)	금액(억원)	수량(천톤)	금액(억원)	수량(천톤)	금액(억원)
전남	985	15,842	1,028	17,449	43	1,607
전국	3,175	69,242	3,126	74,137	△49	4,895
전국비	31%	23%	33%	24%	2%	–

출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011

<표 5-5-35> 우리나라 품종별 수산물 생산현황

품명	생산량(MT)		전국대비 전남비율 (각 1위)
	전국	전남	
가오리류	6,095	1,000	16%
강달이류	5,003	2,606	52%
민어	22,286	2,023	9%
병어류	8,874	3,426	39%
상어류	1,903	264	14%
서대류	3,117	741	24%
양태	2,216	1,261	57%
참조기	31,943	20,545	64%
갯장어	1,358	1,006	74%
닭새우	1,093	1,086	99%
젓새우	18,861	15,860	84%
중하	659	463	70%
전복류	6,437	6,350	99%
꼬막류	5,154	3,821	74%
낙지	7,036	4,495	64%
톳	23,575	21,702	92%
김	231,850	154,197	67%
청각	1,845	1,547	84%
파래	4,912	4,190	85%
뱀장어	8,021	4,827	60%

출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011

○ 전라남도 해조류 생산은 진도, 완도, 해남을 중심으로 타 지역보다 압도적으로 많이 생산되고 있으며, 이는 해조류가 잘 서식할 수 있는 냉수대라는 천혜조건을 가지고 있기 때문임.

- 또한 해조류(미역, 다시마)는 전복의 먹이로 사용되고 있기 때문에 해조류산업이 뒷받침되지 않고서는 전복산업도 발전할 수 없음.

○ 현재 김과 미역만으로 전국 생산량의 80%를 담당하고 있지만, 금액은 약 2,000억 원에 불과하여 기대에 미치지 못하고 있는데, 이는 미역과 다시마가 전복의 먹이로 사용되고 있기 때문임.

<표 5-5-36> 전라남도 김·미역 양식 및 생산현황

구분		어가수 (가구)	어장		시설량	생산실적	
			건수(건)	면적(ha)		수량 (천속)	금액 (억원)
김	전국	7,193	938	57,121	651,000	231,850	2,247
	전남	3,423	742	45,831	538,393	154,197	1,634
	대비(%)	48%	79%	80%	83%	67%	73%
미역	전국	4,459	446	5,394	150,214	408,392	723
	전남	3,432	270	4,282	138,417	365,379	462
	대비(%)	77%	61%	79%	92%	89%	64%

출처 : 전라남도 수산자원과, 2010년 말 현황

■ 전복산업 현황

○ 완도에는 2010년 말 현재 약 47만 칸의 가두리양식장이 존재하며 이들 시설물은 약 5,000억 원 정도가 투자된 것으로 추정됨.

- 가두리 한 칸에는 약 100만 원 정도(최대 5,000개체, 평균 3,500개체)의 치패를 입식하고, 치패가 성장하면서 그 가치는 급격히 상승함.

○ 보통 2, 3년간 양성 후 시중에 판매하게 되는데, 47만 칸의 가두리 안에 들어 있는 생물의 가격은 최소한 1조 5,000억 원 정도로 추산됨.

○ 현재 전복 해상가두리의 시설투자 및 생물 가치는 완도에서만 약 2조원 정도인 것으로 추정됨.

- 최근 여름철에 집단폐사 문제가 발생하고 있는데, 그 문제는 2011년도부터 농수산식품부에서 대응책을 마련하고 있음.

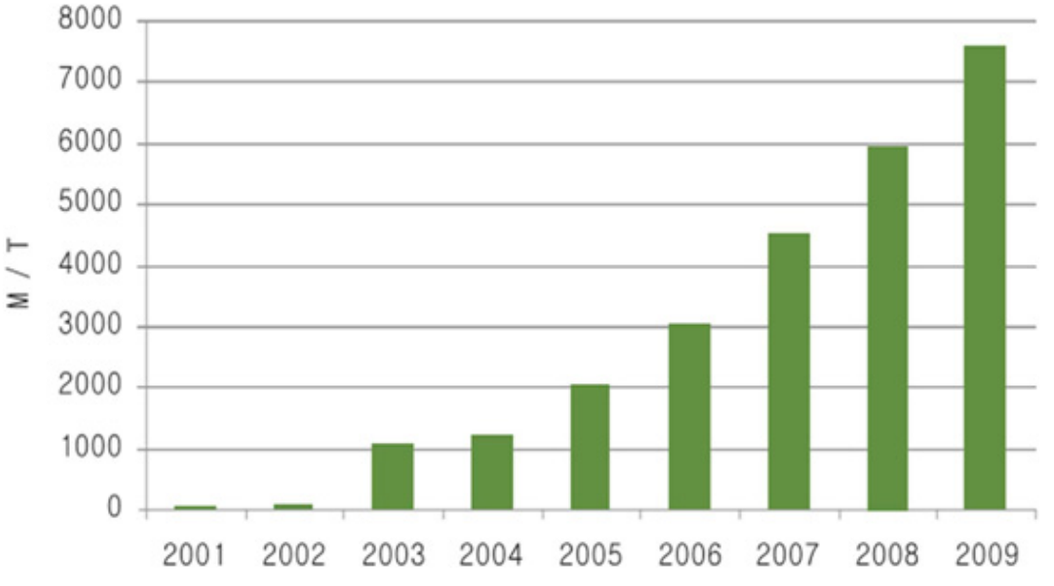
○ 기후변화에 따라 해조류의 생산량변화가 발생하면 전복산업이 큰 타격을 받게 된다는 것이 문제임.

- 해조류는 수온이 1℃만 상승하여도 큰 피해를 입을 수 있는 수산물이므로 이에 따른 대책도 수립되어야 하며, 전복산업과도 연계하여야 함.

○ 전남의 전복산업은 2012년 현재 2조원이 넘게 투자된 상태로 외부요인(자연환경 포함)에 의해서도 큰 영향을 받지 않도록 집중적인 관리가 필요함.



<그림 5-5-24> 완도의 전복 가두리 양식장



<그림 5-5-25> 우리나라의 전복생산량의 변화

■ 천일염

○ 천일염은 1963년 염전관리법에 의해 45년간 광물로 분류되었으나, 2008년부터 식품위생법상 식품으로 인정받게 되었음.

○ 전남의 천일염 허가면적은 2009년 12월 현재 5,363ha로 전국의 약 70%를 보유하고 있으며, 생산량은 전국의 약 80%를 차지하고 있음.

- 최근 전남 천일염의 품질이 프랑스의 게랑드 천일염과 비교하여도 큰 손색이 없는 것으로 조사되어, 전남의 천일염산업은 향후 발전 가능성이 높은 것으로 전망되고 있음.

○ 그러나 기후변화에 따라 강수량의 증가가 예측되고 있으며, 일조시간도 짧아지고 있는 추세이므로 이러한 결과가 천일염생산에 차질을 줄 수 있을 것으로 생각됨.

<표 5-5-37> 천일염 생산현황

구분	면적(ha)			업체수(개소)		′10생산량 (톤)	매출액 (억원)
	허가	가동	휴업	허가	생산		
전국	4,649	3,778	871	1,268	1,104	222,448	756
전남	3,330	3,007	323	1,134	1,000	192,608	655
점유	72%	80%	37%	89%	91%	87%	87%

출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011

<표 5-5-38> 시·군별 천일염 생산현황

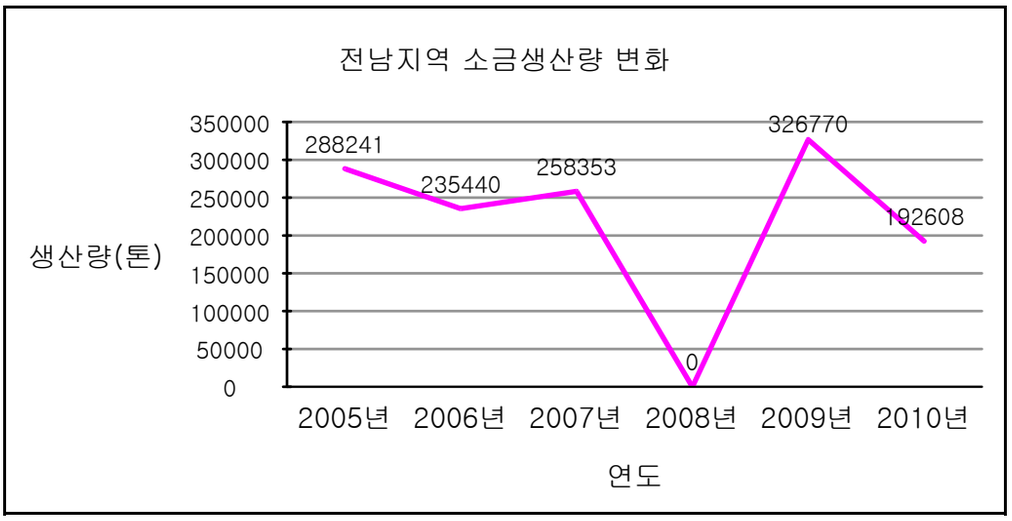
구분		면적(ha)			업체수(개소)		′10생산량 (톤)	′09생산량 (톤)
		허가	가동	휴업	허가	생산		
계		3,330	3,007	323	1,134	1,000	192,608	326,770
신안군		2,407	2,181	226	918	818	139,562	235,420
점유	전국	52%	58%	26%	72%	74%	63%	62%
	전남	72%	73%	70%	81%	82%	72%	72%
목포시		52	38	14	13	6	2,380	3,930
무안군		80	78	2	28	27	4,833	7,820
진도군		9	0	9	4	0	0	0
완도군		30	6	24	10	3	209	380
해남군		144	131	13	29	25	8,256	14,000
영광군		581	568	13	124	119	37,192	64,900
보성군		27	5	22	8	2	176	320

출처 : 전라남도 수산자원과, 2010년 말 현황

<표 5-5-39> 소금생산량 변화(2005년~2010년) (단위 : 톤)

구분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
전국	334,000	285,568	296,103	-	-	222,448
전남	288,241	235,440	258,353	-	326,770	192,608

출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011,
신안군홈페이지 전국염전현황 (http://www.shinan.go.kr/sub.php?pid=SA04050200)



<그림 5-5-26> 전라남도 소금생산량 변화(2005~2010년)

※ 2008년도 소금생산량 자료 없음.

<표 5-5-40> 전남지역 염전면적 변화

구분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
면적(㎡)	54,721,346	54,313,321	54,147,154	53,960,516	53,633,060	53,633,060

출처 : 토지지목별현황, 국가통계포털(http://kosis.kr)
국토해양통계연보, 국토해양부, 2010,

<표 5-5-41> 단위면적당 소금생산량 변화

비고	2005년	2006년	2007년	2009년	2010년
염전면적(㎡)	54,721,346	54,313,321	54,147,154	53,633,060	53,633,060
소금생산(kg)	288,241,000	235,440,000	258,353,000	326,770,000	192,608,000
생산량/면적(kg/㎡)	5.3	4.3	4.8	6.1	3.6

출처 : 2008년 소금생산량에 대한 통계자료가 없어 고려 대상에서 제외
염전의 가동면적에 대한 자료 없어 염전면적으로만 계산

■ 주요 품목별 수출현황

<표 5-5-42> 전라남도 품목별 수산물 수출 현황(2010년 말)

구분	금액(천$)	비율(%)
계	105,019	100
김	8,168	7.8
미역	9,785	9.3
톳	26,849	25.6
전복	28,018	26.7
넙치	3,856	3.7
천일염	922	0.9

출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011

<표 5-5-43> 전라남도 소금 종류별 수입현황

구분	합계	암염	천일염	식염	순염화나트륨	해수 (기타)
수입량(천톤)	3,473	0.6	3,180	199	13	80
수입액(천$)	224,841	114	201,299	13,809	3,076	6,543
수입단가($/톤)	65	190	63	69	237	82

출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011

<표 5-5-44> 전라남도 국가별 소금 수입현황

구분	합계	호주	멕시코	중국	기타
수입량(천톤)	3,180	1,818	620	424	318
수입액(천$)	201,299	114,414	43,415	25,452	18,018
수입단가($/톤)	63	63	70	60	57

출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011

<표 5-5-45> 전라남도 소금 수출현황

2009 년도	물량(톤)	금액(천$)	국가별 금액(천$)				
			일본	미국	중국	캐나다	기타
	2,171	911	198	377	54	17	265
2010 년도	물량(톤)	금액(천$)	국가별 금액(천$)				
			일본	미국	중국	캐나다	기타
	2,683	1,111	130	431	15	58	477

2010년 기타 : 마샬군도(149), 필리핀(63), 독일(45) 등
출처 : 해양수산통계수첩, 전라남도, 2011

2) 취약성 평가

가) 취약성 평가를 위한 가중치 설정

■ 해조류

○ 전남지역에서는 미역, 김, 다시마, 톳 등 매우 다양한 종류의 해조류가 생산되고 있으며, 이들은 종류에 따라 다양한 기후노출에 의하여 다르게 반응함.

- 미역은 해수온도가 상승하고 강우가 빈번해지면 녹아서 없어지지만, 김은 강수가 있으면 영양분 공급으로 성장에 긍정적인 측면이 있음.

○ 따라서 기후변화에 따른 보다 정확한 취약성 평가를 하기 위해서는 각 품종별로 영향을 평가하여야 하지만, 현실적으로 불가능함.

- 또한 일조량, 강수량 및 해수온상승은 품종에 따라 상충되는 요소가 상당하여 정성적으로 평가할 수밖에 없음.

○ 대체로 해조류는 해수온도 상승에 매우 민감하여 해수온도가 지속적으로 상승할 경우 생산량 감소는 불가피한 것으로 판단됨.

세부 항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
해조류 양식의 취약성	기후노출	0.47	해수면 온도	0.4	해조류는 대체로 해수면온도가 상승함에 따라 생산량이 감소함.	
			일조시간	0.3		
			강수량	0.3		
	민감도	0.37	양식사육시설면적 (어가-해상가두리)	0.4	해조류의 양식사육시설 현황에 따라 기후 영향을 받는 민감도에 차이가 있음.	
			양식사육시설면적 (사업체-해상가두리)	0.4		
			양식 어가현황 (합계)	0.2		
	적응능력	0.16	재정자립도	0.2	재정자립도와 인구당 공무원 수는 적응도에 영향을 미침.	
			인구당 공무원 수	0.8		

※ 취약성 = (기후노출 + 민감도) - 적응능력

※ 값이 클수록 기후변화에 취약한 것임.

■ 천일염

○ 천일염은 해수온도가 상승하면 증발량이 증가할 것으로 예측됨.

○ 이에 반해 강수의 빈도수 증가, 일조량 감소 및 상대습도가 높아지면 증발량이 감소되어 천일염은 생산량이 감소할 수 있음.

○ 전남은 전국에서 가장 많은 염전면적을 보유하고 있고, 또 천일염을 역점사업으로 추진하고 있으므로, 본 사업이 향후 성공적으로 추진되기 위해서는 기후변화에 대응한 적절한 대책 마련이 필요한 것으로 사료됨.

세부 항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
천일염 생산의 취약성	기후노출	0.46	해수면 온도	0.2	천일염 생산: 일조시간과 강수량과의 상관관계가 가장 높고, 해수면 온도 및 상대습도의 영향을 받음	
			일조시간	0.3		
			강수량	0.3		
			상대습도	0.2		
	민감도	0.34	염전면적 (가동)	1.0	염전면적은 천일염생산량 민감도에 영향을 미치므로 가동면적에서만 생산을 하므로 허가면적이 아닌 가동면적을 변수로 함.	
	적응능력	0.20	재정자립도	0.2	재정자립도와 인구당 공무원 수는 적응도에 영향을 미침.	
			인구당 공무원 수	0.8		

■ 전복 가두리양식

○ 전복산업은 최근 전남에서 급성장하고 있는 분야로 해조류생산과 밀접하게 연관되어 있음.

○ 해조류는 기후변화에 따라 생산량의 감소가 불가피할 것으로 예상되므로 전복산업에도 연쇄적으로 영향을 미칠 것으로 판단됨.

○ 전복은 낮은 염분에 취약하므로 강수량이 증가할 경우 이로 인한 대량 폐사가 발생할 위험성이 있음.

○ 전복양식은 대부분 해상가두리 형태이므로 태풍 등에 의해 양식장이 파괴될 가능성이 더욱 높아졌음.

- 실제 2011년 태풍 무이파로 인하여 진도와 완도의 해상가두리 양식장이 큰 피해를 입은 사례가 있음.

- 이러한 피해는 향후에도 지속적으로 발생할 가능성이 있으며, 완도에서만 전복양식에 투자된 금액이 2조원 정도로 파악되므로 적절한 대책마련이 시급함.

세부 항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
전복 생산의 취약성	기후노출	0.45	해수면 온도	0.2	전복은 저염분에 매우 약하고, 전복의 먹이인 해조류, 특히 다시마는 고온에 취약하여 해조류의 기후 취약성은 전복의 생산에 영향을 미침.	
			일조시간	0.2		
			강수량	0.5		
			일최대풍속이 14㎧ 이상인 날의 횟수	0.1		
	민감도	0.34	전복류 양식면적	0.4	전복생산의 기후노출 영향은 전복류의 양식면적과 해조류 양식면적에 의해 영향을 받음.	
			해조류 양식면적	0.6		
	적응능력	0.20	재정자립도	0.2	재정자립도와 인구당 공무원수는 적응도에 영향을 미침.	
			인구당 공무원수	0.8		

■ 연근해어업

○ 연근해에서는 해수온도의 변화에 따라 어족자원이 점차 아열대성으로 변화할 것으로 예측되고 있음.

- 일부 참다랑어 같은 고가의 어종도 어획되면서 긍정적인 측면도 있지만, 어종이 변화함에 따라 어구나 어선의 구조 개선이 필요함.
- 또한 어획어종이 변화함에 따라 어획된 어획물을 가공하는 공장도 구조개선이 필요

○ 한편 폭풍일수 등은 과거에 비하여 증가하고 있으므로 조업일수에 영향을 미칠 가능성이 있고, 특히 전남은 5톤 미만의 작은 어선이 주류를 이루므로 그 영향이 더욱 클 것으로 예상됨.

세부 항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
연근해 어업의 취약성	기후노출	0.28	해수면 온도	0.3	연근해 어종은 해수온의 변화에 의해 변함. 연근해 어업은 태풍이나 폭풍에 의해 그 조업일수가 영향을 받음.	
			일최대풍속이 14㎧ 이상인 날의 횟수	0.7		
	민감도	0.33	어선현황(톤수)	0.4	연근해 조업은 어선의 크기에 의해서도 그 영향정도가 달라짐. 최근 해파리 서식에 따라서도 그 영향이 달라지고 있음.	
			어업 생산량	0.2		
			해파리 피해 발생횟수	0.4		
	적응능력	0.41	재정자립도	0.2	재정자립도와 인구당 공무원수는 적응도에 영향을 미침.	
			인구당 공무원 수	0.8		

■ 패류양식

○ 전남은 전국에서 가장 많은 갯벌을 보유하고 있지만 꼬막을 제외한 패류양식은 상대적으로 발달되어 있지 않음.

○ 해수온도의 상승과 함께 갯벌의 온도 또한 지속적으로 상승하고 있어, 패류양식의 경우도 꼬막과 같은 아열대성 종으로 변화할 것으로 예측되고 있음.

○ 한편 대기 중의 이산화탄소 농도가 증가함에 따라 해수가 산성화되고 있는데, 이는 패류의 치패형성에 있어 큰 문제가 될 것으로 예측됨.

- 실제로 고흥군과 보성군에서 주로 생산되던 꼬막의 치패가 몇 년 전부터 발생하지 않아 꼬막 양식장의 80%가 비어 있음.
- 해양연구원에서 해수산성화와 이매패 형성과의 상관관계의 연구결과에 따르면, pH가 7.8일 때 수정한 것은 이매패 D형 유생단계에서 더 이상 발달이 진행되지 않는 것으로 조사되었음.

○ 이에 반해 고흥군 과역면 노일리에서는 2년 전부터 바지락 치패가 대량으로 생산되는 것으로 보아 지역적으로 큰 차이가 있는 것으로 판단되며 향후 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단됨.

세부 항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
패류양식의 취약성	기후노출	0.32	해수면 온도	0.33	서식 가능한 패류의 종도 해수온도에 영향을 받음. 산성도는 패각형성에 영향을 미치므로 매우 중요한 기후요소라고 할 수 있음.	
			산성도(표층)	0.47		
			일최대풍속이 14㎧ 이상인 날의 횟수	0.20		
	민감도	0.25	패류천해양식면적	0.5	패류양식은 대체로 천해양식으로 이루어짐에 따라 면적 및 생산량에 따라 영향 정도가 달라질 수 있음.	
			어업 생산량 (천해양식)	0.5		
	적응능력	0.42	재정자립도	0.2	재정자립도와 인구당 공무원수는 적응도에 영향을 미침.	
			인구당 공무원 수	0.8		

■ **갯벌면적**

세부 항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치	세부항목과의 관계	참고 문헌
갯벌면적의 취약성	기후노출	0.33	해수면 상승률	0.3	해수면 상승에 의해 갯벌면적이 줄어들 수 있음. 갯벌면적은 기본적으로 조석의 차에 영향을 받음.	
			조석의 차	0.7		
	민감도	0.27	천해양식면적	0.5	갯벌면적이 줄어듦에 따라 발생하는 피해는 천해양식면적에 영향을 미칠 수 있음.	
			연안침식정도	0.5		
	적응능력	0.40	재정자립도	0.2	재정자립도와 인구당 공무원수는 적응도에 영향을 미침.	
			인구당 공무원 수	0.8		

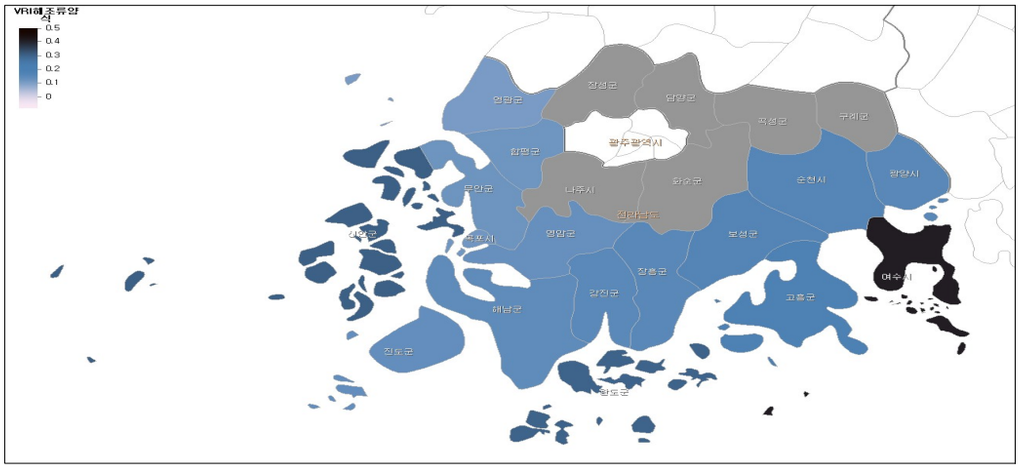
나) CCGIS를 이용한 취약성 평가 결과

■ 해조류양식에 대한 취약성 평가

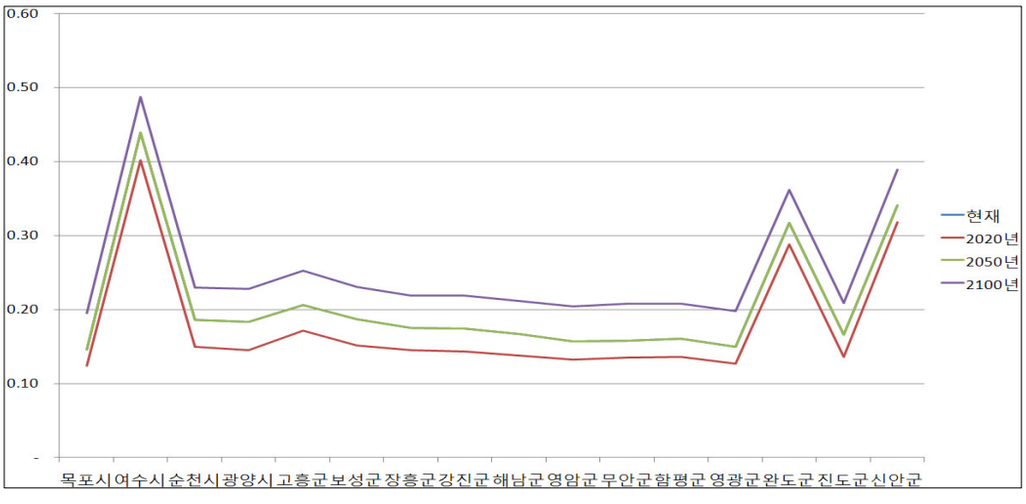
○ 해조류양식에 있어서 기후변화에 상대적으로 가장 취약한 지역은 여수시이며, 그 뒤를 이어 신안군과 완도군이 상대적으로 취약함.

○ 이는 여수시의 기후변화 민감도가 전남의 다른 지역에 비해 매우 높고 기후영향의 정도도 크게 나타났기 때문이며, 그 외 기후노출이나 적응능력에서는 16개 시·군 사이에 큰 차이는 없었음.

○ A1B 시나리오를 통한 해조류양식의 취약성은 점진적으로 그 취약성이 커지는 경향이 나타나고 있어 기후변화에 대한 장기적인 대책이 필요함.



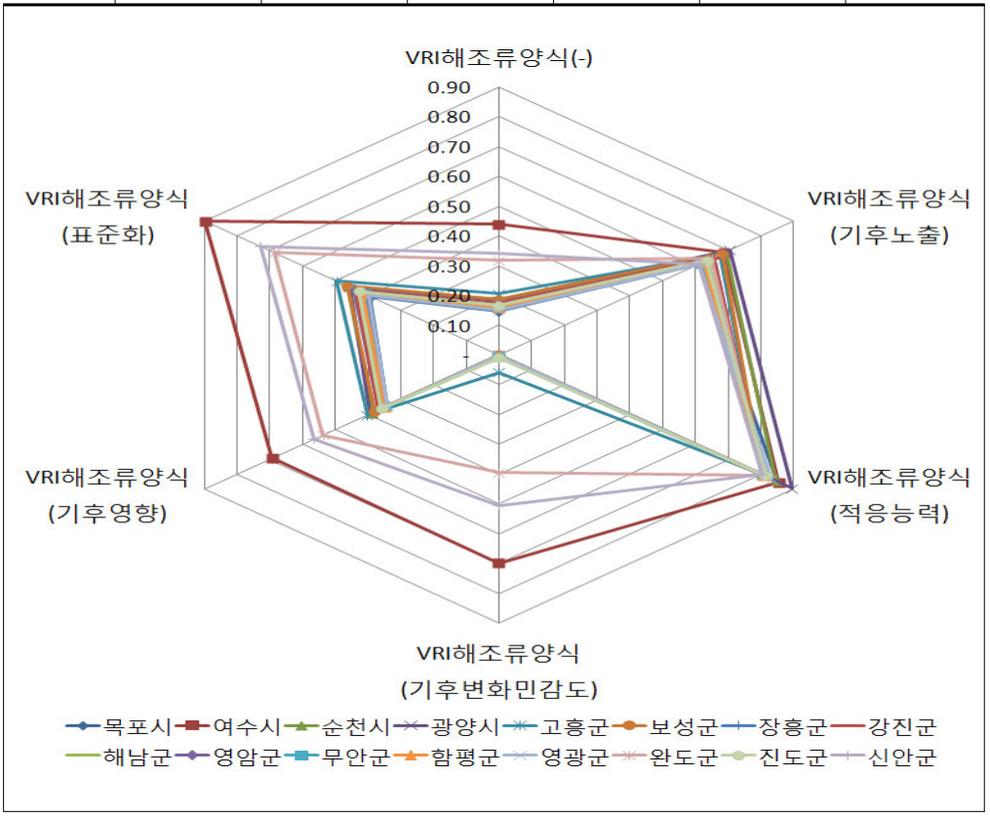
<그림 5-5-27> 전남지역 해조류양식의 취약성 평가 결과



<그림 5-5-28> 전남지역 해조류양식의 취약성 변화(A1B)

<표 5-5-46> 전남지역 해조류양식 취약성평가 결과(2012년 현재)

시군	취약성 지수	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포	0.15	0.61	0.85	-	0.34	0.39
여수	0.44	0.69	0.85	0.70	0.69	0.90
순천	0.19	0.69	0.85	0.00	0.39	0.46
광양	0.18	0.71	0.89	-	0.39	0.46
고흥	0.21	0.68	0.80	0.06	0.40	0.50
보성	0.19	0.68	0.80	-	0.38	0.46
장흥	0.18	0.66	0.81	0.00	0.37	0.44
강진	0.17	0.65	0.80	0.00	0.37	0.44
해남	0.17	0.64	0.81	0.01	0.36	0.43
영암	0.16	0.62	0.81	-	0.35	0.41
무안	0.16	0.62	0.81	0.01	0.35	0.41
함평	0.16	0.63	0.81	-	0.35	0.42
영광	0.15	0.61	0.83	0.00	0.34	0.40
완도	0.32	0.65	0.81	0.39	0.54	0.69
진도	0.17	0.63	0.81	0.01	0.36	0.43
신안	0.34	0.61	0.80	0.51	0.57	0.73

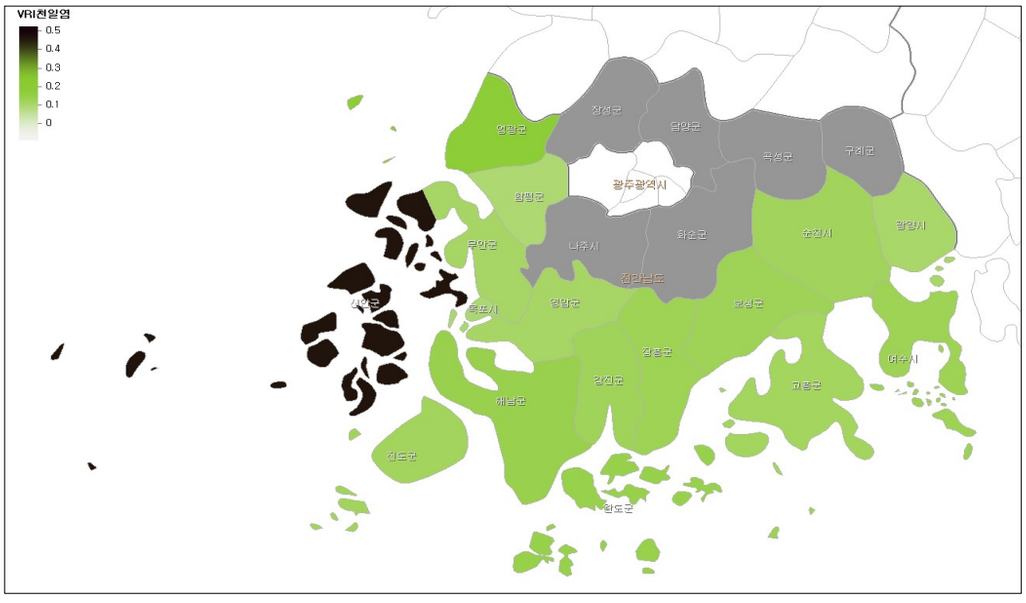


■ 천일염에 대한 취약성 평가

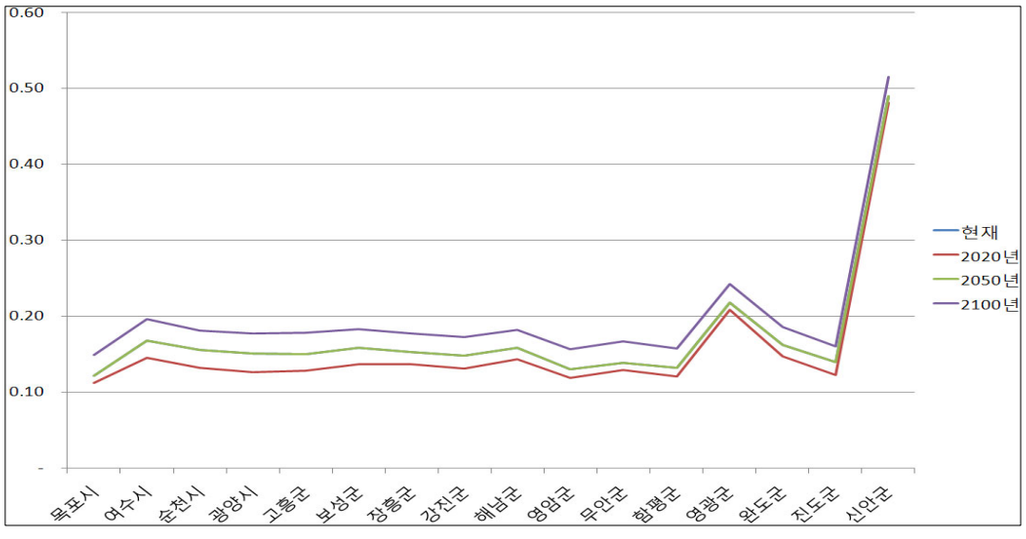
○ 천일염 생산의 취약성 평가 결과 신안군의 취약성이 다른 시·군에 비교하여 상대적으로 높게 나타나고 있음.

○ 이와 같은 이유는 신안군에 천일염을 생산할 수 있는 염전면적이 압도적으로 많은 면적을 가지고 있기 때문임.

○ 천일염 생산의 취약성 역시 A1B 시나리오를 통해 예측한 결과, 온도상승에 따라 점점 취약해지는 경향이 나타남.



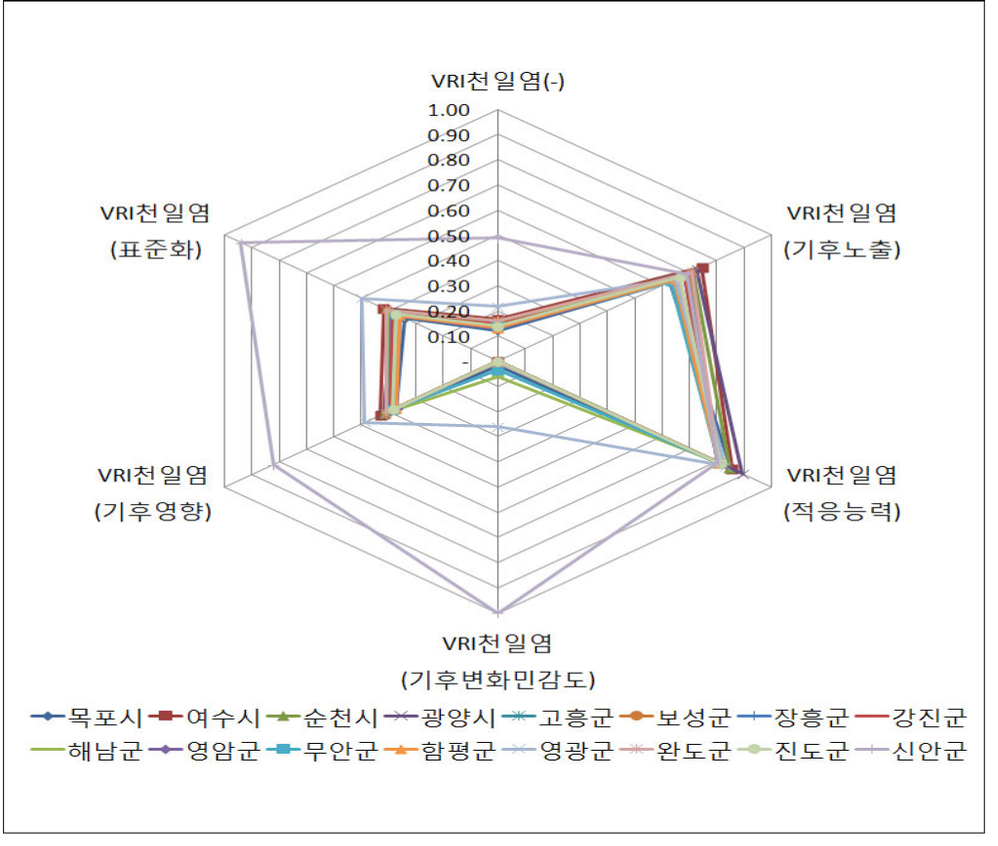
<그림 5-5-29> 전남지역 천일염생산 취약성평가 결과



<그림 5-5-30> 전남지역 천일염생산 취약성 변화(A1B)

<표 5-5-47> 전남지역 천일염 생산 취약성평가 결과(2012년현재)

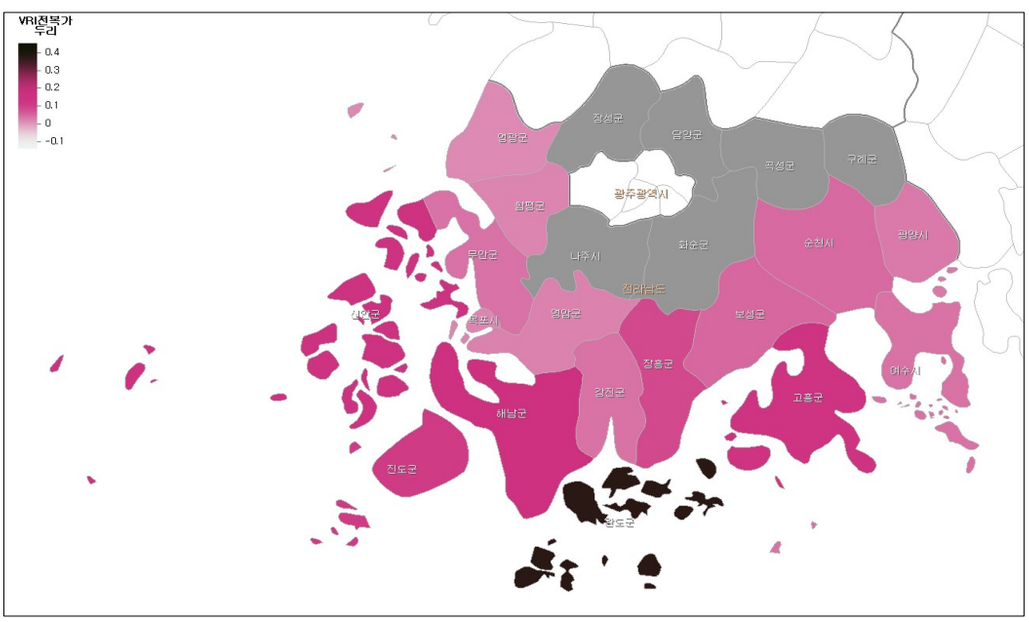
시군	취약성 지수	기후노출	적응능력	기후변화 민감도	기후영향	표준화
목포	0.12	0.63	0.85	0.02	0.37	0.34
여수	0.17	0.74	0.85	-	0.43	0.42
순천	0.16	0.72	0.85	-	0.41	0.40
광양	0.15	0.73	0.89	-	0.42	0.39
고흥	0.15	0.68	0.80	-	0.39	0.39
보성	0.16	0.70	0.80	0.00	0.40	0.40
장흥	0.15	0.69	0.81	-	0.40	0.39
강진	0.15	0.68	0.80	-	0.39	0.39
해남	0.16	0.66	0.81	0.06	0.41	0.40
영암	0.13	0.64	0.81	-	0.37	0.36
무안	0.14	0.63	0.81	0.04	0.38	0.37
함평	0.13	0.65	0.81	-	0.37	0.36
영광	0.22	0.65	0.83	0.26	0.49	0.50
완도	0.16	0.71	0.81	0.00	0.41	0.41
진도	0.14	0.67	0.81	-	0.38	0.37
신안	0.49	0.69	0.80	1.00	0.82	0.94



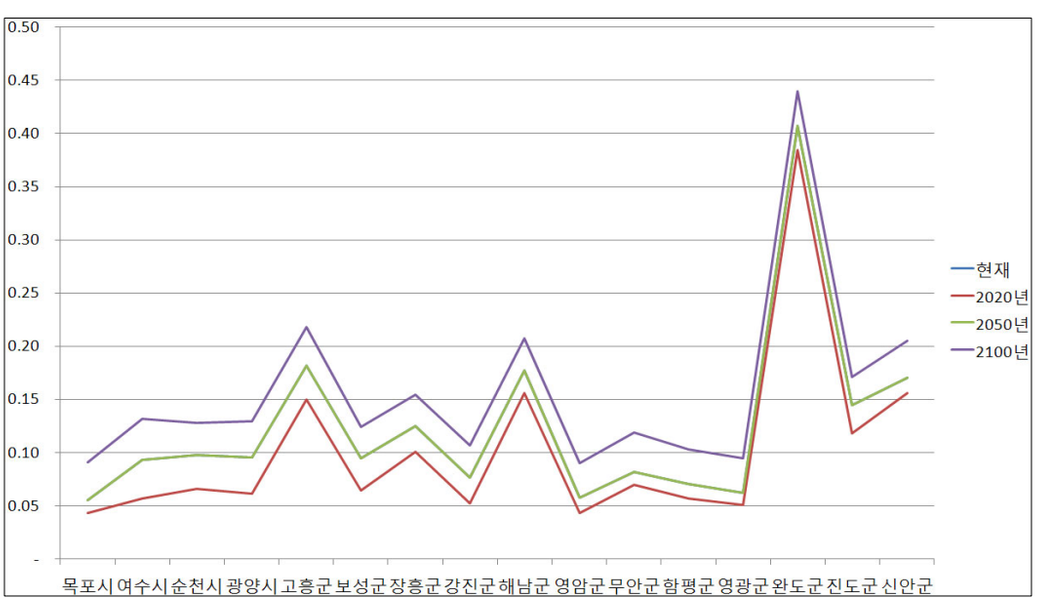
■ 전복 가두리양식에 대한 취약성 평가

○ 전복 가두리양식의 취약성평가 결과 완도군의 취약성이 압도적으로 높게 나타났으며, 이는 천일염생산에서 신안군의 경우와 마찬가지로 완도군에서 전복 가두리양식을 가장 많이 하고 있기 때문임.

○ 전복 가두리양식 취약성도 2020, 2050 그리고 2100년으로 갈수록 점점 높아지는 경향을 나타냄.



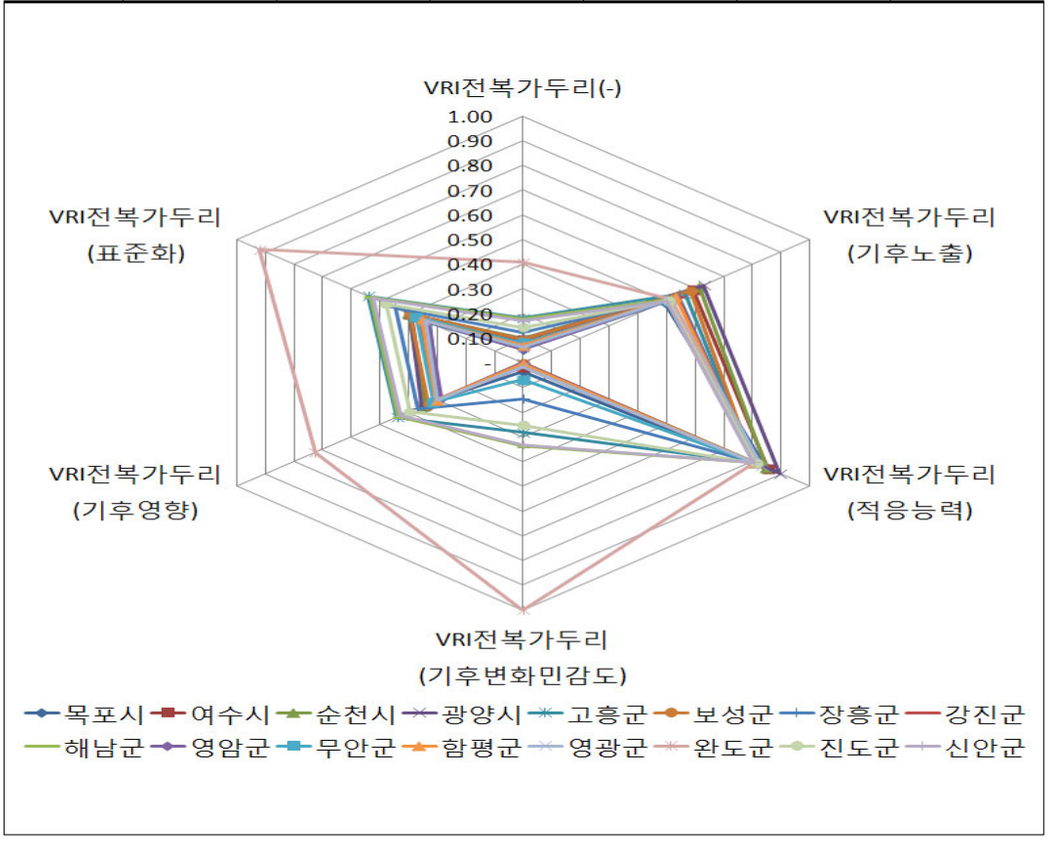
<그림 5-5-31> 전남지역 전복 가두리양식 취약성평가 결과



<그림 5-5-32> 전남지역 전복 가두리양식 취약성 변화(A1B)

<표 5-5-48> 전남지역 전복가두리양식 취약성평가 결과(2012년 현재)

시군	취약성 지수	기후노출	적응능력	기후변화 민감도	기후영향	표준화
목포	0.06	0.49	0.85	0.03	0.29	0.33
여수	0.09	0.59	0.85	0.02	0.34	0.39
순천	0.10	0.61	0.85	-	0.35	0.40
광양	0.10	0.63	0.89	-	0.36	0.40
고흥	0.18	0.56	0.80	0.28	0.44	0.54
보성	0.10	0.59	0.80	-	0.33	0.40
장흥	0.13	0.54	0.81	0.14	0.37	0.45
강진	0.08	0.54	0.80	0.01	0.31	0.36
해남	0.18	0.51	0.81	0.34	0.44	0.53
영암	0.06	0.51	0.81	-	0.29	0.33
무안	0.08	0.51	0.81	0.07	0.32	0.37
함평	0.07	0.53	0.81	0.00	0.30	0.35
영광	0.06	0.52	0.83	0.01	0.30	0.34
완도	0.41	0.52	0.81	1.00	0.73	0.92
진도	0.14	0.51	0.81	0.25	0.40	0.48
신안	0.17	0.50	0.80	0.33	0.43	0.52

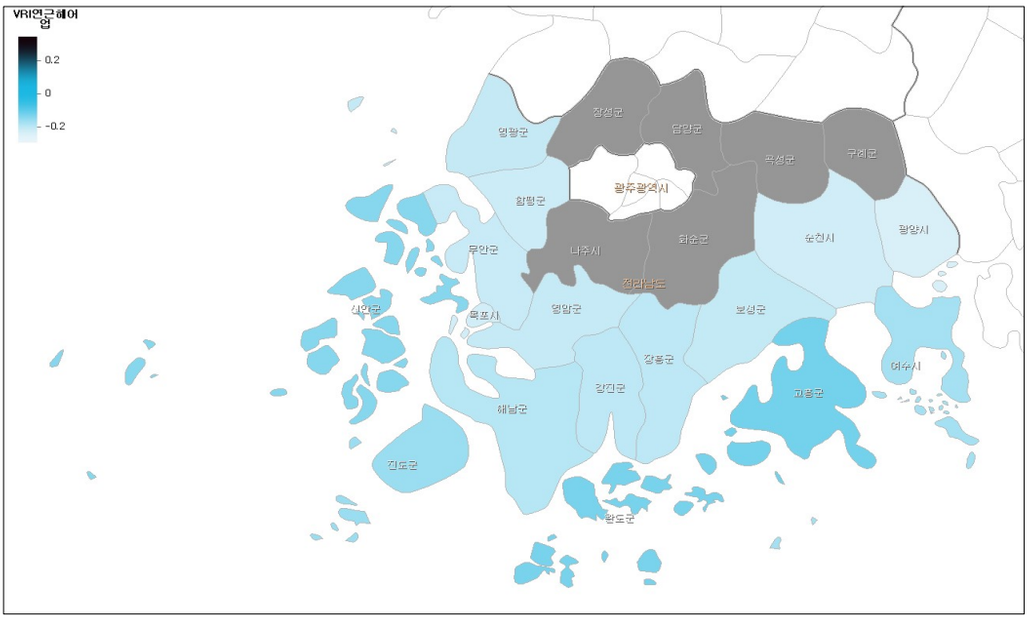


■ 연근해어업에 대한 취약성 평가

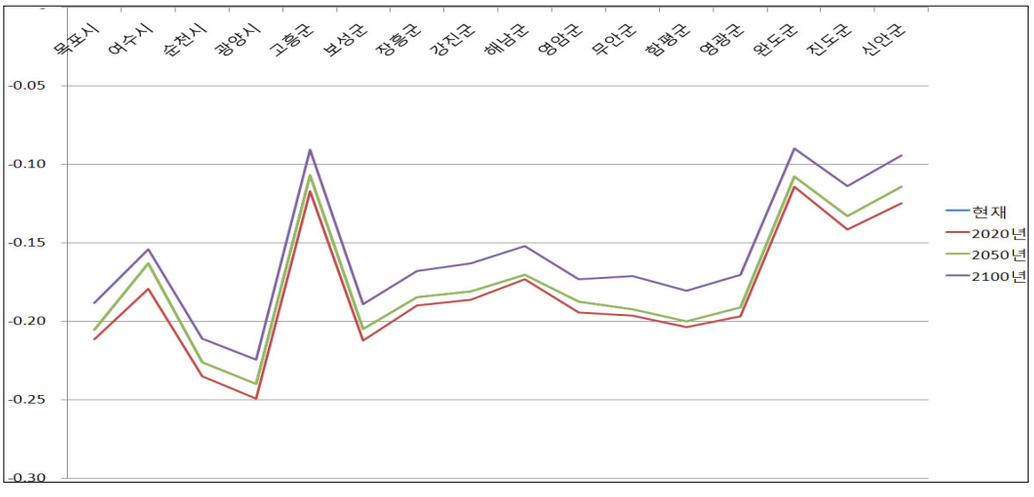
○ 현재 연근해어업의 취약성은 음의 값을 나타내어, 다른 해양수산 분야에 비하여 비교적 적응 능력이 뛰어나다고 할 수 있음. 이는 적응능력에 대한 가중치를 높게 설정한 데 따른 결과인 것으로 판단됨.

○ 그러나 A1B 시나리오를 통해 취약성의 변화 경향을 살펴보면, 시간이 지남에 따라 높아지는 것을 알 수 있음.

○ 특히, 2050년대에서 2100년대 취약성의 차이가 크게 벌어지는 것에 유의하여 장기적인 대책마련이 필요함.



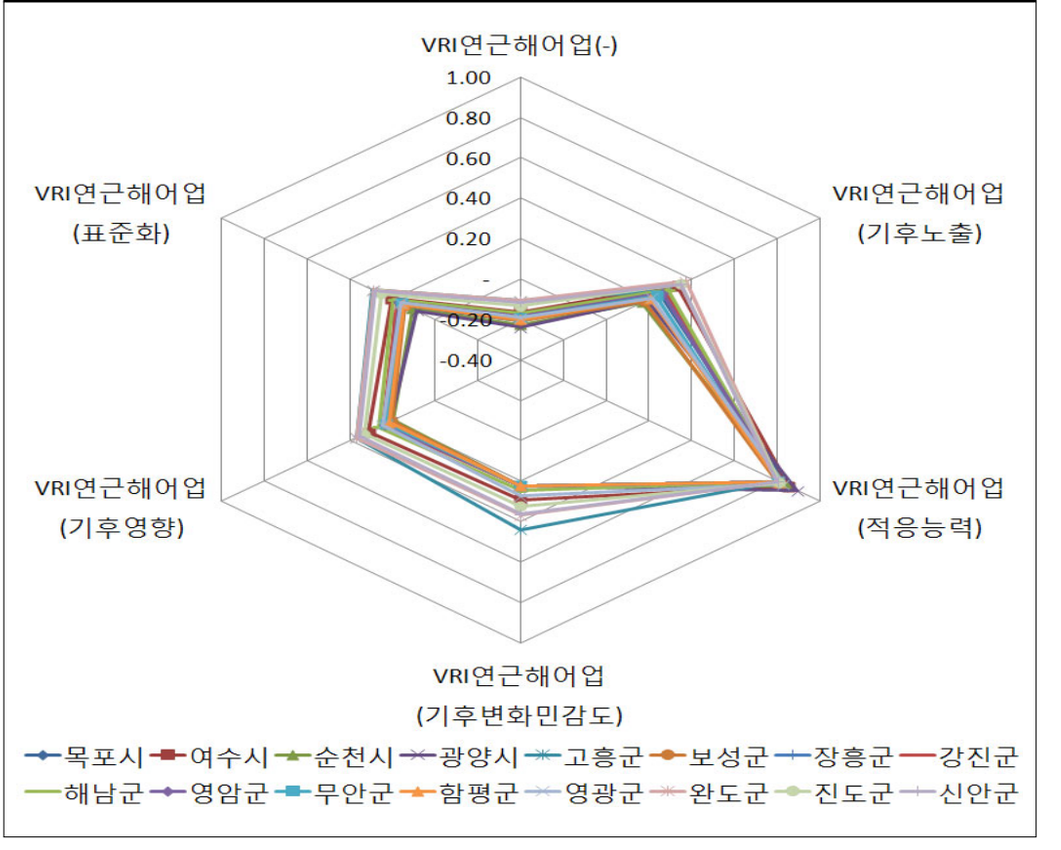
<그림 5-5-33> 전남지역 연근해어업 취약성평가 결과



<그림 5-5-34> 전남지역 연근해어업 취약성 변화(A1B)

<표 5-5-49> 전남지역 연근해어업 취약성평가 결과(2012년 현재)

시군	취약성 지수	기후노출	적응능력	기후변화 민감도	기후영향	표준화
목포	−0.21	0.25	0.85	0.22	0.24	0.14
여수	−0.16	0.33	0.85	0.29	0.31	0.21
순천	−0.23	0.17	0.85	0.22	0.20	0.11
광양	−0.24	0.19	0.89	0.22	0.21	0.09
고흥	−0.11	0.28	0.80	0.44	0.37	0.29
보성	−0.20	0.18	0.80	0.22	0.20	0.14
장흥	−0.18	0.26	0.81	0.22	0.24	0.17
강진	−0.18	0.28	0.80	0.22	0.25	0.18
해남	−0.17	0.29	0.81	0.25	0.27	0.20
영암	−0.19	0.26	0.81	0.22	0.24	0.17
무안	−0.19	0.23	0.81	0.22	0.23	0.16
함평	−0.20	0.21	0.81	0.22	0.22	0.15
영광	−0.19	0.21	0.83	0.27	0.25	0.16
완도	−0.11	0.37	0.81	0.37	0.37	0.29
진도	−0.13	0.35	0.81	0.32	0.33	0.25
신안	−0.11	0.35	0.80	0.36	0.36	0.28

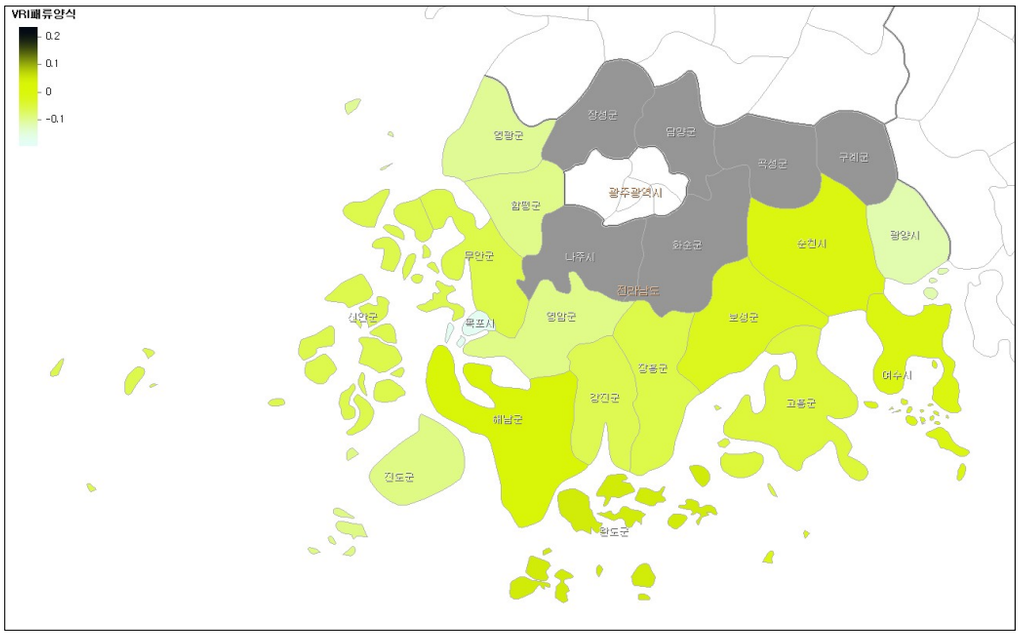


■ 패류양식에 대한 취약성 평가

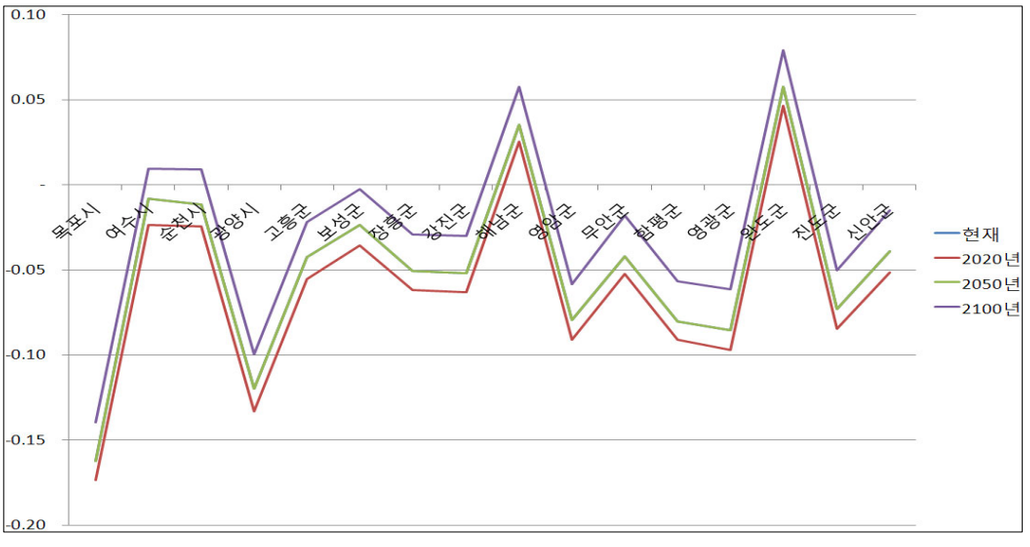
○ 패류양식의 현재 취약성 역시 대부분 음의 값을 나타내어 적응능력이 뛰어난 편이라고 볼 수 있음.

○ 그러나 완도군은 높은 취약성을 보이는데, 이는 전복양식이 활발하기 때문임.

○ 패류양식의 취약성 경향도 시간의 흐름에 따라 점점 증가하는 것으로 나타남.



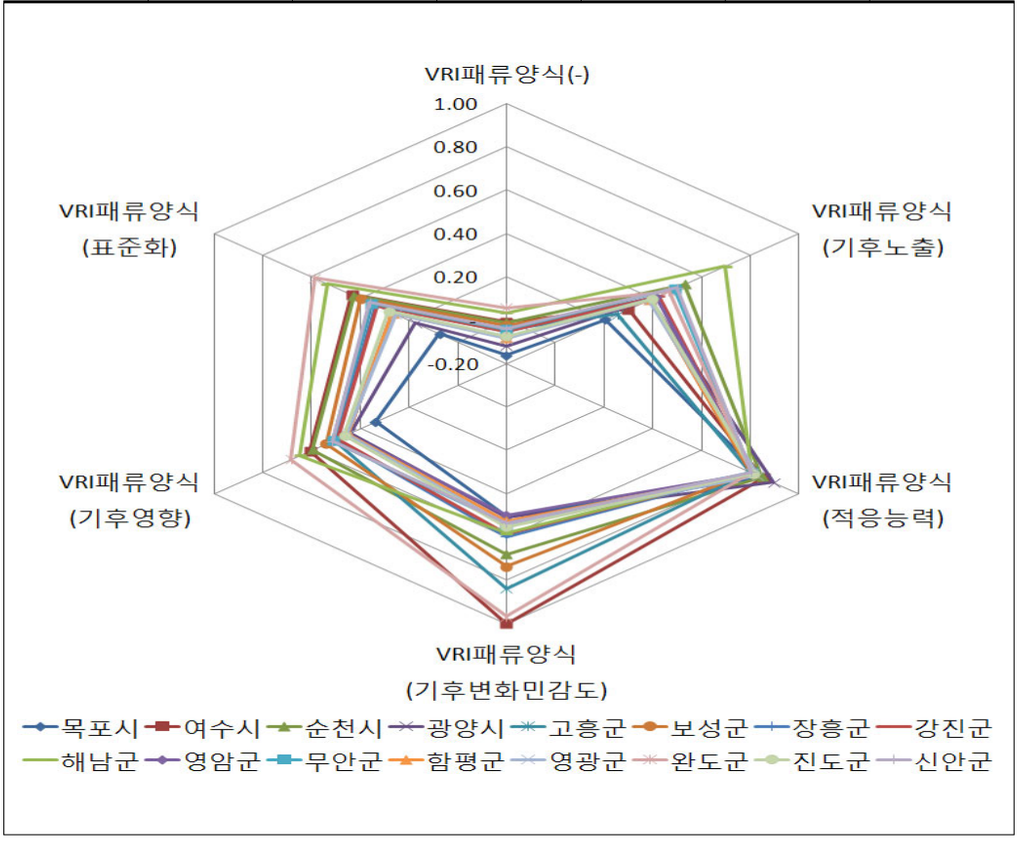
<그림 5-5-35> 전남지역 패류양식 취약성평가 결과



<그림 5-5-36> 전남지역 패류양식 취약성 변화(A1B)

<표 5-5-50> 전남지역 패류양식 취약성평가 결과(2012년 현재)

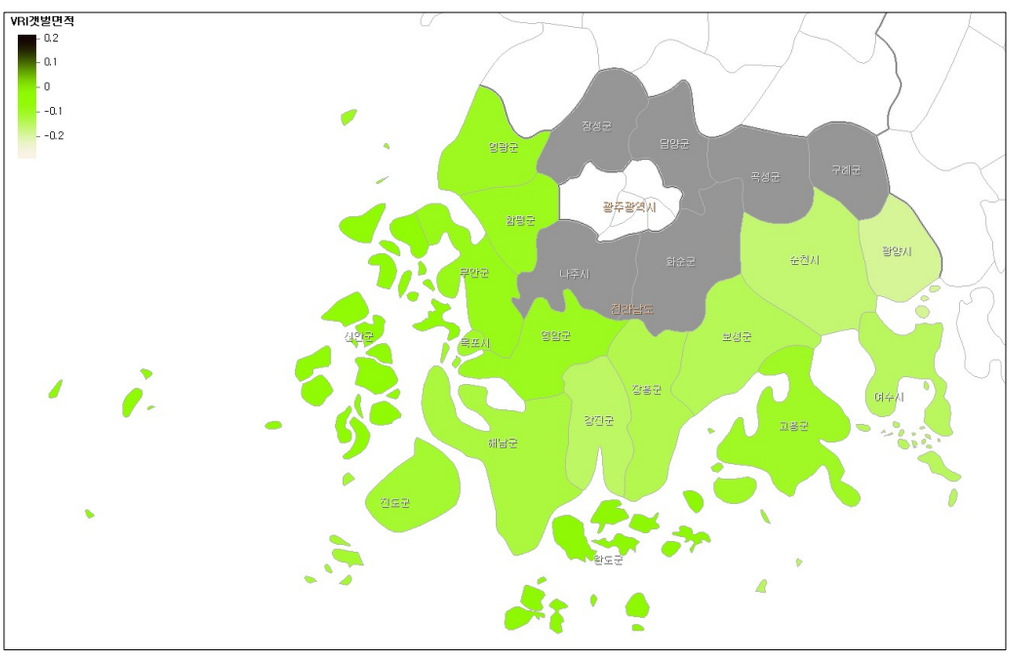
시군	취약성 지수	기후노출	적응능력	기후변화 민감도	기후영향	표준화
목포	−0.16	0.20	0.85	0.51	0.34	0.08
여수	−0.01	0.30	0.85	1.00	0.61	0.43
순천	−0.01	0.53	0.85	0.68	0.60	0.43
광양	−0.12	0.39	0.89	0.51	0.44	0.17
고흥	−0.04	0.25	0.80	0.84	0.51	0.35
보성	−0.02	0.39	0.80	0.74	0.54	0.40
장흥	−0.05	0.42	0.81	0.60	0.50	0.34
강진	−0.05	0.42	0.80	0.58	0.49	0.33
해남	0.04	0.70	0.81	0.58	0.65	0.54
영암	−0.08	0.41	0.81	0.50	0.45	0.27
무안	−0.04	0.49	0.81	0.54	0.51	0.36
함평	−0.08	0.39	0.81	0.53	0.45	0.27
영광	−0.09	0.39	0.83	0.55	0.46	0.25
완도	0.06	0.47	0.81	0.97	0.69	0.59
진도	−0.07	0.40	0.81	0.55	0.46	0.28
신안	−0.04	0.50	0.80	0.54	0.52	0.36



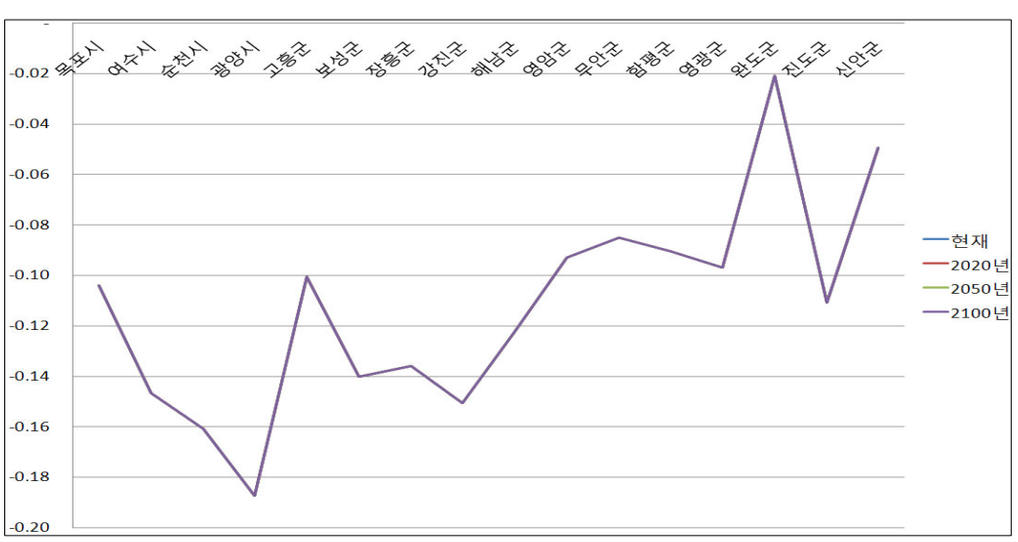
■ 갯벌면적에 대한 취약성 평가

○ 갯벌면적의 취약성은 현재 적응능력이 좋은 편이지만, 지역에 따라 차이가 심하기 때문에 지역의 특수성을 고려한 적응대책을 수립해야 함.

○ 갯벌면적 취약성 경향이 시기별로 차이를 보이지 않는 것은 취약성의 변화가 없기 때문이 아니라 CCGIS 프로그램에 아직 갯벌면적의 취약성을 평가하는데 필요한 변수들의 값이 반영되지 않았기 때문임.



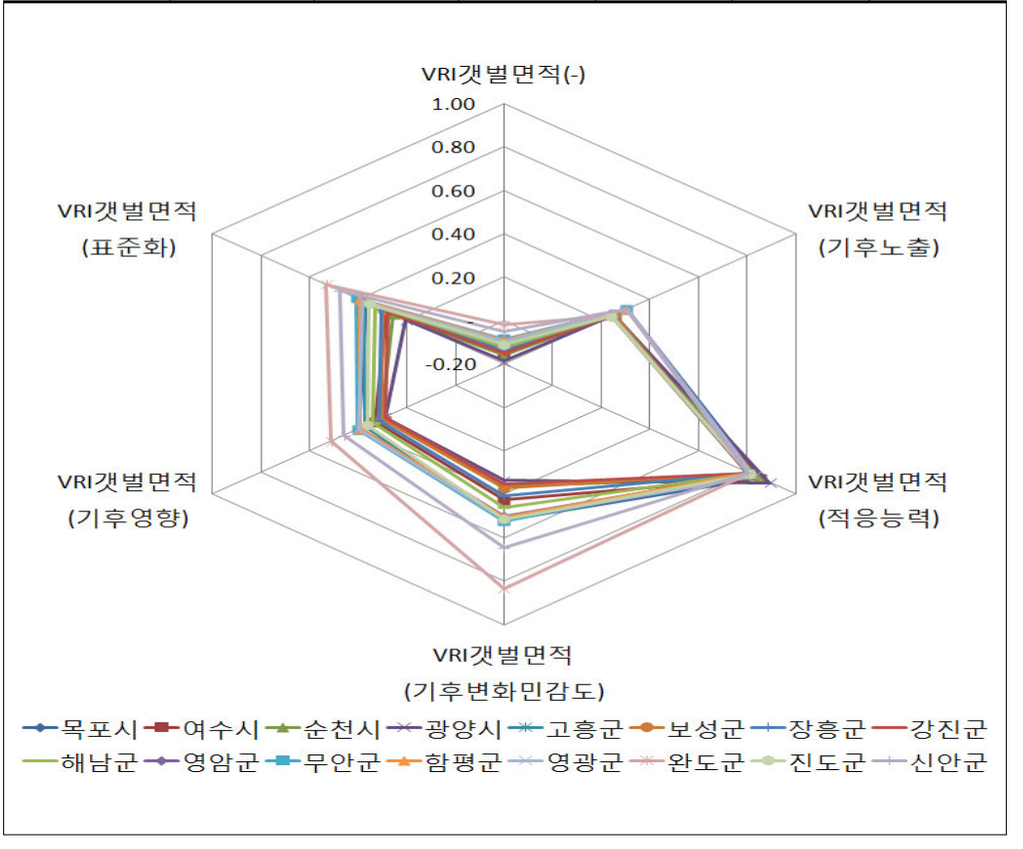
<그림 5-5-37> 전남지역 갯벌 취약성평가 결과



<그림 5-5-38> 전남지역 갯벌 취약성 변화(A1B)

<표 5-5-51> 전남지역 갯벌면적 취약성평가 결과(2012년 현재)

시군	취약성 지수	기후노출	적응능력	기후변화 민감도	기후영향	표준화
목포	−0.10	0.30	0.85	0.52	0.40	0.37
여수	−0.15	0.25	0.85	0.43	0.33	0.28
순천	−0.16	0.25	0.85	0.36	0.30	0.26
광양	−0.19	0.25	0.89	0.33	0.29	0.20
고흥	−0.10	0.25	0.80	0.52	0.37	0.37
보성	− 0.14	0.25	0.80	0.37	0.31	0.30
장흥	−0.14	0.24	0.81	0.41	0.32	0.31
강진	−0.15	0.24	0.80	0.35	0.29	0.28
해남	−0.12	0.24	0.81	0.46	0.34	0.33
영암	−0.09	0.30	0.81	0.50	0.39	0.39
무안	−0.08	0.30	0.81	0.52	0.40	0.41
함평	−0.09	0.30	0.81	0.51	0.39	0.39
영광	−0.10	0.30	0.83	0.51	0.40	0.38
완도	−0.02	0.24	0.81	0.83	0.51	0.53
진도	−0.11	0.24	0.81	0.51	0.36	0.35
신안	−0.05	0.30	0.80	0.65	0.46	0.48



3) 중점 부문 선정

○ 전라남도 해양/수산분야의 기후변화 적응대책을 위한 중점 부문은 기후에 대한 민감도, 해당분야의 시장규모, 지역적 특성 등을 기준으로 선정하였음.

○ 해조류는 전라남도의 주생산물이며, 수온이 상승함에 따라 그 생산량이 크게 감소할 수 있으며, 전복은 연간 생산량이 3,000억 규모의 시장으로 성장하였고 해조류를 먹이로 하므로 기후변화에 가장 민감하다고 판단하였음.

○ 또 갯벌은 전국에서 가장 많은 면적을 보유하고 있으며, 이곳에서 서식하는 패류 그리고 전남의 역점 사업 중의 하나인 천일염도 기후와 밀접하게 연관될 뿐만 아니라 시장규모도 가장 큰 것으로 조사되었음.

○ 따라서 전라남도 해양/수산분야의 취약성에 대한 주요 부문은 갯벌, 해조류, 천일염, 전복, 패류 등 5개 분야로 구분하여 이에 대한 적응대책을 수립하는 것이 타당함.

마. 세부시행계획 수립

1) 주요 정책현황

○ 현재 시행되고 있는 해양/수산 관련 기후변화 적응대책을 위한 주요 정책은 다음 표와 같음<표 5-5-52와 표 5-5-53>.

<표 5-5-52> 정부의 해양수산분야 기후변화 적응 주요 정책

방향 및 목표	정책	세부과제 및 내용	비고
탄소를 줄여가는 사회	부문별 온실가스 감축추진	농축수산식품 부문 온실가스 감축 추진	농식품부, 농진청
탄소를 순환 흡수하는 사회	탄소를 순환 저장하는 바다 숲 확대 및 친환경 농업 보급	탄소를 순환 저장하는 바다 숲 조성	농식품부
에너지 저소비고효율 사회 구축	에너지효율화 기술혁신	저탄소·고효율 수송시스템 구축 친환경·고성능 공항·항만으로 전환	지경부, 환경부, 국토부
청정에너지 보급 확대	산재생에너지 산업화 촉진	열 부문 공급 확대 농수산·해양계 바이오매스 에너지화; 연안지역 바다숲 조성 청정연료 공급 확대 바다 숲 조성으로 해양바이오매스 공급능력 확충	환경부, 농림부 (지경부) 지경부, 환경부
국가 식량안보 체계 확립	기후친화형 식량생산 기반 마련	기후변화에 따른 식량생산 영향 평가 및 예측 기후변화가 농축수산업에 미치는 영향 평가 및 생산력 예측시스템 고도화 및 기상재해 방지기술 개발 기후친화형 식량생산 기술개발 기후변화 및 재해에 잘 적응하는 어종 개발, 재배·사육·양식 기술 보급 확대	농진청 (농식품부) 농진청 농식품부
기후친화적인 해양 이용 및 관리	국가산업과 국민생활 보호를 위한 통합 연안관리	기후변화에 따른 영향평가 기후변화에 대응한 통합 적응시스템 구축	국토부 (교과부) (환경부)
신성장동력 녹색기술 산업 육성	신재생에너지 육성	해양에너지 원료 대량양식기술, 실증 플랜트 건설	지경부, 국토부, 농식품부
녹색국토도시의 조성	안전국토, 탄소흡수원 확보, 기초DB 지원을 통해 녹색국토 강화	탄소흡수원 가치가 높은 산림, 도시숲, 농지, 수자원, 해양 적극 보존	국토부, 환경부, 농림부, 산림청
생태공간의 확충	보호지역의 체계적 관리를 통한 녹색한국 고양	국내 보호지역 및 국제 보호지역의 지정 확대와 생태관광 거점지역으로의 육성 전국 주요 생태 우수지역(습지, 해안사구, 무인도서 등)의 생태계 모니터링을 기반으로 한 보호지역 환경정보 체계화 생태계 훼손지역, 군부대 이전지역 등 훼손 지역의 체계적 복원	환경부, (산림청) (국토부) 환경부, (국토부) (산림청) 환경부, 국토부, 국방부, 지경부
녹색교통체계 구축	녹색교통네트워크 확대	저탄소 에너지자립형 Green Port 구축	국토부

출처 : 녹색성장위원회, 녹색성장 5개년계획, 2009,

<표 5-5-53> 해양수산분야 기후대응 주요 지자체 정책

대책	내용	비고
인공어초시설	연안해역 환경변화 등 수산자원 감소추세 대비 바다생태계 보호에 적합한 서식환경 조성	지자체
적조피해 예방대책	적조피해 예방 및 최소화	지자체
해양바이오기업 투자유치	해양생물자원을 활용한 고부가가치 산업화 및 전략산업 육성	지자체
해양생물산업 육성을 위한 R&D 사업	해조류 등 해양생물자원 활용 기능성 물질 개발 바이오소재 산업화 지원 등 해양생물산업 신성장 동력화	지자체
김 신품종 종자개발 보급센터 건립	환경오염 및 갯병 발생 등에 대한 대책 마련의 일환으로 신품종 개발	지자체
바이오매스용 해조류 고밀도양식 산업화 추진	미래에너지 문제 해결과 저탄소 녹색성장 산업 육성위한 해조류 고밀도양식 산업화	지자체
해양바이오제품 마케팅브랜드화 지원	해양바이오기업 제품 홍보지원으로 바이오산업 활성화	지자체

출처 : 해양수산국, 2011년도 주요업무보고, 2011

2) 방향 및 목표설정

가) 추진방향

○ 어업인의 소득증대 : 미래의 식량자원 확보를 위한 어족자원의 보존 및 기후변화에 따른 피해 저감

- 2012년 현재 기후변화는 명백한 사실로서 해양수산분야의 기후변화에 대한 적극적 대응으로써 적응계획 필요
- 전남지역에 전통적으로 서식하는 생물자원을 급격한 기후변화에 적응할 수 있는 품종으로 전환할 필요
- 기후변화에 따라 태풍의 강도가 강화될 것으로 예측되므로 해상가두리 양식장의 설계 기준 강화하여 피해대비
- 기후변화에 따라 새롭게 적응할 수 있는 품종 중 고소득 아이템을 발굴하여 신규 수산자원의 확보 방안 마련

나) 목표설정

○ 전라남도 연근해의 해황 및 주요 수산자원 변화를 파악하여 적절한 기후변화 적응방안 마련(자원관리 방안)

○ 향후 기후변화에 대비하여 적응 가능한 미래의 수산자원 확보 방안 마련(품종개량 및 새로운 품종의 도입)

○ 기후변화에 따른 수산업 미치는 피해영향에 대한 저감대책 수립

- 동해나 고온으로 인한 피해저감 및 태풍강도의 세기 변화에 따른 구조물 강화

다) 추진전략

○ 전라남도 연근해의 과거와 현재의 주요 수산자원을 파악하고 미래기후변화에 대한 예측을 토대로 기본전략 수립

○ 도출된 중점분야에 대해서는 각각 품종별로 중장기 로드맵을 수립하여 기후변화에 대한 적응 및 발전방안 수립

○ 기후변화와 수산자원의 관리는 전문성이 필요한 분야이지만 이에 대한 인력이 절대적으로 부족하므로 인력양성이 필수적임.

○ 따라서 인력양성과 대응대책을 수립하기 위한 추진주체(기관)를 별도로 조직화하여 기후변화에 효율적으로 대처하는 것이 바람직함.

3) 세부시행계획

가) 기존대책

○ 전라남도의 기후변화 관련 해양·수산분야의 기존 추진하였던 적응대책은 다음 표와 같음<표 5-5-54>

○ 주요 내용은 바다의 환경변화에 대비한 수산자원 확보와 해양생물(특히 해조류)의 고차가공을 통한 고부가가치화에 역점을 두고 있음.

<표 5-5-54> 전라남도 기후변화 관련 해양수산분야 기존 적응대책

대책	방향	내용
인공어초시설	연안해역 환경변화 등 수산자원 감소추세 대비 바다생태계 보호에 적합한 서식환경 조성	인공어초 제작 및 투하
해양바이오기업 투자유치	해양생물자원을 활용한 고부가가치 산업화 및 전략산업 육성	해양생물자원 활용 , 건강기능식품, 바이오연료 등 가공
해양생물산업 육성을 위한 R&D 사업	해조류 등 해양생물자원 활용 기능성 물질 개발 바이오소재 산업화 지원 등 해양생물산업 신성장 동력화	해조류 이용 기능성 다과류 제품 개발 해양생물 기능성 물질 및 식품 개발 등

출처 : 2011년도 주요업무보고, 전라남도 해양수산국, 2011

나) 신규대책

○ 전라남도의 해양·수산분야 관련 기후변화 적응대책은 지역의 환경적, 사회경제적 특성을 고려하여 다음과 같은 방안을 마련하였음.

- 새로운 대책과 함께 기존 추진정책을 기후변화에 적응할 수 있도록 수정하여 제시하였음.

■ 기후변화에 따른 어패류 종 조성 및 산란시기 변화 대응

○ 해수온도 변화에 따라 전남해역 어족자원의 종 조성 변화

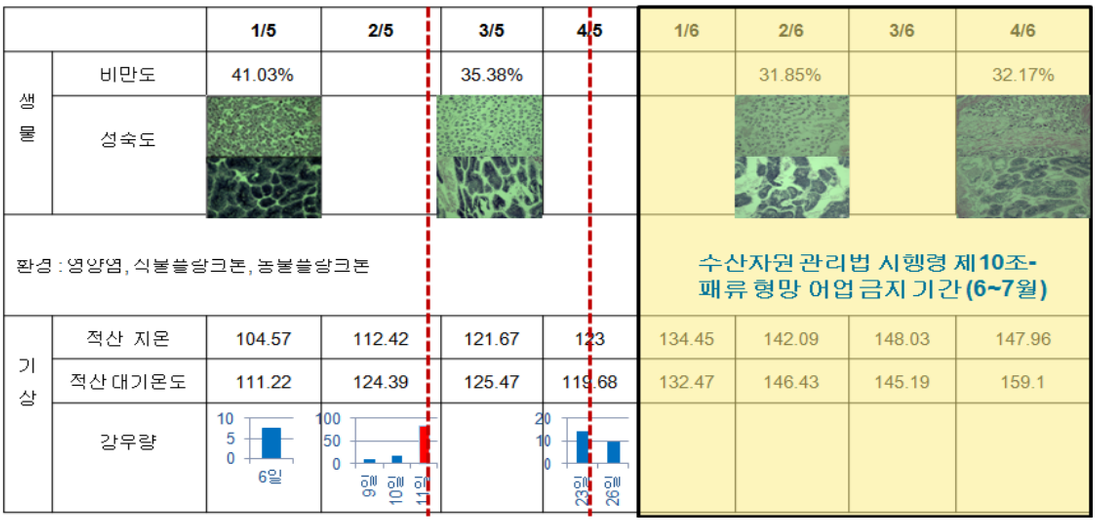
- 전남지역에 전통적으로 서식하던 어종들이 북상하고, 난류성 어종이나 아열대성 어종이 발견되는 현상이 빈번하게 발생
- 제주도에서 주로 서식하던 오분자기나 자리돔의 경우 서서히 전남지역으로 북상(기후변화 수산업 대응방안, 신우철, 2011)



<그림 5-5-39> 기후변화에 따른 남하어류와 북상어류(출처: 국립수산과학원)

○ 바지락, 꼬막 등의 산란시기 변화

- 최근의 조사에서 바지락(고흥군), 꼬막(보성군) 등 패류의 산란시기가 변화한 것으로 나타났음(전남갯벌 기후변화 영향지수 개발과 산업기상정보 생산, 광주지방기상청, 2011).
- 특히 수산자원관리법상 금어기(6~7월)와 상기 조사의 결과와 일치하지 않아 어족자원 보존 및 보호를 어렵게 하고 있음.



<그림 5-5-40> 고흥군 현장 조사 및 바지락 성숙도 조사 결과

※ 빨간 점선: 2011년도 바지락의 주요 산란 일시
출처: 전남갯벌 기후변화 영향지수 개발과 산업기상정보 생산, 광주지방기상청, 2011

○ 기후가 변화함에 따라 기존 어족자원의 산란시기를 조사·분석하는 것과 변화하는 해양환경에 적합한 어패류로의 양식장 재배치 등 관리 필요

○ 산란시기 변화에 따른 수산업 대응기준 마련

○ 이를 통해 어민들의 소득을 지속적으로 유지하여 수산업 경제의 붕괴를 막을 수 있을 뿐 아니라, 안정적인 수산 식량자원도 확보.

■ 명품 천일염 생산량 유지를 위한 구조개선 사업

○ 천일염은 향후 발전가능성이 높은 전남의 대표적 특산물 중 하나로 전국 천일염 생산의 80%를 차지하고 있음.

- 특히 신안군 천일염은 세계적으로 인정받는 프랑스의 게랑드 천일염의 생산기준과 비교해도 품질에 손색이 없는 것으로 나타나 국제적인 경쟁력 있음.
- 2009~2013년 전남도에서는 국비를 비롯하여 총 1,402억을 투자한 천일염산업 육성 지원 사업이 진행 중임.
- 그런데, 기후변화로 인하여 생산량 감소는 추진 중인 사업이 차질을 빚을 수 있을 뿐만 아니라 천일염산업에 큰 피해를 가져올 수 있으므로 적절한 대책마련 필요.

○ 기후변화에 따른 일조시간 감소는 천일염 생산량의 감소로 이어질 수 있는 천일염 생산량과 일조시간은 매우 깊은 상관관계를 가짐.

- 그러나 생산량을 늘리기 위하여 인위적으로 열이나 빛을 가하면 전남 천일염의 품질이 달라질 수 있으며, 기존의 이미지에도 손상을 줄 수 있음.
- 따라서 한정적인 일조량을 효율적으로 사용할 수 있도록 전통적인 염전의 구조를 개선해야

할 필요성 있음.

○ 염전구조를 개선하면 기후변화에도 천일염의 품질 및 생산량을 유지할 수 있게 되고 전남 천일염의 명품 이미지 또한 유지, 제고할 수 있을 것으로 전망



<그림 5-5-41> 신안군 천일염 생산 모습(출처 : 신안군청 홈페이지)

■ 해조류 산업 활성화 및 CO_2 저감 사업

○ 기후변화에 대한 대응으로 국제사회는 세계적인 온실가스 감축 필요성 대두

○ 특히 해조류는 광합성을 통한 CO_2를 흡수하고 있으며, 삼림에 비해 1.5 ~ 2배 이상의 효과가 있는 것으로 보고됨.

<표 5-5-55> 해조류의 CO_2 흡수량 비교

항목	CO_2 흡수율($gCO_2/m^2 \cdot yr$)
개도박	9,800
다시마	4,800
모자반	4,100

출처 : 대전발전연구원, 2009, 수생태계가 온실가스의 발생 및 배출량에 미치는 기초연구

○ 또한 해조류는 전남 최대 수산업 중의 하나이며 고부가가치인 전복의 먹이로써 전복산업 발전에 필수적이며, 식품 및 미용, 의약품, 에너지 산업 등 다방면에서 활용 가능

○ 해조류 및 관련 산업 활성화를 위하여 우선적으로 양질의 해조류를 대규모로 생산할 수

있는 양식단지의 조성이 필요

○ 이와 함께 CDM 인증 논리개발을 통해 전남지역 녹색성장의 토대마련



<그림 5-5-42> 우리나라에서 재배되는 해조류의 종류

출처 : 신종암. 2008. 해조류양식 산업의 발전방안 발표자료

■ 기후변화 대응 전복 양식 섬 조성 사업

○ 패류는 지속적 가격상승과 더불어 껍데기는 CO_2를 고정시키는데 효과적

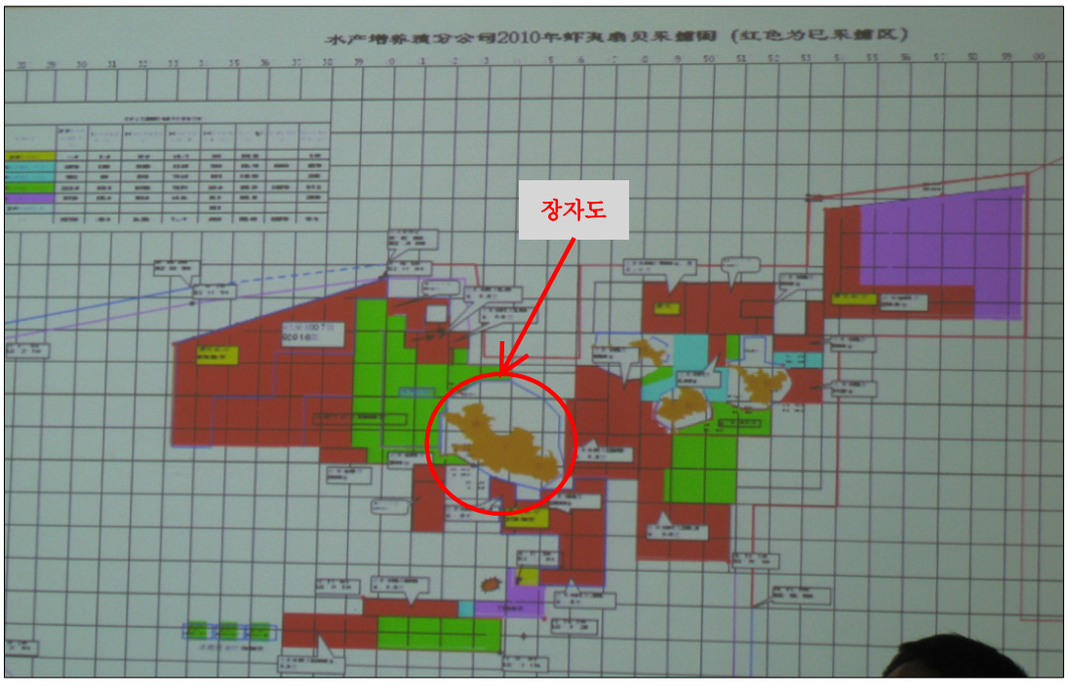
- 전복을 비롯한 패류는 2000년대 이후 지속적인 가격 상승과 공급부족 현상 심화
- 패류 껍데기는 $CaCO_3$로 이루어져 해수중에 녹아 있는 CO_2고정 가능
- 패류 껍데기에 고정된 CO_2는 호흡에 의해 다시 대기 중으로 방출될 염려 없음

○ 패류(전복 등)는 고부가가치 수출유망 수산자원으로 양식 확대 필요

- 패류, 특히 전복은 중국 및 일본으로 수출이 유망한 수산자원.
- 전남지역은 전국 전복 생산의 80%이상을 담당하고 있으므로 전복양식의 기술은 이미 확보한 상태.

○ 전남의 많은 섬 중 적지를 선정하여 양식 섬 조성

- 이러한 사업을 통해 고품질의 패류, 특히 전복(자연산)의 생산량을 증대시킴으로써 어민소득을 보장하는 수산자원을 안정적으로 확보할 수 있음.
- 또한 CO_2를 고정하는 효과도 기대할 수 있음.



<그림 5-5-43> 중국의 양식 섬 사례

장자도 어업그룹의 거점을 바탕으로 주변의 생산기지



<그림 5-5-44> 장자도의 종묘생산시설(육상거점)

■ 1가구 자급형 패류 갯벌양식단지 조성사업

○ 전남은 전국에서 가장 넓은 갯벌을 보유하고 있으며, 이중 많은 지역은 습지보호지역으로 지정되어 있으나 아직도 갯벌어장으로 이용할 수 있는 곳 다수

○ 고흥지역에서는 이용하지 않고 있는 갯벌을 패류양식장으로 개발하여 고소득을 올리고 있음(1,000㎡ 양식하는 경우 연간 1,500만원 소득)

○ 또한 패류의 껍데기는 $CaCO_3$로 구성되어 있어 CO_2를 고정하는 효과가 있으므로 패류양식의 활성화는 온실기체 저감에 효과적

○ 그리고 어촌의 노령화에 따라 어업활동은 크게 제한

- 일본도 어촌의 노령화에 대응하여 어업활동을 연안의 항구 또는 인접한 곳에 유도
- 연안에 인접한 갯벌에 어업활동을 유도하는 것은 갯벌이 최적의 조건
- 이용하지 않는 갯벌을 "갯벌농장"으로 개발하여 어업인에게 분양하고 어촌의 소득증대를 도모하고, 일부는 귀어희망자에게 분양함으로써 어촌활성화에 기여.

○ 어촌이 활성화되기 위해서는 인구유입이 필요하며, 이를 위해서는 유인정책으로 '갯벌농장"과 같은 기반조성사업이 필요



<그림 5-5-45> 갯벌에 조성한 패류양식장의 예

(좌: 고흥군 남성리, 우: 고흥군 백일리)

■ 우량 종묘(온도내성, 내병성) 생산 사업

○ 기후변화에 따른 해양환경 변화는 어패류 및 기타 생물의 생산성과 종조성에 영향

○ 변화하는 양식산업의 안정화를 위하여 온도내성과 내병성을 갖춘 우량 종묘 개발 필요

○ 전남의 각 지역별로 해양환경 변화를 면밀히 검토하고, 변화 범위에 적합한 온도 내성 생물종을 개발할 필요성이 있음.

○ 또한 기후변화에 따라 전에 발생하지 않던 질병의 발생가능성이 높으므로, 아열대 또는 열대 해역의 질병들을 조사하여 이에 강한 품종으로 개량 필요

○ 이렇게 개발한 우량종묘의 보급은 어민들의 소득을 보장할 뿐 아니라, 안정적인 수산 먹거리 생산에도 기여



<그림 5-5-46> 종묘생산시설

■ 해상 가두리양식장 구조개선 사업

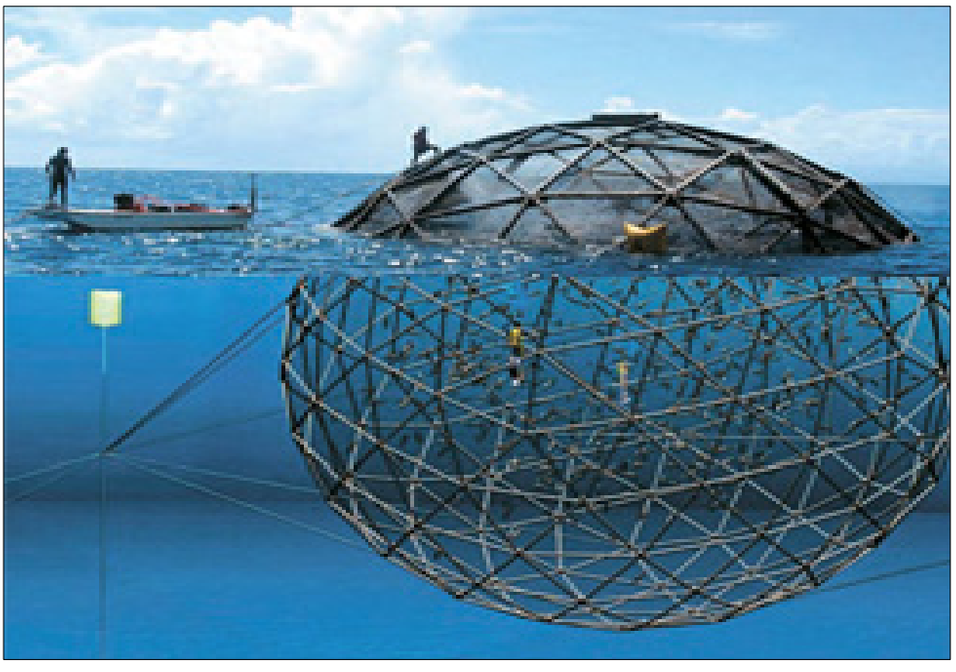
○ 전남은 전국에서 양식업이 가장 발달한 곳으로 많은 해상가두리 양식장 보유

○ 전복, 홍합, 굴 등 패류 뿐 아니라 김과 미역을 위한 해상구조물 다수 분포

○ 해수온 상승에 따른 태풍의 강도 증가는 이러한 해상 구조물의 안전에 큰 위협요소

- 2011년 태풍 무이파는 진도군과 완도군에 설치되어 있던 전복가두리 양식장에 큰 피해를 입혔음.
- 이러한 피해 발생에도 불구, 아직까지 근본적인 대응책은 미비함.
- 한편 전남에 설치된 전복 해상 가두리양식장만 약 50만 칸인 것으로 조사되며, 이 시설물의 설치비용만 5,000억 원 이상으로 추산.
- 그런데 현재 기후변화의 패턴으로 볼 때 향후 더 강력한 태풍이 도래할 가능성이 높으며, 현재의 해상 가두리양식장 및 이와 유사한 시설물은 큰 피해가 예상되므로 보다 견고한 시설물로 개선할 필요가 있음.

○ 해상 가두리양식장의 개선은 기후변화 대응책일 뿐 아니라, 연안에 집중된 양식산업을 외양으로 확대하는 기회를 제공



<그림 5-5-47> 로봇형 가두리양식장(출처:중앙일보 라이프, 2009. 8. 31일)

■ 수산업 재해 실시간 모니터링 및 정보제공시스템 구축

○ 기후변화에 따른 다양한 피해 발생

- 해파리와 같은 유해생물의 대량 발생은 어구를 훼손하여 수산업에 피해를 입힐 뿐 아니라, 접촉에 의한 신체적 피해는 해양관광산업에도 피해를 발생시키고 있음. 또한 영광 원자력발전소 냉각수 취수구에 유입되어 피해를 발생시킨 사례도 보고되었음.
- 국립수산과학원의 2006~2008년 조사결과에 의하면, 해파리로 인한 수산업피해는 연간 763~2,290억원, 국가기간 산업피해는 589억 원에 달하며, 관광업피해도 170억 원에 이르는 것으로 추정.
- 저염, 고수온, 냉수대, 빈산소 수괴 등 기후변화에 따라 해양의 물리적 환경도 변화하고 있음.
- 이러한 물리적 변화의 결과는 전복 양식장의 저염 피해, 고수온으로 인한 홍합 양식 피해, 이상 저온으로 인한 꼬막 폐사 등으로 나타나고 있음.

○ 이러한 피해들에도 불구하고 적절한 기후변화 모니터링 시스템이 구축되어있지 않은 실정

○ 따라서 이러한 기후변화에 따른 피해를 실시간으로 모니터링하고 데이터베이스를 구축하여, 이를 바탕으로 연근해 수산업피해 저감기술을 개발하여야 함.

○ 상기와 같은 사업을 통해 수산업피해를 예측할 수 있게 되고, 해양생태계를 안정시킴과 동시에 수산경제도 함께 안정시킬 수 있음.



(정치망 피해) (권현망 피해) (어구 파손) (해수욕객 쏘임)

<그림 5-5-48> 해파리에 의한 피해 사례

바. 적응대책 목록(기존 + 신규)

분야	대책	사업명	추진기간	비고 (기존, 신규,변경)	담당부서 (국가, 지방정부)
해양/수산	전남 연근해 어황 및 주요 수산자원 변화 관리방안 마련	기후변화에 따른 어패류의 종조성 및 산란시기 변화 대응방안 수립	중장기	기존/신규	국토해양부, 전남
		명품 천일염 생산량 유지를 위한 구조개선 사업	단기	신규	농림수산식품부
	미래수산자원 확보방안 마련	해조류 산업 활성화 및 CO_2 저감 사업	단기	기존/신규	농림수산식품부,전남, 국토해양부
		기후변화 대응 양식섬 조성 사업	단기	기존	농림수산식품부,전남, 국토해양부
		1가구 자급형 패류 갯벌양식단지 조성사업	단기	신규	농림수산식품부,전남, 국토해양부
		우량 종묘(온도내성, 내병성) 생산 사업	중장기	기존	농림수산식품부,전남
	연근해 수산업 재해경감 대책수립	해상 가두리양식장 구조개선 사업	단기	신규	농림수산식품부
		수산업 재해 실시간 모니터링 및 정보제공시스템 구축	단기	기존	농림수산식품부, 국토해양부

Ⅴ. 해양수산분야 적응대책

1. 목표

○ 기후변화에 따른 전남지역 연근해에서 발생하는 피해사례 방지 및 어황 및 주요 수산자원 변화를 파악하여 적절한 관리방안 마련
○ 급격한 기후변화에 적응할 수 있는 미래수산자원 확보방안 마련
○ 기후변화가 연근해 수산업에 미치는 피해에 대한 저감대책을 수립

2. 주요과제

○ 전남지역 연근해 어황 및 주요 수산자원 변화 관리방안 마련
○ 미래수산자원 확보방안 마련
○ 연근해 수산업 재해경감 대책수립

3. 기대성과

○ 전남지역 연근해 수산자원의 효율적인 관리 및 변화 대응
○ 기후변화에 적합한 미래수산자원의 확보
○ 기후변화에 따른 연근해 수산 재해에 효과적으로 대응하여 재해 경감

4. 추진과제

대분류	세부과제	비고	관련부서
수산업 생산성 증진 (Ⅴ-2)	① 기후변화에 따른 어패류의 종조성 및 산란시기 변화 대응방안 수립	기존	농식품부
	② 명품 천일염 생산량 유지를 위한 구조개선 사업	신규	농식품부
	③ 해조류 산업 활성화 및 CO_2 저감 사업	신규	농식품부
	④ 기후변화 대응 생태 양식섬 조성 사업	신규	농식품부
	⑤ 1가구 자급형 패류 갯벌양식단지 조성사업	신규	농식품부
수산업 피해방지 (Ⅴ-3)	① 우량 종묘(온도내성, 내병성) 생산 사업	기존	농식품부
	② 해상 가두리양식장 구조개선 사업	신규	농식품부
	③ 수산업 재해 실시간 모니터링 및 정보제공시스템 구축	기존	농식품부

해양수산분야: 수산업 생산성 증진(Ⅴ-2-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅴ-2-①	기후변화에 따른 어패류의 종조성 및 산란시기변화 대응방안 수립	기존	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 해수온 변화에 따라 전남 해역의 어족자원 종조성 변화
- 전남지역에서 전통적으로 서식하던 어종들이 북상하고, 난류성 어종이나 아열대성 어종이 발견되는 빈도 높아짐
- 예를 들면, 제주도에서 주로 서식하던 오분자기나 자리돔이 점진적으로 전남지역으로 북상(기후변화 수산업 대응방안, 신우철, 2011)

○ 바지락, 꼬막 등 산란시기 변화
- 실제로 바지락(고흥군), 꼬막(보성군) 등 패류의 산란시기가 변화한 것으로 조사되었음(광주지방기상청, 2011)
- 이와 같은 변화는 수산자원관리법상 금어기(6~7월)인 산란시기와 일치하지 않아 연안 어족자원 보존 및 보호를 어렵게 하고 있음
- 기후변화에 따라 어족자원의 산란시기를 전면적으로 조사하는 것과 변화하는 해양환경에 적합한 어패류를 선정하여 양식장 재배치 사업 등이 필요함

2. 사업개요

○ 전남 연안에 서식하는 어종 및 어획량의 변화를 분석하여 해역별·품종별 양식지도 작성

○ 이러한 변화를 분석한 결과에 따른 양식어장(양식어종, 양식지역 등) 재편성

○ 지역별 패류양식 생산량변화 및 패류 종별 산란시기 조사·분석

○ 변화한 어종에 적합한 어구·어법 배포 및 새로운 패류 산란시기 교육

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 연근해 주요 어업·어종에 대한 변화 감시 및 어업정보 제공

○ 추진경위
- 해수온 변화에 따라 전남 해역 어족자원의 종조성 및 산란시기 변화
- 2011년 광주지방기상청의 연구에서 패류의 산란시기 변화 확인

해양수산분야: 수산업 생산성 증진(Ⅴ-2-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 전남 연안 해역에서 서식하는 이동성 어종 및 포획량 변화 분석 - 전남 지역의 정착성 패류양식 현황 및 패류별 산란시기 조사 및 분석
2013	- 어종별 포획량 변화에 따른 산출량 변화 분석 - 패류별 적합한 산란시기 산정 및 실험 산란지역 선정
2014	- 어종 변화에 따른 어선과 어구의 구조변화 계획수립 - 실험지역 모니터링
2015	- 포획어종에 적합한 어선과 어구의 보급 개시 - 실험지역 모니터링
2016	- 포획어종에 적합한어선과 어구의 보급 완료 - 새로운 패류별 산란시기 배포 및 어민교육 실시

5. 당해년도 추진계획

○ 전남 연안 해역에 분포하는 어종분석 및 포획량 변화 분석

○ 전남 지역별 패류양식 현황 및 패류별 산란시기 조사 및 분석

– 전남 각 지역별 패류양식 현황 조사

– 패류종별(바지락, 꼬막, 백합 등) 산란시기 및 산란조건 조사·분석

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	250	250	250	300	300	1,350
○ 도비	125	125	125	150	150	675
○ 시·군비	125	125	125	150	150	675
○ 기타						
합 계	500	500	500	600	600	2,700

7. 기대효과

○ 기후변화에 따른 어종변화에 적극적으로 대처함으로써 어민소득 감소를 방지하고, 양식어장 재편성 등의 관리를 통해 수확량 증대 기대

○ 패류의 산란시기 변화를 감시하여 이에 맞는 대책을 강구함으로써 수산자원을 보호하고, 지속적인 수산식량자원 확보

해양수산분야: 수산업 생산성 증진(Ⅴ-2-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅴ-2-②	명품 천일염 생산량 유지를 위한 구조개선 사업	신규	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 천일염은 발전 가능성이 높은 전남의 대표적 특산물 중 하나
- 전남은 전국 천일염 생산의 80%를 차지하는데, 특히 신안군의 천일염은 세계적으로 인정받는 프랑스의 게랑드 천일염 생산기준과 비교해도 손색이 없음
- 2009~2013년, 전라남도에서는 천일염산업에 국비를 비롯하여 총 1,402억 원을 투자하고 육성 지원사업을 진행 중
- 기후변화로 인한 생산량 감소는 상기 사업에 차질을 빚을 수 있으므로, 염전 구조를 개선하여(증발량 증가를 위한 구조개선) 일정 수준의 생산량을 유지하는 방안 필요

○ 일조시간 감소에 따른 천일염의 생산량 감소
- 천일염의 생산량은 일조시간과 매우 깊은 상관관계가 있으며, 기후변화에 따른 강우량의 증가를 통해 일조시간 감소가 예측되고, 결과적으로 생산량 감소
- 생산량 유지를 위하여 인위적으로 열이나 빛을 가하면 천일염의 품질이 변할 수 있으며, 기존의 명품 이미지 손상 가능성 존재
- 이에 따라 한정적인 일조량을 효율적으로 사용할 수 있도록 전통적인 염전의 구조를 개선할 필요 있음

2. 사업개요

○ 전남지역 염전의 구조 및 기후변화에 따른 구조적 문제점 분석

○ 분석한 내용에 따라 일조량 집약적 염전 구조 개발 및 적용

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진경위
- 기후변화에 따라 일조시간 감소 예상
- 일조시간과 천일염 생산량은 상관관계로 천일염 생산의 감소 예상

해양수산분야: 수산업 생산성 증진(Ⅴ-2-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 전남지역 염전의 구조 및 문제점 파악
2013	- 일조량 집약적 염전 구조 개발
2014	- 개발된 염전 구조 시범 적용
2015	- 새로운 염전 구조 개선 및 적용
2016	- 개선된 염전 구조 적용 확대

5. 당해년도 추진계획

○ 전남지역 염전의 구조 조사

– 염전 증발지의 넓이 및 깊이 등 조사

– 현재 염전 형태 분석하여 기후변화에 적응하도록 구조개선이 필요한 부분 선정

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	100	100	100	100	500
○ 도비	50	50	50	50	50	250
○ 시·군비	50	50	50	50	50	250
○ 기타						
합 계	200	200	200	200	200	1,000

7. 기대효과

○ 기후변화에 적응하도록 염전의 구조를 개선함으로써 천일염의 생산량 유지

○ 전남 천일염 품질 유지 및 명품 이미지 제고

○ 식품산업과 직결되는 소금 생산량 확보

해양수산분야: 수산업 생산성 증진(Ⅴ-2-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅴ-2-③	해조류 산업 활성화 및 CO_2 저감 사업	신규	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 해조류는 기후변화에 매우 취약

– 해조류는 수온이 상승하면 생산량이 크게 감소할 수 있으며, 해조류를 먹고 사는 전복 산업에 악영향을 미칠 수 있음

○ 해조류의 시장 가능성

– 해조류는 전남 주력 수산업 중의 하나인 전복산업의 기반이며 Well-being 식품

– 그 이외 해조류는 식품, 미용, 의약품, 비료, 에너지 산업 등 다방면에 이용 가능

○ 해조류의 뛰어난 CO_2 흡수 능력

– 기후변화에 대응하여 전 세계적으로 온실가스 감축 필요성 대두

– 해조류의 광합성을 통한 CO_2 흡수 능력은 삼림에 비교하여 최소 1.5~2배 이상의 효과

– 뛰어난 CO_2 고정효과에도 불구하고 아직 해조류는 CDM에 등록되지 못하고 있음

– 따라서 전남에서는 해조류산업을 발전시키면서 CDM 등록을 위한 연구개발을 병행함으로써 발전 방안을 모색

2. 사업개요

○ 해양환경 및 기후변화에 따른 환경변화 조사를 통한 해조류 양식 적합성 평가

○ 기후변화에 적합한 해조류 품종 개발

○ 대규모 해조류 양식단지 조성 및 해조류 관련 산업(전복, 식품, 미용 등) 육성·개발

○ 해조류 CDM 인증 논리 개발

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진경위

– 해양생물 R&D 사업 공모 및 접수(2011. 5. 2. ~ 6. 1.)

– 연두털말 추출물 이용 기능성 화장품 개발, 생전복 유통기간 연장 포장재 개발 사업 선정

해양수산분야: 수산업 생산성 증진(Ⅴ-2-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 전남지역 해조류 자연서식 및 양식현황 파악
2013	- 환경조사를 통한 지역별· 해조류 종별 양식 적합성 평가 - 대규모 해조류 양식단지 조성 적지 선정
2014	- 대규모 해조류 양식단지 기반시설 조성 - 대규모 해조류 양식 대비 관련 산업 개발 및 육성
2015	- 대규모 해조류 양식 실시 - 양식단지와 관련 산업시설 인프라 구축
2016	- 해조류 생산·가공 및 시장 확대

5. 당해년도 추진계획

○ 전남 지역 해조류 자연서식 및 양식현황 파악

– 해조류 생산량 파악, 가공실태 파악

○ 해조류에 따른 CO_2 흡수 능력 평가

○ 해조류 대규모 양식단지 조성 적지 조사

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	500	500	500	500	500	2,500
○ 도비	250	250	250	250	250	1,250
○ 시·군비	250	250	250	250	250	1,250
○ 기타						
합 계	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000

7. 기대효과

○ 해조류 산업 및 관련 산업 활성화를 통한 어민 소득 증대

○ 대규모 해조류 양식을 통한 대기 중 CO_2 저감 및 해수 산성화 방지

○ 해양환경 개선 및 전남의 친환경 녹색성장 이미지 제고

해양수산분야: 수산업 생산성 증진(Ⅴ-2-④)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅴ-2-④	기후변화 대응 생태 양식섬 조성 사업	신규	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 전남의 해양은 넓게 발달된 냉수대와 많은 섬으로 구성되어 있으며, 이곳에는 다양한 종류의 해조류가 양식될 수 있음.

○ 해조류가 양식되면 모든 양식산업의 기초를 마련할 수 있음

○ 따라서 전남에 분포하는 섬 중 적지를 선택하여 육상부에는 기반시설을 갖추고, 해양부에는 양식단지를 조성

– 산업적으로 부가가치가 높은 어패류를 선정하여 집중 생산

2. 사업개요

○ 전남 연안 환경조사를 통한 양식섬 적지평가 및 적합 양식품종 선정

○ 양식섬의 육상시설 및 주변 해역에 서식처 조성

○ 양식인력의 확보 및 교육

○ 양식섬 환경 모니터링 및 효과 분석을 통한 청정성 홍보

○ 패류 대규모 생산 및 유통·판매 시스템 구축

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진경위

– 전남, 전복 양식섬 조성 시도(2011)

– 전복 양식섬 조성 기본계획 마련 위한 기본조사 용역 실시 예정

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 양식섬 조성을 위한 기본조사 · 전남 해역별 환경조사 및 육지시설물 조성 여건 분석 · 해역별 적합 양식 품종 선정
2013	- 양식섬 조성 기본계획 수립 - 기본조사를 바탕으로 한 양식섬 후보지 선정
2014	- 양식섬 후보지에 시범 사업 - 시범지역 환경영향 모니터링 및 효과 분석
2015	- 모니터링 결과에 따른 대응 및 양식섬 적지 선정
2016	- 양식섬 조성 정착 및 확대 - 양식섬 생산 수산물 가공 및 수출 증대

해양수산분야: 수산업 생산성 증진(Ⅴ-2-④)

5. 당해년도 추진계획

○ 양식섬 조성을 위한 기본조사
- 섬 주변 DO, COD, 수온, 조류 등 기본 환경 조사
- 국내 유통 및 수출 편의를 위한 접근성 평가
- 가공 및 저장을 위한 육지 규모 및 기반 시설 평가
- 해역 특성에 따른 양식 적합 품종 선정

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	250	500	1,000	10,000	5,000	16,750
○ 도비	125	250	500	5,000	2,500	8,375
○ 시·군비	125	250	500	5,000	2,500	8,375
○ 기타						
합 계	500	1,000	2,000	20,000	10,000	33,500

7. 기대효과

○ 환경 분석을 통한 양식섬 조성으로 어패류의 품질 향상 및 생산성 증대로 수산자원 유지 및 확보

○ 고품질 어패류생산 및 판매를 통한 어민소득 향상 및 지역경제 활성화

○ 특히, 패류와 해조류는 CO_2를 고정함으로써 CO_2 저감 효과

해양수산분야: 수산업 생산성 증진(Ⅴ-2-⑤)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅴ-2-⑤	1가구 자급형 패류 갯벌양식단지 조성 사업	신규	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 갯벌의 경제적 활용 미비
- 전남은 전국에서 가장 넓은 갯벌을 보유하고 있으나 산업적 활용 미비
- 갯벌에서 서식하며 고부가가치인 패류의 생산량 증대 필요

○ 기후변화 및 어촌고령화로 생산성 저하에 따른 대책 필요
- 어촌고령화는 생산성을 저하시킬 뿐 아니라 지역 경제 발전에 저해 요소임.
- 고령인구는 어업활동이 제한적이므로 연안에 인접한 곳에서 어업활동 유도.

○ 갯벌산업의 전망
- 갯벌 어업은 하루에 4~5시간만의 노동 시간.
- 1,000㎡의 바지락양식에 연간 1,500만원 소득 가능(고흥 남성리 사례)

○ 자립형 패류생산 단지 조성
- 갯벌에 패류양식단지를 조성하여 1가구 자립형으로 조성
- 이 경우, 패류양식단지를 조성하여 외부 인구 유인도 가능하며, 어촌활성화 가능

2. 사업개요

○ 1가구 자급형 패류 갯벌양식단지 조성 적지 선정

○ 패류 갯벌양식단지 조성(지역 특성에 맞게 개발(바지락, 꼬막 등)
- 경계둑 설치 및 저질개선작업

○ 어촌 기초 경제원으로 개발
- 1가구 자급형 양식단위로 구획화, 유통과 연계하여 어촌 기초 경제원으로 개발
- 지역민 및 귀어인에 분양

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진경위
- 전남 고흥군 남성리 및 백일도 연안 패류 갯벌양식단지 사례



갯벌에 조성된 패류양식단지(좌:고흥군 남성리, 우:고흥군 백일리)

해양수산분야: 수산업 생산성 증진(Ⅴ-2-⑤)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 전남지역 희망 시군 어촌계 수요도사, 적지조사 및 적지선정
2013	- 패류양식단지 기본 및 실시설계 - 선정지역을 대상으로 패류양식단지 시범 조성(평가) - 인력양성 사업
2014	- 패류양식단지 개발 - 운영방안 수립
2015	- 1가구 자급형 패류양식장 지역 단위별 조성
2016	- 어촌계에 패류양식단지 분양 · 인구유입정책의 일환으로 모집공고 · 해당 어촌계와의 협의

5. 당해년도 추진계획

○ 전남지역 희망 시군 어촌계 수요조사 및 적지조사
- 1가구 자급형 패류 갯벌양식단지 사업설명을 통한 어촌계 수요조사
- 희망 어촌계 중 적지 조사 및 적지선정

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	300	500	10,000	10,000	1,000	21,800
○ 도비	150	250	5,000	5,000	500	10,900
○ 시·군비	150	250	5,000	5,000	500	10,900
○ 기타						
합 계	600	1,000	20,000	20,000	2,000	43,600

7. 기대효과

○ 기후변화에 대응한 갯벌 자원의 서식처를 대단위로 조성하여 식량자원 확보
○ 인구감소와 노동력 부족에 허덕이는 어촌의 새로운 소득원 제공
○ 패류단지의 조성에 따른 외부인구 유입과 어촌활성화

해양수산분야: 수산업 피해방지(Ⅴ-3-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅴ-3-①	우량 종묘(온도내성, 내병성) 생산 사업	기존	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화에 따라 어패류 및 생물자원의 조성 변화
- 기후변화에 따른 해양환경 변화는 어패류의 생산성과 종조성 변화

○ 수산업 안정화를 위해서는 기후변화에 적응하는 온도내성 및 내병성을 갖춘 우량종묘 개발 필요

2. 사업개요

○ 연안 수온 변화에 따른 수산생물 서식가능범위 분석
- 양식 품종별 서식제한 환경요인(수온, 염분, DO) 변화에 따른 생리적 변화 조사·분석
- 해수의 고유종 확보 및 종 보존기술 개발

○ 우량종묘 생산 연구소 추진
- 전남지역에 적합한 종묘 생산연구소 도입 추진

○ 고수온 및 저수온에 적합한 양식 도입 가능종 탐색 및 종묘생산 기술 개발
- 아열대 또는 열대 해역의 양식 도입 가능종 탐색 및 종묘생산 기술 개발
- 온도내성·내병성 인자 추출 및 신규 도입 품종의 생산 기술 개발

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 양식생물 질병 신속 진단 기술개발
- 보성군의 꼬막종묘 생산장 건설 추진
- 수산생물 감염성질병 피해 저감 방안 마련

○ 추진경위
- 기후변화에 따른 수산 생물의 생산력 변화
- 기후변화에 따른 수산 생물 북방 한계선 변화
- 기후변화에 따른 온대성 질병 발생 및 대응의 어려움

해양수산분야: 수산업 피해방지(Ⅴ-3-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화 영향 분석 - 우량종묘 생산연구소 타당성 조사(기본계획) - 고유종 확보 및 우량종묘의 대상종 선정
2013	- 우량종묘 생산연구소 실시설계 - 온도변화내성 양식품종의 양식 안정화 기술 개발
2014	- 우량종묘 연구소 건설 - 온도변화내성 양식품종의 양식 안정화 기술 개발 - 대상 우량종묘의 대량 기술 개발
2015	- 온도변화내성 양식품종의 양식 안정화 기술 개발 - 대상 우량종묘 대량 생산 및 생산종의 다양화
2016	- 고유종 생물다양성지도 작성 및 우량종묘 생산기술 산업화

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화 영향분석

– 양식품종별 서식제한 환경요인(수온, 염분, DO) 변화에 따른 생리적 변화 조사·분석

○ 우량종묘 생산연구소 타당성 조사

– 전남에서 양식되는 수산물에 대한 종묘 연구소 추진

– 온도내성 및 내병성에 강한 종묘의 대량 생산 기술

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	1,000	1,000	10,000	5,000	1,000	18,000
○ 도비	500	500	5,000	2,500	500	9,000
○ 시·군비	500	500	5,000	2,500	500	9,000
○ 기타						
합 계	2,000	2,000	20,000	10,000	2,000	36,000

7. 기대효과

○ 기후변화에 대비한 미래수산자원의 안정적 확보 기반 구축

– 수산물 먹거리의 안정적 생산 유지를 위한 대책마련으로 기후변화의 영향 감쇄

– 온도(고수온, 저수온 등)내성과 내병성이 강한 우량종묘 개발·보급

– 우량종묘 생산 및 생산기술 보급

해양수산분야: 수산업 피해방지(Ⅴ-3-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅴ-3-②	해상 가두리양식장 구조개선 사업	신규	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 해수온 상승에 따른 태풍 강도 증가

- 태풍의 강도 증가는 해상구조물의 안전에 큰 위협요소
- 전남에 설치된 전복 해상가두리는 약 60만 칸이며, 이것의 설치비용은 6,000억 원 이상이며, 전남 해역에 설치된 구조물은 1조원 이상으로 추정
- 실제 2011년 태풍으로 전남의 가두리양식장은 큰 피해를 입었으며, 향후 더 큰 피해를 입을 가능성 예측
- 즉, 현재의 해상 가두리 및 구조물은 강력한 태풍에 취약하므로 보다 견고한 형태로 개선할 필요

2. 사업개요

○ 전남지역 해상 가두리 양식장 및 유사 시설 현황 파악

○ 기후변화 대응 해상 가두리 양식장(내파성) 개발

○ 태풍의 내습을 고려한 해상 가두리 양식장 등 어장 재배치

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진경위

- 전남지역은 전국에서 가장 수산물 양식이 발달
- 전복, 홍합, 굴, 김, 미역 등을 위한 많은 해상 구조물 분포
- 태풍 무이파의 영향으로 진도군 및 완도군의 전복 가두리 양식장에 큰 피해(2011.)
- 많은 피해가 예상됨에도 불구하고, 이에 대한 대응책은 미비

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 해상 가두리 양식장 및 유사시설 현황조사 및 안정성 평가
2013	- 기후변화 적응형 내파성 해상 구조물 개발 - 어장 배치에 대한 구조물의 안전성 검토
2014	- 개발된 구조물의 현장 실증
2015	- 현장 실증 결과에 따른 개선·보완 - 어장 재배치에 대한 안 제시
2016	- 내파성 해상 구조물의 보급 - 전남의 어장 재배치

해양/수산분야: 수산업 피해방지(Ⅴ-3-②)

5. 당해년도 추진계획

○ 해상 가두리 양식장 및 유사시설 현황조사 및 안정성 평가
- 전남지역의 해상 가두리 양식장 및 유사시설의 현황 파악
- 해상 구조물의 내파성 조사·분석을 통한 시설 기준 제시

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	300	1,000	1,000	1,000	1,000	4,300
○ 도비	150	500	500	500	500	2,150
○ 시·군비	150	500	500	500	500	2,150
○ 기타						
합 계	600	2,000	2,000	2,000	2,000	8,600

7. 기대효과

○ 견고한 해상 구조물의 개발로써 태풍 피해 예방
○ 안정된 구조물을 통한 수산생물 양식으로써 양식 산업의 안정화
○ 연안에 집중된 양식단지를 외양으로 확대

해양수산분야: 수산업 피해방지(Ⅴ-3-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅴ-3-③	수산업 재해 실시간 모니터링 및 정보제공시스템 구축	기존	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화에 따른 유해생물 번식에 의한 피해 발생
- 유해생물의 대량발생으로 인한 피해 증가
- 해파리 증가에 따른 수산업 피해 763~2,290억 원/년, 불가사리에 의한 패류 양식장 은 82~109억 원/년, 유해성 적조인 코클로디니움 발생은 10.6~215억 원/년 피해
- 특히 해파리는 수산업 피해 뿐 아니라 관광산업과 국가 기간산업까지 피해

○ 물리적 환경 변화에 의한 수산재해 발생
- 고수온, 저수온, 저염분, 빈산소 수괴 발생 등에 의한 피해 발생

○ 기후변화에 의한 피해에 적극적으로 대처하고, 수산물을 안정적으로 공급하기 위하여 수산업 재해를 모니터링하고 정보를 제공할 필요성 대두

2. 사업개요

○ 기후변화로 인한 연근해 수산업 피해저감 기술 개발
- 목표어종 어획 및 유해생물 분리·제거 기술 개발
- 유해생물 발생 제어 방안 연구

○ 수산업재해 실시간 모니터링 및 정보제공 시스템 구축
- 유해생물 분포 및 종조성 DB 구축
- 실시간 수산업 재해 모니터링 기술 개발 및 관측소 설치
- 수치모델 기반의 해양환경 변동 및 유해생물 확산 예측

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 해파리·적조 피해 대책 상황실 운영
- 수산재해 모니터링 기반 구축
- 목표어종 어획 및 유해생물 제거기술 개발

○ 추진경위
- 유해생물 피해, 특히 해파리에 의한 수산업피해의 급증

해양수산분야: 수산업 피해방지(Ⅴ-3-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 유해생물 종조성·분포, 수치모델 기본자료 확보 및 DB 구축 - 수산업재해 모니터링 기술 및 무인관측소 개발 연구 - 수산재해로 인한 피해 조사
2013	- 수산업재해 모니터링 기술 개발 및 무인관측소 확충 - 유해생물 제거방안 기술 개발
2014	- 수산업재해 모니터링 및 정보시스템 구축 - 유해생물 분리 배출 및 제거기술 개발 및 현장 적용
2015	- 수산업재해 모니터링 및 정보시스템 운용 - 유해생물 제거기술의 현장 적용 및 생태계 영향 연구
2016	- 수산업재해 모니터링 및 정보시스템 운용 - 수치모델 기반의 해황예측 시스템 구축

5. 당해년도 추진계획

○ 유해생물 종조성 ·분포, 수치모델 기본자료 확보 및 DB 구축
○ 수산업재해 모니터링 기술 및 무인관측소 개발
○ 수산업재해로 인한 피해 조사
– 전남 수산업재해 피해 발생 범위 및 원인 분석

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	250	500	500	1,000	1,000	3,250
○ 도비	125	250	250	500	500	1,625
○ 시·군비	125	250	250	500	500	1,625
○ 기타						
합 계	500	1,000	1,000	2,000	2,000	6,500

7. 기대효과

○ 수산업 재해 모니터링을 통하여 기후변화에 따른 연근해 수산업 재해 예측 및 피해 저감
– 수산업 재해 정보 실시간 제공 및 정책 자료로 활용
○ 유해생물 제거를 통한 해양생태계 안정
○ 수산업 재해 경감에 따른 수산경제 안정
– 수산업 재해 방지로 인한 소득 안정
– 유해생물로부터 유용물질 추출·활용하여 소득 창출

6. 물관리분야

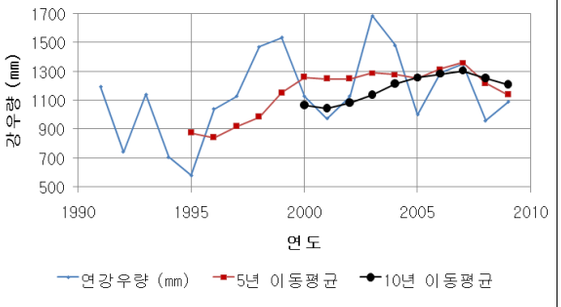
가. 전라남도 기후변화 영향 현황

1) 기후변화 영향

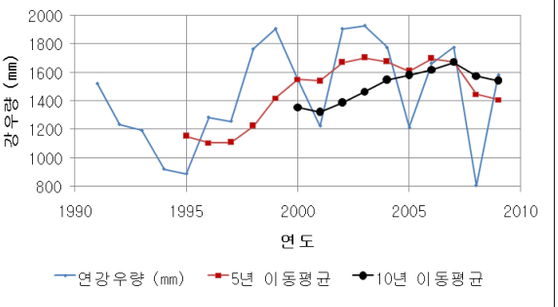
가) 강우량 자료의 경향성

○ 연강우량에 대한 5년 및 10년 이동평균 값의 도시를 통해 전라남도 22개 시·군에 대한 연강우량은 전반적으로 증가하는 경향으로 나타남.

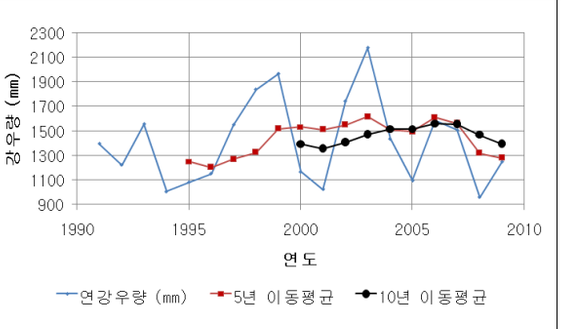
○ 10년 이동평균 : 곡성 최대 (연 3000 mm 이상), 무안, 함평, 영광, 신안 등은 비교적 적음 .



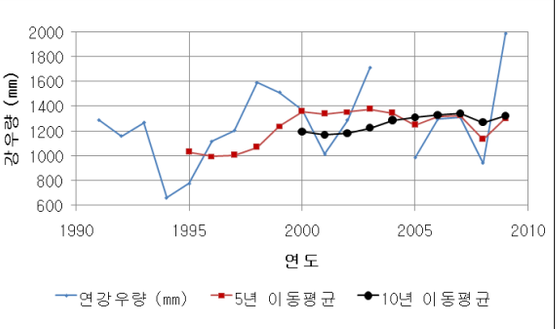
목포시 연강우량(이동평균) 변화



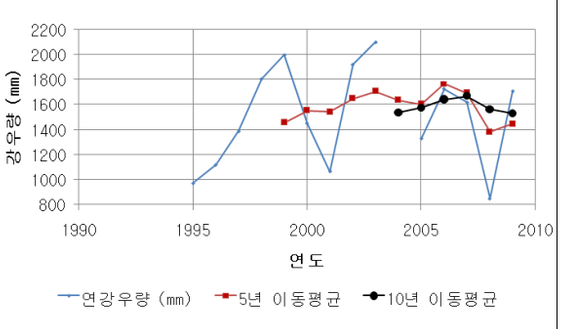
순천시 연강우량(이동평균) 변화



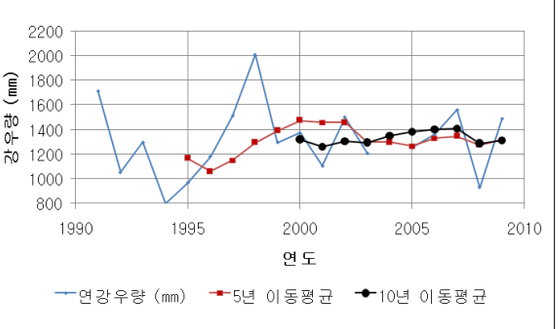
여수시 연강우량(이동평균) 변화



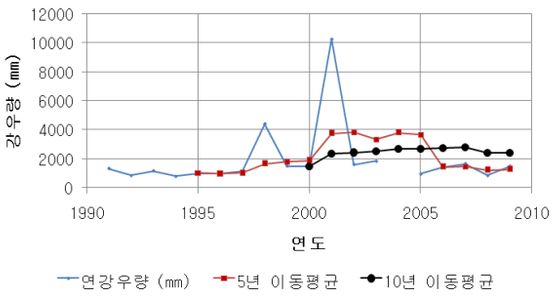
나주시 연강우량(이동평균) 변화



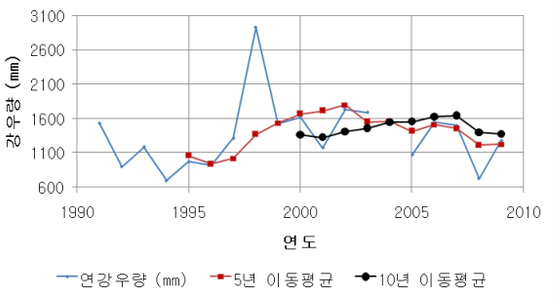
광양시 연강우량(이동평균) 변화



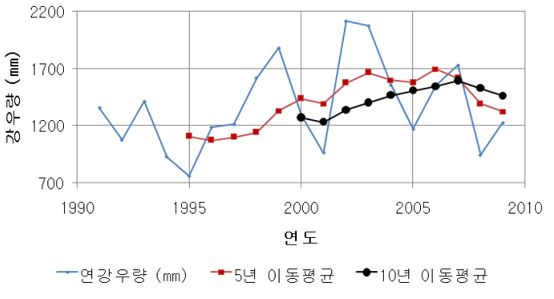
담양군 연강우량(이동평균) 변화



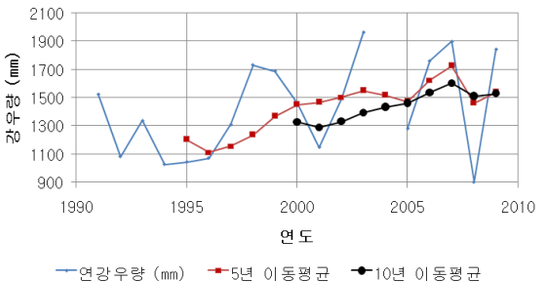
곡성군 연강우량(이동평균) 변화



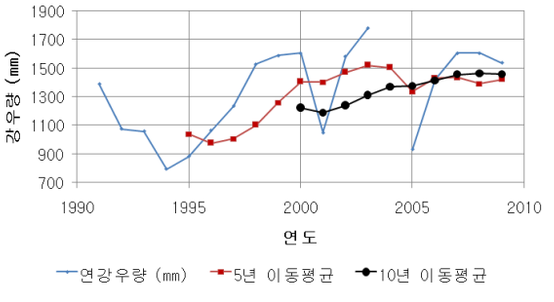
구례군 연강우량(이동평균) 변화



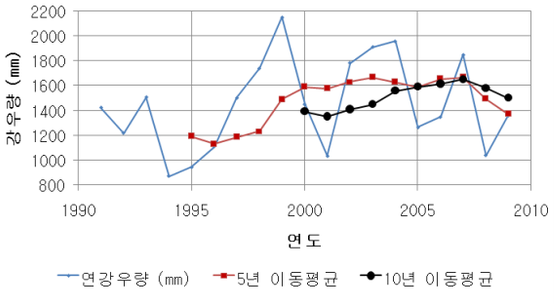
고흥군 연강우량(이동평균) 변화



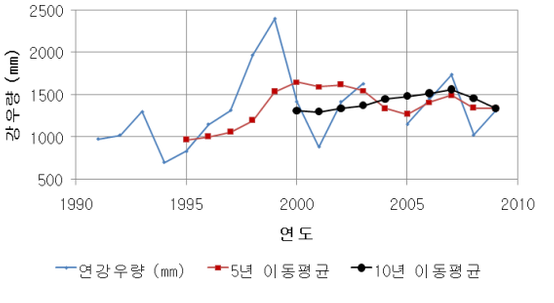
보성군 연강우량(이동평균) 변화



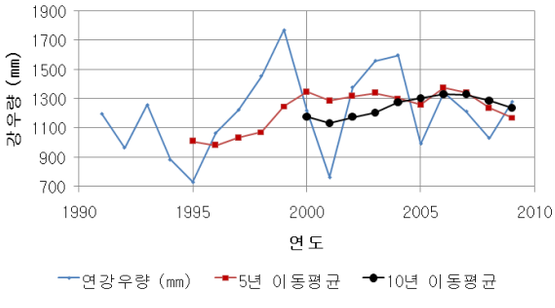
화순군 연강우량(이동평균) 변화



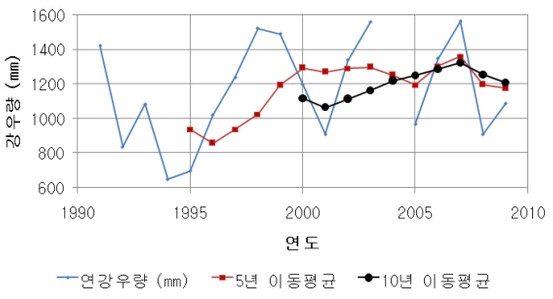
장흥군 연강우량(이동평균) 변화



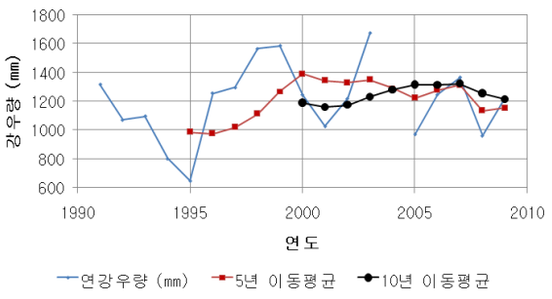
강진군 연강우량(이동평균) 변화



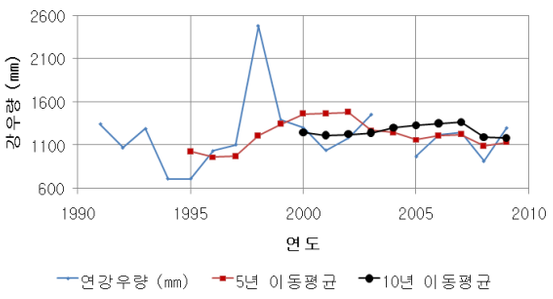
해남군 연강우량(이동평균) 변화



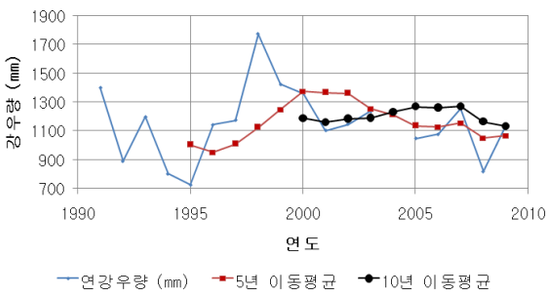
영암군 연강우량(이동평균) 변화



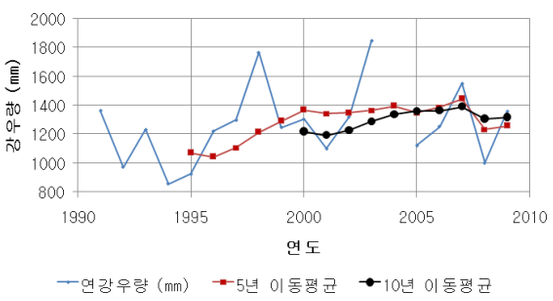
무안군 연강우량(이동평균) 변화



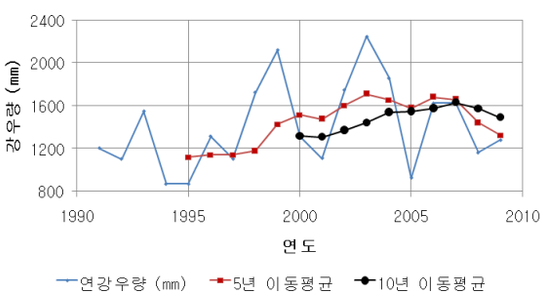
함평군 연강우량(이동평균) 변화



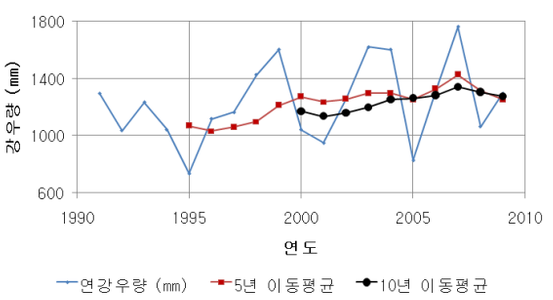
영광군 연강우량(이동평균) 변화



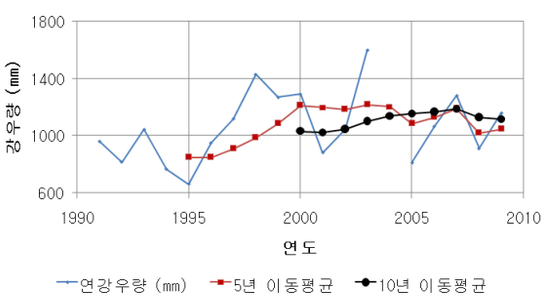
장성군 연강우량(이동평균) 변화



완도군 연강우량(이동평균) 변화



진도군 연강우량(이동평균) 변화



신안군 연강우량(이동평균) 변화

출처 : 전남통계연보, 2010년

2) 피해사례

가) 가뭄 피해현황

<표 5-6-1> 전라남도 1994~1995년 가뭄피해 현황

피해지역	피해현황	피해지역	피해현황
전라남도 강진군 군동면	제한급수(간이상수도)	전라남도 영암군 시종면	제한급수(간이상수도)
전라남도 강진군 성전면	제한급수(간이상수도)	전라남도 영암군 시종면	제한급수(간이상수도)
전라남도 나주시 공산면	제한급수(간이상수도)	전라남도 영암군 학산면	제한급수(간이상수도)
전라남도 나주시 노안면	제한급수(간이상수도)	전라남도 영암군 학산면	제한급수(간이상수도)
전라남도 나주시 다도면	제한급수(간이상수도)	전라남도 장흥군 유치면	제한급수(간이상수도)
전라남도 나주시 다시면	제한급수(간이상수도)	전라남도 장흥군 장동면	제한급수(간이상수도)
전라남도 나주시 다시면	제한급수(간이상수도)	전라남도 장흥군 장흥읍	제한급수(간이상수도)
전라남도 나주시 세지면	제한급수(간이상수도)	전라남도 진도군 고군면	제한급수(간이상수도)
전라남도 담양군 금성면	제한급수(간이상수도)	전라남도 진도군 임회면	제한급수(간이상수도)
전라남도 담양군 대전면	제한급수(간이상수도)	전라남도 진도군 지산면	제한급수(간이상수도)
전라남도 담양군 봉산면	제한급수(간이상수도)	전라남도 진도군 진도읍	제한급수(지방상수도)
전라남도 무안군 몽탄면	제한급수(간이상수도)	전라남도 해남군 마산면	제한급수(간이상수도)
전라남도 무안군 몽탄면	제한급수(간이상수도)	전라남도 해남군 문내면	제한급수(지방상수도)
전라남도 무안군 무안읍	제한급수(지방상수도)	전라남도 해남군 문내면	제한급수(간이상수도)
전라남도 무안군 무안읍	제한급수(지방상수도)	전라남도 해남군 산이면	제한급수(간이상수도)
전라남도 무안군 무안읍	제한급수(지방상수도)	전라남도 해남군 삼산면	제한급수(간이상수도)
전라남도 무안군 삼향면	제한급수(간이상수도)	전라남도 해남군 송지면	제한급수(간이상수도)
전라남도 무안군 삼향면	제한급수(간이상수도)	전라남도 해남군 옥천면	제한급수(간이상수도)
전라남도 무안군 일로읍	제한급수(지방상수도)	전라남도 해남군 해남읍	제한급수(간이상수도)
전라남도 무안군 일로읍	제한급수(지방상수도)	전라남도 해남군 해남읍	제한급수(간이상수도)
전라남도 무안군 청계면	제한급수(지방상수도)	전라남도 해남군 현산면	제한급수(간이상수도)
전라남도 신안군 지도읍	제한급수(지방상수도)	전라남도 해남군 화산면	제한급수(간이상수도)
전라남도 여수시 삼산면	제한급수(간이상수도)	전라남도 해남군 화원면	제한급수(간이상수도)
전라남도 영광군 법성면	제한급수(지방상수도)	전라남도 해남군 황산면	제한급수(간이상수도)
전라남도 영광군 영광읍	제한급수(지방상수도)		

<표 5-6-2> 전라남도 2000~2001년 가뭄피해 현황

피해지역	피해현황
전라남도 강진군 성전면	제한급수(지방상수도)
전라남도 여수시 삼산면	제한급수(지방상수도)
전라남도 영광군 군남면	제한급수(지방상수도)
전라남도 영광군 묘량면	제한급수(지방상수도)
전라남도 영광군 영광읍	제한급수(지방상수도)

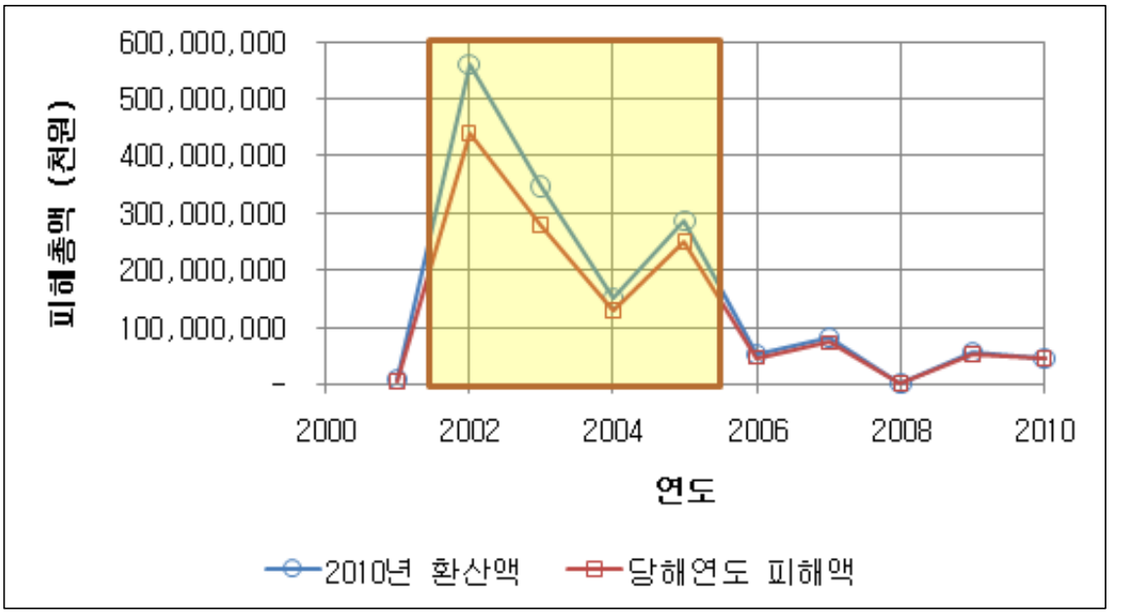
출처: 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)

나) 홍수 피해현황

○ 전라남도 최근 10년간 연도별 피해(2001~2010) 현황 : 2002년~2005년 기간이 가장 피해가 심함

- 2002년 태풍(루사)과 2003년 태풍(매미)에 의한 피해
- 2004년과 2005년에 걸친 폭설 및 대설에 의해 심각하게 발생

○ 최근 전라남도 홍수 사전예보 등으로 피해액은 줄어들고 있음



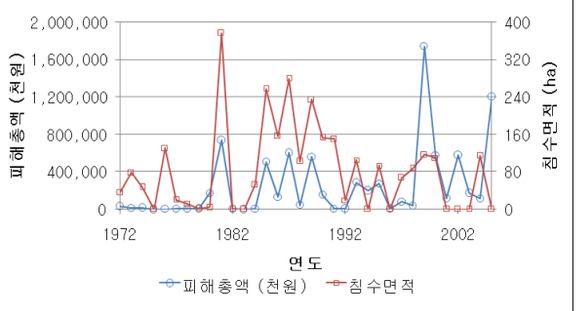
<그림 5-6-1> 전라남도 최근 10년간 홍수 피해액

출처: 재해연보, 2010년

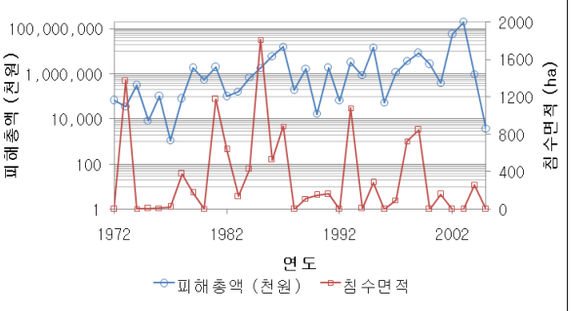
○ 전라남도 22개 시·군에 대한 과거 홍수 피해총액 및 침수면적의 도시에 의한 경향성 분석 결과

- 홍수피해는 전반적으로 홍수로 의한 침수면적은 감소하고 있음
- 도시지역을 중심으로 피해총액은 증가하는 양상이 뚜렷하게 나타남

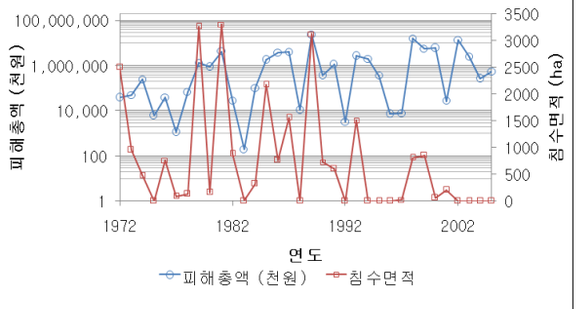
○ 국지적 집중강우 등의 기후변화 요인, 도시화에 따른 건물 등의 밀집화로 인한 불투수면적 증가 등으로 판단됨



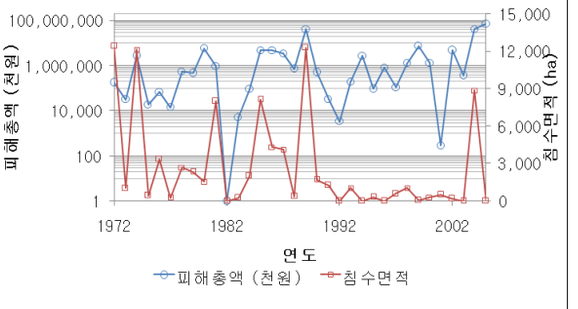
목포시 과거 홍수피해 현황



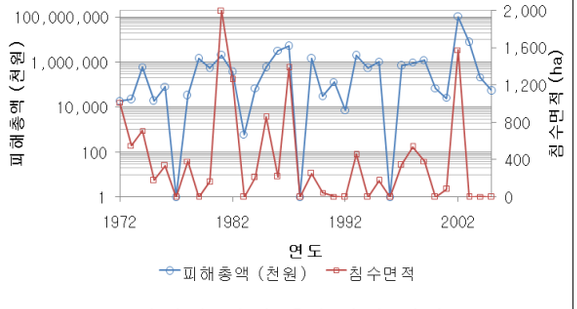
여수시 과거 홍수피해 현황



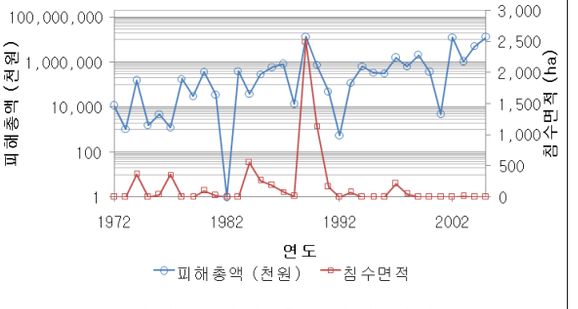
순천시 과거 홍수피해 현황



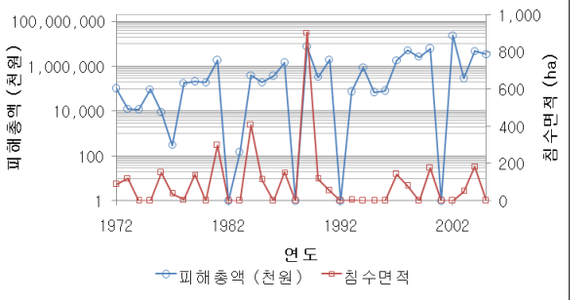
나주시 과거 홍수피해 현황



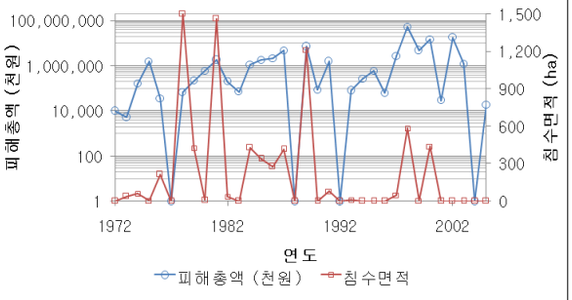
광양시 과거 홍수피해 현황



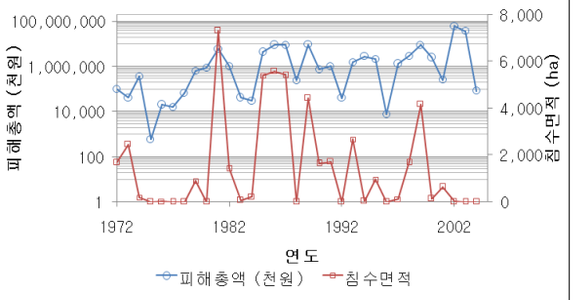
담양군 과거 홍수피해 현황



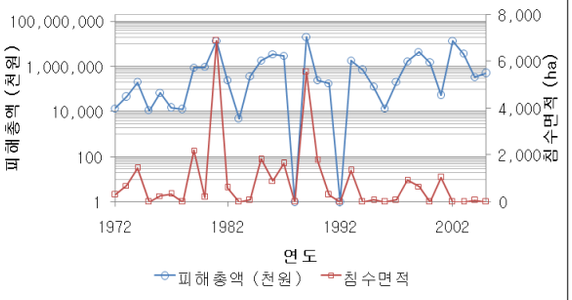
곡성군 과거 홍수피해 현황



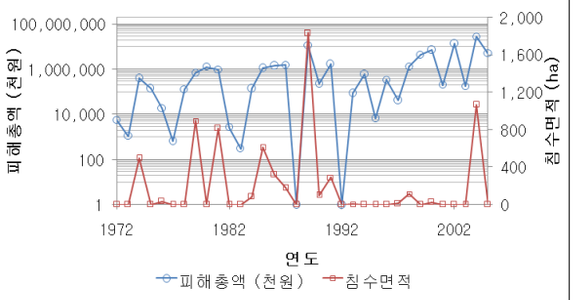
구례군 과거 홍수피해 현황



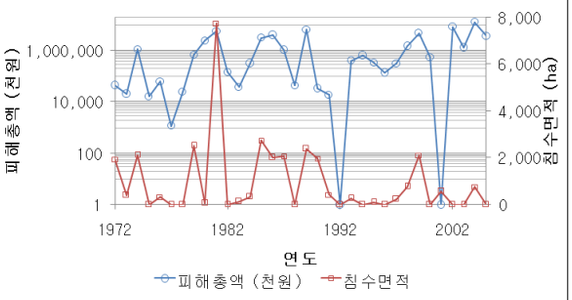
고흥군 과거 홍수피해 현황



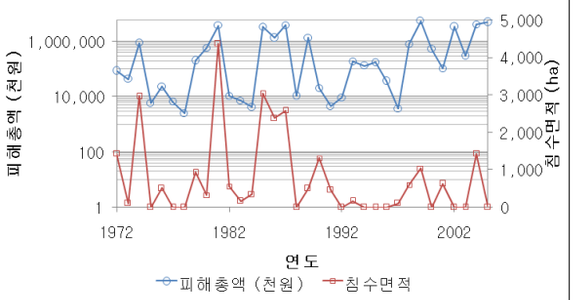
보성군 과거 홍수피해 현황



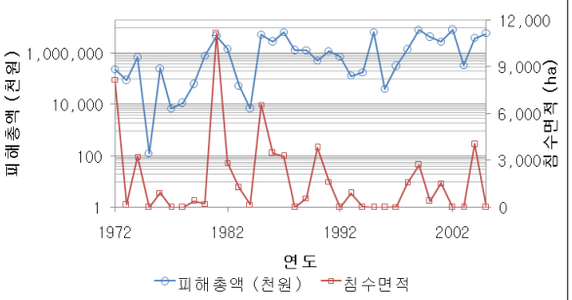
화순군 과거 홍수피해 현황



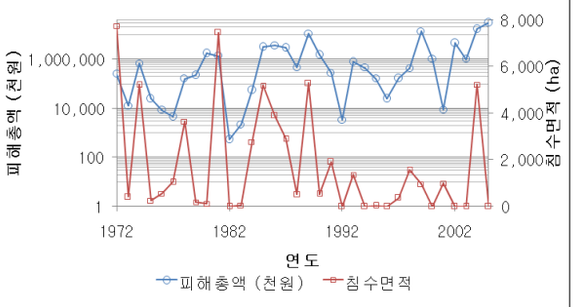
장흥군 과거 홍수피해 현황



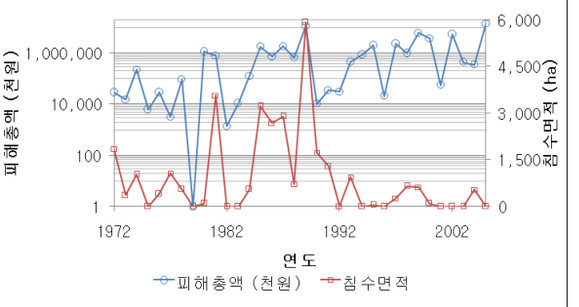
강진군 과거 홍수피해 현황



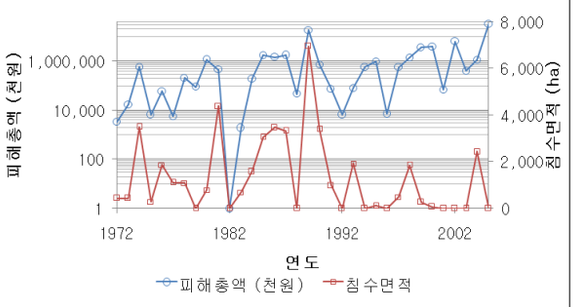
해남군 과거 홍수피해 현황



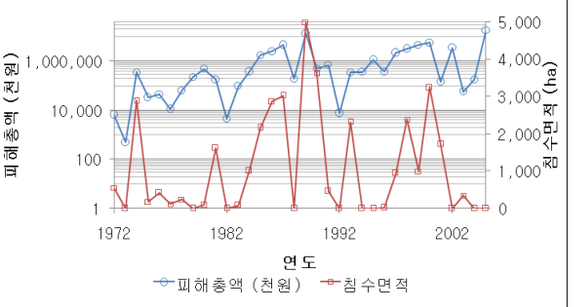
영암군 과거 홍수피해 현황



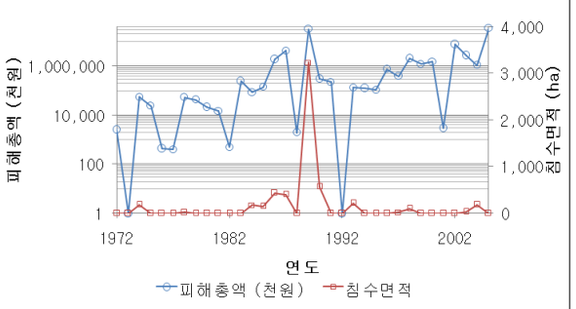
무안군 과거 홍수피해 현황



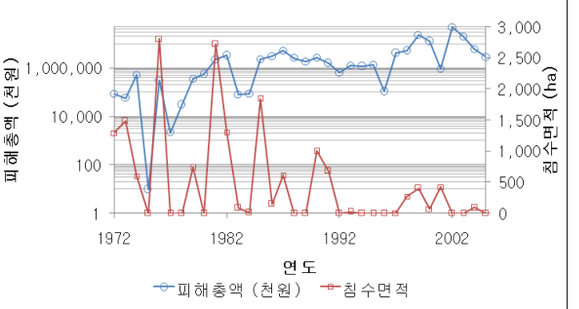
함평군 과거 홍수피해 현황



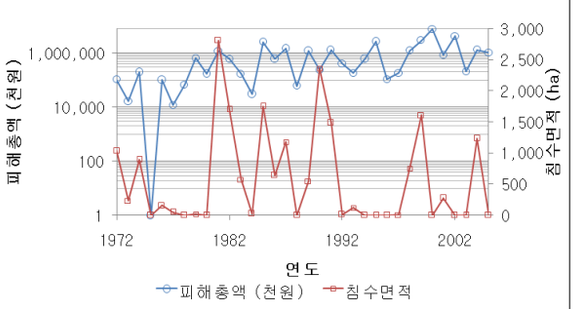
영광군 과거 홍수피해 현황



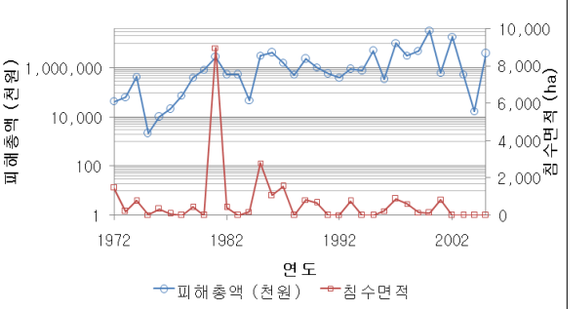
장성군 과거 홍수피해 현황



완도군 과거 홍수피해 현황



진도군 과거 홍수피해 현황



신안군 과거 홍수피해 현황

출처: 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)

나. 물관리분야 기후변화 전망

○ 최근 10년(1996~2005년)동안 우리나라 연강수량은 과거 평년(1971~2000년)인 1,313.6mm에서 1,458.8mm로 11% 증가함 (건교부, 2006)

○ 전라남도 강수량은 1971~2010년간 2.68mm/년의 비율로 증가

○ 기후변화에 따른 물관리분야 영향 분석 (환경부, 2012)

- 기후변화에 따른 평균 연강수량의 변동성이 증가한 것을 포함하여 강우의 불규칙성이 증대되었으며, 기온 상승으로 인한 유출량과 증발량 역시 그 양상이 크게 변화
- 기후변화의 영향에 기인하여 시공간적 강우의 특성이 변화하였으며, 이로 인해 수자원 분야의 취약성이 물부족, 홍수, 가뭄, 수질악화 및 생태계 교란 등의 문제 야기
- 물관리 관련분야에서 기후변화는 기온상승, 집중강우, 강력한 열대성 폭풍의 경로 이동, 고위도 강수 증가 등을 야기하여 환경, 경제, 사회 등 전반에 걸쳐 영향을 초래하고 있어 적절한 대응을 하지 않을 경우 그 영향과 피해는 향후에 보다 심각할 것으로 전망

○ 물관리 분야의 치수, 이수 및 수질에 대한 취약성을 각 시군별로 평가하여 지역적 특성을 고려한 적응대책 수립 요구 (환경부, 2009)

- 지역적 특성에 따른 기후변화의 영향이 다르게 나타나고 있어 지역적인 영향이 객관적으로 분석되어 함
- 기후자료를 바탕으로 물관리 분야 취약성을 평가함
- 기후변화의 영향 및 취약성 평가를 통해 기후변화 적응 역량 강화를 위한 종합적이고 체계적인 계획이 수립되어야 함

○ 기후변화에 의한 강우의 시·공간적 변동성이 과거와 이질적인 양상을 보이고 있으므로, 이를 반영한 물관리 분야의 적응대책 수립 필요

- 도시지역 개발로 인한 불투수면적의 증가 등은 도심홍수 등을 가져올 수 있어 이에 대한 적절한 대책이 마련되어야 함
- 저영향개발(LID)을 통한 물순환시스템 회복 및 대체 수자원이 확보되어야 함

다. 국내·외 선행 연구 사례

1) 기후변화 적응관련 선행연구 사례

가) 국외 사례

■ 미국

○ 홍수 관련 취약성으로 미국 해양대기관리처(NOAA)가 주관하여 시행하는 Community Vulnerability Assessment Tool 프로그램 사용

○ 시스템 기본 틀은 위험성 분석, 지역별 재해 취약성 분석, 재해 저감능력 분석을 포함

- 이중 재해 취약성 분석은 환경적 취약성, 중요 시설물 취약성, 사회적 취약성 및 경제적 취약성으로 구성
- 상대적 위험도를 평가하여 그 결과를 DB로 저장하고 map 자료의 형태로 제공

○ 미국의 홍수 관련 방재 시스템은 홍수보험제도와 밀접한 연관

■ **일본**

○ 태풍, 지진 및 해일 등 다양한 재해유형에 노출된 국가

○ 일본 국토성 국토기술정책종합연구소에서 홍수 취약성 지수(Flood Vulnerability Index: FVI) 개발

○ 지수 산정을 위한 기상자료는 미국 해양대기관리처(NOAA)의 자료 이용 가능

○ 또한 특정 치수단위구역의 홍수에 대한 잠재적인 홍수피해의 취약정도를 나타내는 홍수피해 잠재능(Potential Flood Damage: PFD)을 이용한 홍수 대비

■ **중국**

○ 최근 홍수 예측 시스템 및 홍수 피해 저감을 위한 대규모 수리시설 공사 진행

○ 홍수 취약성 분석과 관련하여 Flood Risk Assessment System을 Xiang River에 시범적으로 적용

○ 시스템을 위험성과 취약성으로 구분하여 지역의 홍수 위험 산정

■ **유럽**

○ EU 회원국간의 다양한 정보를 공유·구축하기 위해 ESPON (The European Spatial Planning Observation Network) 프로젝트 수행

○ ESPON 131 Project에서는 재해 위험성과 취약성으로 구분하여 유럽 전역을 지수화

○ 2006년 프로젝트의 큰 방향으로 미래의 기후변화에 대응하기 위한 목적 추가

○ 영국: Community Emergency Programs의 일환으로 British Columbia Hazard, Risk and Vulnerability Analysis Tool Kit을 개발하여 이상홍수에 대한 대응

○ 독일과 러시아: 이상홍수 취약성 지수 개발을 위한 공동 연구 중

나) 국내 사례

■ **김보경・김병식(2009)**

○ 기상청 산하 66개 관측소의 과거 자료로부터 지수산정

○ 강우관련 극한지수 6개 : 집중호우 한계점, 지속시간 5일 최대 강수량, 강우강도, 최대건조 지속시간, 집중호우 한계점 이상 강우량 비율 및 발생빈도

○ 미래의 극한 사상의 지수별 차이를 산정한 경향성 파악

○ 가을철 남해안 지역의 증가 경향성 파악

■ **김호성 등(2010)**

○ 목포, 여수 등 연구대상지점의 가뭄심도 산출을 위해 표준강수지수 이용

○ 수문학적 가뭄의 경우 가뭄지속시간에 상관없이 모두 현재보다 미래에 가뭄심도가 더 깊어질 가능성이 있는 것으로 예측

■ **안종호 · 한대호(2010)**

○ 국가 수질측정망으로부터 구축된 과거 관측 자료를 이용하여 수온 변화의 경향성 분석

○ 기후변화 시나리오에 따른 기온변화가 수온변화에 미치는 영향 파악

○ 겨울철 뚜렷한 수온상승 파악

○ 섬진강 및 영산강 수계의 수온 변화폭이 다른 수계와 비교하여 상대적으로 높으며, 이에 따라 호남지방이 기온변화의 영향에 민감함을 제시

■ **진영훈 · 박성천(2005)**

○ 계층화 방법에 의한 범주별 남방진동지수와 목포를 포함한 우리나라 5개 지점의 월강수량 자료 사이의 통계학적 관계 분석

○ 범주별 ENSO 현상이 우리나라 월강수량에 미치는 영향은 전반적으로 라니냐 현상이 지배적

○ 목포지점의 경우 라니냐의 정도가 강해질수록 4개월 이후 월강수량 감소 파악

2) 기후변화 적응대책 사례

가) 국가 차원

■ **수자원 분야**

○ 기후변화에 따른 국내 수자원 변동성 평가

- 기간별로 차이는 있으나, 한강과 한강동해안에 위치한 유역에서는 연평균유출량이 증가하고, 나머지 유역은 감소
- 계절별로는 가을과 겨울철 유출량의 증가와 봄과 여름철 유출량 감소 전망

○ Multi-Model Ensemble을 이용한 영향평가

- 2090년경에 여름철 기온 3.6℃ 증가, 겨울철 기온은 3.3℃ 증가
- 2090년경에 여름철 강수량 17% 증가, 겨울철 강우량 1% 증가
- 연평균 실제증발산량은 1.7%(2020s), 3.7%(2050s), 6.2%(2080s) 증가
- 연평균 유출량은 1.31%(2020s), 13.2%(2050s), 14.3%(2080s) 증가

○ 기후변화 대응을 위한 물환경 관리전략 및 정책방향

- 유역단위의 토사관리 : 정확한 강우예보 기반 시스템을 구축, 산림에서 농경지로 전환된 지역 중 토지이용 전환이 가능하고, 탄소저장원으로 필요한 지역은 재산림화 검토
- 수온 등 모니터링 강화 및 평가 : 양질의 수질 모니터링 시스템 구축과 자료 분석을 통해 수질관리 정책에 미치는 영향과 정책반영 방안의 포괄적 검토 필요
- 강우유출수의 수질관리방안 강화 : 지속적인 강우유출수 모니터링 및 데이터베이스 구축과 분석, 비점오염원 관리대상 사업장 및 공사자에 대한 연속적이고 유량 보정된 수질시료를 채취, 강우유출수 수질모델링 수행
- 종합적 물관리시스템 구축 : 수원수질, 용수공급 및 수요에 미치는 기후변화 영향을 정량화할 수 있는 통합모형 구축, 홍수 및 침수지도 작성, 우수배제시설 및 하수처리시설에 대한 기후변화 영향평가 실시, 홍수 및 가뭄 등의 이상기후변화에 대한 체계적인 보고 및 관리시스템 구축

나) 수질 분야

○ 기후·토지이용 통합 수환경 영향 평가

- 30년 후 기후변화 취약 담수역의 선정 및 정밀 모니터링
- 유역의 토지이용과 기후 영향의 기여도에 대한 정량적 평가와 불확실성 분석

○ 기후변화 대응 물관리 체계 구축 :

- 국가단위 수량·수질·수생태 통합 예측·예보·관리 시스템 개발
- 시설물, 하천 정비 등의 구조적 대책과 법, 조직, 예산, 기술 등의 비구조적 대책 수립 및 단계별 실천계획 수립
- 물환경분야의 녹색성장
- 수생태 복원 교육 및 인력양성 프로그램 개발

○ 소유역단위 자급형 물관리 체계 구축

- 소수력 발전댐 건설 확대
- 농업용 저수지 재개발을 통한 에너지, 용수 자급, 재해방지
- 비점오염원 저감
- 하천 유지수 확보 체계 구축
- 도시규모, 지구단위별 불투수율 저감목표 설정

- 주거 조경공간 및 대단위 공원을 물순환 및 비점오염저감 시설로 개조
- 생태기반 도시 조성
- 빗물 저장시설, 중수도, 처리수 재이용, 해수 담수화 등 수자원의 자체 순환율 제고로 하천의 생태유지 유량 증대

○ 물수요관리 및 물길회복

- 물이용 감축 목표 설정 및 이행방안 마련
- 전체 물 이용의 약 절반을 차지하는 농업 관개용수에 대한 감축을 통한 물길 회복

○ 기후변화 대응 수처리

- 탄소원 제거와 에너지 회수 복합 하폐수처리 기술 개발
- 기후변화로 인한 수질오염과 독성 조류 발생 대비 국내 정수처리시설을 고도처리공정으로 개선 (환경부, 2009)

3) 지자체 차원

가) 수자원 분야

○ 기후변화에 대응하기 위해 낙동강 유역에 있는 다목적 댐들의 최적커브 제시

- 총 6가지 기후 시나리오를 생산하여 수문모형에 적용
- 생산된 수문 시나리오를 이용하여 총 36개 조합하여 모의한 결과 큰 사이즈의 댐에 비해 작은 사이즈의 댐이 기후변화에 의한 민감도가 큰 것으로 분석됨
- 이로 인해 최적 rule curve를 도입하게 되면 작은 댐들의 수자원 관리를 효율적으로 할 수 있어 기후변화에 대응하는 데 도움이 될 것으로 판단
- 총 36개 결과 중 과거자료(WG-PCA)가 물공급 및 수력발전 생산량이 크게 향상 (한국환경정책·평가연구원, 2010, 2011)

○ 기후변화가 유역의 유출량과 수자원에 미치는 영향을 조사하고 평가

- 기후 전망 : 강수사상의 경우 양적인 면에서는 거의 차이가 없었으나, 습윤지속기간은 길어지고 건조지속기간이 짧아짐을 확인
- 수문 전망 : 연 평균 유출량은 감소하였고, 특히 가을철과 겨울철의 유출량은 관측 유출량에 비해 증가하고 여름철은 감소하는 것으로 나타남. 기후변화 시 관측치에 비해 평균 풍수량과 평수량은 작아지는 반면 평균 갈수량은 커짐 (한국환경정책·평가연구원, 2009, 2010)

○ 기후변화의 영향이 유역의 물 순환에 미치는 영향 검토

- 기후 전망 : 기온과 강수 각각의 유출 변화에 미치는 영향을 정략적으로 나타낼 수는 없었으나 대략적으로 +4℃ 변화에 대한 강수는 -7~+8℃, 유출은 -14~+7%의 변화를 보임
- 수문 전망 : 봄에는 유출이 감소하고 여름철은 시나리오에 따라-14~+8%, 겨울철에는 유출이 감소하는 것을 보임. 모의 발생된 100년 동안의 일 단위 유출의 유황분석 결과 미래시점의

유출은 현재보다 변동 가능 폭이 커지는 것으로 나타남 (한국환경정책·평가연구원, 2011)

○ 도시화와 기후변화에 대한 미래시나리오를 구성하고 각각의 시나리오별로 수자원 관리 대안들에 대한 효과분석

- 기후 전망 : 기후변화가 대안들의 효과를 감소시키고 있으므로 과거 기상조건으로 설계했을 경우 대부분 30년 후에는 하천유출량 부속현상 발생 가능. 기온의 상승과 강수의 편중 및 도시화가 예상됨
- 수문 전망 : 저수량을 10~33.6% 감소시키고, 고수량은 1.7~5.6%정도 증가시키며, 수질은 15.6~25.8% 정도 악화시킨다고 제시함

○ 미래 기후와 토지이용 및 식생의 활력도를 고려한 경안천 유역의 수문요소에 미치는 영향 평가

- 기후 전망 : 미래 온도는 2개 GCM 모두 전반적으로 모든 계절에서 상승하였는데 특히 겨울에 가장 많이 상승하였음. 미래강수량은 모든 GCM 시나리오에서 여름에 감소경향을 보였고 봄, 가을, 겨울에는 증가경향을 보임
- 수문 전망 : 2개의 GCM 모두 봄 유출량은 증가하였으나 여름 유출량은 모두 감소경향을 보였고 증발산량은 여름과 봄에 가장 크게 증가함

○ 병성천의 기후변화에 대한 영향 평가

- 기후 전망 : 상세화 결과 과거 기간(1971~2000년)의 여름철 강수량의 감소가 두드러지게 나타났으며, 2021~2030년에 기온이 0.9℃ 상승, 강수량은 -16% 감소
- 수문 전망 : 과거기간의 경우 유역출구지점의 유량이 -12% 감소하였으며, 2021~2030년 기간에는 유출량은 -10% 감소

○ 기후변화가 수자원의 이수측면에서 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 검토하고자 한강유역에 대한 물수지 변화 분석

- 기후 전망 : 특정 소유역에서 물 부족이 가중되고 장기적으로 한강유역 전체로 물 부족이 예상
- 수문 전망 : 기후변화로 인하여 홍수기의 유출 특성이 이동되는 현상과 유출량의 불확실 정도가 증가하여 농업용수의 과부족으로 인한 물부족 발생이 예상

○ 기후변화와 토지이용변화에 따른 미래 한강 유역의 수자원평가

- 기후 전망 : 연강수량과 연증발량은 증가하고 연증산량과 연유출량이 감소할 것으로 나타났고, 미래강수량과 유출량은 산발적이고 공간적 분포가 두드러지는 것으로 나타남
- 수문 전망 : 팔당댐 유역은 8월보다 9월 유출량이 증가하는 것으로 나타남. 미래 유황곡선은 현재보다 더 완만한 형태로 풍수량은 현재보다 낮았으나 평수량, 갈수량과 저수량은 점차 높아지는 것으로 나타남

나) 수질 분야

○ SWAT 모형을 이용한 미래 기후변화 및 토지이용 변화에 따른 안성천 유역 수문-수질 변화

- 도심지와 나지, 밭의 경우는 꾸준하게 증가하는 경향을 나타냈고, 나머지 초지와 산림, 농경지는 감소
- 현재 수문환경에 비하여 풍수기(0-20% of time discharge exceeded)에는 미래 시나리오에서 연 총강우량이 가장 많은 경우임에도 불구하고 낮게 나타나는데, 이는 2000년대 초반에 많은 태풍으로 인한 집중호우 등으로 인해 평균값이 높아졌다고 판단됨
- 평수기(20-80% of time discharge exceeded)에는 현재 수문환경에 비해 증가하여 유황을 개선시킨다고 분석됨
- 갈수기(80-100% of time discharge exceeded)의 경우에는 연강수량이 많은 미래 시나리오를 적용 하였음에도 불구하고, 경제 지향적 사회 발전을 나타내는 A2시나리오는 현재보다 갈수기의 유량이 적게 모의되었으며 불투수지역의 증가와 강우의 집중에 따른 것으로 판단됨
- 전체적인 강우량의 증가로 영양물질의 부하량 또한 크게 증가할 수 있으며, 그에 따라 약 1.5~2배 정도의 부하량이 예측됨 (한국환경정책·평가연구원, 2009, 2010)

○ 기후변화 및 도시화에 따른 유황곡선 및 BOD 농도지속곡선 변화

- 온도 및 강우량 : 서울관측소의 경우 A2 시나리오는 여름철 온도와 강우량 증가율이 다른 계절에 비해 높은 데 반해 A1B 시나리오는 상대적으로 특정계절에 집중하지 않았음. 수원관측소의 경우 A1B, A2 시나리오 모두 온도와 강우량이 계절별로 고루 증가함
- 수량 및 수질 변화 : 도시화가 저수량을 감소시켰고 고수량을 증가시켰음. A1B 시나리오의 경우 고수량을 크게 증가시키지만 저수량에서는 특별한 특성을 보이지 않았음. A2 시나리오의 경우 저수량과 풍수량 모두 증가하고, 유량 증가가 A1B 시나리오보다 큼. BOD 농도는 도시화로 인해 증가하는 것으로 나타났으나, 기후변화의 영향으로 인한 유출량의 증가로 농도 감소 효과를 보임. (한국환경정책·평가연구원, 2009, 2010)

라. 기후변화 취약성 평가 및 주요 부문 선정

1) 취약성 평가 방법

가) 현재 기후변화 주요영향 선정

○ 기후변화 취약성 개념틀을 중심으로 선행연구에서 제시된 지표를 검토하여 지표를 구성

○ 노출, 민감도, 적응능력을 나타내는 하위 항목의 구분 및 지표에 대해서는 1차 전문가 회의를 거쳐 의견을 수렴하였음

나) 세부항목, 대용변수 및 가중치 선정 배경

<표 5-6-3> 기후변화 취약성 세부항목 선정배경

세부항목	선정 배경
치수의 취약성	○ IPCC 제4차 보고서는 현재와 같은 화석연료의 대량소비 추세가 지속될 경우 해수면은 59cm 상승하며 지구 평균기온은 최대 7.4℃ 가 증가할 것으로 전망함 ○ 우리나라의 경우 지난 100년(1912-2008)간 한반도의 연평균 기온은 1.7℃ 상승하였고 연강수량은 19 % 증가하였음 기후변화모델 실험을 통해 얻은 미래 기후변화 전망에 따르면 2100년 대기 중 CO_2 농도가 현재의 2배에 달하면 21세기말은 20세기에 비해 한반도 연강수량은 17% 증가할 것으로 예상됨
이수의 취약성	○ 최근 기후변화로 인한 가뭄의 주기성이 빨라지고 있음 ○ 우리나라의 경우 지난 100년(1912-2008)간 한반도의 연평균기온은 1.7℃ 상승하였고 연강수량은 19% 증가하였음. ○ IPCC 보고서에 따르면 2050년에 아시아에서는 10억명 이상이 물 부족을 겪게될 것으로 전망하였으며 우리나라도 상당한 영향을 받을 것으로 파악됨
수질 및 수생태에 대한 취약성	○ 기후변화로 인한 강수량과 기온의 변화는 하천의 유량 및 수온의 변화와 직접적인 관련이 있음 ○ 기온의 변화는 수온의 변화를 초래하고, 수온변화는 하천의 조류 성장과 박테리아, 부영양소 및 금속오염 수준을 변화시킴 ○ 기후변화로 인한 강우사상의 변화는 비점오염물질을 하천으로 유입시키는 원동력으로 작용하여 수질오염을 가중시킬 수 있음 ○ 수온 및 수질의 변화는 수중생태계에 영향을 미칠 수 있음

<표 5-6-4> 치수의 취약성 평가를 위한 대용변수 및 가중치

세부항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치
V-① 치수의 취약성	기후노출	0.37	일 최대강수량(mm)	0.31
			일 강수량이 80mm이상인 날의 횟수(회)	0.23
			5일주기 최대강수량(mm)	0.19
			지면유출(mm/day)	0.16
			6~9월(여름철) 강수량(mm)	0.11
	민감도	0.30	10m이하 저지대면적(㎢)	0.10
			10m이하 저지대가구(세대)	0.10
			국토이용면적중 제방사용면적율(%)	0.07
			인구밀도(명/㎢)	0.12
			총인구(명)	0.10
			지역평균 경사도(deg)	0.11
			도로 면적비율(%)	0.07
			최근 3년간 홍수피해액(천원)	0.16
			최근 3년간 홍수피해인구(명)	0.15
	적응능력	0.33	재정자립도(%)	0.13
			인구당공무원 수(명/만명)	0.07
			지역내 총생산(GRDP)(백만원)	0.11
			면적당 물관리 공무원 수(명/㎢)	0.13
			하천개수율(%)	0.14
			내수배제시설 배수능력(㎥/분)	0.21
			저수지 홍수 조절능력(백만㎥)	0.21

<표 5-6-5> 이수의 취약성 평가를 위한 대용변수 및 가중치

세부항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치
V-② 이수의 취약성	기후노출	0.31	연속적인 무강수일수의 최대값(회)	0.22
			12~2월강수량(mm)	0.18
			3~5월강수량(mm)	0.21
			12~2월증발산량(mm)	0.10
			3~5월증발산량(mm)	0.13
			지하유출(mm/day)	0.15
	민감도	0.31	인구밀도(명/㎢)	0.11
			총인구(명)	0.10
			상수도 : 1인1일급수량(liter)	0.07
			면적당 곡물생산(ton/㎢)	0.07
			면적당 축산물생산(마리/㎢)	0.06
			지하수 이용량(㎥/년)	0.08
			하천수 이용량(㎥/년)	0.09
			생활용수 사용량(천㎥/년)	0.15
			공업용수 사용량(천㎥/년)	0.14
			농업용수 사용량(천㎥/년)	0.13
	적응능력	0.38	재정자립도(%)	0.12
			인구당 공무원 수(명/만명)	0.05
			지역내 총생산(GRDP)(백만원)	0.09
			면적당 물관리 공무원 수(명)	0.09
			상수도 보급율(%)	0.15
			지하수 가용량(천㎥/년)	0.14
			단위면적당 용수공급용 저수지 저수용량(천㎥)	0.21
			단위면적당 물재이용량(천㎥/년)	0.15

<표 5-6-6> 수질 및 수생태에 대한 취약성 평가를 위한 대용변수 및 가중치

세부항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치
V-③ 수질 및 수생태에 대한 취약성	기후노출	0.34	일 최고기온(℃)	0.14
			일 최대강수량(mm)	0.13
			일 강수량이 80mm 이상인 날의 횟수(회)	0.14
			연속 무강수 일수 최대값(회)	0.33
			일 최고기온이 33℃이상인 날의 횟수(회)	0.13
			일 최저기온이 25℃이상인 날의 횟수(회)	0.13
	민감도	0.32	지역 평균 경사도(deg)	0.08
			하천 개수율(%)	0.11
			축산업 종사인구(명/만명)	0.08
			축산물 생산현황(마리/㎢)	0.13
			경작지당 비료 사용량(ton/ha)	0.15
			주요 동물종 분포(종)	0.09
			주요 식물종 분포(종)	0.09
			산림 면적율(%)	0.14
			관리되는 토지율(%)	0.13
	적응능력	0.34	하수도 보급률(%)	0.32
			인구당 공무원 수(명/만명)	0.11
			인구밀도(%)	-0.26
			도로 면적비율(%)	-0.18
			단위면적당 도로길이(km)	-0.13

다) 기후변화 영향 및 취약성 평가 방법

■ 자료수집 및 시공간적 범위

○ 자료출처 : 국립환경과학원(2009) 및 CCGIS v3.1

○ 현재시점 : 2000년대 (1996년~2005년)

○ 미래시점 : 2020년, 2050년, 2100년

○ 공간적 범위 : 전남 22개 시·군

■ 자료수집 및 시공간적 범위

○ 대용변수 즉, 기후노출, 민감도 및 적응능력을 평가식에 도입하고 연산하기 위해 다양한 특성을 가진 대용변수들의 실제값들을 표준화하는 과정이 필요함

○ 대용변수들을 0~1의 범위를 갖는 값으로 표준화 함

○ 표준화 식 $\dfrac{\text{(대상 대용변수의 값 - 대상 대용변수 값 중 최소값)}}{\text{(대상 대용변수의 최대값 대상 대용변수 값 중 최대값)}}$

■ 취약성 지수 산출방법

○ 대용변수로 선정된 기후노출, 민감도 및 적응능력은 다음과 같은 식을 통해 취약성 지수가 산출됨

○ 기후노출과 민감도 지수의 합으로 구성된 기후변화의 영향에서 적응능력 지수를 감하는 형태를 취약성 지수라 함

○ 취약성 지수 = (αx 기후노출지수) + (β x 민감도 지수) - (ɣ x 적응능력)

(α, β, ɣ는 가중치를 의미함)

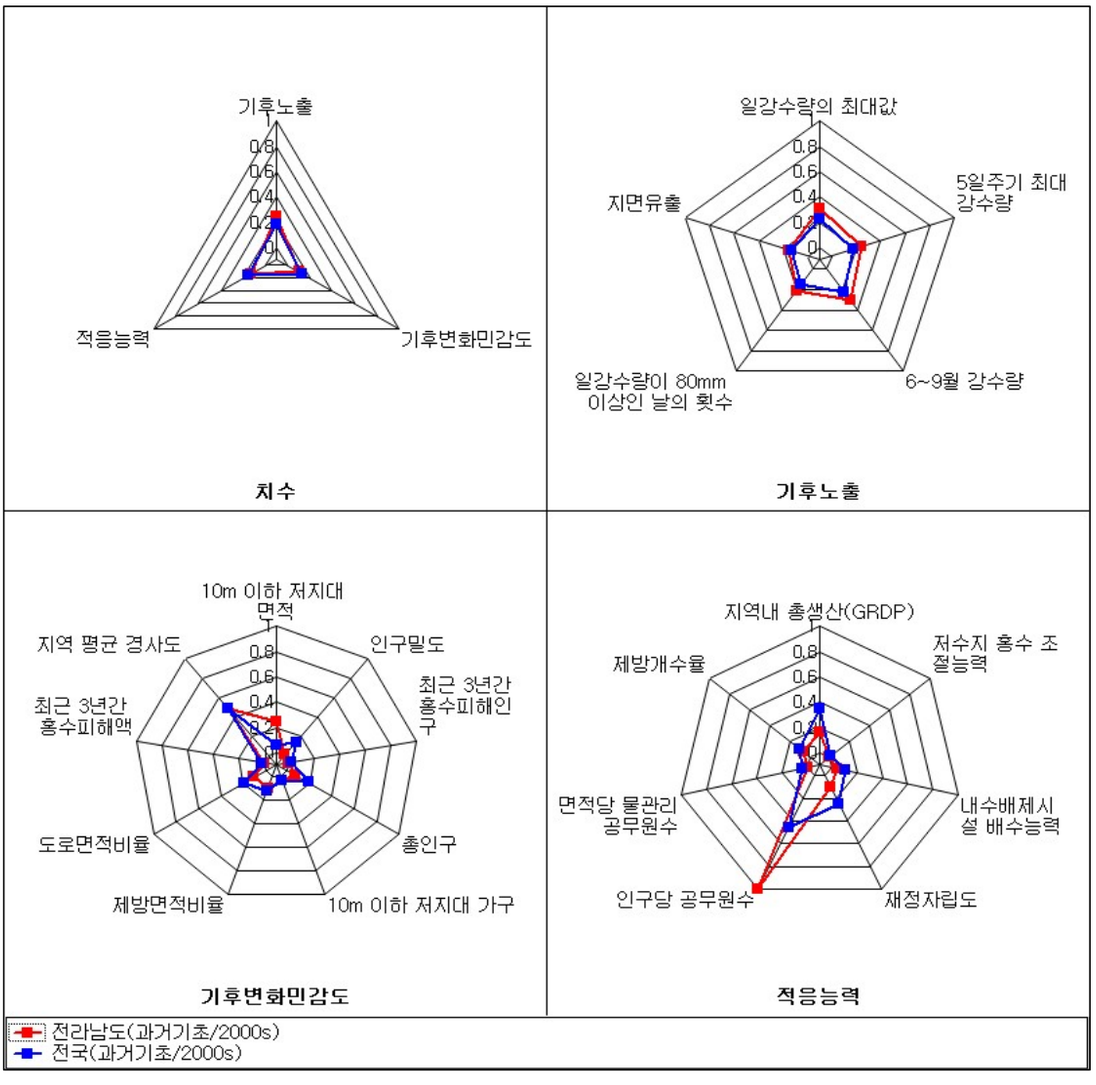
○ 델파이 조사를 통해 기후노출, 민감도 및 적응능력의 카테고리 내의 세부 대용변수에 대한 가중치를 도출하며, 도출된 가중치를 적용함으로써 취약성 지수를 산출함

○ 델파이 조사 : 물관리 부문 전문가에게 델파이 조사를 실시함

2) 취약성 평가

가) 현재 기후변화 영향

■ 치수에 대한 취약성



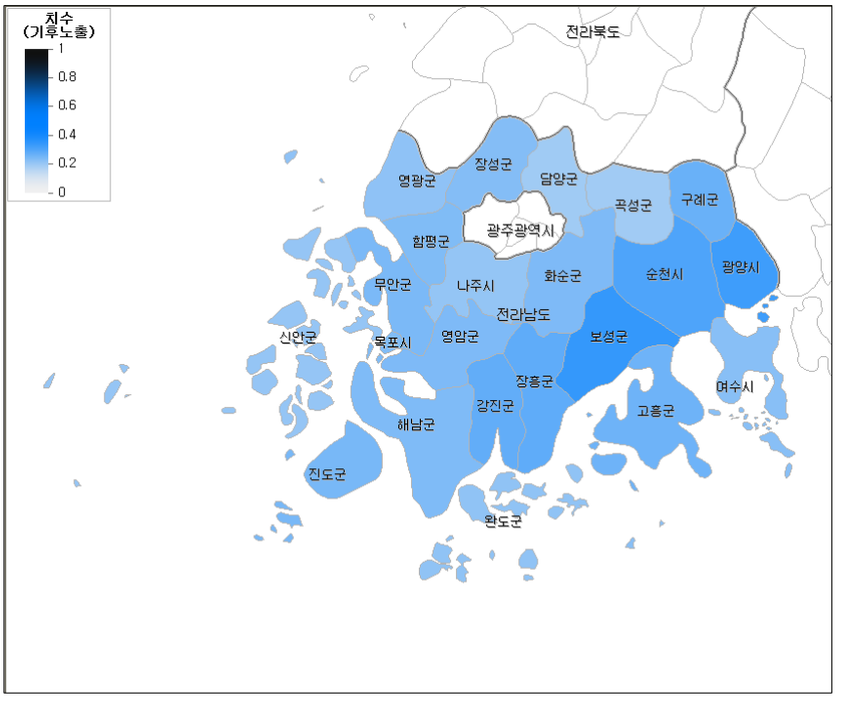
<그림 5-6-2> 현재 전라남도 및 전국의 치수에 대한 취약성 분석 비교

○ 현재(2000년대) 전라남도 22개 시·군의 치수에 대한 취약성은 전국 232개 시·군구과 비슷한 수준으로 나타남

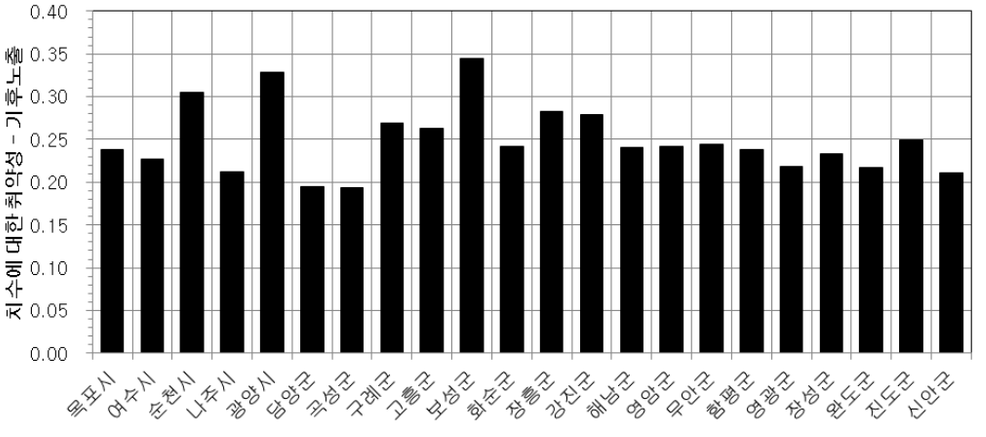
- 기후노출이 전국평균에 비해 전라남도 평균이 더 높은 것으로 나타남
- 기후민감도 및 적응능력은 전국평균과 거의 비슷한 수준임
- 전반적으로 전라남도의 치수에 대한 취약성은 전국과 비슷한 수준으로 나타남

○ 기후노출

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 치수 취약성에 대한 기후노출 대용변수를 전라남도 시·군 단위로 계산한 결과물
- 상대적으로 기후노출이 취약한 지역으로 나타나는 곳은 보성군, 광양시 및 순천시로 나타남 (기후노출 취약성 지수 0.35이상)
- 이에 비해 곡성군과 담양군은 기후노출 취약성 지수 0.20 이하로 다른 지역에 비해 기후노출 값이 상대적으로 낮은 것으로 나타남
- 대부분의 기후노출에 의한 시·군의 치수에 대한 취약성 지수는 0.2~0.25임



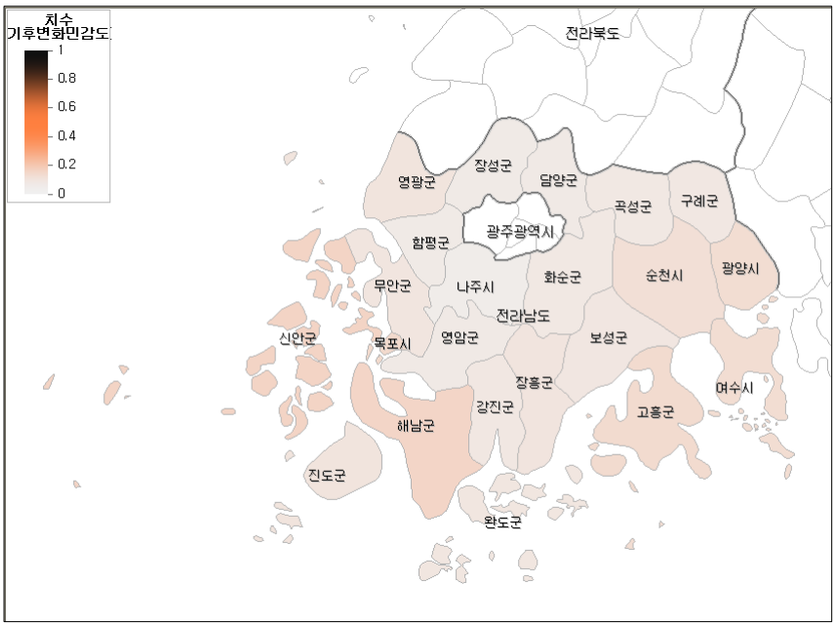
<그림 5-6-3> 현재 치수에 대한 기후노출 시군별 취약성 분포



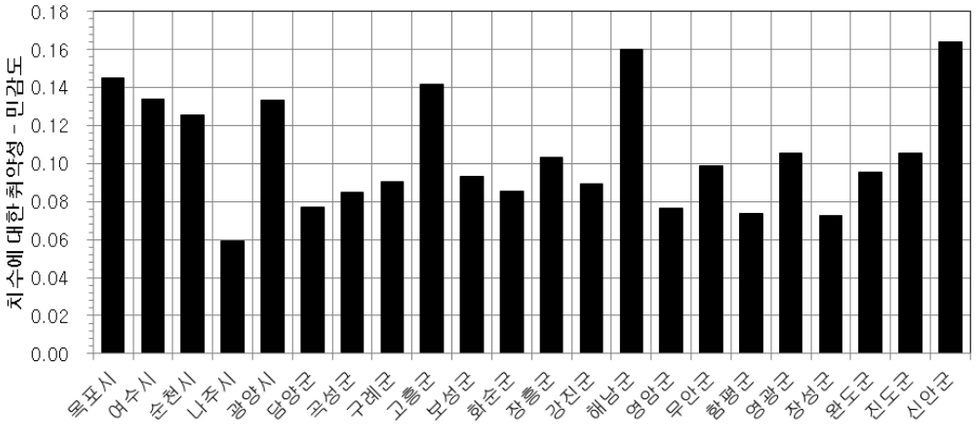
<그림 5-6-4> 현재 치수에 대한 기후노출 시군별 취약성

○ 민감도

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 치수 취약성에 대한 민감도 대용변수를 전라남도 시·군 단위로 계산한 결과물
- 신안군과 해남군의 민감도가 상당히 높은 것으로 나타남 (민감도 지수 0.16)
- 목포시, 여수시, 순천시, 광양시 및 보성군의 민감도 역시 상대적으로 높은 것으로 나타남
- 담양군, 영암군, 함평군 및 장성군은 치수 취약성에 대한 민감도 지수는 0.08 이하로 다른 지역에 비해 상대적으로 낮은 민감도를 보임
- 전라남고 시·군 중 나주시는 전라남도에서 가장 낮은 민감도를 보임 (민감도 지수 0.06 수준)



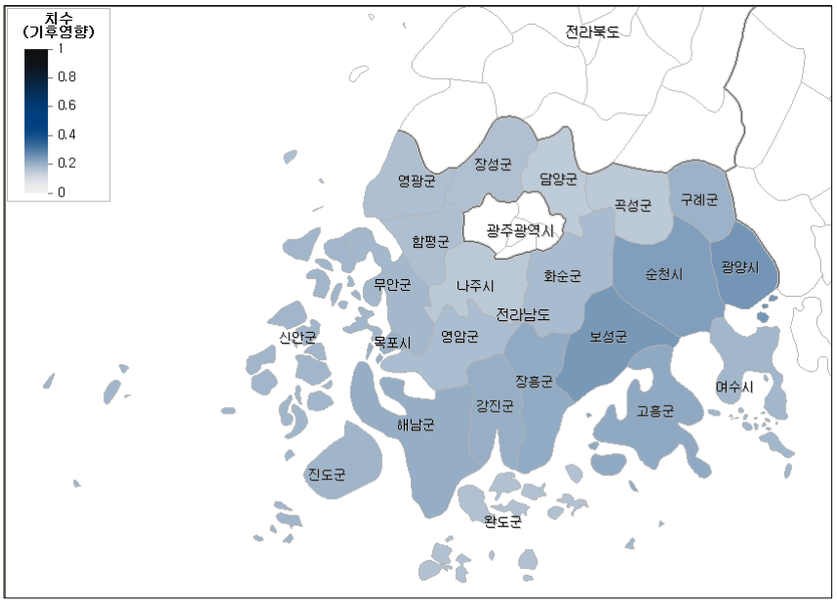
<그림 5-6-5> 현재 치수에 대한 민감도 시군별 취약성 분포



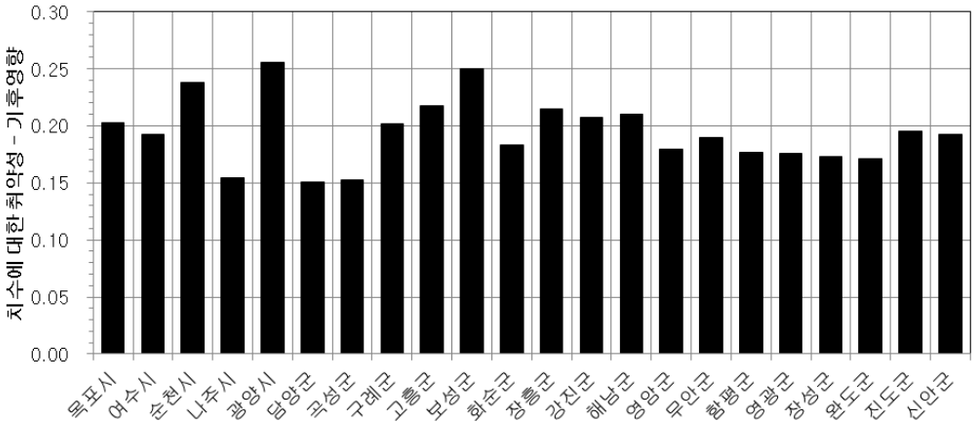
<그림 5-6-6> 현재 치수에 대한 민감도 시군별 취약성

○ 기후변화

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 치수 취약성에 대한 기후노출 대용변수와 민감도 대용변수를 합하여 전라남도 시·군 단위로 산정함
- 각 시·군별 기후영향과 민감도 사이의 상관계수는 0.53정도로 나타나 비교적 상관관계로 높지 않은 것을 나타남. 이에 비해 기후영향과 기후노출과의 상관관계는 0.92로 매우 높은 상관성을 보임
- 전라남도 22개 시·군 중 순천시, 광양시 및 보성군에 대한 기후영향이 타 지역에 비해 높은 것으로 나타남 (치수 취약성에 대한 기후노출 지수는 0.25 수준임)
- 나주시, 담양군 및 곡성군에 대한 기후영향은 상대적으로 낮은 것으로 나타남 (기후노출 지수는 0.15 수준임)



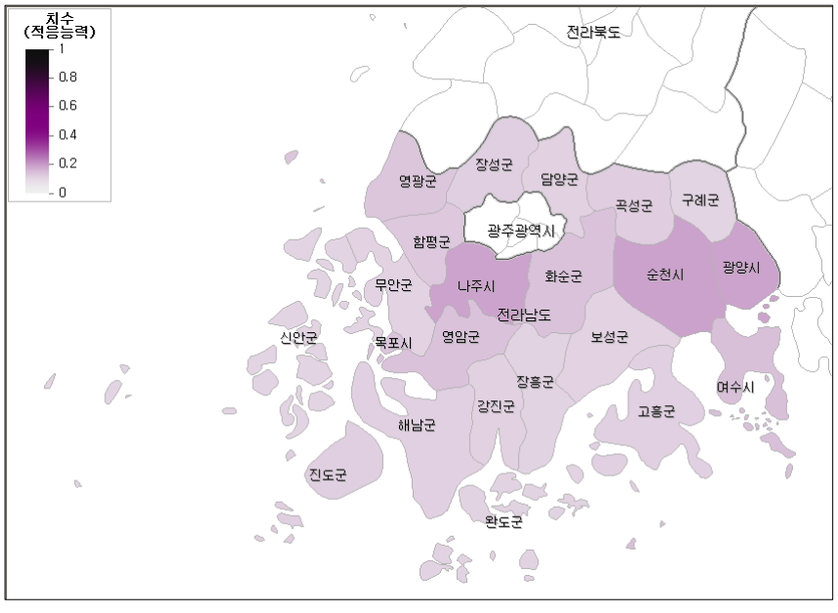
<그림 5-6-7> 현재 치수에 대한 기후영향 시군별 취약성 분포



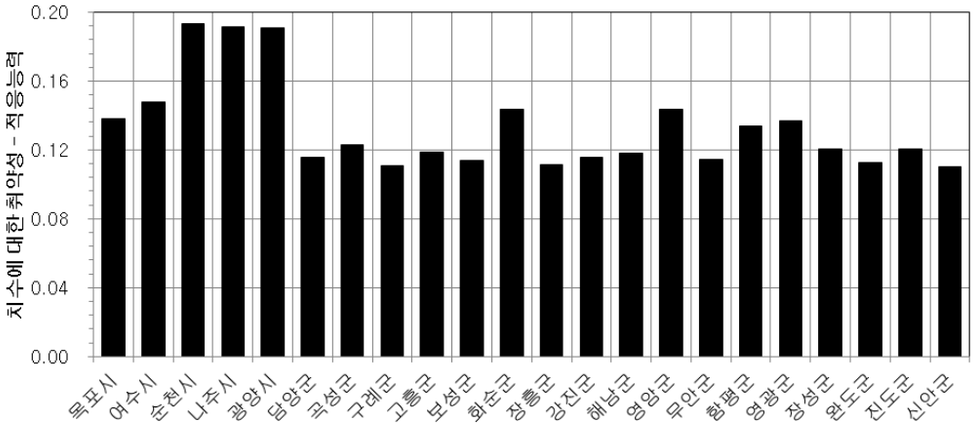
<그림 5-6-8> 현재 치수에 대한 기후영향 시군별 취약성

○ 적응능력

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 치수 취약성에 대한 적응능력 대용변수를 전라남도 시·군 단위로 계산한 결과
- 순천시, 나주시 및 광양시가 치수 취약성에 대한 적응능력 지수 약 0.2로 다른 지역들에 비해 현저히 높은 값을 나타냄
- 아울러, 목포시, 여수시, 화순군, 영암군, 함평군 및 영광군이 상대적으로 높은 값을 나타내어 적응능력이 뛰어남을 보임
- 담양군, 구례군, 보성군, 장흥군, 강진군, 해남군, 무안군, 완도군 및 신안군의 적응능력은 상대적으로 취약한 것으로 나타남 (치수 취약성에 대한 적응능력 지수 0.12 이하)



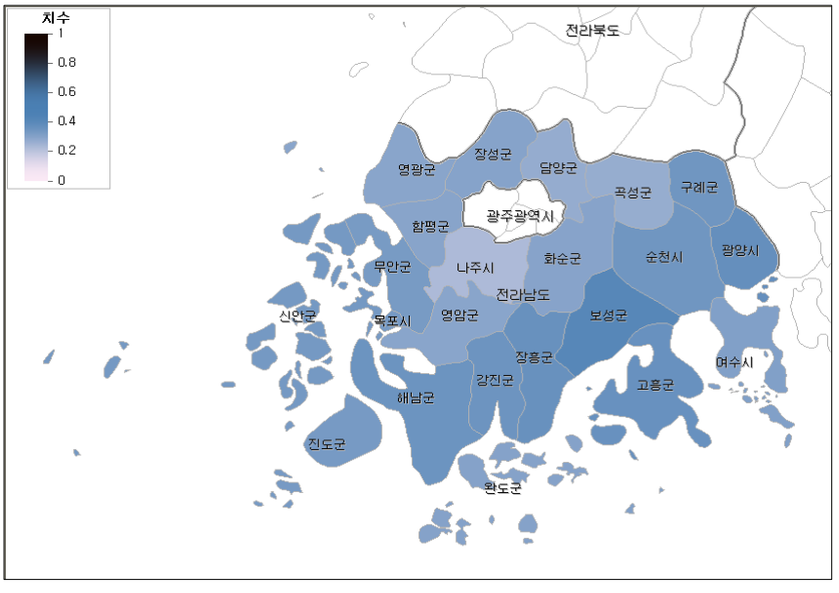
<그림 5-6-9> 현재 치수에 대한 적응능력 시군별 취약성 분포



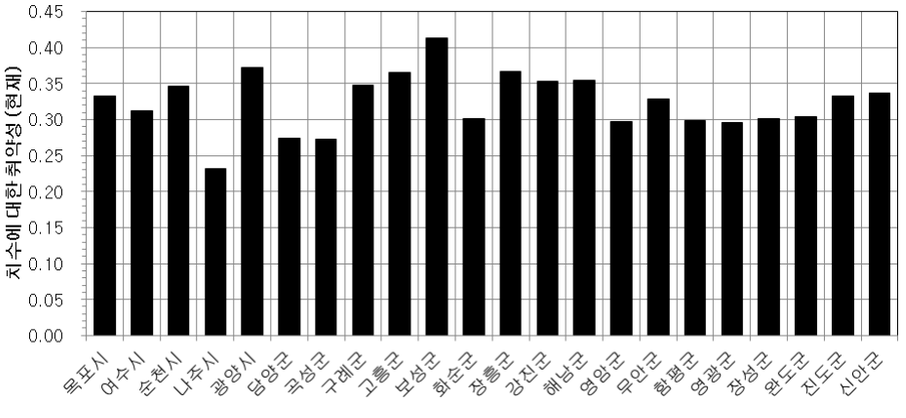
<그림 5-6-10> 현재 치수에 대한 적응능력 시군별 취약성

○ 취약성

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 치수 취약성 지수를 전라남도 시군 단위로 계산한 결과
- 전체적으로 내륙보다 해안에 인접해 있는 지역의 취약성이 상대적으로 높은 것으로 나타남
- 특히 광양시, 구례군, 고흥군, 보성군, 장흥군, 강진군 및 해남군 등 남해안 지역이 치수에 대한 취약성 지수 0.35 이상을 나타나 취약한 것으로 나타남
- 보성군이 취약성 지수 0.4이상으로 가장 취약한 것으로 나타난 반면, 나주시가 가장 양호한 것으로 나타남
- 전라남도 22개 시·군 중 보성군과 나주시 사이의 치수에 대한 취약성 평가 지수의 비율이 약 179%로 나타나 그 편향 정도가 심함



<그림 5-6-11> 현재 치수에 대한 취약성의 지역적 분포



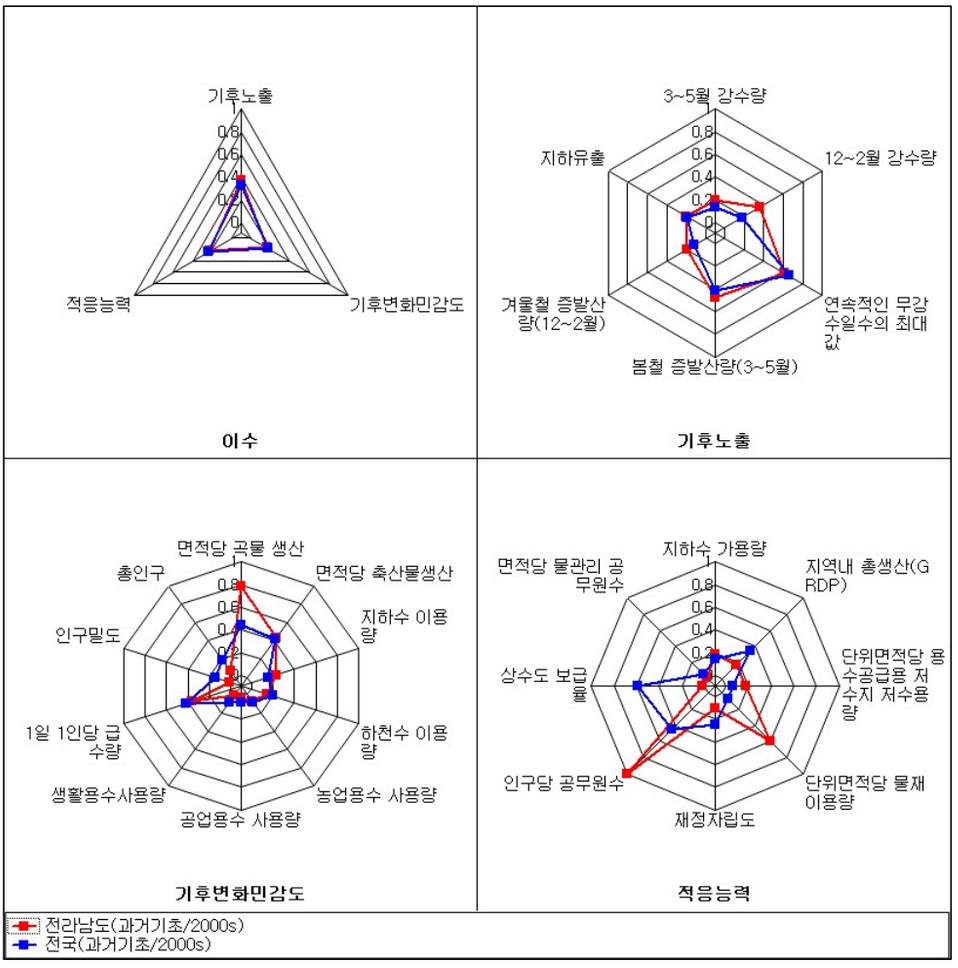
<그림 5-6-12> 현재 치수에 대한 시군별 취약성

- 전라남도 전체 시·군의 치수에 대한 취약성 평가 지수의 평균인 0.32451 이상인 지역이 총 12개 지역으로 파악되었으며, 3사분위값(0.35190) 이상인 지역이 총 6개 지역으로 나타남.

<표 5-6-7> 전라남도 각 시군의 현재 치수에 대한 순위별 취약성 평가 지수

순번	행정구역	치수 (표준화)	순번	행정구역	치수 (표준화)
1	보성군	0.41310	12	무안군	0.32919
2	광양시	0.37266	13	여수시	0.31189
3	장흥군	0.36617	14	완도군	0.30447
4	고흥군	0.36484	15	장성군	0.30178
5	해남군	0.35516	16	화순군	0.30149
6	강진군	0.35310	17	함평군	0.29853
7	구례군	0.34829	18	영암군	0.29671
8	순천시	0.34664	19	영광군	0.29598
9	신안군	0.33619	20	담양군	0.27387
10	목포시	0.33266	21	곡성군	0.27258
11	진도군	0.33256	22	나주시	0.23136

■ 이수에 대한 취약성



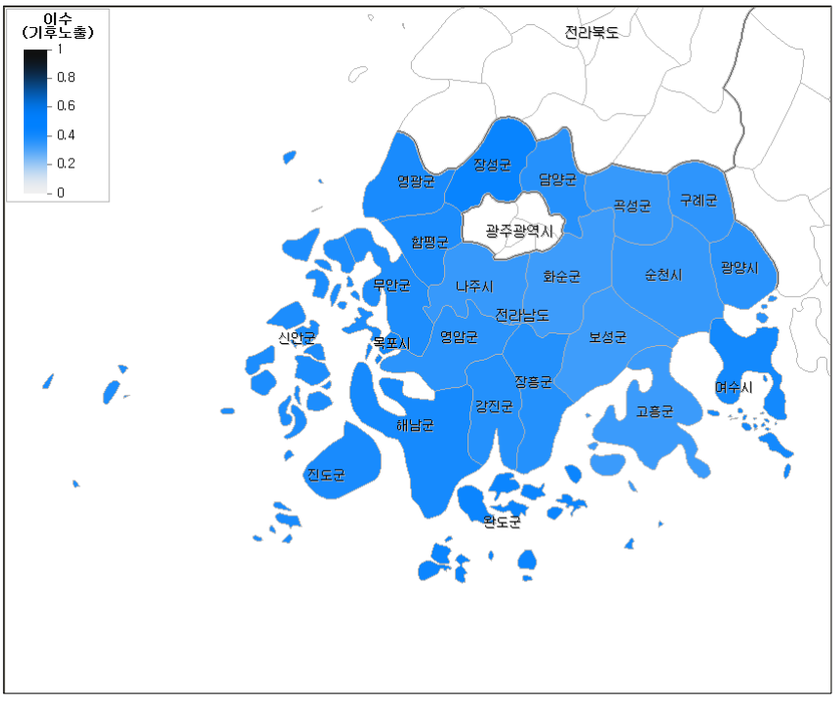
<그림 5-6-13> 현재 전라남도 및 전국의 이수에 대한 취약성 분석 비교

○ 현재(2000년대) 전라남도 22개 시·군의 이수에 대한 취약성은 전국 232개 시·군·구에 비해 전반적으로 비슷한 수준임

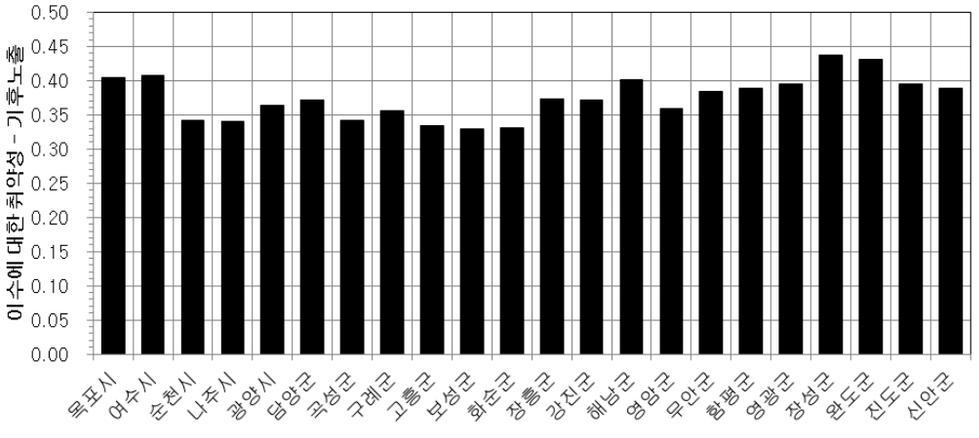
- 기후노출이 전국평균에 비해 전라남도 평균이 더 높은 것으로 나타남
- 기후변화민감도와 적응능력은 전국 평균과 비슷한 수준임

○ 기후노출

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 이수 취약성에 대한 기후노출 대용변수를 전라남도 시·군 단위로 계산한 결과
- 상대적으로 기후노출이 취약한 지역으로 나타나는 곳은 목포시, 여수시, 장성군 및 완도군으로 나타남 (기후노출에 의한 이수 취약성 지수 0.40 이상)
- 이에 비해 고흥군, 보성군 및 화순군은 기후노출에 의한 이수 취약성 지수 0.35 이하로 다른 지역에 비해 기후노출 값이 상대적으로 낮은 것으로 나타남.



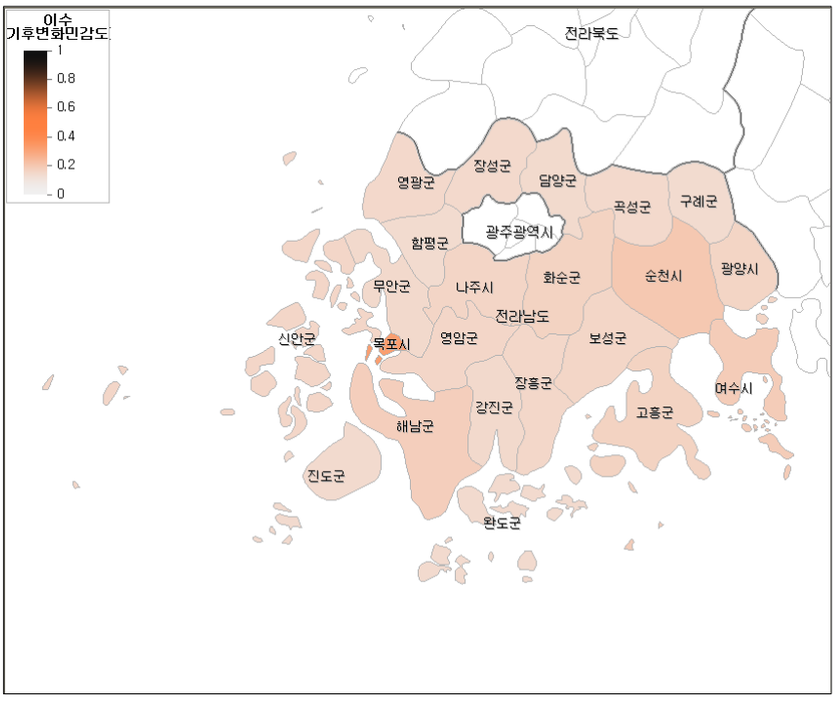
<그림 5-6-14> 현재 이수에 대한 기후노출 시군별 취약성 분포



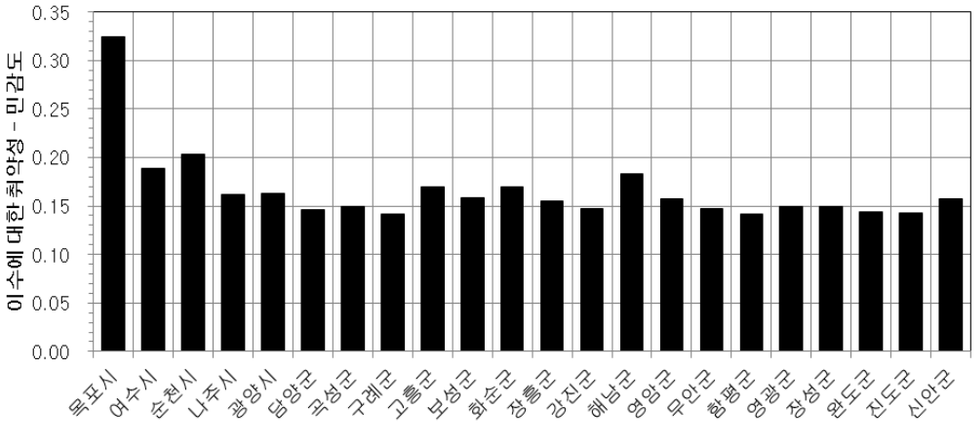
<그림 5-6-15> 현재 이수에 대한 기후노출 시군별 취약성

○ 민감도

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 이수 취약성에 대한 민감도 대용변수를 전라남도 시·군 단위로 계산한 결과
- 목포시의 민감도가 0.30 이상으로 타지역에 비해 현저히 높은 것으로 나타남
- 여수시, 순천시 및 해남군의 민감도가 상대적으로 높은 것으로 나타남.
- 전라남도 시·군의 민감도는 목포를 제외하면 대부분 0.15 수준으로 유사한 경향을 보이고 있음



<그림 5-6-16> 현재 이수에 대한 민감도 시군별 취약성 분포



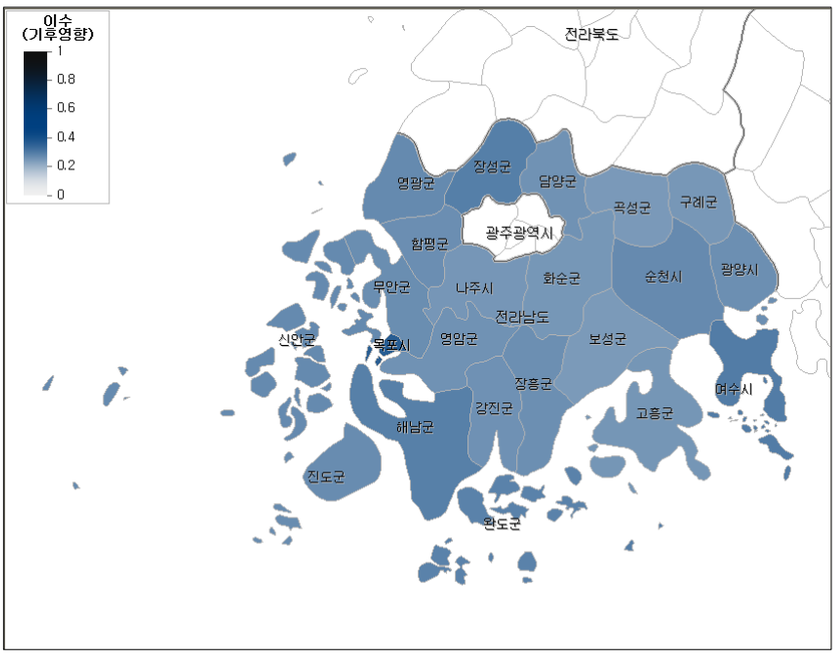
<그림 5-6-17> 현재 이수에 대한 민감도 시군별 취약성

○ 기후영향

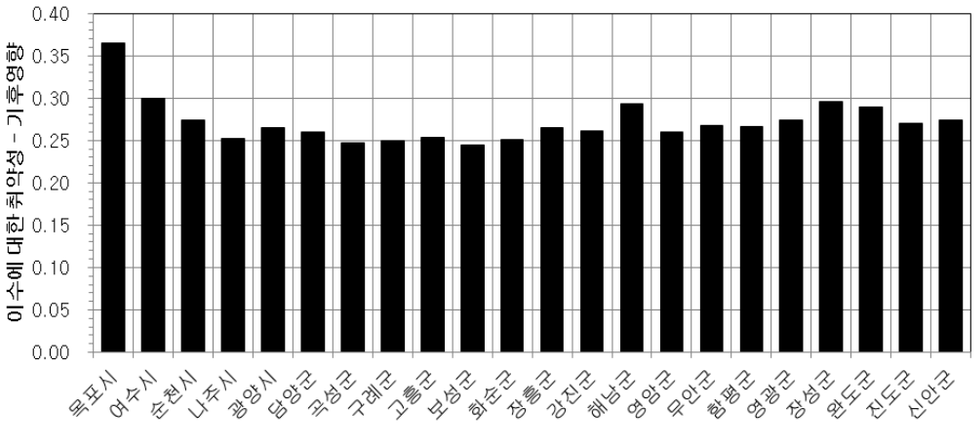
- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 이수 취약성에 대한 기후노출 대용변수와 민감도 대용변수를 합하여 전라남도 시·군 단위로 계산한 결과
- 각 시군별 기후영향과 민감도 사이의 상관계수는 0.79정도로 나타났으며, 기후영향과 기후노출과의 상관관계는 0.68을 나타나 이수 취약성에 영향을 미치는 인자임
- 치수에 대한 결과에서 낮은 상관관계를 보인 반면, 이수에서 기후영향이 민감도와 더 큰 상관

성을 보이고 있음

- 기후영향에 따른 이수에 대한 시군별 취약성 평가 결과 목포시가 0.35이상으로 높게 나타남
- 여수시, 해남군, 및 장성군에 대한 기후영향이 타 지역에 비해 높은 것으로 나타남
- 대부분 지역의 기후영향에 따른 이수에 대한 시군별 취약성가 0.25로 기후영향은 유사한 정도를 나타내고 있음.



<그림 5-6-18> 현재 이수에 대한 기후영향 시군별 취약성 분포



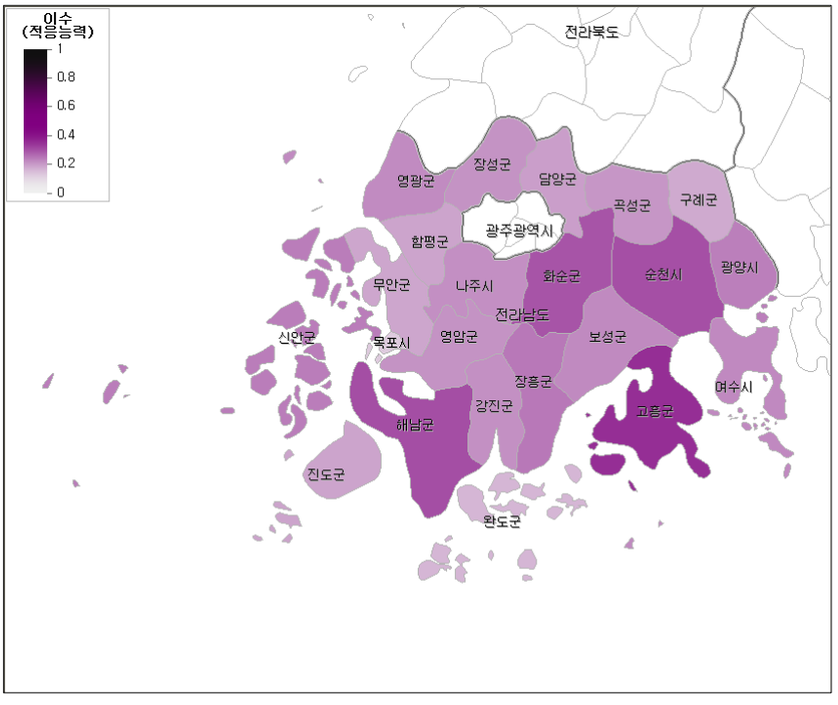
<그림 5-6-19> 현재 이수에 대한 기후영향 시군별 취약성

○ 적응능력

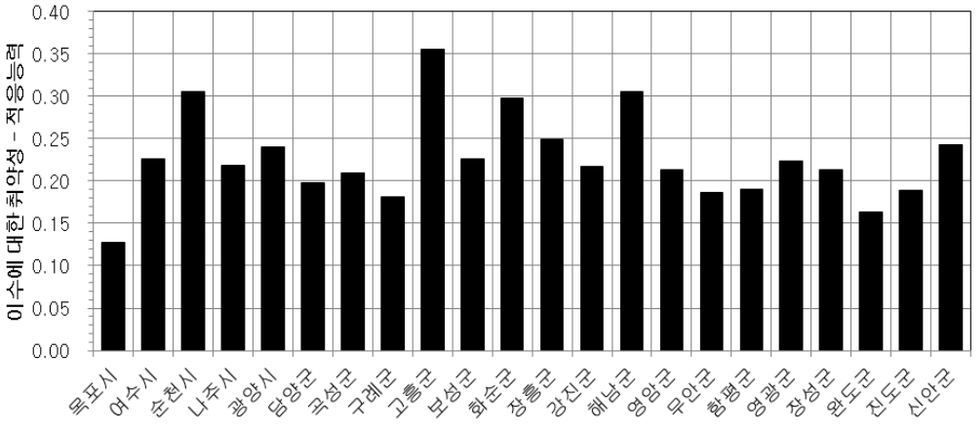
- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 이수 취약성에 대한 적응능력 대용변수를 전라남도 시

· 군 단위로 계산한 결과

- 적응능력에 따른 이수의 취약성은 시군별로 서로 다른 특성을 보이고 있음
- 고흥군이 적응능력에 따른 취약성 지수 0.35 이상으로 다른 지역들에 비해 현저히 높은 값을 나타내고 있어 타 시군에 비해 적응능력이 높음
- 순천시, 화순군 및 해남군 순으로 상대적으로 높은 값을 나타내어 적응능력이 뛰어남을 보임
- 이에 비해 목포시가 취약성 지수 0.13으로 가장 낮은 적응능력을 보임



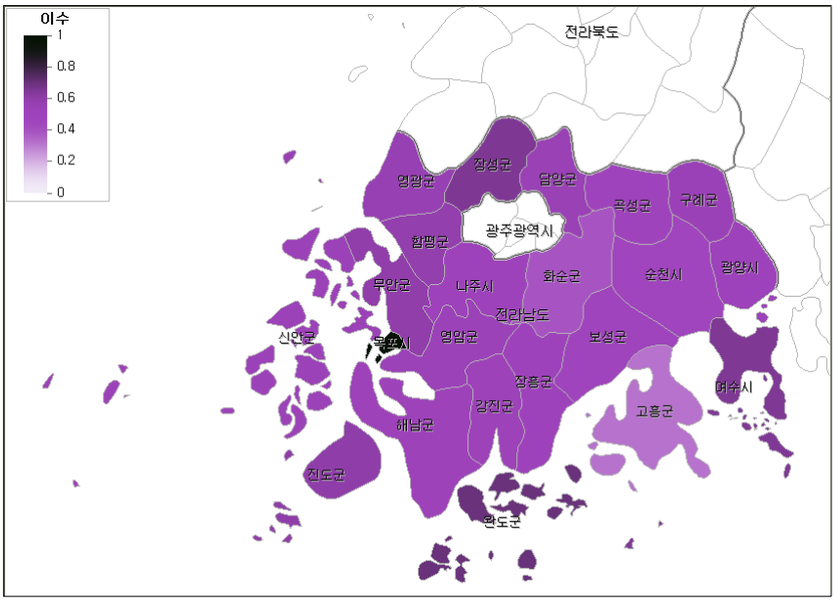
<그림 5-6-20> 현재 이수에 대한 적응능력 시군별 취약성



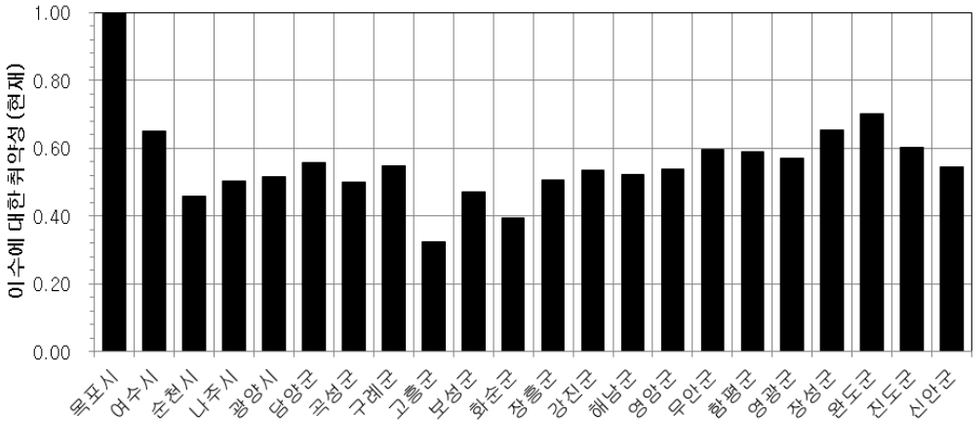
<그림 5-6-21> 현재 이수에 대한 적응능력 적응능력 시군별 취약성

○ 취약성

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 이수 취약성 지수를 전라남도 시군 단위로 계산한 결과
- 목포시의 현재 이수에 대한 취약성이 1.0 수준으로 타 지역에 비해 현저히 높음. 이는 높은 민감도와 낮은 적응능력에 의한 것으로 보임
- 이에 비해 고흥군의 현재 이수에 대한 취약성 지수는 0.35 수준으로 타 지역과 비교하여 가장 낮으며, 이는 상대적으로 낮은 민감도와 상당히 높은 적응능력으로부터 비롯됨.
- 결과적으로 현재 전라남도 내의 22개 시군의 이수에 대한 취약성 평가를 보면, 목포시가 가장 취약한 것으로 나타났으며, 고흥군이 가장 양호한 것으로 나타남
- 목포시와 고흥군 사이의 이수에 대한 취약성 평가 지수의 비율이 약 310%로 나타나 그 편향 정도가 매우 심함.



<그림 5-6-22> 현재 이수에 대한 시군별 취약성 분포



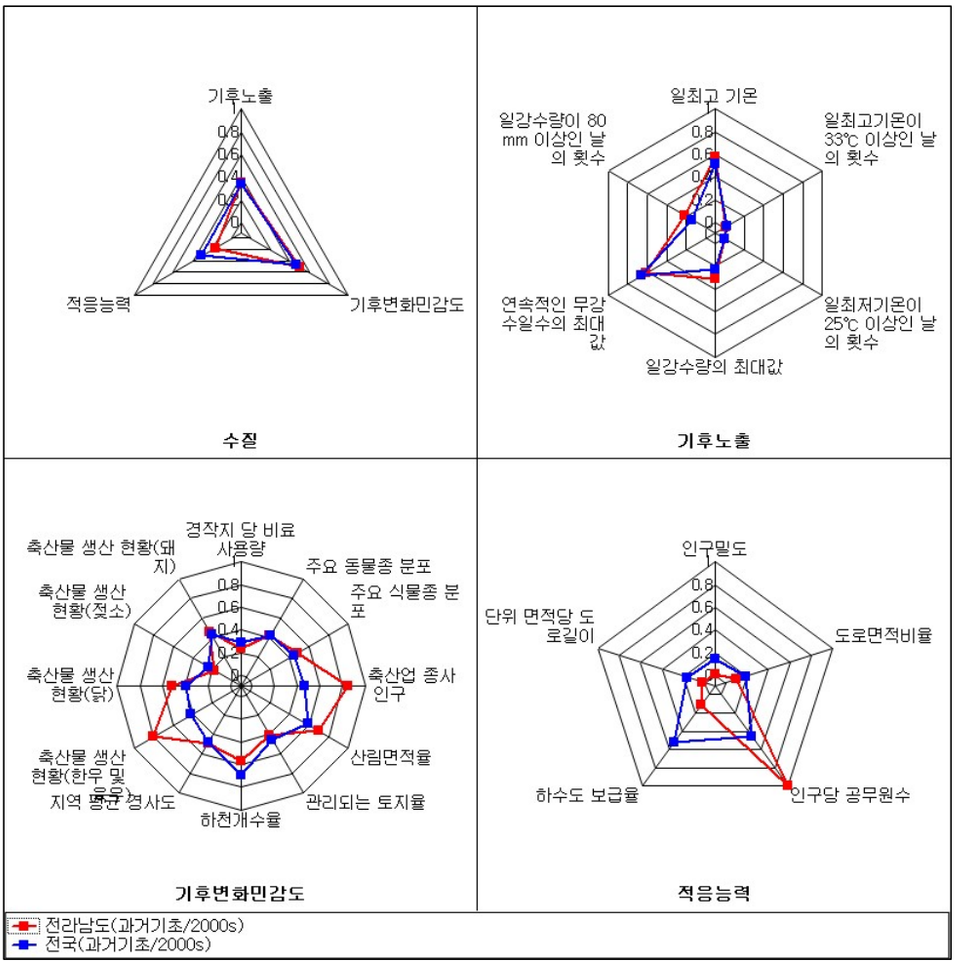
<그림 5-6-23> 현재 이수에 대한 시군별 취약성

- 전라남도 전체 시군의 이수에 대한 취약성 평가 지수의 평균인 0.55864 이상인 지역이 총 8개 지역으로 파악되었으며, 3사분위값(0.59559) 이상인 지역이 총 6개 지역으로 나타남.

<표 5-6-8> 전라남도 각 시군의 현재 이수에 대한 순위별 취약성 평가 지수

순번	행정구역	이수 (표준화)	순번	행정구역	이수 (표준화)
1	목포시	1.00000	12	영암군	0.53685
2	완도군	0.70277	13	강진군	0.53604
3	장성군	0.65389	14	해남군	0.52396
4	여수시	0.65075	15	광양시	0.51612
5	진도군	0.60352	16	장흥군	0.50557
6	무안군	0.59735	17	나주시	0.50457
7	함평군	0.59032	18	곡성군	0.49945
8	영광군	0.57051	19	보성군	0.47077
9	담양군	0.55850	20	순천시	0.45837
10	구례군	0.54850	21	화순군	0.39499
11	신안군	0.54432	22	고흥군	0.32306

■ 수질 및 수생태에 대한 취약성



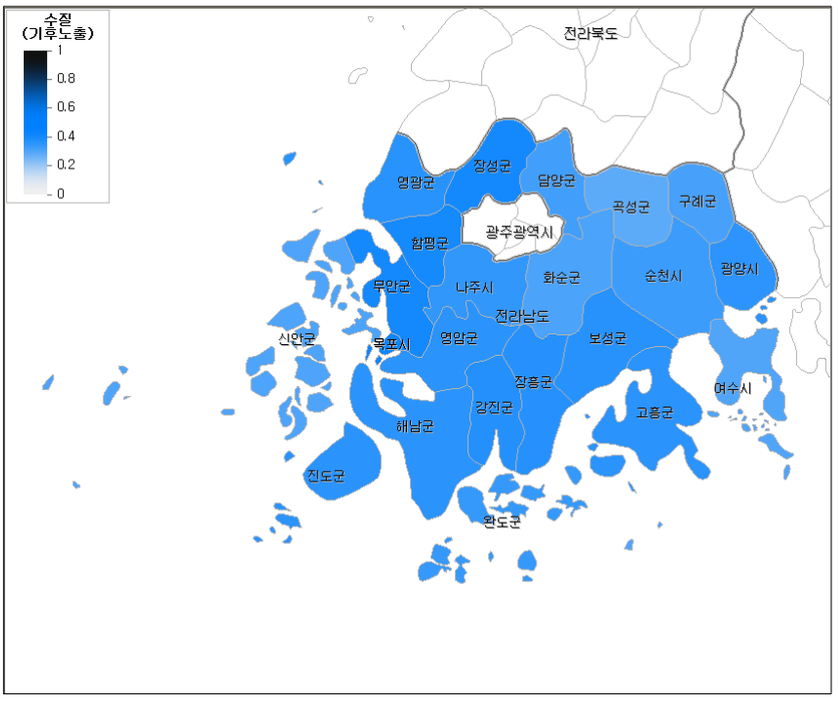
<그림 5-6-24> 현재 전라남도 및 전국의 수질 및 수생태에 대한 취약성 분석 비교

○ 전라남도 22개 시군의 수질 및 수생태에 대한 취약성은 전국 232개 시군구에 비해 기후노출, 기후변화민감도, 적응능력이 약간 상이한 결과를 보임

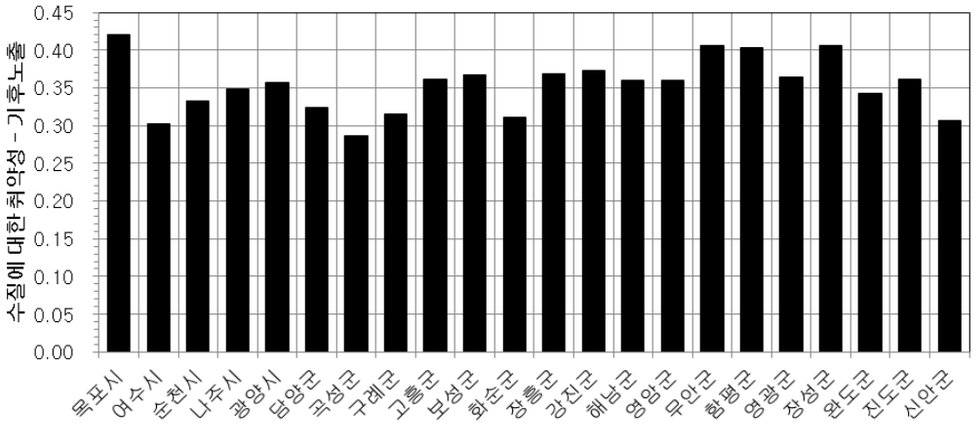
- 민감도는 전국평균에 비해 전라남도 평균이 더 높게 나타남
- 적응능력은 전국평균보다 낮게 평가됨
- 기후노출은 전국평균보다 비슷한 수준으로 나타남

○ 기후노출

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 수질 및 수생태 취약성에 대한 기후노출 대용변수를 전라남도 시군 단위로 계산한 결과
- 상대적으로 기후노출이 취약한 지역으로 나타나는 곳은 목포시, 무안군, 함평군 및 장성군으로 나타남 (수질 및 수생태 취약성 지수 0.40 이상)
- 이에 비해 여수시, 곡성군, 화순군 및 신안군은 다른 지역에 비해 기후노출 값이 상대적으로 낮은 것으로 나타남 (수질 및 수생태 취약성 지수 0.30 수준)



<그림 5-6-25> 수질 및 수생태에 대한 기후노출 시군별 취약성 분포

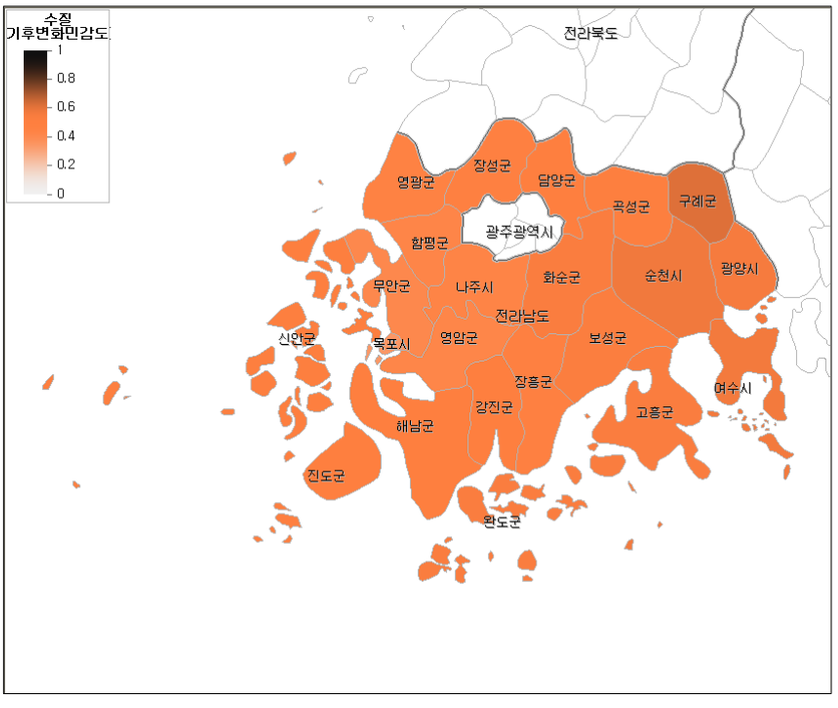


<그림 5-6-26> 수질 및 수생태에 대한 기후노출 시군별 취약성

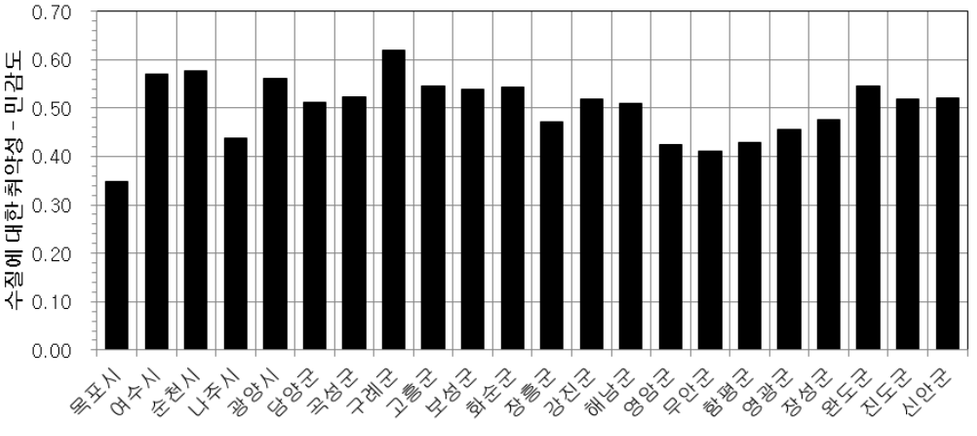
○ 민감도

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 수질 및 수생태 취약성에 대한 민감도 대용변수를 전라남도 시군 단위로 계산한 결과
- 구례군의 민감도가 상당히 높은 것으로 나타남 (취약성 지수 0.60 이상)
- 여수시, 순천시 및 광양시의 경우 취약성 지수 0.55 이상으로 민감도 역시 상대적으로 높은 것으로 나타남

- 나주시, 영암군, 무안군, 함평군 및 영광군은 다른 지역에 비해 상대적으로 낮은 민감도를 보임
- 목포시가 민감도에 따른 수질 및 수생태 취약성 지수 0.35 수준으로 전라남도에서 가장 낮은 민감도를 나타냄.
- 취약성 지수가 가장 높은 지역(구례군)과 가장 낮은 지역(목포)의 편차가 큰 것으로 나타남



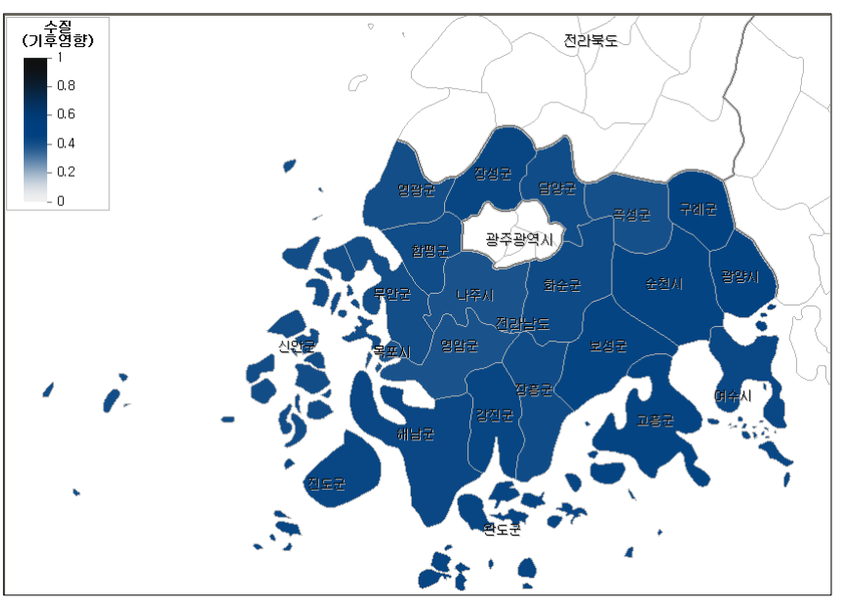
<그림 5-6-27> 수질 및 수생태에 대한 민감도 시군별 취약성 분포



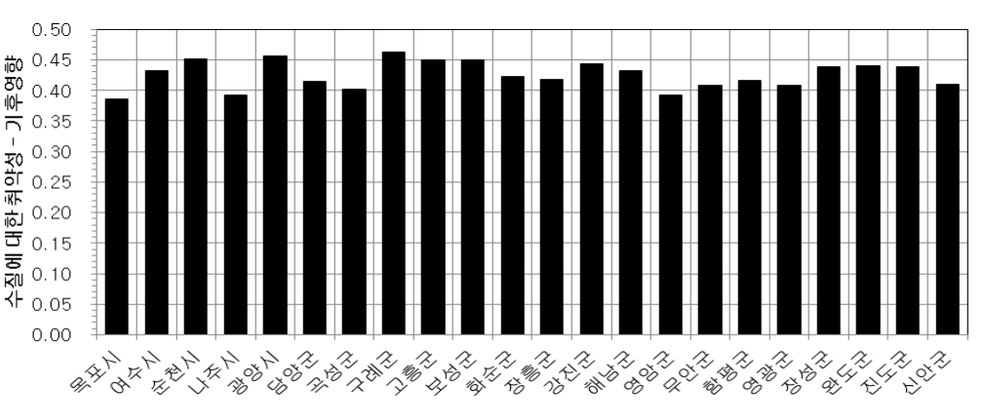
<그림 5-6-28> 현재 수질 및 수생태에 대한 민감도 시군별 취약성

○ 기후영향

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 수질 및 수생태 취약성에 대한 기후노출 대용변수와 민감도 대용변수를 합하여 전라남도 시군 단위로 계산한 결과
- 각 시군별 기후영향과 기후노출 사이의 상관계수는 -0.13정도로 나타났으나, 기후영향과 민감도의 상관관계는 0.81로 매우 높은 상관성을 보임
- 전반적으로 기후영향에 따른 수질 및 수생태 취약성 지수는 0.6~0.8로 전반적으로 높은 것으로 나타남
- 순천시, 광양시, 구례군, 고흥군 및 보성군에 대한 기후영향이 타지역에 비해 높은 것으로 나타남 (수질 및 수생태 취약성 지수 0.8 수준)
- 이에 비해 목포시는 기후영향은 상대적으로 낮은 것으로 나타남 (수질 및 수생태 취약성 지수 0.6 수준)



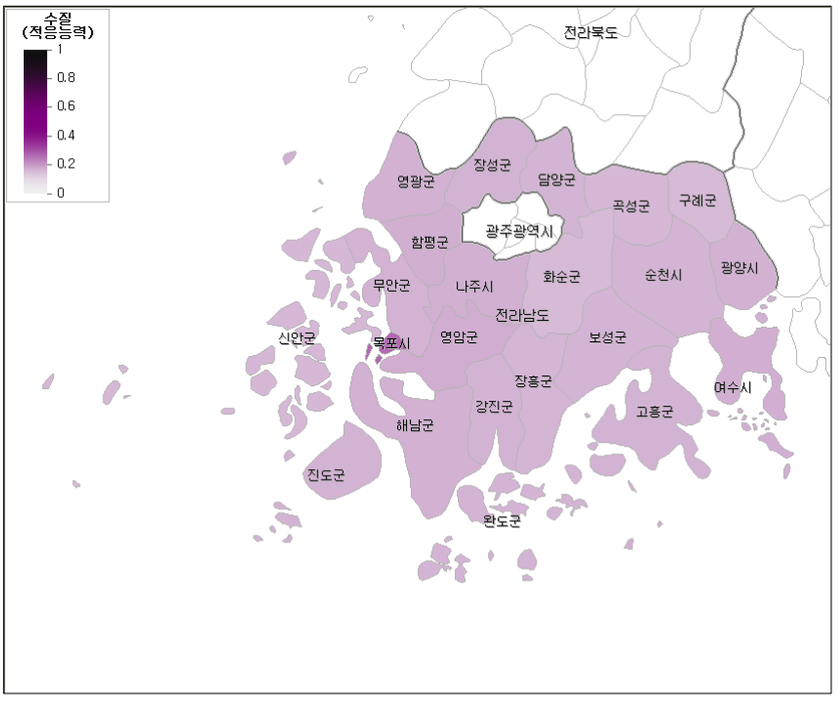
<그림 5-6-29> 수질 및 수생태에 대한 기후영향 시군별 취약성 분포



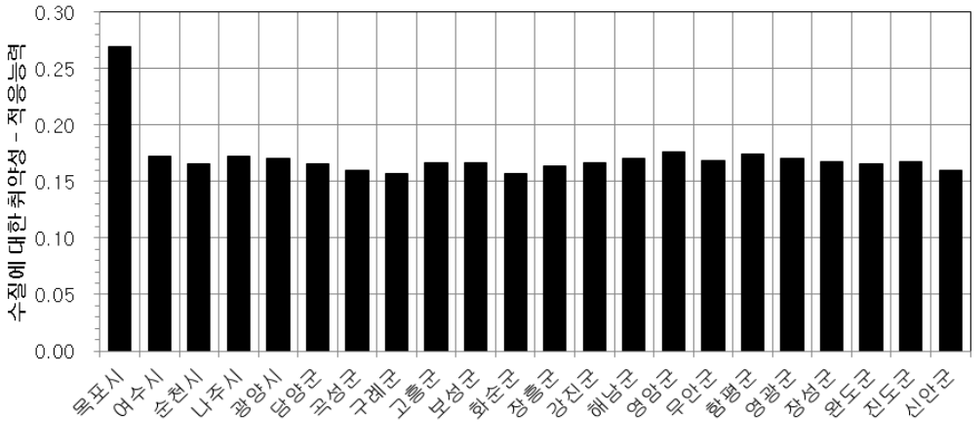
<그림 5-6-30> 수질 및 수생태에 대한 기후영향 시군별 취약성

○ 적응능력

- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 수질 및 수생태 취약성에 대한 적응능력 대용변수를 전라남도 시군 단위로 계산한 결과
- 적응능력은 목포시가 다른 지역들에 비해 현저히 높은 값을 나타냄
- 그 이외의 지역은 0.20 이하의 유사한 정도의 적응능력을 나타냄.
- 전반적으로 적응능력이 낮은 것으로 나타나 수질 및 수생태 취약성을 해결하기 위한 적응능력 제고가 필요함



<그림 5-6-31> 수질 및 수생태에 대한 적응능력 시군별 취약성 분포



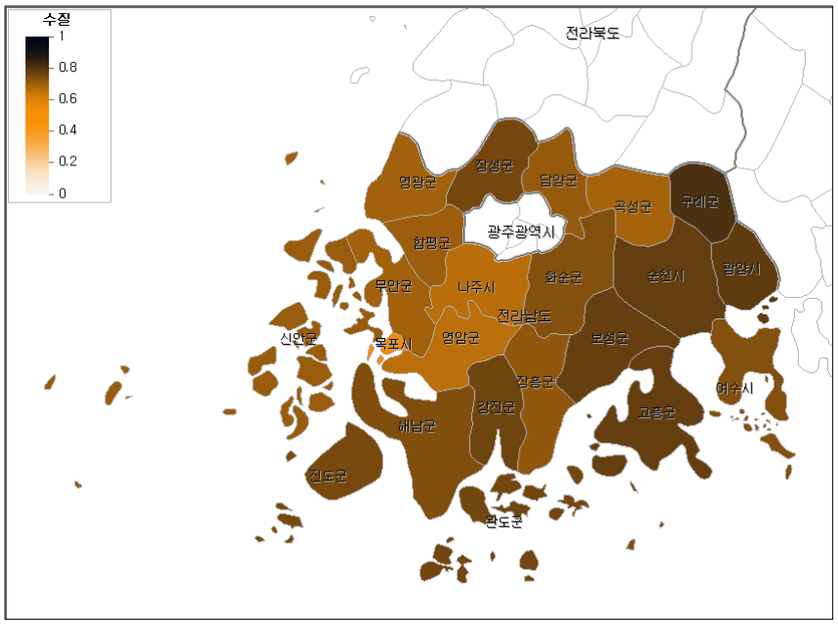
<그림 5-6-32> 수질 및 수생태에 대한 적응능력 시군별 취약성

○ 취약성 (현재)

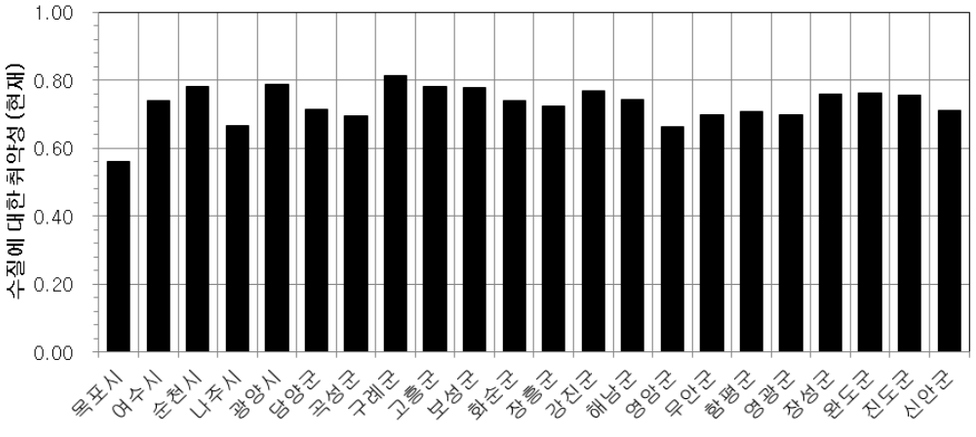
- 현재(2000년대)를 기준으로 하였을 때, 수질 및 수생태 취약성 지수를 전라남도 시군 단위로 계산한 결과
- 전체적인 양상은 내륙보다 해안에 인접해 있는 지역의 취약성이 상대적으로 높은 것으로 나타남

– 특히 구례군, 광양시, 순천시, 고흥군, 보성군, 강진군 및 완도군 등 남해안 지역이 보다 취약한 것으로 나타남.

- 내륙에서는 장성군이 주변 지역들과 비교하여 상대적으로 취약한 것으로 나타남.



<그림 5-6-33> 현재 수질 및 수생태에 대한 시군별 취약성 분포



<그림 5-6-34> 현재 수질 및 수생태에 대한 시군별 취약성

- 결과적으로 현재(2000년대) 전라남도 내의 22개 시군의 수질 및 수생태에 대한 취약성 평가 지역별로 상이한 결과를 보임
- 구례군이 가장 취약한 것으로 나타났으며, 목포시가 가장 양호한 것으로 나타남.
- 구례군과 목포시 사이의 수질 및 수생태에 대한 취약성 평가 지수의 비율이 약 145%로 나타남.
- 전라남도 전체 시군의 수질 및 수생태에 대한 취약성 평가 지수의 평균인 0.72986 이상인 지역이 총 12개 지역으로 파악되었으며 3사분위값(0.76698) 이상인 지역이 총 6개 지역으로 나타남.

<표 5-6-9> 전라남도 각 시군의 현재 수질 및 수생태에 대한 순위별 취약성 평가 지수

순번	행정구역	수질 (표준화)	순번	행정구역	수질 (표준화)
1	구례군	0.81358	12	화순군	0.73942
2	광양시	0.78772	13	장흥군	0.72297
3	순천시	0.78210	14	담양군	0.71552
4	고흥군	0.78022	15	신안군	0.71240
5	보성군	0.77991	16	함평군	0.70853
6	강진군	0.76815	17	영광군	0.69945
7	완도군	0.76348	18	무안군	0.69907
8	장성군	0.75932	19	곡성군	0.69552
9	진도군	0.75585	20	나주시	0.66752
10	해남군	0.74328	21	영암군	0.66230
11	여수시	0.74028	22	목포시	0.56040

나) 미래 기후변화 및 취약성 평가

■ 미래의 치수에 대한 취약성(A1B시나리오)

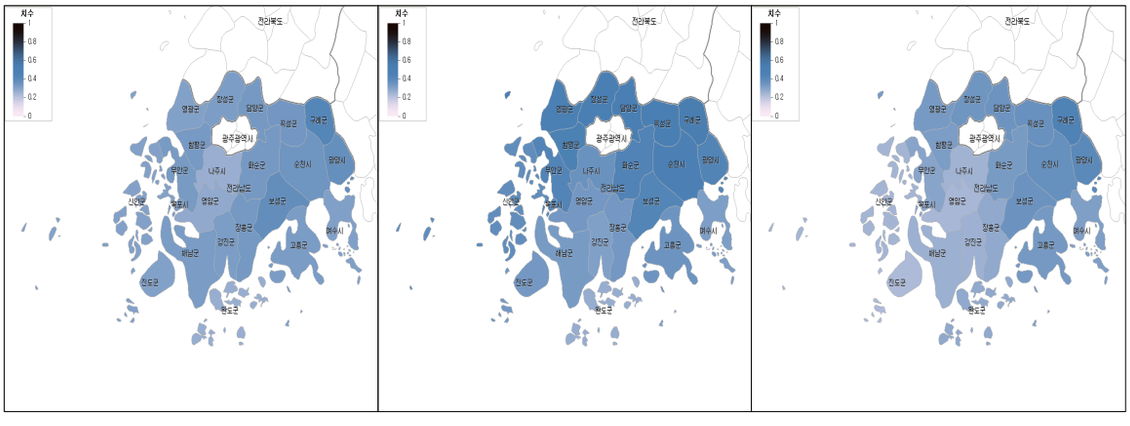
○ 미래의 치수에 대한 취약성을 검토한 결과, 순천시, 광양시 및 구례군이 다른 지역에 비해 전반적으로 취약한 정도가 높은 것으로 나타남.

○ 2020년까지 취약성 경향은 현재와 거의 비슷할 것으로 예상되지만, 2050년에서는 취약성 경향이 현저하게 증가하는 것으로 나타남

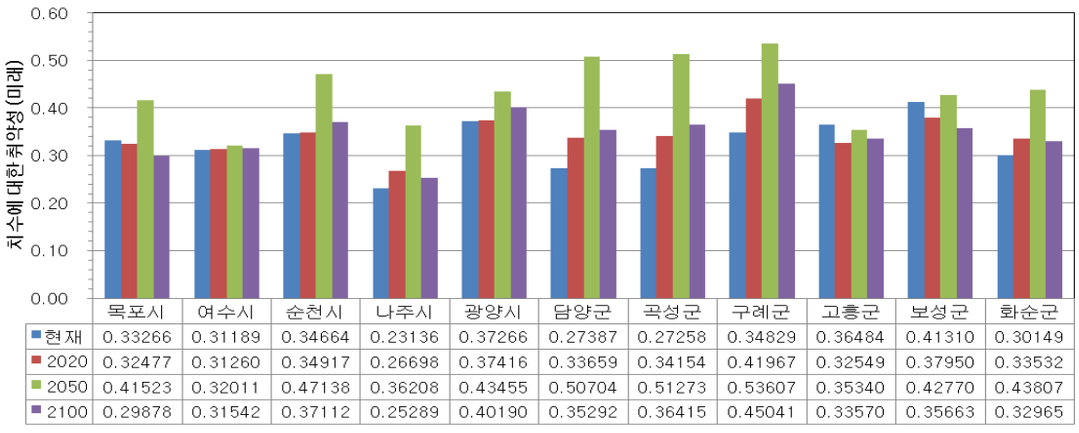
○ 특히, 2050년대에 목포시, 순천시, 나주시, 담양군, 곡성군, 구례군, 화순군, 무안군, 함평군, 영광군 및 장성군의 취약한 정도가 급격히 상승하는 양상을 나타냄.

○ 치수에 대한 취약성 경향에서 대부분의 시군에서 2100년대에는 취약성 정도가 2020년대 수준으로 회복될 것으로 전망됨

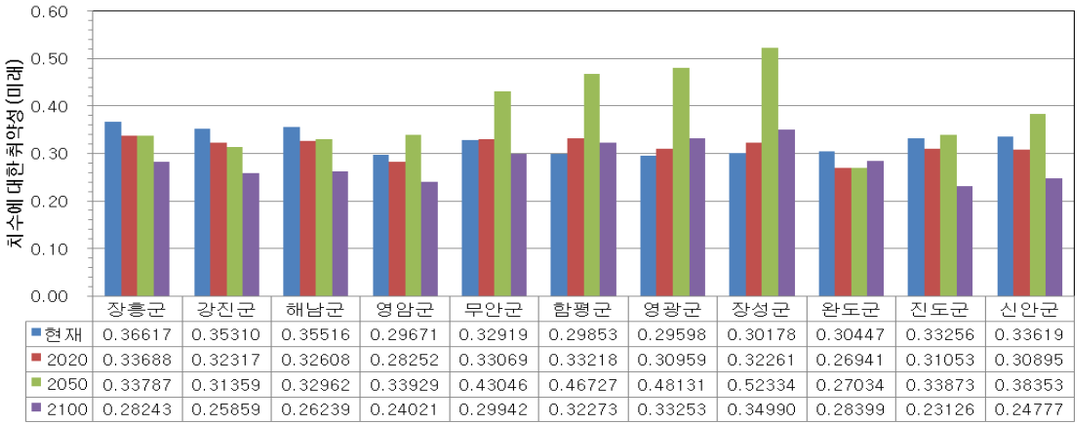
○ 장흥군, 강진군, 해남군, 영암군, 완도군, 진도군 및 신안군의 취약성은 대체적으로 낮은 것으로 나타났으며, 대체적으로 그 취약한 정도가 시간이 흐름에 따라 감소하는 양상을 보이고 있음.



<그림 5-6-35> 미래 치수에 대한 취약성 (좌: 2020s, 중: 2050s, 우: 2100s)



	목포시	여수시	순천시	나주시	광양시	담양군	곡성군	구례군	고흥군	보성군	화순군
현재	0.33266	0.31189	0.34664	0.23136	0.37266	0.27387	0.27258	0.34829	0.36484	0.41310	0.30149
2020	0.32477	0.31260	0.34917	0.26698	0.37416	0.33659	0.34154	0.41967	0.32549	0.37950	0.33532
2050	0.41523	0.32011	0.47138	0.36208	0.43455	0.50704	0.51273	0.53607	0.35340	0.42770	0.43807
2100	0.29878	0.31542	0.37112	0.25289	0.40190	0.35292	0.36415	0.45041	0.33570	0.35663	0.32965

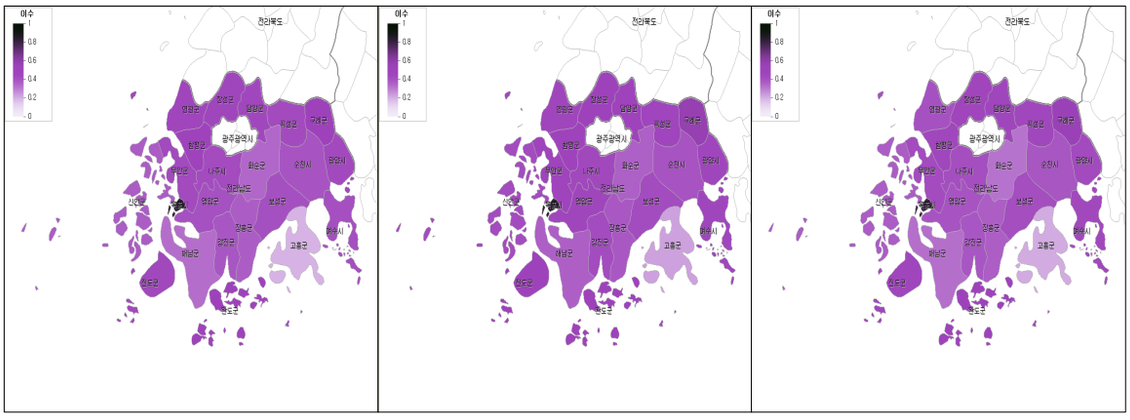


	장흥군	강진군	해남군	영암군	무안군	함평군	영광군	장성군	완도군	진도군	신안군
현재	0.36617	0.35310	0.35516	0.29671	0.32919	0.29853	0.29598	0.30178	0.30447	0.33256	0.33619
2020	0.33688	0.32317	0.32608	0.28252	0.33069	0.33218	0.30959	0.32261	0.26941	0.31053	0.30895
2050	0.33787	0.31359	0.32962	0.33929	0.43046	0.46727	0.48131	0.52334	0.27034	0.33873	0.38353
2100	0.28243	0.25859	0.26239	0.24021	0.29942	0.32273	0.33253	0.34990	0.28399	0.23126	0.24777

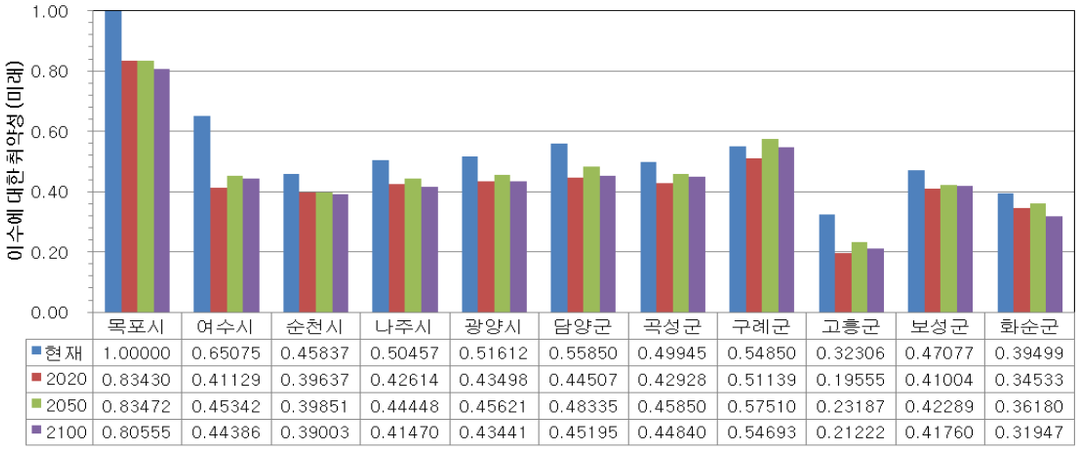
<그림 5-6-36> 각 시군의 시간대별 미래 치수에 대한 취약성

■ 미래의 이수에 대한 취약성(A1B시나리오)

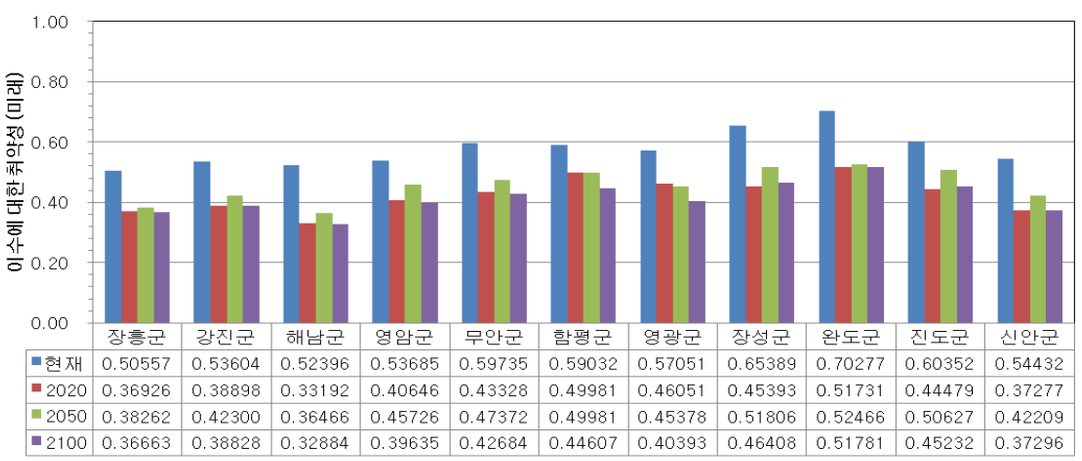
- ○ A1B 시나리오에 따른 미래의 이수에 대한 취약성을 검토한 결과, 미래 이수에 대한 취약성은 2020년대 이후 이수에 대한 취약성 지수는 0.4 수준으로 유사한 경향을 보이는 것으로 전망됨
- ○ 전라남도 전역에 걸쳐 이수에 대한 취약성이 미래로 갈수록 낮아지는 경향을 보임.
- ○ 전라남도 22개 시군 중 목포시가 다른 지역에 비해 현저하게 심각한 취약성을 보이고 있음.
- ○ 목포의 미래 이수에 대한 취약성은 감소할 것으로 전망되나 여전히 높은 수준을 유지할 것으로 보임
- ○ 여수시, 장성군 및 완도군의 현재 취약성은 상대적으로 높은 편으로 나타났으나 미래에는 상당히 경감하는 양상을 나타남
- ○ 고흥군의 경우, 현재와 미래에 대해 가장 낮은 취약성을 보이고 있으며, 화순군, 장흥군, 강진군, 해남군 및 신안군은 상대적으로 낮은 취약성이 예측됨.



<그림 5-6-37> 미래 이수에 대한 취약성 (좌: 2020s, 중: 2050s, 우: 2100s)



	목포시	여수시	순천시	나주시	광양시	담양군	곡성군	구례군	고흥군	보성군	화순군
현재	1.00000	0.65075	0.45837	0.50457	0.51612	0.55850	0.49945	0.54850	0.32306	0.47077	0.39499
2020	0.83430	0.41129	0.39637	0.42614	0.43498	0.44507	0.42928	0.51139	0.19555	0.41004	0.34533
2050	0.83472	0.45342	0.39851	0.44448	0.45621	0.48335	0.45850	0.57510	0.23187	0.42289	0.36180
2100	0.80555	0.44386	0.39003	0.41470	0.43441	0.45195	0.44840	0.54693	0.21222	0.41760	0.31947



	장흥군	강진군	해남군	영암군	무안군	함평군	영광군	장성군	완도군	진도군	신안군
현재	0.50557	0.53604	0.52396	0.53685	0.59735	0.59032	0.57051	0.65389	0.70277	0.60352	0.54432
2020	0.36926	0.38898	0.33192	0.40646	0.43328	0.49981	0.46051	0.45393	0.51731	0.44479	0.37277
2050	0.38262	0.42300	0.36466	0.45726	0.47372	0.49981	0.45378	0.51806	0.52466	0.50627	0.42209
2100	0.36663	0.38828	0.32884	0.39635	0.42684	0.44607	0.40393	0.46408	0.51781	0.45232	0.37296

<그림 5-6-38> 각 시군의 시간대별 미래 이수에 대한 취약성

■ 미래의 수질 및 수생태에 대한 취약성(A1B시나리오)

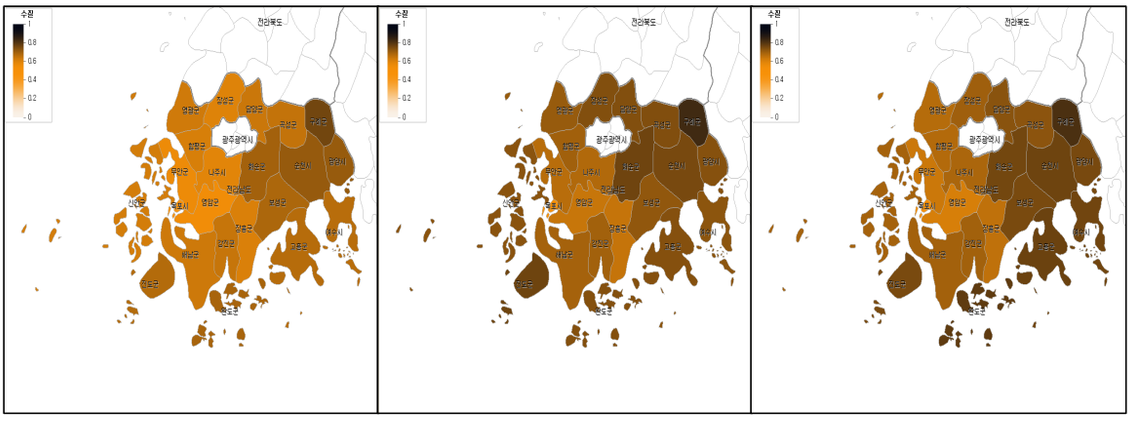
○ A1B 시나나리오에 따라 미래의 수질 및 수생태에 대한 취약성을 검토한 결과 지역별로 큰 변동이 없을 것으로 보임

○ 전라남도 22개 시군 중 목포시가 다른 지역에 비해 상당히 낮은 취약성을 보이고 있음. 현재(2000년대) 0.56, 2020년대 0.44, 2050년대 0.51, 2100년대 0.50으로 감소할 것으로 전망됨. 이는 타 지역에 비해 상대적으로 낮은 값임

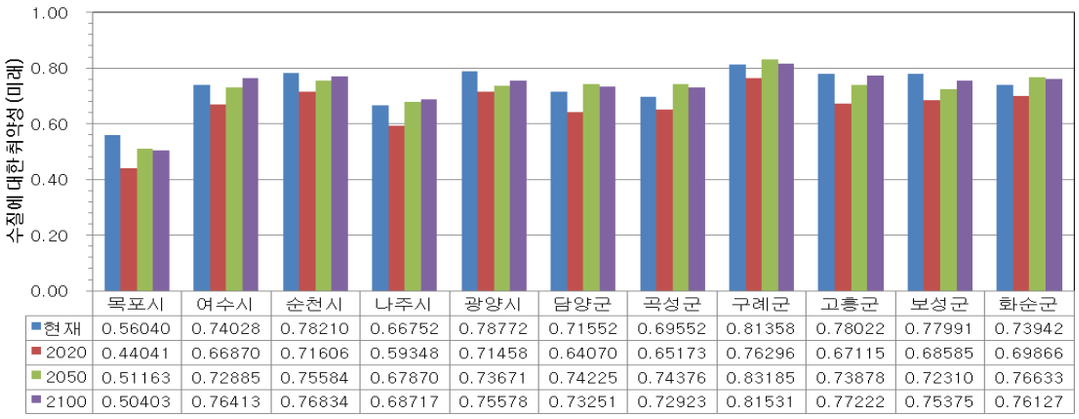
○ 목포시 이외의 지역의 수질 및 수생태에 대한 취약성은 수질 및 수생태에 대한 취약성 지수가 0.6~0.8 수준으로 유사한 양상을 보이고 있음

○ 전라남도 22개 시군의 미래 수질 및 수생태에 대한 취약성의 시간적인 변화 역시 크기 않은 것으로 나타남.

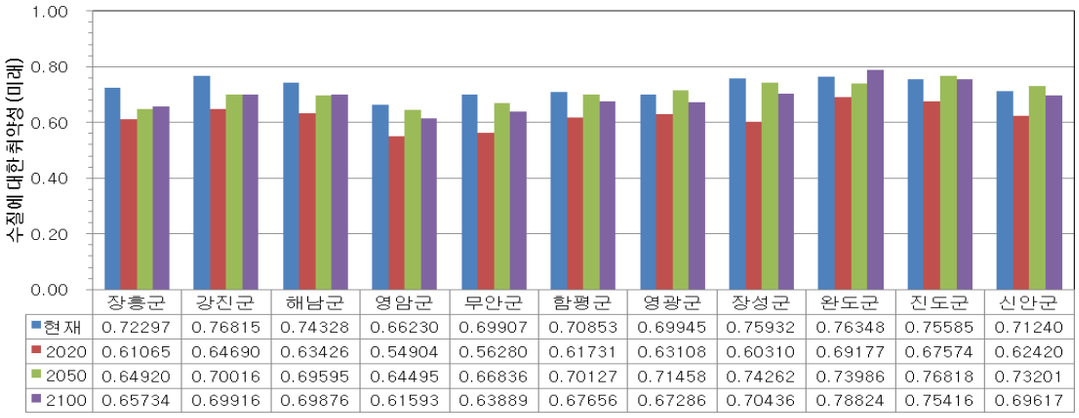
○ 치수 및 이수에 대한 취약성과 비교하면 수질 및 수생태에 대한 취약성은 시·공간적으로 큰 변동이 없는 것으로 평가됨.



<그림 5-6-39> 미래 수질 및 수생태에 대한 취약성(좌: 2020s, 중: 2050s, 우: 2100s)



	목포시	여수시	순천시	나주시	광양시	담양군	곡성군	구례군	고흥군	보성군	화순군
현재	0.56040	0.74028	0.78210	0.66752	0.78772	0.71552	0.69552	0.81358	0.78022	0.77991	0.73942
2020	0.44041	0.66870	0.71606	0.59348	0.71458	0.64070	0.65173	0.76296	0.67115	0.68585	0.69866
2050	0.51163	0.72885	0.75584	0.67870	0.73671	0.74225	0.74376	0.83185	0.73878	0.72310	0.76633
2100	0.50403	0.76413	0.76834	0.68717	0.75578	0.73251	0.72923	0.81531	0.77222	0.75375	0.76127



	장흥군	강진군	해남군	영암군	무안군	함평군	영광군	장성군	완도군	진도군	신안군
현재	0.72297	0.76815	0.74328	0.66230	0.69907	0.70853	0.69945	0.75932	0.76348	0.75585	0.71240
2020	0.61065	0.64690	0.63426	0.54904	0.56280	0.61731	0.63108	0.60310	0.69177	0.67574	0.62420
2050	0.64920	0.70016	0.69595	0.64495	0.66836	0.70127	0.71458	0.74262	0.73986	0.76818	0.73201
2100	0.65734	0.69916	0.69876	0.61593	0.63889	0.67656	0.67286	0.70436	0.78824	0.75416	0.69617

<그림 5-6-40> 각 시군의 시간대별 미래 수질 및 수생태에 대한 취약성

3) 주요 부문 선정

■ 치수에 상대적으로 취약한 지역 : 순천시, 광양시, 구례군

○ 미래 치수의 취약성 평가 결과 시·공간적인 변화가 나타날 것으로 예상됨

○ 특히, 2050년대에 순천시, 광양시, 구례군을 비롯한 목포시, 나주시, 담양군, 곡성군, 화순군, 무안군, 함평군, 영광군 및 장성군 등 대부분 지역의 치수에 대한 취약한 정도가 급격히 상승할 것으로 예상됨

○ 전반적으로 치수의 취약성을 보완하기 위한 적절한 방안이 강구되어야 함

■ 이수에 상대적으로 취약한 지역 : 목포시

○ 미래 이수의 취약성 평가 결과 전라남도 22개 시군이 전반적으로 2020년대 이후 낮아질 것으로 전망됨

○ 이수에 대한 취약성이 미래로 갈수록 낮아지는 경향에도 불구하고 목포시의 경우 0.8 이상의 높은 취약성 지수를 보일 것으로 예상됨

■ **수질 및 수생태에 상대적으로 취약한 지역**

○ 미래 수질 및 수생태의 취약성 평가 결과 치수 및 이수에 대한 취약성과는 달리 시·공간적인 변화가 그리 크지 않을 것으로 보이며 현재(2000년대) 수준을 유지할 거승로 전망됨

○ 목포시를 제외한 대부분의 지역에서 미래 수질 및 수생태에 대한 취약성은 0.6이상으로 전반적으로 취약성 극복을 위한 방안이 고려되야 함

■ **순천시, 광양시 및 구례군은 상대적으로 치수에 대한 취약성 극복을 위한 방안, 목포시는 상대적으로 이수에 대한 취약성 극복 방안 필요**

마. 세부시행계획 수립

1) 주요 정책 현황

■ **기후변화를 고려한 수자원 모니터링 보강**

○ 전국 하천의 물의 양을 정확하게 파악·관리하기 위한 다양한 고품질 수문자료 확보

○ 정보통신기술 기반 실시한 하천계측·운영시스템 구축 추진

○ 상수원 및 수계의 수질관리 업무를 효율적이고 능동적으로 수행하고 수질오염사고 발생시 신속한 대응조치를 할 수 있는 조기경보체계 확충

○ 상수원 호소의 경우 조류 농도기준 초과시 조류예·경보 발령, 전국 공공수역의 목표수질 달성여부 모니터링 및 정책에 환류

○ 전국 하천에 대한 수생태계 건강성을 조사하여, 물 환경관리 정책의 수립 등 필요한 기초자료로 활용 (한국환경정책·평가연구원, 2011)

■ **기후변화에 따른 물관리 분야의 영향분석 및 취약성 평가**

○ 수생태계 영향 분석 및 취약성 평가

○ 기후변화에 따른 수자원 영향분석 및 전망

○ 기후변화 대응 미래 수자원전략계획 마련

■ **홍수에 강한 국토기반 조성**

○ 면적인 유역단위의 종합치수계획으로 전환하여 홍수저감능력 강화

○ 댐, 제방 등 수방시설물의 안정성 재검토 및 치수능력 강화

○ 첨단기술을 적용한 차세대 홍수예보시스템 구축

○ 지역별 홍수위험지도 제작 (환경부, 2008)

■ 물이용 효율화를 통한 수요관리

○ 체계적·중장기적인 관·산·학 협동 물 관련 전문가 교육 시스템 구축

○ 절수형 물이용 장치·시설의 보급 확대 추진

○ 교육 및 홍보를 통한 물절약 인식제고

○ 지역여건에 맞는 시·도의 물수요관리 종합계획 수립을 통하여 체계적인 물 절약 유도 (환경부, 2003, 2010)

■ 안정적 수자원 확보

○ 기존 댐의 용수공급능력 재평가

○ 중소규모 댐건설

○ 물부족 해소 및 안정적인 용수공급을 위한 상수도 시설 확충

○ 지하수자원의 보전 및 체계적 이용 (국토해양부, 2010)

■ 대체수원 기술개발과 시설 확충

○ 빗물관리 기술개발 및 시설확충

○ 해수담수화 기술개발 및 시설 확충

○ 취약지역 대체수원 시설 보급 및 지원 (환경부, 2003)

■ 하천의 기후변화 적응능력 극대화

○ 기후변화로 인한 홍수 및 가뭄 피해에 대비하기 위해 체계적인 하천정비사업 및 주변지역 개발, 하천관리체계 개선 및 기술개발을 추진

○ 물과 관련된 다양한 요소(治水、利水、環境、親水) 등을 복합적으로 고려하여 하천정비사업 및 친수구역개발을 추진

○ 정비된 하천관리를 위한 효율적인 관리체계(시스템 개발 및 운영기술 도입)를 마련

■ 기후변화에 적응하는 물관리 선진화 및 해외진출

○ 기후변화에 대응한 물관리 적응기술 육성 및 물산업 해외진출

○ 물 관련 대외 협력 강화 및 국제 네트워크 구축 추진

■ 기후변화로 인한 하천 및 호소 수질악화 관리대책

○ 비점오염물질 저감사업 확대 및 사전 예방적 비점오염원 관리 강화

○ 하천·호소의 상류 오염물질 유입 및 자연적 여건변화(강우, 수온 등) 등으로 발생하는 조류 사전 예방 및 선제적 대응(저감·제거) 대책 수립·추진

○ 하천·호소의 근원적 조류(藻類)저감을 위한 조사·연구 및 저감대책 등 검토 및 자문을 위한『조류전문가 포럼』지속 운영

○ 상류에서 하구까지 부유(방치·산재)쓰레기 수거·처리 대책을 추진하여 하천·호소의 수질개선

○ 집중강우 증가 등 기후변화에 적극 대응하고, 지속 가능한 수자원관리를 위한 다목적댐 탁수저감 대책 수립·시행

○ 유기탄소 보전형 친환경 토양관리기술 개발

■ 기후변화 적응을 위한 하천 수질개선 및 수생태계 보전 · 복원

○ 전국 훼손된 하천에 대한 수질개선 및 수생태계 복원사업 확대

○ 하천 수질의 집중관리 및 수생태계 건강성 조사·평가 등을 통해 기후변화 영향, 취약성을 모니터링하고, 체계적인 생태보전·복원 추진

○ 수질 예보 시스템 구축(~'11.7.) 및 운영('12년~)

<표 5-6-10> 국가 기후변화 적응대책 세부시행계획(2011~2015)

분야	대책	세부과제	부처
물관리	Ⅵ-1 영향 및 취약성 평가	가. 기후변화에 따른 물관리 모니터링 보강	국토부, 환경부
		나. 기후변화에 따른 물관리 분야의 영향분석 및 취약성 평가	환경부, 국토부
	Ⅵ-2 홍수 및 가뭄 대책	가. 홍수에 강한 국토기반 조성	국토부
		나. 물이용 효율화를 통한 수요관리	국토부, 환경부
		다. 안정적 수자원 확보	국토부
		라. 대체수원 기술개발과 시설 확충	국토부, 환경부
		마. 하천의 기후변화 적응능력 극대화	국토부
		바. 기후변화에 적응하는 물관리 선진화 및 해외진출	국토부, 환경부
	Ⅵ-3 수질 및 수생태 관리대책	가. 기후변화로 인한 하천 및 호소 수질악화 관리대책	환경부, 국토부, 농진청
		나. 기후변화 적응을 위한 하천 수질개선 및 수생태계 보전 · 복원	환경부

2) 방향 및 목표설정

가) 추진방향

○ 기후변화 영향 및 취약성 평가

○ 사전 예방적 홍수 및 가뭄 대책

○ 하천, 호소의 수질과 수생태계에 대한 효율적 관리

나) 목표설정

■ 정책 현황파악

○ 기후변화 영향 및 취약성 평가

○ 안정적 수자원 확보

○ 하천의 기후변화 적응능력 제고

다) 추진전략

■ 물관리분야 주요 부문 영향 및 취약성 평가

○ 물관리분야 내 주요부문의 영향 및 취약성 평가 개요

○ - 선정된 주요부문의 기후변화로 인해 현재 나타나는 영향 및 취약성과 미래에 나타날 것으로 예상되는 영향 및 취약성을 평가하고 객관화 작업이 필요함

- 기후변화의 부정적 측면뿐 아니라 긍정적 측면을 동시에 고려
- 기후변화 적응의 선제적인 능력 제고를 위한 방안을 강구하기 위한 자료 확보 필요함

○ 물관리분야 내 주요부문의 영향 및 취약성 평가절차

- 기후 노출, 기후변화 민감도, 적응능력에 따른 영향 분석
- 취약성 평가 방법론 설정
- 자료수집 및 활용 방안 설정: 평가에 사용되는 자료는 설정된 평가 방법론에 따라 해당 분야의 평가지표를 대변하는 자료로 구성되는데, 이때 가장 중요한 사항은 신뢰성 있는 자료 확보와 실제 평가 진행 시 자료 보정임
- 평가를 위해 정량적인 방법과 정성적인 방법 두 가지를 병행하여 실시
- 평가단계에서는 현재 기후 상태에서의 영향 및 취약성 평가와 미래 예측되는 기후상태에서의 영향 및 취약성 평가 실시

○ 물관리분야 내 주요부문의 영향 및 취약성 평가결과 활용

- 기후 노출, 기후변화 민감도, 적응능력에 따른 이수, 치수, 수질 및 수생태의 영향 및 취약성 평가는 평가지표 및 기준을 설정하고 평가를 진행함

- 궁극적으로 기후변화에 따라 현재 취약성 평가, 미래에 예측되는 영향 분석
- 이수, 치수, 수질 및 수생태 취약성에 따른 취약 계층 및 취약 지역 도출
- 이수, 치수, 수질 및 수생태 취약성 모니터링 및 자료수집, 활용 계획 수립

■ **수질 개선 및 수생태 관리**

○ 수질 오염원 관리 및 수질 개선

- 선제적 수질개선을 위한 오염원 관리 대책 수립
- 수질개선을 통한 수생태 영향 최소화 및 복원 전략 수립

○ 기후변화 적응을 위한 수환경 개선

- 기후변화에 따른 수환경(하천, 호소 환경)의 영향 분석
- 수환경 모니터링 및 관리 대책 수립
- 시민의 자발적인 수질개선 대책 및 수생태 관리 방향 설정

○ 하천 수생태계 보전·복원

- 종합적이고 체계적인 하천 수생태계 보전 및 복원 계획 수립
- 수질개선을 우선적으로 고려한 복원 전략 수립
- 하천 수생태계 보전 및 복원을 위한 모니터링 계획 수립

■ **하천의 기후변화 적응능력 제고**

○ 기후변화 적응을 위한 안정적 용수공급 시스템 구축

- 기후변화에 따른 용수공급에 미치는 영향 분석
- 안정적인 용수공급 시스템 구축을 위한 제도적 기반 마련
- 대체 수자원 개발 등 관련 지역 특성을 고려한 용수 공급 시스템 구축 방향 설정

○ 기후변화 적응능력 제고를 위한 생태환경 공간 조성

- 기후변화에 따른 생태환경의 영향 분석
- 수환경 및 수생태계 적응능력 현황 및 제고 방안 마련

○ 사전 예방적 기후변화 적응능력 제고

- 선제적인 기후변화 적응능력 제고를 위한 정책적 수단 강구
- 자료수집, 평가 등 체계적인 방법론을 도입하여 적응능력의 객관적 평가 수행
- 기후변화 적응능력 제고를 위한 모니터링 및 자료 활용 방안 모색

3) 세부시행계획

가) 기존대책

① 영향 및 취약성 평가 분야

■ 기후변화를 고려한 수자원 모니터링 보강

○ 「수문조사 선진화 5개년 계획('05)」및「수문조사기본계획('09)」수립을 통한 수문조사 전담조직 신설, 첨단화 등 체계적인 수문조사 실시

- '07년 수문조사 전문기관(유량조사사업단) 설립하여 전문인력 및 전문장비에 의한 하천 유량, 유사량, 토양수분량, 증발산량 조사
- 자동유량측정시설 지속적 설치 · 운영

○ 국가 R&D '수자원의 지속적 확보기술 개발 사업단'에서 첨단기술을 이용한 하천 계측장치 개발('01 ~ '11)

- 영상수위계, LED 수위계, R2V2 보트, LSPIV 기술 등을 개발

○ 국가 R&D '지역혁신사업'의 일환으로 산지하천 5개소 모니터링시스템 구축 및 운영

○ 수질측정망 및 수질자동측정망 운영

- 국가수질자동측정망 확충
- 기존의 수질측정망 확충

○ 수생태계 건강성 조사를 위한 제도정비

- '07년 5월「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」개정
- '07년부터 매년 수생태계 건강성 조사 실시 및 DB구축

■ 기후변화에 따른 물관리 분야의 영향분석 및 취약성 평가

○ 수생태계 건강성 조사·평가를 위한 연구용역사업 추진

- 수생태계 건강성 조사계획 및 조사지침(안) 마련('07)

○ 수생태계 건강성 평가 및 DB구축 추진('10)

- 전국 하천 800개 지점에 대한 DB구축 완료

○ 수생태계 건강성 지도제작 추진('10)

- 남한강, 섬진강 등에 대한 수생태 건강성 지도 시범제작 중

○ 기후변화 대응 미래수자원 전략 수립('10.8)

- IPCC 제4차 평가보고서의 온실가스 배출 시나리오(A2)를 기반으로 기후노출, 기후변화 민감도, 적응능력을 중심으로 물관리에 미치는 영향을 예측하고 대응전략을 마련

■ 기후변화대응 종합계획 추진 (전라남도)

○ 전라남도 현황

- 온실가스 배출량 (2007년) : 85백만톤 (전국 620백만톤 대비 13.7%)
- 부문별 온실가스 배출 : 국가산업단지의 에너지다소비형 중화학공업으로 산업부문의 비중이 매우 높음. 산업부문 79%, 농축산 14%, 수송 6%, 가정·공공 1%으로 산업부문이 대부분을 차

지하고 있음

- 온실가스 감축목표(2020년) : 배출전망 대비 31.5% 감축 (배출전망: 99백만톤, 배출목표 68백만톤)

○ 추진상황

- 기후변화대응 종합계획 수립 : 2010년 11월
- 비산업부문 온실가스 감축사업 추진 : 온실가스 줄이기 실천운동(그린스타트 운동), 그린리더 양성 및 탄소 포인트제 참여
- 공공부문 온실가스·에너지 목표관리제 및 온실가스 배출권 거래제 시범 사업 추진
- 기후변화대응 지자체 테마사업 추진: 지역의 특성을 살린 특화된 온실가스 감축 전략 및 추진계획 수립

■ 기후변화 대응, 예방적 재해대책사업 지속 추진(전라남도)

○ 자연재난 예방대책

- 하천제방, 배수펌프장 등 자연재해 우려시설 사전 점검
- 재난대책 상황 관리 대책 구축

○ 재난관리기금 운용

- 기금확보 : 34,580 백만원

○ 재해예방 사업 추진(1998~2015)

- 소하천정비, 재해위험지구 관리, 빗물 저장시설 등

② 홍수 및 가뭄 대책 분야

■ 홍수에 강한 국토기반 조성

○ 면적인 유역단위의 종합치수계획으로 전환하여 홍수저감능력 강화

- 한강 등 12개 하천의 유역종합치수계획 수립('09년 완료)
- 기본계획 수립 후 10년 이상 지났거나 10년이 가까워지는 16개 권역에 대한 하천기본계획 수립 추진중

○ 댐, 제방 등 수방시설물의 안정성 재검토 및 치수능력 강화

- 하천설계기준 개정('09.10)
- '15년까지 23개 댐에 대하여 사업우선순위에 따라 단계적으로 추진

○ 첨단기술을 적용한 차세대 홍수예보시스템 구축

- 전국 강우레이더 설치 기본계획 수립('02~'04)
- 비슬산 강우레이더 신설 · 운용('09. 6, 경북 청도)
- 소백산/모후산 실시설계 완료 및 공사중('09. 7~'12.12)

- 서대산/예봉산/가리산 실시설계중('09. 5~'11.7)

○ 지역별 홍수위험지도 제작

- '99년부터 국가하천에 대한 홍수위험지도를 작성 중이며, 지도 제작이 필요한 국가하천구간(2,332km) 중 52%(1,215km) 작성 완료

■ 물이용 효율화를 통한 수요관리

○ 물 관리 정책 아카데미 교육과정 운영('10)

- 국가·지자체 공무원 및 물 관련 기업 임·직원을 대상으로 직무교육 실시

○ 절수형기기 보급확대 방안 마련을 위한 연구용역 완료('10.2)

○ 물사랑 홈페이지 구축 등을 통한 홍보 강화('10.2)

■ 안정적 수자원 확보

○ 기존 댐의 용수공급능력 재평가

- 기존댐 재평가 및 최적 용량배분 기본계획 수립('09.5~'10.6)

○ 중소규모 댐건설

- 영주댐(경북 영주), 보현산댐(경북 영천) 공사착공 등 신규댐 건설 사업 적극 추진
- 시행 중인 댐 건설사업 차질 없이 지속 추진('10.12)

○ 지하수자원의 보전 및 체계적 이용

- 지하수 기초조사·지하수시설 전수조사, 관측망 설치·운영 및 지하수 정보 관리를 통한 체계적이고 효율적인 지하수관리체계 구축 지속추진
- 가뭄 대비 안정적 물공급 체계 구축을 위한「가뭄대비 지하수 지원체계 구축사업」착수 및 현황조사 실시

○ 물부족 해소 및 안정적인 용수공급을 위한 상수도 시설 확충

- 기후변화에 따른 이상가뭄 등 물부족에 대비 맑은물의 안정적 공급, 수도
- 급수체계조정, 광역상수도 및 공업용수도 건설사업 지속 추진중

■ 대체수원 기술개발과 시설확충

○ 도시 빗물관리 기술 개발과 실용화

- 다기능의 분산식 빗물관리기술 개발 및 보급
- 공동주택 빗물관리시설 지침 및 기준 제시('08~'11)
- 의사결정지원시스템(RainCity) 개발 및 상용화('08~'11)
- 해외(동남아) 기술지원('09~'10)

○ 해수담수화 기술개발 및 시설 확충

- 해수담수화용 16인치 역삼투막 제작기술 개발 및 수출
- 해수담수화용 고압펌프 개발 및 수출
- 해수담수화용 대용량(1천톤/일급) 파일럿 플랜트 완공

○ 취약지역 대체수원 시설 보급 및 지원

- 농어촌 면지역 및 도서지역 상수도 보급사업 추진

■ 하천의 기후변화 적응능력 극대화

○ (4대강 살리기 사업) 물 문제의 근본적 해결과 강 중심의 국토재창조를 위해 4대강 살리기 사업을 차질 없이 추진 중임

- 지역설명회, 관계부처 협의, 전문가 자문 및 공청회를 개최하여 '4대강 살리기 마스터플랜'수립('09.6)
- '09.10월 보 건설 착공을 시작으로 '11.6월 현재 보 건설 공정률 94.2%, 준설 공정률 91.6% 달성

○ (4대강 外 지류하천 종합정비) 4대강 外 나머지 국가·지방하천 3,815개소(국가 43개소, 지방 3,772개소), 27,883km를 대상으로 종합정비계획 수립 중

- 지자체의 수요조사, 의견 수렴 등을 거쳐 종합정비계획을 마련하여 단계적으로 추진

○ (하천관리체계 개편 : 갈수예보) 12대 수계를 대상으로 4대강 사업 대상유역의 96개 농업용 저수지를 포함한 댐 및 16개 다기능 보 등 신규 하천 시설물을 연계하고 취·배수를 고려하여 하천유량관리시스템을 구축 중

- 일상적으로 하천유량을 모니터링하고 하천수 사용자 등을 대상으로 물부족 시 합리적인 사용을 위한 갈수예보 체계 마련 중

○ (제도개선 : 친수구역특별법) 정기국회 통과('10.12.29)·제정 후 사업이 원활히 추진될 수 있도록 시행령·시행규칙을 제정·시행('11.4.30)

- 국가 R&D 자연과 함께하는 하천복원기술개발('06 ~ '11)에서 폐천/구하도 복원기술 및 보전기법 개발

■ 기후변화에 적응하는 물관리 선진화 및 해외진출

○ 4대강 살리기 등 해외진출 전략 수립('10.10월)

○ 제7차 세계물포럼 유치 추진

- '10.5월 유치추진위원회 발족, '10.6월 「대구·경북」을 국내 개최 도시로 선정, '10.9월 유치의향서 제출
- '10.10월 한국, UAE, 스코틀랜드가 1차 선정 통과 및 '11.5월 유치제안서 제출

○ 국제 행사 개최

- 물 관리 아태지역 국제회의('10.7.1~2, 서울)

- 기후변화와 물 안보'를 주제로 전문가 워크샵 개최('10.7.20, 서울)

■ 자연친화적 하천환경정비 및 친수공간 조성(전라남도)

○ 수해상습지 개선사업

- 총사업량 : 159 지구 736km
- 2010년 현재 추진실적: 65지구 344km

○ 하도 및 퇴적토 준설사업(2006~2014)

- 하도 준설 90 지구 486km, 퇴적토 준설 4,045 지구 3,131km
- 2010년 현재 추진실적 : 하도준설 53 지구 319km, 퇴적토 준설 2,506 지구 1,845km

■ 영산강 살리기 사업 추진(전라남도)

○ 주요사업 내용 : 홍수방어, 수질개선, 수량확보, 친수공간 조성 등

○ 영산강 살리기 본류사업 준공 : 2011년 12월

○ 영산호, 영암호 배수문 확장, 저수지 둑 높이기 등

○ 영산강 유지관리 및 친수공간 활용방안 강구

■ 농어촌 생활용수 개발사업(전라남도)

○ 개요 : 농어촌지역 상수도시설 확충으로 맑고 풍부한 수돗물을 공급, 농어촌 상수도 보급률 향상 (2009년 80.6% → 2014년 87%)

○ 사업내용 : 정수장, 배수지 신설, 관로 확충 등

○ 2010년까지 추진실적 : 사업량 38 지구 3,830 억원

■ 도서지역 식수원 개발사업(전라남도)

○ 개요 : 도서지역 식수원 개발로 물 부족 해소 및 삶의 질 향상을 위해 수원이 취약한 도서 중 고질적인 식수난 지역에 집중 투자

○ 총사업량(1997~2014): 9개시군 155 지구

○ 사업내용 : 수원지 축조, 해수담수화 시설, 관정 개발 등

■ 소규모 수도시설 개량사업(전라남도)

○ 개요 : 노후화된 마을상수도 시설 개량으로 농어촌 주민들의 생활환경 개선

○ 총사업량 : 22개 시군, 3,215 개소

○ 사업내용 : 취수, 정수시설 및 배수시설 개·보수, 소독시설 설치, 관로 교체 등

■ 공공하수처리시설 설치사업(전라남도)

○ 개요 : 생활하수의 적정처리로 공공수역 수질을 보전하고 주민친화형 시설 설치로 생활환경 개선 및 보건위생에 기여하고 하수도 보급률 향상

○ 총사업개요

- 하수종말 처리시설 : 22개시군 94개소, 729천톤/일
- 소규모 하수도 설치 : 22개시군 1,107개소
- 하수처리수 재이용 : 9개소 79천톤/일

○ 2010년까지 추진실적

- 하수종말 처리시설 : 75개소, 63,912 백만원
- 소규모 하수도 설치 : 799개소, 47,853 백만원
- 하수처리수 재이용 : 3개소, 1,259 백만원

■ 하수관거 정비사업(전라남도)

○ 개요 : 관거정비로 미처리된 하수의 지하유출 방지 및 토양오염을 예방하고 하수종말처리장 운영의 효율성 제고

○ 총사업개요 (1995~2015)

- 사업량 : 10,352km, 17,630억원

○ 2010년까지 추진실적

- 사업량 : 7,050km, 11,635억원
- 2009년 관거 보급률: 59.5% (전국 75.4%)

③ 수질 및 수생태 관리대책 분야

■ 기후변화로 인한 하천 및 호소 수질악화 관리대책

○ 비점오염원 설치 신고 제도 도입('06~)

- 제도도입 이후 총 623개소 신고('10.2월 현재)

○ '04년 시범사업을 시작으로 '10년까지 총 972억원 투자(국고기준)

- '09년까지는 시범사업 및 흙탕물 저감사업에 투자가 집중되었으나, '10년부터 도시, 축산지역 등으로 확대 중

○ 비점오염원관리지역 지정·관리제도 운영('07.8~)

- 비점오염원으로 인해 하천·호소 등의 이용목적, 주민의 건강·재산이나 자연생태계에 중대한 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 지역을 지정
- 소양호, 도암호 등 4개소 지정·관리 중

○ 『하천·하구쓰레기 정화사업』 추진

- '09년 33개 시·군 8,890백만원, '10년 46개 시·군 8,017백만원 지원

○ 『선제적 조류 예방대책('09.6)』 및 호소별『선제적 조류 저감대책('09.12)』마련 · 추진

○ 추가 확대된 보령·횡성호를 포함한『'10년 조류경보제 시행계획』수립 ('10.3.30)

- '09년 20개소 → '10년 22개소

○ 호소별 조류 저감대책 마련을 위한 조류전문가 포럼 구성('09.12.3) 및 포럼개최(총 4회 : 1차 '09.12.3, 2차 '10.4.20, 3차 '10.6.28, 4차 '10.11.10)

○ 정부합동의 임하댐, 소양강댐 탁수저감대책 수립 및 시행

○ 수계단위 탁수예방 기본계획 수립』용역 완료('08.7 ~ '10.3)

○ 수계별 탁수발생 우선순위 해당 3개댐 종합대책(안) 수립

○ 경사지 밭토양 유실량 예측 평가기법 개발

- 토성별 토양 유실량, 물 유출량 평가
- 토양 및 물 유출로부터 유기탄소 유실량 평가
- 작물종에 따른 식생피복 조사

○ 토양침식으로 인한 수계내 유기탄소 유출특성 구명

- 수계별 특성에 따른 부유물질 및 유기탄소 유출 특성 분석
- 한강상류지역에 대한 소유역별 토양침식 위험성 평가
- 토양유실량 추정을 위한 강우인자 계산용 소프트웨어 개발

○ 토양보전을 위한 경사지 밭토양 관리 방법 개발

- 피복방법에 따른 유기탄소 유출특성 조사 및 작물생산성 평가
- 완충지대 자원식물 종류별 토양보전 효과 구명

■ 기후변화 적응을 위한 하천 수질개선 및 수생태계 보전·복원

○ 전국 하천 수질개선 및 생태계 복원사업 추진

- '09년까지 271개 하천 687km 복원(1조 4,723억원)
- '10년 109개 하천 120km 복원 추진(1,865억원)

○ 도심 건천·복개하천 생태복원사업 추진

- '09~'10년 20개 하천 선정 및 MOU체결, 복원사업 추진

○ 「생태하천 복원사업 중장기 추진계획」수립('10.9)

- 전국 하천 현황 진단을 통해 단계별·체계적 하천복원 체계 마련
- 하천 수질개선 및 생태복원, 도심하천 복원사업, 깃대종 복원사업, Fish－Way 프로젝트 등 다양한 대책 추진

○ '수생태 복원사업 설계 가이드북' 마련('10.12)

- 수생태복원 사업의 기본방향 및 원칙, 각종 공법사례 등 제시

○ 수생태계 모니터링 및 기술 개발 추진

- '07년부터 매년 전국 하천 수생태계 건강성 조사 실시('10년 16억원)
- 수생태복원기술 연구·개발 추진(수생태복원사업단, '08－'14, 855억원)

○ 1사1하천 운동 활성화 및 도랑·실개천 살리기 추진

- 4대강 유역 기업－지자체 1사1하천 운동 협약식 개최(경안천 등 5회)
- 도랑·실개천 실태조사 및 복원사업 추진('07년부터 매년 추진)

○ 기후 변화 등에 대비한 수질 예보제를 실시하는 수질통합관리센터 구축('10.6.)

- 수질통합관리시스템 구축 관련 연구사업 추진('10.7.~11.)

■ 영산강수질개선 대책 추진(전라남도)

○ 기본 현황 : 유로연장 129.5km, 유역면적 3,459km (광주, 전남 7개 시군)

○ 수질현황(BOD mg/L) : 상류(담양) 2.0, 중류(나주) 6.5, 하류(무안) 3.8 (2011.8)

○ 수질개선 사업 추진

- 생태하천복원사업 : 8개 시군, 22 하천
- 하천, 하구 쓰레기 정화사업 : 8개 시군
- 영산호 환경정화선 쓰레기 수거
- 환경기초시설 등 확충 : 316 개소

○ 수질측정망 운영을 통한 수질개선 상태 모니터링 실시

■ 수질오염총량관리제 추진(전라남도)

○ 개요 : 영산강, 섬진강 수계 구간별로 목표수질 및 허용부하량을 설정하여 단위유역 오염물질의 배출량을 허용 부하량 이내로 관리

- 추진기간 : 2006~2010(1단계, BOD), 2011~2015(2단계, BOD, TN, TP)

○ 추진상황

- 오염총량관리 시행계획 이행평가 (2007~2009)
- 2단계 오염총량관리 기본계획 승인(환경부): 2009. 12. 11
- 2단계 오염총량관리 기본계획 승인(도): 2010. 12

나) 신규대책(2012년)

① 영향 및 취약성 평가 분야

■ 기후변화에 따른 물관리 모니터링 보강

○ 유량(143개), 유사량(20개), 토양수분량(2개), 증발산량(2개) 조사

○ 자동유량측정시설 운영(43개) 및 신설(5개)
○ 영상처리기술을 이용한 하천모니터링 기술 개발
○ 고수부지내 친환경시설물의 자동모니터링 기술 개발
○ 산업단지 인근 지류지천에 자동측정소 5개 신설
○ 수질측정망 확충
○ 하천 980개 지점 수생태계 건강성 조사

■ **기후변화에 따른 물관리 분야의 영향분석 및 취약성 평가**

○ 하천 980개 지점에 대한 수생태 건강성 평가
○ 기후변화에 따른 표준수문시나리오 생산
○ 시나리오－비시나리오 예측자료의 교차 검증
○ 해상도 변경에 따른 수문요소의 변동성 분석
○ 기후변화에 따른 극한수문량의 신뢰도 분석
○ 가뭄으로 인한 하천건천화 영향 분석 제시
○ Monte－Carlo기법을 이용한 비정상성 빈도해석의 불확실성 평가
○ 기후변화에 따른 수자원 변동성의 불확실성 분석
○ 물공급 전망 변동성의 이미지 구현
○ 불확실성을 고려한 적응형 의사결정 기술 개발
○ 기후 변화에 따른 주요 시설 vulnerability curve 제시
○ 기후변화 대응 국제협력 관계 구축
○ 물관리 재원 투입에 따른 국가 경제 파급효과 분석

② 홍수 및 가뭄 대책 분야

■ **홍수에 강한 국토기반 조성**

○ 연차별 계획에 따라 권역별 하천기본계획 수립 추진
○ 다목적댐 치수능력증대사업 추진
○ 모후산 준공, 서대산/가리산/예봉산 공사 계속
○ 한강, 금강권역 홍수위험지도 제작

■ **물이용 효율화를 통한 수요관리**

○ 정책·실무 전문교육 과정 개설·운영(국토해양인재개발원 및 수공교육원)

○ 대학의 기존학위 과정 실무교육 운영
○ 물 관리 학위과정(대학원) 신설・운영
○ 물 수요관리종합계획 변경
○ 절수기기의 지속적인 보급 추진
○ 물 사용량 표시제 세부시행방안 마련(「수도법 시행규칙」 개정)
○ 물 사랑 홈페이지 등을 통한 홍보강화

■ 안정적 수자원 확보

○ 영주댐, 보현산댐 본댐 축조 완료
○ 부항댐, 성덕댐 완공
○ 한강하류권(1차, 2차) 급수체계조정 등 광역상수도 사업 추진: 한강하류권(1차) 급수체계 조정사업 완료
○ 지하수기초조사 24지역 추진 및 관측망 345개 운영, 22개 신규설치

■ 대체수원 기술개발과 시설확충

○ LID(Low Impact Development, 저영향개발) 빗물관리 시스템 설계기술 개발
○ 친환경 저류·침투 고도화 기술 개발
○ 비녹지 지역(포장면)의 물순환 건전화 고도화 기술
○ 홍수자원화 및 물순환 도시조성 시범사업 추진
○ 세계 최대규모 테스트베드(실증시설) 완공 및 시운전
○ 2단계(세계 최고수준) 16인치 역삼투막 성능평가
○ 고효율/저에너지 역삼투압 공정 최적화 기술 실용화 및 국산화
○ 막(MF/UF) 기반 표준전처리 공정기술 개발
○ 역삼투압 공정 모니터링을 통한 고효율 운영기술 개발
○ 플랜트 성능진단, 운전 및 유지관리기술 개발
○ 급수취약지역 상수도 보급률 목표 산정

■ 하천의 기후변화 적응능력 극대화

○ (4대강) 생태하천조성, 댐건설 및 총인처리시설 등 계속 시행
○ (4대강 外 지류하천) 수립된 종합정비계획에 따라 단계적으로 지류하천 정비사업 (4대강 외 국가하천 및 지방하천) 추진

○ (하천관리체계 개편) 하천유량관리시스템 구축 및 시범운영

○ (연구개발) 영상처리기술을 이용한 하천모니터링 기술 개발, 고수부지내 친환경 시설물의 자동모니터링 기술 개발

■ **기후변화에 적응하는 물관리 선진화 및 해외진출**

○ 물산업 해외진출 세부계획 추진

○ 물관리 적응기술 강화 등을 위한 R&D 추진

○ 물포럼 개최 및 참석을 통한 물관리분야 기후변화 적응 능력 제고

○ 해외 공무원 대상 국내 연수 프로그램 등과 연계하여 우수기술 및 정책 소개 추진

■ **영산강수계의 상수원 활용 대책 수립 (전라남도)**

○ 영산강은 4대강중 수자원 부존량이 가장 적음

○ 하천유지용수량 감소와 수질악화 등으로 농업용수 및 공업용수로 활용하고 있음

○ 기후변화의 영향으로 최근 주암호의 갈수기 저수율이 14% 이하로 낮아져 생활용수의 안정적 공급을 위한 대책이 시급함

○ 영산강살리기 사업이후 약 1.3억 m^3정도의 용수 확보는 영산강 유지용수 증대의 효과를 가져옴

○ 그러나 식수 등 상수원으로서 활용이 어려운 실정으로 영산강수계의 상수원 활용을 위한 대책을 마련이 시급함

○ 영산강 본류의 상수원 활용방안으로 강변여과, 하상여과, 인공습지 방법 등을 검토함

③ 수질 및 수생태 관리대책 분야

■ **기후변화로 인한 하천 및 호소 수질악화 관리대책**

○ 비점오염 저감시설 설치 및 흙탕물 저감 사업 추진(연중)

○ 사전예방적 비점저감을 위한 제도개선 추진

○ 교육 및 홍보를 통한 대국민 인식제고(연중)

○ 조류 전문가 포럼』 운영

○ 영산강 환경정화선 건조 및 하천·하구쓰레기 정화사업 추진

○ 임하댐, 소양강댐 정부합동 탁수저감 연차적 대책 사업 시행

○ 탁수저감(퇴사) 등을 위한 보조댐 건설사업 추진(안동댐 : '12~'14)

○ 토양특성 축적량 계량화 및 유기탄소 저장특성 평가 : 농경지 토양탄소 조사(시설재배지 1300점)

○ 경사지 밭 유기탄소 보전을 위한 농경지 보전기술 개발 : 작물종류별 피복초생선발 및 부분경운 방법 설정, 완충지대 자원식물 선발, 완충지대 설정

○ 탄소저장증대를 위한 논토양 관리기술 개발 : 논토양 무경운 관리기술 설정

■ 기후변화 적응을 위한 하천 수질개선 및 수생태계 보전·복원

○ 전국 하천 수질개선 및 생태계 복원사업 추진

○ 생태하천복원 시범사업, 도심 복개하천 생태복원사업, 깃대종 복원 시범사업, 강체험 프로그램 등 지속 추진

○ 수생태복원 기술개발 추진

○ 하천 수생태계 건강성 조사 · 평가

○ 수질예보제 정식예보 실시('12.1월~)

○ 수질 예보 시스템 개선 및 운영

○ 기후변화를 반영한 수질 관련 자료 연계

■ 영산강·섬진강 수질자동측정기 설치 확대 (전라남도)

○ 수질자동 측정으로 실시간 데이터 확보를 통한 영산강·섬진강수계 오염총량관리 체계화

○ 하천 수질자동측정기기 설치 (TOC, TP 등) (신규 8개소 (영산강 5, 섬진강 3))

○ 기설치된 2개소(죽산보, 승촌보)를 포함 총 10개소로 확대 설치하여 수질관리의 실시간 모니터링 강화

○ 영산강 본류 수질오염사고에 대한 하천 감시기능 강화

■ 낙후지역 노후정수장 리모델링 사업 (전라남도)

○ 재정자립도가 낮고 지방 상수도시설에 투자여력이 없는 농어촌, 도서지역 노후 정수장에 대한 시설 개선 시급

○ 정수장 리모델링 사업을 통해 정수능력의 안정적 확보 및 낙후지역에 안전하고 깨끗한 수돗물 공급

■ 영산강·섬진강 핵심 생태축 조성 (전라남도)

○ 4대강 사업으로 창출된 수변공간을 핵심 생태축으로 조성하여 국토 환경가치를 증대시키고 수질정화, 생태복원, 친환경적 이용 유도

○ 생태습지 조성, 수생식물원, 수변녹화(생태숲) 조성, 생태통로, 야생 동·식물 서식지 조성

○ 2개소 조성 예정 (영산강수계 1, 섬진강수계 1)

바. 적응대책 목록

분야	대책	사업명	추진기간	비고	담당부서
물관리	영향 및 취약성 평가	기후변화를 고려한 수자원 모니터링 보강	2011 (기존), 2012-2015 (신규)	기존 및 신규	국토부 환경부
		기후변화를 고려한 수질 및 수생태 모니터링 보강			
		수질 및 수생태 부문의 영향분석 및 취약성 평가			
		수자원 부문의 영향 분석 및 취약성 평가			
	홍수 및 가뭄 대책	첨단기술을 적용한 차세대 홍수예보시스템 구축	2011 (기존), 2012-2015 (신규)		국토부 환경부
		지역별 홍수위험지도 제작			
		댐, 제방 등 수방시설물의 안정성 재검토 및 치수능력 강화			
		기후변화 영향을 고려한 유역단위의 종합치수계획 추진체계 구축			
		절수형 물이용 장치·시설 개발 및 보급			
		지역특성을 고려한 맞춤형 물절약 실천방안 마련			
		기존 댐의 용수공급능력 재평가			
		중소규모 댐건설			
		지하수 자원의 보전 및 체계적 이용			
		물부족 해소 및 안정적인 용수공급을 위한 상수도 시설 확충			
		빗물관리 기술개발 및 시설확충			
		해수담수화 기술개발 및 시설 확충			
		하수/폐수 재이용 시설 확충			
		도서 등 취약지역 대체 수자원 시설 보급 및 지원			
		4대강 살리기 사업을 통한 치수·이수능력 확보 및 생태친수공간조성			
		4대강 이외 국가·지방하천 종합정비 추진			
		기후변화에 대비한 하천관리체계 개편			
		기후변화에 안전한 자연친화적인 친수공간 조성			
		건천화에 대비한 물순환형 수변도시 조성			
		기후변화에 대비한 연구개발 투자확대			
		물관리 적응기술 육성 및 해외진출 추진			
	수질 및 수생태 관리 대책	기후변화 영향 및 취약성을 고려한 수질 관리제도 강화	2011 (기존), 2012-2015 (신규)		국토부 환경부 농진청
		비점오염물질 저감사업 확대 및 사전예방적 비점오염원 관리강화			
		기후변화 영향을 고려한 조류발생 관리대책 수립 및 추진			

Ⅵ. 물관리분야 적응대책

1. 목표

○ 기후변화로부터 안전한 물관리 체계 구축
○ 기후변화에 따른 수자원 및 수생태계 영향 분석
○ 기후변화 영향 및 취약성 평가를 통한 체계적인 생태보전 및 복원

2. 주요과제

○ 기후변화적응 역량 강화를 위한 중장기 계획 수립 및 추진
○ 기후변화에 따른 수자원 취약성 평가 및 수요관리체계 구축
○ 기후변화 대비 안정적 용수공급 시스템 구축
○ 하천의 기후변화 적응능력 제고
○ 수질 예보 시스템 개선·운영
○ 수질오염원 관리 및 수질개선
○ 기후변화 적응을 위한 하천 수생태계 보전·복원

3. 기대성과

○ 수생태 건강성에 대한 체계적이고 정량적인 평가 가능
○ 기후변화의 영향에 따른 물순환 및 물수급 정량화 가능
○ 하천 수질개선 및 생태계 복원사업에 따른 기후변화 적응력 제고
○ 수질을 예측하여 수질 변화를 미연에 방지할 수 있는 대응 가능

Ⅵ. 물관리분야 적응대책

4. 추진과제

대분류	세부과제	비고	관련부서
기후변화 영향 취약성 평가 및 수자원 관리체계 구축 (Ⅵ-1)	① 기후변화 적응 역량강화 중장기 계획 수립	기존/신규	녹색성장정책실
	② 기후변화에 따른 물관리 분야 영향분석 및 취약성 평가	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국
	③ 지역여건에 적합한 수요관리 체계구축	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국
수자원관리를 통한 기후변화적응 능력 제고 (Ⅵ-2)	① 기후변화 대비 안정적 용수공급 시스템 구축	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국
	② 기후변화 적응능력 제고를 통한 생태공간 조성	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국
	③ 하천의 기후변화 적응능력 제고	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국
수질 개선 및 수생태 관리 (Ⅵ-3)	① 수질오염원 관리 및 수질개선	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국
	② 기후변화 적응을 위한 하천호소 환경 개선	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국
	③ 기후변화 적응을 위한 하천 수생태계 보전·복원	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국

물관리분야: 기후변화 영향 취약성 평가 및 수자원 관리체계 구축 (Ⅵ-1-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅵ-1-①	기후변화 적응 역량강화 중장기 계획 수립	기존/신규	녹색성장정책실

1. 배경 및 필요성

○ 최근 증가하는 집중강우의 효율적 대응을 위해 단순한 홍수방어대책을 벗어나 이차원적 유역단위계획을 통한 기후변화 적응대책 필요

– 점, 선형 중심의 오염 및 하천관리에서 중심에서 벗어나 유역투수 능력 제고 등 면단위 종합적인 관리 체계 구축이 필요함

○ 기후변화에 대비한 분산형 수처리 설비의 표준화와 최적의 통합 물관리를 위한 관리대책이 필요함

○ 지역의 기후변화에 따른 중장기, 단기 영향을 고려한 물관리 분야 중장기 계획 수립

– 체계적이고 효율적인 수자원 수요공급 관리 대책 수립 및 중장기 계획 추진

– 기후변화에 따른 이수, 치수, 수자원 관리 등을 포함한 종합적인 계획 수립으로 기후변화 적응대책이 마련되어야 함

2. 사업개요

○ 조사자료를 기반으로 기후변화가 수생태계에 미치는 영향을 정량적으로 평가

○ 기후자료 확보 및 분석을 통한 기후변화 평가

○ 지역 기후변화 특성 및 중장기 및 단기적인 영향 조사

○ 기후변화 관련 지역 주민의 의식 조사

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 국가 기후변화 적응 대책 수립

○ 국가 물 수요관리 종합 대책 수립 및 추진

○ 기후변화 적응 대책 수립

○ 물환경 관리 기본계획 수립

○ 기후변화대응, 예방적 재해대책사업 지속적 추진

○ 기후변화 대응 종합계획 추진 (온실가스 감축 목표(2020년): 배출전망 대비 31.5% 감축)

물관리분야: 기후변화 영향 취약성 평가 및 수자원 관리체계 구축 (Ⅵ-1-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화 자료 확보 및 영향 분석 - 기후변화 적응을 위한 통합적 물관리 대책 수립
2013	- 기후변화에 대한 주민 의식 조사 및 분석 - 기후변화 적응을 위한 통합적 물관리 대책 추진
2014	- 기후변화 적응역량 강화를 위한 중장기 계획 수립 - 기후변화 적응 관련 네트워크 구축 및 데이터베이스 활용
2015	- 기후변화 중장기 계획 수립 및 수정 보완 - 기후변화 적응 관련 네트워크 운영 및 데이터베이스 활용
2016	- 기후변화 중장기 계획 추진 - 기후변화 적응형 관리 및 평가 체계 구축

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화 자료 확보 및 영향 분석
- 전남지역 기후변화 관련 자료 확보 및 분석
- 전남지역 기후변화 계획 수립을 위한 전문가 그룹 네트워크 구성
- 기후변화 적응을 위한 예방적 재해대책 체계 구축

○ 기후변화 적응을 위한 통합적 물관리 대책 수립
- 기후변화에 대비한 분산형 물관리 시스템 기반 구축
- 최적의 통합 물관리 대책 수립

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	100	100	100	100	500
○ 도비	50	50	50	50	50	250
○ 시·군비	0	0	0	0	0	0
○ 기타	0	0	0	0	0	0
합 계	150	150	150	150	150	750

7. 기대효과

○ 기후변화에 대비한 분산형 물관리 시스템 구축

○ 체계적이고 효율적인 수자원 수요공급 관리 대책 수립 및 중장기 계획 추진

○ 지역의 기후변화에 따른 중장기, 단기 영향 분석 및 물관리 정책 등에 활용

물관리분야: 기후변화 영향 취약성 평가 및 수자원 관리체계 구축 (Ⅵ-1-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅵ-1-②	기후변화에 따른 물관리 분야의 영향분석 및 취약성 평가	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국

1. 배경 및 필요성

○ 가뭄 홍수 등 이상기후에 의한 물관리 분야의 취약성 평가를 통한 기후변화 적응계획이 추진되어야 함

– 기후변화에 따른 가뭄, 홍수 등 이상기후가 증가하고 있어 이에 따른 기후변화 적응계획이 마련되어야 함

– 하천 등 수자원의 모니터링 및 데이터베이스 구축을 통해 물관리 분야 취약성 평가가 이루어져야 함

○ 기후변화가 수자원 및 물관리 분야에 미치는 영향에 대한 정량적 평가 필요

– 측정 수질자료와의 유기적 연계를 통한 분석 결과 및 자료의 효율적 활용

– 물관리 분야 취약성 평가를 위한 객관적인 지표 개발이 필요함

– 기후변화에 따른 국지적 영향이 증대하고 있어 지역특성을 고려한 평가가 이루어져 함

– 기후변화 취약성 지도 및 데이터베이스 구축을 통한 정량적 평가 체계 구축

○ 기후변화로 인한 수자원 변동을 파악·예측하고, 이에 따른 미래 전략 수립 필요

– 기후변화에 따른 수자원 관련 자료 분석

– 수자원 관련 자료를 활용하여 수자원 수요 및 공급 전망이 예측되어야 함

– 기후변화 영향, 수자원 전망 자료 등을 바탕으로 물관리 분야에 대한 기후변화 적응 전략이 수립되어야 함

2. 사업개요

○ 하천 모니터링 강화 및 하천의 건강성 평가

○ 유역의 수문학적 특성 변화 평가

○ 유역별 월평균 강수량 및 유출량 변동 파악

○ 하천의 건강성을 평가하기 위한 객관적인 지표 개발

○ 기후변화에 따른 물관리 분야 취약성 평가

○ 기후변화 취약성 지도 제작

○ 기후변화 취약성 데이터베이스 구축 및 기후변화 적응 계획 활용

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 수생태계 건강성 평가 및 DB 구축

○ 수생태계 건강성 지도 시범제작

○ 기후변화 대응 미래수자원 전략 수립

물관리분야: 기후변화 영향 취약성 평가 및 수자원 관리체계 구축 (Ⅵ-1-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화에 따른 하천 건강성 및 취약성 평가 - 기후변화에 따른 수자원 영향 분석 및 평가
2013	- 수자원 건강성 평가를 모니터링 강화 및 자료 활용 - 하천의 기후변화 적응 취약성 평가
2014	- 수자원 건강성 평가를 위한 지표 개발 및 활용 - 하천의 기후변화 적응 취약성 지도 제작 및 활용
2015	- 수자원 건강성의 지속적 평가 - 하천의 기후변화 적응 취약성 제작
2016	- 수자원 건강성의 지속적 평가 및 미래전략 수립 - 하천의 기후변화 적응 취약성 제고

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화에 따른 하천 건강성 및 취약성 평가
- 모니터링 확대로 하천 건강성 평가
- 기후변화 적응을 위한 하천 취약성 평가 및 데이터베이스 구축

○ 기후변화에 따른 수자원 영향 및 분석 평가
- 수문요소 변동성, 극한수문량 신뢰도 및 하천 건천화 영향 분석
- 기상청 등 관련 자료 연계 영향 분석 및 전망

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	300	300	300	300	200	1,400
○ 도비	100	100	100	100	100	500
○ 시·군비	50	50	50	50	50	250
○ 기타	0	0	0	0		0
합 계	450	450	450	450	350	2,150

7. 기대효과

○ 기후변화에 따른 하천 건강성과 위해성 평가 및 구축된 자료 활용

○ 기후변화로 인한 수자원 변동을 파악·예측하고, 기후변화 적응 전략 수립

○ 물관리 분야의 취약성 평가를 통한 기후변화 적응계획 수립 및 추진

○ 기후변화 취약성 데이터베이스 구축, 지도 제작을 통해 기후변화 적응 계획에 활용

물 관리 분야: 기후변화 영향 취약성 평가 및 수자원 관리체계 구축 (Ⅵ-1-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅵ-1-③	지역여건에 적합한 수요관리 체계구축	기존신규	녹색성장정책실,건설방재국

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화에 따른 물 관련 여건변화가 급속하게 진행되고 있어 지역특성에 적합한 적절한 대응 필요
- 기후변화는 지구적 현상이며 동시에 지역적 특성에 따른 영향이 증대하고 있음
- 수자원 부족 등 물관련 여건변화가 급속하게 진행되고 있어 물관리 분야 적절한 대책이 수립되어야 함

○ 수자원의 수요는 경제사회적 여건변화에 따라 지속적인 증가가 예상되나 가용수자원의 한계성에 대한 대책 필요
- 수자원 수요는 산업화, 생활수준 향상 등 경제사회적 여건 변화, 국지성 집중강우와 가뭄 등 이상기후 적응 능력 제고를 위한 지역별 대책 마련이 시급함
- 가용 수자원의 부족에 따른 대책이 마련되어야 함

○ 지역특성에 맞는 적정한 수요관리를 위한 제도적 기반 마련
- 물 절약 인프라 구축을 위한 제도적 기반 마련
- 자발적인 물절약 실천을 위한 지속적인 홍보 및 교육 추진

2. 사업개요

○ 지역여건에 맞는 물관리 여건 분석 및 체계 구축

○ 물 절약형 사회 구축을 위한 제도적 기반 마련
- 빗물관리 시스템 구축
- 수도 및 하수 요금 현실화 검토
- 하수처리수 재이용 사업
- 절수 인센티브 제공

○ 자연친화형 물 순환시스템 구축

○ 물 절약을 위한 홍보·교육

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 하수처리수 재이용 활성화 기반사업 추진

○ 빗물이용 설치의무대상을 공공청사로 확대 추진

○ 기후변화 대응 미래수자원 확보 전략 수립

○ 국가 물 수요관리 종합대책 추진

○ 국민생활 습관 개선을 위한 물절약 홍보 사업 지속적 전개

○ 하수처리수 재이용 활성화 기반사업 추진

물관리분야: 기후변화 영향 취약성 평가 및 수자원 관리체계 구축 (Ⅵ-1-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화에 따른 전남지역 물관리 분야 취약성 평가 - 전남지역 수자원 수요 전망 및 수요관리 계획 수립
2013	- 전남지역 수자원 수요관리 계획 수립 - 물 절약형 사회 구축을 위한 교육 및 홍보계획 수립
2014	- 물 절약형 사회 구축을 위한 제도적 기반 마련 - 물 절약형 사회 구축을 위한 관리 체계 구축
2015	- 물 절약형 사회 구축을 위한 제도적 기반 확충 - 자연순환형 물관리 기반 구축을 통한 기후변화적응 역량 제고
2016	- 물 절약형 사회 구축을 위한 관리 체계 확립 - 자연순환형 물관리 기반 구축

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화에 따른 전남지역 물관리 분야 취약성 평가
- 전남지역 수자원 현황 분석
- 전남지역 물관리 분야 취약성 평가
- 전남지역 물관리 분야 취약성 지도 구축

○ 전남지역 수자원 수요 전망 및 수요관리 계획 수립
- 전남지역 수자원 수요 전망
- 전남지역 수자원 공급계획 및 수요관리 계획 수립

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	100	100	100	100	500
○ 도비	50	50	50	50	50	250
○ 시·군비	50	50	50	50	50	250
○ 기타	0	0	0	0		0
합 계	200	200	200	200	200	1,000

7. 기대효과

○ 경제사회적 여건 및 기후변화에 따른 수자원 전망 및 수요관리에 대한 평가 수행
○ 기후변화 적응을 위한 물관리 분야 수요관리 체계화
○ 자연친화형 물순환 시스템 기반 구축
○ 지역특성에 맞는 적정한 수요관리를 위한 제도적 기반 마련

물관리분야: 수자원관리를 통한 기후변화적응 능력 제고 (Ⅵ-2-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅵ-2-①	기후변화 대비 안정적 용수공급 시스템 구축	기존/신규	녹색성장정책실,건설방재국

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화에 따른 홍수 및 가뭄 등 수자원 변동이 심해지고 있으며 집중호우와 가뭄 등 극한 기후의 발생이 빈번해지고 있음
- 안정적인 수자원 확보를 통해 기후변화 영향을 최소화하는 대책이 마련되어야 함
- 가뭄 등에 대비한 물 부족 해소 및 안정적 용수공급을 위한 상수도 시설 확충

○ 양질의 안정적 상수원 관리 및 기반시설 기능 제고
- 상수도의 유수율 제고 및 효율적 관리 방안 마련
- 노후된 상수도관 교체, 상수도 관망 수치 지도화율 제고

○ 지역특성을 고려한 대체 수자원 개발
- 지하수자원 효율적 관리를 위한 D/B구축, 체계적 이용 방안 등 필요
- 이동식 해수담수화 설비 구축을 통한 대체 수자원 확보 전략 수립
- 중수도 시설 확대 추진을 통한 수자원 확보 필요함

○ 기후변화에 대비한 분산형 수처리 설비의 표준화와 최적의 통합 물관리를 위한 관리대책이 필요함

2. 사업개요

○ 가뭄대비 공급시스템 구축

○ 비상용수 안정적 용수공급 시스템 마련

○ 이동식 해수 담수화 설비 등 지역특성을 고려한 대체 수자원 개발

○ 가뭄취약 지역 수도시설간 비상연계 시설 설치

○ 안정적 물 공급 체계 구축

○ 노후상수도관 교체 및 상수도 시설 확충

○ 농어촌·도서지역 생활용수 개발 사업

○ 영산강수계 상수원 활용을 통한 생활용수 확보

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 하수처리수 재이용 활성화 기반사업 추진

○ 빗물이용 설치의무대상을 공공청사로 확대 추진

○ 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 제정, 시행(2011. 6. 9)

○ 2016년까지 친환경 대체 수자원 18.8억톤 확보(환경부)

○ 하수처리수 재이용 의무화 확대: 일일 하수처리량의 10% 이상(기존 5%)

○ 지방상수도 통합 및 상수관망 최적화사업 추진(전남 남서부권 등 10개권역 33개 지자체)

물관리분야: 수자원관리를 통한 기후변화적응 능력 제고 (Ⅵ-2-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화에 따른 용수공급 현황 및 전망 분석 - 용수공급을 위한 계획 수립 및 실천계획 수립 - 해수담수화 설비 등 대체 수자원 활용 계획 수립
2013	- 기후변화에 따른 용수 관리 및 공급 체계 기반 - 대체 수자원 활용 계획 수립 및 지원방안 강구 - 영산강수계 상수원 활용을 통한 생활용수 확보 계획 수립
2014	- 분산형 수처리 설비의 표준화 추진 - 최적 통합 물관리 계획 수립 - 지역특성에 맞는 대체 수자원 활용 확대 추진 - 영산강수계 상수원 활용을 통한 생활용수 확보 추진
2015	- 기후변화에 따른 용수 관리 및 공급 - 대체 수자원 활용 확대 - 최적 통합 물관리 계획 추진
2016	- 기후변화 적응형 분산형 물관리 시스템 구축 - 수자원 취약성 제고를 통한 상수도 관망 수치 지도화 추진

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화에 따른 용수공급 현황 및 전망 분석
- 상수도의 유수율 제고 및 효율적 관리 방안 마련
- 노후된 상수도관 교체

○ 용수공급을 위한 계획 수립 및 실천계획 수립
- 가뭄대비 공급시스템 계획 수립
- 비상용수 안정적 용수공급 방안 마련

○ 해수담수화 설비 등 대체 수자원 활용 계획 수립
- 중수시설 확대 계획 수립
- 지역특성을 고려한 이동식 해수담수화 설비 구축 계획 수립

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	300	300	300	300	300	1,500
○ 도비	250	250	250	250	200	1,200
○ 시·군비	50	50	50	50	50	250
○ 기타	0	0	0	0		0
합 계	600	600	600	600	550	2,950

7. 기대효과

○ 기후변화에 따른 안정적인 수자원 확보를 통해 기후변화 영향을 최소화 대책 마련
○ 가뭄 등에 대비한 물 부족 해소 및 안정적 용수공급을 위한 상수도 시설 확충
○ 양질의 안정적 상수원 관리 및 기반시설 기능 확보
○ 지역특성을 고려한 대체 수자원 개발
○ 기후변화 적응 분산형 수처리 설비의 표준화와 최적의 통합 물관리 대책 수립

물관리분야: 수자원관리를 통한 기후변화적응 능력 제고 (Ⅵ-2-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅵ-2-②	기후변화 적응능력 제고를 통한 생태공간 조성	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국

1. 배경 및 필요성

○ 댐·제방 등 수방시설물의 안정성 확보를 통한 치수능력 증대
- 기후변화에 따른 하천제방 등 수방시설물의 안전성 확보

○ 홍수위험지도의 작성·배포를 통한 효율적인 방재대책 추진
- 홍수저감능력 강화 및 효율적 대응

○ 수자원 관련 시설의 안전성 확보를 통한 치수능력 강화
- 이상기후로 인한 집중호우 증가로 하천제방 및 시설물에 대한 피해증가

○ 도시개발로 인한 불투수면의 증가로 도심하천 건천화 및 수량부족 등 심화되고 있음
- 자연친화적 물순환 시스템 구축 등 저영향개발(LID)기법을 이용한 생태공간 조성 정책 추진
- 빗물저류 및 침투 등 자연친화적 물순환 시스템 구축으로 도시지역 홍수방어 능력 증대
- 우수유출 저감시설 도입 및 하수도 시설 개선 추진
- 수질오염총량관리제 연계하여 신규개발 추진시 LID기법을 도입을 추진함

2. 사업개요

○ 급수취약지역 상수도 확충사업
○ 영산강살리기 사업과 연계한 안전하고 쾌적한 하천조성
○ 영산강 수질개선을 위한 수자원 관리기반 조성
○ 영산강 생태관광 거점지역 육성
○ 홍수 가뭄 등 재해사전 대응 예·경보시스템 구축
○ 도시지역 투수층 면적 확대를 통한 생태도시 조성
○ 분산형 수처리 기술 적용을 통한 생태공간 조성
○ 도심하천 건천화 방지 및 생태복원을 통한 친수문화 정착

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 도심지역 불투수율 및 LID기법과 수질오염총량관리제 연계 강화
○ 강우레이더를 활용한 실시간 홍수예보 시스템 구축
○ 지역별 홍수위험 지도 제작 활용을 통한 방재대책 수립
○ 하천제방 등 수방시설물 설계 기준 재설정
○ 물관리 시설 안전성 확보 및 치수능력 증대사업 추진

물관리분야: 수자원관리를 통한 기후변화적응 능력 제고 (Ⅵ-2-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화 적응 역량 생태공간 조성 계획 수립 - 저영향개발(LID)기법을 이용한 생태공간 조성 계획 수립
2013	- 도심하천 건천화 방비 및 생태복원 사업 추진 - 영산강 생태관광 거점지역 육성
2014	- 분산형 수처리 기술 적용을 통한 생태공간 조성 - 도심하천 건천화 방비 및 생태복원 사업 추진
2015	- 재해사전 대응 예·경보시스템 구축 - 도시지역 투수층 면적 확대
2016	- 재해사전 대응 예·경보시스템 운영 - 기후변화 적응형 생태도시 공간 조성 전략 추진

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화 적응 역량 생태공간 조성 계획 수립

– 자연친화형 방재대책 수립 및 홍수위험 지도 제작

– 급수취약지역 상수도 확충사업

○ 저영향개발(LID)기법을 이용한 생태공간 조성 계획 수립

– 도심지역을 중심으로 한 생태공간 조성을 위한 수자원 확보 방안

– 기후변화 적응 역량 강화 생태공간 조성 계획 수립

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	200	200	200	200	200	1,000
○ 도비	100	100	100	100	100	500
○ 시·군비	50	50	50	50	50	250
○ 기타	0	0	0	0	0	0
합 계	350	350	350	350	350	1,750

7. 기대효과

○ 수자원 및 관리시설물의 안정성 확보를 통한 치수능력 증대

○ 효율적인 방재대책 추진으로 홍수저감능력 강화 및 효율적 대응

○ 수자원 관련 시설의 안전성 확보를 통한 치수능력 강화

○ 저영향 도시개발로 도심하천 건천화 방지 및 자원순환형 수자원 확보

물관리분야: 수자원관리를 통한 기후변화적응 능력 제고 (Ⅵ-2-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅵ-2-③	하천의 기후변화 적응능력 제고	기존신규	녹색성장정책실, 건설방재국

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화에 따라 빈번해질 것으로 예상되는 홍수와 가뭄 등의 피해에 따른 근본적 대책 필요

○ 지역적 특성의 친수공간 조성과 하천생태계 복원 등 자연친화적 하천이용에 대한 사회적 욕구 증대

- 유역구성원이 직접 참여, 관리하는 참여형 유역관리 체계 구축
- 하천네트워크 구축을 통한 종합적인 하천관리 체계 구축이 강화되어야 함

○ 제방위주의 선적인 홍수방어 대책에서 벗어서 유역단위의 종합적인 홍수저감 능력 강화 등 종합적인 하천 관리대책이 수립 추진되어야 함

○ 기후변화 대비 수자원 관리시설의 안전도 강화를 통한 치수능력을 증대되어야 함

○ 홍수 위험지역 선정 및 관리를 통한 사전 예방 대책이 마련되어야 함

- 홍수예보 시스템을 구축하여 신속하고 다양한 홍수 정보 제공
- 홍수위험지도를 활용하여 효율적인 방재대책 수립에 활용함

2. 사업개요

- 주요 지방하천 개수공사 및 자연형 하천 복원사업
- 영산강 생태하천 조성사업
- 하천 유지관리
- 홍수 위험지역 선정 및 관리
- 하천네트워크 구축을 통한 종합적인 하천관리 체계 구축

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 유역단위의 종합치수계획으로 12개 하천에 대한 유역종합치수계획 수립

○ 권역별 하천기본계획 수립

○ 기후변화 대비 수방시설물 안전도 강화를 위한 치수능력 증대사업 추진

○ 영산강 생태하전 조성 사업 등 자연형 하천 복원 사업의 추진

○ 지역주민으로 구성된 5대강 환경지킴이 구성 운영(2007. 4)

○ 하천살리기 우수사례 발표

○ 수생생물 보전, 복원 특성화 시책 중점 추진

○ 자연친화적 하천환경정비 및 친수공간 조성

○ 기후변화대응, 예방적 재해대책사업 지속적 추진

물관리분야: 수자원관리를 통한 기후변화적응 능력 제고 (Ⅵ-2-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화 적응형 자연형 하천 복원사업 현황 분석 및 방향 설정 - 영산강 생태하천 조성사업 추진
2013	- 기후변화 적응형 자연형 하천 복원사업 계획 및 추진 - 기후변화 적응형 하천 유지관리 계획 수립 및 추진
2014	- 홍수 위험지역 선정 및 관리 - 하천네트워크 구축을 통한 종합적인 하천관리 체계 구축
2015	- 홍수 위험지역 선정 및 관리를 통한 사전 예방 대책 - 하천 유지 관리를 통한 기후변화 적응 능력 강화
2016	- 종합적 기후변화 적응역량 평가 및 능력 강화 - 기후변화 적응 예방적 수자원 관리 체계 구축

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화 적응형 자연형 하천 복원사업 현황 분석 및 방향 설정
- 주요 지방하천 개수공사 및 자연형 하천 복원사업 현황 분석 및 평가
- 기후변화 적응력 제고를 위한 하천 복원 사업 추진 전략 및 방향 설정

○ 영산강 생태하천 조성사업 추진
- 영산강 생태하천 조성사업 추진 성과 평가
- 자연형 생태하천 환경생태 기능 강화
- 생태하천 관광자원화 추진

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	300	300	300	300	200	1,400
○ 도비	100	100	100	100	100	500
○ 시·군비	50	50	50	50	30	230
○ 기타	0	0	0	0		0
합 계	450	450	450	450	330	2,130

7. 기대효과

○ 지역적 특성을 고려한 자연친화적 하천관리 체계 구축

○ 유역구성원이 직접 참여, 관리하는 참여형 유역관리 체계 구축

○ 수자원 관리 시설의 기후변화 적응 역량 증대

○ 홍수 위험지역 선정 및 관리를 통한 사전 예방

물관리분야: 수질 개선 및 수생태 관리(Ⅵ-3-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅵ-3-①	수질오염원 관리 및 수질개선	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화와 오염물질 유입으로 인한 하천의 수질오염이 증가하고 있음
○ 오염원 배출 비중이 높은 도시지역을 중심으로 분류식 하수관거 시스템 전환이 필요함
○ 기후변화에 따른 종합적인 하천 및 호수 수질 관리 대책이 마련되어야 함
- 기후변화로 조류발생이 빈번해 지고 있어 호소의 영양물질의 유입을 최소화하는 등 사전 관리 대책 마련이 시급함
- 계절별, 지역별 조류발생 억제를 위한 사전 예방적 대책이 마련되어야 함

○ 수질예보시스템의 구축 및 운영을 통한 선제적 수질관리 체계 구축
- 기상, 수량, 오염원 등에 대한 현황과 예측 등을 연계한 시스템 구축으로 효율적 수질관리체계 구축
- 영산강·섬진강 본류 수질자동측정기 확대를 통한 효율적인 오염총량관리 체계 구축

○ 생태위해성 평가 및 관리 강화 등 수질관리 체계 확립
- 공공수역을 중심으로 한 생태위해성 평가체계 구축
- 안전한 물환경 조성과 수생태계 건강성 회복 계획 추진

2. 사업개요

○ 수질오염원 유입 저감대책 구축
○ 도시지역 분류식 하수 시스템 구축
○ 기후변화에 따른 하천 및 호소 수질 관리대책
○ 기후변화 영향을 고려한 조류발생 관리대책 수립 및 추진
○ 수질예보 시스템 개선 및 운영
○ 수질측정망 운영을 통한 수질개선 모니터링 실시

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 하천 수질개선 및 생태계 복원사업 추진
○ “생태하천 복원사업 중장기 추진계획” 수립
○ “수생태 복원사업 설계 가이드북” 마련
○ 수질통합관리센터 구축 및 연구사업 추진
○ 조류 모니터링 강화 및 예·경보 대상 호소를 단계적으로 확대 추진
○ 영산강 수질개선 대책 추진: 환경기초시설 확충 및 생태하천 복원사업, 쓰레기 정화사업, 비점오염 저감시설

물관리분야: 수질 개선 및 수생태 관리 (Ⅵ-3-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 하천 수질 현황 및 수질개선 정책 추진 - 하천 생태계 복원을 위한 생태하천 복원사업 평가 및 추진방향 설정 - 수질자동측정기 설치 등 수질예보 시스템 구축계획 수립
2013	- 하천 수질개선 및 생태하천 복원사업 추진 - 영산강·섬진강수계 수질자동측정기 설치 - 기후변화 적응 역량 강화를 위한 수질 예보 시스템 운영 방안 마련
2014	- 하천 수질개선 및 생태하천 복원사업 추진 - 영산강·섬진강수계 수질자동측정기 설치 확대 - 기후변화 적응형 수질 예보 시스템 운영 및 개선 방안
2015	- 하천 수질개선 및 생태하천 복원사업 추진 - 기후변화 적응형 수질 예보 시스템 구축
2016	- 수질개선상태 모니터링 및 수질예보시스템 운영 및 개선 - 기후변화 적응형 수질개선 및 수생태 관리 시스템 운영

5. 당해년도 추진계획

○ 하천 수질 현황 및 수질개선 정책 추진

– 기후변화에 따른 수질의 영향 분석 및 종합적이고 체계적인 수질개선 전략 수립 및 추진

○ 하천 생태계 복원을 위한 생태하천 복원사업 평가 및 추진방향 설정

– 기후변화에 따른 하천 생태계 영향 평가

– 기후변화 적응 역량 제고를 위한 하천 생태계 복원 계획 수립 및 추진

○ 수질자동측정기 설치 등 수질예보 시스템 구축계획 수립

– 기후변화에 따른 수질 예보 시스템 구축을 위한 수질자동측정기 설치 및 운영계획 수립

– 수질예보 시스템 기반 구축 및 활용방안 마련

– 하천모니터링 강화 계획 수립

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	10,000	10,000	10,000	10,000	8,000	48,000
○ 도비	3,000	3,000	3,000	2,000	3,000	14,000
○ 시·군비	1,000	1,000	1,000	500	1,000	4,500
○ 기타	0	0	0	0		0
합 계	14,000	14,000	14,000	12,500	12,000	66,500

7. 기대효과

○ 하천 수질개선 및 생태계 복원사업에 따른 기후변화 적응력 제고

○ 수질을 예측하여 수질 변화를 미연에 방지할 수 있는 대응 역량 강화

○ 수질예보시스템의 구축 및 운영을 통한 선제적 수질관리 체계 구축

물관리분야: 수질 개선 및 수생태 관리(Ⅵ-3-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅵ-3-②	기후변화 적응을 위한 하천·호소 환경 개선	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국

1. 배경 및 필요성

○ 집중호우 등 기후변화에 따른 하천과 호소로 유입되는 부유물질과 쓰레기 유입에 의한 환경, 수질, 생태계 등에 미치는 부정적 영향 증가

○ 비점오염원은 점오염원에 비해 관리의 어려움으로 그 동안 상대적으로 점오염원 관리에 집중적 투자가 이루어져 오염원 관리의 한계를 지니고 있음

- 비점오염원은 토지이용, 하수관거누수, 미처리 가축분뇨 등으로 지속적으로 증가 예상
- 비점오염은 전체 오염원의 40~60%로 수질오염 대책 수립 및 시설 확충이 필요함

○ 수질오염총량관리제의 효율적 활용을 통한 하천·호소의 질적 환경 개선이 필요함

- 하수도 보급률과 하수처리시설이 상대적으로 열악한 농어촌 지역을 중심으로 시설 확충 및 정비가 필요함

○ 하천의 자연자정 능력 향상을 통한 하천의 복원력 회복이 필요함

- 하천 주변습지 조성을 통한 생태복원을 통한 수질 개선 정책이 추진되어야 함

○ 하천 생태계 건강성 회복을 위한 생물종 복원 중심의 생태하천 복원사업 정착

- 생물 서식환경과 생물다양성 증진을 기반으로 한 하천 생태계 복원 전략이 요구됨

2. 사업개요

○ 하천 및 호소 환경 정비

○ 도시지역을 중심으로 한 하수관거정비

○ 농어촌 마을하수도 및 하수처리 시설 정비

○ 영산강 유역 사전예방적 비점오염원 관리강화

○ 영산강유역 비점오염원 저감 대책 및 저감시설 확충

○ 수질오염총량관리 하수관거사업

○ 수변습지 생태복원을 통한 수질개선

○ 생태위해성 평가 및 관리 강화 등 수질관리 체계 확립

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 하천 수질개선 및 생태계 복원사업 추진

○ “생태하천 복원사업 중장기 추진계획” 수립

○ 수질오염 총량 관리제 추진

○ 소규모 수도시설 개량사업 및 공공하수처리시설 설치사업

○ 4대강 수변생태벨트 확대: 2015년까지 상수원지역 매수토지의 30%를 수변생태벨트 조성

물관리분야: 수질 개선 및 수생태 관리 (Ⅵ-3-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 하천 및 호소 환경 개선 정책 추진 - 영산강·섬진강 수계 비점오염원 관리 대책 수립
2013	- 하천 및 호소환경 정비 및 관리 - 수질 예보 시스템 연계 하천호소 관리 체계 구축 계획 수립 - 영산강·섬진강 수계 비점오염원 관리 체계 구축
2014	- 하천 및 호소 생태계 복원 - 수질 예보 시스템 연계 하천호소 관리 체계 구축 - 영산강·섬진강 수계 비점오염원 저감 시설 설치
2015	- 하천 수질개선 및 생태계 복원사업 추진 - 수질 예보 시스템 연계 하천호소 관리 체계 운영 및 보완 - 영산강·섬진강 수계 비점오염원 저감시설 확충
2016	- 하천 수질 및 생태계 위해성 평가 체계 구축 - 영산강·섬진강 수계 비점오염원 관리 평가 및 확대

5. 당해년도 추진계획

○ 하천 및 호소 환경 개선 정책 추진
- 영산강 환경정화선 건조 및 하천·호소 쓰레기 정화
- 오염원 저감 및 사전적 예방을 위한 하천·호소 환경개선 사업 추진

○ 영산강·섬진강 수계 비점오염원 관리 대책 수립
- 도시지역을 중심으로 한 하수관거정비 및 농어촌 마을하수도 및 하수처리 시설 정비
- 영산강 유역 사전예방적 비점오염원 관리강화 계획 수립
- 영산강유역 비점오염원 저감 대책 수립

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	10,000	10,000	10,000	10,000	8,000	48,000
○ 도비	3,000	3,000	3,000	2,000	1,500	12,500
○ 시·군비	1,000	1,000	1,000	500	500	4,000
○ 기타	0	0	0	0		0
합 계	14,000	14,000	14,000	12,500	10,000	64,500

7. 기대효과

○ 비점오염원 관리를 기반으로 한 수질개선 및 물관리 전략 추진

○ 기후변화에 따른 하천과 호소 환경 개선

○ 수질오염총량관리제의 효율적 활용을 통한 수질개선

○ 하천의 자연자정 능력 향상을 통한 하천의 복원력 회복

○ 하천 생태계 건강성 회복을 위한 생물종 복원 중심의 생태하천 복원사업 정착

물관리분야: 수질 개선 및 수생태 관리(Ⅵ-3-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅵ-3-③	기후변화 적응을 위한 하천 수생태계 보전·복원	기존/신규	녹색성장정책실, 건설방재국

1. 배경 및 필요성

○ 기존의 하천사업 추진으로 인해 하천 수질악화 및 생태계 훼손
- 개발 위주의 하천사업 추진으로 하천의 수질 악화 및 생태계 훼손을 가져옴
- 하천 생태계 회복을 통한 하천의 생태 건강성이 회복되어야 함

○ 생태하천 복원을 위한 중장기 계획이 추진되어야 함
- 이상 기후 등 기후변화에 따른 수생태계 영향 분석 및 평가가 필요함
- 기후변화에 따른 수질변화 예측 및 이에 따른 대응 필요
- 기후변화 적응 제고를 위한 중장기 수생태계 복원사업 추진

○ 훼손된 하천·호소에 대한 수질개선 및 수생태 보전·복원 확대
- 하천의 직강화와 수질오염 등에 의한 훼손된 하천을 대상으로 친수·생태하천으로 복원
- 생물종 복원 중심의 생태하천 복원사업 추진
- 하천별 깃대종 복원 사업 추진

○ 하천·호소의 수질을 집중관리하고 수생태계의 건강성 등을 조사·평가하여 체계적인 보전·복원 추진
- 고수온 등 기후변화에 따른 수생태계 영향을 모니터링하고 수생태계의 건성을 평가하여 지도록 제작함
- 생태하천 복원을 위한 기본 자료로 활용

2. 사업개요

○ 하천에 대한 수질개선 및 수생태계 복원사업 확대

○ 하천수질의 관리 및 수생태계 건강성 조사·평가

○ 기후변화에 의한 변화 및 취약성 모니터링과 체계적인 생태보전·복원

○ 수질 예보 시스템 구축 및 운영

○ 수생태 위해성 평가 및 관리 강화

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 수질오염총량관리제 지원체계 강화를 통한 지속적인 수질개선 정책 추진

○ 훼손된 하천환경을 복원하기 위한 자연친화적 생태계 복원사업 추진

○ “생태하천 복원사업 중장기 추진계획” 수립

○ “수생태 복원사업 설계 가이드북” 마련

○ 수질통합관리센터 구축 및 연구사업 추진

○ 수생태계 모니터링 확대 (2015년까지 1200개로 확대)

○ 전국 하천 생태자연도 조사,평가

물관리분야: 수질 개선 및 수생태 관리 (Ⅵ-3-③)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 기후변화 적응형 생태하천 복원 중장기 계획 수립 - 수생태계 위해성 평가 및 관리 계획 수립
2013	- 기후변화 적응형 하천 생태계 복원사업 추진 - 하천 수생태계 건강성 조사 및 평가 - 하천 생태자연도 조사 및 평가
2014	- 하천 수질개선 및 생태계 복원사업 추진 - 하천 수생태계 건강성 지표 개발 - 수질 및 수생태계 통합관리 체계 기반 구축
2015	- 하천 수질개선 및 생태계 복원사업 평가 및 지속적 추진 - 하천 수생태계 건강성 평가 및 모니터링 시스템 구축 - 수질 및 수생태계 통합관리 체계 구축
2016	- 하천 수질개선 및 생태계 복원사업 추진 - 하천 수생태계 건강성 평가 및 모니터링 시스템 운영 확대 - 수질 및 수생태계 통합관리 체계 운영

5. 당해년도 추진계획

○ 기후변화 적응형 생태하천 복원 중장기 계획 수립
- 기후변화에 따른 하천 생태계 영향 분석
- 기후변화 적응형 생태하천 복원 계획 및 추진전략 수립
- 수질 및 수생태계 통합 관리 계획 수립

○ 수생태계 위해성 평가 및 관리 계획 수립
- 수생태계 위해성 평가 및 관리를 위한 모니터링
- 기후변화 적응력 제고를 위한 수생태계 취약성 평가
- 수생태계 위해성 평가 및 관리 계획

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	5,000	5,000	5,000	4,000	2,000	21,000
○ 도비	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000	9,000
○ 시·군비	1,000	1,000	1,000	500	200	3,700
○ 기타	0	0	0	0	0	0
합 계	8,000	8,000	8,000	6,500	3,200	33,700

7. 기대효과

○ 기후변화 적응형 생태하천 복원을 위한 중장기 계획 추진

○ 수질개선 및 수생태계 보전·복원 확대로 지역 자연자원 활용

○ 수생태계의 건강성을 평가하여 지도 및 데이터베이스 구축 활용

7. 생태계분야

가. 전라남도 자연생태환경 현황

○ 전라남도는 대한민국의 서남단에 위치하며, 동으로 소백산맥의 높은 봉우리들로 경남과 경계하고 북쪽은 노령정맥의 구릉성 산지로 전북과 경계하고 있으며, 지형적으로 동고서저와 북고남저의 형태임. 또한 남서해안의 리아스식 해안에는 도서가 1,965개로 전국도서의 62%를 차지하고 있음

○ 전라남도에는 구례의 지리산, 광양의 백운산, 화순의 무등산 등 1,000m가 넘는 산과 조계산, 두륜산, 월출산, 백암산 등 한국의 100대 명산에 속하는 산들이 많고 자연성이 풍부한 산림생태계를 구성하고 있음

○ 육수 생태계는 4대강의 하나인 영산강이 담양군에서 발원하여 광주광역시, 나주시 등을 거쳐 목포만으로 유입되면서 서남부 및 서북부의 광대한 평야를 유역에 형성시켜 비옥한 농토를 제공하며, 전북에서 발원하여 전남북의 동부산악 지대를 흘러내리고 있는 섬진강, 장흥군과 강진군 유역을 흐르는 탐진강 등이 있음

○ 전라남도의 기후는 해안 및 도서지방과 내륙 산악지대에 있어 기온의 차이가 크며 해안선이 길고 바다에 접한 면적이 많기 때문에 대체로 해양성 기후를 나타내지만 내륙산악지대는 연안지방과는 현저한 차이로 기후의 교차가 크고 대륙성 기후를 나타내고 있음



<그림 5-7-1> 전라남도의 생태환경 지도

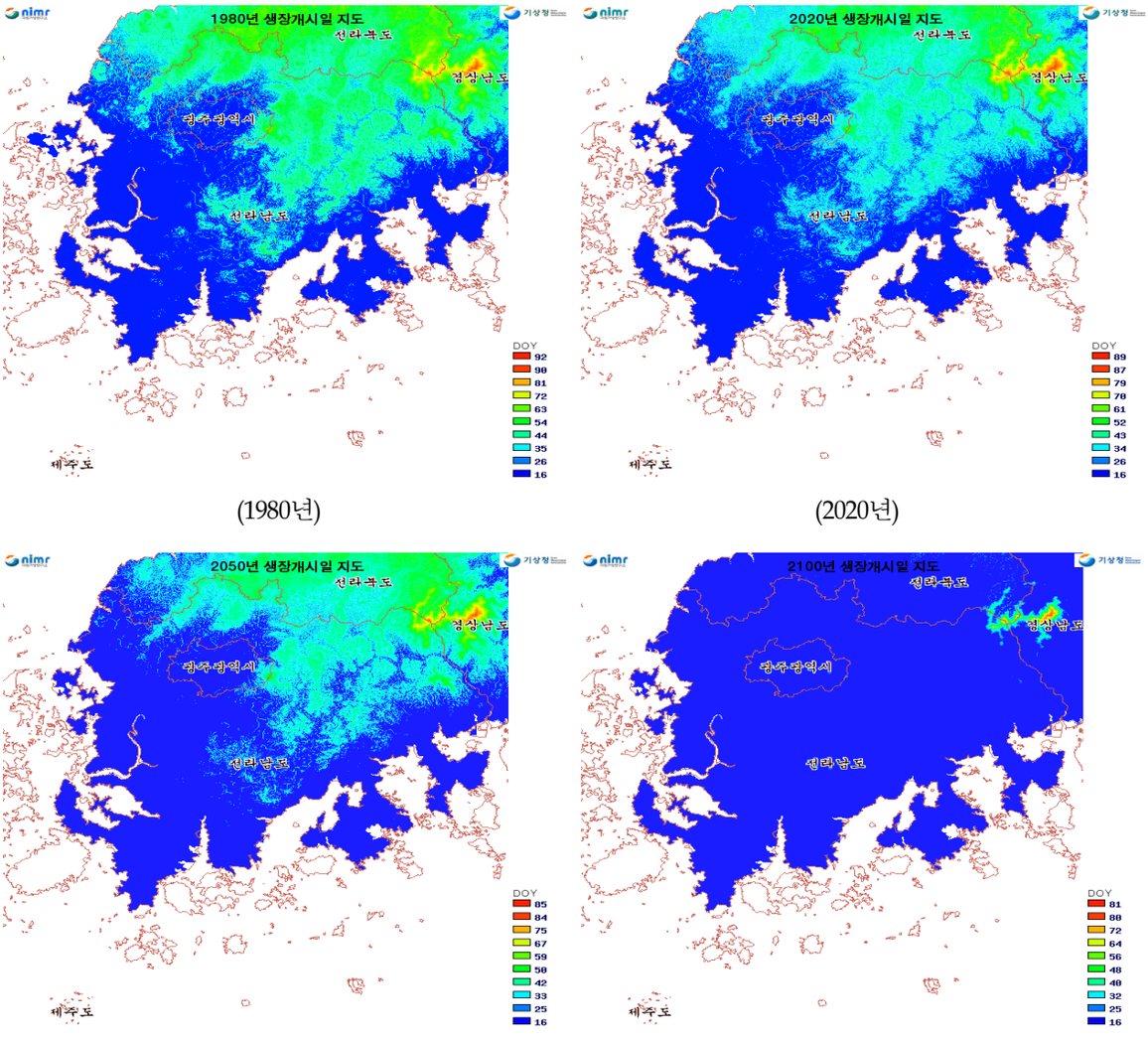
○ 기후의 영향으로 남해안지역의 도서와 해안 지방은 주로 상록활엽수가 발단된 난대림 지역을 형성하고 있으며, 내륙지역은 대부분 소나무, 참나무류 등이 우점하는 온대림 지역이며, 지리산과 백운산 등 고지대는 고산 또는 아고산 지대를 형성하고 있음

○ 전라남도는 전국 최고의 자연생태환경 관련 보호구역을 보유하고 있는데, 특정도서 지정면적의 42%, 습지보전지구의 26%, 국립공원 지정면적의 39%, 생태·경관보전구역의 11%를 차지하고 있음

나. 전라남도 기후변화 전망

1) 생장 개시일 변화

가.



(1980년) (2020년)

(2050년대) (2)100년대

<그림 5-7-2> 전라남도의 시대별 성장 개시일 변화 지도

○ 기상청의 자료에 의하면 전라남도의 식생의 생장개시일(일 평균 기온이 0℃ 이상으로 올라가는 날)은 1980년대의 경우 1월 1일에서 16~50일 정도 지나는 날로 나타났음. 대부분의 지역은 16일 정도이었으나 내륙산간 지역을 중심으로 40~60일 정도 지난 후 생장이 개시되는 것으로 밝혀졌음

○ 2050년대에는 2010년과 큰 변화는 없었으나 16일이 지난 후 생장이 개시되는 지역이 보다 넓어졌고, 산간지역의 개시일도 33~50일 정도로 보다 빨라졌음

○ 2100년대에는 지리산의 일부 지역을 제외하고는 모든 지역이 1월 16일이면 생장개시 되는 것으로 나타남

○ 생장 개시일의 변화는 식물상의 생육에 절대적인 영향을 미치게 되는데 식물이 빨리 생장을 개시하고 늦게까지 생장을 할 수 있게 됨. 따라서 개체들의 1차 생산량은 증가하는 효과가 있고, 발아나 생육에 저온과정이 필요한 식물에게는 좋지 못한 영향을 줄 가능성이 있음

2) 봄꽃 개화기 변화

○ 기후는 식물의 성장에 있어 매우 중요한 요인으로 기온의 상승은 봄꽃의 개화기에도 영향을 미치는데 우리나라의 봄꽃 개화기는 주로 3월과 4월에 집중되며, 꽃의 개화에 가장 큰 영향을 미치는 것은 꽃이 필 무렵의 온도 임(조영순, 2003)

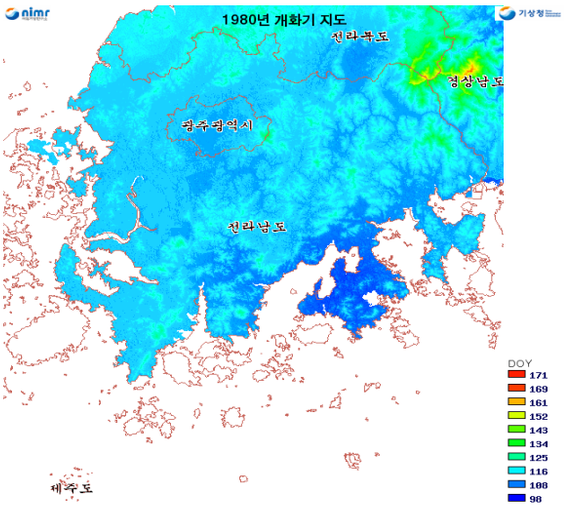
○ 전라남도의 중앙에 위치한 광주광역시는 1941년에 비해 10년 평균 온도가 0.3℃씩 상승하고 개화시기가 개나리는 0.7일, 진달래는 2.2일, 벚꽃은 0.5일, 복숭아는 0.6일, 배는 0.1일 정도 빨라졌음

<표 5-7-1> 1941～2003년 까지 봄꽃 개화시기 변화 (일/10년)

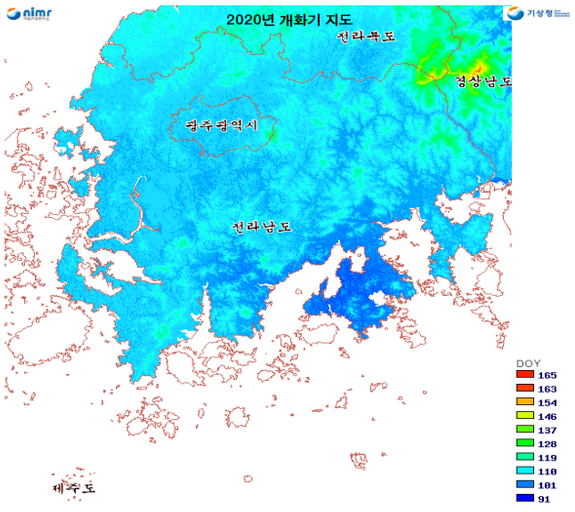
지점 / 봄꽃	개나리	진달래	벚꽃	복숭아	배	평균
서울	- 3.1	- 2.9	- 1.5	- 1.8	- 3.2	- 2.5
강릉	- 0.3	- 0.6	- 0.9	- 0.1	- 0.4	- 0.5
광주	- 0.7	- 2.2	- 0.5	- 0.6	- 0.1	- 0.8
대구	- 3.5	- 2.1	- 1.2	- 0.9	- 1.5	- 1.8
부산	- 0.1	- 2.1	- 0.5	- 0.1	- 1.2	- 0.8
평균	- 1.5	- 2.0	- 0.9	- 0.7	- 1.3	- 1.3

- 는 개화시기가 빨라지는 것을 의미

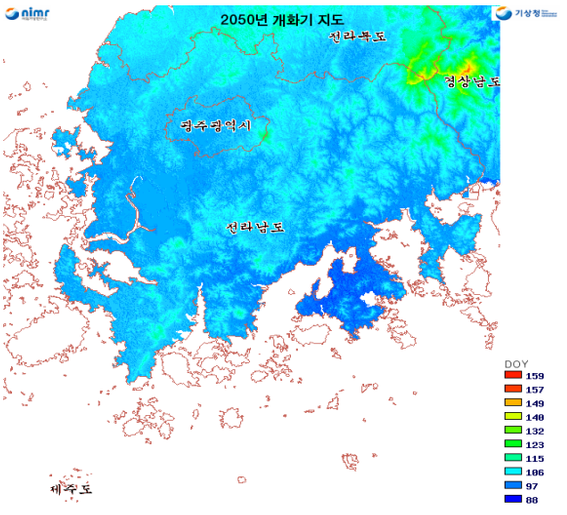
○ 기상청 자료에 따르면 복숭아꽃의 개화 시기는 1980년대의 경우 고흥군 지역과 남부 해안지역이 98~108일로 가장 빨랐고, 대부분의 지역은 108~116일 정도 지난날이었고, 일부 산간 지역이 125~143일 이었음



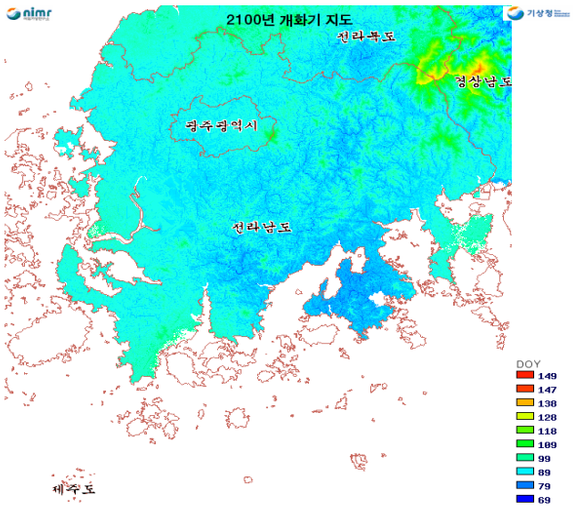
(1980년)



(2020년)



(2050년대)



(2100년대)

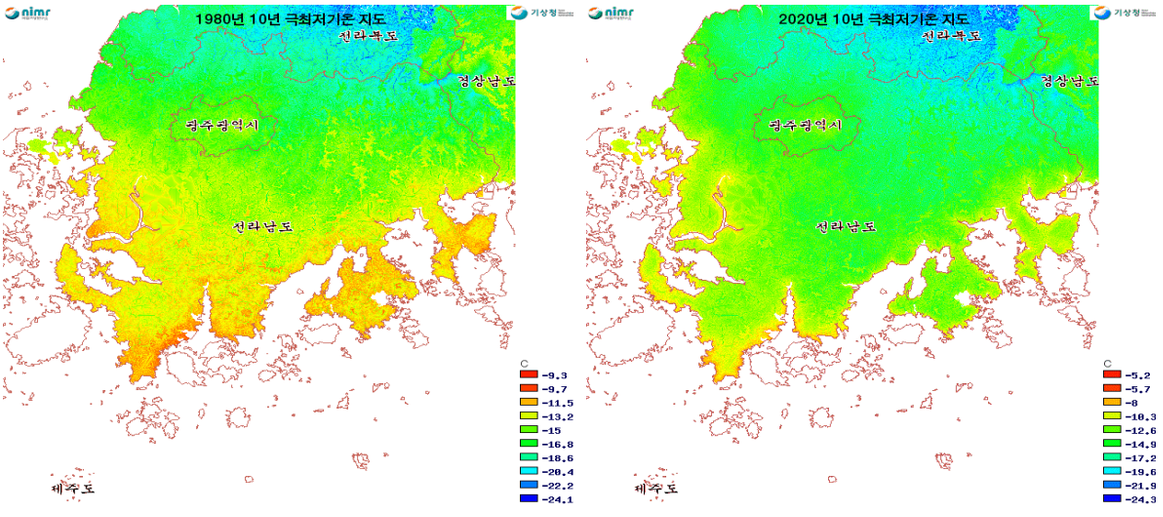
<그림 5-7-3> 전라남도의 시대별 개화기 변화 지도

- 2010년대의 경우 남해안 지역을 중심으로 북쪽 내륙지역까지 92~102일 정도 지난날이었고, 서해안 지역은 110일 정도였으며, 지리산 등 일부 산간지방은 119~128일 이었음
- 2050년대의 경우 2010년도와 큰 변화는 없었으나 전체적으로 약 6일 정도 빨라졌음
- 2100년대의 경우 전체적으로 1월 1일에서 69~109일이 지난 후 개화가 일어나, 3월초에서 4월 초까지 개화되었으며, 지역적으로는 고흥군 지역과 남부 해안지역이 69일로 가장 빨랐고, 지리산 지역 등 일부 산간지역은 109일로 가장 늦었음
- 개화기의 변화는 시간이 지남에 따라 지속적으로 빨라지고 있으며, 이러한 결과는 식생대의 생육에 변화를 가져오며, 특히 현화식물 충매화의 경우는 곤충류 등이 수분을 시키기 때문에 보다 심도 있는 관찰이 필요할 것으로 보임

○ 온난화가 비교적 천천히 진행된다 하더라도 새롭게 형성된 생물군집은 화분매개물이나 씨앗의 전파자를 잃어버릴 수 있음(이정택, 2009)

3) 10년 극 최저기온 변화

○ 기온 상승은 생물들의 생물시계(biological clock)에 영향을 주어 지금까지 적응된 형태를 벗어나게 함. 기온의 상승은 빠른 개화와 생육을 유도하고 갑자기 찾아온 한파에 의해 동해를 입히기도 함



(1980년) (2020년)

(2050년대) (2100년대)

<그림 5-7-4> 전라남도의 시대별 10년 극 최저기온 변화 지도

○ 기상청 자료에 따르면 2010년대 가장 낮은 기온은 전라남도의 경우 남해안 지역과 서해

안 지역 대부분 지역이 -11.7~-13.4℃이었으며, 내륙지역의 대부분은 -17℃ 이었으며, 일부 산간 지역은 -20.6℃까지 하강하는 곳도 있었음

- 2050년대 가장 낮은 기온은 전라남도의 경우 남해안 지역과 서해안 지역 대부분 지역이 -7.3~-9.7℃이었으며, 내륙지역의 대부분은 영하 12 - 14.3℃ 이었으며, 일부 산간 지역은 -19℃까지 하강하는 곳도 있었음
- 2100년도의 경우 10년 최저 기온은 대부분 지역이 -4.6~-6.9℃ 정도로 예측하였으며, 내륙지역은 -13.7~-16℃까지 하강하며, 일부 산간지역은 -18℃ 정도로 예측함
- 2100년대의 경우 생장개시일이 모든 지역이 16일이기 때문에 생장이 개시된 후 영하권으로 떨어질 경우 동해의 피해를 입을 가능성이 큼
- 기후변화는 전체적으로 기온의 상승을 가져와 생육 시기나 개화기를 앞당기지만 한 겨울의 경우는 영하권으로 떨어지기 때문에 동해의 피해가 예상됨

다. 국·내외 선행 연구 사례

1) 기후변화에 따른 피해사례

가) 전 지구적 피해 사례

- 기온의 상승은 생태계에 여러 가지 영향을 미치게 되는데 자연생태계의 생산자인 식물군락의 변화를 초래하고, 이를 기반으로 생활하는 소비자의 변화를 초래하게 함
- 지구 온난화에 따른 생태계의 대표적인 변화는 식물들의 조기 개화, 조류(bird)들의 조기 산란, 생물들의 서식지 변화, 연안 지역의 백화현상 증가, 생물 다양성의 감소 등의 생태계 변화가 대표적임
- 기후변화와 인간의 무분별한 자연 파괴로 인해 동·식물의 멸종이 이전보다 약 1,000배 정도 가속화되었다고 추산(UN 생물다양성협약 3차 보고서)
- IPCC(2007)는 평균 기온이 1.5 - 2.5℃ 상승할 경우 생물종의 약 20 - 30%가 멸종위기에 처할 것으로 경고함
- 세계적으로 황금두꺼비(golden toad)를 비롯한 많은 종들이 기후변화의 직간접적인 영향으로 멸종하였으며, 북극곰 등도 향후 100년 이내에 사라질 위기에 처해 있는 실정임.
- 기후변화가 현재와 같은 상태로 진행된다면 2050년경에는 생물종의 약 15 - 37%가 멸종될 것으로 예상(Nature, 2004)
- 전 세계 산호의 32.8%가 멸종위기에 직면하고 있다고 국제자연보호연맹(IUCN)과 컨서베이션 인터네셔널(CI) 해양연구단이 사이언스지에 발표
- 해양오염과 기후변화로 인해 지난 10년간 산호초의 면적 20% 감소

나) 우리나라의 피해사례

- 우리나라의 식물 식생대는 제주도의 저지대, 남부해안지대와 도서의 난대림지역, 육지의 대부분을 차지하는 온대림지역 그리고 고산지대의 아한대림지역으로 나누어짐.
- 기온상승으로 인해 난대림지역을 지속적으로 확대되어 질 것이며 대신 온대림지역의 감소 및 아한대림지역의 축소로 이어질 것임
- 고산지대의 분비나무, 구상나무, 가문비나무 등 아고산침엽수림은 점차 소멸될 가능성이 높음(임 등, 2006)
- 광주·전남 지역의 대표적인 수종인 소나무가 점차 사라지고 있음. 이것은 온대와 한대에서 주로 서식하는 소나무가 겨울 날씨가 따뜻해지면서 내성이 약화되어 기존 병충해와 외래 병해충에 피해를 나타내어 생기는 현상으로 추정
- 기온 상승은 생물들의 생물시계(biological clock)에 영향을 주어 지금까지 적응된 형태를 벗어나게 함. 우리나라의 대부분을 차지하는 온대 수목은 대개 봄철에 꽃이 피는 경우가 많은데 온도 상승은 호르몬의 생성에 영향을 미쳐 꽃이 빨리 피게 하거나 소나무, 잣나무 등의 순을 빨리 자라게 하며, 갑자기 찾아온 한파에 의해 동해를 입히기도 함
- 기온상승은 생활사(life cycle)의 변경을 가져오게도 하는데 모기의 경우 알, 애벌레, 번데기, 성충의 단계를 거치는 완전 변태 곤충으로 생활사를 거치는 일정 기간 동안 사망률이 높은데, 애벌레 시기 즉 장구벌레 시기가 기온상승으로 짧아짐으로서 개체수의 급격한 증가를 가져오게 함. 따라서 뇌염주의보 등이 빨라지고 있음
- 우리나라의 기온상승으로 인해 아열대성 병충해의 증가가 꾸준히 늘고 있는데, 솔나방의 발생 증가, 대벌레의 대발생, 주홍날개꽃매미의 대량 출현, 리기다소나무 등에 피해를 입히는 푸사리움가지마름병 등이 대표적인 예임
- 솔나방의 경우 과거에는 1년에 1번 생활사를 완결하는 경우가 많았으나 최근에는 연 2회 발생하고 있음(Kwon et al., 2002). 또 최근에는 남부 지방의 경우 5~6월에 1회, 7~8월에 1회, 9~10월에 1회 등 3회까지 발생하는 것으로 보고되어 솔나방의 피해가 계속적으로 확대될 것으로 보임
- 대벌레의 경우 대나무를 닮은 대벌레목의 곤충으로 암수의 교배를 통하지 않고도 발생하는 특이한 종으로 상수리나무, 졸참나무 등 활엽수를 먹는 종으로 대발생이 거의 보고되지 않았으나 최근 대발생으로 인한 피해사례가 급증하고 있음
- 주홍날개꽃매미의 경우 중국, 인도, 베트남, 일본 등에서 서식하는 매미목의 곤충으로 1979년에 최초로 보고되었으나 자취를 감춘 뒤 2006년부터 대량으로 목격되고 있으며, 과수에게 큰 피해를 입히고 있음. 이 종 역시 기온의 상승으로 월동을 할 수 있는 조건이 된 것으로 판단됨

○ 푸사리윰가지마름병은 소나무 말라리아라고도 불리며, 미국과 일본의 오끼나와 등 년 최저기온이 0℃ 이상 되는 지역에서 주로 발생하던 병으로 1996년에 처음 우리나라에서 발생하여 현재 피해가 늘어가고 있음

○ 최근(2011년 12월) 1급수 지역인 북한강에 사상 초유의 겨울 녹조현상 발생했는데 이것은 11월 기온이 예년에 비해 4℃ 이상 높아졌기 때문으로 지구 온난화 영향이라고 판단

○ 함평만의 연안 기온 상승으로 염생식물 지표종인 해홍나물과 침면초, 나문재, 갯잔디, 갈대 등의 발아시기가 빨라지고 있다는 보고가 있음

○ 남해의 수온 상승으로 인해 아열대 해초인 해호말 등이 대규모로 발견되고 있어서 생태계의 교란이 우려됨

2) 기후변화 영향평가 평가사례

■ 서울특별시

○ 서울특별시는 2010년도에 지자체 기후변화 영향평가 및 적응대책 수립·지원 방안으로 서울특별시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립을 시행하였음

○ 서울특별시는 중점분야로 건강 및 재난분야를 선정하여 세부시행계획을 실시하였음. 따라서 생태계 분야는 다루어지지 않았음

○ 적응대책 중 생태계와 연관된 항목으로는 폭염 영향 저감을 위한 도시계획 기준 정립 부분이 있는데, 항목으로는

- 폭염 영향을 최소화하기 위해서는 온도 저감효과가 있는 녹지대 조성이 중요하며 이를 도시기본계획, 도시공원녹지기본계획 등에 적극 반영 필요
- 서울시는 기온저감효과가 있는 생활권 녹지 조성, 단절된 녹지축을 연결하여 시 전역을 그린네트워크(Green Network)화
- 단절된 공원녹지 중 연결이 가능하고 바람길로서의 중요성이 큰 지역을 중심으로 장기적으로 '단절된 생태녹지축 연결사업' 추진
- 도심지역 내 하천 및 실개천은 주변 온도를 저감하는 효과가 있으므로 복원 및 녹화 사업 실시 필요
- 가로수 등 도시지역 내 녹지에 대한 현황 파악을 실시하고 보행로를 가로수 캐노피로 가능한 덮을 수 있도록 계획안 마련 필요
- 가로수 조성에 있어 인접한 주차장 등을 포함하여 녹화하는 방안 마련 필요

○ 생활권 녹지 조성 및 인공지반 녹화사업 추진 부분의 항목으로는

- 주거지역 주변 빈공터, 주차장 등을 쌈지공원으로 조성하여 주거지 주변에서 온도 저감효과를 볼 수 있도록 함
- 옥상녹화, 벽면녹화 등 인공지반 녹화사업을 활성화하여 도심의 온도 저감 및 실내온도 저감

효과를 갖도록 함 등이 있음

■ 인천광역시

○ 인천광역시도 서울특별시와 함께 2010년도에 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립을 실시하였으며, 중점분야로 해양생태계 및 해양재난 분야를 실시하였음. 따라서 생태계 분야는 주로 해양생태계의 변화를 다루었음

○ 인천광역시의 40년간 장기 수온변화 자료로 장기변동 추세를 분석한 결과 평균 10년간 0.13℃가 상승하였으며, CCGIS를 이용하여 미래기후를 예측한 결과 2100년에 해수면 온도는 2005년 대비 2.6℃가 상승하는 것으로 예측되었음

○ 기후변화로 인해 해양생태계에 영향 줄 수 있는 기후변화 주요 영향인자를 파악하기 위하여 영향 및 취약성 평가를 실시하였으며, 그 결과 해수온도 상승이 해양생태계에 가장 주요한 영향을 미치는 인자로 나타났음. 해수온도 상승은 유해종, 적조발생, 특정 종 대량번식, 생태계 훼손, 서식처 변화, 유전적 구조 변화 등 해양생태계 각 분야에 영향을 초래하였고, 수산자원 분야에서는 꽃게의 자원 지속성에 위험이 나타나는 것으로 파악됨

○ 인천광역시의 해양 생태계 적응대책은 다음과 같음

적응 대책	단기	중 장기	비고
Ⅰ. 지속적인 어민소득 유지 확보			
- 해수온도 상승에 따른 해조류 양식 대상종 교체 및 양식기법 개발		○	신규
- 어업 생산량 감소방지를 위한 외래종 유입방지	○		신규
- 유해생물 유입 및 증식 억제 방지를 위한 상대적 표면적 감소형 구조물 투입		○	신규
Ⅱ. 건강한 생태계 지속을 위한 관리방안 정립			
- 산란, 월동장 변화에 따른 금어기 및 금어해역 조정		○	신규
- 해양보호구역의 특별관리 방안 마련	○		개선/신규
- 유해적조 발생 방지를 위한 유기물 농도 증가 억제, 인위적 해수온도 상승 요인 억제 및 적조 예찰 강화	○		신규
- 해역 유기물 유입저감을 위한 관리 방안 마련		○	개선/신규

■ 여수시

○ 여수시는 2010년도에 연안과 해양에서 기후변화에 따른 영향을 중점적으로 연구하여 생태계 분야는 포함되어 있지 않음

라. 기후변화 취약성 평가 및 주요 부문 선정

1) 취약성 평가방법

○ 기후변화 영향 및 취약성 평가는 분야별로 지자체 현황분석을 통해 과거와 현재 발생하고 있는 상황 그리고 미래에 발생할 것으로 예측되는 사항을 찾아 다양한 기후변화 적응 분야 중 주요 분야를 찾는 스크리닝(Screening)을 실시하는 것임

○ 생태계 분야는 침엽수림의 취약성, 곤충의 취약성, 국립공원의 취약성 등 3개 분야로 나뉘어져 있음

○ 기후변화 영향평가를 위한 시나리오는 매우 많지만 본 평가에서는 이용하는 A1 시나리오는 세계 경제의 매우 급속한 성장, 금세기 중반에 최고에 도달할 지구촌 인구, 새롭고 좀 더 효율적인 기술의 급속한 도입을 가정으로 하고 있으며, A1 시나리오는 설명하는 기술변화 방향에 따라 다음 3개 군으로 나누어지는데 화석 집약적(A1FI), 비화석 에너지 자원(A1T), 모든 자원 간의 균형(A1B)으로 나누어지며, 본 사업에서는 A1B 시나리오를 이용하고 있음

○ A1B를 이용한 취약성 평가는 평가항목과 세부항목 및 가중치 등이 국가기관에서 어느 정도 틀이 정해졌음

○ 보다 심도 있는 평가를 위해 정성평가를 실시하였는데 정성평가는 주로 그동안 연구가 진행되어 보고된 자료나 논문을 정리·종합하는 과정을 거쳐 평가됨

2) CCGIS(A1B)를 이용한 취약성 평가

가) 평가항목

부 분	항목 수	평가대상 세부항목
생태계	3	수목 생장과 분포의 취약성(침엽수림의 취약성)
		곤충의 취약성
		보전구역 관리의 취약성

나) 세부항목 대용변수 및 가중치

세부항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치	참고문헌
수목 생장과 분포의 취약성 (침엽수의 취약성)	기후노출	46.25	1~3월 평균기온(℃)	18.2	공우석(1995, 1996, 2004), 구경아 등(2001) 성주한 등(2001), 산림청, 산림과학원(2009), 이상대 등(2009), 공우석 등(2010), Allen et al.(2001)
			연평균 기온(℃)	20.2	
			연평균 강수량(mm/day)	23.2	
			6~8월 평균기온(℃)	18.2	
			6~8월 평고기온(℃)	18.2	
	민감도	31.25	침엽수 분포면적(ha)	23	
			침엽수 목재 생산량(m3)	18	
			침엽수 임산부산물 생산량(m3)	7.6	
			산림 관련 종사 인구(명)	9.4	
			입목 벌채 면적(ha)	20	
			농업 및 임업 사업체 수(개)	10	
			농업 및 임업 종사자(명)	10	
	적응능력	22.5	침엽수 조림 면적(ha)	38.8	
			천연림(ha)	38.8	
			산림 공무원 수(명)	20.4	
곤충의 취약성	기후노출	48.75	1~3월 평균기온(℃)	14.7	권태성 등(2002, 2008), 박영석 등(2003), 임종환 등(2008), 박규택 등(2006), 한주환 등(2009), 방혜선 등(2008).
			연평균 기온이 영하인 날의 횟수(days)	16.7	
			4월의 기온(℃)	14.7	
			4월의 상대습도(%)	7.6	
			연속적인 무강수일수의 최대값(days)	11.6	
			증발산량(mm/day)	7.4	
			일사량(W/m2)	9.6	
			6~8월 평균기온(℃)	15.7	
	민감도	33.75	산림해충(건수)	18.8	
			산림병원균-푸사리움가지마름병(건수)	17.8	
			꿀벌 농가 수(개)	14.8	
			꿀벌 사육 규모(통)	14.8	
			곤충 매개 전염병 환자수(명)	15.8	
			병충해 피해 벌채 면적(ha)	8	
			병충해 피해 벌채량(m3)	8	
	적응능력	17.5	병충해 방제 시기 - 꼬마배나무이(누적일수)	22	
			산림방제 면적(ha)	21	
			병충해 방제 고용인력(명)	13	
			바이오 산업체 수(개)	13	
			친환경 과수 농가수(가구)	16	
			친환경 특용작물 농가수(가구)	13	
보전구역 관리의 취약성 (국립공원의 취약성)	기후노출	51	연평균 강수량(mm/day)	14	
			연속적인 무강수일수의 최대값-한발대체변수	10	
			일 평균 기온이 영하인 날의 횟수(days)	9	
			일 최고 기온이 33도 이상인 날의 횟수(days)	7	
			봄철 강수량(mm/day)	11	
			여름철 강수량(mm/day)	11	
			가을철 강수량(mm/day)	9	
			겨울철 강수량(mm/day)	9	

세부항목	대용변수	가중치	변수목록	가중치	참고문헌
보전구역 관리의 취약성 (국립공원의 취약성)	기후노출	51	연평균 강수량(mm/day)	14	
			연속적인 무강수일수의 최대값-한발대체변수	10	
			일 평균 기온이 영하인 날의 횟수(days)	9	
			일 최고 기온이 33도 이상인 날의 횟수(days)	7	
			봄철 강수량(mm/day)	11	
			여름철 강수량(mm/day)	11	
			가을철 강수량(mm/day)	9	
			겨울철 강수량(mm/day)	9	
보전구역 관리의 취약성 (국립공원의 취약성)	기후노출		일 강수량이 80mm 이상인 날의 횟수(days)	11	환경부 (http://www.me.go.kr)
			최대 풍속이 14m/s 이상인 날의 횟수(days)	7	
	민감도	28	국립공원 내 식물종수	17	
			국립공원 내 동물종수	17	
			탐방객 수(명)	12	
			탐방객 전년 대비 증감(%)	10	
			식물 멸종위기종수(종)	16	
			동물 멸종위기종수(종)	17	
			국립공원 관리를 위해 연계해야 하는 행정구역 수(개)	9	
	적응능력	21	국립공원 직원 수(명)	12	
			국립공원 조직 수(개)	9.2	
			국립공원 사무소 수(개)	9.2	
			국립공원 면적 증감(Km2)	14.4	
			국립공원 해설 운영 횟수(회)	10.4	
			국립공원 사찰면적(Km2)	8	
			자연 휴식년제 실시면적(Km2)	18.4	
			자연 휴식년제 실시거리(Km)	16.4	

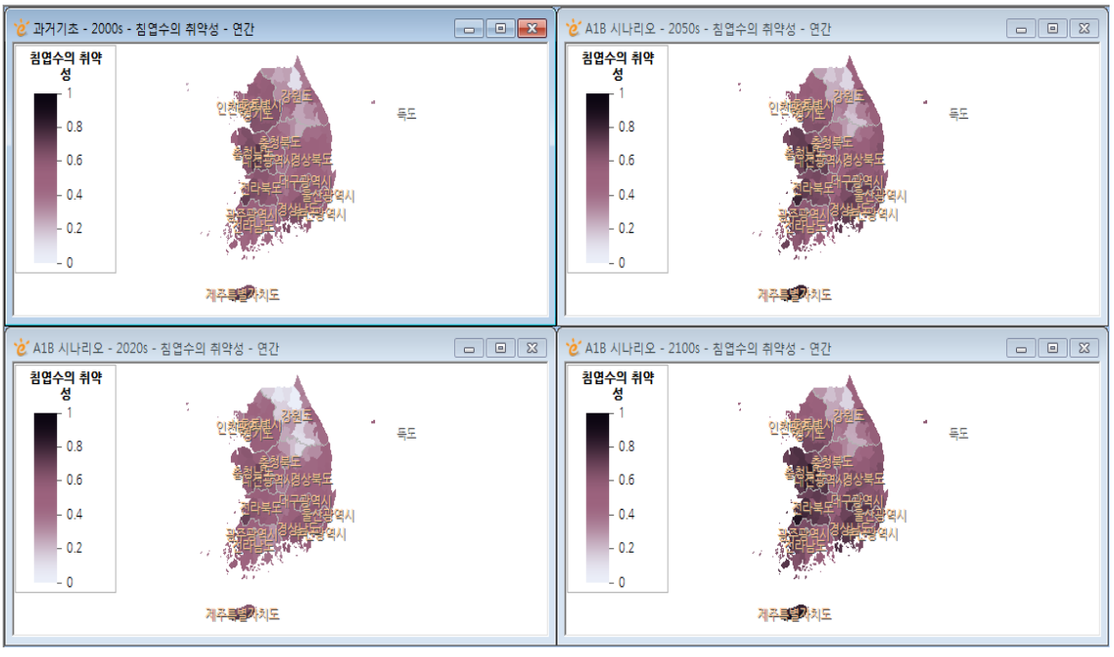
다) 취약성 평가 결과

① 침엽수에 대한 취약성 평가(A1B시나리오)

■ 전국 침엽수의 취약성

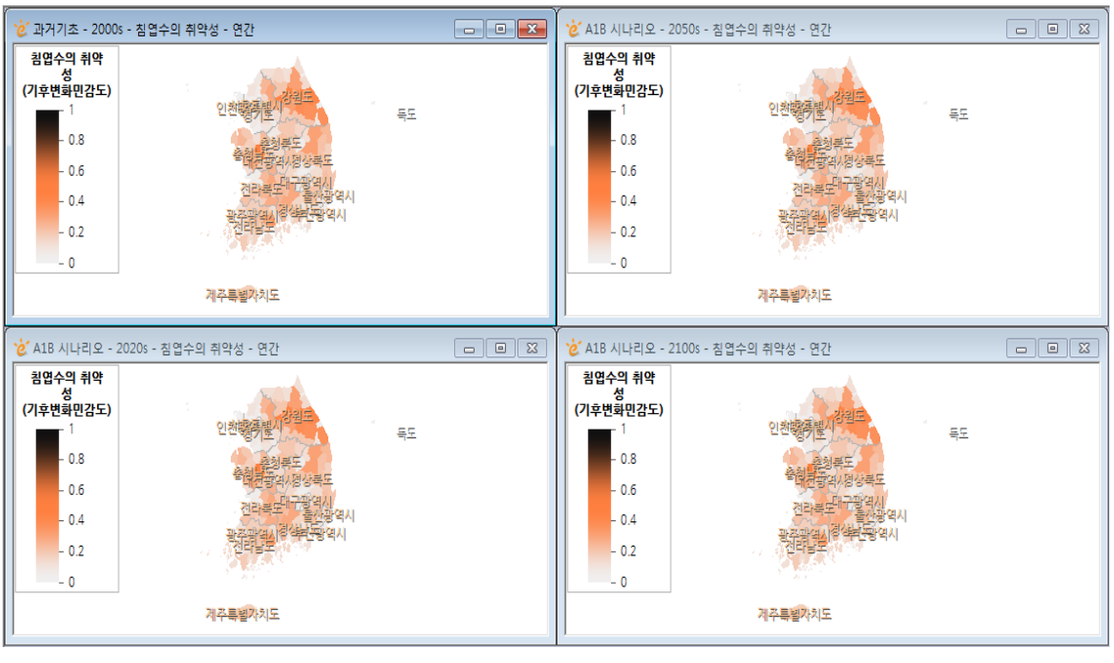
○ 침엽수의 취약성은 현재 제주도와 서해의 일부지역에서 취약성이 높은 것으로 나타남

○ 강원도와 경상북도 북부 지역은 취약성이 낮은 것으로 나타남



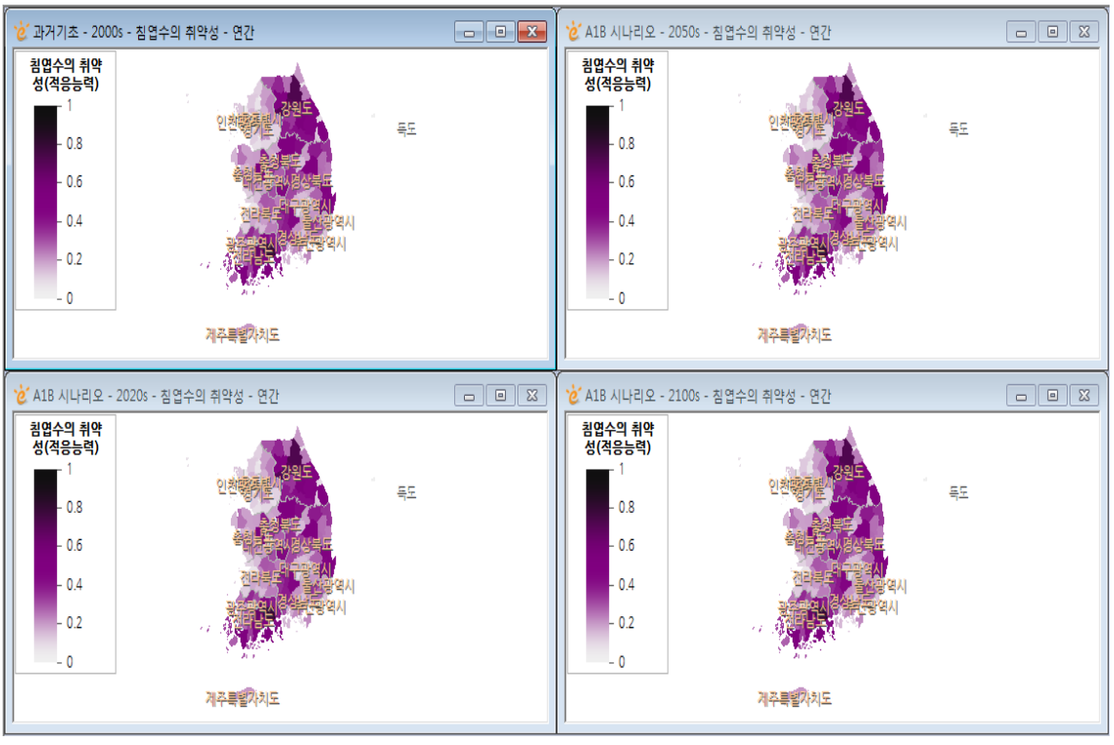
<그림 5-7-5> 전국 침엽수의 취약성 예측

○ 미래에는 시간이 흘러감에 따라 약간의 변화는 있으나 취약성이 높은 지역들이 보다 취약성이 높아지는 경향이 있었음



<그림 5-7-6> 전국 침엽수의 기후변화 민감도 취약성 예측

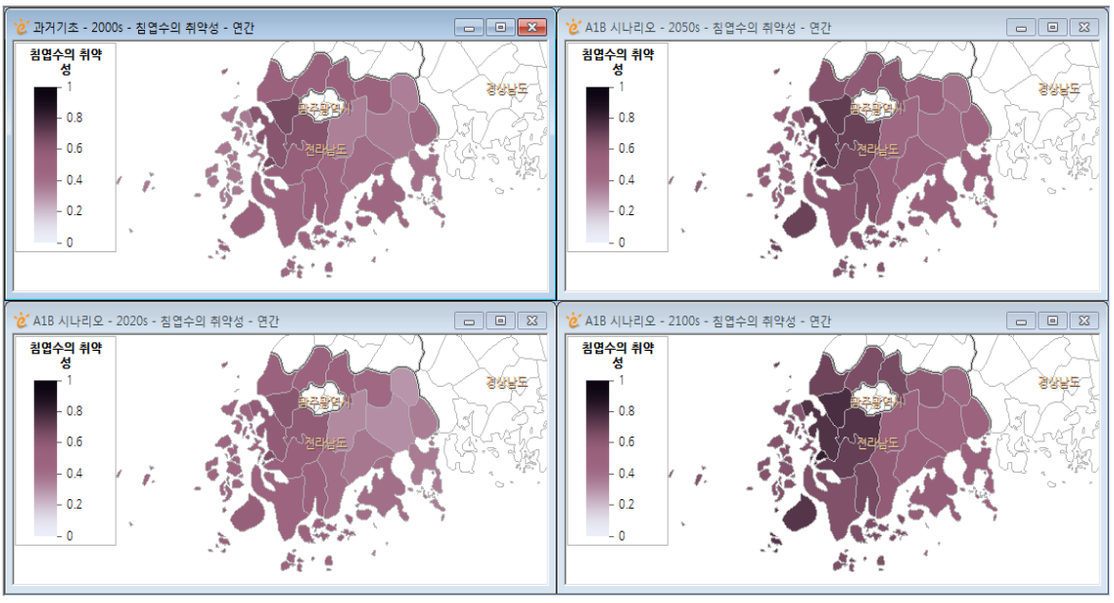
○ 기후변화 민감도는 강원도 지역과 충청북도 내륙 지역이 상대적으로 높은 민감도를 나타냄



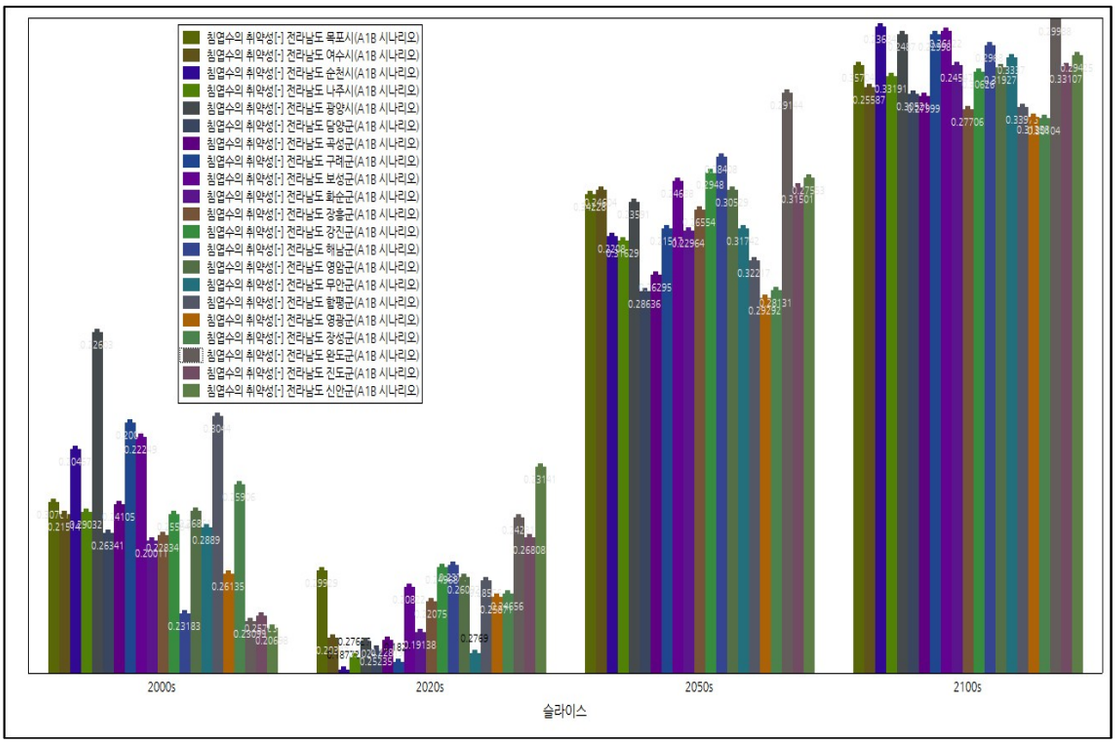
<그림 5-7-7> 전국 침엽수의 적응능력 취약성 예측

○ 적응능력은 전라남도 순천시가 가장 높았고, 강원도의 홍천군, 인제군 등 일부 지역이 높게 나타남

■ 전라남도 침엽수의 취약성

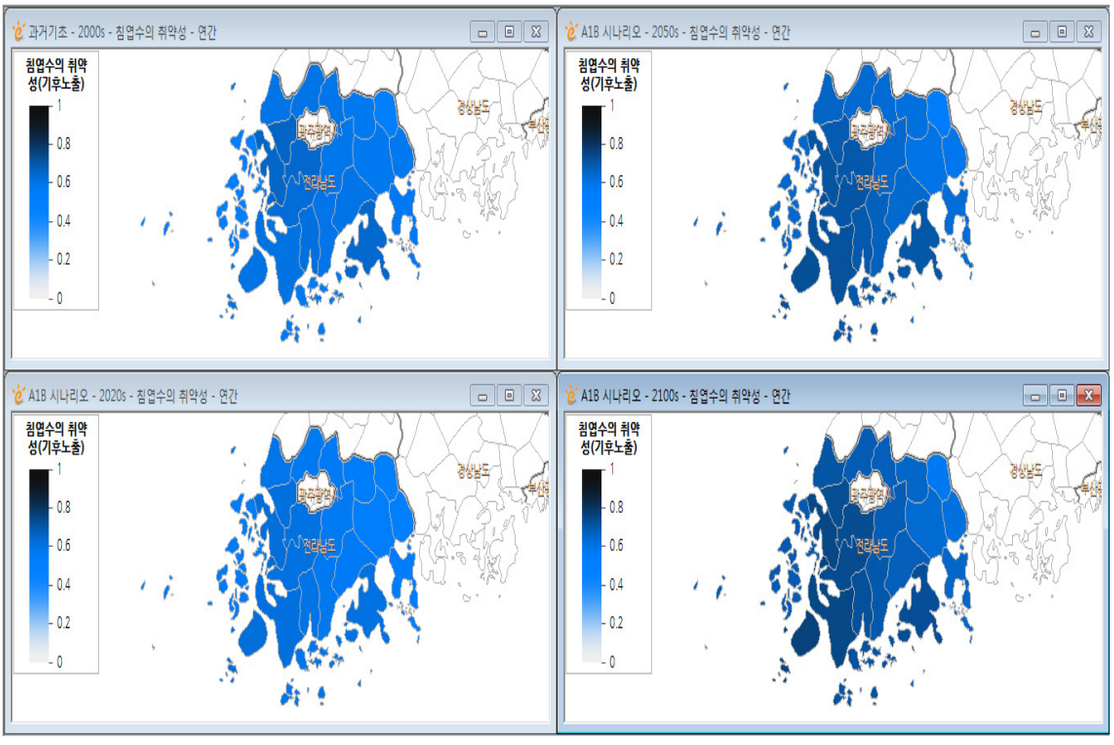


<그림 5-7-8> 전라남도 침엽수의 취약성 예측

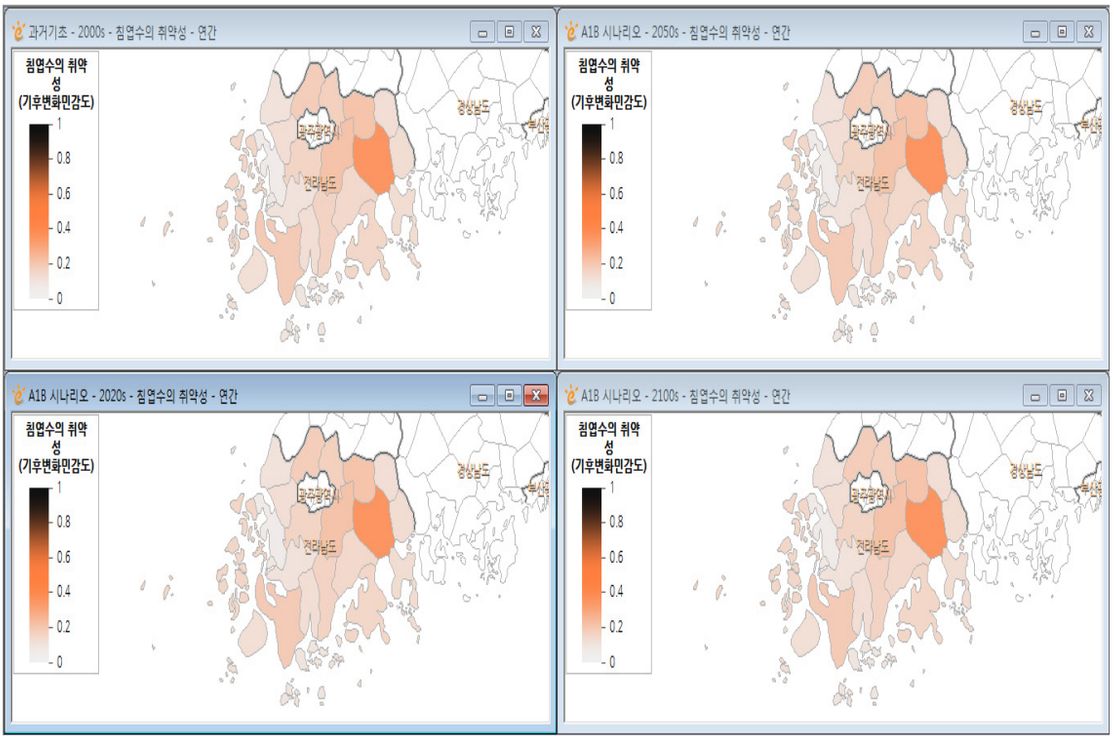


<그림 5-7-9> 전라남도 각 시군의 침엽수의 취약성 예측

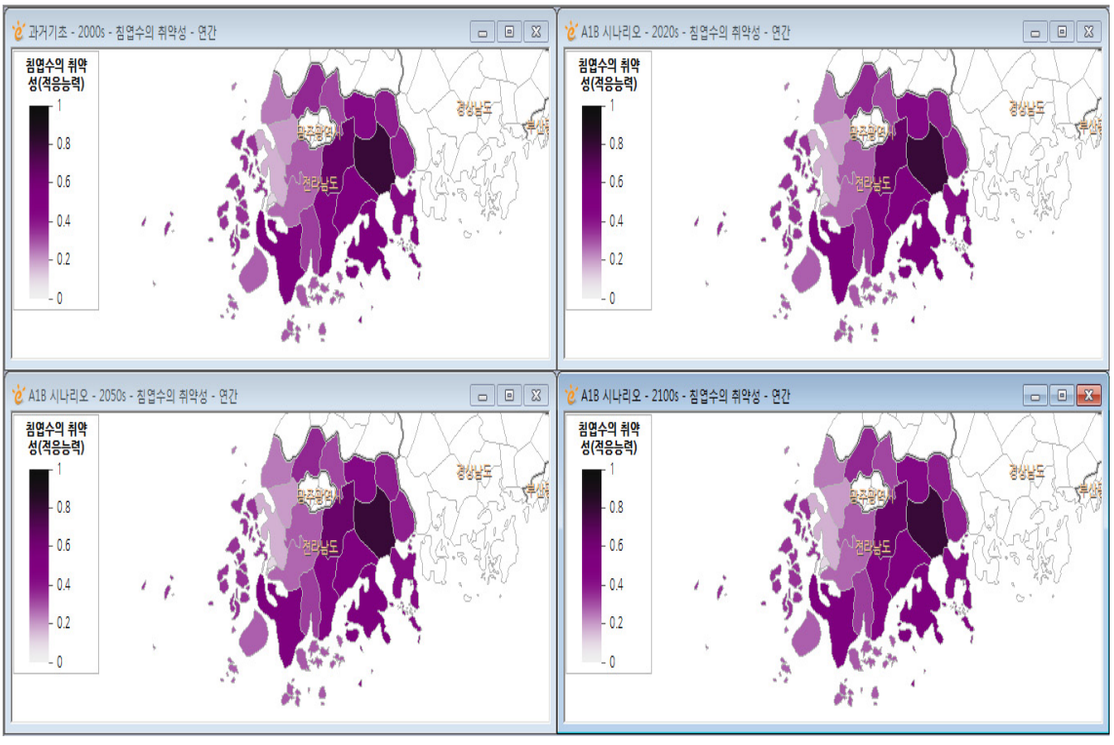
- 전라남도 침엽수 취약성은 현재(2000년대) 0.349~0.674 정도의 취약성을 보여 주고 있음
- 시군별로는 목포시, 함평군, 나주시, 무안군이 0.619 이상으로 높은 취약성을 나타내었고, 화순군, 구례군이 0.350 이하로 낮은 취약성을 나타내었음
- 2020년대에 모든 지역에서 약간 감소하는데 원인은 취약성 기여도에서 기후노출과 같은 기후의 영향이 감소함으로 전체적인 취약성이 감소하였음
- 2050년대와 2100년대는 취약성이 급격히 증가하였는데 2050년대에는 목포시, 함평군, 나주시, 무안군, 순천시가 0.700 이상으로 취약성이 증가했으며 다른 지역도 전체적으로 증가하였음
- 2100년대에는 보다 취약성이 증가 하였는데 목포시의 경우는 0.825로 매우 높은 수치를 나타내었고, 그 외의 지역도 취약성이 증가하였음. 따라서 이에 대한 대책이 필요할 것으로 보임
- 2050년대와 2100년대의 취약성 증가는 주로 기후노출 증가의 영향 때문이며, 적응능력과 기후변화 민감도는 큰 차이가 없었음



<그림 5-7-10> 전라남도 각 시군의 침엽수의 기후노출 취약성 예측



<그림 5-7-11> 전라남도 각 시군의 침엽수의 기후변화 민감도 취약성 예측



<그림 5-7-12> 전라남도 각 시군의 침엽수의 적응능력 취약성 예측

<표 5-7-2> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2000년대)

행정구역	침엽수의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화 민감도	기후영향	표준화
목포시	0.30701	0.65771	0.10377	0.08380	0.42628	0.67361
여수시	0.21514	0.58244	0.42599	0.13314	0.40127	0.39484
순천시	0.20457	0.58738	0.79329	0.35646	0.49427	0.36276
나주시	0.29032	0.65736	0.28590	0.16199	0.45761	0.62296
광양시	0.22603	0.58637	0.38750	0.13447	0.40415	0.42789
담양군	0.26341	0.60310	0.31602	0.17784	0.43163	0.54129
곡성군	0.24105	0.58707	0.43486	0.21560	0.43728	0.47346
구례군	0.20040	0.53292	0.38603	0.13050	0.37065	0.35012
고흥군	0.23118	0.65508	0.53111	0.15266	0.45249	0.44352
보성군	0.22249	0.61001	0.47127	0.14847	0.42390	0.41714
화순군	0.20011	0.60077	0.64513	0.21572	0.44551	0.34925
장흥군	0.22834	0.60577	0.46105	0.16610	0.42849	0.43490
강진군	0.25564	0.62462	0.32868	0.13025	0.42528	0.51772
해남군	0.23183	0.61928	0.51032	0.19276	0.44729	0.44548
영암군	0.26861	0.64057	0.27228	0.10756	0.42565	0.55709
무안군	0.28890	0.66378	0.17064	0.06500	0.42232	0.61865
함평군	0.30440	0.67065	0.20268	0.12744	0.45161	0.66567
영광군	0.26135	0.60986	0.24666	0.11132	0.40883	0.53504
장성군	0.25906	0.61314	0.36511	0.18442	0.44027	0.52810
완도군	0.23099	0.57593	0.29142	0.09660	0.38266	0.44295
진도군	0.25766	0.61298	0.28257	0.12074	0.41450	0.52385
신안군	0.20698	0.51267	0.34582	0.15256	0.36747	0.37008

<표 5-7-3> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2020년대)

행정구역	침엽수의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.29929	0.64101	0.10377	0.08380	0.41631	0.65018
여수시	0.20342	0.55710	0.42599	0.13314	0.38615	0.35928
순천시	0.18772	0.55096	0.79329	0.35646	0.47253	0.31166
나주시	0.27657	0.62762	0.28590	0.16199	0.43987	0.58123
광양시	0.20247	0.53543	0.38750	0.13447	0.37375	0.35640
담양군	0.25235	0.57920	0.31602	0.17784	0.41736	0.50775
곡성군	0.22819	0.55927	0.43486	0.21560	0.42069	0.43445
구례군	0.18210	0.49335	0.38603	0.13050	0.34704	0.29459
고흥군	0.21825	0.62713	0.53111	0.15266	0.43581	0.40429
보성군	0.20822	0.57915	0.47127	0.14847	0.40549	0.37384
화순군	0.19138	0.58187	0.64513	0.21572	0.43423	0.32274
장흥군	0.22075	0.58936	0.46105	0.16610	0.41869	0.41187
강진군	0.24968	0.61173	0.32868	0.13025	0.41759	0.49964
해남군	0.23740	0.63131	0.51032	0.19276	0.45448	0.46238
영암군	0.26092	0.62394	0.27228	0.10756	0.41572	0.53376
무안군	0.27690	0.63784	0.17064	0.0650	0.40684	0.58225
함평군	0.28556	0.62992	0.20268	0.12744	0.42731	0.60851
영광군	0.25871	0.60415	0.24666	0.11132	0.40543	0.52704
장성군	0.24656	0.58611	0.36511	0.18442	0.42414	0.49017
완도군	0.24281	0.60147	0.29142	0.09660	0.39791	0.47880
진도군	0.26808	0.63552	0.28257	0.12074	0.42795	0.55547
신안군	0.23141	0.56550	0.34582	0.15256	0.39899	0.44420

<표 5-7-4> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2050년대)

행정구역	침엽수의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.34228	0.73396	0.10377	0.08380	0.47178	0.78062
여수시	0.24604	0.64925	0.42599	0.13314	0.44114	0.48859
순천시	0.2208	0.62248	0.79329	0.35646	0.51522	0.41203
나주시	0.31629	0.71351	0.28590	0.16199	0.49112	0.70175
광양시	0.23591	0.60774	0.38750	0.13447	0.4169	0.45787
담양군	0.28636	0.65274	0.31602	0.17784	0.46125	0.61095
곡성군	0.26295	0.63441	0.43486	0.21560	0.46553	0.5399
구례군	0.21517	0.56486	0.38603	0.13050	0.38972	0.39494
고흥군	0.26117	0.71993	0.53111	0.15266	0.49119	0.53451
보성군	0.24688	0.66274	0.47127	0.14847	0.45537	0.49114
화순군	0.22964	0.66462	0.64513	0.21572	0.48361	0.43885
장흥군	0.26554	0.68621	0.46105	0.16610	0.47649	0.54778
강진군	0.29480	0.70929	0.32868	0.13025	0.47581	0.63654
해남군	0.28408	0.73226	0.51032	0.19276	0.51472	0.60403
영암군	0.30529	0.71986	0.27228	0.10756	0.47297	0.66837
무안군	0.31742	0.72544	0.17064	0.06500	0.45911	0.70518
함평군	0.32217	0.70906	0.20268	0.12744	0.47454	0.71958
영광군	0.29292	0.67813	0.24666	0.11132	0.44958	0.63085
장성군	0.28131	0.66125	0.36511	0.18442	0.46898	0.59562
완도군	0.29144	0.70663	0.29142	0.09660	0.46066	0.62637
진도군	0.31501	0.73698	0.28257	0.12074	0.48849	0.69785
신안군	0.27553	0.66090	0.34582	0.15256	0.45592	0.57809

<표 5-7-5> 전라남도 침엽수 취약성평가 및 취약성 기여도(2100년대)

행정구역	침엽수의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.35704	0.76587	0.10377	0.0838	0.49082	0.82539
여수시	0.25587	0.67050	0.42599	0.13314	0.45383	0.51842
순천시	0.23684	0.65715	0.79329	0.35646	0.53591	0.46068
나주시	0.33191	0.74728	0.2859	0.16199	0.51127	0.74915
광양시	0.24870	0.63539	0.3875	0.13447	0.43341	0.49668
담양군	0.30521	0.69348	0.31602	0.17784	0.48556	0.66812
곡성군	0.27999	0.67126	0.43486	0.2156	0.48752	0.5916
구례군	0.22998	0.59689	0.38603	0.1305	0.40883	0.43988
고흥군	0.27060	0.74032	0.53111	0.15266	0.50336	0.56313
보성군	0.26122	0.69374	0.47127	0.14847	0.47388	0.53465
화순군	0.24547	0.69884	0.64513	0.21572	0.50404	0.48688
장흥군	0.27706	0.71110	0.46105	0.1661	0.49135	0.58271
강진군	0.30626	0.73407	0.32868	0.13025	0.49059	0.67131
해남군	0.29680	0.75976	0.51032	0.19276	0.53113	0.64262
영암군	0.31927	0.75009	0.27228	0.10756	0.49101	0.71078
무안군	0.33370	0.76065	0.17064	0.065	0.48013	0.75459
함평군	0.33975	0.74707	0.20268	0.12744	0.49722	0.77292
영광군	0.31358	0.72280	0.24666	0.11132	0.47623	0.69353
장성군	0.30104	0.70391	0.36511	0.18442	0.49444	0.65548
완도군	0.29988	0.72488	0.29142	0.0966	0.47155	0.65197
진도군	0.33107	0.77170	0.28257	0.12074	0.50922	0.74658
신안군	0.29425	0.70138	0.34582	0.15256	0.48008	0.63489

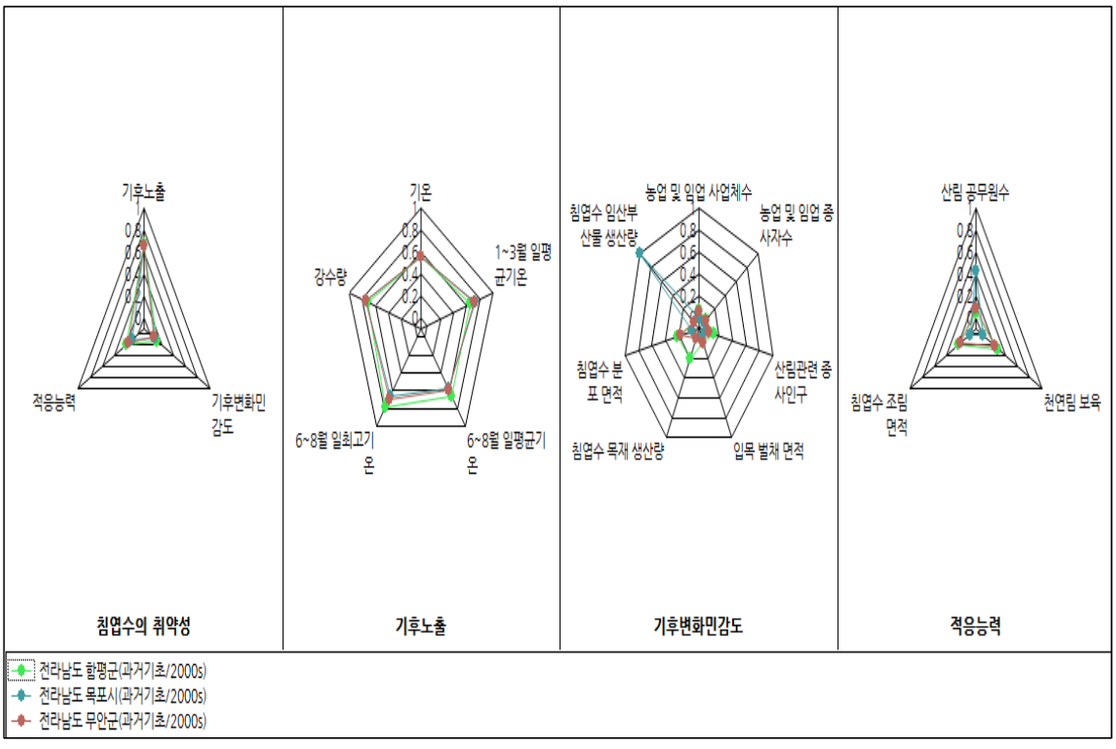
■ 전라남도 침엽수의 취약성 기여도 분석

○ 침엽수의 취약성 평가에 있어서 취약성 기여도를 보면 과거에는 주로 기후 노출에 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타났으며, 기후 노출의 경우 6~8월의 일 최고기온의 영향이 가장 크지만 강수량, 1~3월의 일 평균기온, 6~8월의 평균기온 등의 영향도 비교적 크게 작용하는 것으로 나타남

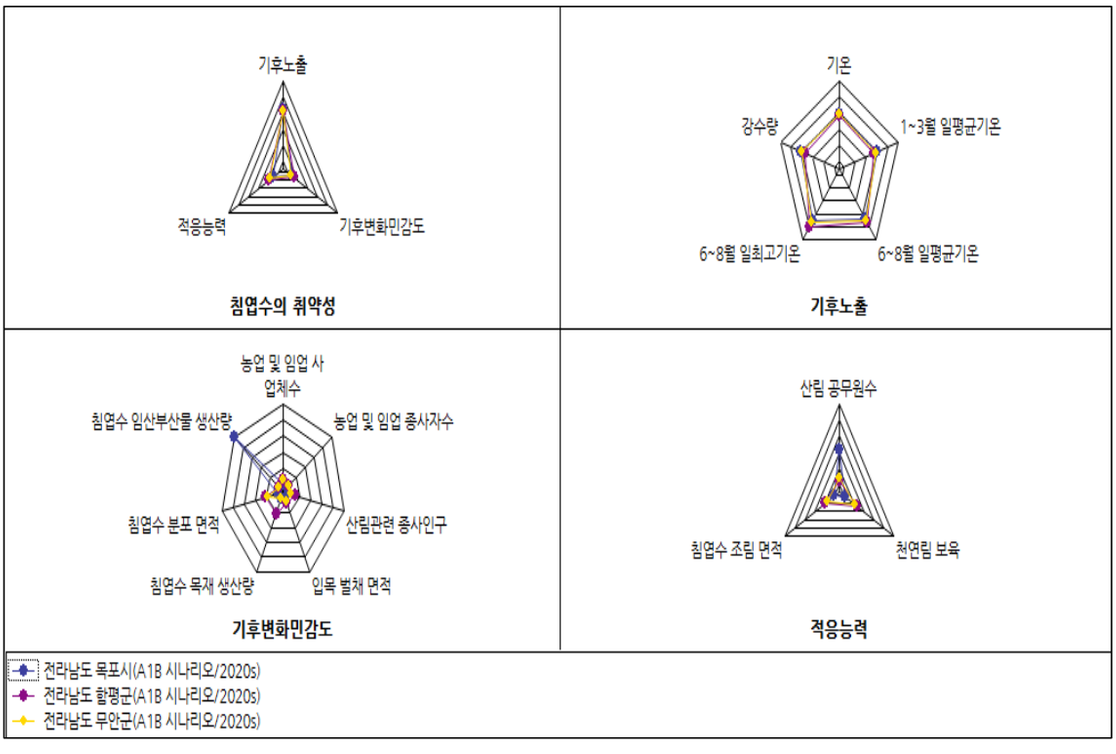
○ 기후변화 민감도는 비교적 크지 않았으나 목포시의 경우 침엽수 임산물 생산량이 가장 민감성이 크게 나타났고, 이외에 침엽수 분포와 목재 생산량 등도 민감하게 작용함

○ 적응능력을 키우기 위해서는 산림공무원을 늘이거나 침엽수 조림면적을 늘이는 등의 조치가 필요할 것으로 보임

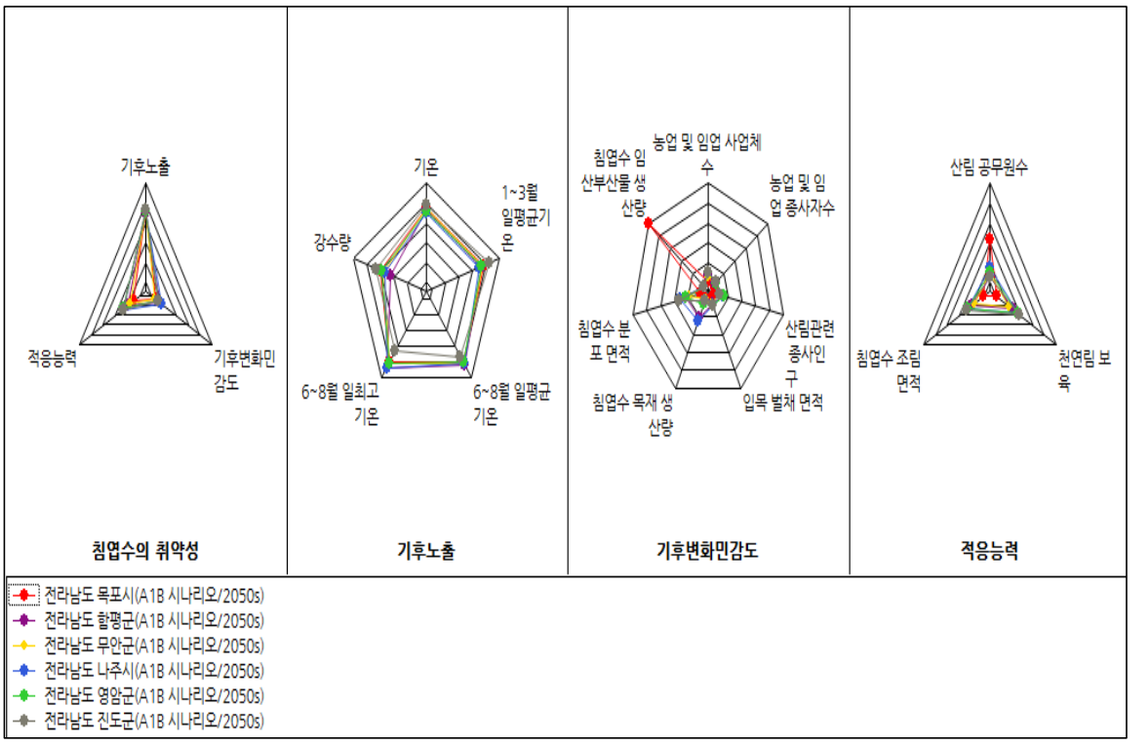
○ 미래의 경우도 현재와 큰 차이가 없었음



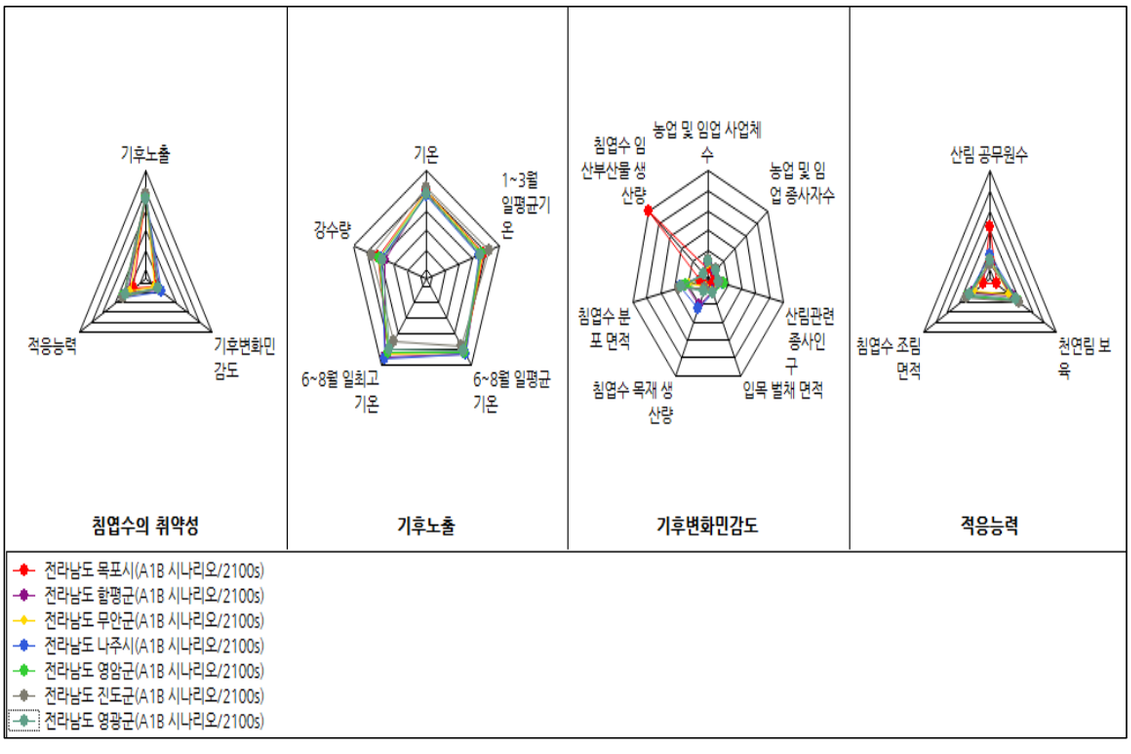
<그림 5-7-13> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2000년대)



<그림 5-7-14> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2020년대)



<그림 5-7-15> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2050년대)

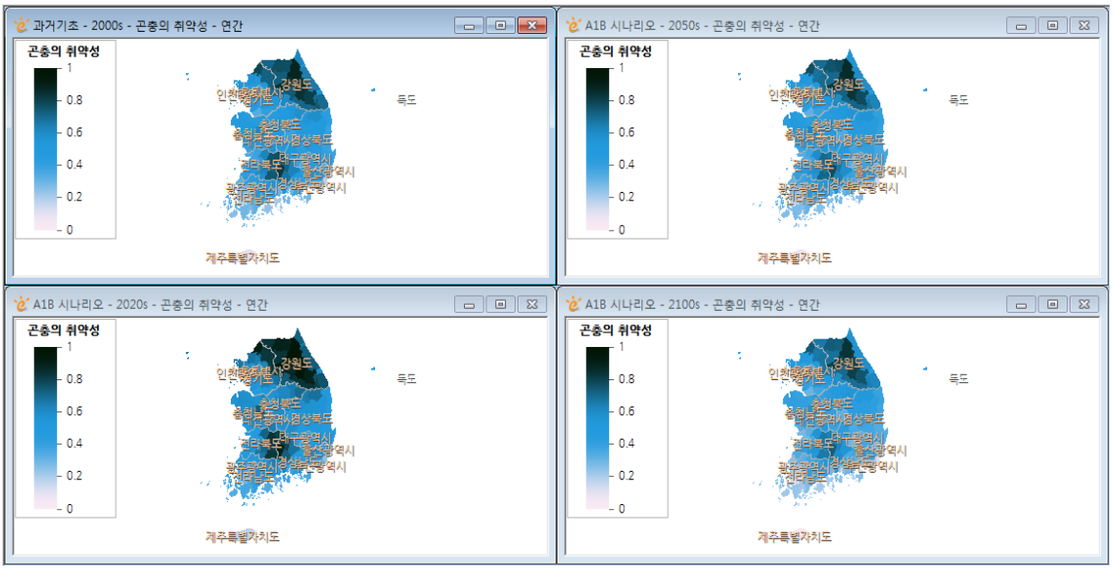


<그림 5-7-16> 전라남도 침엽수 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2100년대)

② 곤충에 대한 취약성

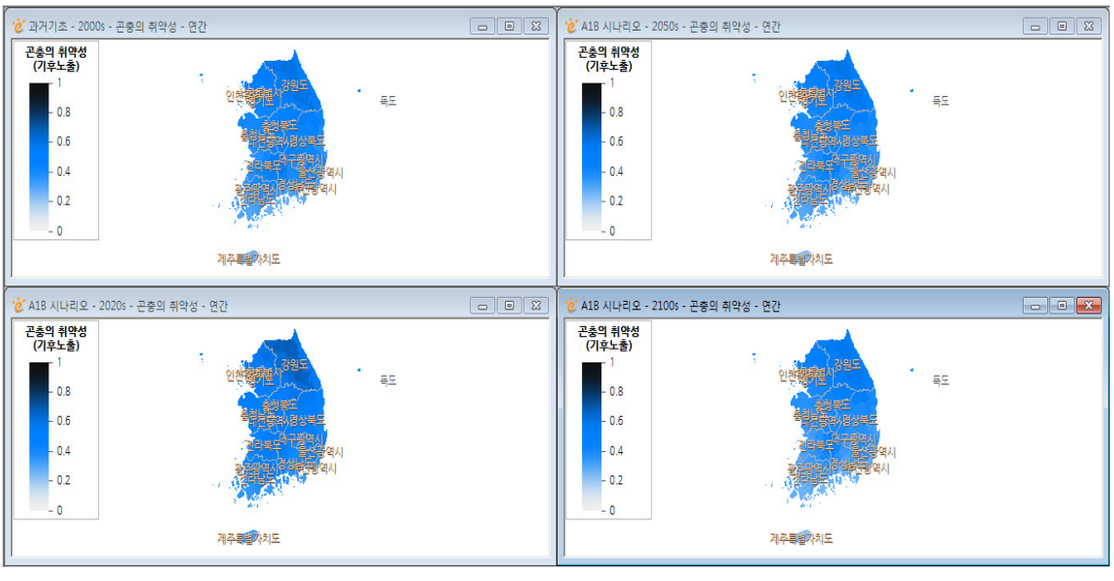
■ 전국 곤충의 취약성

○ 시간이 흐름에 따라 2020년대에 취약성이 보다 증가하지만 2050년대와 2100년대에는 취약성이 2020년대에 비해 감소하는 것으로 나타남

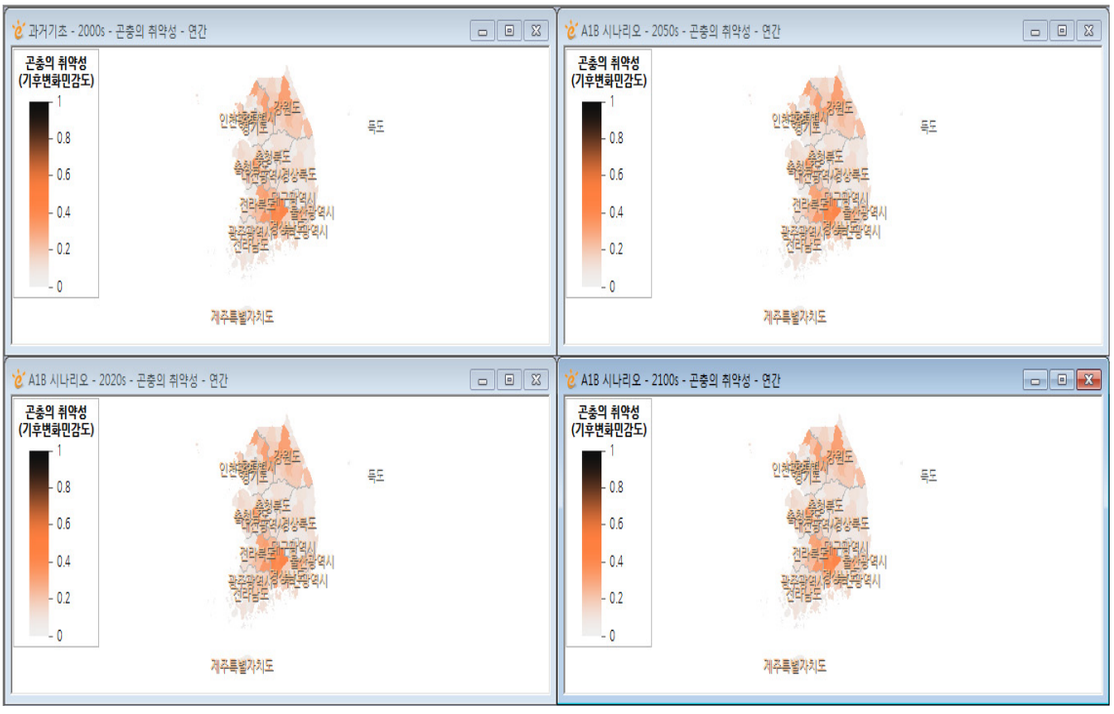


<그림 5-7-17> 전국의 곤충의 취약성 예측

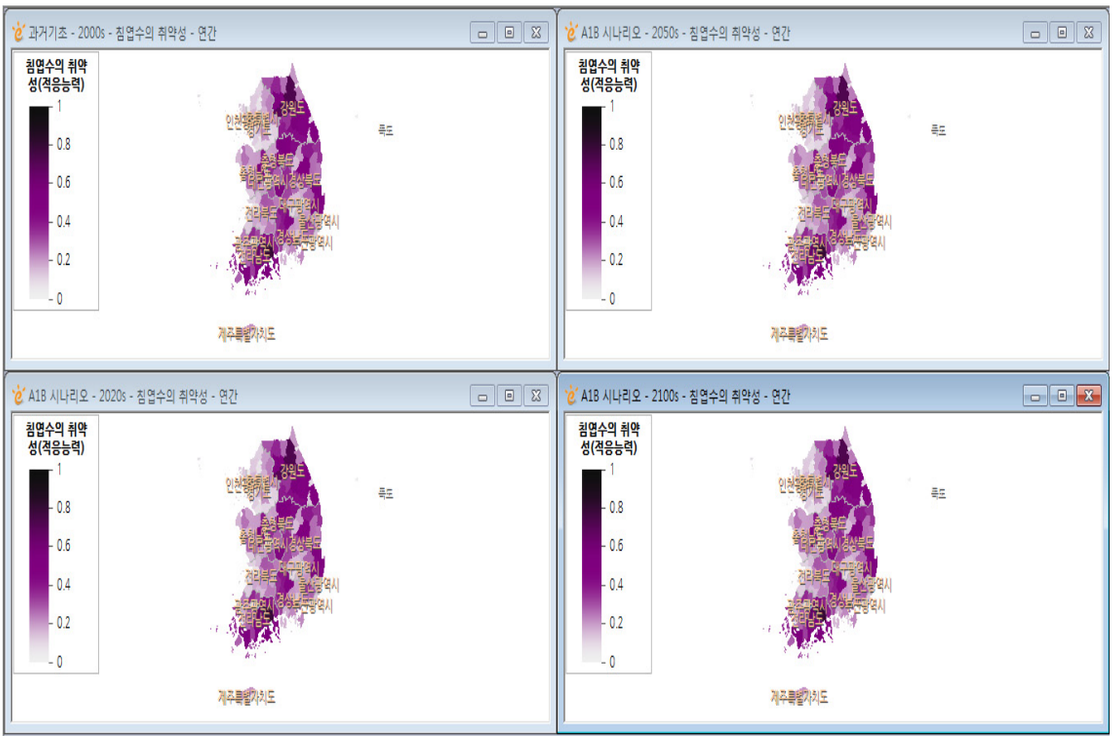
○ 기후노출의 경우도 취약성과 거의 유사한 형태로 나타나고 시간의 경과에 따라서도 비슷한 양상을 나타내고 있음



<그림 5-7-18> 전국의 곤충의 기후노출 취약성 예측

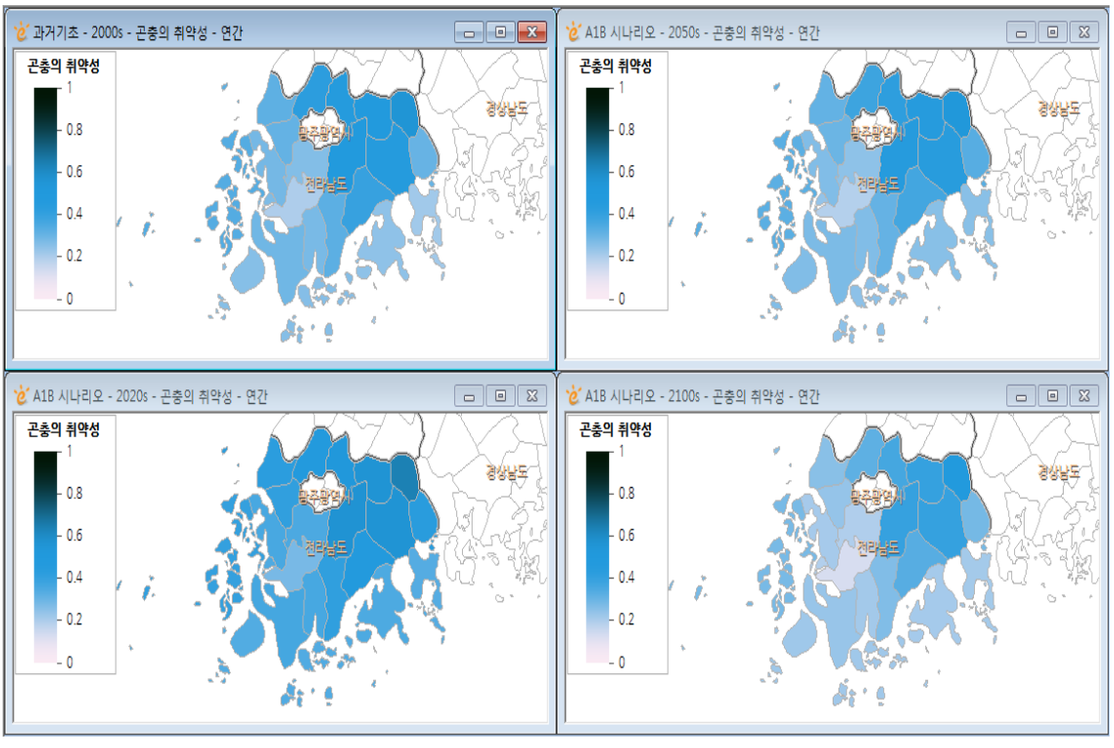


<그림 5-7-19> 전국의 곤충의 기후변화 민감도 취약성 예측

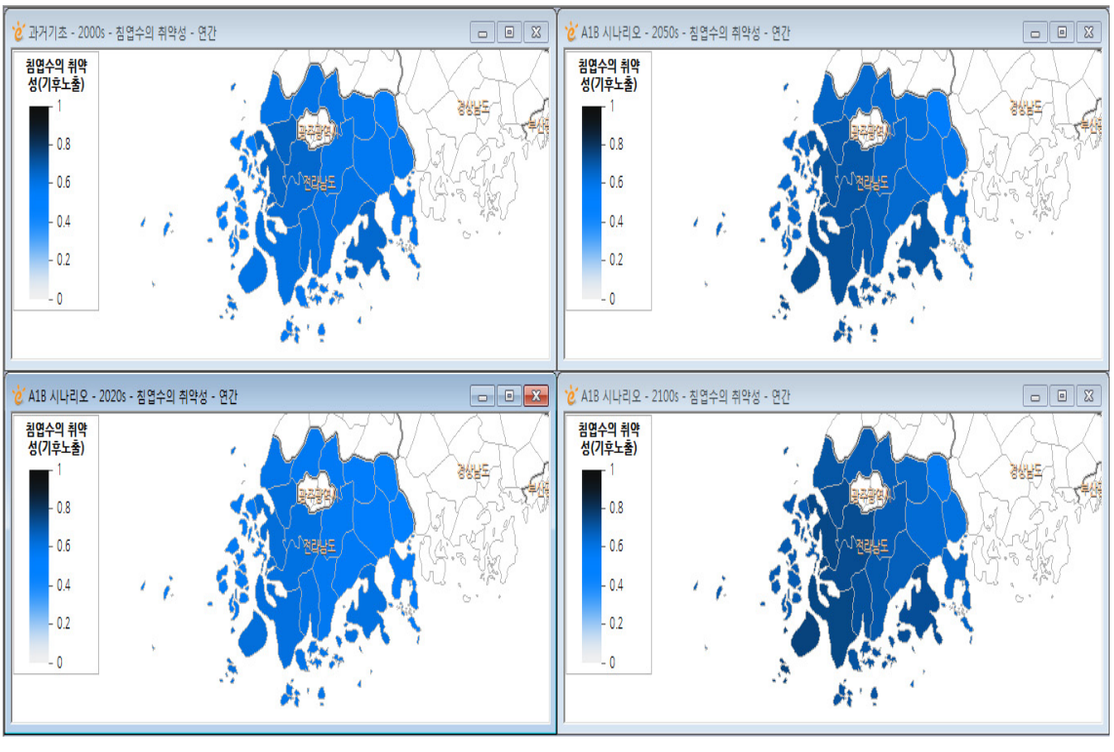


<그림 5-7-20> 전국의 곤충의 적응능력 취약성 예측

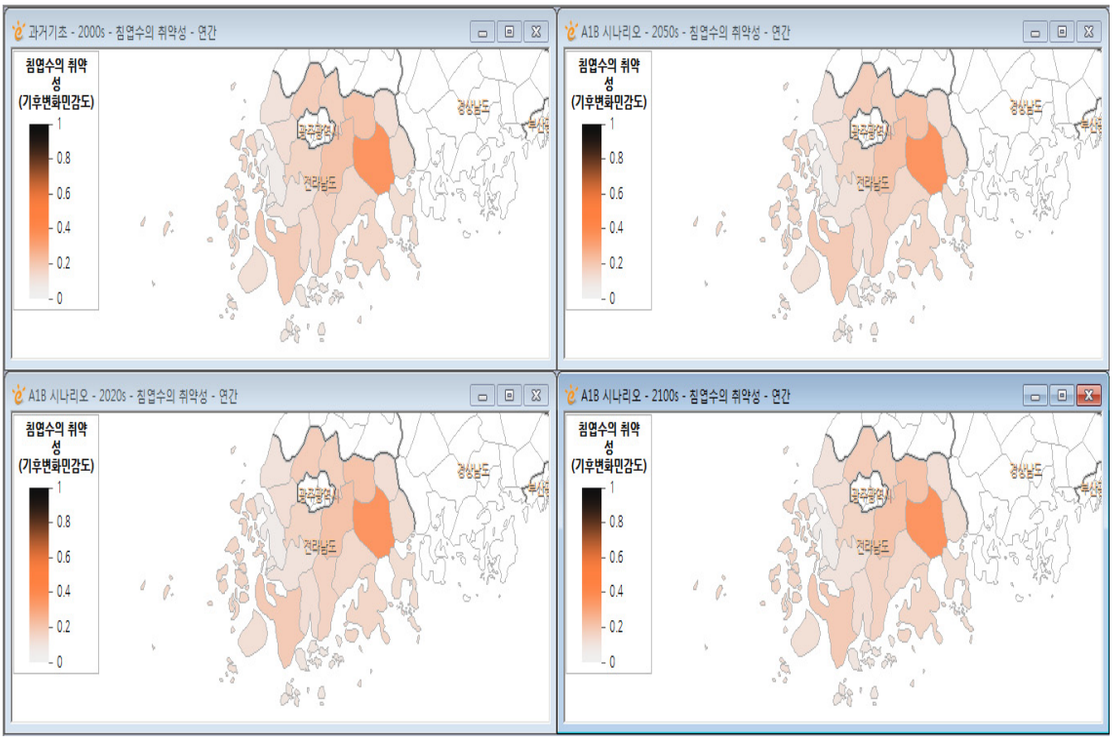
■ 전라남도 곤충의 취약성



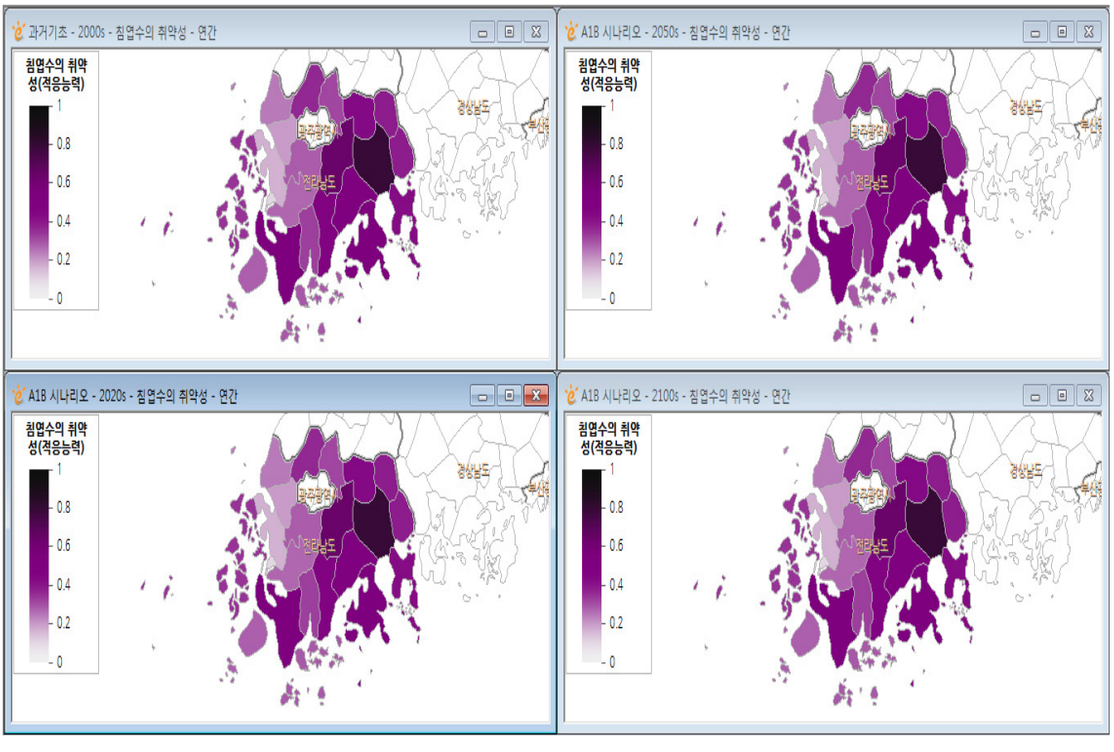
<그림 5-7-21> 전라남도의 곤충의 취약성 예측



<그림 5-7-22> 전라남도의 곤충의 기후노출 취약성 예측



<그림 5-7-23> 전라남도의 곤충의 기후변화 민감도 취약성 예측



<그림 5-7-24> 전라남도의 곤충의 적응능력 취약성 예측

○ 전라남도의 곤충의 취약성은 과거기초에서는 0.202~0.561 정도의 취약성을 보여 주고 있음

○ 시군별로는 구례군이 0.561로 가장 높고, 그 외에 곡성군, 담양군, 화순군 등이 0.450 이상으로 높은 취약성을 나타내었고, 영암군, 여수시, 완도군, 진도군 등이 0.202~0.263의 범위로 낮은 취약성을 나타내었음

○ 2020년대에 모든 지역에서 취약성이 증가하였으며, 원인은 취약성 기여도에서 기후변화민감도와 적응능력은 거의 변화가 없으나 기후노출이 증가함으로 이와 같은 결과가 나옴

○ 2050년대와 2100년대는 취약성은 침엽수의 취약성과는 다르게 감소하였는데, 2050년대에는 구례군, 곡성군, 담양군, 화순군이 0.536~0.3713 수준으로 감소하였음

○ 2100년대 역시 취약성이 감소하였는데 모든 시군구가 0.500 이하로 감소하였음

○ 2050년대와 2100년대의 취약성 감소는 주로 기후노출 감소의 영향 때문이며, 적응능력과 기후변화민감도는 큰 차이가 없었음

<표 5-7-6> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2000년대)

행정구역	곤충의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.15916	0.32588	0.00562	0.00377	0.19411	0.27306
여수시	0.14249	0.27003	0.0763	0.0717	0.18889	0.22118
순천시	0.21842	0.35515	0.16065	0.21747	0.29882	0.4575
나주시	0.15672	0.33879	0.24106	0.1	0.24109	0.26546
광양시	0.17062	0.31921	0.0780	0.0849	0.22336	0.30873
담양군	0.21837	0.39984	0.0687	0.10511	0.27927	0.45737
곡성군	0.22600	0.40077	0.0967	0.14086	0.29445	0.4811
구례군	0.25153	0.43295	0.0860	0.16447	0.32312	0.56055
고흥군	0.15120	0.26943	0.1153	0.1186	0.20773	0.24829
보성군	0.19920	0.35027	0.10372	0.13807	0.26346	0.3977
화순군	0.22604	0.37903	0.14152	0.19564	0.30401	0.48123
장흥군	0.17607	0.32087	0.10184	0.11101	0.23502	0.32569
강진군	0.16175	0.30925	0.07210	0.0699	0.21135	0.28112
해남군	0.16567	0.30261	0.11048	0.11105	0.22424	0.29332
영암군	0.13617	0.32079	0.23989	0.0645	0.21594	0.20151
무안군	0.16356	0.32203	0.0349	0.0376	0.20566	0.28675
함평군	0.17176	0.33328	0.0436	0.0501	0.21743	0.31227
영광군	0.17482	0.3393	0.0517	0.0547	0.22287	0.3218
장성군	0.20926	0.39507	0.08	0.0908	0.27061	0.42899
완도군	0.15594	0.30553	0.0626	0.0532	0.20229	0.26305
진도군	0.15552	0.3019	0.062	0.0569	0.20166	0.26174
신안군	0.18055	0.35428	0.0758	0.0625	0.23493	0.33963

<표 5-7-7> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2020년대)

행정구역	곤충의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.18351	0.37584	0.00562	0.00377	0.22363	0.34886
여수시	0.18010	0.34719	0.0763	0.0717	0.23448	0.33824
순천시	0.25214	0.42433	0.16065	0.21747	0.3397	0.56246
나주시	0.18522	0.39726	0.24106	0.1	0.27564	0.35417
광양시	0.21327	0.4067	0.078	0.0849	0.27506	0.44147
담양군	0.24125	0.44677	0.0687	0.10511	0.307	0.52857
곡성군	0.25214	0.45439	0.0967	0.14086	0.32613	0.56245
구례군	0.27781	0.48687	0.086	0.16447	0.35498	0.64237
고흥군	0.18436	0.33747	0.1153	0.1186	0.24793	0.35151
보성군	0.22503	0.40325	0.10372	0.13807	0.29476	0.47808
화순군	0.25420	0.4368	0.14152	0.19564	0.33814	0.56888
장흥군	0.20572	0.3817	0.10184	0.11101	0.27096	0.41798
강진군	0.18791	0.36292	0.0721	0.0699	0.24306	0.36255
해남군	0.18944	0.35137	0.11048	0.11105	0.25306	0.36731
영암군	0.16205	0.37388	0.23989	0.0645	0.24732	0.28208
무안군	0.18745	0.37105	0.0349	0.0376	0.23463	0.36112
함평군	0.20437	0.40017	0.0436	0.0501	0.25696	0.41377
영광군	0.20992	0.41131	0.0517	0.0547	0.26542	0.43105
장성군	0.22447	0.42628	0.08	0.0908	0.28905	0.47635
완도군	0.18195	0.35887	0.0626	0.0532	0.23381	0.34399
진도군	0.18137	0.35493	0.062	0.0569	0.23299	0.3422
신안군	0.20146	0.39718	0.0758	0.0625	0.26028	0.40473

<표 5-7-8> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2050년대)

행정구역	곤충의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.14930	0.30566	0.00562	0.00377	0.18216	0.24238
여수시	0.15405	0.29374	0.0763	0.0717	0.2029	0.25715
순천시	0.21423	0.34657	0.16065	0.21747	0.29376	0.44448
나주시	0.15158	0.32825	0.24106	0.1	0.23486	0.24947
광양시	0.17878	0.33595	0.078	0.0849	0.23325	0.33413
담양군	0.20688	0.37625	0.0687	0.10511	0.26533	0.42158
곡성군	0.21647	0.38124	0.0967	0.14086	0.2829	0.45145
구례군	0.24379	0.41708	0.086	0.16447	0.31374	0.53647
고흥군	0.15430	0.2758	0.1153	0.1186	0.21149	0.25796
보성군	0.19072	0.33287	0.10372	0.13807	0.25318	0.3713
화순군	0.21803	0.3626	0.14152	0.19564	0.2943	0.45629
장흥군	0.17156	0.31164	0.10184	0.11101	0.22956	0.31168
강진군	0.15765	0.30086	0.0721	0.0699	0.20639	0.26838
해남군	0.16013	0.29126	0.11048	0.11105	0.21754	0.2761
영암군	0.13330	0.31491	0.23989	0.0645	0.21247	0.1926
무안군	0.15767	0.30995	0.0349	0.0376	0.19853	0.26843
함평군	0.16822	0.32604	0.0436	0.0501	0.21315	0.30128
영광군	0.17219	0.33391	0.0517	0.0547	0.21969	0.31362
장성군	0.19470	0.36521	0.0800	0.0908	0.25297	0.38369
완도군	0.15210	0.29765	0.0626	0.0532	0.19763	0.2511
진도군	0.15749	0.30594	0.0620	0.0569	0.20404	0.26787
신안군	0.17689	0.34678	0.0758	0.0625	0.23050	0.32826

<표 5-7-9> 전라남도 곤충의 취약성평가 및 취약성 기여도(2100년대)

행정구역	곤충의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.13435	0.27499	0.00562	0.00377	0.16404	0.19584
여수시	0.14101	0.267	0.07630	0.07170	0.18710	0.21657
순천시	0.20066	0.31872	0.16065	0.21747	0.27730	0.40223
나주시	0.13496	0.29417	0.24106	0.10000	0.21472	0.19776
광양시	0.16333	0.30426	0.07800	0.08490	0.21453	0.28605
담양군	0.18929	0.34019	0.06870	0.10511	0.24402	0.36685
곡성군	0.20066	0.34879	0.09670	0.14086	0.26373	0.40223
구례군	0.22734	0.38334	0.08600	0.16447	0.29380	0.48527
고흥군	0.14051	0.24752	0.11530	0.11860	0.19478	0.21504
보성군	0.17859	0.30799	0.10372	0.13807	0.23848	0.33355
화순군	0.20018	0.32599	0.14152	0.19564	0.27266	0.40074
장흥군	0.15764	0.28308	0.10184	0.11101	0.21268	0.26835
강진군	0.14168	0.26809	0.07210	0.06990	0.18702	0.21867
해남군	0.14680	0.26390	0.11048	0.11105	0.20137	0.23459
영암군	0.11359	0.27447	0.23989	0.06450	0.18857	0.13124
무안군	0.14019	0.27410	0.03490	0.03760	0.17734	0.21403
함평군	0.14836	0.28529	0.04360	0.05010	0.18907	0.23945
영광군	0.15401	0.29662	0.05170	0.05470	0.19765	0.25704
장성군	0.17497	0.32474	0.08000	0.09080	0.22905	0.32229
완도군	0.14281	0.2786	0.06260	0.05320	0.18638	0.22219
진도군	0.14352	0.27729	0.06200	0.05690	0.18711	0.22440
신안군	0.16195	0.31613	0.07580	0.06250	0.21239	0.28175

■ 전라남도 곤충의 취약성 기여도 분석

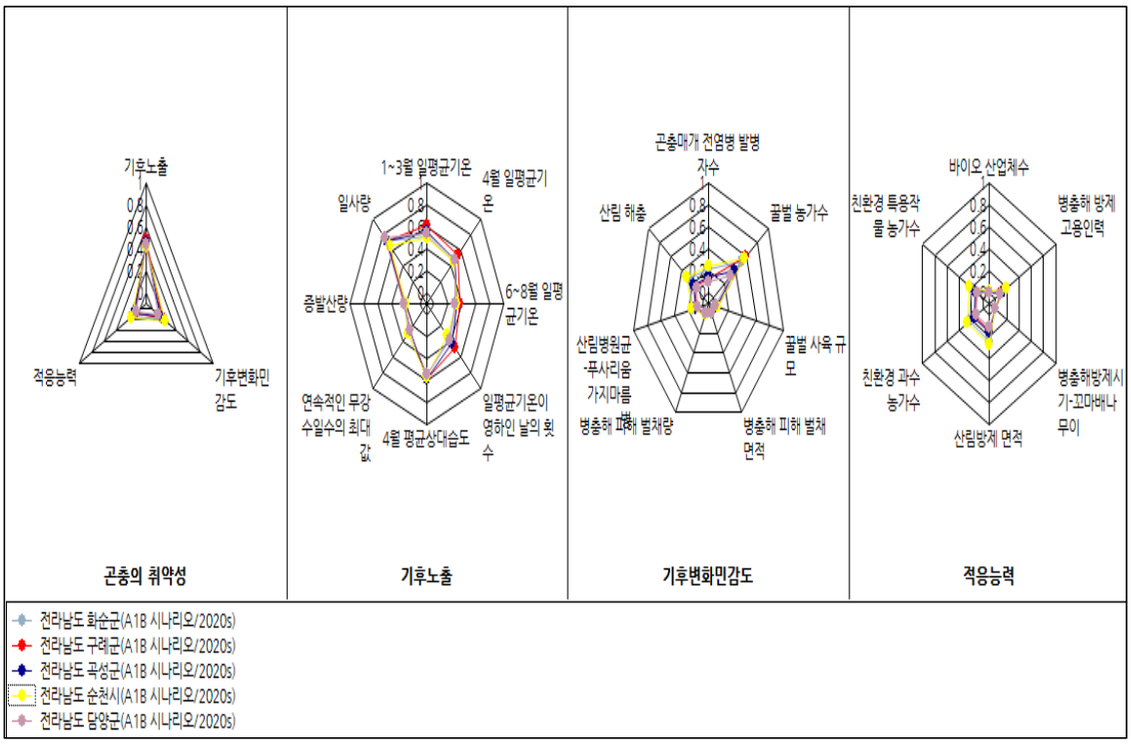
○ 곤충의 취약성 평가에 있어서 취약성 기여도를 보면 2000년대에는 주로 기후 노출에 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타났으며, 기후 노출의 경우 일사량 영향이 가장 크지만 곤충 알 부화 시기인 1~4월의 평균기온, 일평균 기온이 영하인 날의 일수 등의 영향도 비교적 크게 작용하는 것으로 나타남

○ 기후변화 민감도는 기후 노출의 경우에 비해 비교적 크지 않았으나 순천시와 곡성군의 경우와 같이 꿀벌의 농가 수가 많은 영향을 받고, 산림해충과 곤충매개 전염병 발병자수 등이 영향을 줌

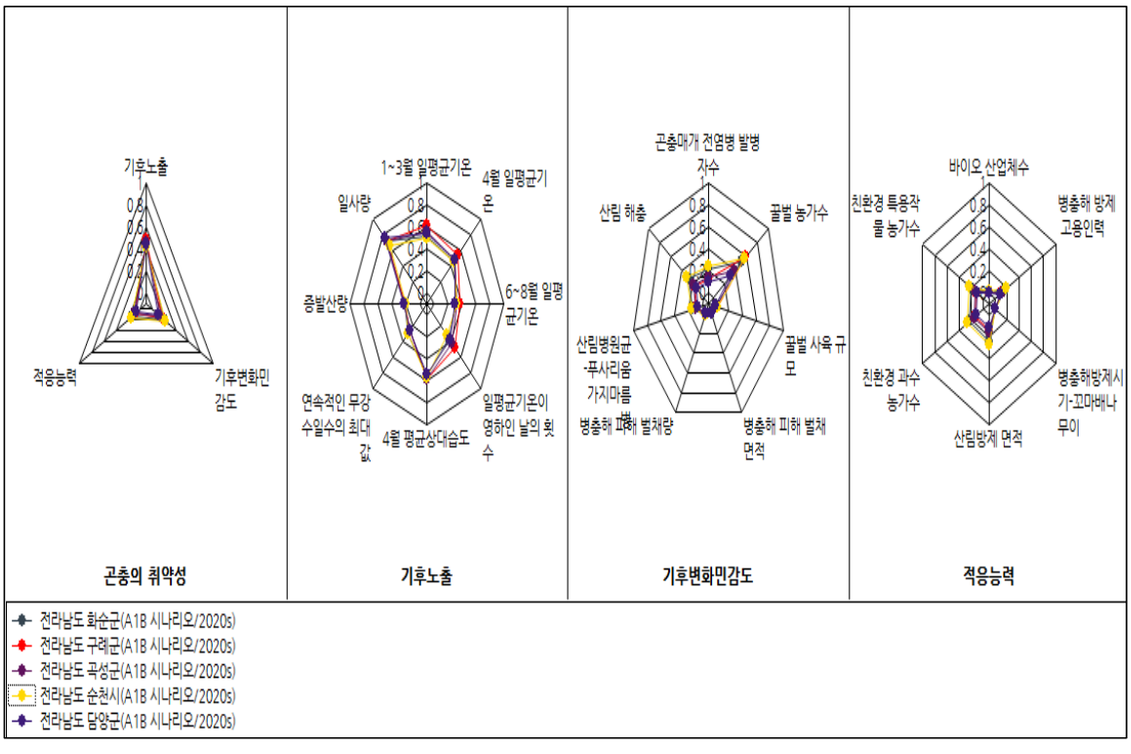
○ 적응능력은 친환경 특용작물 농가 수나 친환경 과수 농가 수 등 친환경적인 요소와 산림방제 면적 등에 의해서 좌우되었음

○ 적응능력을 키우기 위해서는 보다 친환경적인 요소를 도입하는 것이 필요함

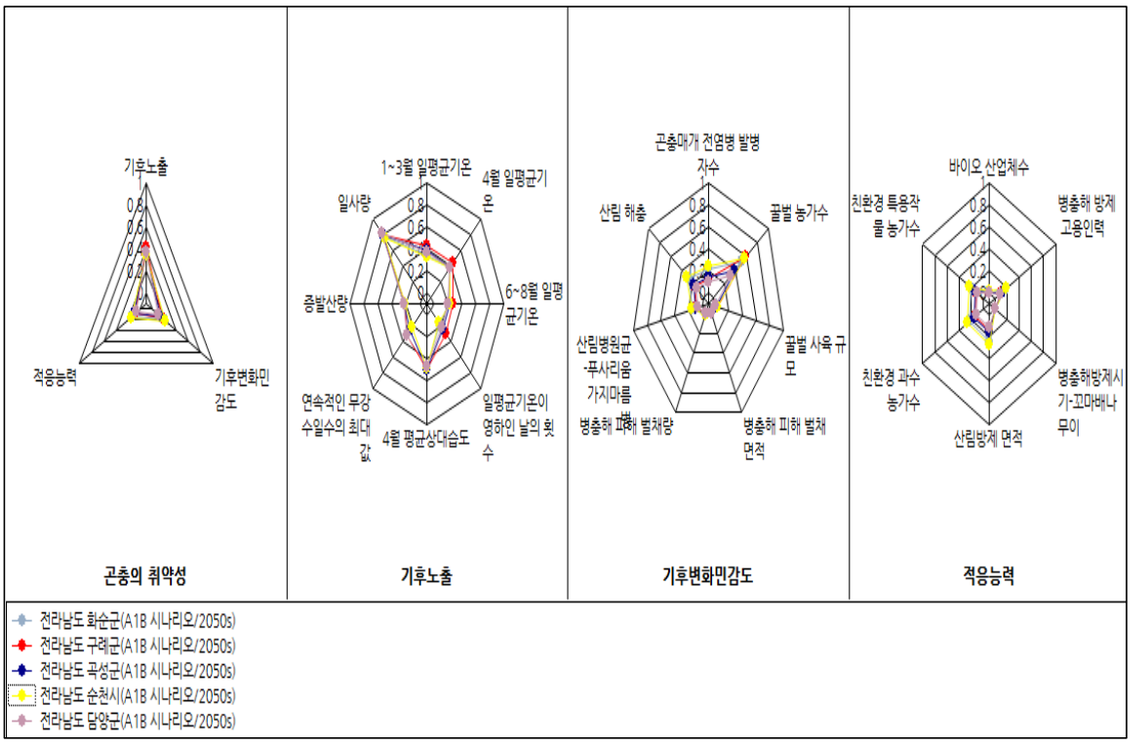
○ 미래의 경우도 현재와 큰 차이가 없었음



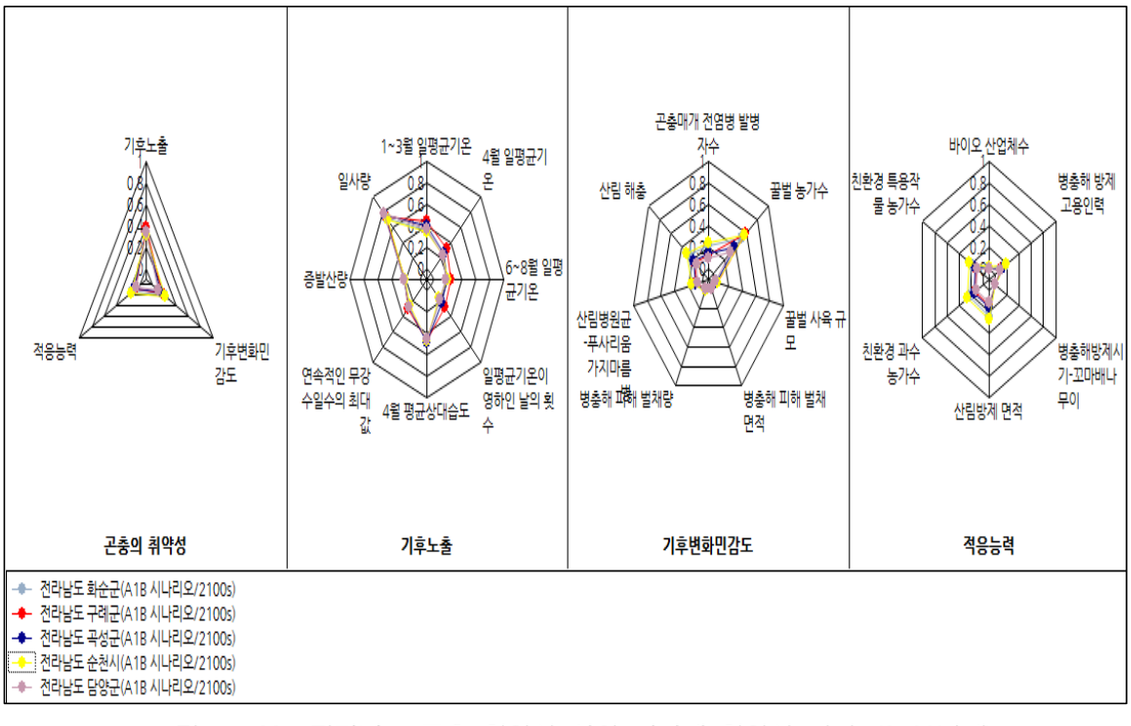
<그림 5-7-25> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2000년대)



<그림 5-7-26> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2020년대)



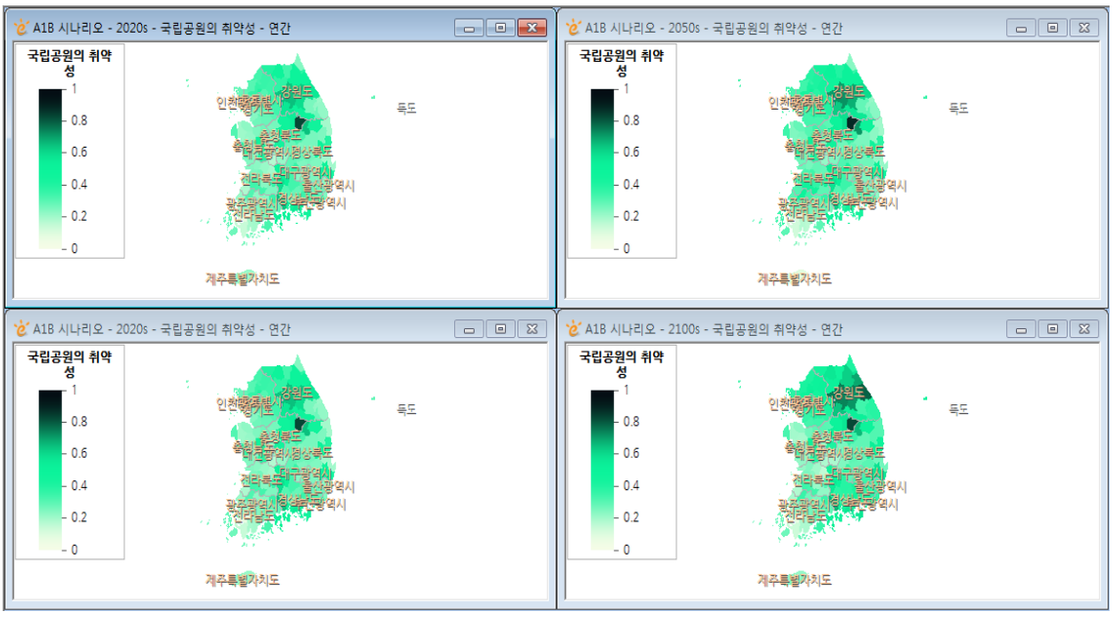
<그림 5-7-27> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2050년대)



<그림 5-7-28> 전라남도 곤충 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2100년대)

③ 국립공원에 대한 취약성

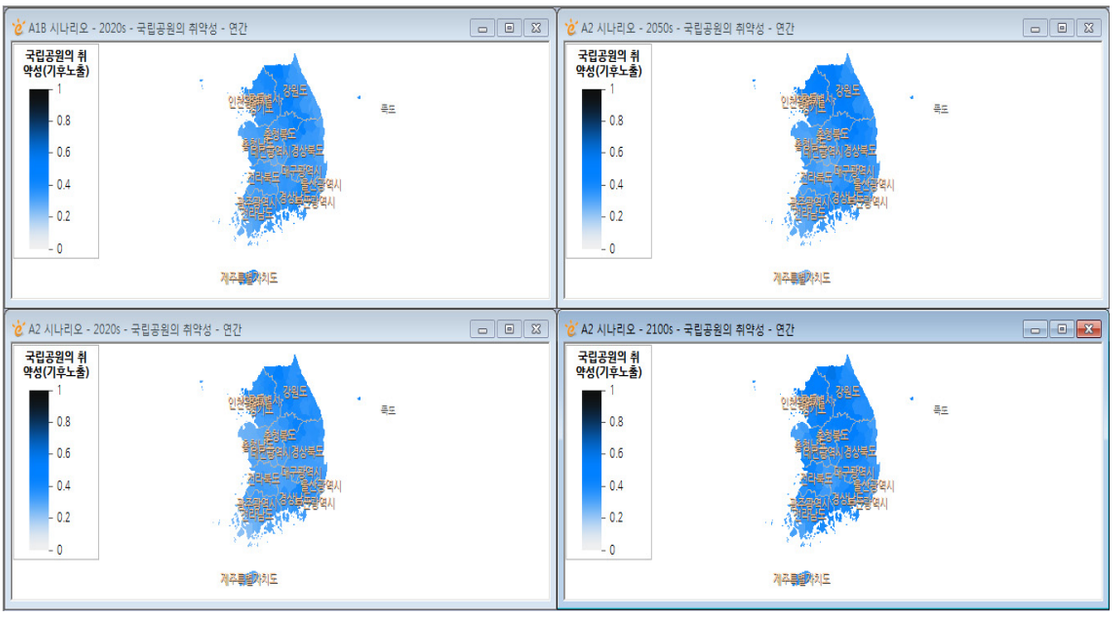
■ 전국 국립공원 취약성



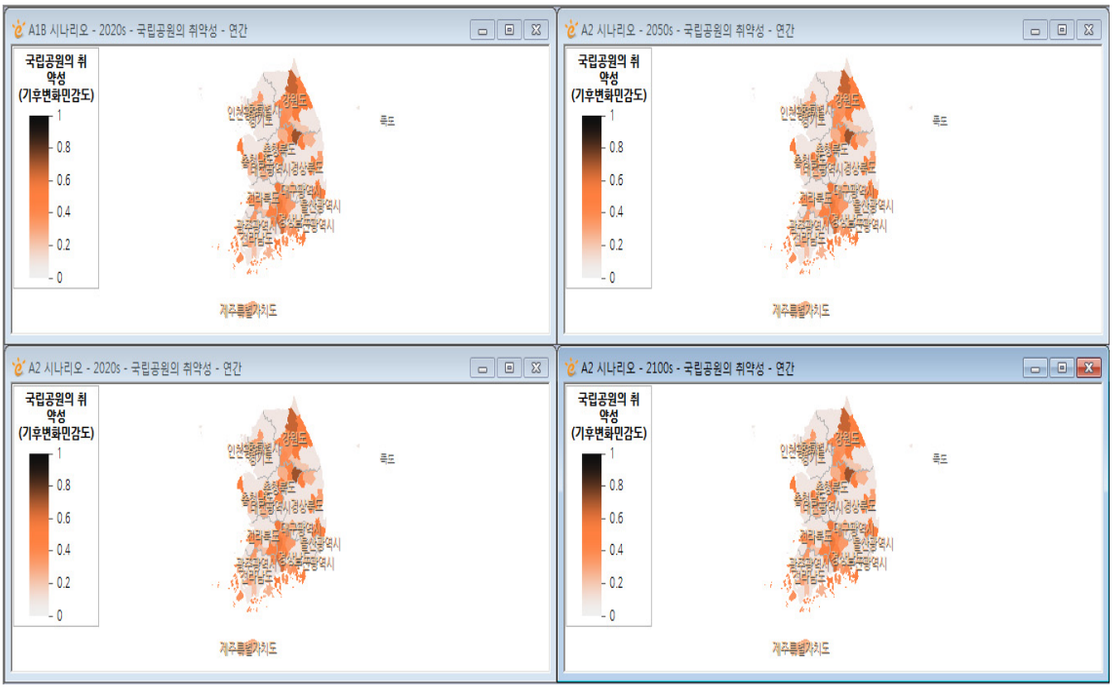
<그림 5-7-29> 전국 국립공원의 취약성 예측

○ 국립공원의 경우 강릉시 지역을 중심으로 한 강원도 지역과 충북 단양군, 경남의 지리산 지역 등이 높은 취약성을 나타냄

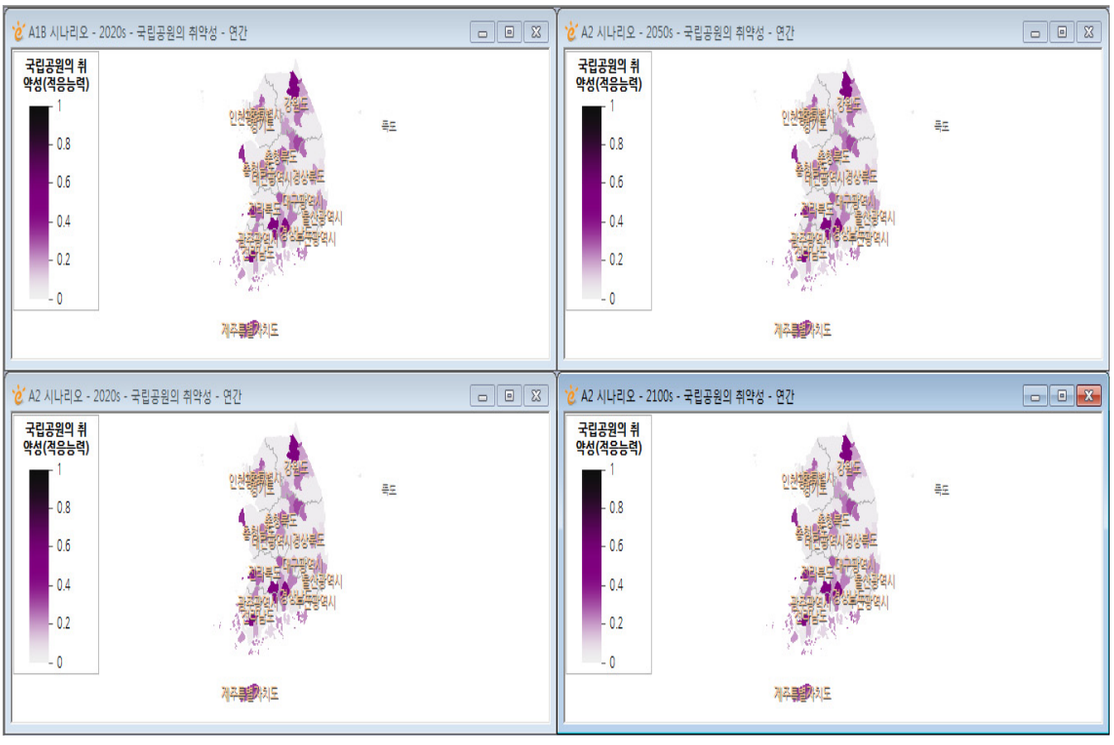
○ 시간이 흐름에 따라 취약성이 보다 지속적으로 증가하는 것으로 나타남



<그림 5-7-30> 전국 국립공원의 기후노출 취약성 예측

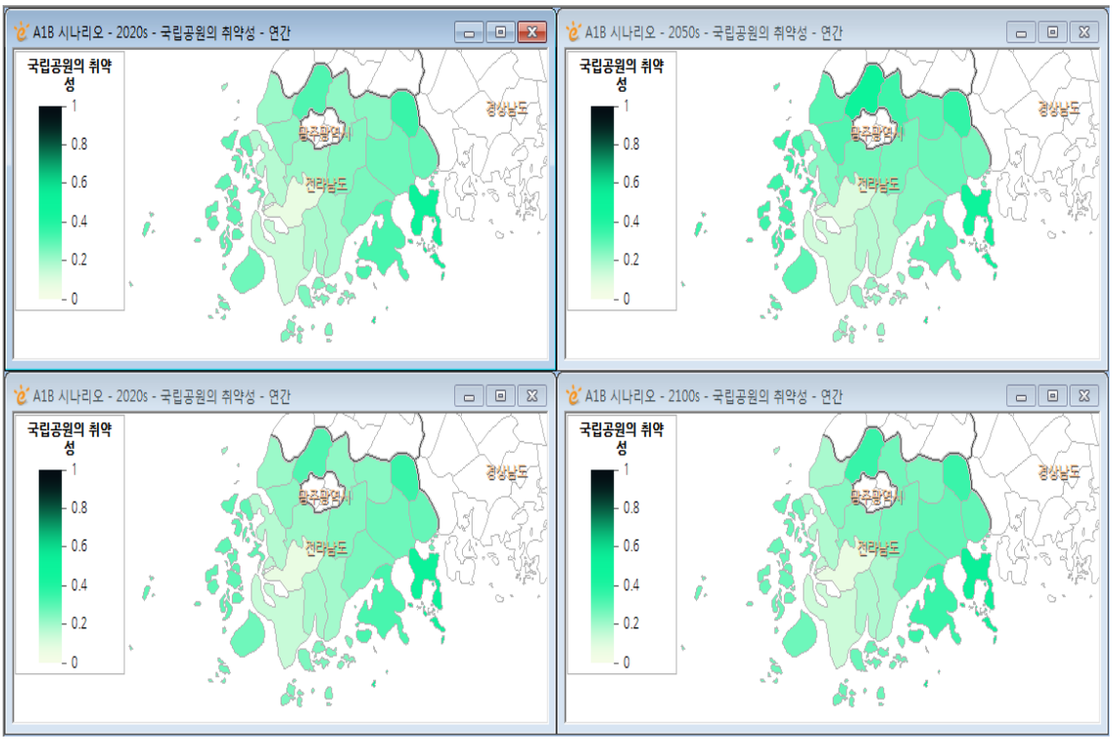


<그림 5-7-31> 전국 국립공원의 기후변화 민감도 취약성 예측

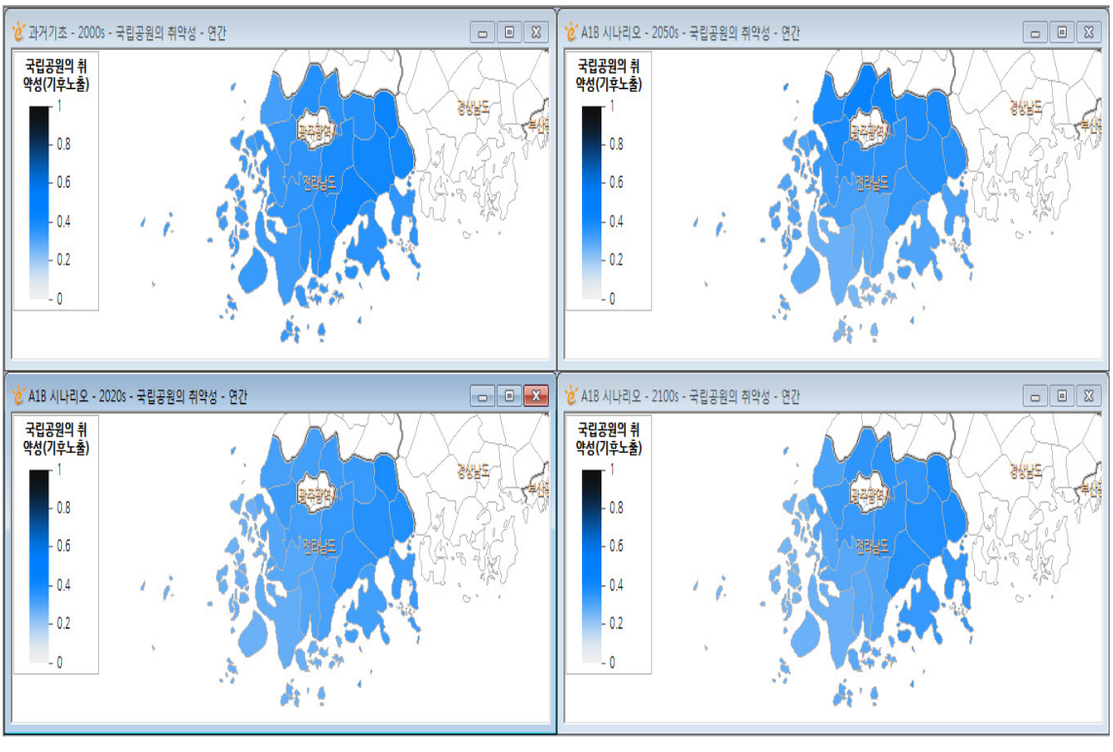


<그림 5-7-32> 전국 국립공원의 적응능력 취약성 예측

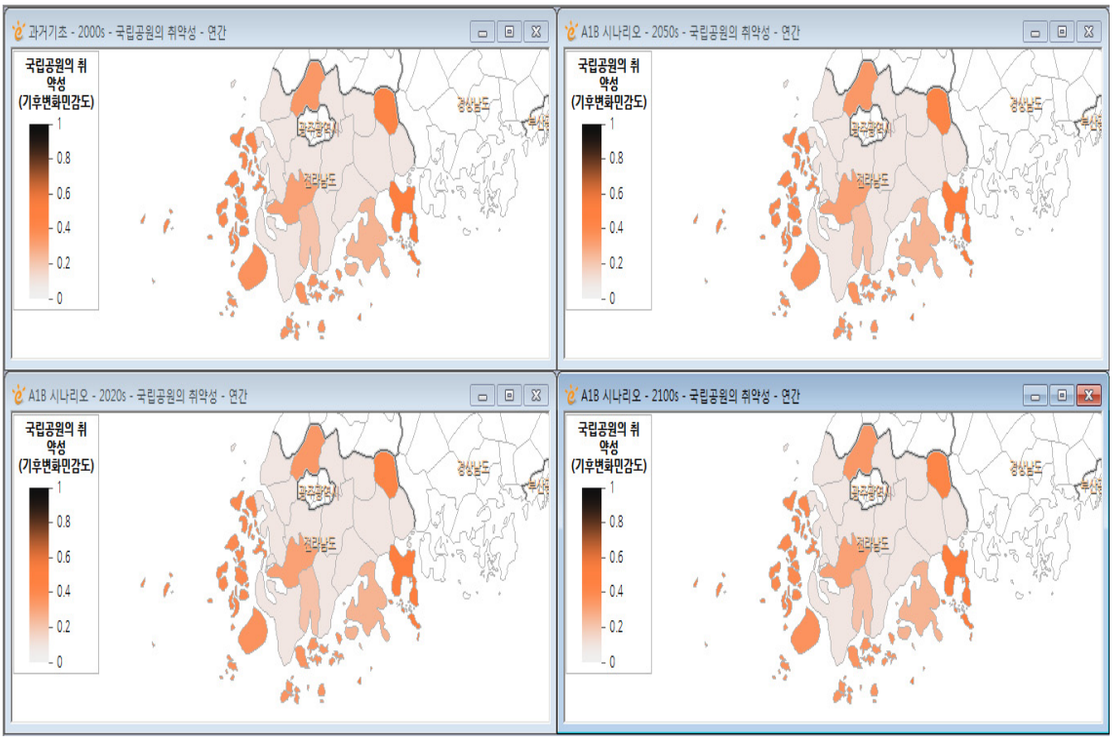
■ 전라남도 국립공원의 취약성



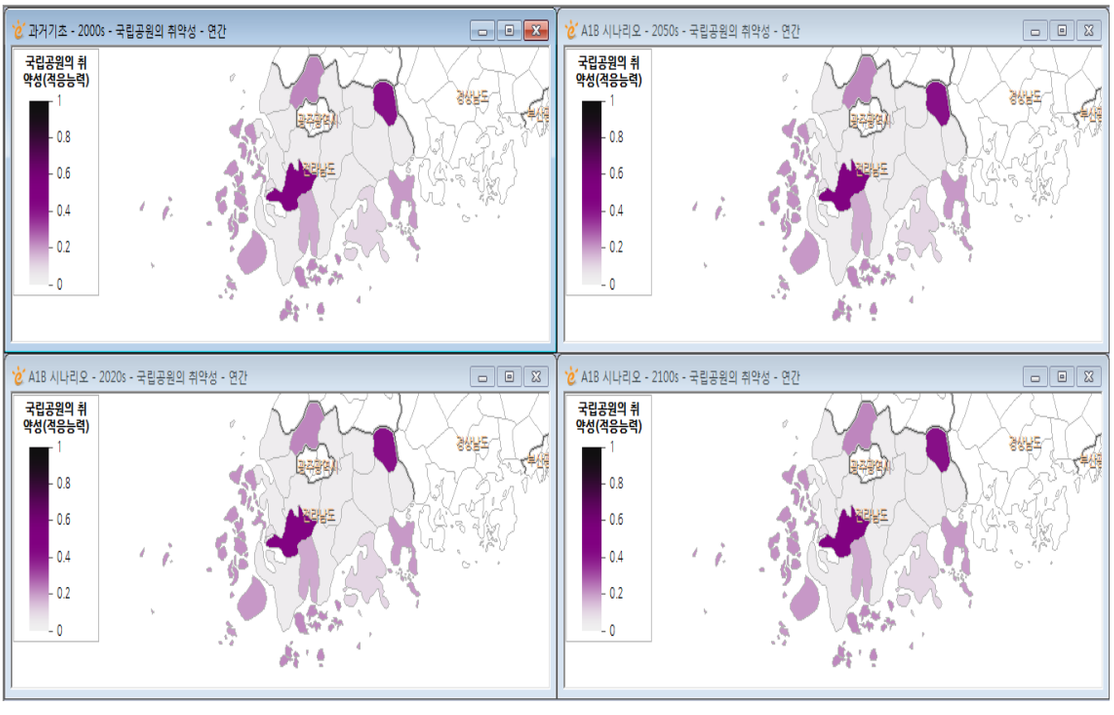
<그림 5-7-33> 전라남도 국립공원의 취약성 예측



<그림 5-7-34> 전라남도 국립공원의 기후노출 취약성 예측



<그림 5-7-35> 전라남도 국립공원의 기후변화 민감도 취약성 예측



<그림 5-7-36> 전라남도 국립공원의 적응능력 취약성 예측

○ 전라남도에 위치한 국립공원은 월출산 국립공원, 지리산 국립공원, 한려해상 국립공원, 다도해해상 국립공원이 있음

○ 도립공원으로는 두륜산 도립공원, 무등산 도립공원, 조계산 도립공원, 천관산 도립공원, 팔영산 도립공원이 있음

○ 시군별로는 여수시가 0.558로 가장 높고, 그 외에 구례군, 장성군, 고흥군 등이 0.398 이상으로 높은 취약성을 나타내었으며, 해남군, 영암군, 목포시 등이 0.176~0.242의 범위로 낮은 취약성을 나타내었음

○ 2050년대는 2020년도와는 달리 전체적으로 민감성이 증가하는데, 역시 기후 요인에 의한 변화이며, 지역에 따라서 오히려 감소하는 지역도 있음

○ 2100년대에는 2050년대에 비해 취약성이 전체적으로 증가하지만 감소하는 지역도 있음

○ 국립공원의 취약성은 특이하게 현재에 비해서 2020년도에는 감소하여 시간이 지날수록 증가하지만 현재의 민감성 보다는 보다 낮은 취약성을 나타낸 점임

○ 취약성의 감소 원인은 침엽수나 곤충의 경우와 같이 기후변화 민감도와 적응능력은 거의 변화가 없으나 기후노출이 줄어든 결과임

<표 5-7-10> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2000년대)

행정구역	국립공원의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.18067	0.33028	0.0673	0.0942	0.2466	0.24258
여수시	0.27093	0.33652	0.20438	0.50797	0.39728	0.55846
순천시	0.21354	0.38184	0.036	0.0942	0.27988	0.35761
나주시	0.19163	0.33887	0.036	0.0942	0.25214	0.28091
광양시	0.21224	0.37929	0.036	0.0942	0.27824	0.35306
담양군	0.19619	0.34782	0.036	0.0942	0.25792	0.29689
곡성군	0.20113	0.35751	0.036	0.0942	0.26418	0.31419
구례군	0.23799	0.40208	0.41771	0.43088	0.41229	0.44315
고흥군	0.22513	0.34217	0.10549	0.25992	0.31301	0.39816
보성군	0.21733	0.38926	0.036	0.0942	0.28468	0.37086
화순군	0.2061	0.36725	0.036	0.0942	0.27046	0.33156
장흥군	0.2004	0.35606	0.036	0.0942	0.26324	0.3116
강진군	0.19795	0.34259	0.18098	0.21868	0.29867	0.30303
해남군	0.17887	0.31385	0.036	0.0942	0.23599	0.23626
영암군	0.16001	0.33488	0.46914	0.31336	0.32725	0.17026
무안군	0.1866	0.32901	0.036	0.0942	0.24578	0.26331
함평군	0.18829	0.33232	0.036	0.0942	0.24791	0.26922
영광군	0.17618	0.30859	0.036	0.0942	0.23259	0.22687
장성군	0.22729	0.35217	0.23116	0.34365	0.34915	0.4057
완도군	0.21889	0.32718	0.2285	0.3572	0.33782	0.37633
진도군	0.22235	0.32101	0.20653	0.36432	0.33636	0.38845
신안군	0.22511	0.31183	0.21787	0.39939	0.34286	0.39808

<표 5-7-11> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2020년대)

행정구역	국립공원의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.15661	0.28309	0.0673	0.0942	0.21613	0.15836
여수시	0.25861	0.31235	0.20438	0.50797	0.38169	0.51534
순천시	0.18986	0.33541	0.036	0.0942	0.24991	0.27474
나주시	0.17231	0.30099	0.036	0.0942	0.22769	0.21331
광양시	0.19296	0.34148	0.036	0.0942	0.25383	0.28557
담양군	0.17683	0.30986	0.036	0.0942	0.23342	0.22914
곡성군	0.17987	0.31581	0.036	0.0942	0.23726	0.23976
구례군	0.21236	0.35183	0.41771	0.43088	0.37985	0.35347
고흥군	0.20549	0.30366	0.10549	0.25992	0.28815	0.32942
보성군	0.18545	0.32676	0.036	0.0942	0.24433	0.25931
화순군	0.18185	0.31971	0.036	0.0942	0.23977	0.24671
장흥군	0.16909	0.29468	0.036	0.0942	0.22362	0.20205
강진군	0.16701	0.28192	0.18098	0.21868	0.25951	0.19475
해남군	0.15294	0.26301	0.036	0.0942	0.20317	0.14552
영암군	0.13210	0.28016	0.46914	0.31336	0.29193	0.0726
무안군	0.16149	0.27977	0.036	0.0942	0.21399	0.17543
함평군	0.17829	0.31272	0.036	0.0942	0.23526	0.23424
영광군	0.17218	0.30073	0.036	0.0942	0.22752	0.21284
장성군	0.20223	0.30305	0.23116	0.34365	0.31744	0.31804
완도군	0.18447	0.25969	0.2285	0.3572	0.29425	0.25586
진도군	0.18948	0.25656	0.20653	0.36432	0.29475	0.27341
신안군	0.19638	0.25549	0.21787	0.39939	0.3065	0.29754

<표 5-7-12> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2050년대)

행정구역	국립공원의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.16557	0.30067	0.0673	0.0942	0.22748	0.18974
여수시	0.24730	0.29017	0.20438	0.50797	0.36737	0.47575
순천시	0.19101	0.33767	0.036	0.0942	0.25137	0.27877
나주시	0.19005	0.33577	0.036	0.0942	0.25014	0.27539
광양시	0.18666	0.32913	0.036	0.0942	0.24586	0.26354
담양군	0.21116	0.37716	0.036	0.0942	0.27686	0.34926
곡성군	0.19776	0.35089	0.036	0.0942	0.2599	0.30237
구례군	0.21595	0.35887	0.41771	0.43088	0.38439	0.36604
고흥군	0.19622	0.28548	0.10549	0.25992	0.27642	0.29699
보성군	0.18088	0.3178	0.036	0.0942	0.23854	0.24331
화순군	0.18818	0.33211	0.036	0.0942	0.24778	0.26886
장흥군	0.15905	0.275	0.036	0.0942	0.21091	0.16692
강진군	0.16111	0.27036	0.18098	0.21868	0.25205	0.17412
해남군	0.14818	0.25367	0.036	0.0942	0.19714	0.12885
영암군	0.14128	0.29816	0.46914	0.31336	0.30355	0.10473
무안군	0.18023	0.31651	0.036	0.0942	0.23771	0.24101
함평군	0.20231	0.35982	0.036	0.0942	0.26567	0.3183
영광군	0.19929	0.3539	0.036	0.0942	0.26185	0.30775
장성군	0.24589	0.38865	0.23116	0.34365	0.3727	0.47081
완도군	0.17404	0.23923	0.2285	0.3572	0.28104	0.21936
진도군	0.19693	0.27116	0.20653	0.36432	0.30418	0.29946
신안군	0.21169	0.28552	0.21787	0.39939	0.32588	0.35114

<표 5-7-13> 전라남도 국립공원 취약성 평가 및 취약성 기여도(2100년대)

행정구역	국립공원의 취약성(-)	기후노출	적응능력	기후변화민감도	기후영향	표준화
목포시	0.15641	0.28271	0.0673	0.0942	0.21589	0.15768
여수시	0.26354	0.32202	0.20438	0.50797	0.38793	0.5326
순천시	0.19431	0.34413	0.036	0.0942	0.25554	0.29031
나주시	0.18102	0.31806	0.036	0.0942	0.23871	0.24377
광양시	0.19463	0.34476	0.036	0.0942	0.25594	0.29143
담양군	0.18918	0.33407	0.036	0.0942	0.24905	0.27235
곡성군	0.18421	0.32433	0.036	0.0942	0.24276	0.25497
구례군	0.21224	0.3516	0.41771	0.43088	0.3797	0.35305
고흥군	0.21287	0.31813	0.10549	0.25992	0.2975	0.35525
보성군	0.19303	0.34162	0.036	0.0942	0.25392	0.28582
화순군	0.18669	0.32919	0.036	0.0942	0.24589	0.26364
장흥군	0.16523	0.28711	0.036	0.0942	0.21873	0.18854
강진군	0.16417	0.27636	0.18098	0.21868	0.25591	0.18481
해남군	0.15022	0.25768	0.036	0.0942	0.19973	0.13601
영암군	0.13214	0.28024	0.46914	0.31336	0.29198	0.0727
무안군	0.16330	0.28333	0.036	0.0942	0.21629	0.18179
함평군	0.18066	0.31736	0.036	0.0942	0.23826	0.24253
영광군	0.16645	0.28949	0.036	0.0942	0.22027	0.19279
장성군	0.21379	0.32571	0.23116	0.34365	0.33207	0.35847
완도군	0.19219	0.27482	0.2285	0.3572	0.30402	0.28288
진도군	0.18974	0.25707	0.20653	0.36432	0.29508	0.27432
신안군	0.19171	0.24635	0.21787	0.39939	0.30059	0.28121

■ 전라남도 국립공원 취약성 기여도 분석

○ 국립공원 취약성 평가에 있어서 취약성 기여도를 보면 2000년대에는 주로 기후 노출과 기후변화 민감도의 큰 영향을 받는 것으로 나타났으며, 기후 노출의 경우 3~5월의 강수량과 12~2월의 강수량의 영향을 가장 크게 받는 것으로 나타남

○ 기후변화민감도는 기후 노출의 경우는 국립공원 관리를 위한 연계 행정구역 수, 탐방객의 전년 대비 증감, 식물과 동물의 식물 멸종 위기종수 등에 큰 영향을 받음

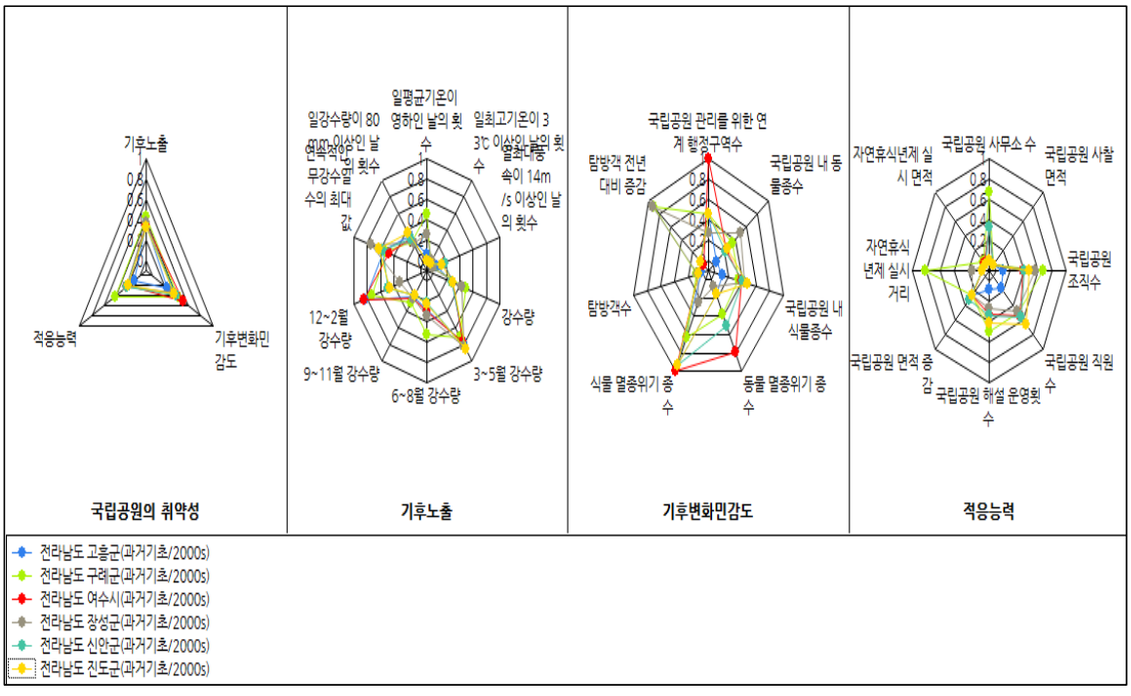
○ 국립공원 관리를 위한 연계 행정구역수는 여수가 11개, 구례, 완도, 진도가 5개이며, 장성이 2개 등임

○ 식물 멸종 위기종수는 여수 16종으로 가장 많고, 신안, 진도, 완도, 고흥이 15종, 구례 10종, 장성 4종이며, 동물 멸종 위기종수는 여수가 19종으로 가장 많고, 신안 12종, 구례 9종, 고흥, 영암, 강진, 완도, 진도가 4종임

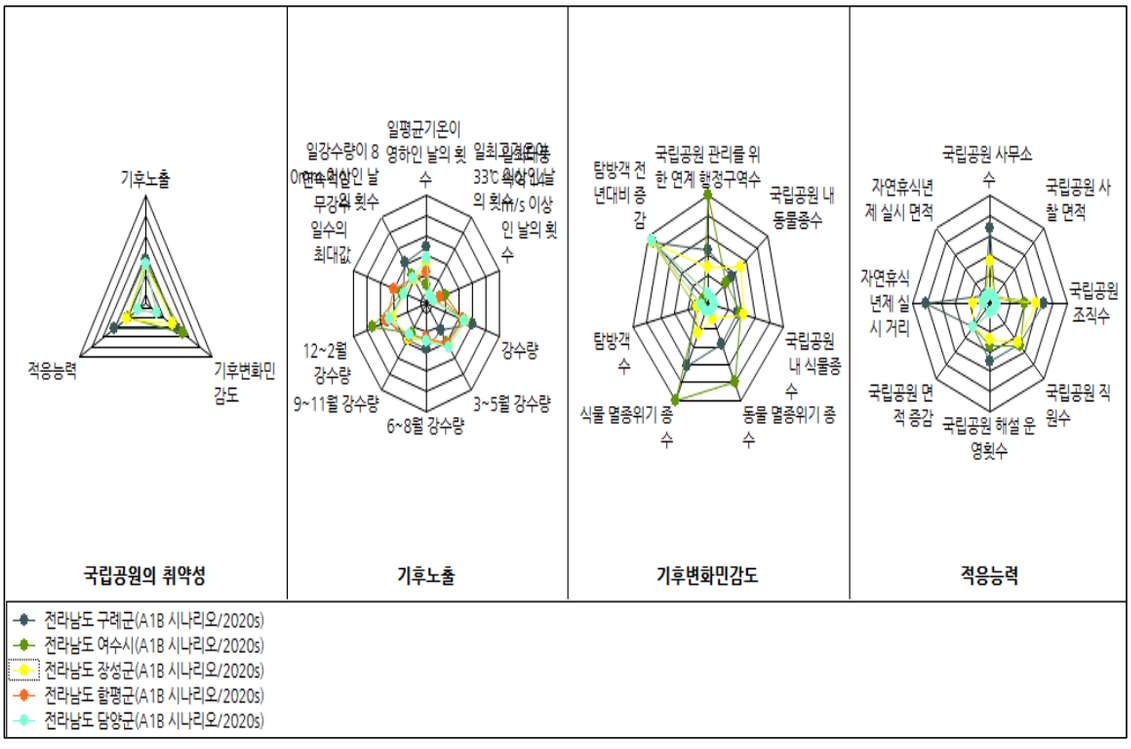
○ 적응능력은 국립공원 사무소 수, 국립공원 조직 수, 국립공원 직원 등 국립공원 조직과 인원에 의해 많이 좌우되었으며, 자연 휴식년제 실시 거리도 비교적 높게 나타남

○ 적응능력을 키우기 위해서는 국립공원 조직과 인원을 늘리고, 자연 휴식년제를 보다 확대해야 할 것으로 보임

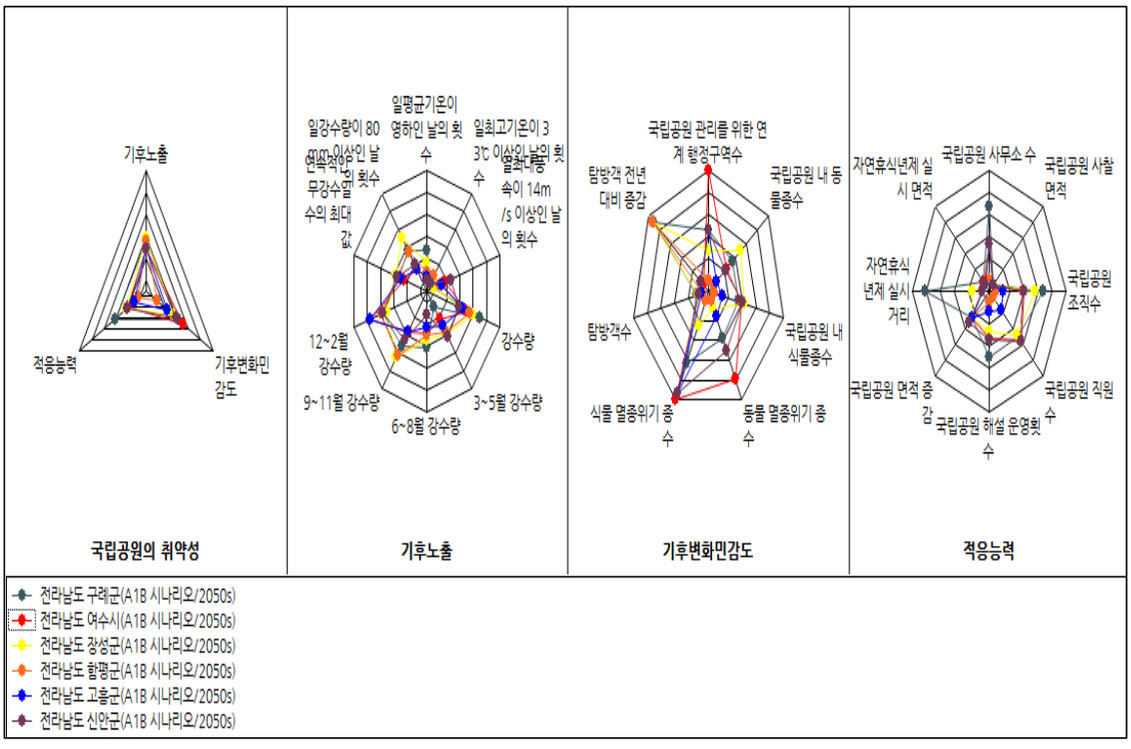
○ 미래의 경우도 현재와 큰 차이가 없었으나 기후노출 인자들의 기여율에 약간씩의 변화가 있었음



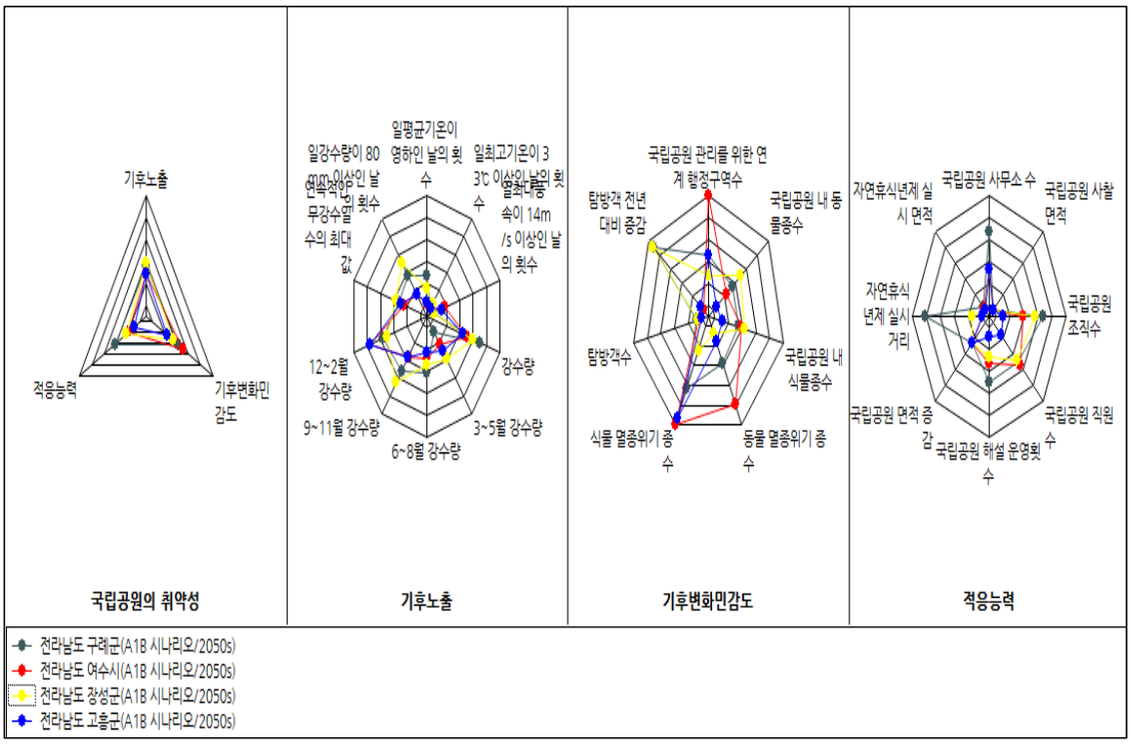
<그림 5-7-37> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2000년대)



<그림 5-7-38> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2020년대)



<그림 5-7-39> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2050년대)



<그림 5-7-40> 전라남도 국립공원의 취약성 상위 지자체 취약성 기여도(2100년대)

3) 정성적 평가방법에 의한 취약성 평가

가) 주요 인자

○ 생태계의 생물적 요소를 대상으로 식물, 육상곤충을 대상으로 실시하였음

○ 기후변화에 따른 각 인자들(수온, DO 등)을 세분하기 보다는 통합적으로 분류하여 실시함

○ 각 인자들에 미치는 영향은 긍정적인 면과 부정적인 면을 분리하였고, 영향요소에 대한 근거를 제시하였음

나) 취약성 평가 방법

○ 각 항목에 대한 민감도와 적응력 평가 결과를 바탕으로 아래와 같은 취약성 등급(지수)을 평가함

※ 취약성 등급(지수) = 민감도 - 적응력

○ 취약성 등급이 양(+)의 값인 경우 각 해당 항목이 온도 상승에 대한 민감도가 높다는 의미이며, 음(-)의 값인 경우 해당항목이 민감하게 반응하더라도 이미 적응력을 갖고 있다는 것을 의미함

○ 해당 항목 중 취약성 등급이 음(-)의 값인 경우 별도의 적응전략이나 인위적인 대응 방안을 모색하지 않더라도 부정적인 영향이 미미함을 의미하고, 양(+)의 값인 경우 별도의 적응전략이나 방안의 모색이 필요한 것으로 판단되어 다음 단계의 적응전략 또는 적응방안 제시의 단계가 필요함

다) 생태계 인자별 영향 예측

■ **식생의 영향 예측**

구분	영향요소	영향유형		영향예측
		긍정	부정	
식생	종 조성 변화		●	- 기온 상승으로 고산과 아고산 식물의 사멸 및 후퇴 가능성
	밀도 증가 (1차 생산력 증가)	●		- 봄이 빨리 오고 가을이 늦게 찾아 옴으로서 생육기간이 증가함
	서식처 변화	●	●	- 냉온대 침활 혼효림이 감소하고, 난대 침엽 우점 혼효림과 난대 활엽우점 혼효림이 증가함
	다양성		●	- 식생대의 공간적 이동으로 식물의 분포와 생육범위가 달라지며 산림생물종 다양성이 감소
	생태계 안정성		●	- 생육범위의 변동으로 인한 생태계의 안정성이 감소함

■ 식생의 취약성 평가

기후변화 요인	대상 항목	민감도 大 ←←←					→→→ 적응력 大				
		5	4	3	2	1	1	2	3	4	5
	식생			●				●			

부정적 영향 등급 또는 취약성 등급(= 민감도 - 적응력)	1

■ 민감도 근거

- ○ 기후변화에 따라 1단계로 식물의 생리적 반응이 나타나고, 2단계로 생물군집의 종 조성과 생장에 변화가 생기고, 3단계로 식생대가 이동하며, 4단계로 생태계 내의 먹이사슬, 수분수지, 양분순환체계 등에 교란과 변화가 발생함(공우석, 2005)
- ○ 한반도 고유종이며 고산지대에서만 생육하는 구상나무와 설앵초는 지구상에서 멸종될 가능성이 있음(한국생태학회, 2011)
- ○ 남한 저지대의 온대림이 2100년에는 북위 40도까지 북상하고 남해·서해안 지역에는 아열대림이 형성될 것으로 전망. 반면 남한의 냉·온대림은 1990년의 10분의 1로 급격히 줄어들어 지리산, 태백산 등에만 살아남을 것으로 예상(공우석, 2005)
- ○ 기후온난화는 산림생태계의 변화를 유발하는데, 첫째 산림식생대의 공간적 이동으로 식물의 분포와 생육범위가 달라지며 구조와 기능면에서, 산림생물 종 다양성이 감소됨. 둘째 폭우, 강풍, 가뭄 등의 기상이변에 의한 자연적 교란으로 산사태, 산불, 산림병해충 등 산림재해가 양적, 질적으로 심화됨. 셋째 기능적 측면으로 기온 상승에 따라 수분 및 일수지의 변화로 탄소순환 및 양분순환체계와 수목생장에 심각한 영향을 줌(구길본, 2005)
- ○ 미세한 크기의 종자를 갖은 식물을 제외하고는 현재 우려하는 기후변화 속도를 따라잡기 쉽지 않을 것으로 보임(임종환, 2004)
- ○ 고산대 서식종의 기후온난화 취약성 평가

등급	피해정도(종수)	분포지역	외형적 특성	대표적 식물종
1	가장 취약(20종)	북부 고산지대	상록활엽관목	담자리꽃나무, 가는잎애기백산차, 아기백산차, 가솔송
			상록침엽관목	곱향나무
2	취약 (20종)	한반도 전역 고산지대	상록활엽관목	노랑만병초, 큰백산차, 월귤, 황산차
		한라산고산지대	상록침엽아교목	가문비나무, 눈잣나무
3	큰 피해 우려(4종)	북부아고산지대	상록활엽관목	눈향나무, 눈주목
4	피해 발생 가능(9종)	한반도 전역 아고산지대	상록활엽관목	홍만병초, 만병초
			상록침엽관목	찝방나무
			상록침엽교목	분비나무, 좀비나무
5	일부 피해 가능(1종)	한반도 남부, 한라산 아고산지대	상록침엽교목	구상나무
6	큰 피해 없음(3종)	한반도 산지	상록침엽교목	전나무, 잣나무, 주목

출처 : 생태편집위원회(2011)

○ MC1모델에 의해 추정한 과거(1971~2000)의 잠재식생분포도에 따르면 우리나라는 냉온대 침활 혼효림, 난대 침엽 우점 혼효림, 난대 활엽 우점 혼효림이 대부분을 자치하며, 식생유형별로는 냉온대 침활 혼효림이 약 91.2%, 난대 침엽 우점 혼효림이 약 8.2%, 난대 활엽 우점 혼효림이 약 0.5%를 차지함. 이중 남해안 지방에 난대 침엽 우점 혼효림이 나타남

○ 미래(2021~2050)의 잠재식생분포의 모의에서는 냉온대 침활 혼효림이 약 86.2%, 난대 침엽 우점 혼효림이 약 11.9%, 난대 활엽 우점 혼효림이 약 1.7%를 차지하며 2071 - 2100년에는 식생의 종류는 큰 변화가 없으나 냉온대 침활 혼효림이 약 50.2%까지 감소하고, 난대 침엽 우점 혼효림이 약 41.3%, 난대 활엽 우점 혼효림이 약 8.3%까지 증가하는 것으로 나타남(Choi et al., 2009)

○ Holdrige 모형을 이용한 미래 산림기후대 분포를 추정한 결과 아열대림 기후대가 제주도와 남해안 일대, 경남 내륙과 전남 서부, 동해안 일부 지역 등 8.05% 차지함(김재욱과 이동근, 2006)

○ 식생분포의 적응 능력지수(Adaptive Capacity Index) 평가는 기후변화에 따라 식생분포의 적응성은 식생유형의 변화가 어느 방향으로 이루어지는 가를 평가함. 즉 아열대황무지 → 난대황무지 → C4 초본류 → 냉온대 활엽수림 → 활엽수림 → 난대 활엽 우점 혼효림 → 난대 침엽 우점 혼효림 → 냉온대 침활 혼효림에서 1단계씩 진행하면 적응능력

지수는 양(+)의 값을 주고, 반대의 경우 음(-)의 값을 갖음(기후변화 시나리오 따른 취약성 평가)

○ 미국 항공 우주국(NASA), 미국지구물리학자연맹, 보스턴대학 과학자들의 2001년 발표에 의하면 기온이 상승하면서 유라시아 일부 지역에서 20년 전에 비해서 초목의 밀도가 높아지고 연간 생장 기간이 길어졌다고 함. 과거에 비해 봄이 1주일 정도 일찍 찾아오고 가을이 10일 정도 길어져 생장기간이 거의 18일 정도 늘어나고 북미 지역은 12일이 늘어났음(공우석, 2005)

■ 적응력 근거

○ 기후변화에 따른 산림식생의 변화를 예측하기 위한 실험으로 신갈나무, 상수리나무, 떡갈나무, 졸참나무, 갈참나무, 굴참나무 등 참나무류 6종을 온실에서 재배한 결과 야외에서보다 온실에서 생육이 높았음(유명한, 2008). 이것은 기후변화에 의해 산림 식생이 급변할 것이라는 예상과 달리 현재 서식지에서 잘 적응할 것이라는 판단이 가능함

○ 기온의 변화에 따른 소나무의 적응 능력을 조사한 결과 봄철에 이어 가을에도 성장을 하는 2차 성장 현상이 관찰되었는데, 겨울날씨의 고온화로 겨울눈을 틔워도 겨울철에 죽지 않을 것으로 판단해 2차 생장을 하는 생존 전략이라고 판단 함(이창석, 2009)

■ 육상곤충 영향 예측

구분	영향 요소	영향유형		영향예측
		긍정	부정	
육상곤충	종 조성 변화	●	●	- 북방계 곤충은 북으로 보다 이동하고 전남은 남방계열의 곤충상으로 변화
	밀도 증가	●		- 생활사가 빨라짐으로서 개체군 밀도 증가
	서식처 변화		●	- 상록활엽수의 번성으로 먹이식물의 종류가 바뀜
	다양성		●	- 먹이식물의 분포와 생육범위가 달라지며 종 다양성이 감소
	생태계 안정성		●	- 특정종의 대량증식과 외래종의 도입 등으로 생태적 안정성 감소

■ 취약성 평가

기후변화 요인	대상 항목	민감도 大 ←←←					→→→ 적응력 大				
		5	4	3	2	1	1	2	3	4	5
	육상곤충			●				●			

부정적 영향등급 또는 취약성 등급(= 민감도 - 적응력)	1

■ 민감도 근거

○ 남방계 물결부전나비가 국내에 토착화되어 월출산 국립공원에서 산란과정이 관찰되었고, 청띠제비나비는 동해안에서 북부지역까지 서식범위가 확대되었지만 북방계 나비류는 태백산맥 등으로 분포범위가 좁아지고 있음(한국생태학회, 2011)

○ 최근 우리나라에서 갈색여치와 주홍날개꽃매미가 대량으로 발생하여 사회적인 문제를 일으키고 있는데 이들은 과거 흔히 볼 수 없는 곤충으로 최근 기후온난화가 생태파괴가 우려되는 시점에서 발생함으로서 기후변화와 관련이 높은 개연성을 나타냄(이정택, 2009)

○ 북방아시아실잠자리, 어리대모꽃등에는 한대성 생물로 서식범위가 북쪽으로 이동하면서 우리나라에서 사라질 것으로 예상됨(한국생태학회, 2011)

○ 온도가 상승하면 곤충의 출현시기가 빨라지고 개체군의 증가속도는 종에 따라 차이는 있지만 점차적으로 증가함(권오석, 2005)

○ 날씨가 따뜻하면 곤충들은 좀 더 일찍 나타나고, 더 빨리 자라며, 더욱 자주 그리고 여러 번 번식함(이정택, 2009)

■ **적응력 근거**

○ 남방제비나비는 남해안에서 서해안까지 분포범위가 확대되어 해안선은 물론 내륙의 따뜻한 곳을 선호하는 것으로 나타남. 먹이식물은 이 종보다 더 북쪽에 생육하고 있어 먹이식물 보다는 서식지의 온도가 종의 분포에 영향을 주는 것으로 확인됨(김도성 & 조영복, 2009)

○ 미국 캘리포니아주에서 서식하는 23종의 나비를 31년 동안 관찰한 바에 의하면 최초 발생일이 빨라지고 이 변화에 영향을 주는 것은 온도와 강우량인 것으로 밝혀짐. 또한 영국에서 33종의 나비 출현시기에 관한 22년간의 기록을 분석한 결과 22종의 우화시기가 빨라졌음(한국생태학회, 2011)

○ 암끝검은표범나비, 남방노랑나비, 청띠제비나비 등은 남방계 나비로 서식 범위가 넓어질 것으로 보임(한국생태학회, 2011)

4) 주요 부문 선정

○ 주요 분야는 취약성평가에서 나타난 항목을 대상으로 선정하였으며, 침엽수 취약성, 곤충의 취약성 및 국립공원의 취약성, 그 외 항목 등의 기후변화에 민감성을 감소시키거나 적응능력을 향상 시킬 수 있는 항목들을 예시하고 해당지자체를 선정하였음

■ **침엽수의 취약성**

기후변화 민감도	적응 능력 향상	해당 지자체
- 침엽수의 임산물 생산량이 많음 - 침엽수 분포가 적음	- 관련 공무원수 증원 - 침엽수 조림면적 증대	목포시, 함평군, 나주시, 무안군, 순천시

■ **곤충의 취약성**

기후변화 민감도	적응 능력 향상	해당 지자체
- 꿀벌의 농가 수가 많음 - 산림해충과 곤충매개 전염병 발병자 수가 많음	- 친환경적인 요소를 도입 - 산림방제 면적 확대	구례군, 곡성군, 담양군, 화순군

■ **국립공원의 취약성**

기후변화 민감도	적응 능력 향상	해당 지자체
- 국립공원 관리를 위한 연계 행정구역 수가 많음 - 탐방객 전년 대비 증감이 큼 - 식물과 동물의 식물 멸종 위기종수가 많음	- 국립공원 조직과 인원을 증원 - 자연 휴식년제를 보다 확대	여수시, 구례군, 장성군, 고흥군

마. 세부시행계획 수립

1) 주요 사업 현황

가) 국가사업

○ 현재 국가의 환경부, 농림부, 산림청, 농림식품부, 국토부 등에서 기후변화에 따른 직간접적인 영향이 있는 분야들에 대한 대응 전략을 추진하고 있음

○ 대응전략으로는 크게 기후변화 취약 생태계 지표종 모니터링, 기후변화 생태계 영향 및 취약성 평가, 생물종, 유전자원, 생태계 다양성 보전 및 복원, 훼손 및 단절된 생태계 연계를 위한 생태축 복원, 외래종 돌발 대발생 생물 피해 방지를 위한 관리체계 구축, 생태계 관리를 위한 거버넌스 구축 및 홍보 강화 등 5개 분야임

○ 전라남도가 국가사업에 포함되어 있는 분야는 산림청의 2011년도 광주, 전남, 전북 지역 공·사유림 내 산림습원 조사(991천 ha), 국토부의 2011년 사업인 남해 및 제주도 연근해 대상 해양생태계 기후변화 반응지표 계발, 2015 사업인 기후변화 시나리오에 따른 황해역 생태계 변화 예측 등에 포함되어질 것으로 보임

○ 전라남도에서 국가사업에 참여하거나 병행하여 실시하면 유용한 사항으로는 주요 수종의 식생분포 및 산림생태계 변화 예측 파라미터 가용성 분석, 기후변화 시나리오에 따른 산림생태계 구조 평가 및 예측, 기후변화 생물지표 국민 참여 모니터링, 생태계 교란 야생동식물 모니터링 및 외래종 정밀 조사, 장기 농업생태계 변동 모니터링을 위한 기반 구축 방안 마련 등으로 판단됨

○ 또한 전라남도가 생태보호지역 간 기후변화 상관 분석을 위한 우선 대상지 파악(습지보호지역, 생태경관보전지역, 특정도서 등), 우수생태지역 지속 발굴, 생태계보호지역의 확대 지정 및 체계적 관리 등에 본 지역이 많이 포함되도록 노력해야 할 사업으로 판단됨

■ 기후변화 취약 생태계 지표종 모니터링

연도	부서	주요내용	전남 연관성
2011	환경부	○ 육지, 담수, 및 동물 등 생태계 유형 분야에 따른 장기 생태 연구(19개소) 및 생태계 변화 자료 축적 ○ 기후변화 생물다양성 관찰 네트워크 체계 마련 ○ 기후변화 생물지표 국민 참여 모니터링 시범사업	국민참여 모니터링 동참
	농진청	○ 지표종 선발을 위한 종 분포와 기후변화와의 연관성 분석	
	산림청	○ 장기 생태조사(금산, 대전 등) 및 플럭스 관측 - 현지조사 및 DB 구축	
	농식품부	○ 취약 생태계 선정을 위한 추진 전략 수립 ○ 표준화된 모니터링을 위한 프로토콜 제정	
2012	농진청	○ 지표종의 생태적 특성과 서식환경과의 연관성 분석 ○ 장기 농업생태계 변동 모니터링을 위한 기반 구축 방안 마련	농업기술원
	산림청	○ 장기생태 조사(계방산, 광주 등) 및 플럭스 관측 - 현지 조사 및 DB 구축	
	농식품부	○ 권역별 정밀 해양생태계 변동 모니터링 수행 - 주요 지표종 모니터링 수행	
2013	환경부	○ 육지, 담수, 연안 및 동물 등 생태계 유형 분야에 따른 장기 생태 연구(19개소) 및 생태계 변화 자료 축적 ○ 기후변화 생물지표 추가 지정(100종 -> 130종) ○ 기후변화 생물지표 국민참여 모니터링(계속) ○ 기후변화에 따른 생태계 영향 파악 및 평가 기법 개발 ○ 기후변화 등 환경변화에 따른 국가 대응 자료 구축 및 국가 생태계 보전 2단계(2014 ~ 2023년) 장기플랜 수립	
	농진청	○ 농업 생태계 서식 생물에 대한 분포 조사 및 기후변화와의 연관성 분석: 지표종 모니터링 및 지표종의 기후변화 적응성 분석	
	산림청	○ 장기생태 조사(광릉, 울릉도, 부산 등) 및 플럭스 관찰 - 현지 조사 및 DB 구축	
	농식품부	○ 권역별 정밀 해양생태계 변동 모니터링 수행 - 주요 지표종 모니터링 수행	
2014	환경부	○ 기후변화 등 환경변화에 따른 국가 대응 자료 구축 및 국가 생태계 보전 장기플랜 2단계(2014 ~ 2023년) 사업 착수 ○ 육지, 담수, 연안 및 동물 등 생태계 유형 및 분야에 따른 한반도 취약 생태계 모니터링 및 대응방안 수립 추진 ○ 기후변화 생물지표 분포도(식물, 나비류, 조류) 작성 및 향후 분포 예측 ○ 기후변화 생물지표 국민참여 모니터링(계속)	
	농진청	○ 농업 생태계 서식 생물에 대한 분포 조사 및 기후변화와의 연관성 분석 : 지표종 모니터링 및 지표종의 기후변화 적응성 분석	
	산림청	○ 장기생태계 변화 모니터링 DB 구축	
	농식품부	○ 권역별 해양생태계 변동 모니터링 수행 - 주요 지표종 모니터링 수행	

연도	부서	주요내용	전남 연관성
2015	환경부	○ 육지, 담수, 및 동물 등 생태계 유형 및 분야에 따른 한반도 취약 생태계 모니터링 및 대응방안 수립 추진 ○ 기후변화 등 환경변화에 대한 한반도 민감 생태계 보전 방안 연구 추진 ○ 기후변화 생물지표 분포도(무척추, 해조류 등) 작성 및 향후 분포 예측 ○ 기후변화 생물지표 국민참여 모니터링(계속)	
	농진청	○ 농업 생태계 서식 생물에 대한 분포 조사 및 기후변화와의 연관성 분석 : 지표종 모니터링 및 지표종의 기후변화 적응성 분석 ○ 농업생태계 생물종 보전을 위한 농경지 관리 방안 마련	
	산림청	○ 장기생태계 변화 모니터링 모델 개발	
	농식품부	○ 생태계 취약성 평가 결과에 따른 적응대책 수립 ○ 지표종 예측을 위한 생태계 모델 개발	

■ 기후변화 생태계 영향 및 취약성 평가

연도	부서	주요 내용	전남 연관성
2011	환경부	○ 온난화 환경에서의 생태계 영향 연구(I) - 생물종의 개체군 변동 및 분포모델 자료 축적 및 갱신 - 생태계 취약성 평가 관련정보 DB 구축	
	농진청	○ 농업생태계 영향평가를 위한 지표 선발 및 평가체계 마련 ○ 기후변화 취약성 평가 관련 DB구축	
	산림청	○ 기후변화 시나리오에 의한 산림 기상의 공간적 변이 추정 ○ 산림식생 및 곤충의 지리적 변화 분포 예측	
	국토부	○ 남해 및 제주도 연근해 대상 해양생태계 기후변화 반응지표 계발	전남권역
	농식품부	○ 해양생태계 영향평가 모형 구축 ○ 생태계 모니터링 및 영향 분석	
2012	환경부	○ 온난화 환경에서의 생태계 영향 연구(II) ○ 생태계 유형별 기후변화 취약성 평가모델 적용 및 갱신 ○ 생태계 취약성 평가 관련정보 DB 구축	
	농진청	○ 장기 농업생태계 변동 모니터링을 위한 기반구축 방안 마련 ○ 지표에 의한 기후변화에 따른 농업생태계 영향평가 및 시스템 검증 ○ 기후변화 취약성 평가지표 개발을 위한 자료의 표준화 및 DB 구축	
	산림청	○ 주요 수종의 식생분포 및 산림생태계 변화 예측 파라미터 가용성 분석 ○ 기후변화 시나리오에 따른 산림생태계 구조 평가 및 예측	
	국토부	○ 기후변화에 따른 해양생태계 변화 진행 정도 파악을 위한 기술개발	
	농식품부	○ 해양생태계 영향평가모형 구축 - 생태계 모니터링 및 영향 분석	

연도	부서	주요 내용	전남 연관성
2013	환경부	○ 온난화 환경에서의 생태계 영향 연구(Ⅲ) ○ 생태계 유형별 기후변화 취약성 통합예측시스템 개발 ○ 생태계 취약성 평가 관련정보 DB 구축	
	농진청	○ 기후변화 시나리오에 따른 생태계 변동 평가 ○ 농업생태계 취약성 평가 및 취약 생태계 동정	
	산림청	○ 추정모델의 현지 적합성 검정 ○ 기후변화 시나리오에 따른 산림생태계 구조 평가 및 예측	
	국토부	○ 기후변화 시나리오에 따른 생태계 변화 예측 기술 계발	
	농식품부	○ 영향 및 취약성 평가 ○ 생태계 모니터링 및 영향 분석	
2014	환경부	○ 온난화 환경에서의 생태계 영향 연구(Ⅳ) ○ 생태계 유형별 기후변화 취약성 통합예측시스템 보완 및 적용 ○ 생태계 취약성 평가 관련정보의 교육 및 홍보 강화	
	농진청	○ 기후변화 시나리오에 따른 농업 취약성 변동 예측 모형 개발 ○ 기후변화 시나리오에 따른 농업 취약성 변동 모형 개발	
	산림청	○ 산림생태계 구성요소별 구조와 기능 및 분포 모델 작성	
	국토부	○ 기후변화가 황해 해양환경/생태계에 미치는 영향 진단	
	농식품부	○ 영향 및 취약성 평가 ○ 생태계 모니터링 및 영향 분석	
2015	환경부	○ 온난화 환경에서의 생태계 영향 연구(Ⅴ) ○ 생태계 유형별 기후변화 취약성 통합예측시스템 보완 및 적용 ○ 생태계 취약성 평가 관련정보의 교육 및 홍보 강화	
	농진청	○ 기후변화 시나리오에 따른 생태계 변동 예측 ○ 농업생태계 안정화를 위한 농경지 관리방안 마련	
	산림청	○ 기후변화 생태계 예측 및 영향평가 시스템 개발	
	국토부	○ 기후변화 시나리오에 따른 황해역 생태계 변화 예측	전남 해역
	농식품부	○ 생태계의 건강 활력도 진단 및 평가 실시 ○ 생태계 모니터링 및 영향 분석	

■ 생물종, 유전자원, 생태계 다양성 보전 및 복원

연도	부서	주요 내용	전남 연관성
2011	환경부	○ 멸종위기야생동물 복원 : 반달가슴곰 등 9종 증식 복원 ○ 멸종위기식물원 조성 : 2개소 ○ 호남권 야생 생물자원관 예비 타당성 조사 실시 ○ 야생 생물자원 DNA Bar Code 시스템 구축기반 마련 ○ 주요 야생식물 종자확보 및 장기보존 연구 ○ 기후변화와 보호지역간의 상관관계 분석(1차년도) ○ 생태보호지역 보전과 적응 간 상관관계 분석계획(안) 마련 ○ 생태보호지역 내 기후변화 분석을 위한 기초 측정장비(AWS) 여건 분석 ○ 생태보호지역 간 기후변화 상관 분석을 위한 우선 대상지 파악(습지보호지역, 생태경관보전지역, 특정도서 등) ○ 우수생태지역 지속 발굴 및 국가습지 DB 구축(1차년도) ○ 생태계보호지역의 확대 지정 및 체계적 관리(1차년도)	야생생물자원관 전남포함 습지보호지역, 생태경관보전지역, 특정도서 등에 전남권 포함
	농진청	○ 식물자원 다양성 확보(국내 고유자원 : 재래종, 자생종, 국외유용자원 - 로열티, 아열대 자원)	
	산림청	○ 기후변화 취약 산림 식물종의 개화·개엽 시기 모니터링 ○ 기후변화 취약 유용 산림 식물종 보전·적응 사업 ○ 광주, 전남, 전북지역 공·사유림 내 산림습원 조사: 991천 ha ○ 2010년 조사지역 중 보전가치가 우수한 지역 산림유전자보호구역 지정 ○ 대국민 web 서비스를 위한 DB자료 구축	산림습원 대상지역
	국토부	○ 해양생태계 기본조사(제주도 및 이어도) ○ 생물다양성 Hospot 조사 및 해양생태계 관리방안 연구	
	농식품부	○ 고유종(멸종위기종) 재생산 기술 연구 - 품종 보존 및 서식지외 계대사육 - 멸종위기 담수어 종 보존 연구 - 유전학적 집단구조 해석 및 원산지 판별 기술 개발 - 유전자원 정보 확보 및 유전자 은행 운영 ○ 연체동물 생태적 특성 및 유전정보 자료집 발간 ○ 생물자원 및 유전적 다양성 확보	

연도	부서	주요 내용	전남 연관성
2012	환경부	○ 멸종위기야생동물 복원 : 반달가슴곰 등 10종 증식 복원 ○ 멸종위기식물원 조성: 2개소 ○ 한반도 자생 관속식물의 유용물질 탐색·발굴 ○ 국가 생물자원 배양센타 기반구축 ○ 기후변화와 보호지역간의 상관관계 분석(2차년도) ○ 우수생태지역 지속 발굴 및 국가습지 DB 구축(2차년도) ○ 생태계보호지역의 확대 지정 및 체계적 관리(2차년도)	
	농진청	○ 식물자원 다양성 확보 - 등록 보존: 종자 자원(4천점/년), 영양체 자원 - 국가번호부여 완료	
	산림청	○ 기후변화 취약 산림 식물종의 개화·개엽 시기 모니터링 ○ 기후변화 취약 유용 산림 식물종 보전·적응 사업 ○ 경북지역 공·사유림 내 산림습원 조사: 1,096천 ha ○ 2011년 조사지역 중 보전가치가 우수한 지역 산림유전자보호구역 지정 ○ 대국민 web 서비스를 위한 DB자료 구축	
	국토부	○ 해양생태계 기본조사(동해남부 해역) ○ 생물다양성 Hospot 조사 및 해양생태계 관리방안 연구	
	농식품부	○ 고유종(멸종위기종) 재생산 기술 연구 ○ 2012와 거의 동일	
2013 ~ 2015	환경부	○ 2011과 2012와 동일 지속사업	
	농진청	○ 2011과 2012와 동일 지속사업 ○ 등록 보존 : 종자자원(5천점/년), 영양체 자원 - 중복보존, 초저온 보존(2013-2015)	
	산림청	○ 2011과 2012와 동일 지속사업 ○ 대전, 충남, 충북지역 공·사유림 내 산림습원 조사: 845천 ha(2013) ○ 서울, 경기, 강원 지역 공·사유림 내 산림습원 조사: 1,083천 ha(2014)	
	국토부	○ 2011과 2012와 동일 지속사업	
	농식품부	○ 2011과 2012와 동일 지속사업 ○ 참굴, 피조개, 바지락 재생산 및 보존관리(2013) ○ 국산화 박대 양식 실험(2014) ○ 국산화 박대 재생산 시험(2015)	

■ 훼손 및 단절된 생태계 연계를 위한 생태축 복원

연도	부서	주요 내용	전라남도 연관성
2011	환경부	○ 주요 생태축 생태계조사 - 전국 자연환경 조사와 연계하여 자연생태계 연결 효과 분석 착수 ○ 훼손·단절 지역 현황조사 및 복원대상지역 선정 ○ 광역생태축 훼손·단절 지역 복원 시범사업 추진 ○ 생태계우수지역의 보호지역 지정·관리 ○ 국립공원 훼손지 복원 변경 계획 수립 ○ 국립공원 생태계 보전 종합계획 추진	
	산림청	○ 민북지역 및 백두대간 등 주요지역 훼손지 복원(38ha) ○ 주요자생식물 훼손지 복원(2ha) ○ 백두대간 마루금 생태축 연결(2개소)	
2012 ~ 2015	환경부	○ 주요 생태축 생태계 조사 ○ 도시 녹지·친수 공간 확충 ○ 광역생태축 보전을 위한 입지관리 ○ 광역생태축 훼손 지역 복원 시범사업 추진 ○ 생태계우수지역의 보호지역 지정·관리 ○ DMZ 유네스코 생물권보전지역 지정 ○ 국립공원 훼손지 복원 변경 계획 수립 ○ 국립공원 생태계 보전 종합계획 추진	
	산림청	○ 민북지역 및 백두대간 등 주요지역 훼손지 복원(68 ha) ○ 주요자생식물 훼손지 복원(2 ha) ○ 백두대간 마루금 생태축 연결(1개소)	

■ 외래종 돌발 대발생 생물 피해 방지를 위한 관리체계 구축

연도	부서	주요 내용	전라남도 연관성
2011	환경부	○ 생태계 위해성 평가 관련 법적 기반 마련 ○ 외래종 관리 기본계획 수립 ○ 외래동식물 종별 관리방안 연구 ○ 외래동식물 정밀조사 및 모니터링 실시 ○ 생태계 교란 야생동식물 모니터링 및 외래종 정밀 조사 대국민 홍보	지역 조사도입
	국토부	○ 국내 주요항구 외래종 모니터링 및 주요 항구 인근 해역의 외래종 확산 실태조사, 부착판 실험을 통한 외래종의 능동적 조사 ○ 외래종의 일반적 침입과정 및 생태적 특징 규명 및 외래종 관리방안 ○ 외래종 대책반 구성 운영 ○ 정착 외래종의 생물학적 정보 연구 ○ 대국민 홍보 및 국제협력방안 강구	전남지역의 항구를 대상으로 능동적으로 참여
	농식품부	○ 적조 광역 조사, 해파리 목시조사 및 구제방안 마련 ○ 해양 아열대 지표종 신규 출현 양상 분석 ○ 패독 발생 유독 플랑크톤 모니터링 실시	
2012	환경부	○ 외래생물종 위해성 평가 기초자료 확보 ○ 외래생물종 정밀 조사 및 모니터링 실시 ○ 외래생물종으로 인한 국내 생태계 및 경제적 손실에 대한 연구 ○ 수입 심사대상 외래동식물 지정 ○ 생태계 교란종 모니터링 및 외래생물종 정밀조사 ○ 생태계 위해성 심사 및 승인제도 도입에 따른 준비 ○ 생태계 교란종 퇴치사업 추진	전남 지역도입
	국토부	○ 해양생태계 교란생물 모니터링 등 지속 조사 ○ 교란생물 지정 기준 절차 규정 마련 ○ 교란생물 선정위원회 구성 ○ 교란생물 영향조사 및 후보종 마련	
	농식품부	○ 선박유출수에 따른 아열대 외래 유입종 모니터링 ○ 해적생물 대량 발생 원인 규명 및 예측 모델 구축 ○ 패독 발생 유독 플랑크톤 모니터링	
2013	환경부	○ 외래동식물 종별 특성 및 관리방안 연구 ○ 외래동식물 종별, 등급별 관리방안 마련 제공 ○ 외래동식물 정밀조사 및 모니터링 실시 ○ 생태계 교란종 모니터링 및 외래생물종 정밀조사 ○ 생태계 위해성 심사 및 승인제도 도입에 따른 준비 ○ 생태계 교란종 퇴치사업 추진	전남지역 도입
	국토부	○ 교란생물 관리방안 마련	
	농식품부	○ 2012와 동일	
2014 ~ 2015	환경부	○ 2013년과 동일	
	농식품부	○ 해적생물 대량발생 예측 모델 운영 및 서비스 제공 ○ 고차 영양단계 수산생물 신규 유입종 모니터링	

■ 생태계 관리를 위한 거버넌스 구축 및 홍보 강화

연도	부서	주요 내용	전라남도 연관성
2011 ~ 2015	환경부	○ 생물다양성 및 생태계 관찰 네트워크 구축 ○ 생태계 적응 가이드라인 제작 보급 ○ 정부 부처 간 협의체 구성	
	산림청	○ 산림 생태계 경영을 위한 기반정보 수집(2011) ○ 산림 생태계 경영 기반 조성(2012) ○ 생태계 서비스 기능 발굴 및 적용방안(2013) ○ 생태계 서비스 평가 및 홍보(2015)	
	농식품부	○ 선제적 어장 환경 관리 시스템 개발 ○ 해파리 정보 시스템 개발 ○ 해양 위성 영상 DB 구축 ○ 이상 해양 환경 정보관리 시스템 구축(2012) ○ 실시간 해황 예측 자료 제공 시스템 구축(2013)	

나) 전라남도 사업

○ 전라남도의 경우 녹색성장정책실과 관광문화국 그리고 농림식품국이 생태계와 관련된 정책의 주 부서로서 2011년도 아래와 같은 내용의 사업을 진행하고 있음

연도	부서	주요 내용	비고
2011	녹색성장 정책실	○ 생활속 녹색성장 실천문화 확산을 위한 교육 홍보 ○ 지역 녹색공간 확충을 위한 green 마을 및 녹색길 조성 ○ 친환경 생활공간 조성사업 ○ 자연환경보전·이용시설 설치사업 - 자연생태공원, 생태관 및 자연학습장, 야생화 공원 등 ○ 순천만 그린에너지 정원 설치	
	관광문화국	○ 뱀생태공원 및 이순신 길 조성사업 ○ 섬가꾸기 및 남도 섬 명소화 사업	
	농림식품국	○ 품격과 가치있는 산림자원 육성 ○ 산림생태계의 효율적 보전 ○ 산림휴양·문화공간 확충	

2) 방향 및 목표설정

■ 추진방향

○ 기후변화에 따른 생태계의 변화를 완화하고 적응하기 위해 생물지표종의 모니터링, 다양한 관측기술과 모델을 통합·해석하는 시스템의 개발을 통한 미래의 예측과 예측된 생태계의 위험 요소의 경고와 이를 최소화하는 신속한 대처

○ 정부와 지자체 그리고 학술기관과 연계하여 생태계의 지속적인 변화 양상을 모니터링하고 위험요소를 찾아 적응방안 마련

○ 아열대성 생태환경의 지속적 확장과 온대성 생태환경의 축소에 따른 적응능력 제고

○ 생태계 변화의 양상은 남해안과 남해도서 보다는 내륙지역의 변화가 클 것으로 전망 됨에따라 이를 적극적으로 활용하고, 내륙의 취약한 부문의 피해를 최소화할 수 있는 방향으로 추진

■ **목표설정**

○ 생태계의 취약성을 평가하고 이를 토대로 취약한 부분의 개선 및 적응능력 향상

○ 생태환경의 변화를 최소화하고 변화된 생태계의 장점을 찾아 이를 적극 활용

○ 고온이나 폭염으로부터 인간의 피해를 최소화하기 위해 생태환경의 조성 및 보완

■ **추진전략**

○ 전라남도의 생태계 변화 양상은 우리나라 전체 생태계 변화양상을 파악할 수 있는 잣대가 될 수 있음으로 생태계 모니터링이 전라남도에서 많이 이루어 질 수 있도록 중앙정부에 부각

○ 산·학·연이 참여하는 기술지원팀 상시 운영함으로서 생태계변화에 따른 빠른 대응

○ 전남이 보유한 비교우위의 생태계를 이용 저탄소 녹색공간 조성을 위한 방안마련과 활용

○ 신도시 건설의 경우 계획 단계에서부터 생태공간이 최대한 활용되고 녹지축이 설정함으로서 고온이나 폭염으로부터 피해를 저감하기 위한 생태환경 조성

3) 세부시행계획

가) 기존 대책

① 전라남도 자연 생태계에 대한 적응

■ **전남지역 침엽수림에 대한 대책 마련**

○ 전남지역 침엽수림의 분포 및 현황 파악

○ 침엽수림의 변화양상 장기 예측

○ 대비책 마련 : 소나무 등 취약식물을 대체할 식물의 선정과 개발 및 식재(난대림 확대조성 및 자원화와 연계)

■ **관련공무원 수의 확충**

○ 소나무 등의 침엽수림의 피해가 예상됨으로 이를 예측하고 보완할 관련공무원의 수를 확충할 필요가 있음

■ 주홍날개꽃매미 등 생태계 교란 곤충에 대한 대책 마련

○ 생태계 교란 야생동식물 모니터링 및 외래종 정밀 조사

○ 생태계 교란종 퇴치사업 추진

■ 보전가치가 높은 습지와 도립공원 보전계획 수립 및 모니터링의 실시

○ 전라남도에는 두륜산, 조계산, 천관산 등의 도립공원과 담양습지, 신안 장도 습지, 무안갯벌, 진도 갯벌, 순천만 갯벌, 보성벌교 갯벌 등 습지가 있음

○ 도립공원과 습지를 대상으로 지속적인 모니터링 실시

○ 모니터링 자료를 바탕으로 변화 양상을 파악하고 미래의 변화를 예측하여 보전계획 수립

② 자연을 이용한 고온 및 폭염에 대한 적응

■ 폭염 저감을 위한 도시 생태 네트워크 개선

○ 새로운 거주지 및 공단 조성 시 호수공원, 생태공원 등 조성

○ 도시 숲, 가로수, 옥상녹화 등을 통한 녹지 공간 확충

○ 가로수 조성 시 2중 가로수 식재

○ 도시 외곽의 녹지대 양적 질적 향상 추진

미국 캘리포니아 주 새크라멘토(Sacramento)의 사례
- ‘Cool Community Program’이라고 하는 열섬효과를 감소시키는 프로그램을 운영 중 - 프로그램을 실행하는 방법으로는 나무심기와 지붕 및 도로포장을 밝은 색으로 바꾸는 것 등이 있음 - 나무 심기는 나무그늘 효과와 증발산 작용, 온도 저감효과를 불러오고, 밝은 색칠하기는 태양복사열의 반사율을 높여 열 흡수를 줄이는 효과를 기대 - 나무그늘 프로그램(Shade Tree Program)에 의해 새크라멘토 나무재단(Sacramento Tree Foundation)과 시청 등은 기온정보를 통해 나무를 추가로 심을 곳과 수종, 수령을 판단하고 있음

■ 생태주거단지의 건설

○ 필란드의 에코-비키의 변형(지속가능한 생태문화 도시의 방향 설정 및 추진방향, 한국정책·평가 연구원, 2008 참조)

○ 태양광을 이용한 전력 공급 및 난방

○ 녹지 공간 조성 및 공원화

○ 빗물을 이용 등

■ **생태연못의 조성**

○ 전라남도에 산재하고 있는 소규모 연못을 대상 또는 마을 별로 소규모 생태연못 조성

○ 마을의 하수와 인근의 자연 하천수 등과 연계하여 용수를 확보하고 자연친화적 생태계가 유지될 수 있도록 설계

○ 마을이나 농경지의 오염물질을 정화하는 기능과 생물 서식 공간, 천적 서식처 등의 공간을 조성할 수 있음

○ 농촌 생태체험관광 사업 등과 연계 할 수 있음

나) 신규대책

① 전라남도 자연 생태계에 대한 적응

■ **밀원식물의 식재와 벌꿀 생산지 조성**

○ 벌꿀 산업 전통적인 벌꿀 생산뿐만 아니라 로얄제리, 화분, 프로폴리스, 봉독의 생산 등 다양한 생산품과 수분자로서의 역할 등 다양한 분야에 응용할 수 있음

○ 남해 도서를 대상으로 적합한 환경을 가진 섬의 선정 및 밀원식물식재

○ 다양한 기능성 밀원식물을 개발하여 섬에 따라 특화된 벌꿀 생산

○ 뉴질랜드는 UMF라는 항균성분을 함유하고 있는 마누카꿀을 특화하여 세계적 명품으로 육성

○ 최근 우리나라 토종벌이 '낭충봉아부패병'이라는 바이러스 질병에 감염되어 전체의 75% 이상이 폐사되었고, 그 피해가 점차 확대되어가고 있음

○ 농업생산에 심각한 위기를 초래하는 꿀벌의 폐사 원인에 대한 과학적 규명 및 대책 마련에 관한 연구가 시급한 실정

○ 국내 양봉산업의 육성을 위한 구체적 전략을 마련하고, 전문 농가 및 연구인력 양성 시스템의 확보

○ 독립 연구부서 또는 꿀벌 연구소 등의 설치를 통해 우리나라 양봉산업 육성을 위한 안정적인 연구 기반 구축 방안 마련

■ **난대림(상록활엽수림) 확대 조성 및 자원화 방안 마련**

○ 전남지역 난대림 지역 분포 및 현황 파악

○ 난대림 지역은 전남 남해안의 도서 및 연안 지역으로 고흥, 해남, 진도, 여수, 신안 등에

주로 분포하며 앞으로 계속 확대될 것으로 예측

○ 난대림 지역을 관광자원화 하거나 치유의 숲 등으로 활용

○ 난대림 수종 중 황칠나무, 후박나무, 동백나무, 가시나무, 녹나무 등 기후변화에 따라 북상할 것으로 예상되며 경제적 가치가 있는 종들의 육종 및 육묘생산 시설 마련

○ 난대림으로부터 고부가가치 기능성물질 탐구 및 활용방안 마련

- 동백나무(관상 및 미용 재료의 생산), 황칠나무(고부가가치 도료), 후박나무(약재, 가구재), 가시나무(가구재) 등
- 장흥의 천연자원연구원, 한방산업진흥원 등과 협조체계 구축

■ 난대림(상록활엽수림) 난대림을 이용한 치유의 숲과 조성

○ 산림과 난대림의 효율적 이용과 산림효과 연구를 위한 산·학·관 연계 운영. 특히 의학적인 연계 필수

○ 남해안과 도서를 대상으로 난대림의 종류와 군락조성에 따른 치유효과 등에 적합한 지역 선정

○ 선정된 지역에 맞는 테마별 치유 센타 설립

○ 지형과 산림자원을 이용한 테마 코스, 자생식물을 이용한 음식 개발, 치유 숲 숙소 운영 등 내방객에 맞는 맞춤형 서비스 제공

○ 독립 연구부서 또는 숲 치료 연구소 등의 설치를 통해 우리나라 숲 치료의 안정적인 연구 기반 구축

바. 적응대책 목록

분야	대책	사업명	추진기간	비고	담당부서
생태계	전라남도 자연 생태계에 대한 적응	전남지역 침엽수림에 대한 대책 마련	'12-'16	기존	산림청, 농림식품국
		난대림(상록활엽수림) 확대 조성 및 자원화 방안 마련	'12-'16	신규	국토부, 농림식품국
		관련 공무원 수의 확충	'12-'16	기존	산림청
		주홍날개꽃매미 등 생태계 교란 곤충에 대한 대책 마련	'12-'14	기존	농진청, 농림식품국
		습지 보전지역 및 도립공원 보전계획 수립 및 모니터링의 실시	'12-'16	변경	환경부
		밀원식물의 식재와 벌꿀 생산지 조성	'12-'16	신규	농식품부, 농식품국
		난대림을 이용한 치유의 숲과 조성	'12-'16	신규	국토부, 농림식품국
	자연을 이용한 고온 및 폭염에 대한 적응	폭염 저감을 위한 도시 생태 네트워크 개선	'12-'16	기존	국토부
		생태주거단지의 건설	'12-'16	기존	국토부
		생태연못의 조성	'12-'16	변경	국토부, 녹색성장정책실

Ⅶ. 생태계분야 적응대책

1. 목표

○ 기후변화에 따른 전라남도 지역 생태계의 취약성을 평가하고 이를 토대로 취약한 부분의 개선 및 적응능력을 향상시킴

○ 기후변화에 따른 생태환경의 변화를 최소화하고 변화된 생태계 장점을 찾아 이를 적극 활용할 수 있는 기반 마련

○ 기후의 변화에 따른 인간의 피해를 최소화하기 위해 고온이나 폭염으로부터 피해를 저감하기 위한 생태환경의 조성 및 보완

2. 주요과제

○ 습지보전지역 및 도립공원 보전계획 수립 및 모니터링의 실시

○ 주홍날개꽃매미 등 생태계 교란 곤충에 대한 대책 마련

○ 난대림(상록활엽수림) 확대 조성 및 자원화 방안 마련

○ 밀원식물의 식재와 벌꿀 생산지 조성

○ 전남지역 침엽수림에 대한 대책 마련

○ 관련 공무원 수의 확충

○ 폭염 저감을 위한 도시 생태 네트워크 개선

○ 생태주거단지의 건설

○ 생태연못의 조성

3. 기대성과

○ 기후변화에 취약한 생태계의 피해 최소화

○ 생태계 변화에 따른 인간의 피해 저감

○ 난대림 확대 등 전남지역의 비교 우위 자원의 활용

4. 추진과제

대분류	세부과제	비고	관련부서
모니터링 및 영향 · 취약성 평가(Ⅶ-1)	① 습지보전지역, 도립공원 보전계획 수립 및 모니터링 실시	기존	환경부
	② 주홍날개꽃매미 등 생태계 교란 곤충에 대한 대책 마련	기존	농진청
적응 대책 (Ⅶ-2)	① 난대림(상록활엽수림) 확대 조성 및 자원화 방안 마련	신규	국토부
	② 밀원식물의 식재와 벌꿀 생산지 조성	신규	농식품부
	③ 난대림을 이용한 치유의 숲 조성	신규	농식품부

생태계분야: 모니터링 및 영향·취약성 평가(Ⅶ-1-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅶ-1-①	습지보전지역, 도립공원 보전계획 수립 및 모니터링의 실시	기존	환경부

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화에 따른 생태계의 급변화가 이루어지고 있으며 이에 따른 피해가 전 세계적으로 이루어지고 있음

○ 현재 국제적으로 생태계의 영향평가와 모니터링 사업이 국가와 지역, 국제적 차원에서 진행되고 있음

○ 전라남도에는 두륜산, 조계산, 천관산 등의 도립공원과 담양습지, 신안 장도 습지, 무안 갯벌, 진도 갯벌, 순천만 갯벌, 보성벌교 갯벌 등 보전가치가 높은 지정되지 않은 습지가 산재해 있음(예: 고천암 수로)

○ 도립공원은 10년을 주기로 도립공원 자연자원 조사가 이루어지고 있으나 생태계변화 양상이 급변하고 있어서 조사 주기를 2~3년 주기로 시행할 필요가 있음

2. 사업개요

○ 저탄소녹색성장기본법 시행령 38조에 따라 국가 기후변화 적응대책(2011~2015) 수립

○ 육상·담수·연안생태계 및 동물생태 변화에 대한 국가 장기 연구사업 확대 시행

○ 도내의 도립공원과 습지도 변화가 지속적으로 이루어져 보전계획 및 모니터링 사업 필요

○ 도내의 생물다양성이 높은 습지의 선정 및 선정된 습지와 도립공원을 대상으로 생태계 전반에 대한 보전방안 마련과 지속적 모니터링 실시

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적

- 생태계 장기모니터링 강화(환경부, 2004~2010)
- 육지, 담수, 연안의 동물 등 생태계유형 및 분야에 따른 장기생태연구(19개소) 및 생태계 변화자료 축적(환경부, 2011)

○ 추진 경위

- 국가관리 차원에 있는 국립공원과 습지보전 지역 등은 지속적인 보호관리가 진행되고 있으나 지자체 관리 하에 있는 도립공원은 10년 단위로 조사가 이루어지고 있어서 생태계의 변화양상을 따라잡지 못하고 있는 실정임
- 도내에는 습지보전지역으로 지정되지 않는 생물다양성 등의 가치가 높은 습지가 산재해 있어서 이를 체계적로 관리할 필요가 있음

생태계분야: 모니터링 및 영향·취약성 평가(Ⅶ-1-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 전남에 위치한 생물다양성 등 보전 가치가 높은 습지의 선정 및 생물 다양성 조사 - 도립공원 조사 연차별 계획 수립
2013	- 습지보전관리 계획 수립 - 도립공원(두륜산) 조사
2014	- 도립공원(조계산) 조사
2015	- 도립공원(천관산) 조사
2016	- 도립공원(두륜산) 조사

5. 당해년도 추진계획

○ 전라남도에 위치한 생물다양성 등 보전 가치가 높은 습지의 선정 및 생물 다양성 조사
- 전라남도에 위치하지만 국가의 관리를 받고 있지 않는 습지(예 : 해남 고천암 수로, 진도 한의수로, 소포수로 등)를 대상으로 생물다양성 조사 실시
- 보존가치가 높은 습지 선정
- 습지 보존방안 수립

○ 도립공원 조사 연차별 계획 수립

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	50	100	50	50	50	300
○ 도비	50	100	50	50	50	300
○ 시·군비	0	20	20	20	20	80
○ 기타	0	0	0	0	0	0
합 계	100	220	120	120	120	680

7. 기대효과

○ 기후변화 등 환경변화에 따른 도내의 습지와 도립공원의 장기적 변화를 예측하고 이에 적합한 생태계 및 생물다양성 관리방안 마련

○ 기후변화 민감종 파악 등을 통해 종의 보전과 청정 전남으로서의 위상 강화

생태계분야: 모니터링 및 영향·취약성 평가(Ⅶ-1-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅶ-1-②	주홍날개꽃매미 등 생태계 교란 곤충에 대한 대책 마련	기존	농진청

1. 배경 및 필요성

○ 아열대성 병충해의 증가
- 우리나라의 기온상승으로 인해 아열대성 병충해가 증가 추세에 있음
- 갈색여치의 대 발생, 대벌레의 대 발생, 주홍날개꽃매미의 대량 출현 등이 대표적인 예임

○ 전라남도에는 아직까지 큰 피해가 보고되어 있지 않지만 현재 많은 개체의 주홍날개꽃매미와 대벌레가 지속적으로 관찰되고 있어서 분포에 대한 모니터링과 개체수 증가 등을 파악할 필요가 있음

2. 사업개요

○ 주홍날개꽃매미, 갈색여치, 대벌레의 분포 파악과 모니터링

○ 주홍날개꽃매미, 갈색여치, 대벌레의 피해방지 기술 개발 또는 이전

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진실적
- 농업 생태계 돌발생물(갈색여치, 주홍날개꽃매미)에 대한 발생 및 작물 피해 조사(농진청, ~2010)
- 주홍날개꽃매미에 대한 실태조사 및 작물피해 방지기술 개발 중(농진청, ~2010)

○ 추진경위
- 전라남도에는 아직까지 큰 피해가 보고되어 있지 않음
- 갈색여치와 주홍날개꽃매미는 중부지역을 중심으로 피해가 보고되고 있고, 대벌레의 경우 담양군에서 대량 발생한 예가 있음
- 현재 많은 개체수의 주홍날개꽃매미와 대벌레가 지속적으로 관찰되고 있어 그 피해가 증가할 것으로 예상되어 예방차원의 준비가 필요함

생태계분야: 모니터링 및 영향·취약성 평가(Ⅶ-1-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 주홍날개꽃매미, 갈색여치, 대벌레의 분포 파악과 모니터링 • 지역별 출현 양상과 개체수 등 및 피해 상황 모니터링
2013	- 주홍날개꽃매미, 갈색여치, 대벌레의 분포 파악과 모니터링 • 지역별 출현 양상과 개체수 등 및 피해 상황 모니터링
2014	- 피해방지 기술 개발 또는 기술이전(국가기관으로부터)

5. 당해년도 추진계획

○ 주홍날개꽃매미, 갈색여치, 대벌레의 분포 파악과 모니터링

– 지역별 출현 양상과 개체 수 등 및 피해 상황 모니터링

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	50	50	50	0	0	150
○ 도비	50	50	50	0	0	150
○ 시·군비	0	0	0	0	0	0
○ 기타	0	0	0	0	0	0
합 계	100	100	100	0	0	300

7. 기대효과

○ 주홍날개꽃매미, 갈색여치, 대벌레 등 육상생태계 또는 농업생태계 교란 곤충에 대한 피해 저감과 예방

생태계분야: 적응 대책(Ⅶ-2-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅶ-2-①	난대림(상록활엽수림) 확대 조성 및 자원화 방안 마련	신규	국토부

1. 배경 및 필요성

○ 기온 상승에 따라 온대림의 축소와 난대림(상록활엽수)의 확대

- 남한 저지대의 온대림이 2100년에는 북위 40도까지 북상하고 남해·서해안 지역에는 아열대림이 형성될 것으로 전망. 반면 남한의 냉·온대림은 1990년의 10분의 1로 급격히 줄어들어 지리산, 태백산 등에만 살아남을 것으로 예상(공우석, 2005)

○ 전라남도의 남해안과 남해도서는 이미 난대림인 상록활엽수림이 형성되어 있음으로 이를 적극적으로 활용할 필요가 있음

2. 사업개요

○ 전남지역 난대림 지역 분포 및 현황 파악

○ 난대림 지역은 전남 남해안의 도서 및 연안 지역으로 고흥, 해남, 진도, 여수, 신안 등에 주로 분포하며 앞으로 계속 확대될 것으로 예측

○ 난대림 수종 중 황칠나무, 후박나무, 동백나무, 가시나무, 녹나무 등 기후변화에 따라 북상 할 것으로 예상되며 경제적 가치가 있는 종들의 육종 및 육묘생산 시설 마련

○ 난대림으로부터 고부가가치 기능성물질 탐구 및 활용방안 마련

- 동백나무(관상 및 미용 재료의 생산), 황칠나무(고부가가치 도료), 후박나무(약재, 가구재), 가시나무(가구재) 등

○ 난대림 지역을 관광자원화 하거나 치유의 숲 등으로 활용

3. 추진 경위

○ 전라남도의 생태계는 남해안과 남해도서는 이미 난대림으로 이루어진 곳이 많음. 따라서 타 지자체에 비해 비교 우위에 있으며 장점임

○ 그동안 환경부 등의 생태조사 등이 부분적으로 이루어졌고 일부 수종에 대한 활용방 안이 제시되었으나 종합적이고 체계적이며 이를 사업화 할 수 있는 방안의 연구는 미진함

○ 그동안의 연구와 활용법 등을 이용 종합적이고 통합적인 방안 도출이 필요함

생태계분야: 적응 대책(Ⅶ-2-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 전남지역 난대림 지역 분포 및 현황 파악
2013	- 고부가가치 난대림 수종의 파악 및 기능성물질 탐구
2014	- 고부가가치 난대림 육묘시설 마련
2015	- 유묘의 생산 및 조림지역의 선정
2016	- 기능성 물질을 이용한 식품 등 개발

5. 당해년도 추진계획

○ 전남지역 난대림 지역 분포 및 현황 파악

– 전라남도의 남해와 남해 도서를 대상으로 난대림의 분포 식물 종 파악

– 분포와 식물종은 기존 자료와 현지 조사를 통한 정밀조사

– 과거의 분포 양상과 현재의 양상을 비교하고 앞으로 변화양상 파악

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	50	100	500	50	1,000	1,700
○ 도비	50	100	500	50	1,000	1,700
○ 시·군비	0	0	500	50	1,000	1,550
○ 기타	0	0	0	0	1,000	1,000
합 계	100	200	1,500	150	4,000	5,950

7. 기대효과

○ 현재 난대림의 현황 및 미래의 현황 예측을 통해 지속적인 생태계 변화양상 파악 가능

○ 전라남도의 비교우위에 있는 생태환경을 이용함으로서 장점으로 부각 시킬 수 있음

○ 변화하는 생태계를 이용함으로서 타 지역에 비해 선점 효과가 있음

○ 전라남도의 새로운 소득 창출 기대

생태계분야 적응 대책(Ⅶ-2-②)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅶ-2-②	밀원식물의 식재와 벌꿀 생산지 조성	신규	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 벌꿀 산업은 전통적인 벌꿀 생산뿐만 아니라 로얄제리, 화분, 프로폴리스, 봉독의 생산 등 다양한 생산품과 수분자로서의 역할 등 다양한 분야에 응용할 수 있음

○ 전라남도의 남해도서는 다양한 상록활엽수림과 함께 밀원식물이 분포하고 있음

○ 최근 우리나라 토종벌이 '낭충봉아부패병'이라는 바이러스 질병에 감염되어 전체의 75% 이상이 폐사되었고, 그 피해가 점차 확대되어가고 있음

○ 전라남도의 장점을 활용하여 역으로 벌꿀 산업 특화를 통해 청정전남과 농민의 소득증대 창출 가능

2. 사업개요

○ 남해 도서를 대상으로 적합한 지역 선정 및 밀원식물 식재

○ 다양한 기능성 밀원식물을 개발하여 섬에 따라 특화된 벌꿀 생산

○ 뉴질랜드의 UMF라는 항균성분을 함유하고 있는 마누카꿀과 같이 세계적 명품으로 육성

○ 국내 양봉산업의 육성을 위한 구체적 전략을 마련하고, 전문 농가 및 연구인력 양성 시스템의 확보

○ 독립 연구부서 또는 꿀벌 연구소 등의 설치를 통해 우리나라 양봉산업 육성을 위한 안정적인연구 기반 구축 방안 마련

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진경위

- 벌꿀 산업은 전통적으로 구례군 등 전남지역의 주요 생산품 중의 하나임
- 꿀벌은 벌꿀의 생산뿐만 아니라 로얄제리, 화분, 프로폴리스, 봉독의 생산 등 다양한 생산품 등 다양한 분야에 응용할 수 있음
- 최근 우리나라 벌꿀 농가의 토종벌이 '낭충봉아부패병'이라는 바이러스 질병에 감염되어 전체의 75% 이상이 폐사되었고, 그 피해가 점차 확대되어가고 있음
- 농업생산에 심각한 위기를 초래하는 꿀벌의 폐사 원인에 대한 과학적 규명 및 대책 마련에 관한 연구가 시급한 실정
- 남해 도서를 대상으로 적합한 환경을 가진 섬의 선정 및 밀원식물 식재
- 전라남도의 장점을 활용하여 역으로 벌꿀 산업 특화를 통해 청정전남과 농민의 소득증대 창출 가능

생태계분야: 적응 대책(Ⅶ-2-②)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 꿀벌의 폐사 원인에 대한 과학적 규명 및 대책 마련에 관한 연구
2013	- 남해 도서를 대상으로 적합한 환경을 가진 섬의 선정 및 밀원식물 식재
2014	- 2013년 사업 지속
2015	- 다양한 기능성 밀원식물을 개발하여 섬에 따라 특화된 벌꿀 개발
2016	- 독립 연구부서 또는 꿀벌 연구소 설치

5. 당해년도 추진계획

○ 꿀벌의 폐사 원인에 대한 과학적 규명 및 대책 마련에 관한 연구

– 우리나라 토종벌의 폐사 원인인 ‘낭충봉아부패병’이라는 바이러스 질병에 대한 원인 규명 및 전파경로의 파악

– 바이러스 감염을 예방할 수 있는 시스템 개발

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	100	100	50	1,000	1,350
○ 도비	100	100	100	50	1,000	1,350
○ 시·군비	00	50	50	00	00	100
○ 기타	00	0	0	0	00	0
합 계	200	250	250	100	2,000	2,800

7. 기대효과

○ 우리나라 토종벌의 폐사 원인인 ‘낭충봉아부패병’이라는 바이러스 질병에 대한 원인 규명 및 전파경로의 파악으로 벌꿀 생산농민 보호

○ 특화된 벌꿀 생산을 통해 농민의 소득증대 기여

○ 남해도서 청정지역의 벌꿀 특화를 통해 청정 전남의 이미지 개선

생태계분야 적응 대책(Ⅶ-2-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅶ-2-③	난대림을 이용한 치유의 숲 조성	신규	농식품부

1. 배경 및 필요성

○ 난대림(sub-tropical forest)은 북위 35° 이남의 연평균기온 14℃ 이상, 연평균 강우량 1,200㎜ 이상인 남해안 지역 및 도서지역의 산림으로 상록활엽수림이라고도 함.

○ 산림청이 집계한 전국의 난대림은 약 9,850ha이며 이 가운데 92%인 9,054ha가 전남 해안과 섬에 위치하며, 넓은 면적의 상록활엽수림은 완도 상황봉 일대, 보길도, 진도 등 임

○ '치유의 숲'이란 인체의 면역력을 높이고 건강을 증진시키기 위하여 향기, 경관 등 산림의 다양한 요소를 활용할 수 있도록 조성한 산림을 말함

○ 일본과 독일 등 선진국들은 숲을 이용한 국민의 건강유지와 치유목적의 산림치료 사업이 활발히 진행 중에 있음

○ 최근에는 단순히 숲을 즐기는 것에서 벗어나, 숲에서 활동하며 여러 질병을 치료하는 숲 치유프로그램을 활용 아토피, 비만, 알코올중독, 주의력 결핍 과잉행동장애(ADHD), 인터넷 중독, 우울증, 암환자 그리고 가정폭력과 성폭력 피해자 등 몸은 물론 정신적인 고통을 받고 있는 분들이 숲 치유의 도움을 받고 있는 사례가 늘고 있음

2. 사업개요

○ 산림과 난대림의 효율적 이용과 산림효과 연구를 위한 산·학·관 연계 운영. 특히 의학적인 연계 필수

○ 남해안과 도서를 대상으로 난대림 종류와 군락조성에 따른 치유효과 등에 적합한 지역선정

○ 선정된 지역에 맞는 테마별 치유 센타 설립

○ 지형과 산림자원을 이용한 테마 코스, 자생식물을 이용한 음식 개발, 치유 숲 숙소 운영 등 내방객에 맞는 맞춤형 서비스 제공

○ 독립 연구부서 또는 숲 치료 연구소 등의 설치를 통해 우리나라 숲 치료의 안정적인 연구기반 구축

3. 그간 추진실적 및 경위

○ 추진경위

- 전라남도의 남해안과 남해도서는 이미 난대림으로 이루어진 곳이 많음. 따라서 타 지자체에 비해 비교 우위에 있음
- 일본과 독일 등 선진국들은 숲을 이용한 국민의 건강유지와 치유목적의 산림치료 사업이 활발히 진행 중에 있음
- 전라남도 장성군 축령산 편백림 숲 등 침엽수림지역의 치유의 숲은 우리나라에 몇 곳이 있으나 난대림을 이용한 곳은 한 곳도 없음

생태계분야: 적응 대책(Ⅶ-2-③)

- 일본 나가노현 시나노마치 치유의 숲은 의학적인 조사연구와 의료기관의 도움을 받아 여기에 가면 건강과 활력을 되찾을 수 있다는 컨셉으로 프로그램 운영
- 전남의 비교 우위에 있는 자원을 최대한 이용함으로서 타 시도와 차별성 부각

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 난대림을 이용한 치유의 숲 조성 사업계획 안 마련
2013	- 난대림의 효율적 이용과 산림 효과 연구를 위한 산학·관 연계(의학적인 연계 필수) 프로그램 진행
2014	- 남해 도서를 대상으로 적합한 환경을 가진 섬의 선정
2015	- 다양한 기능성 식물 군락 따른 특화된 치유 시설 및 프로그램 계발
2016	- 독립 연구부서 또는 연구소 설치

5. 당해년도 추진계획

○ 난대림을 이용한 치유의 숲 조성 사업계획 안 마련
- 전문가(식물 분류학자, 한의사, 약용식물을 이용한 요리사, 허브 테라피스트 등) 자문단 구성
- 일본 나가노현 시나노마치, 독일 뵈뢰스호펜시의 치유의 숲 벤치마킹

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	50	50	100	1000	1000	2,200
○ 도비	50	50	100	1000	1000	2,200
○ 시·군비	00	0	0	00	00	0
○ 기타	00	0	0	0	00	0
합 계	100	100	200	2,000	2,000	4,400

7. 기대효과

○ 기후변화에 적응 대한 적극적인 실천방안 마련
○ 관광과 치료의 개념을 함께 함으로서 주변 지역의 소득증대
○ 청정 전남의 이미지 개선

8. 적응산업/에너지분야

가. 기후변화 영향 현황 및 전망

1) 개요

○ 우리나라의 평균기온은 2050년에 2000년 대비 2℃ 상승할 전망이며, 과거 100년간 기온 상승을 고려하면 3℃ 이상 상승할 것으로 전망되며, 세계평균 수치인 100년간 약 0.74℃ 상승과 비교하여 매우 높은 것임. 특히 도시지역에는 열섬효과 등으로 기온상승이 30% 이상 더 높게 나타날 것으로 전망됨에 따라 기후변화에 대한 적응대책 수립이 절실함.

- 적응산업·에너지 분야에서는 직접적인 기후변화 적응대책의 도출과 함께, 기후변화의 주된 요인으로 지목되는 온실가스의 감축방안 및 정책에 대한 고찰, 온실가스감축에 따라 예상되는 산업계의 피해를 최소화하면서 효과적으로 온실가스를 감축하기 위한 지자체 및 지역 산업계 차원의 세부시행지침을 제안하고자 함.

2) 기후요소별 현황

○ 기온 : 지난 100년간(1912~2008) 우리나라 6대 도시 평균기온이 1.7℃ 상승하였으며, 향후 2020년대 1℃, 2050년대 2℃, 2100년대 4℃ 상승할 것으로 전망됨(A1B시나리오).

- 동기간에 세계 평균기온은 1.8℃~4.0℃ 상승(최소 1.1℃, 최대 6.4℃ 상승) 전망

○ 강수량 : 지난 100년간 우리나라 6대 도시 강수량은 19% 증가하였는데, 특징적인 것은 남부지역의 경우에 강우일수가 14% 감소한 반면 강우강도가 18% 증가하였으며, 일 80㎜이상 집중호우 발생일수도 1970년대 대비 2000년대에는 2배 이상 증가하였음.

- 향후 우리나라 강수량은 2000년 대비 2050년 15%, 2100년 17%가 각각 증가할 것으로 예상되며(A1B시나리오), 시·공간 변동성이 증가하고, 가뭄과 호우강도가 동시에 심화되며, 8월과 9월에 강수가 증가할 것으로 전망됨.

○ 해수면 상승 : 지난 43년간 (1964~2006) 한반도 연안 해수면은 약 8cm 상승하였으며, 특히 제주지역은 동 기간에 무려 22cm(매년 5.1mm) 상승

- 향후 해수면은 2008년 대비 2050년 9.5cm, 2100년 20.9cm 상승 전망

<표 5-8-1> 한반도 주변해역 연평균 해수면상승 예측치(2008년 대비)

	동해	남해	서해	한반도 전체평균
2050년	9.6cm	13.9cm	5.0cm	9.5cm
2100년	21.2cm	30.4cm	11.0cm	20.9cm

출처 : '저탄소 녹색성장 기본법 시행에 따른 국가기후변화 적응대책, 2010.10

○ 해수 온도 : 우리나라 근해 표면수온은 지난 41년간(1968~2008) 평균 1.31℃ 상승하였으며, 이는 세계평균 0.5℃ 상승을 크게 상회하는 있음.

- 우리나라의 향후 해수온도는 2008년 대비 2050년 1.3℃, 2100년 2.9℃ 상승 전망

<표 5-8-2> 한반도 주변해역 연평균 표층수온 예측치(2008)

	동해	서해	남해	한반도 전체평균
2008년	17.64℃	15.74℃	19.35℃	17.61℃
2050년	19.06℃	17.01℃	20.67℃	18.95℃
2100년	20.82℃	18.52℃	22.24℃	20.55℃

출처 : '저탄소 녹색성장 기본법 시행에 따른 국가기후변화 적응대책, 2010.10

○ 극한 기후현상 발생현황

- 열대야(야간의 최저기온 25℃ 이상인 밤)는 100년마다 4~10일씩 증가
- 1973년 이래, 겨울철 지속기간은 10년마다 5.5일씩 감소
- 태풍 강도 증가 추세 : 태풍 중심기압이 최근 10년간 7hPa 감소

나. 전라남도 기후변화와 온실가스배출 현황 및 전망

1) 기후 현황 및 전망

가) 기후현황

○ 전남기후는 해안 및 도서지방과 내륙 산악지대에 있어 기온차이가 크며, 해안선이 길고 바다에 접한 면적이 많기 때문에 대체로 해양성 기후를 나타내지만 내륙산악지대는 기후의 교차가 크고 대륙성 기후를 보이고 있음.

○ 전남기후는 남해안형과 남부내륙형 남부서안형 등 3개 기후로 대분될 수 있음.

- 남해안형은 전남과 경남의 남해안 일대에 해당하는 지역으로 우리나라에서 기온이 가장 높고 1월 평균기온이 0~2℃이며, 강수량은 지형에 따라 차이가 있으나 우리나라에서 가장 많은 1,200~1,500mm를 나타내고 있음.
- 남부내륙형 기후는 소백산맥의 동서 양사면에 나타나는 기후형으로 연평균 기온은 14.5℃이며 8월의 평균 최고기온은 33℃이고 강수량은 1,100~1,200mm임.
- 남부서안형 기후지역은 서해안 호남평야와 나주평야 지역으로 겨울철에 북서계절풍에 개방된 지역으로 황해의 한냉한 습기를 받는 기후지역으로 연평균 기온은 12~14℃이며, 1월의 평균기온이 1~2℃로 온화한 편이고 강수량은 1,000~1,200mm정도이고, 겨울철에 강설량이 비교적 많고 겨울철과 봄철에 북서계절풍의 영향으로 흐린날이 많아 연평균 운천일수가 140일에

달하고 쾌청일수가 60일 정도임.

○ 전남의 기온 일교차는 목포지역이 10월 9.5℃로 가장 크고, 여수지역은 3월의 7.5℃로 가장 적으며, 일조시간은 목포 2,250시간과 여수 2,378시간이며, 평균일조량은 목포 51%와 여수 55%로 나타남.

○ 전남의 강설기는 11월부터 이듬해 3월사이로 최다적설기록은 1946년 12월 10일 목포지방의 56.1cm, 1976년 12월 29일 함평지방 37.5cm였음. 바람은 겨울에 서북풍, 여름에는 남풍이 불고 기압은 대체로 12월에 가장 높고 7월에 가장 작음.

나) 기후변화 현황 및 전망

○ 전남의 기온은 약 100년간 1.0℃ 상승한 반면, 한반도 평균기온은 100년간 1.5℃인 것으로 나타났음. 기온변화는 도시열섬과 산업화 등 여러 가지 원인이 있겠지만 기후온난화로 인한 기후변화영향이 크다고 판단됨. 또한, 전남은 한반도 서남단에 위치하여 기후변화에 의한 평균기온 상승, 해수면 상승, 해수온도 상승 등에 가장 취약함. 그리고 이러한 기온변화는 기온요소 뿐만 아니라 기온과 관련된 여러 기상 현상에 영향을 줄 것으로 생각됨.

- 1975년부터 2004년까지 전남의 겨울기간은 중부 내륙지역에 위치한 지역보다 짧게 나타났으며, 겨울은 점차 짧아지는 반면, 여름의 경우 점차 기간이 길어지고 있음. 또한 긴 여름으로 인하여 기후변화에 따라 증가할 것으로 예상되는 폭염에 의한 피해가 전남에서 발생한 빈도가 증가할 것으로 예상됨.
- 허인혜와 이승호(2006)는 지난 1940년부터 1999년의 기간동안에 전남의 이상고온 출현빈도수 분석을 통해서 여름과 겨울철 모두 이상고온 출현빈도가 증가하고 있음을 제시하였고, 우리나라의 경우에는 1912년 이후 2000년까지 연평균기온이 약 1.5℃ 상승하여 전 지구적인 온난화 추세보다 높은 기온상승 경향을 보여주었음.

<표 5-8-3> 30년 기간별 이상고온의 연평균 출현 일수

비고	기간(일)			
	1940-1969	1950-1979	1960-1989	1970-1999
여름	0.9	0.7	0.6	1.5
겨울	2.0	2.4	2.0	2.0

출처 : 허인혜와 이승호, 2006 ('전남 기후변화대응 종합계획', 2010.11 재 인용)

○ 강수는 전국적으로 최근 10년(1998~2007)년 동안에 상대적으로 많았으며, 그 이전 10년(1988~1997)보다 최소 230.3mm에서 최대 312.3mm까지 현저하게 증가하였으며, 연 강수

량은 1900년대 초반보다 84mm 증가하였음.

○ 태풍의 이동경로는 크게 2가지 유형으로 하나는 서해안에 상륙하여 동해안으로 통과하는 것이고, 다른 하나는 남서해안에 상륙하여 동해 남부지역을 통과하는 유형이며, 지난 50년 동안의 태풍 발생 중 19개의 태풍사례들이 이에 따른 경우인데, 태풍이 전남(서해안)을 통과하는 경우, 주택, 선박, 도로 및 교량 등 파괴에 대한 피해가 크게 발생하였음

- 특히 전남은 연강풍일수가 25일 이상이고 해수면의 온도상승으로 인해 태풍강도가 강화되고 있으며, 또한 전남의 경우 1990년대 최대 해일고에 비해 2000년대 최대해일고의 증가량이 5cm~67cm에 이르고 있는데, 향후 기후변화로 인해 규모가 강한 태풍이 내습한다면 해일에 의한 범람 위험까지 초래 할 것임.

○ 홍수와 침수로 인한 피해는 전남지역에서 지속적으로 나타나고 상습수해지역과 재해위험지구로 지정되어 관리되고 있음.

- 상습수해지역은 하천 미개수, 통수단면 부족 등 외수침수로 인해 홍수 피해가 3~4년에 1회 이상 상습적으로 발생하는 지역으로 강진군 17곳, 고흥군 4곳, 곡성군 6곳, 광양시 3곳, 나주시 3곳, 담양군 6곳, 무안군 15곳, 보성군 6곳, 순천시 6곳, 여수시 2곳, 영광군 6곳, 영암군 7곳, 완도군 1곳, 장성군 11곳, 장흥군 1곳, 진도군 4곳, 함평군 5곳, 해남군 6곳, 화순군 3곳이 지정되어 있음(국가수자원관리종합정보 시스템).
- 재해위험지구는 낡았거나 불량한 시설. 재해위험시설의 주변지역과 기타 지형적여건 등으로 인하여 재해발생이 우려되는 지역으로 총 25곳이 지정되어 있으며, 이중 17곳이 위험등급이 1등급에 해당됨.

2) 온실가스 배출현황 및 전망

가) 온실가스 배출현황

○ 전남의 2007년말 온실가스 총배출량은 84,968,711 tonCO_2eq이며, 에너지 부문이 전체의 47.4%로 가장 많고, 다음으로 산업공정 부문 39.7%, 농업·산림 및 기타토지이용 부문 11.7%, 폐기물 부문 0.7%, 간접배출 0.4% 순이며, 연도별·부문별 온실가스 배출량은 <표 5-8-4>와 같음.

○ 에너지 부문 중 연료연소 활동 부문을 살펴보면 에너지산업 부문 50.9%, 제조업 및 건설 부문 21.0%, 수송 부문 11.7%, 미분류 8.0%, 농업/어업 부문 4.3%, 가정 부문 2.1%, 상업 부문 1.8%, 공공 부문 0.2% 등을 차지하고 있음.

○ 2007년 전국 온실가스 총배출량은 588.8백만 tonCO_2eq로 총 배출량에서 전남의 비중은 14.4%이며, 경기 다음으로 비중이 높음.

○ 2007년 전국 온실가스의 부문별 배출량은 에너지 84.2%, 산업공정 10.0%, 농업 등이

3.3%, 폐기물 부문 2.5%로 조사되었는데, 전남은 산업공정 부문과 농업·산림 및 기타토지이용 부문의 배출량이 높은 것을 알 수 있음.

<표 5-8-4> 전남 연도별 부문별 온실가스 배출량

(단위: ton CO2eq)

구 분	총배출량	종합 배출량	에너지	산업공정	농임업/토지	폐기물	LULUCF
2000년	78,181,506	69,195,736	32,739,098	29,109,848	15,361,942	345,385	-8,360,537
2001년	74,458,942	62,232,581	34,318,611	29,135,639	8,166,143	367,115	-9,754,928
2002년	75,903,159	60,941,771	35,873,965	29,454,152	7,889,140	334,719	-12,610,205
2003년	76,596,668	58,171,889	36,084,061	30,858,958	5,949,748	385,251	-15,106,130
2004년	78,984,225	62,007,789	37,076,817	32,304,036	6,582,588	404,651	-14,360,302
2005년	81,358,984	62,679,252	38,867,649	32,405,531	6,497,029	461,491	-15,552,447
2006년	79,935,817	61,532,594	37,941,590	32,031,436	6,755,981	526,180	-15,722,593
2007년	84,968,711	67,675,409	40,272,700	33,774,680	7,518,548	625,863	-14,516,382

출처 : '전남 기후변화대응 종합계획', 2010.11

<표 5-8-5> 전국 연도별 부문별 온실가스 배출량

(단위: 백만 ton CO2eq)

구 분	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
에너지	243.1	357.7	414.4	469.6	476.6	495.8	509.6	516.0
산업공정	20.2	51.3	58.4	64.1	62.8	58.6	58.3	56.7
농업	22.7	23.5	22.4	20.3	19.7	19.3	19.4	19.8
LULUCF	-23.1	-22.4	-36.5	-32.4	-33.5	-37.5	-41.0	-42.9
폐기물	10.4	15.5	18.5	16.3	16.6	15.2	15.1	15.1
총 배출량*	296.4	448.1	513.7	570.3	575.7	588.8	602.3	607.6
순 배출량**	273.3	425.6	477.2	537.9	542.2	551.3	561.4	564.7

* LULUCF 제외
** LULUCF 포함
출처 : 기후변화 협약에 따른 제3차 대한민국 국가보고서(2011.12)

나) 부문별 온실가스 배출 특성

■ 에너지 부문

○ 2007년 에너지 부문 중 연료연소 활동 부문을 살펴보면, 에너지산업 부문 50.9%, 제조업 및 건설 부문 21.0%, 수송 부문 11.7%, 미분류 부문 8.0%, 농업/어업 부문 4.3%, 가정 부문 2.1%, 상업 부문 1.8%, 공공 부문 0.2% 등을 차지하고 있음.

○ 전남의 에너지 부문 온실가스 배출량은 연료연소 활동이 많은 에너지산업과 제조업 및 건설, 수송 부문에서 증가하였으며, 이는 국가산단이 위치한 지역의 공단확장으로 인해 입주 사업장이 증가하여 생산량 확대와 물류 수송 등에 기인하고 있음.

<표 5-8-6> 연도별 전남 연료연소 부문 온실가스 배출량

(단위: ton CO_2eq)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
소계	32,347,311	33,954,393	35,522,186	35,734,881	36,733,262	38,528,508	37,603,408	39,927,801
에너지 산업	15,349,003	15,603,896	16,276,864	16,394,448	17,502,563	18,284,791	17,565,747	20,323,888
제조업 및 건설	5,935,858	7,097,221	6,934,599	7,327,227	7,422,197	8,634,034	8,579,721	8,384,594
수송	4,636,638	4,515,562	4,929,956	4,742,158	4,703,549	4,615,927	4,700,211	4,690,685
상업	1,667,336	1,485,978	1,188,768	1,118,768	954,880	669,329	601,199	703,490
공공	48,370	40,756	56,027	75,609	82,034	81,554	74,456	69,568
가정	771,944	872,717	1,065,090	985,288	994,041	1,095,436	1,033,060	855,646
농업/어업	1,880,400	2,230,344	2,522,208	2,239,682	2,200,597	2,081,890	1,942,694	1,706,848
미분류	2,057,763	2,107,917	2,548,676	2,851,700	2,873,400	3,065,549	3,106,319	3,193,083

출처 : '전남 기후변화대응 종합계획', 2010.11

■ 산업공정 부문

○ 산업공정 중 배출되는 온실가스는 제철을 포함한 금속산업이 매우 높은 비중을 차지하고, 다음으로 화학산업의 비중이 높게 나타남

<표 5-8-7> 전남 산업공정별 온실가스 배출량

(단위: ton CO_2eq)

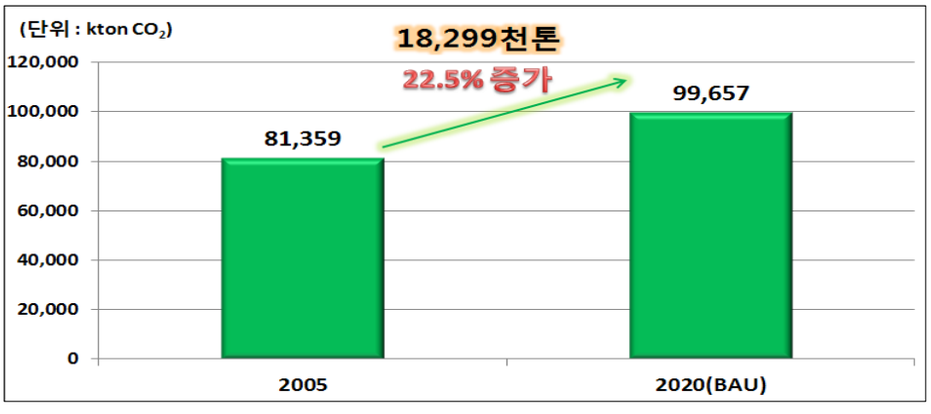
구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
소계	29,109,848	29,135,639	29,454,152	30,858,958	32,304,036	32,405,531	32,031,436	33,774,680
광물산업	471,820	472,972	509,212	501,878	504,867	503,729	395,816	374,980
화학산업	5,745,347	5,662,081	5,803,549	6,563,038	6,970,381	6,994,200	7,158,909	7,742,974
금속산업	22,765,358	22,834,579	22,972,098	23,608,930	24,597,404	24,667,548	24,265,144	25,436,361
비에너지	-	-	-	-	17,077	17,840	83	10
오존파괴대체물	106,477	121,986	141,176	155,602	166,398	176,364	181,191	191,422
기타제품제조	20,845	44,020	28,116	29,510	47,908	45,849	30,292	28,933

출처 : '전남 기후변화대응 종합계획', 2010.11

다) 온실가스 배출전망

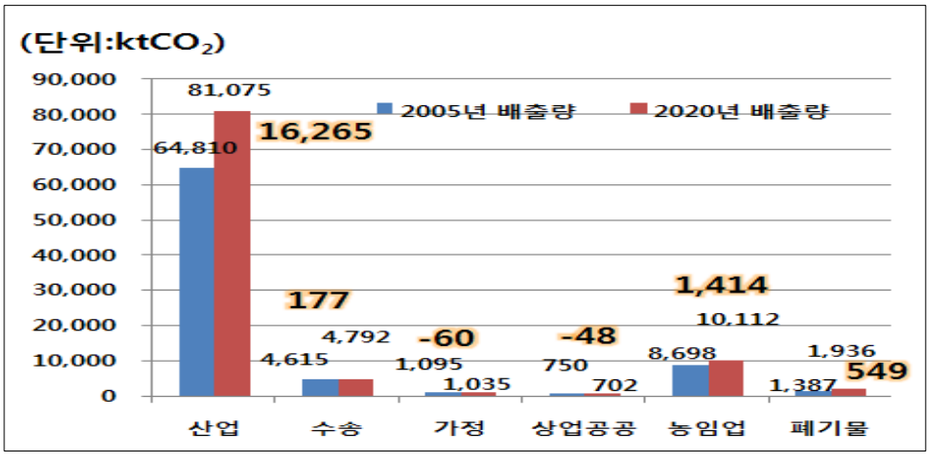
○ 전남의 경제·사회적 인자를 고려한 부문별 온실가스 배출량은 온실가스 직접배출을 기준으로 하였을 경우 2020년에는 2005년에 비해 18,299천톤(22.5%) 증가한 9,657천톤으로 전망됨<그림 5-8-1>.

○ 부문별 배출은 산업부문에서 15,622천톤(19.9%), 농/임업에서 1,414천톤(16.3%), 수송부문에서 177천톤(3.8%), 폐기물에서 1,344천톤(291.2%)의 증가가 예상되고 가정과 상업/공공부문에서는 각각 감소되는 것으로 예측됨<그림 5-8-2>.



<그림 5-8-1> 전남의 2020년 온실가스 배출량 전망

(출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11)



<그림 5-8-2> 전남 부문별 온실가스 배출량 전망

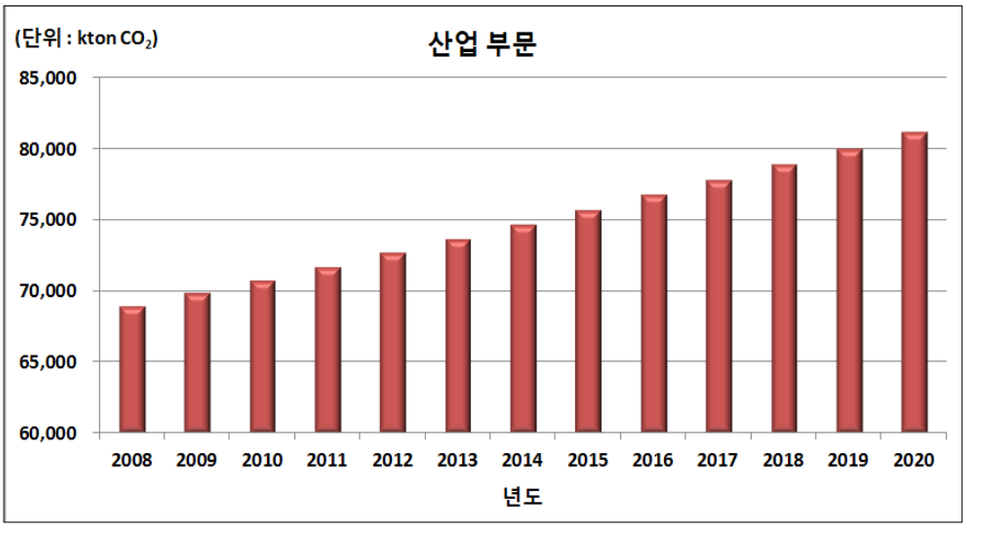
(출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11)

■ 산업부문

○ 전남 산업부문의 온실가스 배출량은 지속적으로 증가할 것으로 나타나며, 산업부문의

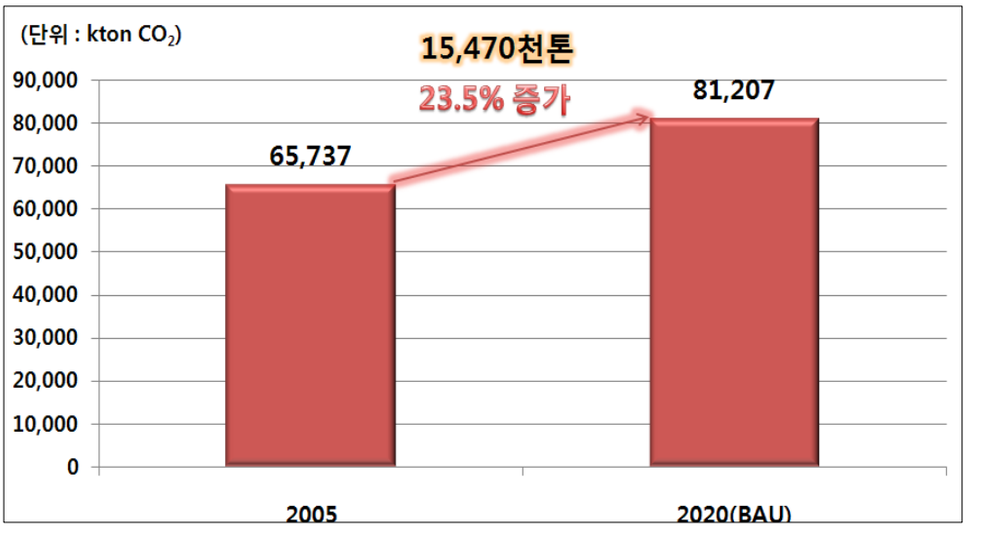
2020년 총 예측 배출량은 81,206,883ton CO_2eq으로 2005년에 비해 15,470천톤(23.5%) 증가할 것으로 전망됨.

- 에너지 부문의 연도별 온실가스 배출추이 및 배출량 예측은 다음 <그림 5-8-3>과 <그림 5-8-4>와 같음.



<그림 5-8-3> 전남 산업부문 온실가스 배출 추이

(출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11)



<그림 5-8-4> 전남 산업부문의 2020년 온실가스 배출량 전망

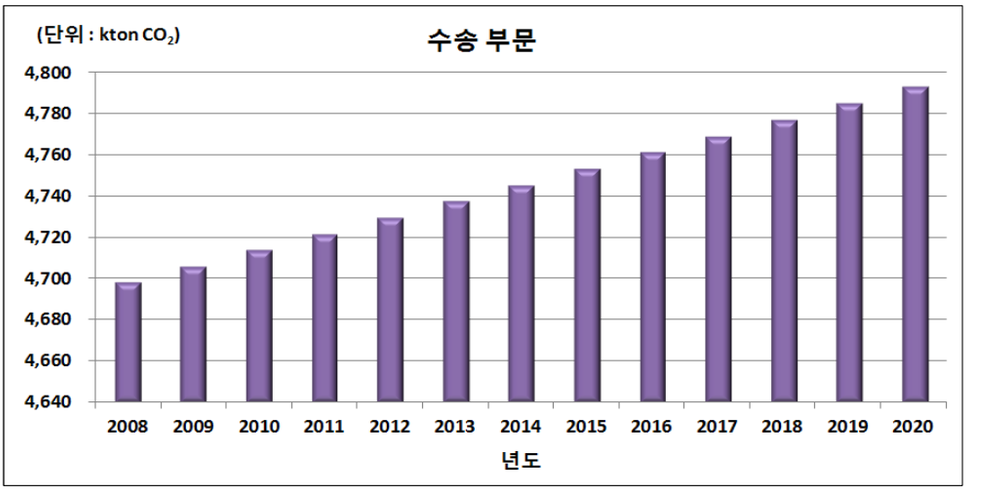
(출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11)

■ 수송부문

○ 수송부문의 온실가스 배출량 추이는 지속적으로 증가할 것으로 예측됨.

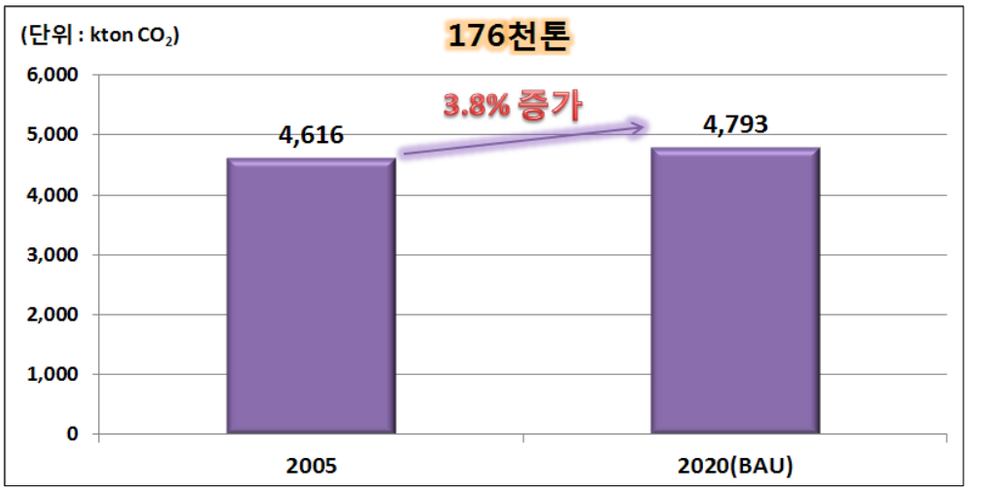
○ 수송부문에서 온실가스는 2020년 39,669,895ton CO_2eq 배출되어 2005년 대비 177천톤(3.8%) 증가할 것으로 전망됨.

- 수송 부문의 연도별 온실가스 배출 추이 및 배출량 예측은 다음 <그림 5-8-5>와 <그림5-8-6>과 같음



<그림 5-8-5> 전남 수송 부문 온실가스 배출 추이

(출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11)



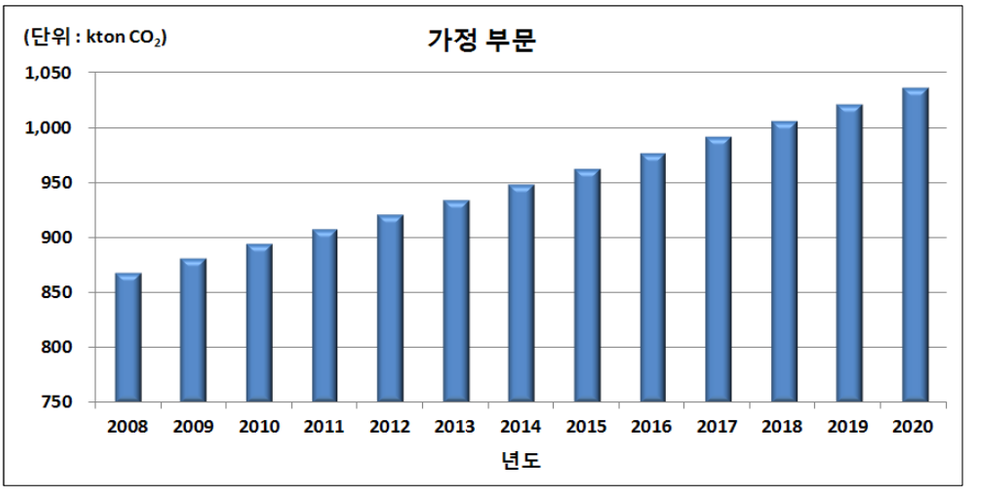
<그림 5-8-6> 전남 수송 부문의 2020년 온실가스 배출량 전망

(출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11)

■ 가정부문

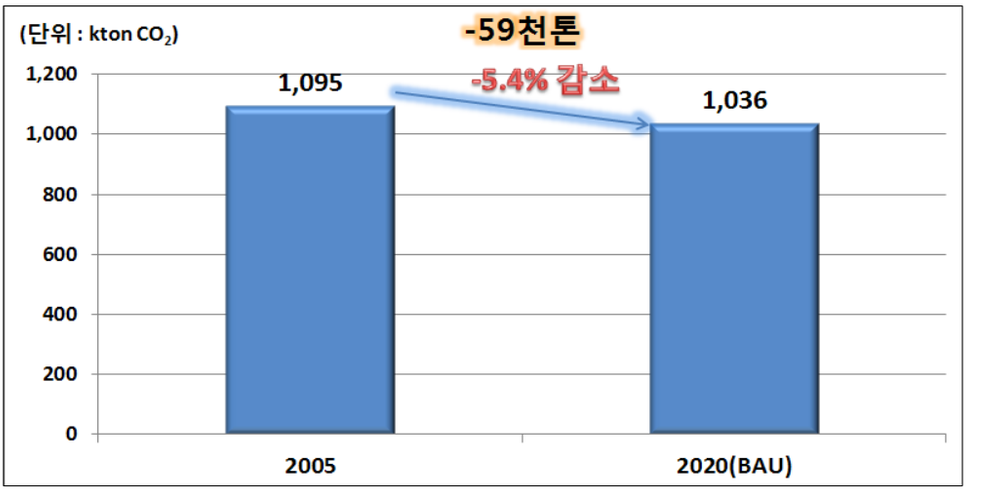
○ 가정부문의 온실가스 배출량은 2008년부터는 지속적으로 증가하여 2020년 1,035,915 ton CO_2eq 배출될 것으로 예측되고 있지만 2005년 대비 2020년 배출량은 감소할 것으로 전망됨.

- 가정부문의 온실가스 배출 추이 및 배출량 예측은 <그림 5-8-7>과 <그림 5-8-8>과 같음.



<그림 5-8-7> 전남 가정 부문 온실가스 배출 추이

(출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11)



<그림 5-8-8> 전남 가정부문의 2020년 온실가스 배출량 전망

(출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11)

다. 국·내외 선행연구 사례

1) 기후변화 영향평가 사례

가) 국외사례

■ **IPCC 기후변화 종합보고서(2007)**

○ IPCC의 기후변화 종합보고서는 기후변화를 과학적 근거를 제시하였고, 생태계, 수자원,

보건, 산업·경제, 사회 전반에 걸쳐 나타나는 기후변화 영향과 취약성을 기술하고 있으며, 또한 전 세계적인 온실가스 배출현황 및 감축방안에 대한 내용을 담고 있음.

○ 기후변화에 대한 과학적 근거

- 온실가스 농도 및 기후강제력의 변화: 산업혁명 이전과 비교하여 이산화탄소 농도는 280ppm에서 379ppm(2005년 기준), 메탄은 715 ppb에서 1,774 ppb, 아산화질소는 270 ppb에서 319 ppb로 증가
- 기후시스템 변화: 최근 50년간 장기경향은 1.3℃/100년으로 과거 100년간 0.74℃/100년의 2배
- 평균해수면은 1961~2003년간 1.8 ㎜/년 상승, 북극의 해빙 및 적설면적 감소, 1970년대 이후 열대 및 아열대 지역의 가뭄 심화, 혹서일, 열대야, 열파의 발생빈도 증가, 호우빈도 증가 및 대서양의 허리케인 강도 증가

○ 기후변화에 따른 영향은 수자원, 생태계, 식량, 건강 등 매우 다양한 부문에서 부정적 영향을 초래하고 있음.

<표 5-8-8> 부문별 기후변화 영향 예측

비고	2020년대 (1℃ 상승)	2050년대 (2~3℃ 상승)	2080년대 (3℃ 이상)
수자원	4~17억명 물 부족	10억~20억명 물부족	11 ~32명 물부족
생태계	-양서류의 멸종현상 -산호의 백화현상 -종 다양성 변화	20~30% 멸종 위기	-전지구 생물 대부분 멸종 -지리적 생물권 분포 변화
식량	-전지구적 농작물 수확 잠재력 증가 -1~3천만명 기근 위협		-저위도지역 적응잠재력 감소 -중,고위도 지역 수확량 감소 -3천만~12억 기근위협
해안	홍수와 폭우 위험 증가	3백만명 홍수 위협	-해안가 30% 이상 유실 -15백만명 이상 홍수 위협
건강	알러지 및 전염성질병 확산	-영양 부족, 과다출혈 및 심장관련 질병증가 -열파, 홍수, 가뭄으로 사망 증가	

출처 : IPCC 기후변화 종합보고서, 2007

■ 미국

○ 미국은 US Climate Change Service Program(2007)을 통하여 기후변화에 의한 가정, 상업, 산업부문의 에너지 수요 변화와 그에 따른 에너지 공급 영향을 분석하였음.

○ 주요 영향요소는 아래 표와 같으며, 직접적인 영향 이외에 간접영향(법규, 규제 등의 변화에 의한 영향)도 함께 분석·수록하였음.

<표 5-8-9> 에너지 공급부문의 영향요소

공급 비율(%)		영향 요소
화석연료 (86%)	석탄(22%)	- 냉각수의 질과 양, 냉각효율 - 노천탄광의 침식
	천연가스(23%)	- 냉각수의 질과 양, 냉각효율 - 연안자원 개발의 차질
	석유(40%)	- 냉각수의 질과 양, 냉각효율 - 연안자원 개발 및 수송의 차질
	액화천연가스(1%)	- 연안 인수 작업의 차질
원자력(8%)		- 냉각수의 질과 양, 냉각효율
신재생에너지(6%)	수력	- 수자원의 가용성과 질 - 온도 관련 스트레스 - 홍수 및 가뭄 등 기상이변으로 인한 운영변화
	바이오매스	
	목재 및 산림	- 수종변화에 의한 장,단기 영향
	폐기물	
	농업자원 및 부산물	- 작물 부산물의 변화 및 에너지 작물의 성장율
	풍력	- 풍력자원의 변화(세기 및 빈도) 파손 피해
	태양광	- 일사율의 변화 - 파손 피해
	지열	- 공낸식 지열의 냉각효율

출처 : 안영환 등, 에너지경제연구 제9권 제2호, 20108
(US Climate Change Service Program, 2007에서 재인용)

○ 미국 뉴욕시

- Hammer와 Parshell 등은 연구를 통하여 에너지 인프라의 기후변화 취약성 저감 및 에너지의 안정적 공급 및 수요 관리 방안을 아래 표와 같이 제안하였는데, 선행적이고 직접적인 선행전략과 간접적이고 중, 장기적으로 추진할 후행전략으로 구분하여 제안하였음.

<표 5-8-10> 뉴욕시 기후변화 적응 전략

에너지 공급 부문		에너지 수요 부문	
선행 전략	- 제방설치 등 발전소 보호 - 연안발전소 설립 규제 - 첨두부하에 대비한 태양광발전 설치 - 겨울철 에너지 수요에 대비한 비수력 전원개발 및 겨울철 수류이용기술 개발 및 보급	선행 전략	- 냉방효율 개선 건축기술 개발 및 건축물 보급 - 신축건물의 단열기준 상향조정 - 기후변화 영향 관련 공공정보제공 및 인식향상 - 기술개발 및 보급 확대로 창호 및 옥상 냉난방 효율향상 - 가격조절로 에너지 소비패턴 변화유도 - 에너지 보조금 중단
후행 전략	- 다양한 전력부하 패턴에 대비할 수 있는 에너지인프라 개선 및 확충 - 기후변화 관련 단전사태 시 자동복구시스템 개발 - 에너지 인프라의 매립 및 지중설치 - 4계절 수력발전 이용이 가능한 수자원관리방안 - Cluod seeding기술을 통한 강수량 조절기술 개발	후행 전략	- 선풍기 사용 장려(에어컨 대체) - 기존 건축물 단열향상 - 조명 및 가전기기 용량제한 - 기술개발 및 보급 확대로 창호 및 옥상 냉난방 효율향상 - 가격조절로 에너지 소비패턴 변화유도 - 상업건물에 전력관리 기기 설치 - 고효율 조명기기, 엘리베이터 사용 - 고효율 냉난방기기 사용 - 저소득가구 냉난방보조

출처 : 안영환 등, 에너지경제연구 제9권 제2호, 2010(Hammer & Parshall 2008에서 재인용)

나) 국내사례

■ 서울특별시

○ 과제 개요

- 2010년 광역지자체 기후변화 적응대책(2011-2015) 수립 시범대상지역으로 서울특별시를 선정하여 과업 수행
  - · 계획수립 기준연도 : 2010년
  - · 기후변화 목표연도 : 2030년대, 2050년대, 2090년대

○ 서울시 기후변화 현황분석

- 최근 40년간(1970~2009) 연평균 기온, 최고·최저기온 모두 상승
- 40년간 연평균 기온 12.3℃, 최고·최저기온은 각 각 16.9℃, 8.4℃
- 1970년대 평균기온 11.9℃, 2000년대 평균기온은 12.9℃로 약 1.0℃ 상승
- 혹한일수는 1990년대 이후 감소하는 경향, 평균 열대일수는 증가하는 경향
- 강우일수는 큰 변화 없으나, 여름철 집중강우 증가

○ 서울시의 기후변화 현황분석 결과 단순히 기온상승 뿐 아니라 강우패턴, 계절변화 등이 동시에 나타나고 있어서 기후변화에 대한 지속적인 감시 및 예측이 필요

○ 아울러 과학적인 접근을 통하여 미래기후에 대한 예측 뿐 아니라 기후변화에 따른 부정적인 영향을 최소화하기 위한 적응대책 세부시행계획 수립이 필요함.

■ 경기도

○ 기후변화에 대한 국내의 연구현황은 아직 많은 연구 사례가 확보되지 않은 현황이며, 특히 지역의 기후변화 취약성 평가를 위한 방법론, 기후 예측 모델, 부문별 영향 평가 등을 위한 인프라가 취약하고, 취약성 평가를 위한 다양한 방법론이 개발되어 있지 않아 지역의 기후변화 취약성을 종합적으로 분석하는데 어려움이 있음.

○ 국가 차원에서는 미래의 기후변화가 수자원, 농업, 산림, 보건 등 부문별로 미칠 영향과 취약성에 관한 연구가 이루어지고 있으나 취약성에 사회·경제적 적응능력 개념은 반영되어 있지 못함. 이는 하양식 모델로는 이들 요소를 다양하게 고려하기 어렵기 때문.

○ 경기도 기후변화 적응대책 수립연구의 목적은 기존의 기후변화 취약성 평가 방법론을 검토하고 기초지자체에 활용 가능한 취약성 평가 지표를 도출하여 지역간 상대적 취약성을 평가하는데 있다.

○ 과제 개요

- 공간적 범위 : 경기도 31개 시군
- 연구방법 : 문헌연구 및 취약성 평가 사례 분석, 평가지표 도출 및 상대적 취약성 지도 작성 (전문가 회의, 통계분석, AHP 설문조사, GIS 분석 등 활용)

○ 취약성 평가방법

- 취약성 평가는 목적에 따라 방법과 접근이 다양하며 필요한 정보와 과정의 설계, 시공간 단위 등도 달라지므로 평가 목적과 결과의 사용자를 명확히 설정할 필요가 있음.
- 취약성 평가는 크게 기후영향평가, 적응정책이 자원배분을 위한 취약부문 및 지역 파악, 적응정책 개발을 위한 적응 대안 분석으로 나눌 수 있음.
- 기후변화 취약성 평가는 초기에는 기후변화가 시스템에 미치는 영향을 분석하는 영향 평가가 주류를 이루었으나 최근에는 여러 스트레스 요인과 연관된 위험을 최소화하는 정책 대안을 제시하기 위한 보다 통합적인 평가로 발전하고 있음.
- 본 연구는 지역간 상대적 취약성을 비교하여 취약 지역을 파악하는데 목적을 두고 홍수, 가뭄, 하수면 상승, 폭염 등 기후변화 영향을 발생시키는 기후자극을 중심으로 지자체의 민감도와 적응능력을 종합적으로 평가하였음.
- IPCC가 제안한 기후노출, 민감도, 적응능력의 함수로 취약성의 개념을 정의하고 선행연구 검토 및 전문가 회의를 통해 부문별 주요 지표를 도출.
- 지표는 3개 분야 11개 항목에 총 35개의 지표로 구성되어 있으며 지표에 해당하는 통계자료와 설문조사, 정책평가 및 조사 자료를 함께 사용함.

- 기후노출 자료는 기상청 기상대 및 AWS 자료, 「한국수문조사연보」의 강우관측소 자료, 농업기상관측소 자료를 활용함.
- 부문별 지표 자료를 표준화하였고 AHP 설문조사에 의해 도출된 지표별 가중치를 적용하여 최종 취약성 지수를 산정함.
- 가중치를 적용하지 않은 기후노출, 민감도, 적응능력 지수와 가중치를 적용한 결과는 차이를 보였는데, 이는 AHP 조사 결과 적응능력(0.54)＞민감도(0.297)＞기후노출(0.163)로 적응능력의 가중치가 민감도와 기후노출에 비해 월등히 높게 나타난데 기인함.
- 기후노출 중에서는 호우, 가뭄 등의 지표가 혹서에 비해 높았으며, 민감도는 지리적 특성과 토지이용의 가중치가 매우 높게 나타났음.
- 적응능력의 항목은 유사한 분포를 보였으나 제도적 역량이 다른 요소에 비해 중요하게 인식되고 있음.
- 이와 같은 결과를 종합해 볼 때 지자체의 기후변화 적응에 있어 적응능력의 배양이 무엇보다 중요하며, 토지이용 측면에서 기후노출에 대한 민감도를 줄여나가는 것이 필요함.
- 취약성에 영향을 미치는 가장 중요한 요인으로는 재해관련 사전예방 시스템의 구축, 홍수 취약지역, 기후변화에 대한 지방자치단체장의 관심, 재정 자립도와 GRDP 등 경제적 능력, 사회기반시설의 집적도 등이 높은 순위를 차지하였음.

○ 취약성 평가결과 요약

- 취약성 평가 결과 가중치를 적용한 기후노출 지수가 높은 그룹에는 의정부시, 남양주시, 고양시, 광주시, 김포시, 가평군 등 경기 북부지역이 주로 포함되었고, 민감도 지수는 평택시, 김포시, 가평군 등 경기 북부지역이 주로 포함됨.
- 민감도 지수는 평택시, 김포시, 오산시, 연천군, 파주시, 고양시 등에서 높게 나타났으며 성남시, 안양시, 부천시, 광주시, 의왕시, 과천시 등은 민감도가 낮은 그룹에 속함.
- 노출 지수와 민감도 지수를 합한 영향 지수는 김포시, 고양시, 오산시, 연천군, 파주시, 평택시 등에서 높았음.
- 기후변화 취약성을 낮추는 적응능력은 과천시, 평택시, 수원시, 용인시, 안양시, 안산시 등에서 높았고 여주군, 양평군, 동두천시, 하남시, 포천시, 김포시 등은 상대적으로 낮게 나타났음.
- 기후노출 지수, 민감도지수, 적응능력 지수를 종합한 취약성 평가 결과 여주군, 양평군, 김포시, 포천시, 연천군, 하남시의 취약성이 높게 나타났는데, 이들 지역은 대부분 기후노출과 민감도가 높으면서 적응능력도 전반적으로 낮은 지역에 속함.
- 반면에 과천시, 수원시, 안양시, 성남시, 부천시, 군포시 등은 영향 지수가 낮고 적응능력이 높아 취약성을 가장 낮게 나타났음.
- 취약성 지수는 지자체의 경제적 능력과는 음의 상관관계를 보이는 반면 과거 발생한 자연재해 피해 규모 및 재해 지수 등과는 양의 상관관계를 보여 취약성 지수가 자연재해 취약 지역과 일정 정도 관련이 있음을 시사하며, 어느 정도의 유의미성을 가지고 있음을 알 수 있음.
- 영향지수와 적응능력지수에 따라 지자체의 기후변화 취약성을 4개의 유형으로 분류 가능.

- 김포시, 연천군, 포천시, 여주군, 양평군 등은 잠재적 영향이 크고 적응능력이 낮아 기후변화의 영향에 가장 취약한 지역이며, 잠재적 영향이 작으나 적응능력이 낮기 때문에 기후변화에 취약한 유형에는 의왕시, 하남시, 동두천시, 광명시, 양주시 등이 포함됨.
- 평택시, 가평군, 파주시, 오산시, 고양시 등은 잠재적 영향력이 크지만 적응능력이 높은 유형에 속하지만 적응능력에 비해 기후변화의 영향 정도가 심각한 지역의 경우 전체적인 취약성은 높게 나타남.
- 마지막으로 잠재적 영향이 작고 적응능력이 높은 유형에는 종합적인 취약성이 가장 낮은 과천시, 수원시, 안양시, 성남시, 안산시 등이 포함됨.
- 이와 같은 결과는 지자체간 상대적인 취약성 비교를 통해 경기도 차원에서 기후변화 적응을 위해 우선적으로 자원의 배분이 시급한 지역을 파악하게 해 줄뿐 아니라 지역에 따라 차별화된 접근이 필요하다는 것을 보여줌.

2) 기후변화 적응대책 사례

가) 국외사례

■ IPCC 기후변화의 완화(2007)

○ IPCC는 기후변화에 대한 종합보고서에서 실무그룹 Ⅲ(기후변화의 완화)에는 온실가스 배출경향, 부문별 중·단기 완화(2030년까지), 장기 완화(2030년 이후)와 관련된 정책, 조치, 지속가능한 개발 등을 수록하고 있다. 보고서에 수록된 온실가스 배출 저감을 위한 산업기술의 예를 아래 <표 5-8-11>에 수록하였다.

<표 5-8-11> 산업부문에서 온실가스 저감을 위한 기술의 예

영역	에너지 효율성	연료전환	동력회복
전체영역	에너지운영 시스템; 효율적인 모터시스템, 보일러, 용광로, 전등, 난방/환기/에어컨	석탄 대 천연가스 및 석유	열병합
철과 철강	제련감소, 원래 모양 주물에 근접, 고철 사전가열, 건조된 코크스 식힘	BF로 천연가스, 원유 또는 플라스틱 주입	상위 가스 압력 회복, 부산물 가스 결합 순환
비철금속	자력 없는 양극, 효과적인 셀 디자인		
화학제품	점막 분리, 반응 증류	천연가스	사전결합 가스터빈, 압력회복터빈, 수소 회복
석유정유	점막 분리, 정유 가스	천연가스	압력회복터빈, 수소 회복
시멘트	사전하소기 가마, 롤러제분기, 유동마루 가마	쓰레기연료, 바이가스, 바오매스	가스터빈을 가지고 건조, 힘 회복
유리	유리부스러기 사전가열, 산화연료 용광로	천연가스	공기기반순환
펄프 및 제지	효과적 펄프화, 효과적 건조, 쇼압착기, 건더벨트 건조기	바이오매스, 매립가스	흑 액화가스화 결합 순환
음식	효과적 건조, 점막	바이오가스, 전연가스	무기호흡 소화, 가스화

<표 5-8-11> 계속

영역	재생가능	공급원료 변화	생산품 변화
전체영역	바이오매스, 바이오가스, PV, 풍력터빈, 수력	재활용된 주입물	
철과 철강	목탄	고철	고강도 철
비철금속		고철	
화학제품		재활용된 플라스틱, 바이오공급원료	일차 저밀도 폴리에틸렌, 고성능플라스틱
석유정유	바이오연료	바이오 공급원료	
시멘트	바이오매스 연료, 바이오가스	슬래그, 수경 시멘트의 원료	혼합된 시멘트, 지오폴리머
유리	이용가능하지 않음	증가된 유리 부스러기 사용	고강도 얇은 공기
펄프 및 제지	바이오매스 연료(수피, 흑색 액화)	재생, 비목질 섬유	섬유 방향, 더 얇은 종이
음식	바이오매스, 부산물, 태양건조		
전체영역			산화연료연소, 가스도관 가스에서 이산화탄소 분리
철과 철강	재활용, 고강도 철, 과정 손실 감소	이용가능하지 않음	수소감소, 용광로에서 산소 사용
비철금속	재활용, 더 얇은 필름과 코팅	PFC/SF의 통제	
화학제품	재활용, 더 얇은 필름과 코팅, 감소된 과정 손실	N2O, PFC, CFC 및 HFC 통제	암모니아, 이텔린 산화과정에서 이산화탄소 축적
석유정유	(이송시 손실은 여기에 포함되지 않음)	N2O/CH4를 위한 통제 기술	수소생산으로부터
시멘트		이용가능하지 않음	산화연료연소
유리	재활용	이용가능하지 않음	산화연료 연소
펄프 및 제지	절재 및 과정 손실 감소	이용가능하지 않음	석회 가마에서 산화 연료 연소
음식	과정손실감소, 폐쇠된 물의 사용		

출처 : IPCC 기후변화 종합보고서, 2007

<표 5-8-12> 분야별 완화선택과 지속가능한 개발

분야와 완화선택	잠재적인 SD 시너지와 적용을 위한 조건	잠재적인 SD 교환 거래
에너지 공급과 사용		
모든 분야에서 (건축, 수송, 산업, 에너지 공습) 에너지 효율성을 개선시킴	- 거의 항상 비용 효율적, 국지적 오염배출과 잇다라 일어나는 건강영향들이 감소하거나 제거됨, 실내의 안락함이 향상되고 실내 소음 기준이 감소하고 사업기회들과 일자리를 창출하고 에너지 안보를 향상시킴 - 정부와 산업프로그램을 정부의 부족함과 원칙적인 정부 문제를 극복하게 도울 수 있음 - 프로그램은 정부와 산업의 모든 수준에서 수행될 수 있음 - 저소득가정 에너지소비는 고려되어 보장하기 위해 중요하고 이행중인 완화선택의 과정과 결과는 결국 남녀공용	- 실내 공기오염과 개발도상국 농촌지역에서 바이오매스 조리대의 열효율 개선에 따른 보건효과는 불확실함.
수송과 건축분야에서 연료 교체와 다른 선택	- CO_2 감축비용은 증가된 병원비에 상쇄될 것임 - 대중교통과 자전거 수송의 증진은 확대되고 꾸준히 사회적 이득이 있음 - 고체연료에서 요리와 실내난방을 위한 현대연료로의 전환은 실내 공기오염을 감소시키고 개발도상국에서 여성들의 여가시간을 증진시킴 - 국가와 지방정부 사이의 조정을 통해 CO_2 감축하는데 산업화된 공장시스템은 지속적인 운송시스템을 위한 일반적인 전략에 중요함	- 디젤엔진은 가솔린 엔진보다 연료효율이 좋아서 CO_2 배출이 적지만 입자 배출이 증가 - 다른 방책(CNG 버스, 하이브리드 디젤전자버스와 택시수리)은 기후이득이 적을 수도 있음.
국내의 대체 에너지원(DAES)으로 수입된 화석연료가 교체됨	- DAES는 비용 효용성을 향상시키는데 중요 - 국지적인 공기오염물 방출감소 - 새로운 고유한 산업(예, 브라질 에탄올 프로그램)과 고용을 창조할 수 있음	- 투자에 필요한 더 많은 자본을 위해 무역수지 개선이 거래됨 - 화석연료 수출 국가는 수출 감소에 직면 - 수력발전소는 지역집단들에 의해 대체되고 수계와 생물다양성에 환경적으로 해로운 원인이 됨.
수입된 대체 에너지원(IAES)으로 국내의 화석연료가 교체됨	- 거의 항상 국지적 오염물질이 줄어듦 - 이행은 DAES보다 더 빠름 - IAES는 비용이 효율적으로 보장하기 위해 중요함 - 에너지 수출하는 나라들의 경제와 사회가 이득	- 에너지 보안이 감소할 수 있음 - 무역의 균형이 악화되거나 자본요구가 감소할 것임

■ 미국 및 EU의 사례

○ 미국 포틀랜드는 미국 최초로 1993년에 이산화탄소 배출을 감소시키기 위한 전략을 채택하였으며 그 주요내용은 아래 표와 같음.

<표 5-8-13> 포틀랜드시의 온실가스 배출 감축 전략

1	온실가스 감축목표	- 2010년까지'98년 수준 대비 이산화탄소 배출 20% 절감 목표를 채택 - 정책과 제도를 시행하기 위해 공공 및 민간 파트너쉽을 형성하여 가정과 산업에서의 에너지 효율에 관한 투자를 촉진하고, 차량 이동거리를 줄이기 위한 교통대책 도입
2	에너지 효율화 정책	- 300여 사업체에 에너지 효율화 기술 프로그램 지원을 통하여 에너지와 물 절약, 재활용 증가 - 대중교통과 대안 연료 이용 등을 유도해 연간 25,000톤의 이산화탄소 배출을 줄이는 성과를 거둠
3	교통대책	- 신규 경전철과 다양한 분야의 투자를 통해 지역 내 대중교통이용 인구를 30% 증가 시켰고 1천만 톤의 이산화탄소 배출을 줄일 수 있었음 - 대중교통과 카풀 제도에 대한 인센티브를 지원하여 승용차 통근거리를 20%줄였는데, 이것은 연간 275톤의 이산화탄소 배출을 감소시킴
4	대중 교육과 홍보	- 대중 워크샵과 포럼, 언론 캠페인을 통해 단열 방법 홍보, 포틀랜드시 에너지국과 오레곤주 에너지국, 지역 에너지회사가 협력하여 언론 홍보활동을 벌임
5	기술 시범과 이전	- 재생가능에너지 개발을 촉진하기 위해 지역 에너지 회사와 계약을 체결하여 4백만kvh의 전력을 풍력발전을 통해 생산하기로 했음
6	재정투자	- 시와 주, 연방 정부 및 민간 자금원을 통해 수백만 달러를 조성하여 에너지 효율화와 교통대책을 마련 했음
7	지역 경제와 환경에 대한영향	- 에너지 절약으로 가정과 산업체, 지방정부의 운영비를 감소시키고 에너지 효율화 사업을 통해 수백 개의 일자리를 창출함

출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11

○ EU(유럽연합)은 지역 내 국가 간 공동대응을 원칙으로 유럽의회 차원에서 공동정책을 구상하고 있으며, 기후변화문제를 '주요 지구환경문제'로 분류하여 국제관계에서 주도적 역할을 지향하고 있음

- EU 위원회의 각 부문별 온실가스 저감정책들은 에너지 부문에서 EU 역내의 신재생에너지 비율 제고, 열병합발전 비율 상향, SAVE program을 통한 에너지 효율 향상 및 이를 위한 전략 수단 창출 등이며, 산업부문에서 에너지효율과 관련된 환경협약 체결 촉진, 에너지 표준에 대한 협상, HFCs, PFCs, SF6 등 산업 부문의 온실가스 진단 방식 개발 등임

○ 독일 베를린은 온실가스를 2010년까지 1992년 수준의 25%까지 감축목표 설정

- 온실가스저감계획 : 베를린 정부건물에 태양광발전시설을 도입하고 연방법을 통해 재생가능에

너지이용을 장려하였으며 에너지 절감 이행에 필요한 정보를 시민들의 인식이 전환을 위한 캠페인을 실행함

- 독일 정부는 모든 재생가능 전기를 매입하도록 하는 법을 제정하여 풍력발전과 태양광 발전의 확대를 진작하고 있으며, 정부에서 솔선해서 베를린에 신축하는 모든 정부 건물을 재생가능에너지를 최대한 활용할 수 있는 형태로 개조. 즉 모든 신축청사는 일반 건물에 적용되는 열방출량 한계보다 30~40% 낮게 열을 방출해야 하고, 전기 소비는 ㎡당 연간 최대 25~50 kWh로 낮추어야 하며 전체 소비 에너지의 15%를 재생가능 에너지원으로 충당해야 함
- 베를린은 정부 청사 건물뿐만 아니라 대단위 주거단지, 대형 건축물, 철도역사 등을 에너지 절약형으로 전환
  - 사례 1) 베를린 마르찬 구역의 고층 아파트 단지에는 벽을 광전지로 덮어서 단열과 전기 생산을 동시에 꾀함.
  - 사례 2) 레터 철도역 역사에는 둥근 유리 지붕의 남쪽 면에 면적이 3천5백㎡에 달하고 용량은 330㎾난 되는 대형 발전설비가 유리 대신 들어섬. 여기서 생산될 전기는 해마다 290,000㎾h에 달할 것으로 추정됨.

○ 영국 레스터 시는 1990년 영국 최초의 환경도시로 선정되어 새로운 환경정책을 선도적으로 도입하는 모범도시로서 주요 환경정책은 다음과 같음.

<표 5-8-14> 레스터 시의 환경정책

1	온실가스 감축목표	- 이산화탄소 배출을 2025년까지 1990년 수준의 50%로 줄이기로 결정
2	기후행동	- 2025년까지 이산화탄소를 1990년 수준의 50%까지 줄이는 목표를 실현하기 위한 조치들을 확인하기 위한 에너지 전략 수립 - 이러한 대규모 감축은 열병합발전과 지역난방 법으로만 가능한데 현재의 시장 조건하에서 실현가능한지가 관건
3	기후보호 전략	- 2003년에 발표한 기후보호전략의 목표는 다음과 같음 • 시와 시청이 기후변화의 원인에 기여하는 정도 평가 • 기후변화 정도 확인 및 향후 80년간의 기후변화를 예측 • 1994년 에너지 전략 목표치 성과의 검토 및 재평가 • 온실가스 배출량 저감 방법 및 대체 방법 확인 • 온실가스 배출량 저감 목표치 달성 및 행동계획 틀 제공 • 평가에 대한 모니터링 체계 구축 - 레스터시 기후보호 사업 • 열병합발전 : 대규모 시설과 소규모 시설들을 연계한 열병합 발전 계획을 가지고, 나무 등의 바이오매스를 연료로 사용하는 방안을 검토 • 재생가능에너지 : 태양열 온수공급기, 태양광전지를 설치하는 등 태양열 및 태양광 설비를 계속 확충 • 교육훈련 : 에너지효율자문센터와 주택국의 자문, 교육훈련 패키지 제공 및 에너지 교육사업에 참여 • 에너지 관리 : 30분격으로 전기, 가스, 물 사용량을 점검할 수 있는 계량기 설치 • 도시교통 : 자전거 도로 조성, 16㎞의 버스전용차로 조성, 실시간 교통정보 시스템 도입, 자전거 주차장 정비 등 기후보호와 관련한 교통 분야 대책을 수립 • 시민참여 : 우드게이트 주민 협회의 '도로 건설 반대운동'이 대표적 예임. 현재 태양열 온수 공급 장치, 태양광발전설비 설치 등 온실가스 배출량을 줄이기 위한 노력을 하고 있음

출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11

○ 덴마크 코펜하겐은 질랜드 섬의 해안에 위치하기 때문에 기후변화에 매우 취약한데, 해수면이 1m만 상승하더라도 코페하겐의 구 도시 지역 상당수가 침수될 것이기 때문에 온실가스 배출 감소에 매우 적극적임.

- 온실가스 감축목표: 쓰레기 관리와 에너지 정책을 통합시킴으로써 2005년까지 1990년 대비 이산화탄소 배출을 30%감축할 계획임
- 코펜하겐은 1994년 2005년까지 이산화탄소 배출량을 1990년 대비 30% 감축시킬 계획을 채택했는데 이는 모든 관련 부문과 배출원을 포괄적으로 참여시켜야 가능한 일임.

- 이산화탄소 배출원은 주거와 상업을 통해 가장 많이 배출되는 것으로 조사되었고 이에 대처하기 위해 이산화탄소 감소 대상을 화석연료의 천연가스 대체, 에너지 자문 서비스, 폐기물 관리 등에 맞추고 있음.

■ 일본

○ 일본 동경도의 경우 인구는 일본 전체의 10% 수준이지만 소비되는 공업제품, 농·수산물 등이 외부지역으로부터 대량으로 공급되고 있기 때문에 최종 에너지 소비량이나 이산화탄소 배출량은 일본 전체의 5%정도로 인구규모에 비하여 상대적으로 적음. 2010년 온실가스 배출량을 1990년에 비하여 6% 감축하는 목표 설정

○ 그러나 2010년 이산화탄소 배출량이 1990년에 비하여 15% 정도 증가할 것으로 예상되므로 1990년에 대비하여 이산화탄소 배출량을 6% 줄이기 위해서는 실제로 약 20%정도의 감축 필요

○ 따라서 업무 및 수송부문의 이산화탄소 배출 저감과 자연에너지 개발 및 도입에 따른 화석에너지 사용감소에 초점을 두고 있음.

<표 5-8-15> 동경도의 이산화탄소 저감 대책

1	업무,수송부문을 중심으로 한 이산화탄소 삭감 대책	- '지구온난화대책계획서'제도, '건축물환경계획서'제도, '자동차환경관리 계획서'제도를 착실하게 실시 - 탄소세 등 이산화탄소의 배출을 억제하기 위한 경제적 유인책 창설검토 - 수송부문에 기인하는 이산화탄소의 배출량을 보다 효과적으로 억제하는 새로운 대응체제의 구축 검토
2	자연에너지와 시범사업의 시행	- 풍력발전시설 설치에 따를 도민과 사업자 대상의 계몽 및 홍보 실시 - 풍력발전 설비 관련한 고정 자산세 감면을 통한 세제 측면 지원 - 연료전지차 주행실험 및 이에 따를 수소 연료 공급소 설치 - 도청사, 학교 등에 태양광 발전 설비 설치
3	에너지 신규시장의 창출	- 에너지 절약상품 구입 권장 - 태양과 발전등의 에너지 신규 시장 창출 확대 추진
4	흡수원에 대한 녹화지대 확대	- 다마지역 산림 복원을 통한 이산화탄소 흡수원 재생

출처 : 전남 기후변화대응 종합계획, 2010.11)

○ 동경도는 또한 2007년 6월에 '동경도 기후변동대책방침'의 새로운 자료 제시를 통해 2020년까지 온실가스 배출량을 2000년 대비 25% 감축 계획 수립

○ 또한 카본 마이너스 도쿄 10년 프로젝트 추진을 통해 기업, NGO, 도민, 연구자 등이 모

여 상호의 의견을 서로 제시하여 보다 질 높은 시책을 창출해 나가는 이해관계자들 미팅을 정기적으로 개최하고 있으며 향후 10년간 이산화탄소 저감을 위한 사업을 구체화하기 위해 지구온난화 대칙 기금을 활용토록하고 동경도의 환경기본계획을 개정할 계획임.

나) 국내사례

■ 전라남도 기후변화 대응 종합계획 수립(2010. 10)

○ 전라남도는 '전라남도 기후변화 대응 종합계획'수립(2010)

- 주요 내용은 온실가스 배출량 산정 및 전망, 기후변화 대응 비전 및 목표설정, 온실가스 감축 계획 등

○ 전남의 온실가스 총 배출량은 2005년 기준 81,359천톤이며, 이중 산업부문이 80.8%, 농·임업 및 토지 부문이 10.7%, 수송부문이 5.7%, 가정 부문이 1.3%, 상업/공공부문이 0.9%, 폐기물 부문이 0.6%를 차지함.

- 에너지 부문은 88.7%, 비에너지 부문이 11.3%를 기여하고 있어 효과적인 온실가스 감축을 위해서는 산업부문의 에너지 감축이 필요함.

○ 전남 22개 시·군 중 광양시가 약 50%, 여수시가 30%를 배출하고 있으며, 이를 통하여 제철산업과 석유화학산업이 온실가스의 주배출원임을 확인함.

■ 강원도 기후변화 적응 기본계획 수립(2010)

○ 강원도는 '강원도 기후변화 적응 기본계획'수립

○ 주요 연구내용은 강원도의 기후변화 예측모델 구축, 기후변화 예측지도 작성, 지형적, 사회적 특성을 고려한 농업, 수산업, 수자원, 사회기반시설, 산림생태계, 재난, 보건 부문에 대한 기후변화영향조사와 부문별 취약성평가 및 분석, 부문별 시급성 조사를 통하여 적응조치 수립 및 대책방안 발굴, 기후변화 중장기 발전계획 수립 등임.

■ 전라남도 온실가스 배출권 거래제 시범사업 사례

○ 보성군 : 군 청사 에너지 절약추진을 위하여 에너지 절약형 청사시설로 개선

- 공기열 히트펌프시스템 도입으로 탄소배출 최소화(화석연료 95% 절감)
- 냉난방시스템 자동화 시설 도입
- 고기밀성 단열창호 설치
- 고효율 LED조명기기 사용
- 지붕, 외벽, 바닥의 단열설치 등

○ 여수시

- LED조명 교체사업
- 흡수식 냉온수용 고효율 모터펌프 교체
- 개별 냉난방기 원격제어 및 최대전력관리장치 설치
- 창문 단열공사
- 전직원 에너지절약 적극 홍보
- 겨울철 전직원 내복입기 운동 및 여름철 직원 복장 간소화

○ 순천시

- 유류 사용량 절감 추진 : 에코드라이브 운전 수칙 준수로 연료 사용량 절감, 천연가스 청소차량 교체 및 전기자동차 보급 추진
- 전력사용량 감축 활동 추진 : 복도 고효율 전열기구 교체, 에너지 낭비를 줄이기 위한 센서 및 타이머 설치, 간소복 및 동절기 내복입기, 녹색생활 실천 활동 전개
- 온실가스 감축 지속 추진 : 전 PC에 그린파워 시스템을 설치해 대기 전력 차단, 적정 실내온도 유지 : 하절기 28도, 동절기 18도로 유지
- 전직원 녹색생활 실천 참여 독려 : 개인컵 사용하기, 쓰레기 줄이기, 녹색교통 이용하기 등

■ POSCO 기후변화 대응

○ 포스코 저탄소 녹색성장 비전

- Green steel : 철강 프로세스 혁신, 고강도 강판 및 초경량소재 개발
- Green business : 신재생에너지 등 녹색사업에 역량 집중
- Green life : 녹색사업장 구축, 임직원 친환경 생활화, 탄소중립 프로그램
- Green partnership : 기후변화 정책협력, 녹색기술 이전, 확산

○ 추진계획 : 저탄소 철강 혁신기술 개발로 경쟁력 강화

- 단기 (~2005) 에너지 효율개선을 통한 온실가스 3% 감축
- 중기 (~2020) CO_2 혁신 철강기술 개발을 통한 추가 6% 감축
- 장기 (~2050) 수소환원 제철프로세스 개발을 통한 +α 감축

○ 세부 내용

- Green steel : 고장력 자동차 강판 개발, 에너지고효율 전기강판 개발, 경량금속소재 제품생산
- Green business : 녹색사업 분야로의 도약을 위해 차세대 고체산화물 연료전지 개발 투자, 풍력발전, 해양에너지사업 투자, 에너지 집약 산업공정에 특화된 스마트그리드 사업 투자
- 포스코 패밀리 그린워크 : 걷기, 끄기, 줄이기, 모으기의 4대 활동을 통해 임직원 친환경 생활화, 그린 포토전, 그린에세이 등을 통한 활동성과 나눔의 장 제공, 향후 3년간 10만톤의 이산화탄소 누계감축 목표 설정
- 2018년까지 저탄소 철강, 녹색비지니스에 투자해 녹색일자리 창출

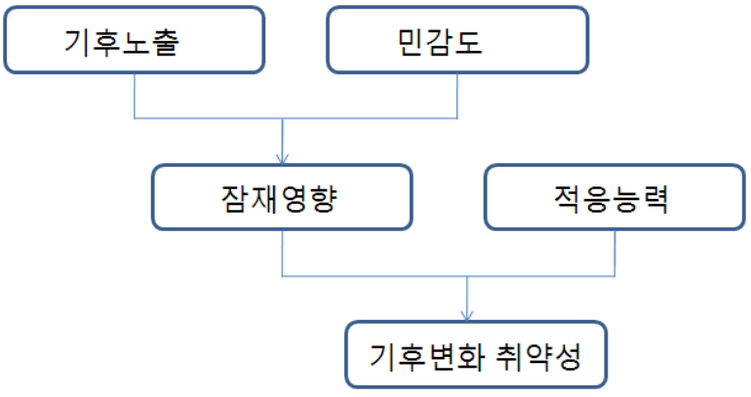
라. 기후변화 취약성 평가 및 주요 부문 선정

1) 취약성 평가 방법

가) 일반 사항

○ 기후변화 취약성 평가는 기후변화 영향 추정, 지역사회의 상대적인 취약성 비교, 특정지역 수요에 의한 적응대책의 집행, 적응정책과 대안 개발, 연구의 우선순위 결정, 효과적인 자원 배분을 통한 적응정책 우선순위 결정, 취약한 부문과 지역 파악을 통한 적응정책 우선순위 결정 등을 목적으로 함.

○ 기후변화의 취약성 평가 시스템



<그림 5-8-9> 기후변화 취약성 개념도 (IPCC 2001 인용)

- 기후노출 지표는 호우일수(80㎜ 이상/일), 1일 최대 강수량, 강수강도지수(연간 총 강수량/총 강수일수), 연속 무강수 일수, 열대야 일수 및 혹서일(최고기온 33℃이상) 일수, 열파지속지수, 해수면 상승률
- 민감도 지표 및 측정변수는 상수도 인구(%), 하수도 보급률(%), 단위면적 당 도로길이, 국토이용면적 중 제방사용 면적율, 1일 1인당 급수량(ℓ), 저수율, 해안선 길이, 관리되는 토지율(%), 경작지당 비료사용량(ton/ha), 국토면적 당 산림면적 등, 총 인구 중 농작인구(%), 농작지 당 곡물생산 등, 출산율, 기대수명, 인구 당 응급의료기관 수, 인구 당 건강보험 적용인구, 인구 당 보건소 인력, 인구 중 기초생활 수급자(%), 독거노인 비율(%) 등
- 잠재영향은 기후노출과 민감도 평가로 구성
- 적응능력은 GDP(백만원), 재정자립도(%), 인구당 공무원 수, 성인문자해독율, 의무교육적령아동 취학율, 지역 내 총생산대비 교육지출(%), 단위면적 당 SO_2 배출량, 관리되지 않은 토지율(%), (1차+2차 산업)/(1차 + 2차 + 3차 산업) *100(%) 등
- 취약성은 탄력성 지수(VRI)로 다음과 같이 나타냄.

$$VRI = \frac{(\text{민감도지수} + \text{기후노출})/2 + \text{적응능력지수}}{2}$$

나) 적응산업/에너지분야 고려사항

○ 산업계에 미치는 기후변화 영향은 <표 5-8-16>과 같이 물리적, 제도적, 평판적 인자와 신사업과 경쟁적 인자로 구분하여 위협요소 및 영향인자를 고려함.

○ 산업/에너지 기술분야 취약성 평가지수는 <표 5-8-17> 및 <표 5-8-18>과 같은 자료를 토대로 산출

○ 산업부문의 기후변화 영향을 보다 객관적으로 살펴보기 위한 대안으로 다른 지수들을 제안하는 경우가 많은데, 최광림은 기후변화 산업 경쟁력지수 산정지표를 <표 5-8-19>와 같이 제안한 바 있음.

<표 5-8-16> 산업계에 미치는 기후변화 영향

구 분	위협요소 및 영향인자
물리적	- 기상이변 때문에 발생하는 재해파손, 질병 및 전염병 - 생산입지의 매력도 변화 등
제도적	- 온실가스 및 기타 환경규제로 인한 비용 증가 - 기존사업 관행 한계 봉착
평판적	- 생태환경 및 기후 문제와 관련한 소비자, 사회단체, 투자자 등 - 이해관계자들의 인식변화에 의한 영향
신사업	- 기존 기술과 제품, 사업 등의 축소 - 온실가스 감축과 에너지 효율성을 높이는 신기술, 신제품, 신사업
경쟁적	- 상기 영향들이 산업 경쟁구도에 미치는 종합적인 결과

<표 5-8-17> 산업/에너지 기술 분야 취약성 평가지수

지수 구분	변 수	문 헌
기후노출	연속적인 무강수일의 최대값	KEI 자료 2008
	일 최대 강수량 (㎜)	〃
	일 강수량이 80㎜ 이상인 날의 횟수 (연 평균)	〃
	일 강수량이 80㎜ 이상인 날의 최고값	〃
	일 최고기온 33℃이상인 날의 횟수 (연 평균)	〃
	일 최고기온 33℃이상인 날의 최고값	〃
	일평균 기온이 영하인 날의 횟수 (연 평균)	〃
	시간 최대풍속 14m/s 이상이 발생한 날의 횟수 (연 평균)	〃
	태풍 통과 횟수 (연 평균)	〃
	해수면 상승속도 (㎜/yr)	〃
	시간 미세먼지농도 100 ㎍/㎥ 이상이 발생하는 날의 횟수 (연 평균)	〃
	시간오존농도 100 ppb 이상이 발생한 날의 횟수 (연 평균)	〃
	8시간 누적 오존농도 60 ppb 이상이 발생한 날의 횟수 (연 평균)	〃
민감도	GDP	〃
	5m 이하 저지대 면적	KAIT 2009
	Gini 계수	Brooks 2005
	인구 백만명당 연구개발 인력 (과학자 및 공학자)	〃
	5m 이하 저지대 가구	KAIT 2009
	연구 개발 투자 (% GNP)	Brooks 2005
적응능력	GDP	UNDP
	단위면적 당 SO_2 배출량 (ton)	KEI 2008
	재정자립도	〃
	(1차+2차 산업)/(1+2+3차 산업)	〃
	인구밀도	〃
	인구 당 공무원 수	〃
	교육지출 (GNP에 대한 %)	〃
	관리되지 않는 토지율	〃
	성인문자 해독율	〃
	취학율	〃

출처 : 산업계 기후변화 경쟁력지수 개발 및 적용연구, 최광림, 2011

<표 5-8-18> 에너지 분야 취약성 평가지수

지수 구분	변 수	문 헌
기후노출	연속적인 무강수일의 최대값	KEI 자료 2008
	일 최대 강수량 (㎜)	〃 v
	일 강수량이 80㎜ 이상인 날의 횟수 (연 평균)	〃
	일 강수량이 80㎜ 이상인 날의 최고값	〃
	일 최고기온 33℃이상인 날의 횟수 (연 평균)	〃
	일 최고기온 33℃이상인 날의 최고값	〃
	일평균 기온이 영하인 날의 횟수 (연 평균)	〃
	시간 최대풍속 14m/s 이상이 발생한 날의 횟수 (연 평균)	〃
	태풍 통과 횟수(연 평균)	〃
	해수면 상승속도(㎜/yr)	〃
	시간 미세먼지농도 100 ㎍/㎥ 이상이 발생하는 날의 횟수 (연 평균)	〃
	시간오존농도 100 ppb 이상이 발생한 날의 횟수 (연 평균)	〃
	8시간 누적 오존농도 60 ppb 이상이 발생한 날의 횟수(연 평균)	〃
민감도	5m 이하 저지대 면적	CAIT 2009
	연간 전력 소비량	KEI 2008
	인구 중 에너지 관련 종사인구 (%)	〃
	5m 이하 저지대 가구	CAIT 2009
	전력/에너지 생산량(연간)	KEI 2008
적응능력	GDP	UNDP
	단위면적 당 SO_2 배출량(ton)	KEI 2008
	재정자립도	〃
	(1차+2차 산업)/(1+2+3차 산업)	〃
	인구밀도	〃
	인구 당 공무원수	〃
	교육지출(GNP에 대한 %)	〃
	관리되지 않는 토지율	〃
	성인문자 해독율	〃
	취학율(%)	〃

출처 : 산업계 기후변화 경쟁력지수 개발 및 적용연구, 최광림, 2011

<표 5-8-19> 기후변화 산업 경쟁력지수 산정지표

주 제	소주제	지 표	비 고
기후 위험 (25%)	요소위험	에너지 비용 비중(%)	전체 생산비용에서 에너지 비용이 차지하는 비중
		석탄/석유 비용 비중(%)	전체 에너지 비용 중 석탄과 석유 비중
	기술위험	온실가스 배출량	온실가스 배출량(tCO_2)
	제품 및 시장위험	기업의 기후 연관성	기업 경영활동과 기후변화의 연관성
		해외시장 규제 위험	온실가스 규제가 강한 해외시장 수출비중
기후 성과 (35%)	기후경영	기후경영체계	기후경영 방침, 정책수립 및 운영 여부
		기후변화 영향평가	기후변화 영향 조사 수행여부
		기후투자	최근 에너지 절약, 온실가스 저감 기술 및 시설투자
	온실가스 저감	온실가스 감축	전년 대비 온실가스 배출량 증감
		에너지 절약	전년 대비 에너지 사용량 증감
		배출권 확보	CER 및 KCER 확보(tCO_2)
	제도조직	온실가스 인벤토리 구축	
		기후변화 교육참여	참여 인원 및 시간
		전담조직 구성	기후변화 관련 전담조직 구성 여부
시장 기회 (20%)	제품시장	시장점유율	
		연구개발비	
	탄소시장	탄소펀드 투자규모	
		CDM 사업 참여	
		KCDM 사업참여	
정책 협력 (20%)	정보공개	온실가스 배출량 및 에너지소비량 공개	
		온실가스 감축목표 공개	
	정책협력	에너지절약 VA 참여	
		탄소중립 프로그램 참여	
		친환경차량 비중	

출처 : 산업계 기후변화 경쟁력지수 개발 및 적용연구, 최광림, 2011

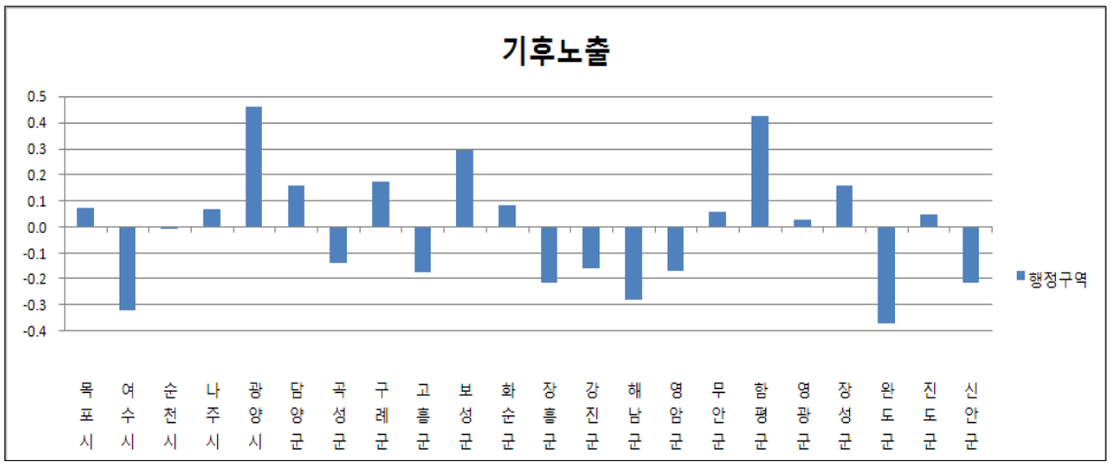
2) 취약성 평가

가) 기후노출 지표 및 결과

○ 산업분야 취약성평가를 위한 기후노출 지표는 다음과 같으며, Z-score를 사용하여 표준화시킨 뒤 연산한 결과는 <그림 5-8-10>과 같음.

<표 5-8-20> 기후노출 지표

지수 구분	변 수	사용 여부
기후노출	연속적인 무강수일	○
	일 최대 강수량 (㎜)	○
	일 강수량이 80㎜ 이상인 날의 횟수 (연 평균)	○
	일 강수량이 80㎜ 이상인 날의 최고값	
	일 최고기온 33℃이상인 날의 횟수	○
	일 최고기온	○
	일 최저기온이 25℃이상인 날의 횟수	○
	일 평균기온이 영하인 날의 횟수	○
	일 최저기온이 영하인 날의 횟수	○
	시간 최대풍속 14m/s 이상이 발생한 날의 횟수 (연 평균)	○
	태풍 통과 횟수 (연 평균)	
	해수면 상승속도 (㎜/yr)	
	시간 미세먼지농도 100 ㎍/㎥ 이상이 발생하는 날의 횟수(연 평균)	○
	시간오존농도 100 ppb 이상이 발생한 날의 횟수 (연 평균)	
	8시간 누적 오존농도 60 ppb 이상이 발생한 날의 횟수 (연 평균)	
	실효습도가 30% 이하인 날의 횟수	○



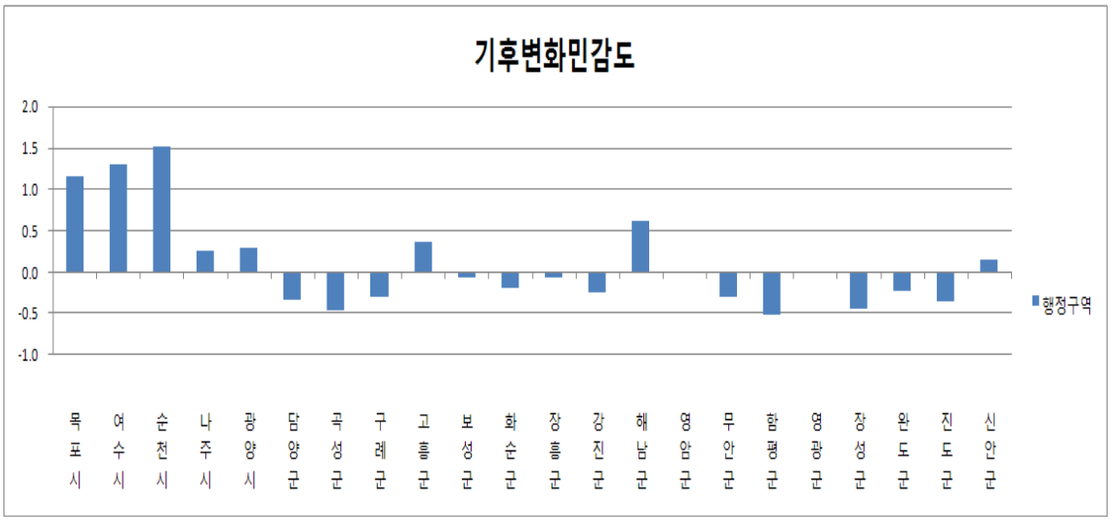
<그림 5-8-10> 전남 시군별 산업분야 기후노출 산출

나) 민감성 지표 및 결과

○ 산업분야 취약성평가를 위한 민감성 지표는 다음과 같으며, Z-score를 사용하여 표준화 시킨뒤 연산한 결과는 <그림 5-8-11>과 같음.

<표 5-8-21> 기후변화 민감성 지표

지수 구분	변 수	사용 여부
민감도	10m 이하 저지대 면적	○
	10m 이하 저지대 가구수	○
	Gini 계수	
	인구 백만명당 연구개발 인력(과학자 및 공학자	
	13세 이하 인구수	○
	65세 이상 인구수	○
	연구 개발 투자(% GNP)	
	GDP	
	열사병/일사병으로 인한 사망자 수	○
	뇌혈관질환 사망자 수	○
	심장질환 사망자 수	○



<그림 5-8-11> 전남 시군별 기후변화 민감도 산출

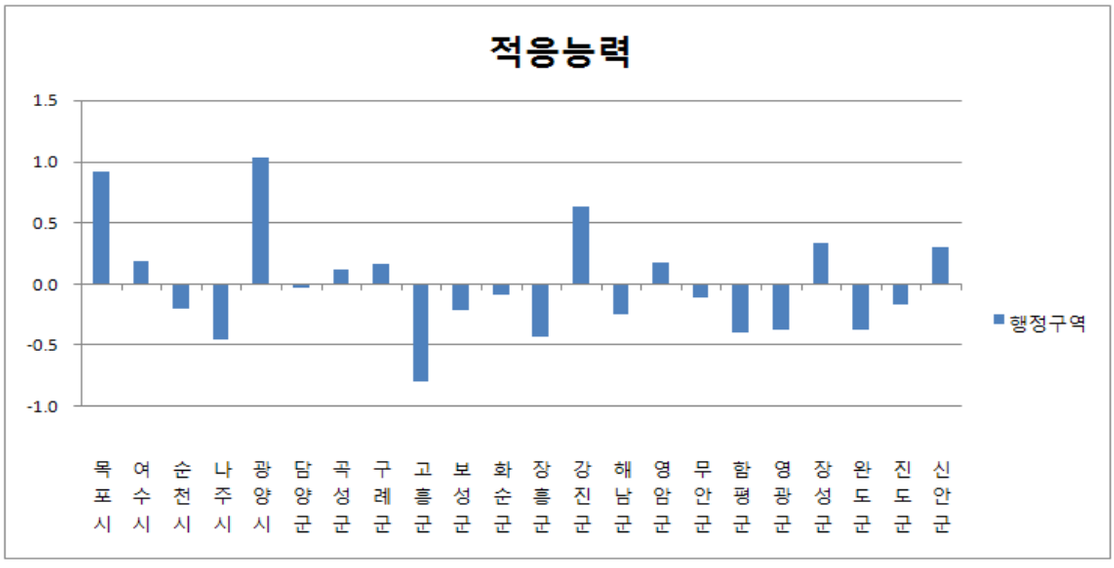
다) 적응능력 지표 및 결과

○ 산업분야 취약성평가를 위한 적응능력지표는 다음과 같으며, Z-score를 사용하여 표준화 시킨 뒤 연산한 결과는 <그림 5-8-12>와 같음.

<표 5-8-22> 기후변화 적응능력 지표

지수 구분	변 수	사용 여부
적응능력	GDP	
	단위면적 당 SO_2 배출량(ton)	*
	재정자립도	○
	(1차+2차 산업)/(1+2+3차 산업)	
	인구밀도	○
	인구 당 공무원수	○
	교육지출(GNP에 대한 %)	
	관리되지 않는 토지율	
	성인문자 해독율	
	취학율	
	출산율	○

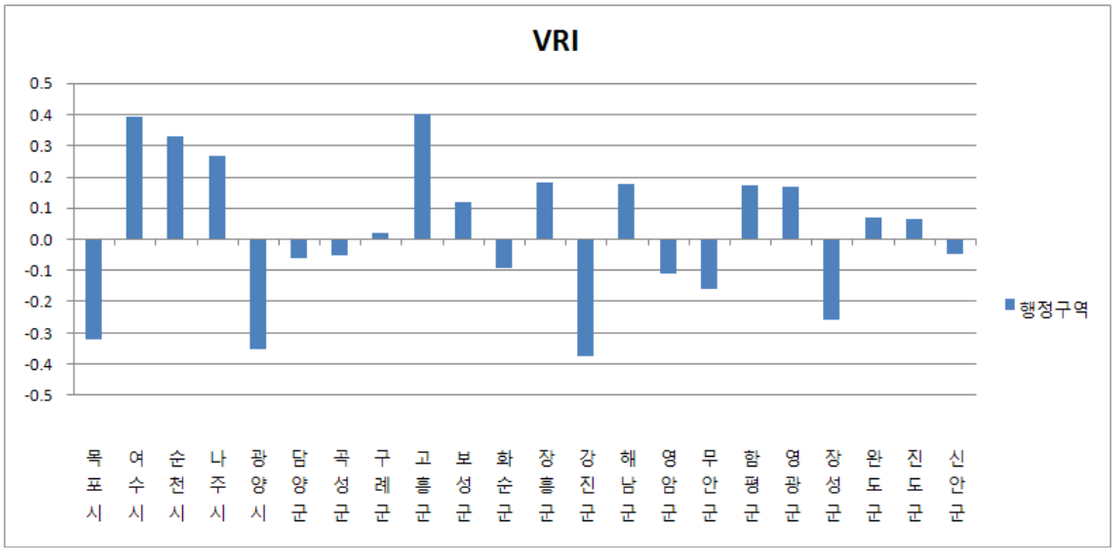
* 상기 항목은 기후노출량에서 활용



<그림 5-8-12> 전남 시군별 적응능력 산출

라) 취약성 탄력성 산출결과

○ 앞에서 논의한 바와 같이 기후변화 노출, 민감도 및 적응능력과 함께 노출량 지표를 활용하여 산업분야 취약성 및 탄력성 지표를 산출한 결과는 <그림 5-8-13>과 같음.



<그림 5-8-13> 전남 시군별 취약성 탄력성 산출

3) 주요 부문 선정

○ 적응산업 분야는 농업, 해양수산, 건강, 재난재해 등 각 분야별 기후변화 영향 및 취약성 평가가 이루어진 후, 그 결과를 바탕으로 적응에 필요한 산업대책이 제안되고, 세부 추진

계획이 수립되어야 보다 의미 있는 대책이 수립될 것임. 하지만, 과제 일정 상 타 분야와 동일하게 진행되는 한계를 극복하기 위한 방안으로 전남 산업분야의 기후변화 영향평가 및 취약성평가 결과 이 외에 전남도의 산업현황 분석, 정부 및 전남도의 정책자료 및 추진계획 등을 토대로 주요 추진부문을 선정하였음.

- 현황 분석 결과 전남의 가장 주요한 산업인 석유정제 및 1차 금속(철강)산업이 대표적인 에너지 다소비산업이며, 대부분 선행 사업 및 정책의 목표가 온실가스 저감과 에너지 효율성의 제고에 있음을 확인하였음.
- 이에 따라서 적응산업 및 에너지 분야의 기후변화 적응대책은 소극적이고 후행적인 대책보다는 기후변화의 원인인 온실가스 저감과 같은 원천적인 대응에 중점을 두어서 제안하였음.

가) 기후변화 영향평가 및 취약성평가 결과분석

- 전라남도의 기후노출과 기후변화 민감도, 적응 능력과 취약탄력성은 대체로 전국 평균값 정도를 나타내지만, 인간정주 부문만은 상대적으로 매우 낮은 값을 나타냄. 이는 전라남도의 기반시설이 상대적으로 취약함을 암시하는 것으로 기후변화 적응을 위한 산업부문의 활성화를 위해서는 도로, 상·하수도, 제방시설 등 기초적인 인프라 확충 필요
- 시군별 결과를 보면 광양시가 환경요소에 의한 노출이 가장 심한 것으로 나타나 광양제철소를 포함한 제철산업이 발달된 데 기인하지만, 적응능력이 상대적으로 좋아 실제 기후변화에 대한 취약탄력성은 좋게 나타남.
- 반면, 석유화학단지가 위치한 여수시는 해양성 기후의 영향으로 기후요소의 영향이 적은 관계로 환경요소에 의한 노출을 상쇄함에 따라 기후노출의 수치는 높지 않게 나타나지만 적응능력이 높지 않아 산업분야 취약탄력성은 좋지 않은 것으로 나타남. 특히 2012년 5월부터 개최되는 엑스포 등 국제행사를 앞두고 기반시설에 대한 투자 등으로 최근에는 개선된 수치를 보일 것으로 전망됨.
- 결론적으로 전라남도 적응산업/에너지분야의 기후변화 적응은 기후변화에 의한 영향을 최소화하고, 취약성을 보강하기 위한 직접적인 사업보다는 기후변화의 원인이 되는 온실가스의 저감과 같이 취약성을 근본적으로 보완하기 위한 대책이 중심이 되어야하며, 이를 위하여 아래와 같이 산업 현황을 분석하고, 관련된 정책과 추진사업을 조사하여 이에 대한 효율적인 추진방안과 새로운 사업을 도출하고자 함.

나) 전남도 산업현황 분석

■ 전남도 산업구조의 특징과 지역산업 현황

○ 지역산업

- 전남지역은 1차 산업의 비중이 크고, 2차 산업(제조업)의 비중이 상대적으로 취약
- 2008년 12월 전남의 산업별 취업자수는 농림, 어업, 임업 등 1차 산업 종사자가 254천명, 제조업 종사자 84천명, 사회간접자본 및 기타 서비스업 562천명으로 각 각 28.2%, 9.3%, 62.4%의 분포를 보임,
- 반면, 전국적으로는 1차 산업종사자가 6.0%, 2차 산업(제조업) 17.4%, 3차 산업 76.6%로 전남의 1차 산업 비중이 큰 것을 알 수 있음.
- 전남지역의 제조업은 석유화학, 철강 등 소재형 장치산업의 비중이 높은데, 석유정제품, 1차금속산업제품 등 2가지 업종이 전남도 내 전 제조업에서 차지하는 비중이 출하액 기준으로 47.3%(2009년)에 달하는 것으로 조사되었음. 그러나 이들 산업은 세계수요 위축과 공급과잉 등에 민감하게 적응하기가 어렵고, 소비패턴의 변화에 신속히 대응할 수 있는 능력이 결여되어 해당 부문에서 고부가가치를 창출할 수 있는 신기술 개발부문을 제외하고는 미래 유망 산업에 포함되지 않는 산업들임.
- 따라서 이들 산업 부문에서 고부가가치를 창출하도록 신기술 개발과 공정 개선을 통한 경쟁력 확보가 중요한 과제로 전망됨.

<표 5-8-23> 전남 제조업 업종별 비중(2009년)

(단위 : %)

구 분	사업체수	종사자수	출하액	부가가치
음식료품	27.3	14.4	2.5	3.3
석유정제	0.2	2.4	29.6	26.7
비금속	12.5	6.1	2.1	4.1
1차금속(철강)	4.4	12.9	17.7	19.0
기타 운송장비	10.1	20.5	8.2	10.8

출처 : 통계청, 광공업통계조사보고서

주 : 비중은 해당 업종이 지역에서 차지하는 비중을 나타냄

■ 첨단 제조업 및 신산업분야 현황

○ 첨단제조업의 취약

- 전남은 다른 지역에 비해 첨단제조업 입지여건과 기업활동의 취약성 때문에 전체 제조업에서 첨단산업이 차지하는 비중이 매우 낮음
- 업종별로는 정밀화학, 신소재 부문이 전국 동 산업에서 2~3% 정도를 차지하고 있는 정도이고, 다른 산업은 매우 미약한 수준에 있음

○ 생산집적화 단지의 상대적 취약

- 전남 소재 산업단지는 타 지역에 비해 상대적으로 취약한 구조이며, 고부가 가치이며 산업연관효과가 큰 첨단산업 업종의 산업단지내 입주가 상대적으로 취약함

○ 지식산업 혁신역량 취약

- 전남의 지식혁신 기반 역량은 전국 평균에 비하여 매우 낮은 수준에 머물러 있으며, 지식자원 역량(대졸인구 비중 등), 지식투자 역량(총 취업자 대비 연구개발 인력, 지역내총생산대비 연구개발투자 등), 지식성과 역량(산업재산권 등록 건수 등) 등에서 취약한 구조임.

○ 산업기술혁신 인프라의 취약

- 대학, 연구소, 기술인력, 기술개발 자금 등이 상대적으로 취약하고, 이로 인하여 기존 산업의 고부가가치화 및 신산업창출 등에 어려움이 있음
- 혁신역량의 원천이 되는 기업입지와 관련하여 지역경제의 기반이 되는 대기업의 분포 및 지역 내 영향력은 상대적으로 낮음
- 기술이전 기관 및 애로기술 해결기관의 기반이 취약하고, 기업을 지원하는 각 종 시스템 구축도 상대적으로 취약

○ 따라서 기후변화 적응과 관련한 신재생에너지산업 등 신산업의 활성화를 위해서는 관련 기반시설 인프라의 확충과 관련 연구 및 기술이전/지원 기관의 유치가 수반되어야 함.

■ 기후변화 적응 관련 산업부문 육성

○ 4차 국토계획 수정계획 중 전남지역 제조업과 관련한 목표는 미래첨단산업 육성과 전통산업구조 고도화로 지역 경쟁력 강화를 위한 집중 육성산업분야는 다음과 같음.

○ 생물·생명산업의 중심 거점화를 위해 생물산업 집중 육성

- 청정생물산업 클러스터를 조성하고 희귀 의약품 연구·생산기능의 집적화
- 기능성식품 종합지원단지 조성으로 식품산업 육성 및 한방바이오 기반 구축
- 생물산업 연구개발 및 지원시설 등의 인프라 확충

○ 신소재·조선·항공우주산업 육성

- 고기능 파인세라믹스 소재기술의 개발 및 사업화, 디스플레이산업 육성, 초경량 첨단 부품·소재 개발 등 추진
- 조선·기자재 연구개발기능 강화 및 관련 인프라 구축과 전문기술인력 양성
- 고흥 우주센터 건설, 우주항공테마파크 조성 등 항공우주산업 육성

○ 정보통신기술(IT)·나노기술(NT)·환경기술(ET) 등 미래첨단산업 육성과 집적시설단지

조성

- 정보통신기술산업밸리, 정보통신기술벤처전용 집적시설단지 등 정보통신기술 산업육성기반 중점 조성
- 나노코팅산업화 지원센터 건설, 나노 바이오 연구개발추진체계 구축, 사이언스파크 조성
- 유망 환경기술(ET)·에너지기술의 개발을 위한 집적화단지 조성

○ 지식기반산업 육성을 위한 지속적 기반확충 및 권역별 지식기반산업 집적 도모

- 지식기반산업관련 거점시설의 지역내 유치와 기초인프라 확충
- 산학연 연계 기반조성과 전문인력 활용체계 구축 및 지방대학 특성화를 통한 지식기반산업 육성

○ 이와 아울러 전남도는 일조량이 전국적으로 가장 높은 지역으로 해상풍력에 좋은 입지조건을 가지므로 신재생에너지 산업을 육성하기에 적합함. 이를 위하여 신재생에너지 국가시범사업의 지역 내 유치와 발전단지 조성 등 민간 투자사업 추진 및 신재생에너지 부품·기자재 산업의 육성 추진 필요

○ 또한 전남도의 주력 산업분야인 제철 및 석유화학산업은 대표적인 에너지 다소비 업종으로 온실가스 배출을 줄이기 위한 에너지 고효율산업구조로의 개편 필요

- '2020년 저탄소 녹색사회 구현을 위한 로드맵'에 따른 주요 산업분야별 온실가스 감축목표는 다음과 같음.

<표 5-8-24> 부문별·업종별 감축목표 (단위 : 백만톤 CO_2e)

대분류	세분류		2007 배출량	2020 BAU	감축목표		
					감축량	감축후 배출량	감축율 (%)
산업	정유		12.8	17.1	1.28	15.83	(7.5)
	광업		1.0	0.68	0.027	0.655	(3.9)
	철강		86.0	121.35	7.88	113.47	(6.5)
	시멘트		42.2	41.48	3.53	37.95	(8.5)
	석유화학		50.7	63.47	4.77	58.7	(7.5)
	제지,목재		8.7	7.73	0.55	7.18	(7.1)
	섬유/가죽		11.9	9.81	0.61	9.2	(6.3)
	유리/요업		4.5	5.50	0.22	5.28	(4.0)
	비철금속		5.4	5.02	0.21	4.81	(4.1)
	기계		10.2	13.10	0.99	12.11	(7.6)
	전기/전자	에너지	9.7	12.09	0.96	11.14	(7.9)
		비에너지	18.0	29.25	24.55	4.70	(83.9)
	전자표시장치		6.3	71.65	28.32	43.33	(39.5)
	반도체		8.4	14.53	4.03	10.5	(27.7)
	자동차	에너지	6.7	8.72	0.68	8.04	(7.8)
		비에너지	2.9	3.62	3.25	0.36	(90.0)
	조선		1.8	3.79	0.25	3.54	(6.7)
	기타제조		17.6	16.91	0.29	16.62	(1.7)
	음식료품		6.8	6.16	0.31	5.86	(5.0)
	건설업		2.5	3.22	0.23	2.99	(7.1)
	소계		314.1	455.18	82.937	372.265	(18.2)
수송	운수,자가용		87.7	107.25	36.82	70.43	(34.3)
건물	가정		70.5	87.44	23.62	63.82	(27.0)
	상업		67.6	91.52	24.44	67.08	(26.7)
	소계		138.1	178.96	48.06	130.9	(26.9)
공공기타	공공 기타		16.2	18.85	4.70	14.15	(25.0)
농림어업	농림어업		30.0	29.10	1.52	27.59	(5.2)
폐기물	폐기물		17.1	13.83	1.71	12.13	(12.3)
6대 부문			610	8131)	175.7	637.3	(21.6)
전환 부문					68.22)		
총계					243.9	569.1	(30.0)

1) 배출량 총계(813백만톤)는 도시가스(2.2백만톤) 및 탈루배출량(7.6백만톤)이 추가된 수치
2) 발전용 에너지 구성비율 변화(신재생 비중 등 증가)에 따른 추가적 감축량
※ 산업에너지연소 BAU 대비 감축율 7.1%
※ 일부 감축방안은 선행적인 기술개발 및 정부의 정책마련 등 필요
- 예) 전환(CCS·스마트그리드 보급), 산업(슬래그시멘트 비중확대, 포틀랜드 시멘트 혼합재 비율 증대) 등

<표 5-8-25> 연도별 온실가스 감축율 (단위 : %)

대분류	세분류	12년	13년	15년	20년
전환	① 발전,도시가스,지역난방	1.5	3.0	6.1	26.7
산업	② 정유	0.4	0.6	2.8	7.5
	③ 광업	0.4	0.4	0.6	3.9
	④ 철강	0.1	0.2	2.1	6.5
	⑤ 시멘트	0.3	0.5	3.0	8.5
	⑥ 석유화학	0.4	0.6	2.8	7.5
	⑦ 제지,목재	0.4	0.5	2.4	7.1
	⑧ 섬유/가죽	0.4	0.6	1.1	6.3
	⑨ 유리/요업	0.4	0.5	0.7	4.0
	⑩ 비철금속	0.4	0.5	0.7	4.1
	⑪ 기계	0.45	0.7	1.2	7.6
	⑫ 전기/전자	0.2	2.2	32.3	61.7
	⑬ 전자표시장치	2.4	3.4	26.3	39.5
	⑭ 반도체	1.0	1.8	17.3	27.7
	⑮ 자동차	0.3	1.1	15.2	31.9
	⑯ 조선	0.5	0.6	1.3	6.7
	⑰ 기타 제조업	0.2	0.2	0.3	1.7
	⑱ 음식료품	0.5	0.6	0.9	5.0
	⑲ 건설업	0.2	0.5	3.2	7.1
수송	⑳ 운수업, 자가용	2.0	4.2	9.6	34.3
	㉑ 가정	1.8	5.0	8.9	27.0
건물	㉒ 상업	1.9	4.4	8.8	26.7
공공기타	㉓ 공공, 기타	5.2	8.6	15.7	25.0
농림어업	㉔ 농업, 임업, 어업	0.0	0.1	1.7	5.2
폐기물	㉕ 폐기물	1.3	2.0	9.0	12.3
전체 합계		1.6	3.3	10.0	30.0

마. 세부시행계획 수립

1) 주요 정책현황

가) 제3차 전라남도 종합계획 수정계획(2008)

○ 전남도는 지역발전을 위한 전남종합계획을 수립하고, 2008년에 제 3차 수정계획을 발표하였는데, 산업 및 에너지 관련 주요계획은 다음과 같음.

- 기조 : 4권역간 연계강화를 위한 지역통합
- 목표 : 동북아의 물류, 관광, 미래산업 중심
  - 4대 권역별 발전계획
  - 광주근교권 : 대도시권, 미래산업 및 전원주거 배후거점
  - 동부권 : 환태평양권 물류, 관광, 미래산업 거점
  - 서남권 : 환황해권 해양관광, 미래산업 개방거점
  - 중남부권 : 생명건강, 웰빙산업, 해양관광 중심

○ 본 계획상 산업/에너지 관련 주요 사항은 다음과 같음.

- 기술혁신과 미래형 일자리를 창출하는 미래형 신산업 육성
- 태양광, 풍력, 조력, 바이오 등 비교 우위에 있는 대체에너지 자원 조사연구 및 활용방안 강구를 통한 신재생에너지 산업 진흥
- 개발과 보전이 조화된 지속가능성 확보
- 맑고 풍부한 물 공급, 오,폐수 처리시설 확충 등
- 자원순환특화단지/생태산업단지 조성

나) 국가 기후변화 적응대책 중 산업/에너지 분야

○ 정부는 2010년 '저탄소녹색기본법'시행에 따른 법정계획으로 '국가기후변화적응대책 세부시행계획(2011~2015)'수립

- 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산업, 물관리, 생태계, 기후변화 감시·예측, 적응산업, 교육·홍보 및 국제협력의 10개 분야 87개 과제 도출

○ 적응산업/에너지 분야는 지식경제부, 환경부 및 국토부가 참여하여 산업분야별 적응대책 수립 가이드라인의 개발과 보급, 기후변화에 따른 적응 신사업 발굴, 지원 및 일자리 창출, 에너지 분야 취약성 평가 및 에너지 안정성 확보를 추진토록 함

○ 적응산업/에너지 분야 주요 추진과제

- 산업/에너지 분야 기후변화 영향·취약성 평가 : 산업/에너지 분야별 취약성 평가지표 개발을 통한 기후변화 영향 및 취약성 평가 실시, 기상 재난, 수자원 부족 등으로 인한 발전효율 저하 최소화 방안 마련

- 산업분야 적응대책 수립 유도 및 홍보 강화 : 산업분야별 적응대책 가이드라인 개발 및 기업 적응 인벤토리 작성 및 활용 시스템 구축, 기후변화 적응 우수기업 선정
- 기후변화 적응 신산업·유망사업 발굴 및 지원 : 기후변화 예측, 수자원 확보사업, 에너지 효율화 및 저장사업 등 지원추진, 기후변화 적응 전문인력 육성 및 일자리 창출
- 에너지 공급 안정성 확보 : 국가 재난관리시스템 연동 에너지 공급시설 관리체계 구축, 수온 상승에 따른 발전시설 관리기준 개선

다) 국가 에너지·기후변화 정책 총괄

○ 저탄소 녹색정장 기본법(2009. 12) : 정부는 '08년에 저탄소 녹색성장을 국가비전으로 선언하고, 이를 법·제도적으로 지원하기 위해 재정

- 저탄소 녹색성장에 관한 기본법으로 관련 타 법률(에너지기본법, 지속가능발전기본법 등)에 우선하여 적용
- 저탄소 녹색성장 국가전략 수립·시행
- 녹색경제·산업 육성 및 지원 : 정부는 성장잠재력이 큰 녹색산업을 발굴·육성하고 녹색경제·산업으로의 단계적 전환 촉진
- 조세제도 운영 : 환경오염과 온실가스 발생, 에너지 이용 효율이 낮은 재화와 서비스에 대하여 조세부담 강화, 자원배분의 비효율성을 줄일 수 있도록 조세 정책 운영

○ 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획(2009. 7)

- 중장기 녹색성장 마스터플랜으로 2009~2013년까지 5년간 총 107조원을 투자하여 약 182~206조원의 생산유발효과 창출 기대

<표 5-8-26> 녹색성장 3대 전략 및 10대 정책방향

<table>
<tr><th>기후변화 적응 및
에너지 자립</th><th>신성장 동력 창출</th><th>삶의 질 개선과
국가위상 강화</th></tr>
<tr><td>① 효과적 온실가스 감축</td><td>④ 녹색기술개발 및 성장 동력화</td><td rowspan="2">⑧ 녹색국토·교통의 조성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">② 탈석유·에너지 자립 강화</td><td>⑤ 산업의 녹색화 및 녹색
산업육성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">⑨ 생활의 녹색혁명</td><td>⑥ 산업구조의 고도화</td></tr>
<tr><td rowspan="2">③ 기후변화 적응 역량강화</td><td rowspan="2">⑩ 세계적인 녹색성장
모범국가 구현</td></tr>
<tr><td>⑦ 녹색경제 기반조성</td></tr>
</table>

○ 에너지·온실가스 목표관리제(2010)

- 정부는 온실가스 저감 목표로 2020년까지 BAT 대비 30%의 감축 계획을 통해 2012년부터 에너지·온실가스 목표관리제 적용
- 에너지 사용량, 효율 목표를 기업과 정부가 협의하여 설정하고, 초과 달성 시 인센티브 부여,

미달성 시 페널티 부과

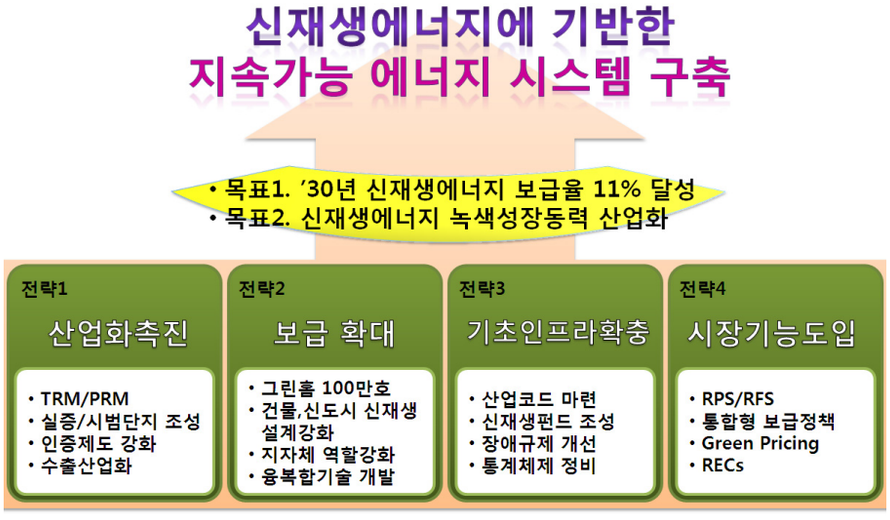
- 감축목표는 '20년까지의 배출전망치와 비교하여 산업부문 18.2%, 발전 26.7%, 수송 34.3%, 건물 26.9%, 농림어업 부문에서 5.2%를 감축하여 국가 전체적으로 30% 감축
- 이에 따르면, 국가전체 배출량은 2014년 최고치에 도달한 후, 2015년부터 배출량이 감소하기 시작하여 경제성장과 온실가스 배출의 탈동조화(Decoupling)를 실현하게 될 전망
- 2011년 산업부문은 연간 에너지 소비량 2만 toe 이상인 423개 업체를 대상으로 지정, 전남은 40개 사 지정
- 전남의 주요 산업분야인 철강 및 석유화학 분야는 2020년까지 감축량이 각각 7.88백만 toe와 4.77백만toe으로 감축율은 6.5%와 7.5%임.

○ 신재생에너지 기본계획

- 정부는 2008년 12월 수립한 '제3차 신재생에너지기본계획'에서 총 1차 에너지 기준 신재생에너지의 공급비중 목표를 '15년 4.3%, '20년 6.1%, '30년 11%로 제시
- 목표 달성 및 녹색성장동력 산업화를 위하여 산업화 촉진, 보급 확대, 기초인프라 확충, 시장기능도입 등 4대 추진전략 수립

<표 5-8-27> 1차 에너지 신재생에너지 보급전망 목표

	2010	2015	2020	2030
1차 에너지(백만 toe)	253	270	287	300
신재생에너지(천 toe)	7,566	11,731	17,520	33,027
비중(%)	2.98	4.33	6.08	11.0



<그림 5-8-14> 신재생에너지 촉진 정책목표 및 추진전략

○ 신재생에너지 기술개발·상용화 로드맵(지식경제부)

- '20년까지 화석연료 대비 국산 신재생에너지자원의 경제성 확보를 위하여 단계별, 에너지원별 기술개발 및 상용화 로드맵과 제품로드맵을 제시하고, 이에 따른 구체적인 경제성 확보시기를 전망함.

※ 주요 국산 신재생에너지원별 경제성 확보시기(전망)

· 태양광 : 1세대 태양전지(Si)('15년), 2세대 태양전지(Si박막, CIGS)('15년),
3세대 태양전지(염료감응, 유기)('20년)

· 풍력 : 2MW급 풍력발전기('10년), 5MW급 풍력발전기('16년), 도시형 소형 풍력발전기('10년)

· 태양열 : 10kW급 접시형 태양열발전시스템('12년), 200kW급 접시형 태양열발전시스템('13년)

<표 5-8-28> 중장기 신재생에너지 원별 보급목표 (단위: 천toe, %)

	2008	2010	2015	2020	2030	연평균 증가율
태양열	33(0.5)	40(0.5)	63(0.5)	342(2.0)	1,882(5.7)	20.2
태양광	59(0.9)	138(1.8)	313(2.7)	552(3.2)	1,364(4.1)	15.3
풍 력	106(1.7)	220(2.9)	1,084(9.2)	2,035(11.6)	4,155(12.6)	18.1
바이오	518(8.1)	987(13.0)	2,210(18.8)	4,211(24.0)	10,357(31.4)	14.6
수 력	946(14.9)	972(12.8)	1,071(9.1)	1,165(6.6)	1,447(4.4)	1.9
지 열	9(0.1)	43(0.6)	280(2.4)	544(3.1)	1,261(3.8)	25.5
해 양	0(0.0)	70(0.9)	393(3.3)	907(5.2)	1,540(4.7)	49.6
폐기물	4,688(73.7)	5,097(67.4)	6,316(53.8)	7,764(44.3)	11,021(33.4)	4.0
합 계	6,360	7,566	11,731	17,520	33,027	7.8
비 중	2.58%	2.98%	4.33%	6.08%	11.0%	

* ( ) : 비중, %

<표 5-8-29> 국산 신재생에너지의 경제성 확보시기

대분류	중분류	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
태양광	1세대 태양전지 (Si) 2세대 태양전지 (Si 박막, CIGS) 3세대 태양전지 (연료감응, 유기)							■					■
풍력	2MW급 풍력발전기 5MW급 풍력발전기 도시형 소형 풍력발전기		■						■				
태양열	10kW급 접시형 태양열발전시스템 25KW급 접시형 태양열발전시스템 200kW급 타워형 태양열발전시스템 신소재 집열기				■	■				■	■		
바이오	통합소화 바이오가스 생산기술 저온 혐기성 소화기술 BTL 바이오 오일					■					■		
폐기물	RDF전용 발전설비 및 혼소설비 연속식 열분해유화 상용 플랜트 미활용 폐기물의 열분해유화시스템 폐기물 가스화 합성가스 생산시스템 가스화 연계 가스엔진 발전시스템			■	■		■	■			■		
소수력	마이크로/피코급 수차발전기 가변속발전기 계통보호 및 자동화 설비				■						■		
지열	주거용 지열열펌프 3, 5RT 저비용 천공 및 시공기술 친환경 열펌프시스템 지열발전 플랜트 심부굴착기술				■			■		■		■	
해양	500kW급 진동수주형 착저식 파력발전시스템 500kW급 연직축 조류발전시스템 모듈형 수평축 조류발전시스템 다변형 조류발전시스템 1MW급 산업용 해수온도차 발전시스템				■			■			■		
석탄이용	IGCC 석탄 가스화 석탄 가스 정제 액화 공정						■	■	■				

라) 기타 기후변화 대응 및 에너지 관련 국가 정책

○ 정부가 기타 제안·추진하고 있는 주요정책은 다음과 같음.

- 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획수립(2009) : 녹색성장 3대 전략 및 10대 정책방향 제시
- 저탄소 녹색성장기본법 제정(2009) : 기후변화 대응, 에너지 기본계획 수립
- 신재생에너지 중점추진계획(2010) : 신재생에너지 시장 조기창출, 신재생에너지 보급 확대 및

인증체계 강화

- 부문별 에너지절약 목표관리(2010): 에너지 효율향상 및 소비절약 추진, 에너지 목표관리제 도입

2) 방향 및 목표설정

가) 추진방향

○ 기후변화에 따라 새롭게 부각되는 산업분야 또는 사업을 발굴하여 육성방안 제시

○ 기후변화로 인한 피해를 최소화하고 취약한 사업부문에 대한 적응대책 제시

○ 기후변화의 원인이 되는 온실가스 저감대책

○ 전남의 주요 산업 분야인 제철 및 석유화학 분야를 중심으로 효과적인 온실가스 감축 방안과 이를 달성하기 위한 추진 사업 발굴 등

나) 설정목표

○ 산업/에너지 부문 취약 분야 개선방안 도출

- 온실가스·에너지 목표관리제 해당 기업에 대한 이행 지원방안 도출
- 온실가스 배출권 거래제 사업 개발 지원방안

○ 기후변화 적응 관련 신사업 분야 개발방안 도출

- 신재생에너지 관련 사업 촉진 방안 도출
- 해상풍력, 태양광 발전 등 신재생에너지 사업 발전전략 로드맵 구축
- 신재생에너지 관련 국책연구사업 제안
- 전남의 지역별 특성이 고려된 기후변화 적응사업 제안

다) 추진전략

○ 현재 추진 중인 전남 기후변화 대응 세부시행계획을 통하여 부문별로 도출된 추진사업 중 산업분야와 연관되어 추진할 사업 발굴

- 기후변화로 인한 피해를 최소화하고 취약부문에 대한 적응을 위한 사업 발굴
- 기후변화에 따라 새롭게 부각되는 산업분야와 사업 발굴

○ 기후변화에 원천적으로 대응하기 위한 온실가스 배출저감 및 에너지 효율성 제고 사업 추진

- 신재생에너지 활용율 제고 사업
- 온실가스 배출 목표제를 효율적으로 추진하고, 해당 기업을 지원하기 위한 사업 전개

3) 세부시행계획

가) 기존 대책

■ 전라남도 기후변화 대응 종합계획(2010.11)

○ '전라남도 기후변화대응 종합계획'에 근거한 기후변화 대응대책 및 시행계획 추진

<표 5-8-30 > 기후변화 대응 추진 정책 추진계획

분야	중점과제	세부내용	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
녹색생활	녹색시민운동	세부 실천방안 수립	■	■					
		참여프로그램 개발	■		■		■		
		홍보 및 교육	■	■	■	■	■	■	■
		인센티브 제공	■	■	■	■	■	■	■
	탄소포인트확대	타당성, 수요 조사	■						
		단계별 대상 확대	■	■	■	■			
		저감 항목 확대		■	■				
		인센티브 지원	■	■	■	■	■	■	■
		홍보 및 교육	■	■	■				
		녹색통장 갖기	■	■	■	■	■	■	■
		탄소포인드 시행	■	■	■	■	■	■	■
	상업/공공기관탄소포인트제	탄소포인드제 참여	■						
		온실가스 배출량 조사	■	■					
		공공기관 협약		■	■				
		시행 및 인센티브 제공		■	■	■	■	■	■
	친환경자동차보 급	CNG 차량 보급	■	■	■	■	■	■	■
		하이브리드 자동차 보급	■	■	■	■	■	■	■
		전기자동차 보급					■	■	■
		제반시설 설치				■	■	■	■
		보조금 지원	■	■	■	■	■	■	■
		친환경 자동차 홍보		■	■	■	■		
	대중교통활성화	도심주차 상한제 실시		■	■				
		차량 제한구역 확대	■	■					
		철도망 구축		■	■	■	■	■	■
		환승시설 확충	■	■					
		교통 요금 보조		■	■	■			
		승용차요일제 실시	■	■	■	■	■	■	■
	자전거활성화	자전거 인프라 주요조사	■	■					
		자전거 전담팀 구성	■	■					
		자전거 전용도로 확충		■	■	■			
		자전거 무료대여소 운영	■	■	■	■	■	■	■
		시민공영 자전거 도입		■	■				
		시설물 설치 유지, 보수	■	■	■	■	■	■	■
		인센티브 지원		■	■	■			
		다양한 자전거 교육실시	■	■	■	■			

<표 5-8-30> 기후변화 대응 추진 정책 추진계획(계속)

분야	중점 과제	세부내용	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
녹색 건물	그린빌딩, 탄소 제로빌딩 보급	탄소제로빌딩 도입							
		법률 시행							
		고효율 시스템 개발 지원							
		고효율인증제 도입							
		건축물 지원 사업							
	저탄소 녹색마을 조성	추진단 구성							
		녹색마을 모델개발							
		타당성 조사							
		녹색마을 후보지 발굴							
		녹색마을 조성							
		시범사업 파급 및 확산							
		지역리더 양성							
		녹색마을 법인 설립							
	고효율 조명 교체 및 보급	LED 수요조사							
		신규 LED 설치							
		LED 교체사업							
		신호등, 가로등 교체							
		인센티브 제공							
녹색 산업	산업체 자발적협약	VA 참여 확대							
		기업활동 지원							
		공공기관 참여							
		애로공정 및 저감기술 제시							
	에너지 목표관리제	이행체계 구축							
		교육 및 홍보							
		목표관리제 확대							
		기업활동 지원							
		대·중소기업간 그린크리딧제도입							
		애로공정 및 저감기술 제시							

<표 5-8-30> 기후변화 대응 추진 정책 추진계획(계속)

분야	중점과제	세부내용	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
녹색에너지	풍력발전단지조성	추진단 구성	■						
		실행계획 수립	■	■					
		서남해안 풍황조사 및 단지조성	■	■	■				
		풍력발전 기반구축	■	■	■				
		운송 및 연구지원체계 구축		■	■	■	■	■	■
		실용화 센터 조성				■	■	■	■
		상용화 발전				■	■	■	■
	태양광시설보급	보급시설 수요조사	■		■		■		
		계획수립		■		■		■	■
		태양광시설 홍보	■		■				
		시설보조금 지원	■	■	■	■	■	■	■
	소수력발전소건 설	실행계획 및 타당성조사	■	■					
		1단계 발전시설 설치			■	■	■		
		2단계 발전시설 설치						■	■
	조 력발전소건 설	추진단 구성	■						
		타당성조사	■	■	■				
		연구지원 체계 구축	■	■	■				
		실용화 센터 조성			■	■	■	■	
		사용화 발전			■	■	■	■	■
녹색자원	유기성바이오에너지화	실행계획 수립	■	■					
		타당성 조사 및 재원확보	■	■					
		바이오가스시설 설치		■	■				
		연료전지화		■	■	■	■	■	■
	가연성폐기물의연료화	타당성 조사 및 재원확보	■	■					
		연료화시설 계획	■	■	■				
		연료화 시설 설치		■	■	■	■		
		RDF 수요처 확보				■	■	■	■

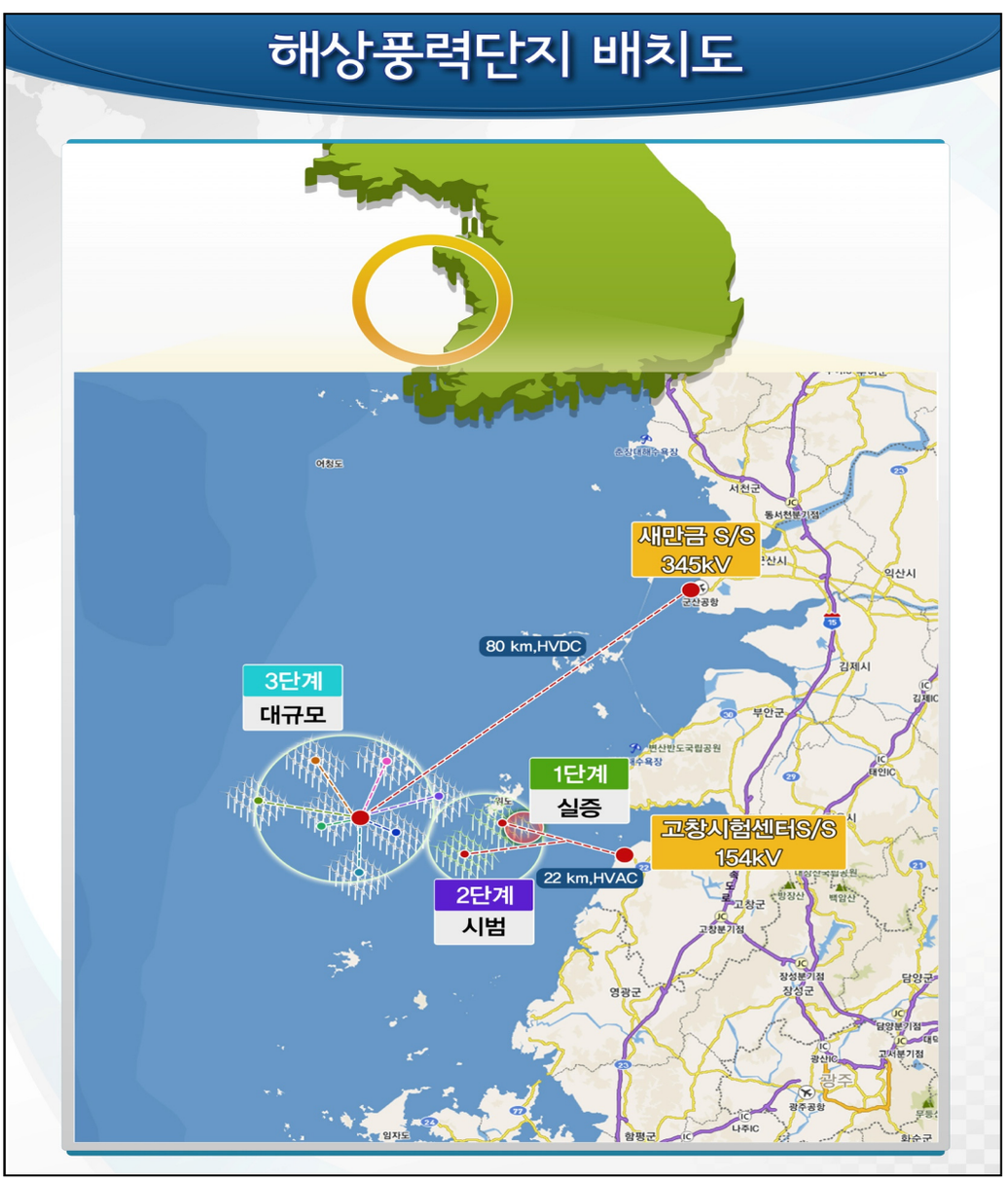
출처 : 전남 기후변화 대응 종합계획, 2010.11

■ 기타 추진사업 로드맵

○ 기후변화 대응과 관련된 국가의 주요 추진사업 중 전남도와 연계되는 주요사업은 해상풍력추진로드맵, 에너지기술 전략로드맵, 그리고 전라남도의 신재생에너지 산업육성 계획 등이 있음.

① 해상풍력 추진 로드맵 (2010. 11)

○ 서남해안에 2,500MW급 해상풍력단지 개발(19까지 총 9.2조원 투입)



<그림 5-8-15> 서남권 해상풍력단지 배치도



<그림 5-8-16> 서남권 해상풍력 추진 로드맵

② 에너지기술 전략로드맵(2011. 6)

○ 지식경제부(에너지기술평가원) 주관으로 1차 국가에너지기술개발 (2006~15), 2차 국가에너지기술개발계획(2011~20) 수립

- 태양광 풍력, 연료전지, 스마트그리드 등 15개 분과별로 기술로드맵 구축
- 온실가스 감축 기여도가 높은 30개 기술군 선정
- 그린에너지 전략로드맵 및 온실가스 감축로드맵으로 구분하여 별도의 전략 로드맵 구축

○ 온실가스 감축기술 전략로드맵

- 2020년 BAU 대비 온실가스 30% 감축을 달성하기 위하여 에너지기술 R&D 과제 및 추진계획 도출, 온실가스 감축기술 30개 도출
- 그린에너지 전략로드맵 15대 분야에서 도출된 연구과제를 포함하여 중대형 전략과제 기획
- 석유화학공정및 신제철, Non-CO_2 처리기술, 에너지 소재 등 15개 기술분과 구성
- 각 기술별 TFT 구성하여 추진계획 도출
- 44개 중점기술군 중 그린에너지 전략로드맵으로 이미 추진된 기술군을 제외하고 기술군 통폐합 과정을 거쳐서 최종 15대 온실가스 감축기술 전략로드맵의 대상 기술군을 최종 선정
- 이중에서 석유화학공정및 신제철, Non-CO_2 처리기술, 소형열병합, 에너지 소재 등에 대하여 전남도에 적용기술 도출이 필요

○ 그린에너지 전략로드맵

- 태양광, 풍력, 연료전지, 바이오연료, 스마트그리드 등 15대 분야에 대한 연구개발 과제 도출
- 온실가스 감축기술 전략로드맵을 통하여 도출된 기술과 함께 R&D 과제 도출 및 추진 필요.

③ 신재생에너지 산업육성 계획(전남종합계획 수정계획 2010)

○ 태양광 발전 및 태양열 이용시설 유치

- 민자유치 : 대형 발전회사와 연계한 솔라파크 건설 추진(12MW)
- 남악신도시 Sun-City 조성 : 남악신도시 5천 세대에 2천KW 태양광발전시설 등 설치(아파트 및 건물 옥상 등)
- Green Village 조성사업 확대 추진: 전남일원 300세대에 태양열온수기, 태양광발전 등
- 어류생태관, 문화예술회관, 사회복지시설 태양열 이용시설
- 혁신·기업도시 등 신도시에 태양광 발전시설 보급·확대 : 건축허가시 태양광발전시설을 설치토록 「도 에너지조례」개정

○ 조류발전 자원조사 및 발전사업 본격 추진

- 시험발전소 건설 : 사업타당성 입증시 50MW급 조류발전소 건설(진도)
- 완도 및 여수·신안지역 조류발전 자원조사(2006~2008)

○ 수소연료전지 산업화 추진 및 실증연구센터 설립

- 지역적인 특성에 적합한 풍력, 태양광, 바이오매스를 이용한 수소의 제조 및 저장 기술의 실증연구를 통한 장기적인 수소연료전지 산업의 중심지 육성
- 수소스테이션 산업화(발전용・가정용・휴대용・수송용 연료전지 산업화 발전)
- 전시관, 실증연구센터, 생산시설, 기업유치, 시스템 보급 등
- 사업기간 및 사업비(연구센터) : 2006~2015년, 200억원(국비 180, 지방비 20)

○ 바이오매스(Biomas) 산업 클러스터 조성

- 전남 중남부권을 중심으로 바이오가스 등 재생에너지를 개발 이용할 수 있는 기반시설 및 집적단지를 조성하여 국가 바이오매스산업의 중심지로 육성
- 생물산업, 한방산업, 친환경농업 등과 연계한 복합형 산업으로 육성
- 사업기간 및 사업비 : 2007~2015년, 1,200억원(국비 900, 지방비 200, 민자 100)

○ 바이오 가스(Bio Gas) 발전시설 조성

- 위생매립시설, 생활폐기물시설 등을 활용한 매립지 가스발전시설 건설 등
- 위치 및 규모 : 여수, 순천, 목포 등 10개소
- 사업기간 및 사업비 : 2006~2009년, 250억원(국비200, 지방비 50)

○ 풍력발전 자원조사 및 발전사업

- 육상풍력(보성, 신안, 진도) 및 해상풍력(여수, 보성, 강진) 자원조사
- 풍력발전 시범사업 및 발전사업 추진
- 서남해안 해상풍력 풍황조사 실시
- 사업기간 : 2006~2009년

○ 대형 발전회사 대규모 투자유치를 위한 협력체계 구축

- 영광원전 내 태양광발전시설(3MW)
- 대규모 솔라파크 (Solar Park) 건설(12MW)
- 도내 신・재생에너지 자원조사 및 개발을 위한 투자협약 체결
- 대불산단 내 목질계 바이오매스 열병합발전시설 유치
- 사업기간 및 사업비 : 2006~2010년, 민자 중심으로 추진

○ 신·재생에너지 부품소재 R&D센터 건립

- 태양광, 조류, 풍력을 활용한 자원조사 및 기술개발을 통한 관련사업 육성
- 위치 및 규모 : 남악신도시 또는 무안기업도시내, 부지 4천평
- 사업기간 및 사업비 : 2008~2017년, 500억원(국비 450, 지방비 20, 민자 30)

나) 신규대책

○ 전라남도 적응산업/에너지 분야의 기후변화 적응은 기후변화의 원인이 되는 온실가스의 저감과 더불어 취약성을 근본적으로 보완하기 위한 대책중심으로 추진.

○ '전라남도 기후변화대응 종합계획'에 기후변화 대응관련 사업이 도출되어 추진되고 있으며, 특히 녹색산업은 에너지·온실가스 목표관리제와 배출기업의 자발적 협약을 통하여 에너지와 온실가스의 감축에 초점을 맞추고 있으며, 녹색에너지 분야는 신재생에너지 활성화에 초점을 맞추고 있음.

○ 이에 따라 신규대책은 전혀 새로운 대책을 제안하기보다 기존에 도출되었던 정책에 대한 추진현황을 확인하고, 특히 현재 추진되고 있는 '에너지·온실가스 목표관리제'의 효율적인 추진과 더불어 기업에 미치는 부정적인 면을 최소화하는 방안을 고려하였음.

■ 온실가스 및 에너지 자발적 감축 시범사업

○ 사업 개요

- 전라남도의 중심산업은 석유화학과 철강 등으로 대표적인 에너지 다소비 업종임. 이들 업종의 온실가스 감축의 효율적 수행을 위하여 대, 중, 소기업 간 협력을 통하여 에너지 및 온실가스 감축사업을 수행하고 그 성과를 공유
- 시범사업을 실시하여 성과를 입증한 후 '온실가스 에너지 목표관리제'에 해당 기업의 성과로 인정받도록 주무부처(지경부 및 환경부)에 건의
- 아울러 온실가스 감축성과는 CDM 사업으로 연계하여 기업에 경쟁적 이득 창출에도 기여토록 하며, 여수생태산업단지구축, 석유화학산업단지 고도화사업 등의 성과활용으로 연계토록 함.

○ 사업 내용 및 필요성

- 전남도의 주력산업인 석유화학, 철강 등은 에너지 소비가 큰 업종으로 관련기업은 온실가스 에너지 목표관리제 대상기업으로 분류
- 에너지 소비량 및 온실가스 배출량은 대기업이 크지만, 이들 기업은 비교적 관리가 잘되고 있어서 에너지 및 자원 활용의 효율성이 높음은 반면 관련 중소기업은 에너지 소비 및 온실가스 배출 절대량은 작지만 효율성은 대기업보다 낮아서 상대적으로 에너지 절감 및 온실가스 배출 저감을 효과적으로 달성할 수 있으나 이를 수행할 재원과 기술력 부족
- 대기업과 중소기업이 컨소시엄을 구성하여 대기업이 보유한 기술력을 제공하고 필요한 예산의 일부 또는 전액을 지원하여 중소기업의 온실가스 감축 및 에너지 절감사업 전개
- 감축사업에 대한 객관적 평가를 위하여 한국산업기술시험원 등의 인증기관이 인증 수행
- 업종별 1~2개의 컨소시엄을 구성하여 시범사업을 실시하고 성과를 분석
- 성과를 주무부처에 제시하여 목표관리제의 성과로 인정되도록 건의
- 2012년 전남도 내 온실가스 목표관리제 대상 사업장 40개 사업장 중 본 사업의 우선 대상 사

업장으로 여수산업단지 내 GS 칼텍스, 금호석유화학, 한국바스프, LG화학 등 석유화학 업종과 POSCO 광양제철소 등 제철 업종을 선정하여 추진

○ 사업 추진 시 예상되는 문제점 및 해결방안

- 대형 사업장의 협력기업의 경우에 별도의 사업장 규모가 작고, 대부분의 인력이 대기업 사업장에 입주한 경우가 많은데, 그 경우에는 실제적인 온실가스 배출 저감효과가 크지 않을 것으로 예상됨.
- 온실가스 저감 성과를 참여 기업의 실적으로 인정받기 위해서는 객관적인 검증을 거쳐야 하며, 이 과정에서 검증비용이 발생됨.
- 위의 문제점 해소를 위해서 먼저 공정 진단을 통하여 온실가스 감축 가능성을 타진하고, 이밖에 선진국의 유사 업종 온실가스 감축 사례와 기타 선행 사례 중 국내 사업장에 적용 가능한 조치부터 시행
- 공정 진단 및 3자 검증에 소요되는 비용은 시범사업 기간 중에는 전남도 및 한국산업기술시험원에서 분담 지원하여 기업의 부담을 완화

■ 하이브리드 신재생에너지 발전시스템 시범사업 및 국산설비 수출지원을 위한 시험 인증기반 구축

○ 사업 개요

- 국내 현실에 가장 적합하고, 높은 효율성을 얻을 수 있는 바이오가스와 풍력의 하이브리드(hybrid)형 신재생에너지 발전시스템의 실증을 위한 시범발전 단지를 조성하고, 적용 가능성을 확인하여 국내 설치를 촉진하고, 중장기적으로 해외수출기반을 확보하도록 지원함.

○ 사업 필요성

- 국산 신재생에너지 설비의 수출 증대를 위해서는 국산 제품의 안전성과 신뢰성 등의 품질향상이 요구되며, 이를 위한 실증시험 및 국제 상호인정 시스템 구축 등 관련분야 기업지원 인프라 구축이 절실함
- 바이오가스와 풍력의 hybrid 발전시스템의 실증 및 시범발전단지 조성을 통하여 차별화된 국산제품 개발 및 수출 지원

○ 사업 내용

- 매립장 바이오가스 및 중·소형급 풍력에너지를 이용한 하이브리드 발전 시스템 구축 및 시범발전단지 구축 추진
  - · 국내기술 및 국산제품으로 발전 부품 및 설비 조달, 이를 활용한 발전 시스템 실증 운영을 통한 기술혁신 및 품질향상
  - · 향후 국산제품 수출을 위한 해외홍보용 시범단지로 구축 및 CDM 사업추진
- 바이오가스 발전 및 중·소형 풍력분야 수출지원을 위한 시험·인증기반 구축 및 기업지원
  - · 수출용 바이오가스 발전시스템의 품질향상을 위한 실증 성능시험·인증 기반 구축

· 수출용 중·소형 풍력발전시스템 품질향상을 위한 실증 성능시험·인증 기반구축 및 관련분야 유관기관과 협력 추진

· 관련분야 국내 인증체계 시스템화 및 고도화를 통한 국산 제품의 안전성 및 신뢰성 향상 촉진

○ 사업 추진 시 예상되는 문제점 및 해결방안

- 실증단지 구축을 위한 부지확보
- 설비의 성능평가 및 그 결과를 분석하여 지속적인 개선의 과정을 반복하기 위해서는 실증단지 내 혹은 근처에 평가장비를 구축한 신뢰성 있는 평가기관의 유치가 필요
- 그 해소방안으로 현재 구축 중인 성전산업단지 환경종합기술지원센터 내에 시험인프라를 구축하고, 입주 예정인 한국산업기술시험원 등을 활용하여 시험, 인증지원

바. 적응대책 목록(기존 + 신규)

○ 본 연구는 산업분야의 적응대책 이 외에 기후변화에 대한 원천 대응방안인 온실가스 배출 저감과 에너지 효율성 제고를 위하여 신규 제안된 적응대책과 기존 추진 대책을 다음과 같음.

분야	대책	사업명	추진기간	비고 (기존, 신규,변경)	담당부서 (국가, 지방정부)
적응산업/에너지	온실가스 배출저감 및 온실가스 목표관리제의 효율적인 추진을 위한 적응대책	에너지 다소비업종의 온실가스 및 에너지 자발적 감축 지원사업	'02~04 (3년)	신규	지경부, 환경부, 전남도
		온실가스 에너지 목표관리제 확대	'01~19 (10년)	기존	지경부, 환경부, 전남도
		탄소배출저감활동을 위한 사업장 인벤토리 작성 및 배출계수 개발 지원사업	'02~04 (3년)	신규	지경부, 환경부, 전남도
	신재생에너지 활성화 및 관련 산업육성	하이브리드형 신재생에너지 발전시스템 구축 및 시범단지 운영	'02~05 (4년)	신규	지경부, 전남도
		서남해안 해상풍력단지 구축	'01~19 (10년)	기존	지경부, 전남도
		태양광발전 및 태양열 이용 시범단지 구축	계속	기존	지경부, 전남도
	산업, 에너지 분야 기후변화 취약성 보완을 통한 적응대책	부문별 세부시행계획 도출 후 선정			

Ⅷ. 적응산업/에너지분야 적응대책

1. 목표

○ 전남지역 기후변화 취약성 평가를 통한 산업·에너지 분야 적응기반 마련
○ 기후변화의 원인이 되는 온실가스 저감 및 에너지 효율성 향상을 위한 사업제안
○ 전남의 지역별 특성이 고려된 기후변화 적응 및 대응사업 제안

2. 주요과제

○ 온실가스 저감 및 에너지 효율성 제고를 통한 기후변화 원천대응방안 수립
- 온실가스·에너지 목표관리제 확대
- 에너지 다소비 업종 온실가스 및 에너지 자발적 감축지원사업
- 탄소배출저감활동을 위한 기업 인벤토리 작성 및 배출계수 개발지원사업

○ 신재생에너지 사업 활성화 방안 및 국책연구사업 제안
- 하이브리드형 신재생에너지발전시스템 구축

3. 기대성과

○ 전남지역 산업·에너지 분야 기후변화 적응 및 대응기반 마련
○ 전남지역의 중점 추진 사업인 신재생에너지사업의 효율적 추진 지원
○ 전남지역의 주요사업인 석유화학 및 제철산업의 온실가스 배출저감 지원

4. 추진과제

대분류	세부과제	비고	관련기관
온실가스 저감 (Ⅷ-1)	① 에너지 다소비 업종 온실가스 및 에너지 자발적 감축지원사업	신규	지식경제부, 환경부, 에너지관리공단
	② 온실가스・에너지 목표관리제 확대	기존	지식경제부, 환경부, 에너지관리공단
	③ 탄소배출저감활동을 위한 기업 인벤토리 작성 및 배출계수 개발지원사업	신규	지식경제부, 환경부, 에너지관리공단
신재생 에너지 활성화 (Ⅷ-2)	① 하이브리드형 신재생에너지발전시스템 구축	신규	지식경제부, 환경부, 에너지관리공단
	② 서남해안 해상풍력단지 구축	기존	지식경제부
	③ 태양광발전 및 태양열 이용 시범단지 구축	기존	지식경제부

적응산업/에너지분야: 온실가스 저감(Ⅷ-1-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	관련부서명
Ⅷ-1-①	에너지 다소비 업종 온실가스 및 에너지 자발적 감축지원사업	신규	지식경제부, 환경부, 에너지관리공단

1. 배경 및 필요성

○ 전남도의 주력산업인 석유화학, 철강 등은 에너지 소비가 큰 업종으로 관련기업은 온실가스 에너지 목표관리제 대상기업으로 분류되고 있음. 목표관리제 대응과 관련하여 대기업은 에너지 및 온실가스에 대한 관리가 비교적 잘되고 있고 있는 반면에 관련 중소기업은 에너지 소비 및 온실가스 배출 절대량은 작지만 효율성은 낮은 편으로 향후 목표관리제가 확대 시행될 경우에 어려움을 겪을 수 있음. 따라서 중소기업과 대기업, 온실가스 검증기관이 컨소시엄을 구축하여 중소기업에 대한 에너지 진단을 지원하고, 이를 통하여 에너지 절감 및 온실가스 배출 저감 방안을 도출하고, 이를 효과적으로 달성할 수 있도록 재원과 기술력을 지원하여 중소기업의 에너지 및 자원 효율성을 제고 시킴. 발생한 성과에 대하여 중소기업과 대기업이 공유하여 대기업의 목표관리제 성과로 활용.

2. 사업개요

○ 대기업과 중소기업이 컨소시엄을 구성하여 대기업이 보유한 기술력과 자금지원을 통하여 중소기업 사업장에 온실가스 및 에너지 감축사업을 수행

○ 감축사업에 대한 효율적 전개와 객관적 평가를 위하여 한국산업기술시험원 등의 진단, 인증기관이 에너지 진단과 온실가스 감축 인증 수행

○ 업종별 1~2개의 컨소시엄을 구성하여 시범사업을 실시하고 성과를 분석하고, 성과를 주무부처에 제시하여 목표관리제의 성과로 인정되도록 건의

○ 성과를 활용하여 목표 달성 및 향후 시행 예정인 배출권거래제에 능동적으로 대처

적응산업/에너지분야: 온실가스 저감(Ⅷ-1-①)

3. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2016	- 전남도와 사업계획 협의 및 추진계획 확정 - 사업설명회 등 홍보 - 중소기업 대상기업 선정 - 대기업, 중소기업, 검증기관의 컨소시엄 구축 및 시범사업 전개
2013	- 시범사업 결과 분석 - 시범사업 성과 홍보 및 성과 인정 추진 - 시범사업 확대
2014	- CDM 사업으로 연계
2015	
2016	

4. 2012년 추진계획

○ 2012년 전남도 내 온실가스 목표관리제 대상 사업장 40개 사업장 중 본 사업의 우선 대상 사업장으로 여수산업단지 내 석유화학 업종과 POSCO 광양제철소 등 제철 업종을 선정하여 추진

○ 애너지 진단 및 온실가스 감축 인증 지원은 도비로 지원

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	150	150	-	-	400
○ 도비	100	150	150	-	-	400
○ 시군비	-	-	100	-	-	100
○ 기타	300	400	400	-	-	1,100
합 계	500	600	800	-	-	1,900

7. 기대효과

○ 에너지 다소비 업종의 효과적인 온실가스 저감 지원

○ 대중소 기업 컨소시엄 구축으로 온실가스 및 에너지 저감 효과 증폭

적응산업/에너지분야: 온실가스 저감(Ⅷ-1-③)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅷ-1-③	탄소배출저감활동을 위한 기업 인벤토리 작성 및 배출계수 개발지원사업	신규	지식경제부, 환경부, 에너지관리공단

1. 배경 및 필요성

○ 중소기업의 경우, 탄소배출저감활동을 위한 기반부족
○ 탄소배출저감을 위해서는 기본적으로 관련인벤토리 구축 및 필요시 배출계수의 개발

2. 사업개요

○ 중소기업의 정확한 온실가스배출량을 산정하기 위한 기반체계 구축지원

3. 추진실적

○ 추진실적
– 지자체 및 공공기관 등 부산, 강원도, 전라도지역 온실가스감축실적 시범거래사업 수행
○ 추진세부내용
– 지자체의 온실가스 인벤토리 구축사업의 일환으로 강원도, 인천, 보령시 등 지자체 지원
– 공공기관 온실가스배출량 검증지원 (분기별 배출량에 대한 검증 및 연간 보고서제출)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 대상 중소기업 선정 및 온실가스 인벤토리 구축
2013	- 1차년도 사업평가근거 대상 중소기업 확대 선정 및 저감기술 등의 지원
2014	- 저감기술적용 기업에 대한 온실가스 명세서 검증지원

적응산업/에너지분야: 온실가스 저감(Ⅷ-1-③)

5. 당해년도 추진계획

○ 중소기업 선정 및 온실가스 인벤토리 구축지원

- 향후, 관리업체 지정대상 혹은 대기업의 협력업체로 온실가스감축의 여지가 있는 중소기업 등의 선정
- 10개 업체를 선정하여 인벤토리 구축

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	100	-	-	-	200
○ 도비	100	150	50	-	-	300
○ 시·군비	-	-	-	-	-	0
○ 기타	-	-	150	-	-	150
합 계	200	250	200	-	-	650

* 기타는 해당 중소기업 (3차년도 검증사업에 해당하는 기업은 자체 검증비용 부담)

7. 기대효과

○ 도내 중소기업의 온실가스 배출량에 대한 근거자료 확보 및 감축잠재량 파악

○ 온실가스 배출량 저감을 위한 효과적인 정책수립

○ 최대 온실가스 배출지역 오명해소

적응산업/에너지분야: 신재생에너지 활성화(Ⅷ-2-①)

세부과제번호	세부과제명	과제유형	담당부서
Ⅷ-2-①	하이브리드형 신재생에너지 발전시스템 구축 및 시범단지 운영	신규	지식경제부, 환경부, 에너지관리공단

1. 배경 및 필요성

○ 기후변화에 수반되는 혹한, 혹서기 전력 피크 대비를 위한 예비전력 확보 절실

○ 국내 현실에 가장 적합하고, 높은 효율성을 얻을 수 있는 바이오가스와 풍력의 하이브리드(hybrid)형 신재생에너지 발전시스템의 전남도 내 설치 및 시범운영을 통하여 예비전력 확보 및 관련 기술개발 및 보급 가속화

○ 하이브리형 신재생발전시스템 시범 단지를 조성하여 설비 구축과 실증테스트 수행을 통하여 적용 타당성을 검증하여 국내 설치를 촉진하고, 중장기적으로 해외수출기반을 확보하도록 지원함

2. 사업개요

○ 바이오가스와 풍력의 hybrid 발전 시스템 구축

– 시스템 설계, 제작 및 시스템에 대한 실증테스트 수행

○ 발전 시범발전단지 조성

– 650KW 용량의 발전시설 구축
(바이오가스 발전 500KW, 육상 풍력 발전 150KW)

– 단지 입지는 처리가 필요한 유기성폐자원의 확보가 용이한 축분 처리장이나 음식물 쓰레기 처리시설 인근이며, 연간 평균풍속 3m/sec 이상인 지역

– 전남은 해안선이 길어서 상기 입지를 갖춘 대상 후보지 확보가 용이

3. 그간 추진실적

○ 다양한 형태의 hybrid 발전 시스템이 연구 중이나 계절적, 시간적 영향이 큰 태양광과 풍력의 결합보다는 바이오매스와 풍력의 연계가 적합하며, 특히 전남도는 좋은 입지 조건에도 불구하고, 아직 본격적인 추진은 이루어지지 않고 있음

적응산업/에너지분야: 신재생에너지 활성화(Ⅷ-2-①)

4. 연차별 사업내용

연도	주요내용
2012	- 사업계획 협의 - 후보지 입지검토 - 부지 확보 및 추진 일정 확정 - 기획과제를 통하여 타당성 검토 및 기본 설계 (대상부지 기상조건 및 주변 여건 등 검토, 시스템 설계)
2013	- 시스템 제작 - 시스템 성능평가 및 인증 - 토목공사 및 시스템 설치 - 인증 시스템 구축
2014	- 바이오가스와 풍력의 hybrid 발전 시스템 구축 완료 - 시범 운영 및 인증
2015	- 적용 확대
2016	- 사업 활성화 단계

5. 당해년도 추진계획

○ 2012년 11월 성전산업단지 구축이 예정됨에 맞추어 시범단지 구축 부지 확보 및 추진

○ 국책과제 추진

6. 소요예산

(단위: 백만원)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016	계
○ 국비	100	500	500	500	-	1,600
○ 도비	100	250	250	250	-	850
○ 시·군비	-	-	-	-	-	0
○ 기타	200	250	250	250	-	950
합 계	400	1,000	1,000	1,000	-	3,400

7. 기대효과

○ 효율적인 신재생에너지 발전시스템 구축

○ 전남도 특화산업단지로 확대, 발전

제6장 결론 및 제언

1. 전라남도 기후변화 적응대책의 의의
2. 전라남도 기후변화 적응대책을 위한 제언

제 6 장. 결론 및 제언

1. 전라남도 기후변화 적응대책의 의의

○ 정부는 기후변화와 관련하여 국가차원의 기후변화 대응 종합기본계획과 적응 종합계획(2008)을 수립·추진하고 있으며, 또한 국가 기후변화 적응대책(2010)과 국가 기후변화 적응대책 세부시행계획(2011)를 수립·추진하고 있음.

○ 전라남도는 이와 관련하여 국가차원의 하위계획으로 전라남도 기후변화 대응 종합계획(2010)의 수립·추진과 법정계획으로 더불어 8개 분야에 대해 지역적 여건과 특성을 고려한 전라남도 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획을 수립하였다는 측면에서 큰 의의를 가짐.

- 건강분야, 재난/재해분야, 농업분야, 산림분야, 해양/수산분야, 물관리분야, 생태계분야, 적응산업/에너지분야의 8개 분야에 대한 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획
- 특히 농업, 재난/재해, 해양/수산분야는 지역의 특성과 사회경제적 여건 등을 고려하여 중점검토 분야로 선정하여 기후변화 영향평가와 적응대책 세부시행계획을 수립하였음.

○ 전라남도 기후변화 영향은 과거의 보도된 언론자료와 전라남도 과거자료 등을 다각적으로 검토하였으며, 취약성 평가는 지역의 기후변화 특성과 사회경제적 여건 등을 고려하였고 국가기후변화적응센터에서 제공한 CCGIS 3.1버전을 활용하여 미래기후변화에 대한 예측과 더불어 분야별 취약성을 평가하였음. 분야별 취약성 평가 결과는 미래의 기후변화에 대한 적응과 영향저감뿐만 아니라 적응역량을 강화하는데 기여할 것으로 사료됨.

- 전라남도 기후변화 영향은 과거 31년(1981년~2011)년 동안에 지역신문에 기고된 기후영향, 기후변화와 피해현황 등을 발췌하여 분석하였음.
- 전라남도 미래기후 전망은 지역기후의 특성을 고려하고 기후시나리오(A1B)를 적용하여 2020년, 2050년, 2100년대를 예측하였음.

○ 전라남도 적응대책 세부시행계획은 기후변화 영향과 취약성 평가결과를 토대로 정부차원의 다양한 계획 및 전라남도 기후변화 적응관련 대책과 연계하여 분야별 기후변화 적응능력을 향상시키고 피해를 저감함에 따라 분야별 기후변화 적응역량 제고에 기여할 것으로 사료됨.

- 건강분야는 지역에서 상대적으로 취약할 것으로 평가된 폭염과 전염병을 중심으로 세부시행계획 수립
- 재난/재해분야는 지역에서 상대적으로 취약할 것으로 평가된 태풍과 집중강우에 의한 홍수와 해수면 상승을 중심으로 세부시행계획 수립
- 농업분야는 지역에서 상대적으로 취약할 것으로 평가된 벼 생산성, 가축생산성 및 농경지 토

양침식의 민감도를 줄이고 적응능력을 향상시키는 세부시행계획 수립

- 산림분야는 지역의 기후변화에 따른 취약부문에 대한 체계적 관리시스템 구축과 산림과 임업의 기후변화 적응을 위한 세부시행계획 수립
- 해양/수산분야는 기후변화의 영향정도와 지역적 특성을 기준으로 갯벌, 해조류, 천일염, 전복, 패류의 5개 부문을 선정하여 적응대책 세부시행계획 수립
- 물관리분야는 상대적인 지역별 취약분야의 선정을 통해 치수와 이수에 대한 적응대책 세부시행계획 수립
- 생태계분야는 상대적으로 지역에서 취약하게 평가된 침엽수, 곤충, 국립공원에 대한 민감도를 감소시키거나 적응능력을 향상시킬 수 있는 적응대책 세부시행계획 수립
- 적응산업/에너지분야는 취약성 평가에 대한 한계성으로 지역산업의 특성을 고려한 온실가스 저감방안을 위한 기후변화 대응 세부시행계획 수립

○ 전라남도는 기후변화 영향과 적응대책 세부시행계획을 통해 지역의 기후변화에 따른 분야별 취약성에 대한 인지도를 제고하고, 기후변화와 같은 미래의 불확실성에 대한 적응역량을 기여하는데 크게 기여할 수 있을 것으로 사료됨.

2. 전라남도 기후변화 적응대책을 위한 제언

○ 현재 전라남도 기후변화 적응관련 대책은 각 부서별로 다양하게 추진되고 있으나 관련부서들의 협조 및 시행결과에 대한 모니터링과 평가를 필요로 함. 특히 향후 기부변화 적응대책의 효율적 시행을 위해서는 기후변화 적응 T/F 구성·운영, 전담기구 설치, 광역적 협력시스템 구축 등을 위한 방안 필요

○ 전라남도 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립은 기초자료와 분석기법뿐만 아니라 대용변수와 변수선정에 있어 한계성을 안고 있어 지역특성을 감안한 적절한 대용변수 선정 및 과학적 분석 필요

- 전라남도 기후변화 취약성 평가에서 대용변수와 변수목록의 선정 및 가중치에서 지역특성을 고려한 변수 선정의 중요성에도 불구하고 기초자료의 확보에 어려움과 전국을 대상으로 일괄적으로 적용하는 분석기법의 한계성 보유
- 따라서 향후에는 지역적 특성을 반영할 수 있는 기후변화의 과학적 분석과 더불어 보다 광범위한 대용변수 및 가중치에 대한 과학적 검토를 통해 지역특성에 부합할 수 있는 취약성 평가 분석기법 필요

○ 광역지자체와 기초자치단체차원에서 접근 가능한 평가방법과 데이터 접근의 한계성으로 보다 정밀하고 분야별 기후변화 적응정책을 위해서는 기초자치단체차원에서 보다 세부적이고 구체적인 추가적 기초자료 확보 및 분석기법을 위한 연구사업 필요

- 기후변화 영향평가에서 불확실성을 감소시키기 위해서는 보다 과학적이고 정확한 분석기법과

체계적인 기초자료의 확보 필요

- 특히, 5년마다 작성해야하는 기후변화 적응대책 수립을 위해서는 체계적이고 지속적인 기초자료의 확보와 더불어 지속적인 취약성 평가 툴에 대한 개선 필요

○ 기후변화 적응대책의 효율성을 제고하기 위해서는 광역 및 기초자치단체 담당자를 비롯하여 지역민을 대상으로 하는 교육·홍보뿐만 아니라 전문인력의 양성 또한 중요함.

- 현재 기후변화 적응관련 교육은 주로 중앙정부차원에서 공무원을 대상으로 부분적으로 시행되고 있으나, 지역차원에서 거의 추진되고 있지 않아 지방정부 차원의 교육과 홍보에 대한 대안 마련 필요
- 지역차원에서 기후변화 관련한 전문인력 양성 또한 극히 제한적으로 이루어지고 있지만 기후변화가 사회의 전 분야에 영향을 미치고 있다는 점을 고려할 때 분야별 전문인력 양성 필요

○ 정부와 지방정부 적응대책의 효율성을 제고하기 위해서는 정부간, 분야간, 부서간 연계성 확보 및 주민들의 적극적 참여를 위한 정부, 지자체, 전문가, 지역주민 간의 거버넌스 구축 필요

가. 효율성 제고를 위한 시스템 구축

○ 기후변화는 건강, 농업, 재난/재해, 해양/수산, 생태계, 물관리, 산림분야뿐만 아니라 적응산업/에너지분야 등에 이르기까지 매우 다양한 영역에서 사회전반에 영향을 미치고 있어, 기후변화 적응대책의 효율적 추진을 위해서는 다양한 분야의 적극적 협력과 동시에 지역특성을 반영할 할 수 있는 과학적 분석기법 개발과 지속적인 기초자료의 확보를 필요로 함.

- 전라남도는 기후변화 적응과 관련하여 건강, 농업, 해양/수산, 건강, 재난/재해, 생태계, 물관리, 적응산업/에너지 등 거의 모든 부서에 걸쳐 폭 넓게 추진되고 있지만 실무부서들 간의 업무협조는 상대적으로 취약함.
- 또한 기후변화 관련 적응을 위한 다양한 기초자료 확보, 분석기법개발, 지역특성을 고려한 적응대책뿐만 아니라 교육·홍보 등을 위한 인력이 절대적으로 부족한 실정이며, 기후변화 적응을 위한 유관부서간의 통합적인 예산 편성 및 정책시행 필요

○ 따라서 전라남도는 기후변화정책의 효율적 추진과 시행을 위해 기존 조직의 재편과 설립을 통한 기후변화정책을 위한 전담조직(기후변화 대응정책과) 구성, 기후변화적응위원회 구성, 광역적 협력네트워크 구축, 기후변화적응연구원 설립 등을 필요로 함.

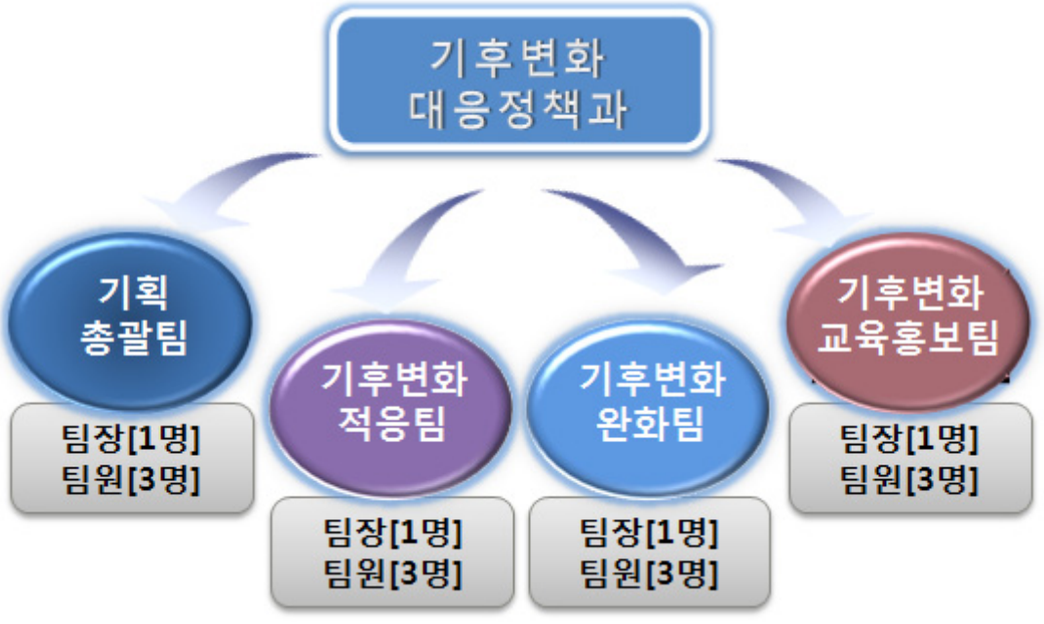
1) 기후변화대응정책과(안)

○ 기후변화대응정책은 기후변화에 대한 완화(Mitigation)와 적응(Adaptation)으로 다양한 분야와 상호 연계성 강화의 필요성을 고려할 때 기존 조직의 확대·개편을 통해 기후변화 정책의 효율성 제고 필요

- 전라남도 기후변화 적응대책은 현재 녹색성장정책실 기후변화대응담당에서 추진하고 있으나(녹색성장정책실은 4개 담당과 1개 팀으로 구성, 표 6-1), 건강, 농업, 해양/수산, 재난/재해, 생태계, 물관리, 산림, 적응산업/에너지 등 다양한 분야의 협력을 고려할 때 통합적인 정책시스템 필요

○ 따라서 전라남도는 "기후변화대응정책과"의 전담부서를 신설할 필요성이 있으며, 이를 통해 기후변화에 대한 적응과 완화를 동시에 추진하는 것이 바람직할 것으로 사료됨.

- 기후변화대응정책과는 4개 팀(기획총괄팀, 기후변화적응팀, 기후변화대응팀, 기후변화교육홍보팀)으로 구성



<그림 6-1> 기후변화 전담부서(안): 기후변화대응정책과

2) 기후변화적응위원회 구성·운영(안)

■ 필요성

○ 기후변화에 대한 완화(Mitigation)와 적응(Adaptation)으로 다양한 분야와 상호 연계성 강화의 필요성뿐만 아니라 건강, 농업, 재난/재해, 생태계, 산림, 물관리, 해양/수산, 적응산업/에너지 등의 다양한 적응분야를 고려할 때 행정의 여러 분야가 관련되기 때문에 통

합적인 행정이 요구되고 의사결정이 필요함

○ 따라서 전라남도는 기후변화적응위원회 구성·운영을 통해 기후변화에 대한 완화와 적응 관련 정책을 체계적·통합적으로 추진함으로써 기후변화적응대책의 실효성 제고

■ 기후변화적응위원회 기능

○ 5년마다 추진되어야 하는 기후변화 적응대책 세부시행계획의 수립·변경

○ 다양한 분야의 정책적 통합·조정·협의

○ 기후변화 적응과 대응관련 주요 행정계획의 심의·조정

○ 기후변화 적응과 대응 세부시행계획의 추진실적의 평가 및 컨설팅

○ 필요시 '전라남도 기후변화적응기획단 구성 및 운영' 조례 제정

■ 조직

○ 총괄을 국장, 관련부서의 실무과장으로 하는 위원회 구성·운영



<그림 6-2> 전라남도 기후변화적응위원회

3) 광역적 협력체계 구축

○ 기기후변화 적응대책 세부시행계획의 추진은 정부의 환경부, 지식경제부, 국토해양부 등에서 추진되며, 전라남도는 녹색성장정책실의 기후변화대응담당에서 추진

○ 전라남도 기초자치단체 22개 시·군 중에서는 9개 군이 기후변화 관련조직이 전무하고, 13개 시군들도 환경이나 직간접적 관련있는 부서를 중심으로 추진되고 있음.

○ 따라서 기후변화 적응대책의 효율적 추진을 위해서는 국가정부, 광역정부, 기초자치단체 간 긴밀한 협력을 위한 광역적 협력체계구축 필요

- 국가정부, 전라남도, 기초자치단체들의 상호 연대협력 추진필요(공동 워크샵, 세미나, 선진지 연수 등 개최, 공동 실천사업, 조사사업 추진 등)

<표 6-1> 기후변화 관련 조직 현황

전라남도	환경부		지식경제부	국토해양부
녹색성장정책실	기상청	환경정책실	에너지자원실	기획조정실
-녹색성장담당 -광역경제담당 -기후변화대응담당 -환경산업담당 -녹색에너지산단T/F팀	기후과학국 -기후정책과 -기후예측과 -한반도기상기후팀 -기후변화감시센터	기후대기정책관 -기후대기정책과 -기후변화협력과 -대기관리과 -교통환경과	기후변화에너지자원개발정책관 -에너지자원정책과 -녹색성장기후변화정책과 -자원개발전략과 -신재생에너지과 -에너지기술팀	정책기획관 녹색미래전략담당관
○ 기후변화대응 종합대책 수립 및 신규사업 발굴·추진 ○ 지역단위 온실가스 배출거래 시범사업 추진, 탄소포인트 제도 운영 ○ 온실가스 감축 프로그램 구축, 운영 ○ 그린스타트 네트워크 운영, 관리 ○ 녹색생활실천운동	○ 한반도 기후변화의 관측·분석 ○ 제주 고산 기후변화감시소 운영 ○ 기후변화감시 기술 국내외 교류 및 교육 기후변화정보센터 인터넷 기반 기후변화정보시스템, 기후변화협약 대응책 마련에 필요한 통합적 정보제공	○ 기후변화 적응 마스터플랜 수립, 대책협의회 운영, 관련 통계 및 정보 관리, 예측모델 개발 ○ 기후변화 영향 모니터링 및 취약성지도 작성 ○ 지방자치단체 기후변화 대응정책 수립 지원 및 협력프로그램 운영 ○ 기후변화 대응에 관한 교육·홍보 및 실천운동, 전문인력 양성, 국제협상 및 국제협력 지원 국립환경과학원 기후대기연구부 -대기환경연구과 -기후변화연구과 -대기공학연구과	○ 국가에너지기본계획 수립·시행 ○ 에너지·산업 분야의 기후변화 대응 및 온실가스의 감축에 관한 기본계획 수립 및 적정 에너지 믹스 분석	○ 에너지절약대책, 수요관리, 이용 합리화 계획 등 ○ 녹색핵심산업 선정 및 육성방안, 녹색생활 추진업무 ○ 저탄소 녹색성장기본법령, 목표관리제 통합지침 등 관련 추진 업무
				기타 기후변화 대응 업무 관련 연구기관 한국환경공단 에너지관리공단

<표 6-2> 전라남도 22개 시·군 자치단체 기후변화관련 조직 현황

광양시	나주시	목포시	순천시	여수시
환경정책과	환경관리과	환경과	경제환경국	환경복지국
- 대기환경팀 저탄소 녹색성장에 관한 총괄계획, 대기규제지역 실천계획 수립, 온실가스 감축 및 대기오염 저감계획수립	- 환경관리담당 야생동식물보호, 수렵 관련 업무	- 환경정책책임관 환경정책 종합계획 및 중기중합계획조정 입안, 환경영향평가 및 사전 환경성 검토 등	- 환경보호과 탄소포인트제도 시행, 온실가스 감축추진 및 배출량조사, 기후학교 운영, 기후보호 관련 사업추진	- 기후환경과 기후변화대응업무

군				
담당부서 有	담양군	무안군	영광군	완도군
	환경정책과 : 기후변화에 대응한 저탄소 녹색성장	삼림환경과 : 기후변화대응 및 국민 실천운동에 관한 사항	환경녹지과 : 기후영향평가, 기후변화대응업무	환경녹지과 : 자연환경보전법 및 기후변화에 관한 사항
	장흥군	진도군	함평군	화순군
	환경삼림과 : 기후변화대응업무추진	녹색산업과 : 기후변화대응,온실가스 배출량 조사 관련 업무	환경상하수도과 : 기후변화대응업무	환경과 : 기후환경전반에 관한 업무

담당부서 無	강진군	고흥군	곡성군	구례군	보성군	신안군	영암군	장성군	해남군
	환경과	환경 삼림과	환경과	환경 관리 사업소	환경수 자원과	환경 공원과	환경 보전과	환경 보호과	환경 교통과

4) 전남기후변화적응연구원(안)

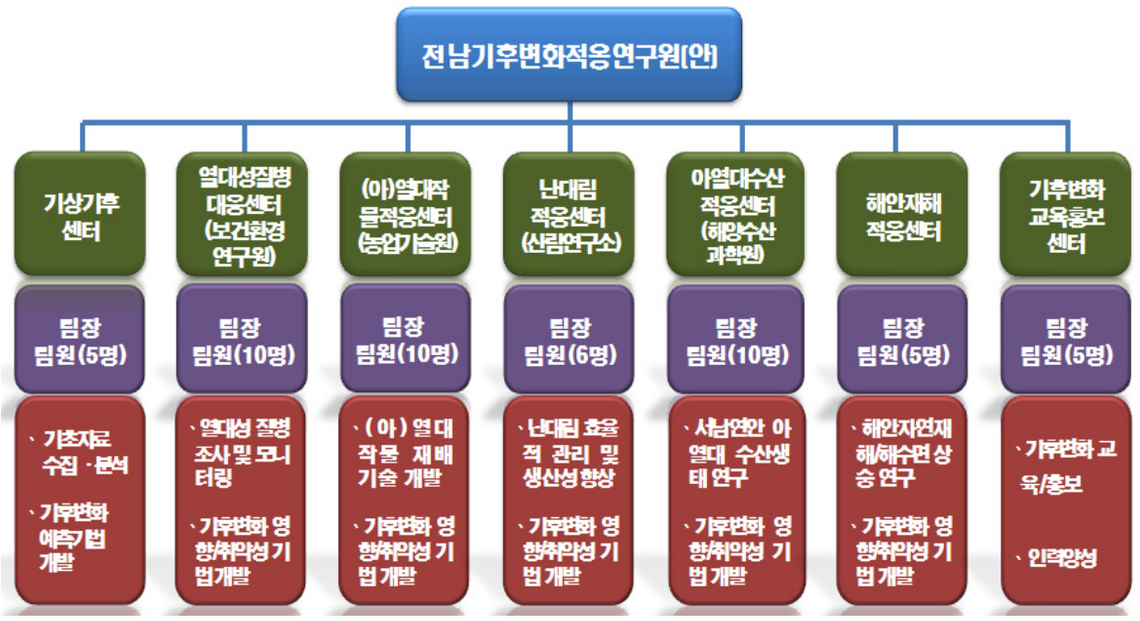
○ 지역의 기후변화에 대한 적응과 관련한 정책실행과 연구뿐만 아니라 교육과 인력양성 등을 위한 조직 신설 필요

- 즉 기후변화관련 기초자료 획득, 분석기법 개발, 적응방안 도출, 인재양성, 교육·홍보 등이 체계적이고 조직적으로 이루어질 필요성이 있을 것으로 사료됨.

○ 특히 전라남도는 지역특성과 기후변화 영향과 취약성 등을 고려하여 특화된 "기후변화적응연구소" 설립 필요

- 기상기후 : 전라남도의 기상기후의 조사 및 모니터링을 위한 기상기후센터
- 건강 : 기후변화대응에 따른 열대성 질병연구센터
- 농업 : 기후변화 적응의 일환으로 열대작물의 북상에 따른 열대작물적응센터
- 산림 : 지구온난화 및 난대 산림지역의 확대에 따른 난대림적응센터
- 해양/수산 : 서남해역의 해황변동에 따른 아열대연안생태적응센터

- 재난/재해 : 기후변화에 따른 해수면상승 등에 적응하기 위한 해안재해적응센터 등
- 교육홍보 : 기후변화 관련 교육과 인력양성 및 홍보 등을 위한 기후변화교육홍보센터



<그림 6-3> 전남기후변화적응연구원 조직도(안)

나. 기후변화 적응대책 관련 설문분석 및 결과

1) 설문 개요

○ 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립 연구의 일환으로 기후변화와 관련된 심각성 인지 및 대응 정도에 관한 의견을 조사하기 위해 현재 기후변화와 관련된 업무를 담당하고 있는 광주광역시, 전라남도, 기초자치단체 공무원과 관련 전문가 등 34명을 대상으로 설문조사 실시.

○ 설문항목은 선행연구 고찰을 통해 기후변화에 대한 심각성 인지, 기후변화에 대응한 국가 및 지자체의 적응성 평가, 기후변화에 대응한 전남지역의 문제와 노력 등으로 구성되었고, 실제로 2011년 10월 1일부터 12월 31일까지 설문조사를 진행하였음.

○ 세부설문내용은 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 생태계, 해양/수산, 물관리, 적응산업/에너지 분야로 관련 전문가들의 기후변화에 대한 심각성의 정도와 국가·지방자치단체의 기후변화 대응준비의 정도에 대한 평가, 가장 취약한 영역은 어떤 부분인지 파악 등이며, 또한 연구진행과 관련한 중점추진항목, 전남지역의 문제와 기후변화 관련 대응조직 구성에 관해 추가적으로 설문하였음.

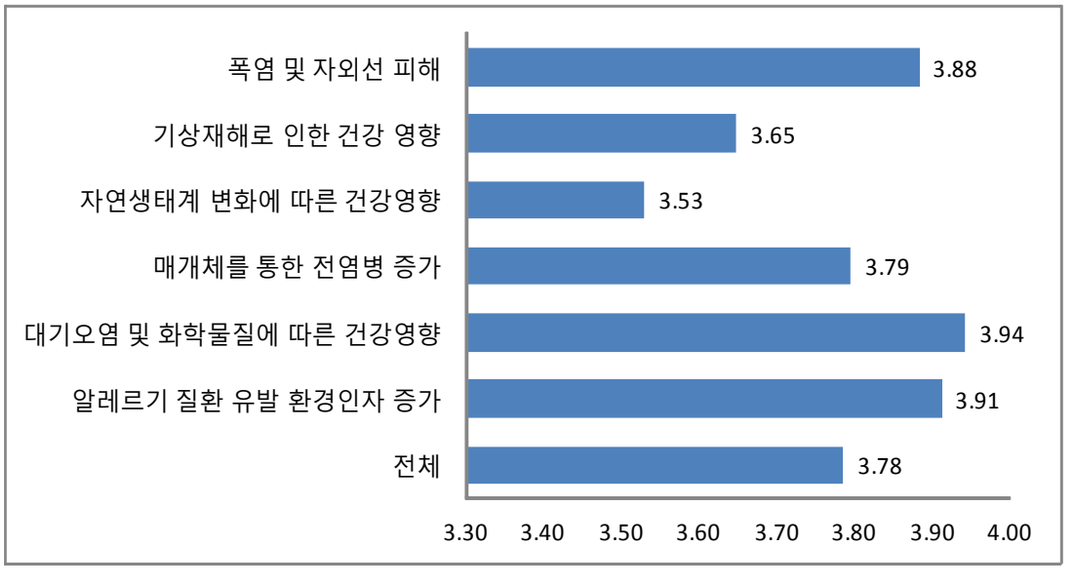
2) 설문조사 결과

가) 기후변화의 심각성에 대한 전문가 인식

○ 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획과 관련한 8개 분야(건강, 재난/재해, 농업, 산림, 생태계, 해양/수산, 물관리, 적응산업/에너지)에서 전문가들이 인지하는 심각성 정도는 재난/재해분야가 4.00점으로 가장 높았고, 다음은 해양/수산 3.83점, 물관리 및 생태계 3.79점, 건강 3.78점, 농업 3.75점, 산림 3.74점, 적응산업/에너지 3.71점 순이였음.

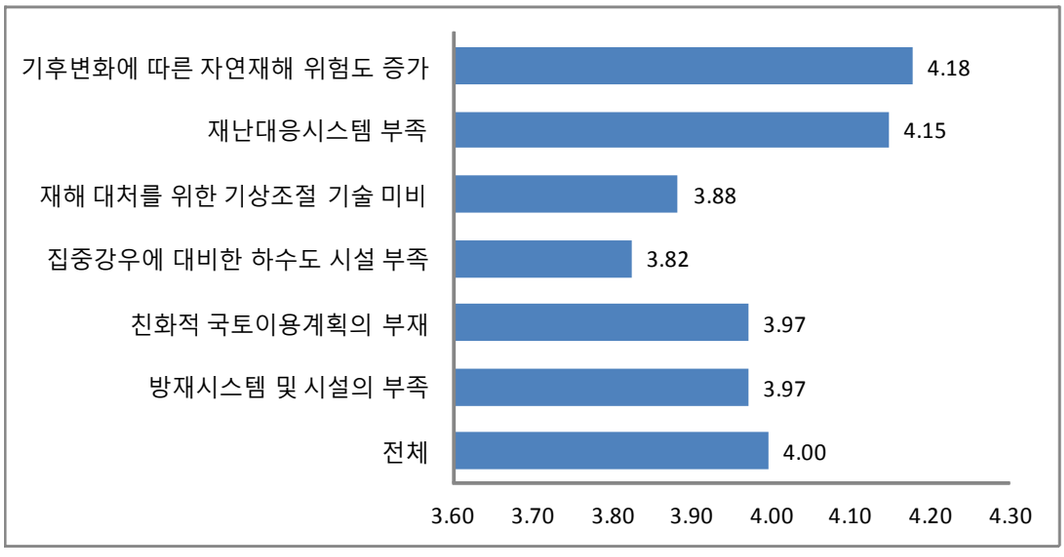
■ 건강

○ 건강 분야는 '대기오염 및 화학물질에 따른 건강영향'이 3.94점으로 가장 심각한 수준으로 인지하고 있었으며, 다음으로 '알레르기 질환 유발 환경인자의 증가'가 3.91점, '폭염 및 자외선으로 인한 피해'가 3.88점 등의 순으로 나타났음.



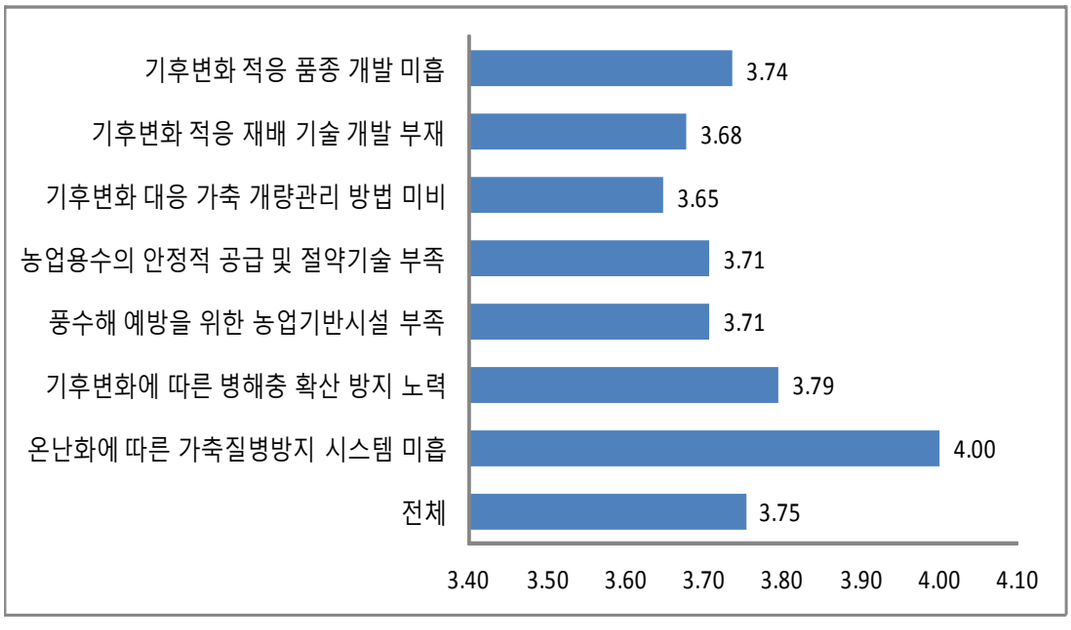
■ 재난/재해

○ 재난/재해분야는 '기후변화에 따른 자연재해 위험도 증가'가 4.18점으로 가장 심각하다고 생각하고 있었으며, 다음으로 '재난대응시스템의 부족'이 4.15점, '친화적 국토이용계획 부재와 방재시스템 부족'이 3.97점 순으로 높게 나타났음.



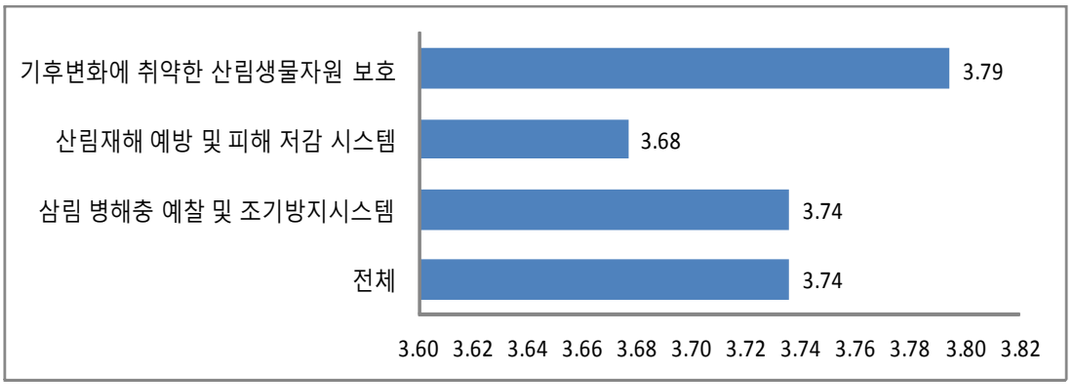
■ **농업**

○ 농업분야는 '온난화에 따른 가축질병방지 시스템 미흡'이 4.00점으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 '기후변화에 따른 병해충 확산 방지 노력 부족'이 3.79점, '기후변화 적응 품종 개발의 미흡'이 3.74점 순으로 조사되었음.



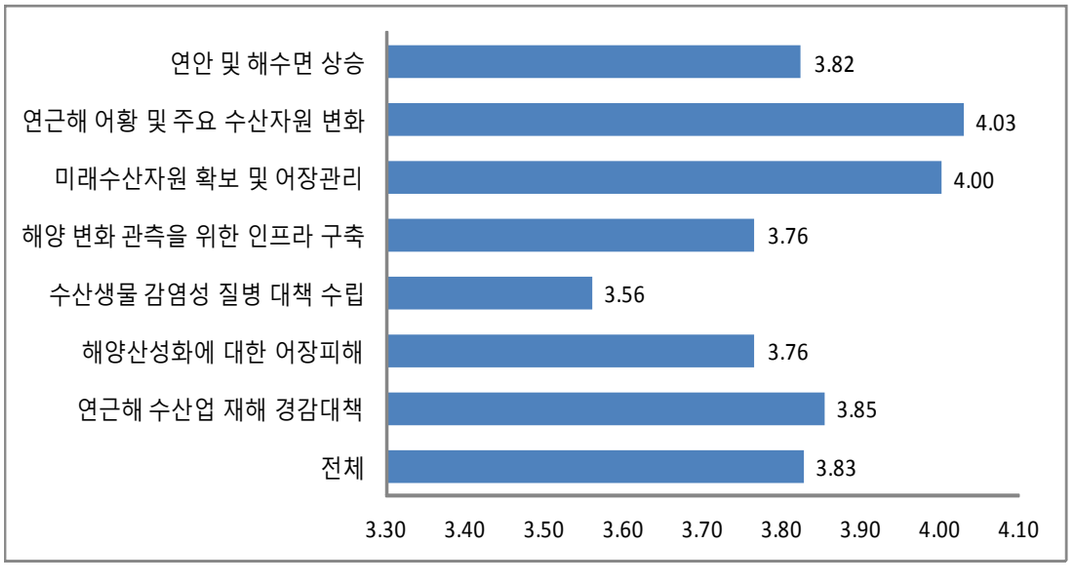
■ **산림**

○ 산림분야는 '기후변화에 취약한 산림생물자원 보호'가 3.79점으로 가장 심각한 문제라고 인지하고 있는 것으로 나타났음.



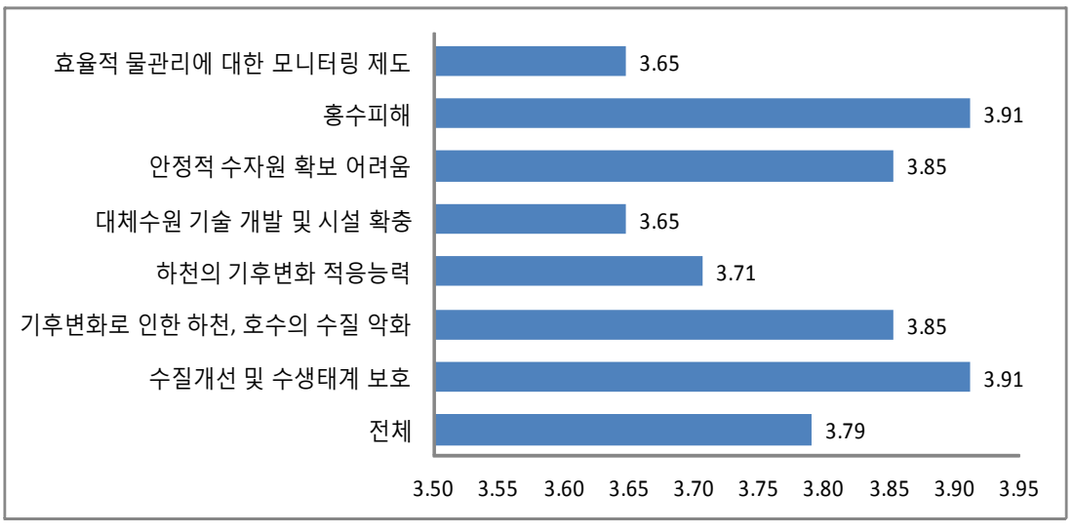
■ 해양/수산

○ 해양/수산분야는 전체 8개 분야 중 재난/재해 분야 다음으로 높게 나타나 기후변화 적응대책이 우선적으로 이루어져야 할 것으로 사료됨. 특히 '연근해 어황 및 주요 수산자원의 변화'가 4.03점, '미래 수산자원 확보 및 어장관리'가 4.00점으로 매우 심각한 문제라고 인지하고 있었으며, '연근해 수산업 재해 경감 대책'과 '연안 및 해수면 상승' 또한 각각 3.85점과 3.82점으로 비교적 높게 나타남.



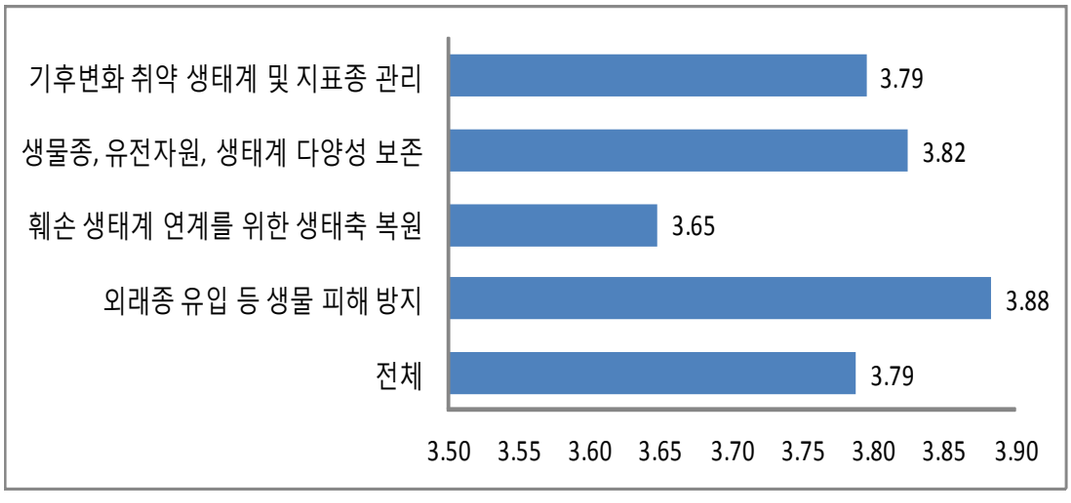
■ 물 관리분야

○ 물 관리분야는 8개 분야중 3번째로 높은 점수로 특히 '홍수 피해'와 '수질 개선 및 수생태계 보호'는 3.91점으로 가장 심각하다고 인지하고 있었음. 다음으로 '안정적 수자원 확보의 어려움'과 '기후변화로 인한 하천과 호수의 수질악화'가 3.85점으로 높게 나타남.



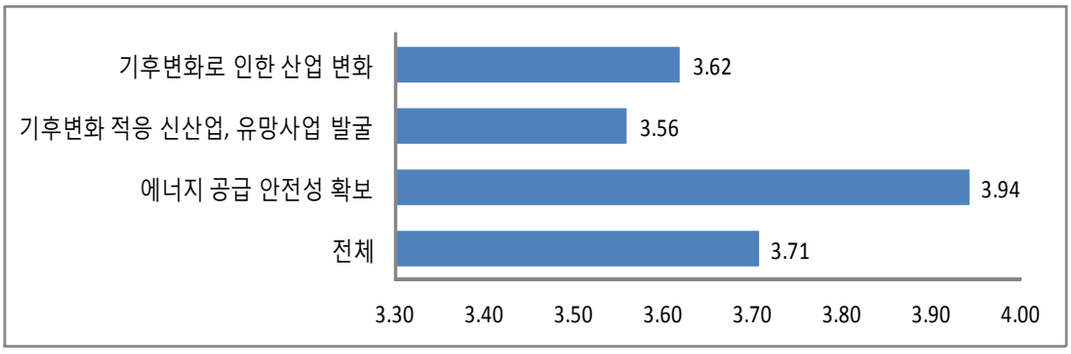
■ 생태계

○ 생태계분야는 '외래종 유입 등의 생물 피해 방지'가 3.88점으로 가장 높게 나타나 심각한 문제라고 생각하고 있었으며, 다음으로 '생물종, 유전자원, 생태계 다양성 보존'에 대한 심각성이 3.82점으로 상대적으로 높게 인지되고 있었음.



■ 적응산업/에너지

○ 적응산업/에너지분야는 8개 분야에서 상대적으로 낮았지만 '에너지 공급의 안전성 확보'가 3.94점으로 가장 심각한 문제로 인지하고 있었음.



나) 기후변화에 대응한 국가 및 지자체 적응성 평가

○ 기후변화에 대응한 국가 및 지자체의 적응성을 평가하기 위해 8개 분야 중 3개 분야를 선택하도록 하였으며, 기후변화 적응대책 세부시행계획 연구추진과 관련하여 연구과정 중 가장 중점적으로 추진해야 하는 3개 항목을 선택하도록 하였음.

■ 현재 우리나라에서 기후변화에 가장 취약한 분야 (다중응답)

○ 기후변화에 취약한 분야에 대한 질문은 재난/재해, 해양/수산, 농업 순이였음.

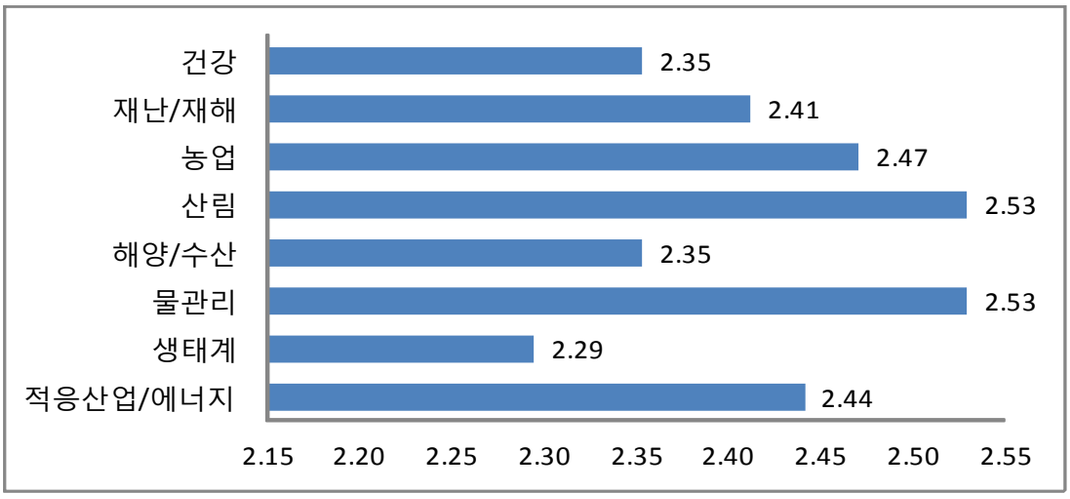
<표 6-3> 기후변화에 가장 취약한 분야

분야	N	%
건강분야	11	32.4
재난/재해 분야	**25**	**73.5**
농업 분야	**17**	**50.0**
산림 분야	3	8.8
해양/수산 분야	**20**	**58.8**
물관리 분야	8	23.5
생태계 분야	15	44.1
적응산업/에너지 분야	3	8.8
합계	102	300.0

■ 각 분야별 기후변화 적응도 평가

○ 8개 분야에 대한 적응도는 5점 만점에 전체적으로 3점 이하(평균 2.44점)로 기후변화에 대한 준비상황이 상대적으로 취약한 것으로 평가되었음.

○ 특히 생태계분야는 2.29점으로 상대적으로 국가 및 지방자치단체의 준비가 매우 취약하게 평가되었고, 다음은 건강과 해양/수산 등의 순으로 나타났음.



■ **기후변화 적응대책 세부시행계획 중점 연구 분야(다중응답)**

○ 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립에서 중점적으로 추진해야 할 연구 분야는 조사대상자의 67.6%가 '기후변화 영향 및 취약성 평가'로 응답하였고, 다음으로 '미래기후변화 전망'과 '세부시행계획수립'을 중요하게 생각하는 것으로 나타났음.

<표 6-4> 중점 연구 분야

분야	N	%
지역 일반현황 및 기후변화 현황 정리	10	29.4
과거 기후변화 피해 자료 조사	2	5.9
미래 기후변화 전망	**17**	**50.0**
적응관련 선행연구 및 기존 적응대책 고찰	9	26.5
기후변화 영향 및 취약성 평가	**23**	**67.6**
기후변화 적응대책 중점 추진분야의 선정	13	38.2
세부시행계획 목표 설정	11	32.4
세부시행계획 수립	**17**	**50.0**
T/F팀 운영	-	-
합계	102	300.0

다) 기후변화에 대응한 전남지역의 문제와 현황

■ **전남지역에서 기후변화에 가장 취약한 영역에 대한 인식(다중응답)**

○ 전남지역에서 기후변화에 가장 취약한 분야의 선택은 1순위로 재난/재해, 2순위로 농업, 3순위로 해양/수산분야로 응답하였음. 이 3개 분야는 전라남도의 중점분야을 선택한 3개 분야가 일치하여 이에 대한 대책이 우선적으로 이루어져야 할 것으로 사료됨

<표 6-5> 전남지역에서 기후변화에 가장 취약한 분야

분야	N	%
건강분야	3	8.8
재난/재해 분야	**26**	**76.5**
농업 분야	**24**	**70.6**
산림 분야	4	11.8
해양/수산 분야	**21**	**61.8**
물관리 분야	8	23.5
생태계 분야	11	32.4
적응산업/에너지 분야	5	14.7
합계	102	300.0

■ 전남지역 기후변화 적응을 위한 지방자치단체의 노력(다중응답)

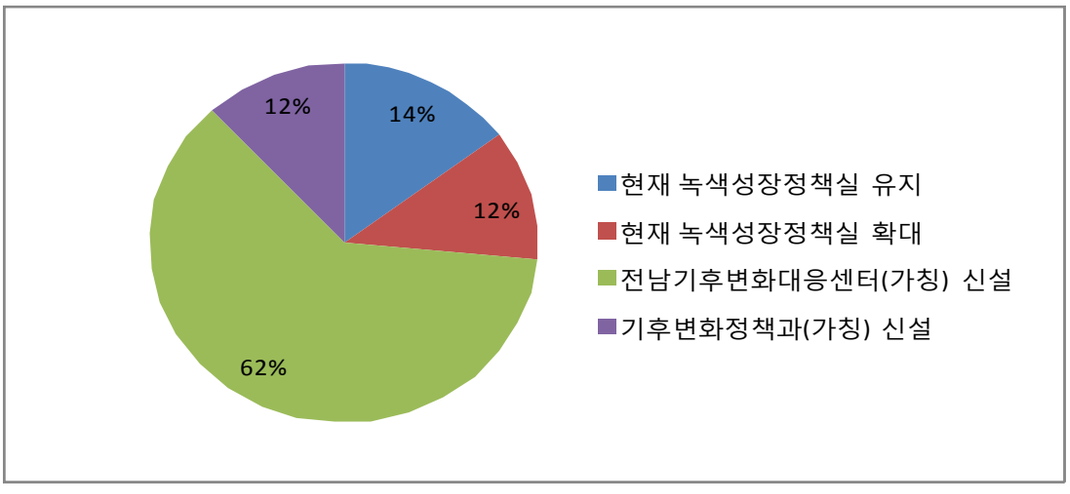
○ 전남지역의 기후변화 적응을 위해 지방자치단체에서 특별히 노력해야 할 3개 부분은 '기후변화 현상의 심각성 및 적응에 대한 교육활동(즉 주민, 기업 및 근로자 교육 및 학교를 통한 교육)'이였으며, 다음으로 '기후관련 센터 및 연구기관 등 기후변화 적응을 위한 인프라 구축 및 시설'과 '기후변화의 심각성에 대한 정책 결정자들의 인식 전환'이 필요한 것으로 응답하였음.

<표 6-6> 기후변화 적응을 위한 지자체의 노력

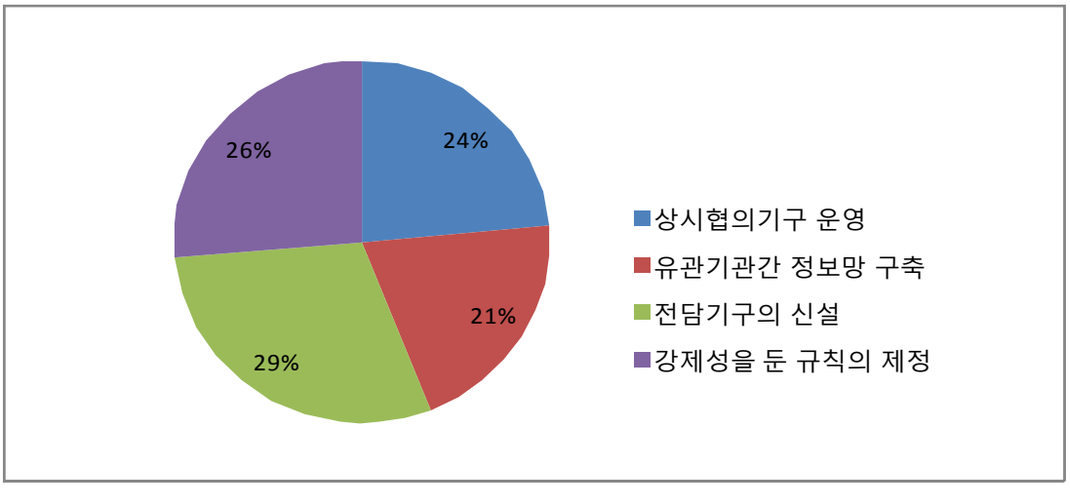
분야	N	%
기후변화 적응을 위한 인프라 구축 및 시설 : 기후관련 센터 및 연구기관 등	**20**	**58.8**
기후변화 현상의 심각성 및 적응에 대한 교육활동 : 주민, 기업 및 근로자, 학교 교육 등	**22**	**64.7**
기후변화의 심각성에 대한 홍보 : 슬로건 제작, 캠페인 활동 등	7	20.6
기후변화 적응에 필요한 전문 인력의 양성	17	50.0
기후변화 유발인자 감축을 위한 법제도 개선	6	17.6
환경에 대한 지역 기업의 후원 및 투자 장려	11	32.4
기후변화의 심각성에 대한 정책결정자들의 인식 전환	**19**	**55.9**
합계	102	300.0

■ 기후변화에 대응하기 위해 필요한 조직에 대한 인식

○ 전라남도 기후변화 대응을 위한 관련 업무를 총괄할 가장 바람직한 조직의 형태는 응답자 62%가 '전남기후변화대응센터(가칭)의 신설'이었고, '현재 녹색성장정책실 유지'는 14%, '녹색성장정책실 확대 편성'은 12%, '기후변화정책과(가칭)의 신설'이 12%로 기후변화대응센터 혹은 기후변화정책과 같은 새로운 주관기관의 필요성을 보임.



○ 또한 전라남도 기후변화 관련 업무를 총괄할 조직에서 관련 기관간 협력적 거버넌스 구축을 위해서는 '전담기구 신설'이 29%, '강제성을 둔 규칙의 제정' 26%, '상시협의기구 운영' 24%, '유관기관간 정보망 구축' 21% 순으로 나타났음.

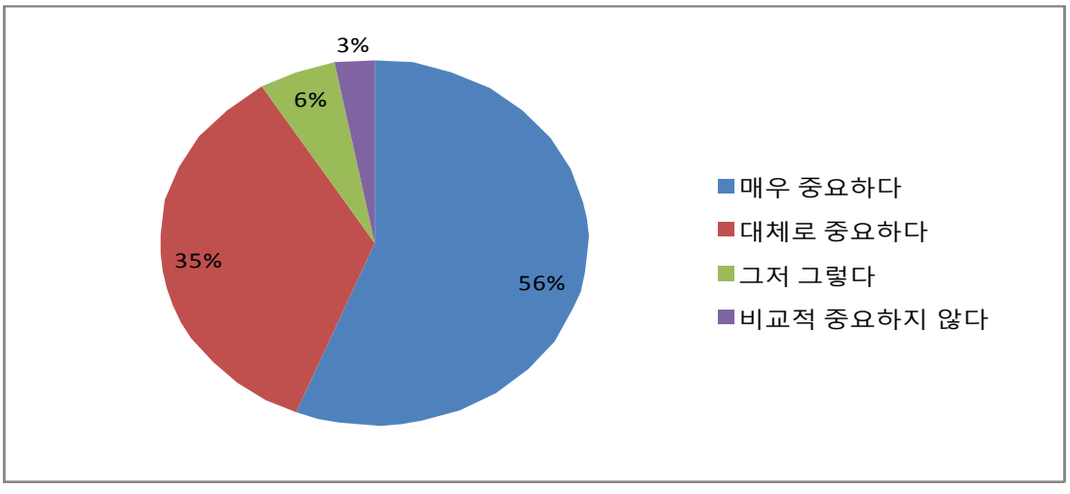


라) 조사대상자의 일반적 특성

■ 담당업무 내용 및 담당 업무의 중요도 평가

○ 조사대상자들의 담당업무는 주로 기후변화 관련 분야 연구 및 교육, 농업정책, 신재생 에너지 관련, 저탄소 녹색성장 업무, 미래전략 기획, 재난관리 업무 등으로 기후변화와 직간접적 관련성을 가지고 있었음.

○ 본인의 업무가 기후변화 적응대책을 수립하는데 얼마나 중요한 일이라고 생각하는가에 대한 질문에 91%가 중요하다고 응답하였음.



제7장 참고문헌

제 7 장 참고문헌

- 강기경 외. 2011. 기후변화와 우리 농업. RDA Interrobang, 16, pp.1-20.
- 강상준. 2009. 미국의 기후변화대응 정책동향 및 시사점
- 강수만, 박민지, 김상호, 김성준. 2007. 홍수범람해석모형을 이용한 침수피해 저감방안 연구 (진위천 하천구간을 대상으로). 대한토목학회지, 27(6):583-590.
- 강원도. 2010. 강원도 기후변화적응 기본계획
- 건설교통부. 2001. 수자원장기종합계획 (2001~2020) 보고서. 조사보고서.
- 건설교통부. 2006. 수자원장기종합계획(2006-2020)
- 건설교통부, 수자원공사. 2003. “과거홍수피해액” http://www.wamis.go.kr/ (2006년 6월)
- 경기개발연구원. 2006. 기후변화협약에 대한 경기도의 대응방안
- 경기개발연구원, 2008. 「기후변화에 대한 지방자치단체의 적응방안 연구」
- 경남발전연구원. 2008. 도시기후 변화에 대처하기 위한 빗물이용 정책방안
- 고려대학교. 2011. 산림생태계 취약성평가 최종보고서 : 기후변화 시나리오 따른 취약성 평가
- 고재경. 2009. 경기도 기후변화 취약성 평가 연구. 경기개발연구원
- 고재경. 2011. 지방자치단체 기후변화 취약성평가에 관한 연구, 환경정책 제18권 제2호
- 고정웅 외. 2005. 한반도 우기의 강수 특성과 지역 구분. 한국기상학회지, 41, pp.101-114.
- 공동수. 2009. 기후변화 위기 대응 수환경관리 방향. 경기도선진화위원회
- 공우석. 1998. 한라산 고산식물의 분포 특성. 대한지리학회지
- 공우석. 2000. 지구온난화가 식물의 분포에 미치는 영향. 자연보존. 대한지리학회지
- 공우석. 2005. 기후변화와 자연생태계
- 공우석. 2005. 지구온난화에 취약한 지표식물 선정. 한국기상학회지, 41(2-1), pp.263-273
- 과학기술처. 1995. 기후변화가 한반도에 미치는 영향과 지구 환경관련 대책 연구(Ⅱ)
- 관계부처합동. 2010. 저탄소 녹색성장 기본법 시행에 따른 국가기후변화적응대책 2011~2015.
- 관계부처합동. 2011. 국가 기후변화 적응대책 세부시행계획 2011~2015
- 광주지방기상청, 2011, 전남갯벌 기후변화 영향지수 개발과 산업기상정보 생산. p.133.
- 구길본. 2005. 기후변화와 산림생태계
- 국가기록원 나라기록. contents.archives.go.kr
- 국가기후변화적응센터 기후변화적응포털. kaccc.kei.re.kr
- 국가농림기상센터 농림기상정보. 여름철 이상기온 출현과 작물생산
- 국가수자원관리종합정보시스템. 2011. www.wamis.go.kr
- 국가재난정보센터. 재난통계·기록. www.safekorea.go.kr
- 국가태풍센터. 2010. 태풍백서

· 국립기상연구소. 2009. 기후변화 이해하기
· 국립기상연구소. 2011. 기후변화 이해하기 Ⅸ-호남의 기후변화
· 국립방재연구소. 2003. 「재난관리를 위한 지역위험도 평가 및 적용에 관한 연구」
· 국립방재연구소. 2006. 「인적재난에 대한 지역안전도 평가방법 개발」
· 국립방재연구소. 2009. 「급경사지 안정요소 분석 및 해석방안 연구」
· 국립환경과학원, 2009. 「GIS 및 WEB 기반 취약성 파악 및 분석기법 개발〔1〕」
· 국립해양조사원. 2009. 연안 취약성지도 종합기본계획 수립 및 시범제작
· 국립환경과학원. 2008. 지자체 기후변화 취약성 현황에 기초한 적응대책 수립 가이드라인 개발
· 국립환경과학원. 2008. 한국판 스턴 보고서 작성을 위한 기초연구
· 국립환경과학원. 2010. 국가기후변화적응센터 발전방안 마련 연구
· 국립환경과학원. 2010. 한국 기후변화 평가보고서(백서) 발간(II) 중간보고서
· 국무조정실 기후변화대책기획단. 2007. 기후변화 제4차 종합대책
· 국무총리실. 2008. 기후변화대응 종합기본계획
· 국제환경규제기업지원센터 분석보고서. 2011. 300-11-032, 국제환경규제기업지원센터
· 국토연구원. 2001. 물부족 해소를 위한 수자원 관리방안 연구
· 국토연구원. 2005. 「홍수피해특성 분석 및 홍수피해지표 개발에 관한 연구」
· 국토연구원. 2009. 「기후변화에 안전한 재해통합대응 도시 구축방안 연구(Ⅰ)」
· 국토연구원. 2009. 기후변화에 대응한 지속가능한 국토관리 전략(II) : 기후변화 완화 및 적응을 위한 정책과제 도출
· 국토해양부. 2001. 「2006~2020 수자원장기종합계획」
· 국토해양부 한국건설교통기술평가원. 2008. 이상홍수 대응기법의 국내외 사례 조사 및 대응전략 수립 연구보고서
· 국토해양부. 2009. 영산강유역종합치수계획
· 국토해양부. 2009. 「도시방재/안전기술 개발 연구보고서」
· 국토해양부. 2010. 기후변화 대응 미래수잔원 전략
· 국토해양부. 2010. 「도시자연재해 안전기술 개발 연구보고서」
· 국토해양부, 2010, 2011 국토해양통계연보.
· 국회입법조사처. 2007. 「기후변화적응대책 마련을 위한 기초연구」
· 권영아. 2009. 「보건 분야에서 기후변화 대응: 서울시 사례」
· 권오석. 2005. 기후변화와 이에 따른 곤충군의 영향
· 권용희. 2004. 수해지역노인의 외상 후 스트레스 조사 연구. 서울대학교 대학원 석사학위 논문
· 권원태. 2003. 한반도 기후 100년 변화와 미래 전망. 기상청 기후변화뉴스레터 2(1): 1-8.
· 권호장 외. 1998. 서울시 대기 중 오존에 의한 건강영향. 한국대기환경학회 학술논문집, 2,

pp.193-194
· 기모란. 2008. 「기후변화 관련 전염병 적응방안」 기후변화건강포럼
· 기상연구소. 1992. 한반도 기후변화 감시 및 이상기상에 관한 연구 (Ⅲ). 과학기술처 특정 연구보고서
· 기상연구소. 2003. 기후변화 협약대응 지역 기후 시나리오 산출기술 개발. p.502
· 기상청. 2003. 기후변화와 생물다양성
· 기상청. 2006. 「고온과 일 사망률 관계」
· 기상청. 2008. 기후변화의 이해와 기후변화 시나리오의 활용(Ⅰ)
· 기상청, 2008~9, 「기후변화 이해하기 I, II, III, IV, V」 시리즈, 국립기상연구소
· 기상청, 2009 「기후변화대응 기후·수문 파트너십 포럼」
· 기상청. 2009. 한반도 기후변화 추세분석
· 기상청. 2010. 2009 WMO 전 지구 기후 보고서
· 기상청. 2010. 2010 이상기후 특별보고서
· 기상청. 2011. 웹 기반 기후변화 예측정보 제공시스템 - 미래 기후변화 시나리오 쉽게 사용하기
· 기상청. 2012. 기후변화정보센터(www.climate.go.kr)
· 기상청 보도자료. 2011. 7. 18. 이번 주 폭염과 열대야 이어져
· 기후변화협약대책위원회. 1999. 기후변화협약 대응 제1차 종합대책
· 기후변화협약대책위원회. 2002. 기후변화협약 대응 제2차 종합대책
· 기후변화협약대책위원회. 2005. 기후변화협약 대응 제3차 종합대책
· 김갑덕, 김철민. 1988. 국내 산림 Biomass의 생산에 관한 연구. 임산에너지
· 김경술. 1995. 기후변화협약 이행을 위한 국가보고서: 영국. 에너지경제연구원
· 김광섭. 2006. 관측 자료에 의한 기후변화 수자원 영향의 통계적 평가. 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단, 2단계 2차년도 결과발표회
· 김규헌. 1996. 한국산림과 온실가스. 임업연구소 연구자료 126호
· 김규헌. 1998. 산림의 온실가스 저감방안. 임업연구소 연구자료 143호
· 기상청. 2006. 「고온과 일 사망률 관계」
· 김병식 외. 2004. 기후변화가 용담댐 유역의 유출에 미치는 영향. 한국수자원학회논문, 37(2), pp.185-193
· 김병식 등. 2006. 「기후변화를 고려한 IDF곡선 추정방안에 대한 연구」 한국건설기술연구원.
· 김병식 외. 2009. 이상기후에 대비한 GIS 기반의 선택적 홍수방어의사결정시스템 개발. 한국건설기술연구원
· 김병식 외. 2010. 기후변화와 토지피복변화를 고려한 한강 유역의 수자원 영향 평가. 한국수자원학회논문집, 43(3), pp.309-323

- 김보경, 김병식. 2009. B2 기후변화시나리오와 극한지수를 이용한 기후변화가 극한 강우 발생에 미치는 영향분석. 대한토목학회논문집, 29(1B), pp.23-33
- 김선영 외. 2003. WGEN 모형과 2변수 물수지 모형을 이용한 기후변화 영향 분석. 한국수자원학회논문집, pp.747
- 김소연. 2004. 기후변화로 인한 여름철 혹서현상이 사망률에 미치는 영향. 아주대학교 의학박사 학위 논문
- 김수전 외. 2010. 고해상도 RCM 자료를 이용한 기후변화가 한강유역의 수자원(이수측면)에 미치는 영향평가. 한국수자원학회논문집, 43(3), pp.295-308
- 김영국 외. 2005. CO2 농도 증가에 따른 벼의 생육 반응. 한국작물학회지, 50, pp.179-185
- 김영란 등. 2008. "기후변화에 대응한 서울시 물관리 전략". 서울시정개발연구원.「SDI 정책리포트」 제10호
- 김영수, 손영모, 이경학. 2001. 임업 및 토지이용부문의 온실가스 흡수 및 배출 현황. 임산에너지
- 김용건 등. 2009. 「우리나라 기후변화의 경제학적 분석 I 」한국환경정책·평가연구원.
- 김운수, 최유진. 2010. 서울시 기후변화 고도적응 방안 연구. 서울시정개발연구원
- 김응태, 이동률, 유철상. 2004 후변화에 따른 대청댐 유역의 유출 영향 분석. 한국수자원학회논문집, 37(4), pp.305-314
- 김재욱, 이동근. 2006. 지역기후모형을 이용한 산림식생의 취약성 평가에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지, 9(5), pp.32-40
- 김정훈, 2004. 유역 치수안전도 설정에 관한 연구. 석사학위 논문, 서울대학교.
- 김종원, 신준환, 임종환. 1994. 기후변화에 따른 식생대 변화 예측. 기후변화가 한반도에 미치는 영향과 지구환경관련 대책 연구(Ⅱ). 과학기술처
- 김지영, 이대근, 박일수, 최병철, 김정식. 2006. “한반도에서 여름철 폭염이 일 사망률에 미치는 영향” Atmosphere 16(4): pp. 269-278.
- 김학균 외. 1999. 나로도 인근해역에서 Cochlodinium polykrikoides 적조의 최초발생과 환경특성. 수진 연구보고, 57, pp.119-130
- 김학균. 2005. 해양적조, 다솜출판사
- 권원태 외. 2002. 최근 한국의 10년 기후특성 분석. 한국기상학회 2002년 봄 초청강연 및 학술발표회, pp.451-454.
- 김호성, 박진혁, 윤재영, 김상단. 2010. 극한가뭄의 시공간적 특성에 대한 기후변화의 영향을 평가하기 위한 SAD 곡선의 적용. 대한토목학회논문집, 30(6B), pp.651-569
- 노동운. 1995. 기후변화협약 이행을 위한 국가보고서. 에너지경제연구원
- 녹색성장위원회. 2009. 녹색성장 국가전략
- 녹색성장위원회. 2009. 「녹색성장 5개년계획(2009-2013)

- 농림수산식품부. 2010. 농림수산식품 주요통계
- 농림수산식품위원회 최인기 위원장 국정감사 보도자료. 2010. 기후변화에 따른 이상기상으로 피해 매년 증가!, 관련분야 연구는 미비! (2010.10.5)
- 도시재생사업단. 2010. 「도시자연재해 안전기술 개발 재구성」
- 명수정 등. 2009. 「기후변화 적응 강화를 위한 사회기반시설의 취약성 분석 및 대응방안 연구 Ⅰ」한국환경정책·평가연구원.
- 문일주. 2009. 기후변화에 따른 한반도 상륙 태풍 강도변화. 제 2차 연안해양환경포럼 발표자료
- 문춘걸, 김재욱. 2008. 소나무, 참나무식생변화에 대한 경제적 가치평가
- 문태훈. 2008. 지자체 기후변화대응과 조직현황에 대한 해외사례
- 박경신 외. 2009. 기후변화 및 도시화를 고려한 수자원관리 대안의 효과 분석. 한국수자원학회논문집, 42(12), pp.1103-1111.
- 박근애 외. 2007. 기후변화에 따른 농업수자원 영향 분석. 2007 대한토목학회 정기학술대회, pp.1409-1412.
- 박용배, 강정복, 방선재, 손진석, 최명순, 우진균. 2002. 경기북부지역의 말라리아 등 매개모기 활동양상에 관한 연구. 대한위생학회지 17(1): 1-11.
- 박용하 외. 2001. 기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안 연구 I. 한국환경정책평가연구원
- 박웅희. 2011. 기후변화에 따른 전남의 녹색신산업 육성방안. 리전인포 제 257호. 전남발전연구원
- 박정임 외. 2005. 기후변화가 건강에 미치는 영향 및 적응대책 마련. 한국환경정책평가연구원
- 박종길 등. 2008. “폭염이 일사망자수에 미치는 영향에 관한 연구”, 한국대기환경학회지, 24(5): pp. 523-537.
- 박종하. 2003. 기후변화와 수산자원의 변동: 한국연근해의 해황과 어업자원의 변동. 2003 년도 기후변화 학술대회, pp.144-155
- 박찬선, 황은경, 백재민. 2009. 곰피양식방법(공개번호 1020090014070). 한국특허정보원.
- 박태선 외. 2005. 홍수피해특성 분석 및 홍수피해지표 개발에 관한 연구. 국토연구원
- 박항주, 손성희. 2007. 기후변화에 의한 취약성과 대책 연구. 생태지평
- 보건복지가족부 질병정책과. 2010. 「기후변화적응 건강관리대책」 기후변화건강포럼
- 배덕효, 정일원. 2005. 기후변화에 따른 수자원 영향평가. 방재정보, 21, pp.16-22
- 배덕효, 정일원, 이병주. 2007. A2 시나리오에 따른 국내 수자원의 변동성 전망. 한국수자원학회논문집, 40(12), pp.921-930
- 배덕효 외. 2009. 기후변화에 의한 국가 수자원 영향 분석 및 평가 체계 적용(3단계 2차년도). 교육과학기술부
- 배덕효 외. 2010. 수자원 분야의 기후변화 취약성 평가 및 적응대책 사례 연구. 한국환경정책평가연구원

· 산림청. 2009. 「기후변화와 산림」
· 서울시정개발연구원. 2006. 서울시 지역안전도 평가모형 개발연구 : 홍수재해를 중심으로
· 서울시정개발연구원. 2009. 「도시재난감소를 위한 재난위험도평가 방안」
· 서울시정개발연구원. 2009. 「서울시의 새로운 재난관리체계 구축」
· 서울지역환경기술개발센터. 2008. 분산형 빗물관리시스템의 설계 및 유지관리 가이드라인 개발
· 서울특별시. 2007. 서울특별시 빗물관리 기본계획
· 서울특별시. 2009. 「서울시 기후변화대응종합계획」
· 서울특별시. 2010. 지자체 기후변화 영향평가 및 적응대책 수립·지원 서울특별시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립: 건강 및 재난분야
· 서형호. 2005. 기후변화가 과수재배에 미치는 영향. 제3차 기후변화 학술대회
· 서희철 외. 2006. 경기북부지역 콩 생산에 미치는 지구온난화의 영향. 한국농림기상학회지, 8(4), pp.242-249
· 성선용. 2010. 기후변화에따른산림생태계의탄소순환과수자원변화예측
· 소방방재청 국립방재연구소, 2005 「기후변화에 대한 자연재난 대처방안 연구」
· 소방방채청. 2005. 지역별 안전도 평가기법 개발연구 보고서
· 소방방재청. 2006a. 「재해지도 작성 기준 등에 관한 지침」
· 소방방재청. 2006b. 「FARD를 이용한 강우빈도해석」
· 신임철, 임재규. 2004. 기후변화협약 제3차 국가보고서 작성을 위한 기반연구. 에너지경제연구원
· 신종암, 2008, 해조류양식 산업의 발전방안 발표자료.
· 신준환, 임종환. 1995. 기후 변화가 산림생태계에 미치는 영향과 대응 방안. 자연보존. 농업기술연구소
· 신준환, 임종환. 2000. 지구온난화가 산림생태계에 미치는 영향과 대응 방안. 자연보존. 농업기술연구소
· 신호성 등. 2009a. “기후변화와 식중독 발생 예측”「보건사회연구」 29(1) : pp. 143-162.
· 신호성 등. 2009b. 「기후변화에 따른 식품안전 분야의 사회·경제적 손실비용 평가」식품의약품안전청·한국보건사회연구원.
· 신호성, 김동진. 2008. 「기후변화와 전염병 질병 부담」 한국보건사회연구원.
· 신호성. 2009. 「말라리아 예측모형과 취약성 평가」기후변화건강포럼
· 심교문 외. 2004. 기후변화를 고려한 가을보리 안정재배지대 구분. 한국농림기상학회, 6(4), pp.218-234
· 심교문 외. 2008. 기후변화에 따른 농업기후지수의 변동. 『한국농림기상학회·한국생물환경조절학회 공동학술발표대회 자료집, 17(1), pp.175-178
· 심교문 외. 2008. 지구온난화에 따른 한반도의 농업환경 영향평가와 적응. 『한국농림기상학회·한

국생물환경조절학회 공동학술발표대회 자료집, 17(1), pp.78-81
- 심우배 외. 2009. 기후변화에 안전한 재해통합대응 도시 구축방안 연구
- 심재형. 2003. 플랑크톤 생태학. 서울대학교출판부.
- 안선옥, 2007. 「기후변화에 대한 광역지자체의 사회적 취약성 평가」
- 안소라 외. 2009. 기후변화가 경안천 유역의 수문요소에 미치는 영향 평가, 한국수자원학회논문집, 42(1), pp. 33-50
- 안수연. 2007. “독거노인의 일상생활능력과 인지정도"「노인간호학회지」 9(1): pp. 68-75.
- 안재현 외. 2001. GCM 결과를 이용한 지구온난화에 따른 대청댐 유역의 수문환경 변화 분석. 한국수자원학회지, 34(4), pp.335-345
- 안중배, 이효신. 1998. 기후변화예측을 위한 해양대순환모형의 개발. 한국해양학회지, 3(1): pp.16-24.
- 안종호, 한대호. 2010. 기후변화에 따른 지표수의 수온 영향평가, 수질보전 한국물환경학회지, 26(1), pp.133-139
- 에너지관리공단. 2008. 온실가스 인벤토리 검증 가이드라인.
- 에너지관리공단. 2011. 2011 에너지 기후변화 편람
- 오철웅. 2010. 완도 해역의 새우조망어업에서 발생한 부수어획물의 계절적 변동. 한국수산과학회, 43(1): pp.69-78.
- 온실가스 종합정보센터. 2011. 보도자료(‘2020년 저탄소 녹색사회 구현을 위한 로드맵, 부문별·업종별·연도별 온실가스 감축목표 확정’, 2011.7.12)
- 유가영, 김인애. 2008. 기후변화 취약성 평가지표의 개발 및 도입방안, 한국환경정책평가연구원.
- 유가영. 2009. 기후변화 취약성 평가 및 적응, 물리학과 첨단기술.
- 윤민호, 안동만. 2009. “위성영상을 이용한 도시녹지의 기온저감 효과 분석”「한국조경학회지」 제37권 제3호 : pp.46-53.
- 윤석현, 최중기. 2003. 경기만 동물플랑크톤 군집의 시·공간적 분포. 한국해양학회지, 8(3), pp. 243-250
- 윤성규, 홍재상. 1995. 해양생물학 저서생물. 아카데미서적
- 윤성이. 2001. 지속가능한 농업을 위한 농업자원의 유효이용 방안 -기후변화협약에 따른 영향 및 대책. 한국유기농업학회지, pp.24-45
- 윤성호. 1998. 기후변화에 따른 농업생태계 변동과 대책. 경상대학교 개교 50주년기념 심포지움, pp.313-335
- 윤성호 외. 2001. 기후변화와 농업생산의 전망과 대책. 한국농림기상학회지, 3(4), pp.220-237
- 윤진일. 1990. 대기중 이산화탄소배증조건하의 기후시나리오에 의한 국내 쌀생산 추정. 한국기상학회지, 26(4), pp.263-274

- 윤진일, 최재연, 안재훈. 2001. “일별 국지기온 결정에 미치는 관측지점 표고영향의 계절변동” 「한국농림기상학회지」 2(4). pp. 175-182.
- 이경미, 유혜진. 2007. 여름철 고온현상이 사망자 증가에 미치는 영향 : 서울시를 사례로. 기후연구, 2(2), pp.118-127
- 이경민. 2010. 갈조류 패속의 분류와 계통지리. 충남대학교 이학석사학위 논문.
- 이동근, 윤소원, 오승환, 장성완. 2005. “옥상녹화조성에 따른 온도저감효과에 관한 연구 -서울대학교 실험구를 중심으로-"「한국환경복원녹화기술학회지」 8(6): pp. 34-44.
- 이동근, 김재욱, 정휘철. 2006. 「기후변화의 영향평가를 위한 대순환모형과 지역기후모형의 비교연구」환경영향평가학회지. 15(4). 249-258
- 이동근 등. 2009. 기후변화에 따른 생물권 변화예측모델개발
- 이명진 등. 2010. 기후변화를고려한경북칠곡군지역의지하수함양량분석
- 이변우 외. 1991. 대기중 CO2 농도 증가에 따른 기후변화가 농업기후자원, 식생의 순 1차 생산력 및 벼 수량에 미치는 영향. 한국작물학회지, 36(2), pp.112-126
- 이병렬 외. 1998. 식량생산과 기후변화. 국가농림기상센터 농림기상정보
- 이상호, 김영민. 2008. 분산식 빗물관리 기술, 물과미래
- 이승호 외. 2004. 한국의 여름철 강수량 변동. 순별 강수량을 중심으로. 대한지리학회지, 39(6): 819-832.
- 이승호 외. 2005. 식생분포에 영향을 미치는 기후변화-대나무와 마늘을 중심으로. 제3차 기후변화 학술대회
- 이승호 외. 2008. 기후변화가 농업생태에 미치는 영향 -나주지역을 사례로. 대한지리학회지, 43(1), pp.20-35
- 이용준 외. 2008. SWAT 모형을 이용한 미래 기후변화 및 토지이용 변화에 따른 안성천 유역 수문-수질 변화 분석(II). 대한토목학회논문집, 28(6b), pp.665-673
- 이인규, 부성민, 이상희. 2004. 조류의 다양성과 계통. 라이프사이언스
- 이우균 외. 2010. 한반도 생태계의 기후변화 영향평가-기후변화 시나리오에 따른 취약성 평가. 한국환경정책평가연구원
- 이재근, 2009, 수생태계가 온실가스의 발생 및 배출량에 미치는 기초연구, 대전발전연구원. p.60.
- 이재수 외. 1998. 범지구적 환경의 변화에 따른 한반도내 갈수 및 홍수의 발생빈도 변화 예측. 국제수문개발 계획 연구보고서. 건설교통부
- 이재수. 2008. 수자원공학, 구미서관
- 이정택. 2009. 기후온난화와 농경지의 생물 군집 변화
- 이창흠. 2008. 국가 기후변화대응 종합기본계획 소개. 국무총리실 기후변화대책 기획단.
- 이창희 외. 2001. 하구・석호 육해전이수역 통합환경관리방안 연구 : 서울, 한국환경정책.평가연

구원, 한국해양수산개발원.
- 인천광역시. 2006. 인천앞바다 오염영향인자조사 및 수질개선을 위한 비용분담 방안 연구
- 인천광역시. 2007. 인천 연안 도서 해양 환경 조사 및 보전, 관리 계획 수립 용역 보고서
- 인천광역시. 2010. 지자체 기후변화 영향평가 및 적응대책 수립·지원 인천광역시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립: 해양생태계 및 해양재난 분야
- 인천광역시. 2010. 인천광역시 기후변화 대응 종합계획
- 인천광역시. 2010. 해양수산현황
- 임동현. 1995. 한국 근해 요각류 군집의 생태학적 특성 연구. 한양대학교 박사학위논문.
- 임동현 외. 2003. 황해 동물플랑크톤의 시공분포. 한국의 해양생물학. pp.159-169.
- 임업연구원. 1998. 산림의 온실가스 저감방안. 임업연구원 연구자료 143호
- 임종환. 2004. 산림분야 기후변화의 영향과 대응
- 임종환, 김연걸. 2005. 기후변화가 산림생태계에 미치는 영향 및 적응 연구동향
- 임종환, 신준환. 2005. 지구온난화에 따른 산림식생대 이동과 식물계절 변화. 자연보존 130, pp.8-17
- 임종환, 우수영, 권미정, 김영걸. 2007. 한라산 구상나무 건전개체와 쇠약개체의 항산화 효소활성 및 토양특성. 한국임학회지 96(1), 14-20
- 임종환, 우수영, 권미정, 천정화, 신준환. 2006. 한라산 구상나무 건전개체와 쇠약개체의 온도변화에 따른 광합성 능력과 수분이용효율. 한국임학회지, 95, 705-710
- 임종환, 홍윤철. 1999. 인천 지역의 대기오염과 일개 대학 병원 소아과 외래를 호흡기 질환으로 방문한 환재 내원 건수와의 상호 관계에 대한 연구, 대한소아알레르기 및 호흡기학회지
- 장동호 외. 2008. 서해안 해수면 상승에 따른 영향 및 대책. 충남발전연구원.
- 장동호, 윤정미, 김창수. 2009. 충남 태안반도의 해안선 변화 분석과 정책과제. 충남발전연구원.
- 장옥재, 김영오. 2009. “지역회귀분석을 이용한 홍수피해위험도 산정" 한국방재학회 9(4): pp. 71-80.
- 장재연 등. 2003. 「한반도 기후변화 영향 평가 및 적응프로그램 마련」, 환경부.
- 장재연 등. 2009. 「폭염에 따른 위기대응 및 건강관리 방안 개발」, 보건복지부
- 장재연. 2008. 「기후변화에 따른 건강피해 모니터링 및 위험인구 감소전략 개발 연구」
- 전라남도. 2008. 제 3차 전라남도 종합계획 수정계획
- 전라남도. 2009. 녹색성장을 선도하는 전남 전라남도 녹색성장 추진계획
- 전라남도. 2010. 전라남도 기후변화대응 종합계획
- 전라남도, 2010, 전남통계연보.
- 전라남도. 2011. 온실가스 배출권 거래제 시범사업 업무담당자 워크숍 발표집
- 전라남도, 2011, 해양수산통계수첩. pp.26-68.

- 전성우 외. 2001. 기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안 연구 II. 한국환경정책평가연구원
- 전성우 외. 2010. 기후변화 통합영향평가모형 체계 개발 : 정책연계모형개발을 중심으로. 한국환경정책평가연구원
- 정성원 등. 2001. “홍수피해 잠재능(PFD) 평가" 한국수자원학회 학술발회 논문집, pp. 601-606.
- 전영열. 2007. 해양변화! 위기인가 기회인가. 국립수산과학원
- 정명생 외. 2009. 기후변화협약 이행 대비 어업 부문의 영향 평가 및 대응전략. 한국해양수산개발원
- 정승원, 이진환, 유종수. 2003. 한강 하류의 환경학적 연구-5.식물플랑크톤 군집 대발생의 특징. 한국조류학회, 18(4), pp.255-262.
- 정승원, 이진환, 허회권. 2004. 한강 하류의 환경학적 연구-6. 부영양 요인의 통계적 해석. 한국하천호수학회지, 38(1), pp.78-86.
- 정휘철 외. 2003. 삼림의 이동속도를 고려한 한반도 자연 식생의 기후변화 적응성 평가. 한국영향평가, 12(5), pp.383-393
- 정희윤 외. 2006. 21세기형 도시기본계획 수립 및 운용개선에 관한 연구. 서울시정개발연구원
- 제주특별자치도. 2008. 제주특별자치도 기후변화 대응 조사·분석 및 실천전략
- 제주발전연구원. 2004. 제주도의 빗물 활용에 관한 정책연구
- 제주발전연구원. 2005. 제주도의 빗물 활용에 관한 정책연구(II)
- 제주발전연구원. 2006. 제주도 빗물 이용시설 설치 및 제도 개선방안 연구
- 조영순. 2003. 봄꽃 개화시기 빨라져
- 조광우 외. 2002. 지구온난화에 따른 한반도 주변의 해수면 변화와 그 영향에 관한 연구Ⅱ. 한국환경정책・평가연구원
- 조광우 외. 2009. 해수면상승에 따른 취약성 분석 및 효과적인 대응정책 수립Ⅰ: 해안침식영향평가. 한국환경정책・평가연구원
- 조리나. 2008. 기후변화가 농작물 생육시기에 미치는 영향 -농사일기를 사례로. 기후연구, 3(2), pp.96-106.
- 조용성 외. 2004. 대전광역시 대기오염과 일별 사망자 수의 상관성에 관한 시계열적 연구(1998-2001년), 한국환경영향평가, 13(1), pp.9-19
- 조천호. 2011. 기후변화의 원인과 전망. 산림지 1월호
- 지식경제부. 2010. 2010년도 에너지・기후변화정책 종합설명회 자료집.
- 지식경제부. 2011. 에너지 R&D 시스템 개선방안
- 지식경제부, 한국에너지기술평가원. 2011. 온실가스 감축기술 전략로드맵 설명회 자료집
- 진영훈, 박성천. 2005. 남방진동지수의 범주구분에 의한 강수량에 미치는 ENSO 영향의 통계학적

분석, 대한토목학회논문집. 25(6B), pp.443-450
· 최광림. 2011. 산업계 기후변화 경쟁력지수 개발 및 적용연구. 건국대학교 박사학위청구논문
· 최광용 외. 2005. 높은 체감온도가 서울의 여름철 질병사망자 증가에 미치는 영향(1991-2000). 예방의학회지, 38(3), pp.283-290
· 최대규 외. 2009. CGCM 미래기후정보를 이용한 기후변화가 병성천 유역 수문 및 수질반응에 미치는 영향분석. 한국수자원학회논문집, 42(11), pp.923~931
· 최영진. 2000. 한국의 여름철 일 강우강도 변화 경향. 한국기상학회 2000년 가을학술발표회. pp.339-341.
· 최은진. 2008. 기후변화에 대한 보건부문의 적응대책. 보건복지포럼, 2008년 1월호, pp.45-56
· 최중기, 노재훈, 강연식. 2003. 서해연안의 식물 플랑크톤 분포 특성. 한국의 해양생물학, pp.51-67.
· 탄혜수산자원연구소. 2009. 기후변화가 수산업에 미치는 영향: 기후변동으로 먹이사슬 변화 양식의 조도 높아질 것. 아쿠아인포, 3(5), pp.84-87.
· 통계청. 2005. 소비자물가지수. http://kosis.nso.go.kr/ (2006년 6월).
· 통계청. 2005. 시도별/경제활동별 지역내 총생산. http://kosis.nso.go.kr/ (2006년 6월).
· 통계청. 2006. 구시군별/내외국인별 주민등록인구. http://kosis.nso.go.kr/ (2006년 6월).
· 통계청. 2010.「국가통계포털」<http://kosis.kr/abroad/abroad_01List.jsp>
· 한강홍수통제소. www.hafco.go.kr
· 한국건설기술연구원. 2000. 수자원 계획의 최적화 연구(IV) : 기후변화에 따른 수자원 계획의 영향평가. 한국수자원공사
· 한국과학재단. 2002. 해양 녹조 대발생의 생리 생태와 군집 생태학적 연구
· 한국농촌경제연구원. 2011. 농업전망 2011(Ⅰ) 농업·농촌과 농식품산업: 새로운 시장과 기회
· 한국생태학회 생태편집위원회. 2011. 생태계와 기후변화(순서변경)
· 한국정책평가연구원. 2000. 기후변화에 따른 생태계 영향평가 및 대응방안 Ⅰ
· 한국정책평가연구원. 2008. 지속가능한 생태문화도시의 방향설정 및 추진방향
· 한국정책평가연구원. 2008. 도시 개발 사업에서 환경생태계획의 체계적 도입방안
· 한국정책평가연구원. 2009. 국토연안생태네트워크 구축과 계획적인 관리방안 Ⅱ
· 한국정책평가연구원. 2009. 기후변화에 따른 새로운 침략성 위해 외래종의 문제 및 향후 과제
· 한국정책평가연구원. 2009. 기후변화 시나리오에 따른 취약성 평가 최종 보고서
· 한국환경정책·평가연구원. 2010. 녹색성장기본법 시행에 따른 국가 기후변화 적응대책
· 한국환경정책·평가연구원. 2010. 기후변화 대응을 위한 수질제어 및 관리방안 Ⅰ
· 한국환경정책·평가연구원. 2010. 기후변화 대응을 위한 수질제어 및 관리방안 Ⅱ
· 한국환경정책·평가연구원. 2009. 물관리 취약성과 물안보 전략 Ⅰ

- 한국환경정책·평가연구원, 2010. 물관리 취약성과 물안보 전략 II
- 한국환경정책·평가연구원, 2011. 물관리 취약성과 물안보 전략 III
- 한국환경정책·평가연구원, 2011. 물 재이용을 통한 도시하천 물순환개선 정책 방안
- 한국해양수산개발원. 2007. 기후 변화가 수산업에 미치는 영향
- 한국환경공단. 2009. 인천시기후변화취약성평가
- 한국환경공단. 2010. 인천광역시 기후변화 특성분석 및 영향 조사연구
- 한국환경산업기술원. 2010. 기후변화에 따른 생태계 변화와 대응
- 한화진 외. 2007. 기후변화 영향평가 및 적응 시스템 구축 Ⅰ,Ⅱ, Ⅲ. 한국환경정책평가연구원.
- 한화진 등. 2007.「기후변화 영향, 취약성, 적응 평가」 한국환경정책·평가연구원.
- 한화진. 2008.「국가 기후변화 적응 마스터플랜수립 연구」 한국환경정책·평가연구원.
- 해양수산부. 2006. 해양생태계 기본조사
- 행정안전부. 2009.「2010~2014 국가안전관리기본계획」
- 허인혜 외. 2008. 기후변화가 나주시 농업에 미치는 영향. 기후연구, 3(1), pp.17-30.
- 홍성길. 1996. 강수관련 기상재해 경감을 위한 정책적 대응방안에 관한 연구 -제3절 기상재해가 국민경제에 미치는 효과. 과학기술정책연구원
- 홍석현, 심명근. 2009. HEC-GeoRAS을 이용한 홍수범람도 작성 실무적용 기법. 한국수자원학회지, 42(4):31-38
- 홍석환 등. 2005. “시가화지역 토지이용 및 녹지구조에 따른 온도변화 연구"「한국환경생태학회지」 19(4): pp. 375-384.
- 홍정익. 2010.「폭염대비 종합대책(중앙재난안전대책본부)」 기후변화건강포럼
- 홍재상 외. 2008. 해양생물학 6판 생태학적 접근. 라이프사이언스.
- 환경관리공단. 2001. 하수처리수의 재이용기술에 관한 연구
- 환경관리연구소. 2007. 도시의 물 위기관리대책을 위한 빗물관리, 첨단환경기술
- 환경관리연구소. 2007. 빗물 저류 및 침투시설의 관리 및 적용, 첨단환경기술
- 환경관리연구소. 2007 빗물이용의 국제협력, 첨단환경기술
- 환경부. 2003. 빗물이용시설 보급확대를 위한 정책방안 연구
- 환경부. 2008. 국가장기생태연구
- 환경부, 2008.「국가 기후변화 적응 마스터플랜 수립 연구」최종보고서
- 환경부. 2008. 기후변화대응종합계획
- 환경부, 2008.「지자체 적응대책 수립을 위한 워크샵」발표자료집
- 환경부. 2009. 국가장기생태연구
- 환경부, 2009.「국가 기후변화 적응 종합계획 세부이행계획」
- 환경부. 2009. 기후변화 적응-지자체 업무 안내서

- 환경부, 2009.「녹색성장의 기반을 조성하기 위한 기후변화 영향 및 적응 검토」
- 환경부. 2009. 지자체 업무 안내서 기후변화 적응
- 환경부. 2010.「녹색성장기본법 시행에 따른 국가 기후변화 적응대책」
- 환경부. 2010. 산림분야의기후변화취약성평가및적응대책사례연구
- 환경부. 2010. 물 재이용 기본계획 수립을 위한 연구
- 환경부. 2010. 지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립 매뉴얼(I)
- 환경부. 2010. GIS기반 기후변화 적응도구 사용자 매뉴얼. 국립환경과학원.
- 환경부, 2010, 인천광역시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립 : 해양생태계 및 해양재난 분야. pp72-76.
- 환경부. 2010. 해양물리·생태계의 기후변화 취약성 평가 및 적응대책 사례연구
- 환경부. 2012.. 물환경관리 기본계획 수정계획 실천계획(안)
- 환경부. 2012. 지자체 기후변화 적응 세부시행계획 수립 지원을 위한 기후변화 부문별 취약성 지도 - 물관리·해양/수산(양식)·재해(기반시설) -
- 환경부, 국가기후변화적응센터. 2010. 지자체 기후변화 영향평가 및 적응대책 수립·지원
- 환경부, 국립환경과학원. 2011. 지자체 기후변화 적응 세부시행계획 수립 지원을 위한 기후변화 부문별 취약성 지도(ver.1)
- 환경부, 기획재정부, 교육과학기술부, 행정안전부, 문화체육관광부, 농림수산식품부, 지식경제부, 보건복지가족부, 국토해양부, 소방방재청, 농촌진흥청, 산림청, 기상청. 2008. 국가 기후변화 적응 종합계획
- 환경부, 서울시. 2010. 서울특별시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립 : 건강 및 재난분야
- 환경부, 서울시. 2010. 서울특별시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립 : 적응산업 에너지 분야
- 환경부, 환경정책평가연구원. 2010. 인천광역시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립
- 환경부, 한국정책평가연구원, 국가기후변화적응센터. 2010. 인천광역시 기후변화 영향평가 및 적응대책 세부시행계획 수립: 해양생태계 및 해양재난 분야
- 환경부, 한국정책평가연구원, 국가기후변화적응센터. 2010. 기후변화 적응 기본계획 수립을 위한 포럼 운영
- 환경부, 환경관리공단. 2008. 해외 지방자치단체 기후변화 대응 사례집
- 황석환 등. 2007. 「BLRPM을 이용한 서울지점 시단위 강우의 월별 경년변화 연구」 한국건설기술연구원.
- 황은경, 백재민, 박찬선. 2006. 녹조류 청각의 생식방법을 이용한 인공종묘생산. 국립수산과학원

연구보고 2005년, pp.613-620.
· 황희연 등. 2007.「도시지역 재해위험도평가 모형 구축 및 적용」
· Aline Kuhl. 2010. Climate change and migratory species
· Bullock, J.A., G. Haddow, and K.S. Haddow. 2008. 「Global Warming, Natural Hazards, and Emergency Management」 NW: CRC Press.
· Canadian Climate Impacts and Adaptation Research Network. 2006. 「Adapting to Climate Change: An Introduction for Canadian Municipalities」capacity at the national level and the implications for adaptation" Global Environmental Change. 15:151–163.
· Choi, S. et al. 2009. Predicting the vegetation distribution and terrestrial carbon-fluxes using MC1 model. ESRI International User Conference, pp.130
· Choi, S. et al. 2010. Changes in the distribution of South Korea forest vegetation simulated using thermal gradient indices. Science in China Series C-Life Sciences, 53, pp.784-797
· City of Toronto. 2008. 「From Ahead of the Storm: Preparing Toronto for Climate Change」
· Cleone R,, A. J. McMichael,, R. S. Kovats,, M. P. Coleman, 1998. Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. J. Epidemiol. Community Health, 52:482-486.
· Corvalán, C.F. et al. 1999. Health, environment and sustainable development: identifying links and indicators to promote action. Epidemiology 10: 656–60.
· Davis, R.E., P.C. Knappenberger, W.M. Novicoff, and P.J. Michaels. 2002. “Decadal changes in heat-related human mortality in the eastern United States" Climate Res. 22: pp. 175-184.
· Dessai, S. Hulme, M. 2004. Dees climate adaptation policy need probabilities? Climate Policy, 4, pp.107-128
· Downing, T. E., Watts, M. J., Bohle, H. G. 1995. "Climate change and food insecurity: Towards a sociology and geography of vulnerability" Climate Change and World Food Security, Berlin, Springer. 183-206.
· Ebi, K.L., Mills, D.M., Smith, J.B., Grambsch, A. 2006. "Climate change and human health impacts in the United States: an update on the results of the U.S. national assessment" Environmental Health Perspectives. 114(9).
· Eriksen, S.H., Kelly, P.M., 2007. "Developing credible vulnerability indicators for climate adaptation policy assessment" Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 12: 495-524.
· Eum, H. I. and Simonovic, S. P. 2010. Integrated Reservoir Management System for Adaptation to Climate Change: The Nakdong River Basin in Korea, Water Resources

Management 24, pp.3397~3417
· FEMA. 2001. 「Understanding Your Risks」
· FEMA. 2008. 「HAZUS-MH MR3 Technical Manual」
· Fitter AH and RSR Fitter. 2002. Rapid changes in flowering time in British plants. Science 296: 1689-1691.
· Füssel, H.-M. 2005. "Vulnerability in climate change research: a comprehensive conceptual framework" University of California International and Area Studies.
· Füssel, H.-M. Klein, R.J.T. 2006. "Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking" Climatic Change. 75: 301–329.
· Grabherr, G, M Gottfried and H Pauli. 1994. Climate effects on mountain plants. Nature 369: 448.
· Geological Survey of Finland. 2006. 「The Spatial Effects and Management of Natural and Technological Hazards in Europe」 Espon Monitoring Committee, Luxemburg.
· Hajat S., R. S. Kovats, R. W. Atkinson, and A. Haines, 2002. Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. J Epidemiol Community Health, 56:367-372.
· Hales, S., Woodward, A. 2003. Climate change will increase demands on malaria control in africa. The Lancet, 362(9398), pp.1775-1775.
· Hamburg, SP and CV Cogbill. 1998. Historical decline of red spruce populations and climatic warming. Nature 331: 428-431.
· Hashizume, M., Armstrong, B., Hajat, S., Wagatsuma, Y., Faruque, A., Hayashi, T., et al. 2007. “Association between climate variability and hospital visits for non-cholera diarrhoea in bangladesh: Effects and vulnerable groups" 36, pp.1030-1037.
· Hastie, T., and R. Tibshirani. 1995. “Generalized additive models for medical research" 「Statistical methods in medical research」 4(3), pp.187-196.
· Heinz center. 2007. 「A Survey of Climate Change Adaptation Planning」
· Hill, A.B. 1965. The environment and disease: association or causation? Proceedings of the Royal Society of Medicine 58: 295–00.
· Huynen, M. M., P. Martens, D. Schram, M. P. Weijenberg, and A E Kunst. 2001. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. Environ Health Perspect, 109(5): 463–470.
· Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. Climate change 2001, the scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, Cambridge University Press,

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. Climate Change 2001: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report. Cambridge, UK, Cambridge University Press,
- International Livestock Research Institute "Indicators of adaptive capacity"Available at http://ilri.org.
- IPCC. 2000. 「IPCC Special Report on Emission Scenarios: A special report of IPCC working group Ⅲ」Cambridge University Press.
- IPCC. 2001. "Climate Change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability" Third Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC. 2007. 「Climate Change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability」 Fourth Assessemnt Report, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC. 2007. 「Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change」Cambridge University Press
- Kalkstein, L.S. 1991. "A new approach to evaluate the impact of climate change on human mortality" Environ. 「Health Persp.」 96: pp. 145-150.
- Kelly, P. M., Adger, W. N. 2000. "Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation" Climate Change. 47: 325–.352.
- Kenneth J. R., S. Greenland, and Timothy L. L. 2008. Modern epidemiology. 3rd. ed., Philadelphia, USA.
- Kim J., H. S. Joo, H. J. Moon, and Y. J. Lee. 2010. A case of Amblyomma testudinarium tick bite in a Korean woman. Korean J. Parasitol., 48(4):313-317.
- Kirshen, P., et al. 2005. 「Infrastructure Systems, Services and Climate Change: Integrated Impacts and Response Strategies for the Metropolitan Boson Area」 Report for the USEPA.
- Komatsu, E., Fukushima, T. and Harasawa, H., 2007. "A modeling approach to forecast the effect of long-term climate change on lake water quality" 「Ecological Modelling」 209, pp.351-366.
- Koo G. S., Boo K. O. and Kwon W. T. 2009. 「Projection of temperature over Korea using an MM5 regional climate simulation」Climate research. 40. 241-248
- Kurihara. K, K. Ishihara, H. Sasaki, Y. Fukuyama, H. Saitou, I. Takayabu, K. Murazaki, Y. Sato, S. Yukimoto and A. Noda. 2005. "Projection of Climatic Change over Japan Due to Global Warming by High-Resolution Regional Climate Model in MRI"「Scientific Online Letters on the Atmosphere」1: pp. 97-100.
- Kullman, L. 2001. 20th century climate warming and tree-limit rise in the southern Scandes of

Sweden. Ambio 30(2): 72-80.

· Kysely, J. and R. Huth. 2004. “Heat-related mortality in the Czech Republic examined through synoptic and ’traditional’ approach" 「Clim. Res.」 25: pp. 265-274.

· Lee, M-A. 2008. A study on the vulnerability of forest ecosystem to climate chage in Korea, Graduate School Korea University, Dissertation, Master

· Lim, J-H and JH Shin. 2004. Relationship between leafing time and air temperature in two oak forests of Korea. Proceedings of the 1st EAFES International Congress(Oct. 2004), Mokpo. 151-152pp.

· Lim, JH, JH Shin, DK Lee and SJ Suh. 2006. Climate change impacts on forest ecosystems: research status and challenges in Korea. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology 8: 199-207

· Lonergan, S., Gustavson, K., Harrower, M. 1999. "Mapping human insecurity" Environmental Change, Adaptation, and Security. 397-413.

· MAYOR OF LONDON. 2007.「The Mayor’s Climate Change Action Plan」

· McMichael, A.J. 2001. Human frontiers, environments and disease: past patterns, uncertain futures. Cambridge, UK, Cambridge University Press,

· McMichael, A.J. 2002. Population, environment, disease, and survival: past patterns, uncertain futures. Lancet 359: 1145–148.

· McMichael, A.J. et al. 2000. The sustainability transition: a new challenge. (Editorial). Bulletin of the World Health Organization 78: 1067.

· Moss, R.H., E.L., Brenkert, A.L., Malone. 2001. "Vulnerability to climate change: a quantitative approach" Prepared for the US Department of Energy.

· National Institute of Environmental Research Ministry of Environment Republic of Korea. 2010. Korean Climate Change Assessment Report 2010

· Pascal, M., et al. 2006. “France’s heat health watching warning system" 「Int. J. Biometeor.」 50: pp. 144-153.

· Patwardhan, A. 2006. "Assessing vulnerability to climate change: the link between objectives and assessment" Current Science. 90(3): 376-383.

· Patz, J. A 2002. human disease indicator for the effects of recent global climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences 99: 12506–2508.

· Patz, J.A. et al. 2000. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the U.S. National Assessment. Environmental Health Perspectives 108(4): 367–76.

- Rodo, X. et al. 2002. ENSO and cholera: a nonstationary link related to climate change? Proceedings of the National Academy of Sciences 99(20): 12901–2906.
- Sakamoto, T.T., 2005, “Responses of the Kuroshio and the Kuroshio Extension to global warming in a high-resolution climate model”, Geophysical Research Letters, 32.
- S. L. Cutter, B. J. Boruff, and W. L. Shirley. 2003. "Social Vulnerability to Environmental Hazards" Social Science Quarterly 84 (2): 242-261.
- S., Barg, S., Nygaard L., West, J. 2004. "Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India" Global Environmental Change. 14: 303–13.
- Schmidt-Thomé, P. 2006. Natural and technological hazards and risks affecting the spatial development of European regions. Geological Survey of Finland, Special Paper 42. 167pp.
- Schrő ter, D., Polsky, C. Patt, A.G. 2005. "Assessing vulnerabilities to the effects of global change:an eight step approach" Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 10:573-596.
- Schwartz, J., Spix, C., Touloumi, G., Bacharova, L., Barumamdzadeh, T., le Tertre, A., et al. 1996. “Methodological issues in studies of air pollution and daily counts of deaths or hospital admissions" 「Journal of epidemiology and community health」 50 Suppl 1, pp.3-11.
- Seiichi N., Nakai, T. Itoh and T. Morimoto. 1999. Deaths from heat-stroke in Japan: 1968–1994. International Journal of Biometeorology, 43(3):124-127.
- Semenza, G. L., B. H. Jiang, S. W. Leung, R. Passantino, J. P. Concordet, P. Maire and A. Giallongo. 1996. The Journal of Biological Chemistry, 271:32529-32537.
- Shelter Group. 2003. "Climate Change Impacts and Adaptation Strategies for Urban Systems in Greater Vancouver"
- Swart et al. 2009. Europe adapts to climate change : comparing national adaptation strategies
- UK CIP. 2003. Local Government Association, Improvement and Development Agency for Local Government, Defra, ODPM, CoSLA and the Welsh Local Government Association, 2003.
- UK Climate Impacts Programme(UKCIP). 2003. 「Climate Adaptation: Risk, uncertainty and decision-making」 Oxford, UK.
- UK Strategy Unit. 2002.「Risk: Improving government’s capability to handle risk and uncertainty」
- UNDP. 2005. "Adaptation policy frameworks for climate change: Developing strategies, policies, and measures" Cambridge University Press. UK.
- UNDP. 2006. "Human Development Index"
- United Nations (UN). 1973. Report of the UN conference on the human environment. New

York, USA, United Nations,
- United Nations (UN). 1993. Agenda 21: the United Nations programme of action from Rio. New York, USA, United Nations,
- Vincent, K. 2007. "Uncertainty in adaptative capacity and the importance of scale" Global Environmental Change. 17: 12-24.
- Visser, ME, AJ van Noordwijk, JM Tinbergen and CM Lessells. 1998. Warmer springs lead to mistimed reproduction in great tits (Parus major). Proceedings of the Royal Society, London, 265: 1867-1870.
- Watson, R. et al. 1998. Protecting our planet securing our future: linkages among global environmental issues and human needs. UNEP, NASA, World Bank,
- Woo, SY, J-H Lim and DK Lee. 2008. Effects of temperature on photosynthetic rates in Korean fir (Abies koreana) between healthy and dieback population. J. Int. Plant Biol. 50: 190-193
- World Economic Forum. 2002. "Environmental Sustainability Index" World Economic Forum. Available at http://www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI.
- World Health Organization (WHO), Malaria Early Warning Systems, WHO, 2001. (WHO/CDS/RBM2001.32.).
- World Health Organization (WHO), The World Health Report 2002. Geneva, Switzerland, World Health Organization, 2002.
- World Health Organization (WHO). 2004. Heat-wave Impacts and Responses.
- World Meteorological Oorganization (WMO),1996. Climatological Normals (CLINO) for the Period 1961–990, World Meteorological Organization, 1996. (WMO No. 847;92-63-00847-7).
- World Meteorological Organization (WMO) 2002. United Nations Environment Programme(UNEP). Scientific Assessment of Ozone Depletion,
- Yoo, G., Kim, J. E. 2007. "Development of a Methodology Assessing Rice Production Vulnerabilities to Climate Change" Korea Environment Institute.
- Yu, R. 2006. Assessment the vulnerability of natural ecosystems to climate change in China. Chinese Academy of Sciences, Ph.D. Thesis
- http://www.boseong.go.kr/
- http://www.climate.go.kr
- http://www.damyang.go.kr/
- http://www.gangjin.go.kr/
- http://www.goheung.go.kr/

- http://www.gokseong.go.kr/
- http://www.gurye.go.kr/
- http://www.gwangyang.go.kr/
- http://www.haenam.go.kr/
- http://www.hampyeong.go.kr/
- http://www.hwasun.go.kr/
- http://www.jangheung.go.kr/
- http://www.jangseong.go.kr/
- http://www.jindo.go.kr/
- http://www.kfem.or.kr
- http://www.kma.go.kr/
- http://www.kosis.kr/
- http://www.me.go.kr
- http://www.mokpo.go.kr/
- http://www.muan.go.kr/
- http://www.naju.go.kr/
- http://www.shinan.go.kr/
- http://www.suncheon.go.kr/
- http://www.wando.go.kr/
- http://www.yeongam.go.kr/
- http://www.yeonggwang.go.kr/
- http://www.yeosu.go.kr/

부 록

부록 1. 전라남도 기후변화 적응대책 설문지

부록 2. 1차 TF 및 자문회의

부록 3. 2차 TF 및 자문회의

부록 4. 중간보고회

부록 5. 최종보고회

부록 6. 분야별 전라남도 담당부서와 협의내용 및 결과

부록 7. 기후변화 관련 조직 검토

부록 8. 일본의 기후변화 정책과 최근 동향

부록 1. 전라남도 기후변화 적응대책 설문지

「전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획」을 위한 설문조사

안녕하십니까? 전남발전연구원입니다.

본 설문조사는 전남발전연구원에서 수행하고 있는 “전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획” 수립을 위해 기후변화와 관련한 심각성 인지, 대응정도 등에 대한 의견을 조사하는데 목적이 있습니다.

본 조사 결과는 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립을 위한 소중한 자료로 활용될 것입니다.

응답 내용은 연구 자료로만 사용되며 설문과 관련된 개인의 의견은 외부로 알려지지 않습니다. 귀하의 소중한 의견을 성실히 답변해 주시면 감사하겠습니다.

문의 사항은 아래의 연락처로 연락주시면 성실하게 답변해드리겠습니다.

2011 년 11 월

□ 연구기관 : 전남발전연구원
□ 연 락 처 : 김동주 선임연구위원(061-280-3921)

JERI 전남발전연구원

▌응답자 정보▐

1. 작성자 성명		2. 전화번호	
3. 소속기관			
4. 소속부서			
5. 직급			

1 기후변화의 심각성에 대한 전문가 인식

1. 기후변화로 인해 나타나는 다음 현상의 심각성을 얼마나 인지하고 있으며, 어느 정도 위험하다고 느끼는지 해당 항목에 V표 하여 주시기 바랍니다.

기후변화로 인한 현상		전혀 심각하지 않다	비교적 심각하지 않다	그저 그렇다	대체로 심각하다	매우 심각하다
건강	폭염 및 자외선 피해					
	기상재해로 인한 건강 영향					
	자연생태계 변화에 따른 건강 영향					
	매개체를 통한 전염병 증가					
	대기오염 및 화학물질에 따른 건강 영향					
	알레르기 질환 유발 환경인자 증가					
재난 재해	기후변화에 따른 자연재해 위험도 증가					
	재난대응시스템 부족					
	재해 대처를 위한 기상조절 기술 미비					
	집중강우에 대비한 하수도 시설 부족					
	친화적 국토이용계획의 부재					
	방재시스템 및 시설의 부족					
농업	기후변화 적응 품종 개발 미흡					
	기후변화 적응 재배 기술 개발 부재					
	기후변화 대응 가축 개량·관리 방법 미비					
	농업용수의 안정적 공급 및 절약기술 부족					
	풍수해 예방을 위한 농업기반시설 부족					
	기후변화에 따른 병해충 확산 방지 노력					
	온난에 따른 가축질병방지 시스템 미흡					
산림	기후변화에 취약한 산림생물자원 보호					
	산림재해 예방 및 피해 저감 시스템					
	산림 병해충 예찰 및 조기방제시스템					
생태계	기후변화 취약 생태계 및 지표종 관리					
	생물종·유전자원·생태계 다양성 보존					
	훼손 생태계 연계를 위한 생태축 복원					
	왜래종 유입 등 생물 피해 방지					

기후변화로 인한 현상		전혀 심각하지 않다	비교적 심각하지 않다	그저 그렇다	대체로 심각하다	매우 심각하다
해양 수산	연안 및 해수면 상승					
	연근해 어황 및 주요 수산자원 변화					
	미래수산자원 확보 및 어장관리					
	해양 변화 관측을 위한 인프라 부족					
	수산생물 감염성 질병 대책 수립					
	해양 산성화에 대한 어장 피해					
	연근해 수산업 재해 경감 대책					
물 관 리	효율적 물관리에 대한 모니터링 제도					
	홍수 피해					
	안정적 수자원 확보 어려움					
	대체수원 기술 개발 및 시설 확충					
	하천의 기수변화 적응능력					
	기후변화로 인한 하천·호수 수질 악화					
	수질개선 및 수생태계 보호					
산업 에너지	기후변화로 인한 산업 변화					
	기후변화 적응 신산업·유망사업 발굴					
	에너지 공급 안전성 확보					

2 기후변화에 대응한 국가 및 지자체의 적응성 평가

1. **현재 우리나라에서 기후변화에 가장 심각하게 영향을 받고 있는 분야는 무엇이라고 생각하십니까?** (심각하다고 생각하는 항목부터 **3가지** 고르기)

---( ),( ),( )

① 건강 ② 재난/재해 ③ 농업
④ 산림 ⑤ 해양/수산 ⑥ 물관리
⑦ 생태계 ⑧ 적응산업/에너지
⑨ 기타(구체적으로 서술)

2. 기후변화에 적응하기 위한 국가 및 지방자치단체의 준비 상황에 대해 평가한다면, 제시된 분야에 대한 적응정도는 어느 정도라고 생각하는지 해당 정도에 V표하여 주시기 바랍니다.

	전혀 준비안됨	대체로 준비미흡	보통	비교적 준비잘됨	매우 준비잘됨
건강분야					
재난/재해 분야					
농업 분야					
산림 분야					
해양/수산 분야					
물관리 분야					
생태계 분야					
적응산업/에너지 분야					

3. "기후변화 적응대책 세부시행계획 수립"연구 과정 중 가장 중점적으로 추진해야 하는 부분은 무엇이라고 생각하십니까?(중요하다고 생각하는 항목부터 3가지 고르기)

----------( ),( ),( )

① 지역 일반현황 및 기후변화 현황
② 과거 피해자료 조사
③ 미래기후변화 전망
④ 적응관련 선행연구 및 기존 적응대책 고찰
⑤ 기후변화 영향 및 취약성 평가
⑥ 중점 추진분야 선정
⑦ 세부시행계획 목표설정
⑧ 세부시행계획 수립
⑨ T/F 운영
⑩ 기타(_____)

3 기후변화에 대응한 전남지역의 노력

1. 전남지역에서 기후변화에 가장 취약한 분야는 무엇이라고 생각하십니까?
(심각하다고 생각하는 항목부터 3가지 고르기)

----------( ),( ),( )

① 건강
② 재난/재해
③ 농업
④ 산림
⑤ 해양/수산
⑥ 물관리
⑦ 생태계
⑧ 적응산업/에너지
⑨ 기타(구체적으로 서술 _____)

2. 전남지역 기후변화 적응을 위해 지방자치단체에서 특별히 노력해야 하는 분야는 무엇이라고 생각하십니까?(중요하다고 생각하는 항목부터 **3가지** 고르기)
----------( ),( ),( )

① 기후변화 적응을 위한 인프라 구축 및 시설 : 기후관련 센터 및 연구기관 등
② 기후변화 현상의 심각성 및 적응에 대한 교육활동
: 주민, 기업 및 근로자 대상, 학교 교육 등
③ 기후변화의 심각성에 대한 홍보 : 슬로건, 캠페인 등
④ 기후변화 적응에 필요한 전문인력의 양성
⑤ 기후변화 유발인자 감축을 위한 법제도
⑥ 환경에 대한 지역 기업의 후원 및 투자 장려
⑦ 기후변화의 심각성에 대한 정책결정자들의 인식 전환
⑧ 기타(구체적으로 서술 _____)

3. 전남지역에서 기후변화 관련 업무를 총괄할 조직의 형태는 어떤 것이 가장 적합하다고 생각하십니까? ----------( )

① 현재 녹색성장정책실 조직유지(기후변화, 녹색성장, 환경정책 업무 총괄)
② 현재 녹색성장정책실 조직확대
③ (가칭)전남기후변화대응센터 신설
④ (가칭)기후변화정책과 신설
⑤ 기타(구체적으로 서술 _____)

4. 전남지역에서 기후변화 관련 업무를 총괄할 조직에서 관련 기관간(중앙정부, 기상청, 소방방재청 등 유관기관) 협력적 거버넌스 구축을 위해 필요한 것은 무엇이라고 생각하십니까?
----------( )

① 상시 협의기구 운영
② 유관기관간 정보망 구축
③ 전담기구 신설
④ 강제성을 둔 규칙의 제정
⑤ 기타(구체적으로 서술 _____)

3 기타 응답자 기재사항

1. **귀하의 성별은?** ----------( )
   ① 남자 ② 여자

2. **귀하의 연령은?** 만 (_____)세

3. **귀하의 최종학력은?** ----------( )
   ① 고졸 ② 전문대졸 ③ 4년제 대학 졸업
   ④ 석사과정 이상 ⑤ 박사과정 이상

4. **귀하의 근무처는?** ----------( )

   ① 연구소 ② 대학 ③ 행정기관(공무원 등)
   ④ 기업 ⑤ 기타(_____)

5. **기후변화 관련 업무 담당 근무년 수는?** (_____)년 (_____)개월

6. **귀하가 현재 주로 담당하고 있는 업무는 무엇인지 구체적으로 적어주시기 바랍니다.**
   (_____)

7. **귀하의 담당업무가 기후변화 적응 대책을 수립하는데 얼마나 중요한 일이라고 생각하십니까?** ----------( )

   ① 매우 중요하다 ② 대체로 중요하다 ③ 그저 그렇다
   ④ 비교적 중요하지 않다 ⑤ 전혀 중요하지 않다

※ 설문에 응답해 주셔서 감사합니다.

부록 2. 1차 TF 및 자문회의

회 의 명	전남 기후변화적응 세부시행계획 수립 T/F 및 자문회의
회의 개최기관	전남발전연구원
회의 개최일시	2011년 5 월 25 일 16:00 ~ 18:00
회 의 장 소	전남발전연구원 회의실(전남개발공사 빌딩 12층)
참석자 명단	연 구 진 : 김동주, 김종선, 이인태, 노경범, 정민석, 노세희 T/F 및 자문위원 : 김호진, 양호철, 류상옥, 유한춘, 임창호, 조인형, 조태오 도 담당자 : 이범우, 박현아

상정안건

1. 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립을 위해 선정된 중점 추진분야에 대한 논의
2. 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획을 위한 연구진의 역할 분담 및 협력 체계 구성

발언내용

회의에 앞서 농업, 해양, 재난재해 분야로 선정된 중점 추진분야에 대한 목차, 내용, 기타 사항에 대한 자유로운 토론 형태로 자문회의를 진행하며, 자세한 의견은 공문으로 처리하기로 합의함.

◎ 임창호(한국산업기술시험원)

■ 지자체에서는 대책 분야를 7개로 나누어 진행하고 있으나, 중앙정부의 경우 10개 분야로 추진하고 있음. 7개 분야를 선정한 이유가 있는가?

■ 적응대책에서 산업이 차지하는 비중이 커야 한다고 생각하며 전남의 경우 특히 석유화학 산업과 관련된 온실가스 대책 등이 중요하게 다루어져야 한다고 생각됨. 중점 추진분야에 '산업' 분야가 포함되지 않더라도 적응기반 대책 부분의 output에서는 산업(특히, 에너지 및 신재생 에너지 부분) 부분이 포함되어야 실천적 전략이 도출될 것으로 보임.

◎ 이범우(전라남도 녹색성장실)

■ 환경부의 적응분야는 10개 분야가 맞으며 지자체의 대응전략은 홍보, 에너지, 산업 기반 분야가 제외된 7개 분야로 이루어져 있음

■ 산업 분야는 적응대책과 관련하여 연구진과 협의하여 검토해 대책을 도출하도록 하겠음.

■ 중점분야, 비중점분야에 대해 7개 분야를 전체적으로 연구하기 위해서는 예산, 인력 등의 문제가 있으나, 분야 특성상 모두 연계되어 있으므로 다각적 시각에서 검토할 필요는 있음.

■ 도에서는 이론적 부분을 최소화 시키고 최대한 실제적 접근을 바람.

◎ 양호철(보건환경연구원)

■ 세부시행계획의 구체성에 있어 전남의 주요 산업인 농업과 해양 수산업에 중점을 두어야 함. 자연재해, 재난 분야 또한 도민의 경제적 측면을 뒷받침 할 수 있는 시점에서 추진되어야 할 것임.

■ 예를 들면 기후변화에 의해 발생한 재난 피해 규모와 복구에 있어 재난에 의한 피해보상 규정 기준 및 대책 등을 수립하는데 즉각적으로 정책에 반영될 수 있는 구체성 있는 세부계획이 도출되어야 함.

· 환경변화가 가지고 오는 공기 질의 변화는 미생물 체계의 변화를 야기하며 이 부분이 지역주민, 지역발전 등의 문제와 연계되어 실제적으로 적용할 수 있는 부분이 무엇인지 검토되어야 함.

◎ 김호진(해양항만과)

■ 중점 분야 중 해양부분이 지나치게 해양에 편중되어 있음. 내수면, 수산 부분에 대한 비중을 키워야 할 것임. 특히 수산 부분은 도민의 경제적 부분과 직접적 연관이 있는 분야임.

· 기후변화 대응과 관련하여 해양 수산 생물 부분의 구체적인 내용이 포함되어야 함.

■ 생물 다양성, 정밀 조사를 위한 계획 필요

◎ 조태오(조선대학교)

■ 해조류에 대한 부분 추가적으로 검토 필요,

· 바다생물은 온도 변화에 민감함.

■ 현재 기후변화를 일으키는 인자를 6~7개 정도로 압축할 수 있으며, 그 중 70% 정도를 차지하는 요인은 CO_2가 차지하고 있음. CO_2는 1970년 이후 약 80%가 증가함. CO_2를 저감시키기 위해 전 세계적으로 다각적인 노력이 이루어지고 있음.

· CO_2 저감을 위한 전남도 차원에서 어떤 노력을 하고 있으며, 이에 대한 대책은 무엇인가?

기후변화로 인한 도의 변화를 예측하고, 그에 따른 영향을 최소화 할 수 있는 방안은 무엇인지 찾아야 함.

· 예를 들면 바닷물 온도 상승으로 인해 냉수종인 다시마와 전복 등의 전남지역 재배가 점점 어려워질 것으로 전망하고 있음(재배지역의 북상 문제를 어떻게 해결해야 하며 이에 대한 대책은 무엇인가?)

■ 기후변화의 영향을 정확히 파악하기 위해서는 '기준' 마련이 필요하며, 해양 수산자원, 산업, 해양생물 등 다각적 부분의 모니터링을 통해 실태 및 현황 파악이 선행되어야 함. 현재 이 부분에 대한 체계적이고 통합적인 자료는 거의 없음.

◎ 조인형(광주발전연구원)

■ 광주의 경우 건강, 재난재해, 물관리, 생태계 부분으로 중점 추진분야가 압축되고 있음.

삼림, 농업 분야에 대한 기후변화 적응대책을 과연 지자체에서 도출해 낼 수 있을 것인가 의문.

■ 적응세부시행계획의 대부분 사업들이 현재 시행되고 있는 사업임.

예) 하수관거 사업 등

· 지자제 적응대책이 실제로 어느정도 정책에 반영될 수 있을 것인가

· 계획이 도출되었을 때 환경부가 이를 시행할 수 있는 역량이 있는가

· 결과적으로 이 사업을 위해 국비가 얼마나 투입될 것인지, 시안의 중요성을 생각해 볼 때 사업 계획의 주체가 환경부에서 총리실 정도로 격상되어야 하지 않은가

◎ 유상옥(목포대학교)

■ 재난부분에 대한 점검 - 이 문제는 예산의 문제가 아닌가?

■ 해양수산, 생태계 부분 - 과연 어떤 대책을 어떤 수준으로 진행할 수 있을 것인가?

· 실태자료 취합 및 체계적 정리 필요

최근 발생한 영광의 민꽃게 부착생물 문제

열대 혹은 아열대 종으로 추정되는 '게'들이 남서해안에서 발견되고 있는 문제

외래종 유입에 대한 문제

◎ 조태오(조선대학교)

■ 강원도의 경우 '기후변화연구센터'를 설립하여 정부계획보다 선도적인 역할을 수행하고 있음. 전남 또한 기후변화 대응에 있어 민·관·산·학·연을 연계한 적극적인 시스템을 구축할 필요가 있음.

결정사항 및 표결내용

- Webhard를 활용한 자료 공유 및 네트워크 구축
- 해양수산, 농업, 재난재해 분야 실태 및 현황에 대한 통계적이고 체계적인 자료 정리의 필요성에 동의함.
- 기본적으로 도민의 경제적 생활에 도움을 줄 수 있는 실제적인 적응대책 도출에 합의함.

비 고	기타 회의 운영과 관련하여 참고사항

회의사진





부록 3. 2차 TF 및 자문회의

회 의 명	전라남도 기후변화적응 세부시행계획 수립 중간회의
회의 개최기관	전남발전연구원
회의 개최일시	2011년 8 월 25 일 10:30 ~ 17:00
회 의 장 소	전남발전연구원 회의실(전남개발공사 빌딩 12층)
참석자 명단	연 구 진 : 김동주, 이상득, 안건상, 천상욱, 이인태, 김종선, 박성천, 임창호, 정민석, 노세희, 오종주 T/F 및 자문위원 : 배창휴, 박경수, 조인형, 양호철, 김호진, 이강화, 최재화, 우삼식 도 담당자 : 김인수, 정은영(이상 21명)

상정안건

1. 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립의 진행사항 및 취약성 평가
2. 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획 효율적인 진행을 위한 연구진의 역할 분담 및 협력 체계 구성
3. 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획 각 분야별 질의· 토의를 통한 향후과제 도출

발언내용

☐ 재해·재난분야

◎ **안건상(조선대학교)**

■ 침수흔적도가 충실하게 있어야 한다.

◎ **양호철(보건환경연구원):**

■ 지진에 전라남도가 안전하지 않다. 현재까지의 중요한 지진에 대한 피해도 언급되어야 하지 않는가?

■ 대책에 있어 강풍에 의한 비닐하우스 등의 피해에 대한 대책(보험)을 포함했으면 한다. 파도 및 해수면 상승에 대한 방파제의 건축여부 등까지 대책으로 포함시켰으면 한다. 해안 가까운 지역의 건축물 높이 제한에 대한 규정도 만들면 좋지 않겠는가?

☐ 농업분야

◎ **임창호(한국산업기술시험원)**

■ 농업 분야 및 각 분야의 위기상황에 대한 표준화된 상황(방법)을 모색해야 한다. 가중치에서 선정된 가중치의 감정방법이 하나의 방법이 될 수 있다.

◎ **천상욱((주)이파리넷)**

■ 현재는 위기상황에 대한 표준화를 연구자들의 경험과 경향에서 가져왔다. 현재까지 국가적인 방법이 없기 때문에, 많은 연구가 필요하다.

◎ 김동주(전남발전 연구원)

■ 모든 Data는 CCGIS에 기준하여 평가한다. 현재 이 자료가 국가에서 정한 표준이다.

◎ 배창휴(순천대학교)

■ 전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획은 매우 의미있는 사업이며, 전남 발전에 도움이 될 것이다. 앞에서 논의 한 것과 같이 연구의 표준화 및 규격화가 선행되어야 할 것이다.

■ 농업분야는 어떤 factor가 있다. 이것이 현재 진행하고 있는 연구의 결과와 다를 수 있다는 점을 고려해야 한다.

■ 대표적인 것을 가지고 factor와 연구결과가 같은지를 중점적으로 연구할 필요가 있다.

■ 시군단위 경계지역은 사실 같은 자연환경에서 농작물이 성장하지만, 군단위의 표준화 방법에 의해 결과가 달라지는 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제에 대한 해결책도 생각해 보아야 한다.

◎ 양호철(전라남도 보건환경 연구원)

■ 현재 자료가 2009년까지 되어 있는데 이 사업이 2012년 시행될 것이므로, 최소한 2010년까지의 자료가 포함되었으면 한다.

■ 지역별 특산물에(배, 무화과, 복숭아) 중점을 두어 연구했으면 한다.

□ 해양/수산

◎ 김호진(전라남도 해양항만과)

■ 국내외 사례를 꼭 적용해야 한다. 현재 진행되고 있는 사업에서 대안이 1~2개는 꼭 나와야 한다.

◎ 양호철(전라남도 보건환경 연구원)

■ 정책방향 수립을 서두에 두었으면 한다. 전남의 현재 경향 및 적응대책을 뒤에 적용했으면 하고, 현재 적응대책은 미약한 것 같다.

■ 해파리 제거 방안 연구에 대한 연구가 진행되고 있다. 향후, 바지락, 고막 등과 같이 기온 하강시 이동이 매우 제한된 것들에 대한 피해에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다. 이들의 폐사에 대한 대책, 또 연안에서 기르는 업종(양식)의 보험, 보상대책을 제안했으면 한다.

◎ 이인태(해양정책연구소)

■ 금번 회의는 취약성 평가까지 이루어진다. 제시한 의견들은 정책방향의 제안에 수렴하겠다.

■ 현재 해파리에 대한 연구가 국가단위 기관에서 조사가 이루어지고 있다.

■ 정착성 패류는 기후 변화에 매우 민감하다. 보험 등의 적용대책 여부를 파악하겠다.

□ 건강/보건

◎ 박경수(서남대학교)

■ 사람의 건강에 주의할 것은 폭염, 열사이다. 이들이 직접적으로 사망의 원인이 된다. 전라남도는 노인층의 비율이 높기 때문에 이를 중점적으로 고려해야 한다.

■ 폭염, 열사는 광주를 중심으로 한 대도시만의 문제가 아니라 시설하우스의 노동이 건강에 미치는 영향에 대해 심도있는 조사가 이루어져야 한다. 특히 농촌의 노인층은 시설하우스 노동에 매우 취약하다.

■ 여수, 순천 광양은 공기 오염 질환에 대한 부분도 대책을 세워야 한다. 이들은 도시지역에 해당되기 때문이다. 이들의 도심은 농촌에 비해 열을 식힐 수 있는 그늘이 상대적으로 적다.

◎ **이상득(목포대학교)**

■대기오염은 기후변화에 대한 연구분야가 아니다.

◎ **조인형(광주발전연구원)**

■ 광주 등의 필요자료는 광주발전연구원에 요청하시기 바랍니다. 폭염과 열사로 발생하는 문제뿐만 아니라, 기온 상승에 따른 전염병의 발생경향도 연구가 진행되어야 하지 않는가 생각된다.

■ 이에 따른 의료 및 백신 등의 확보를 위한 연구진행상황등도 점검하는 것이 좋겠다.

□ 생태계

◎ **최재화(전남도청 환경정책담당관)**

■ 최근 100년이 아닌 로마시대~현재까지의 기후변화에 대한 정리를 했으면 한다.

■ 생태계 분야에서 온도가 증가하면 새로운 생태계가 유입되었을 때 긍정적인 요인(약용식물, 관상수 등의 재배로 인한 소득 창출)과 부정적인 요인(유해동식물)에 대한 언급이 있었으면 한다.

◎ **천상욱((주)이파리넷)**

■전라남도에서도 아열대 식물들을 블루오션으로 파악하고 연구하고 있다. 참고하겠다.(농업분야)

◎ **김인수 (전라남도 녹색성장실)**

■ 생태분야에서 육상생태 중심이다. 해양생태계에 대한 자료가 있었으면 한다.

◎ **이인태(해양정책연구소)**

■ 해양생태계에 대한 자료는 해양/수산분야에서 중점적으로 다룰 것이다. 해양생태계는 육상생태계를 전공하신 분이 다루기에 한계가 있으므로 해양/수산분야의 전문가가 다루는 것이 더 옳다고 판단된다.

□ 물관리

◎ **김인수(전라남도 녹색성장실)**

■ 물관리 분야에서 수질의 미래가 어떻게 될 것인가?

◎ **박성천(동신대학교)**

■ 수질의 미래방향이 정확하지 않기 때문에 경향성을 사용할 수밖에 없다.

◎ **조인형(광주발전연구원**

■ 전남의 일부지역은 도시의 성격을 가지고 있다.(목포,순천,여수) 이러한 지역의 도시화로 홍수에 대한 취약성을 연구하는것도 중요한 과제일 것이다.

□ 에너지/산업

◎ **김인수 (전라남도 녹색성장실)**

■ 임영묵 실장님은 외국사례를 조사해서 좋은 사례는 번역을 했으면 한다. 기후변화에 대책을 준비하고 있는 산업체들이 준비하고 있는 분야를 조사해서 도움을 주었으면 한다.

■ “기후변화= 에너지” 이다. 에너지 산업 때문에 기후변화가 발생한다. 현재 전라남도의 여수, 광양은 CO2 양이 많다. 이에 대한 세부시행지침이 내려와 있다. 이에 대한 준중점과제라도 부여해서 정책이 수립되었으면 하는 바램이다.

■ 연구에 있어 필요시에 도청의 에너지 정책 자문 위원회를 활용할 수 있도록 하겠다. 화학산업단지에 대한 연구가 진행되고 있으므로 이에 대한 메타데이터를 사용하여 세부시행계획 수립에 활용하면 좋겠다.

■ 모든 정책은 실질적인 사업이 이루어져야 한다. 쓸 수 있는 것을 만들어서 내년도 신규사업으로 만들었으면 한다. 참고로 도청의 경우 월 5억원의 에너지 비용이 들고 있다. 그런데 여름은 덥고, 겨울은 춥게 보내고 있다. 이에 대한 대응으로 Bio gas를 사용하는 사업에 300억원을 들이는 사업을 검토중이다. 이러한 유사사례가 있어야 한다.

□ 종합토의 및 연구방향 제언

◎ 김동주(전남발전연구원)

■ 기후변화 영향과 피해산정은 정량적인 부분을 사용하게 되어 있다. 우리의 경우 전라남도의 통계자료를 기본으로 하고, 소방방재청등의 자료들은 참고자료로 사용한다.

■ 자료는 2010년의 자료를 최대한 활용한다.

■ 보고서 양식은 향후 Webhard에 게시된 양식을 사용하도록 한다.

■ 보고서의 작성 page는 중점은 100~120 page를 비중점은 60~70page로 작성한다.

■ 향후 세부시행계획은 별도의 page에 작성한다.

◎ 김인수(전라남도 녹색성장실)

■ 자료의 목록 리스트를 주시면 도청 녹색성장정책실에서 도움을 드릴테니 적극적으로 활용하여 주시기 바란다.

◎ 김동주(전남발전연구원)

■ 연구진이 직접 공문요청을 도청으로 하지 말고, 전남발전연구원에 요청하여주시면 전남발전연구원에서 도청으로 요청하도록 하겠다. 단 자료목록은 구체적으로 해주셨으면 한다.

결정사항 및 표결내용

■ 자료는 최대한 2010년의 자료를 사용하도록 한다.

■ 취약성 평가 등의 자료들은 국가에서 만들어 놓은 자료를 활용한다.(CCGIS)

■ 보고서 양식은 Webhard에 올려놓은 양식으로 작성하시기 바랍니다.

비 고	기타 회의 운영과 관련하여 참고사항

회의사진





부록 5. 중간보고회

▣ 주 제 : 「전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립」 중간보고회
▣ 일 시 : 2011년 11월 24~25일(목, 금)
▣ 장 소 : 완도군 해조류 스파랜드
▣ 참석자 : 48명

연번	소 속	성 명	직 위	비 고
1	전라남도 녹색성장정책실	임영묵	녹생성장정책실장	
2	전라남도 녹색성장정책실	김인수		
3	전라남도 녹색성장정책실	정은영		
4	전라남도 녹색성장정책실	김지연		
5	전라남도 녹색성장정책실	백계승		
6	전라남도 녹색성장정책실	안병옥		
7	전라남도 녹색성장정책실	최 환		
8	전라남도 수산자원과	김두용		
9	여수시 기후환경과	고기남		
10	순천시	김용찬		
11	광양시	이광신		
12	무안군 기획실	김수영		
13	무안군 해양수산과	박홍양		
14	무안군 해양수산과	김영환		
15	무안군 산림환경과	김민영		
16	무안군 건설교통과	정관식		
17	무안군 재난관리과	김현주		
18	무안군 상하수도사업소	장효근		
19	보성군	안용호		
20	보성군	강홍주		
21	보성군	김희정		
22	해남군	윤순재		
23	해남군	서영준		
24	해남군	김은희		
25	고흥군	김영한		
26	고흥군	조윤언		

연번	소 속	성 명	직 위	비 고
27	완도군	황진호		
28	완도군	이문기		
29	완도군	김건완		
30	진도군	오승민		
31	진도군	장재필		
32	진도군	김영복		
33	진도군	박재홍		
34	목포대학교	이상득	교수	
35	조선대학교	안건상	교수	
36	(주)이파리넷	천상욱	대표	
37	(주)해양수산정책기술연구소	이인태	대표	
38	전남대학교	김종선	교수	
39	동신대학교	박성천	교수	
40	한국산업기술시험원	임창호	수석연구원	
41	기후변화적응센터	정휘철		
42	기상청	황상일		
43	전남발전연구원	김동주	환경・해양연구팀장	
44	전남발전연구원	조창완	농촌연구팀장	
45	전남발전연구원	오병기	산업・경제연구팀장	
46	전남발전연구원	정민석		
47	전남발전연구원	노세희		
48	전남발전연구원	오종주		

보고회사진





부록 6. 최종보고회

▣ 주 제 : 「전라남도 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립」 최종보고회

▣ 일 시 : 2012년 5월 9일(수) 15:00 ~

▣ 장 소 : 전라남도청 본관 9층 서재필실

▣ 참석자 : 24명

연번	소 속	성 명	직 위	비 고
1	전라남도	정순남	경제부지사	
2	전라남도 녹색성장정책실	임영묵	녹생성장정책실장	
3	전라남도 녹색성장정책실	윤순홍	기후변화지원관	
4	전라남도 녹색성장정책실	정금규	기후변화대응담당	
5	전라남도 녹색성장정책실	박진상	기후변화대응지원	
6	전라남도 녹색성장정책실	정은영	담당주무관	
7	전남대학교 경영대학	김일태	경영대학장	
8	목포대학교 환경공학과	송재준	교수	
9	녹색전남21협의회	김정봉	상임의장	
10	농협중앙회 전남지역부	강남경	전남지역부본부장	
11	동신대학교 환경공학과	이기완	교수	
12	(주)포스코 광양제철소	김주호		
13	전남대학교 양식생물학전공	신종암	교수	
14	서남대학교 의학과	주현수	교수	
15	조선대학교 과학교육과	안건상	교수	
16	(주) 이파리넷	천상욱	대표	
17	전라남도 산림자원연구원	유한춘	연구원	
18	(주)해양수산정책기술연구소	이인태	대표	
19	전남대학교 생물학과	김종선	교수	
20	전라남도 녹색성장정책실	이재원		
21	전라남도 녹색성장정책실	이형래		
22	전남발전연구원	김동주	녹색창조연구실장	
23	전남발전연구원	조승희	연구위원	
24	전남발전연구원	이남주	전문연구원	

▣ 자문의견

위원명	의견 내용	비 고
전남대학교 김일배 교수	- 황사, 강풍, 우박에 대한 평가 항목의 추가 필요 - 8개 분야 이외에 비농업분야 추가 필요	현재 평가틀 부재 향후 검토
목포대학교 송재준 교수	- 세부시행계획 수립도 중요하지만 담당 실과의 실행가능한 계획 필요 - 전남 영광 원자력발전소의 향후 발생할 재난에 대비한 방사능에 대한 관리와 대비를 위한 방안 필요	〃
녹색전남21협의회 김정봉 상임의장	- 보고서에 수립된 계획이 구체적인 실천계획과 전남도민들이 직접 실천과 활용할 수 있어야하고, 부서간 상호보완적 진행 필요	부서간 협의 완료
농협중앙회 전남지역 강남경 본부장	- 기후변화 영향은 농업분야에 가장 많은 영향을 미치는데, 앞으로 보고서를 활용하여 농협에서도 기후변화 대응과 전략을 세우고, 세부시행계획을 참고하여 실현성있는 대처 방안 수립예정	-
동신대학교 교수 이기완	- 전남지역 인구부족 현상이 기후변화의 영향을 받고 있는데, 고령화 또는 초고령화의 사회적 현상에 대한 빠른 진입속도 대비 필요 - 전남의 고령화 지속 대비 세부적인 건강이나 농작물 등이 포함되어 분석되어져야 할 필요	건강, 농업 포함
(주)포스코 김주호(광양제철소)	- 포스코는 실제 일선에서 기업을 하는 입장으로 기후변화에 대한 대비가 하나의 위기이자 기회로 삼아 향후 기후변화 양상에 대비에 노력	-
전남대학교 신종암 교수	- 수산물 생산성 증진을 위해 단기적인 변화에 대한 해양환경 변화의 대처가 필요 - 지속적인 해양환경의 모니터링으로 이에 맞는 양식품종 개발 및 양식기술개발이 병행되어 진행할 필요	지속적 모니터링과 기술개발 포함

보고회사진





부록 7. 분야별 전라남도 담당부서와 협의내용 및 결과

1. 건강분야(보건한방과 소회의실)		
1) 일자: 2012년 5월 3일 10:00	2) 참석자: 주현수, 김동주, 정은영, 정경식 외 2명	
주요 내용	검토사항	비고
① 중장기적으로 열대성 풍토병의 향후 발생 가능성에 대한 전망을 해주었으면 좋겠음.	▸ 현재의 기후변화 및 취약성 평가에서는 다루지 않고 있으며, 향후 보다 체계적 연구 및 조사 필요 ▸ 필요시 열대성질환대응센터의 구성을 통해 중장기적 대책 마련	반영
② 지역적으로 발생되고 있는 비브리오와 쯔쯔가무시병 등에 대한 교육 및 홍보가 중요하며, 이에 대한 지역주민의 대응 및 사전예방교육 필요	▸ 기후변화 관련 질병에 대한 교육과 홍보는 중요하다고 사료되며, 이에 따라 기후변화 적응연구원의 건강관련 센터를 통해 체계적인 대책 마련	반영
③ 지방조직은 매개곤충과 토착형 전염병 및 열대성 전염병 등에 대한 조사, 모니터링, 연구 등에 한계성을 가지고 있기 때문에 전문성을 가진 조직이나 기구 필요	▸ 전라남도 보건환경연구원과 협력할 수 있는 기후변화적응연구원에 열대성질환대응센터를 설립하여 지역특성에 기반한 질병과 전염병에 대한 보다 체계적인 연구, 조사, 모니터링 등을 수행토록 함.	반영

2. 농업분야(농업정책과 소회의실)		
1) 일자: 2012년 3월 13일 15:00	2) 참석자: 천상욱, 김동주, 정은영, 정인기 외 7명	
주요 내용	검토사항	비고
① 전라남도는 기후변화에 가장 민감한 지역으로 기후변화 적응을 위해 열대작물에 대한 국내선점을 위한 조직과 기구 필요(예를 들면 기후변화에 빠르게 적응가능한 경쟁력 높은 열대작물의 선정 및 토착화 유도)	▸ 전남의 효과적인 기후변화 적응을 위한 인적·물적 인프라 강화를 위해 농업기술원에 기후변화 대책을 전담·총괄하는 『전남 농업기후변화연구소』또는 『기후변화 적응 열대작물 센터』 신설	세부시행계획에 추가 반영
② 전남 농업 기후변화 취약성 평가 지표 개발연구를 통해 보다 정확한 취약성 평가 필요(예를 들면 전국 1위 생산품목 면적(량), 친환경 재배면적 등을 평가에 반영토록 함)	▸ 농업 취약성 평가를 위한 지표선정 및 표준화 방법론 개발 ▸ 선정된 지표와 관련된 자료의 전남 시군구별 DB 구축 및 세부 평가항목별 취약성 평가	세부시행계획에 추가 반영
③ 전남 전국1위 생산면적 14개 품목의 향후 생산량 추이(쌀, 밀, 양파, 마늘, 멜론, 매실, 배, 참다래, 콩, 유자, 참깨, 녹차, 무화과, 대파) 등의 검토 필요	▸ 14개 품목에 대한 향후 기후변화관련한 생산량 추이 등에 대한 검토는 어려우며, 지속적인 모니터링을 통해 향후에 추진될 수 있도록 함.	참고하되, 차후 반영
④ 기후변화에 따른 호당 농가소득의 변동 추이(전남, 전국)	▸ 기후변화 적응세부시행계획사업과 무관하지만 향후 검토	미반영
⑤ 기후변화에 따른 농작물 재배 에너지 절감 방법 검토 필요	▸ 기후변화 적응보다는 대응사업	미반영
⑥ 기후변화가 친환경농업에 미치는 영향 검토 필요	▸ 친환경농업에서 기후변화에 따른 병충해 등에 대한 조사 및 모니터링	취약성 평가에 반영
⑦ 기후변화에 따른 국제 식량작물(곡물류) 수요 및 생산 변화	▸ 기후변화에 따른 식량작물의 생산변화 등에 대한 지속적인 조사 및 모니터링	참고하여 차후 반영

3. 재난/재해분야(해양수산국 소회의실)		
1) 일자: 2012년 3월 15일 14:00	2) 참석자: 안건강, 김동주, 정은영, 김희원 외 7명	
주요 내용	검토 사항	비고
① 재난/재해분야의 기후변화에 의한 취약성 평가는 기존 기본데이터의 부족(특히 해안침식, 해빈모래유실, 해안침수 등 관련 자료)으로 한계가 있음	▶ 현재 기후변화적응센터에서 배포한 CCGIS3.1를 통한 취약성 평가는 지역특성을 반영하지 못하고 자료의 한계성이 있어 실제적으로 취약성 평가에 어려움이 있어 향후 이들에 대한 지속적 모니터링과 조사를 통한 자료 확보 및 보다 과학적인 취약성 평가 확보	세부시행계획에 반영
② 전남지역과 유사한 타 시도 사례 검토	▶ 현재 거의 모든 광역자치단체가 동시에 시작하여 마무리되고 있어 비교할 수 있는 사례는 없지만 향후 검토 가능	반영
③ 전라남도는 긴 해안선을 보유하고 있어 해안침식, 해수면 상승 등 심각한 자연재해에 직면하고 있음. 특히 해수면 상승은 해안개발, 해안구조물, 해안침수 등 심각한 영향을 미칠 수 있으며, 특히 전남해안에 형성된 크고 작은 도시들은 해수면 상승에 따라 심각한 영향을 받을 수 있어 중점적으로 다루어져야 하며, 해안의 취약성분석을 통해 세부시행계획을 세워야 함.	▶ 현재 국토해양부, 행정안전부, 소방방재청 등에서 부분적으로 해안침식, 해수면상승, 해안저지대 침수 등에 조사 및 분석과 더불어 기후변화 대응 및 적응을 위한 사업들이 추진되고 있는 바, 이러한 사업들이 지역특성을 반영하여 효율적으로 추진될 수 있도록 세부시행계획을 도출하였음.	반영
④ 세부시행계획에서 해수면 상승, 해안침식, 해안저지대 침수 등 자연재해를 중점분야로 선정하고, 보다 과학적인 취약성 분석을 위한 기초자료 확보 필요	▶ 재난/재해분야에서 중점분야로 선정하여 이들에 대한 기초자료 확보를 위한 조사 및 모니터링을 포함한 세부시행계획 수립	반영

4. 산림분야(산림산업과 소회의실)		
1) 일자: 2012년 3월 14일 10:30	2) 참석자: 유한준, 김동주, 정은영, 정성표 외 5명	
주요 내용	검토 사항	비고
① 난대림은 전남의 매우 중요한 산림자원으로 기후변화와 더불어 점차 북상할 것으로 예상되는데 난대림 생육 가능지역 제시가 필요하며 지속적인 모니터링을 수행할 수 있는 '난대림관리센터' 등 필요	▸ 난대림 북상현상은 이미 진행되고 있으나 아직 식재가능 한계선에 규명은 이른 판단으로 사료되지만 국가와 지방 차원에서 기후변화 적응과 관련하여 중요하기 때문에 난대림을 종합적, 체계적으로 기획, 연구, 조사, 모니터링 할 수 있는 "난대림관리센터" 설립	반영
② 기후변화 따라 난대림이 중요한 산림자원으로 인식되고 있지만 지역 특성을 고려치 않는 일률적인 숲 가꾸기 사업으로 훼손되지 않도록 추진되어야 하고, 난대림의 복원조성과 관리 등 필요	▸ 난대수종의 중요성을 고려하여 "난대림관리센터"를 설립하여 난대림에 대한 보다 종합적이고 체계적으로 희귀자원에 대한 보존을 촉진토록 함.	부분적으로 반영
③ 도심내 단절된 폐선로 이용, 마을숲 조성 등 식생복원사업과 도심생활권 녹지공간 확대 등으로 통해 탄소흡수원의 확충 방안 필요	▸ 기후변화 대응 도심생활권 녹지공간 확대라는 신규사업으로 쌈지공원, 도시산림공원, 학교숲, 경관가로수 조성 등 사업 포함	반영
④ 산림피해방지에서 산사태와 산불은 분리되어 고려되어야 하고 산사태의 경우 국가차원에서 대응 매뉴얼 개발 필요	▸ 산사태와 산불은 각각의 취약성평가를 수행하였으며, 국가차원의 매뉴얼이 작성되고 있으나 보다 구체적인 매뉴얼 개발을 위한 사업제시	일부 반영, 계속 연구
⑤ 현재 전국적으로 운영되고 있는 '사방협회'와 같이 조림, 숲가꾸기 사업 분야에 전문가협회를 구성하여 사전에 조사, 계획, 실행할 수 있는 시스템 필요	▸ 정부차원의 가이드라인 마련과 더불어 지역적 차원의 "난대림관리센터"설립을 통해 조림수종의 선정과 적지적수, 숲가꾸기 사업의 매뉴얼 등을 개발하여 추진토록 함.	반영

5. 해양/수산분야(해양수산국 소회의실)		
1) 일자: 2012년 3월 19일 11:00	2) 참석자: 김동주, 이인태, 정은영, 이병준 외 8명	
주요 내용	검토사항	비고
① 해수면상승에 따른 양식시설과 항만과 어항에 대한 구조물 개선대책 중요. 또한 현재 양식되고 있는 해조류와 패류(전복)들의 서식공간의 북상함에 따라 새롭게 유입될 수 있는 아열대성 어패류에 대한 대책 필요	▸ 수온상승 등 기후변화에 따른 아열대성 어패류 유입에 대한 적응계획 수립	반영
② 정어리와 오징어 어획량 증가, 멸치산란기 변화로 금어기의 조정이 필요함. 단순한 기후순환인지 해류변화에 의한 원인인지? 품종별 대응방안이 필요하며, 지속적인 모니터링과 단기적인 대응 필요하지 않는지?	▸ 수산물은 해수면 상승과 수온상승 이외에 해류변화가 중요한데, 정어리 출현은 정확한 과학적 자료는 없지만 해류변화에 기인한 듯. 또한 회유성 어류에 대한 품종별 모니터링 계획 수립	반영
③ 해조류와 같은 정착성생물에는 거의 변동이 없고, 내만의 정착성 양식은 기후변화에 대한 직접적 원인보다 해류의 이동 중요. 해수온 상승은 확실하므로 연근해 해조류 양식에 미치는 영향은 무엇일지? 연근해 해조류증양식을 위한 적응사업 필요	▸ 일교차가 확대되고 이상기후 발생규모와 빈도가 증가함에 따라 수온변화로 인한 패류의 폐사 등이 발생하고 있어 수온 변동에 강한 어패류 증양식 사업을 위한 계획수립	반영
④ 기후변화 예측을 위한 전문기관 필요할 듯, 특히 전남도내 기후변화에 대응할 수 있는 기관을 만들어 기후변화 적응을 위한 구심점 역할을 하도록 해야 함.	▸ 연안기후를 조사하고 예측할 수 있는 “기후변화적응센터” 설립을 위한 계획수립	반영
⑤ 제시된 세부시행계획은 추진 가능한 정책인지? 그리고 사업내용이 평이하여 신규과제 발굴이 필요하며, 해조류 CDM인증 사업을 추진하면 어떨지?	▸ 해양수산업과 기후변화에 관련된 사업은 이미 많은 아이템이 추진되고 있으며, CDM사업의 타당성을 위한 논리개발을 통해 추진토록 함.	기 반영

6. 생태계분야(녹색성장실 소회의실)		
1) 일자: 2012년 3월 9일 15:00	2) 참석자: 김종선, 조승희, 이남주, 정은영, 최재화	
주요 내용	검토사항	비고
① 세부시행계획 사업 리스트 작성 후 중복된 사업 조정 필요	▸ 기후변화에 가장 큰 영향을 받는 분야는 생태계임에도 불구하고 타 분야와의 중복성 문제로 인해 상대적으로 적은 관심을 가짐. 세부시행계획 수립시 산림이나 농업분야와 중복된 사업 조정	반영
② 생태계 전반을 고려한 기후변화 영향 및 취약성 도구 개발 필요 (도립공원 취약성 평가 필요)	▸ 환경부에서 제시한 취약성 분석 툴로 생태계 전반의 기후변화 취약성을 판단하기에는 무리가 있음. 현재의 CCGIS의 세부항목은 산림(수목 생장과 분포의 취약성)과 축산(곤충의 취약성)에 국한되어 있음. ▸ 지역특성을 반영한 도립공원 취약성 평가가 필요하다고 판단됨에 따라 계획에 포함.	반영
③ 기존에 추진되었던 사업(예, 황칠나무, 후박나무 등의 조성)과의 차별성이 필요함.	▸ 세부시행계획에 기 제시한 “난대림을 활용한 치유의 숲 조성”사업을 통해 반영	반영
④ 야생동식물 보호와 관련한 사업 추가가 필요함.	▸ 야생동식물 서식처 관리 방안은 대부분 환경부와 국립공원관리공단에서 추진되고 있어 중복될 가능성이 많음. ▸ 도립공원 등의 관리방안 세부시행계획 수립.	반영
⑤ 밀원식물 식재 및 벌꿀 생산지 조성’사업은 전남의 특색이 반영된 사업으로 보임.		
⑥ 본 사업을 시행하면 기후변화에 대한 적응이 완료되는 지 의문임.	▸ 기후변화에 대한 적응세부시행사업(2012~ 2016)은 지자체의 기후변화 적응의 준비단계로써 지속적으로 기후변화에 대한 영향과 취약성 평가 등을 통해 보완·추진	

7. 물관리분야(환경정책담당 회의실)		
1) 일자: 2012년 4월 23일 14:00	2) 참석자: 이홍주, 김동주, 정은영, 조도호 외 3명	
주요 내용	검토사항	비고
① 영산강을 부분적인 상수원으로서 활용 필요	▸ 적응세부시행계획 수립시 영산강 수계를 활용한 생활용수 확보 검토	반영
② 도서지역을 중심으로 매년 발생되고 있는 가뭄극복을 위한 방안으로 해수담수화시설에 대한 검토 필요	▸ 도서지역의 가뭄을 고려할 때 근본적인 담수해결이 필요함에 따라 적응세부시행계획 수립시 이동식 해수담수화시설 검토	반영
③ 영산강과 주요하천을 중심으로 설치된 자동수질측정망의 운영부서들이 혼재되어 있어 통합운영 필요	▸ 자동수질측정망의 통합적 운영은 절대적으로 필요하나 정부와 지역 및 부서간의 상호 이해관계로 현재로서는 한계성을 나타냄에 따라 확충토록 함.	부분 반영
④ 영산강은 비점오염원의 비중이 상대적으로 높아 대책이 필요하며, 동시에 하천하구쓰레기 정화사업을 위해 환경정화선 건조 필요	▸ 비점오염원에 대한 대책은 기 반영되어 있으며, 영산강 환경정화선 건조 검토	반영

8. 적응산업/에너지분야(녹색성장실 소회의실)		
1) 일자: 2012년 3월 20일 14:00	2) 참석자: 김동주, 임창호, 정은영 외 3	
논의 사항	검토 사항	비고
① 최근 자료로 업데이트 및 가능한 전국대비 전남과 비교 필요	▸ 전국자료 추가하여 전남과 비교 ▸ 지역의 부문별 온실가스 배출에 관한 공식적인 가장 최근 자료를 검토하여 부분적으로 수정	반영
② 제안사업이 실제로 추진될 수 있도록 구체화 필요	▸ 구체적인 추진방안 제안	반영

부록 8. 기후변화 관련 조직 검토

Ⅰ. IPCC(기후변화에 관한 정부간협의체)의 기능과 조직

1) IPCC의 기능과 역할

■ IPCC 형성

○ IPCC(The Intergovernmental Panel on Climate Change)는 1988년 세계기상기구(WMO; World Meteorological Organization)와 유엔환경계획(UNEP; United Nations Environment Program; UNEP)에 의해 설립. IPCC는 WMO와 UNEP와 함께 활동(UN)

○ 기후변화에 대한 평가를 주도하는 국제조직으로 수많은 과학자들이 자발적으로 참여

■ 기능과 역할

○ 인간으로 야기된 기후변화 위험평가: 기후변화의 현재 지식을 통해 명확한 과학적 관점에서 기후변화로 야기되는 잠재적, 환경적, 사회경제적 부정적 영향에 관한 정보 제공

○ 유엔기후변화협약(UNFCCC; United Nations Framework Convention on Climate Change)의 실행보고서 작성

- 기후변화 이해를 위한 가장 적절한 과학적, 기술적, 사회경제적 정보 검토·평가

○ 기후변화 이해를 위한 적절한 과학적, 기술적, 사회경제적 정보, 기후변화의 잠재적인 부정적 영향, 적응과 완화에 대한 선택 평가 등

2) IPCC 구성

■ IPCC 구성

○ IPCC : 의장, 사무국, 워킹구룹으로 구성

- 회원국은 UN와 WMO의 모든 회원국으로 현재 194개국
- 사무국은 모든 작업 조율과 정부간 연락
- 스위스 제네바에 위치(WMO본부)

○ 사무국 재정지원: WMO와 UNEP

■ IPCC 총회

○ 의결기구로서 의장을 비롯한 사무국 직원선출

○ 워킹프로그램의 주요 결정과 보고서의 수용, 채택, 승인.

■ IPCC 특성

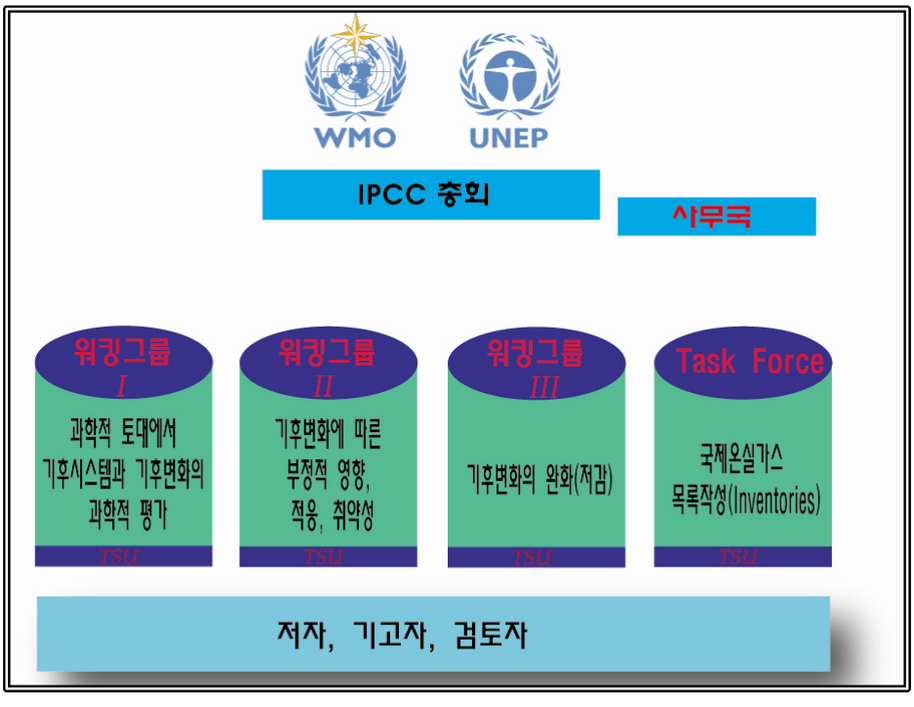
○ 세계적으로 수천명 과학자들이 무보수의 자발적으로 저자, 기고자, 검토자로 참여

○ 사무국이 참여자를 지원하며, IPCC의 모든 활동들을 계획, 조정, 감독(IPCC는 10명의 핵심 스텝 보유)

■ 워킹구룹 구성

○ 3개 워킹그룹과 T/F로 구성(TSU; Technical Support Unit)되며, 정부 대표수준의 총회에서 만남

- 워킹그룹 I : 자연과학토대(Physical Science Basis)의 기후변화
- 워킹그룹II: 기후변화의 부정적 영향, 적응, 취약성
- 워킹구룹III: 기후변화 완화(Mitigation)
- T/F팀: 국제온실가스목록작성(Inventories)



3) IPCC 활동

■ IPCC 총회와 패널회의

○ IPCC 활동 : 회원국들의 관련부서와 연계(없을 경우 외교부)

○ 패널회의 : 모든 회원국의 정부대표로 구성

○ 총회 : 거의 매년 개최되며, 회원국, 조사기구 정부대표, 전문가, 연구기관 등이 참여하여 다음 사항 결정

- 의장, 사무국, T/F 구성원 선거
- 워킹그룹과 T/F의 구성과 임기
- IPCC의 원칙과 절차
- 사업계획
- 예산
- IPCC 보고서의 개요와 초안
- 보고서의 승인, 채택, 수용 등

■ IPCC 사무국

○ 의장, 부의장, 워킹그룹의 공동 대표와 부대표, T/F팀장 등으로 구성

○ 패널 : 총회에서 선출된 31명의 패널(임기는 5-6년, 각 지역과 분야에서 고도의 숙련된 전문가로 구성), 온실가스목록작성을 위한 T/F는 국가 온실가스목록작성프로그램 감독

※ 우리나라는 현재 IPCC 부회장

○ 저자, 기고자, 검토자들과 다른 전문가들은 정부나 참여기관의 지명을 통해 사무국에서 선택(무보수로 폭넓은 관점의 전문가로 지리적 대표성 반영).

○ 워킹그룹 역할과 임무

- 워킹그룹 I : 기후시스템과 기후변화의 자연과학적 측면 평가
- 워킹그룹Ⅱ: 기후변화에 대한 과학적, 기술적, 환경적, 경제적, 사회적 측면의 취약성과 생태계, 사회경제측면, 인간건강에 대한 부정적, 긍정적 결과 평가
- 워킹그룹Ⅲ: 기후변화에 대한 완화

4) IPCC 활동 성과

1) 제1차보고서(1990) : 지난 100년간 대기온도 0.3~0.6℃ 상승과 해수면 10~25cm 이상 상승. 산업활동 등에 의한 에너지 이용이 현 상대로 지속될 경우 이산화탄소배출량은 매년

1.7배씩 증가 전망

→ UNFCCC의 협상에 필요한 기초자료로 제공

2) 제2차보고서(1995) : 지구온난화의 주된 원인중 하나로 인간활동 명시, 온실가스가 현 추세로 진행될 경우 2100년에 지구평균기온 0.8~3.5℃상승, 해수면 15~95cm 상승 전망

3) 제3차보고서(2001) : 지구 평균기온은 향후 100년 동안 최고 5.8℃상승, 해수면 상승폭 9~88cm로 세계 각지 해안저지대 수몰, 자연적 요인 외에 인간활동으로 인해 야기된 기후변화 주목, 현 추세로 오염물질이 배출된다면 지난 1만년동안 겪었던 것 보다 심각한 기후변화 초래 전망

4) 제4차보고서(2007, 27차 총회) : 3차 평가보고서 발표이후 3개 실무그룹(기후변화, 과학, 영향, 적응 및 취약성, 완화)의 보고서를 토대로 종합보고서와 요약보고서(SPM) 승인 채택. 지구온난화에 의한 기후변화의 명백성 언급, 이와 관련된 적응과 완화정책을 위한 과학적 근거 제시

(1) 과학적 관측자료에 근거한 명백한 지구기후시스템의 온난화

(2) 인간활동에 의한 전 지구온실가스 증가

(3) 21세기 말 지구기온은 최대 6.4℃, 해수면은 최소 59cm 상승 전망

(4) 기후변화의 부정적 영향을 최소화하기 위해 적응조치 필요

(5) 기후변화에 대한 취약성 및 중요성의 가이드라인 제시(5가지) 및 기후변화의 구체적 위협 제시

- 극지방, 고산지대 등 취약지역 생물의 멸종, 산호의 백화현상 등의 뚜렷한 위험
- 열파, 가뭄, 홍수의 극한 기상현상과 부정적 영향 증가
- 빈곤층, 노령층 등 취약계층과 특히 저위도, 저개발 국가에 미칠 위험 증가
- 온난화로 인한 비용은 시간에 따라 온난화의 강도에 따라 증가
- 광범위하고 돌이킬 수 없는 위협(해수면 상승, 그린란드 빙하감소) 증가

5) 제5차보고서(WR5)(2013 발간예정) : 2008년 스위스 제네바 29차 회의에서 새로운 공동의장의 선출 및 5차 평가보고서에 대한 영향, 적응, 취약성 부분 감독

(1) 워킹그룹 I : 기후시스템과 기후변화의 자연과학적 측면 평가

○ 스위스정부에 의해 지원되며 스위스 베른대학 주도

(2) 워킹그룹 Ⅱ: 기후변화에 대한 과학, 기술, 환경, 경제, 사회적 측면의 취약성과 생태계, 사회경제측면, 인간건강에 대한 부정적, 긍정적 영향 평가

○ 미국 캘리포니아 스탠포드대학 카네기연구소 주도

(3) 워킹그룹 Ⅲ: 기후변화에 대한 완화

○ 온실가스(greenhouse gas; GHG) 방출의 제한, 방지 및 대기로부터 온실가스의 제거하는 활동의 개선을 위한 적절한 모든 옵션을 평가. 비용, 편익, 완화에 대한 다른 접근의 비용, 편익, 위험 평가 등

○ 독일 포츠담(Potsdam Institute for Climate Impact Research)기후영향조사연구소 주도

Ⅱ. 한국기후변화대응연구센터(http://www.crik.re.kr)

1. 연혁

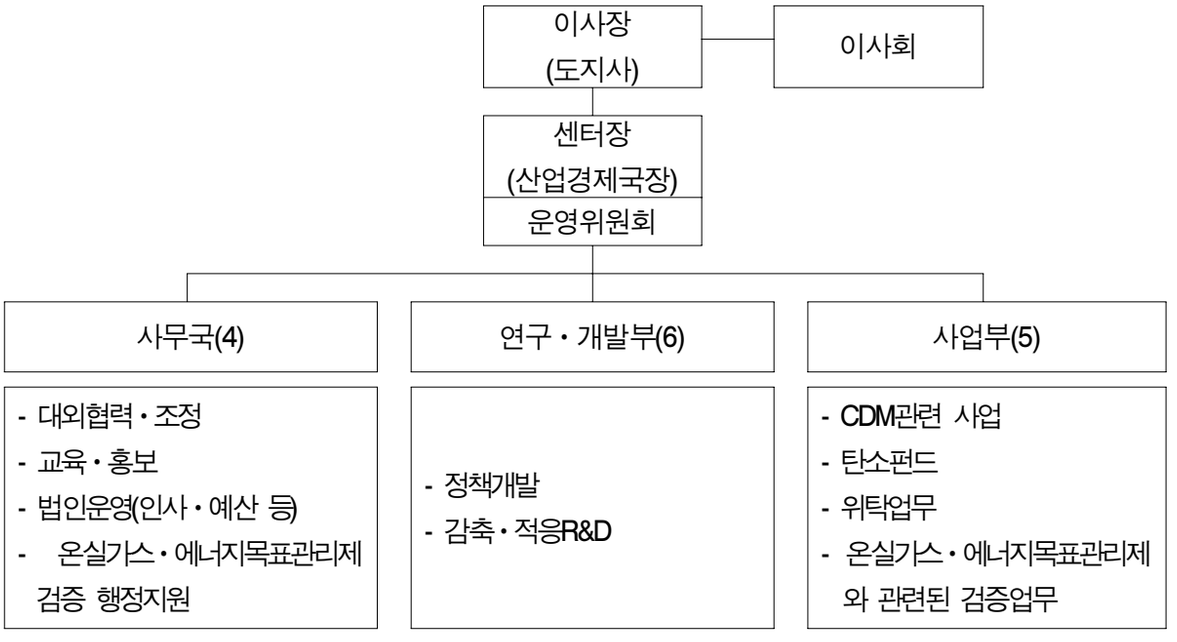
○ 강원도는 2008. 9월 “한국기후변화대응연구센터”의 창립총회를 통해 2009. 1월 개소

2. 조직

○ 이사장 : 강원도 도지사

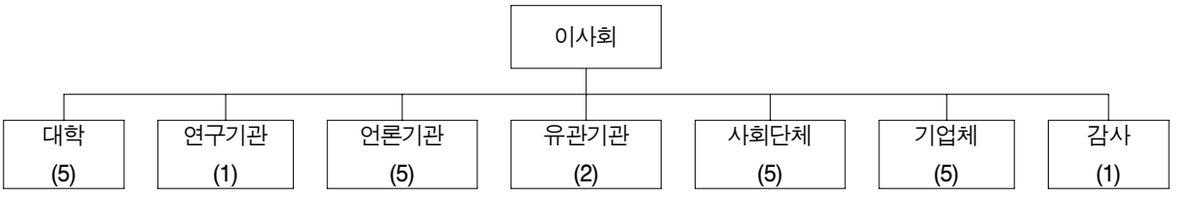
○ 센터장 : 강원도 산업경제국장

○ 조직 : 센터장(1명), 사무국(4명), 사업부(5명), 연구・개발부(6명) 등 총 16명으로 구성



3. 이사회 구성(23명)

○ 대학, 연구원, 언론, 유관, 단체, 기업 과 감사 1명



4. 연구·개발부의 주요 기능과 역할

○ 기후변화적응/자연재해연구 : 기후변화 중장기 예측·적응 계획수립, 산림 생태계 영향·변동, 자연생태계 및 생물의 기후변화 영향 및 취약성 분석

○ 저탄소 녹색건축도시연구 : 건물과 도시의 에너지저감 및 온실가스 감축을 위한 요소 기술 개발 및 평가

○ 대기환경/녹색관광연구 : 지구온난화 완화를 위한 온실가스 배출량 산정 및 저감방안 연구 및 정책수립

○ 에너지산업경제연구 : 거시모형을 이용한 산업 부문별 온실가스 저감 잠재량 분석, 도시의 에너지 수요 예측을 통한 에너지기본계획 수립

○ 신재생미활용에너지연구 : 신에너지(태양광, 태양열, 풍력, 지열 등), 바이오, 해양에너지 및 지열에너지 등의 미활용에너지 등을 대상으로 경제성 분석

III. 제주특별자치도기후변화대응추진본부 구성 및 운영규정

1. 기후변화대응추진본부 구성을 위한 훈령

○ 제주특별자치도는 2008년 7월 “제주특별자치도기후변화대응추진본부”구성에 관한 훈령 제88호를 제정하여 2011년 6월 일부개정

○ 소관부서 : 환경자산보전과

2. 구성 및 운영규정

제1조(목적) 이 규정은 제주특별자치도의 효율적인 기후변화대응 업무 추진을 위해 부서별로 분산 추진되고 있는 기후변화대응 업무를 통합 ·조정하는 조직을 구성하고 그 운영에 관한 사항을 정하는데 그 목적이 있다.

제2조(명칭) 조직의 명칭은 제주특별자치도기후변화대응추진본부(이하“추진본부”라 한다)라 한다.

제3조(업무) 추진본부의 업무는 다음 각 호와 같다. <개정 2011.6.29>

1. 기후변화대응 장·단기계획 수립·이행 및 평가
2. 온실가스 감축목표 달성을 위한 부문별 이행계획 수립 및 평가
3. 기후변화적응대책 세부시행계획 수립·이행 및 조정
4. 기후변화대응 업무관련 대 중앙정부와의 교섭 추진
5. 기후변화대응 협약 체결기관·단체와의 업무협력 추진
6. 기후변화 관련 민간조직과의 대외 협력

제4조(추진본부의 구성 등) ① 추진본부는 본부장 1명을 포함한 40명 이내의 공무원으로 구성한다. <개정 2011.6.29>

② 추진본부의 본부장은 환경·경제부지사가 되며 기후변화대응 분야별 업무를 추진하는 5개 이내의 추진단을 둘 수 있다. <개정 2011.6.29>

③ 제2항에 따른 추진단의 조직 및 임무는 별표 1 및 별표 2와 같다. <개정 2011.6.29>

④ 삭제<2011.6.29>, ⑤ 삭제<2011.6.29>

제5조(추진본부의 운영) ① 추진본부의 운영은 전체회의 및 실무회의로 나누어 운영한다.

② 전체회의는 본부장이 소집하고 각 추진단장 및 추진단 소속 공무원 전원이 참석하는 회의로서 정기회의는 분기 1회, 수시회의는 필요시 개최한다. 다만, 기후변화대응 업무의 추진상황을 고려하여 반기별 1회는 총괄추진단장이 본부장에게 추진상황을 보고하는 것으로 회의를 갈음할 수 있다. <개정 2011.6.29>

③ 실무회의는 총괄추진단장이 소집하고 각 추진단의 소속공무원이 참석하는 회의로서 회의 개최는 제 2항을 준용한다.

부 칙

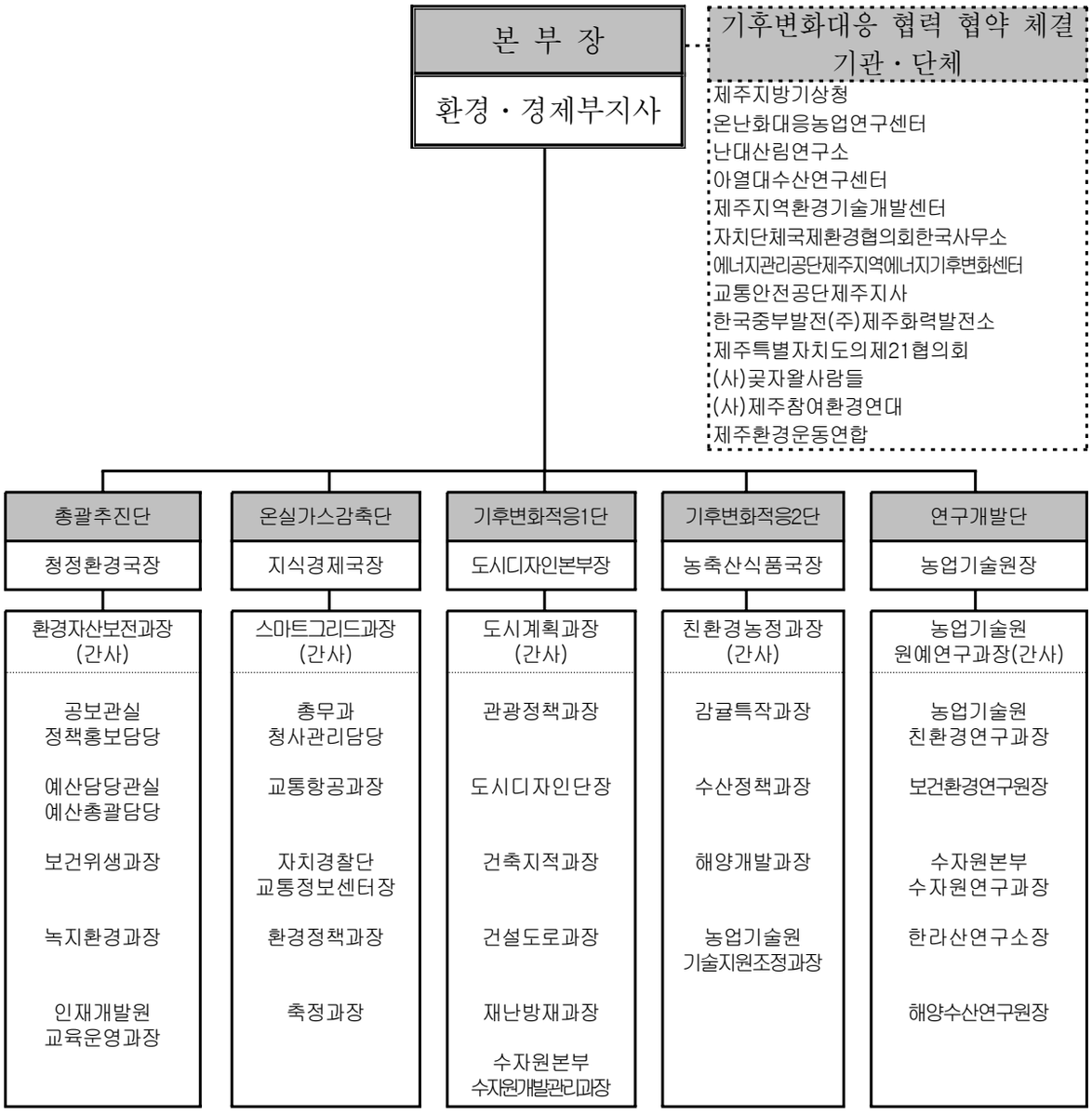
이 규정은 발령한 날부터 시행한다.

부칙<제146호,2011.6.29>

이 규정은 발령한 날부터 시행한다.

3. 조직

○ 환경·경제부지사를 본부장, 국장을 단장으로 과장급 추진단 구성



부록 9. 일본의 기후변화 정책과 최근 동향

<본 사례연구는 “일본의 기후변화 정책과 OECD 평가(2011), 최근 일본 환경성의 Micho Oi 장관의 발표내용(2012. 1), 일본경제단체연합회보고서(2011.12)을 중심으로 구성>

Ⅰ. 일본 기후변화 정책과 OECD 평가

Ⅱ. 2012년 일본의 기후변화 정책(2012. 1)

Ⅲ. 환경자주행동계획(온난화대책편, 2011. 12)

일본 기후변화 정책과 OECD 평가

〈요 약〉

□ (온실가스 배출) 교토의정서 비준으로 2008-2012년 평균 온실가스 배출을 '90년 기준 6% 감축해야 하나, 2007년 배출량은 '90년에 비하여 9% 증가

ㅇ 일본의 탄소집약도와 1인당 CO2배출은 OECD 평균보다 낮음

* GDP 단위당 CO2 : 일본 0.31, 한국 0.40, 미국 0.44, 프랑스 0.19, 독일 0.29

□ (제도적 틀) 지구 온난화 대응에 관한 법률(1998), 저탄소 실현을 위한 행동계획(2008.7월 마련, 2020년까지 '90년 대비 25% 감축), 지구온난화대책 기본법안(2010.3월 의회제출, 2050년까지 '90년 대비 80% 감축)

□ (재생에너지) 에너지 공급에서 재생에너지 비율은 3%(주로 수력) 수준으로 다른 OECD 국가에 비하여 낮은 편이며, 2020년까지 10%로 늘릴 계획

ㅇ 태양열 전지에 대한 발전차액지원제 도입, 바이오매스 타운 300개 추진 등

□ (R&D) 에너지 연구 경비의 65%가 원자력 분야(2008년)이며, 재생에너지, 수소 및 연료전지 R&D도 꾸준히 증가(2008년 기준 10%)

ㅇ '00-'08년 에너지 효율성 관련 공공 R&D는 25% 감소 → 민간역할 증대

□ (경제적 수단) 2005년 자발적 배출권 거래제(온실가스 총 배출의 1% 커버), 2008.10월 시범적 배출권 거래제(산업계 CO2 배출의 2/3이상 커버) 도입

ㅇ 환경부는 2009년 톤당 1064엔의 탄소세 제안, 2011년 '종합적인 과세제도 개혁'의 일환으로 도입할 계획

ㅇ 2009년말 현재 일본은 세계 4번째 CDM 투자자로 전세계 CDM 프로젝트의 11.6%인 277개 프로젝트 보유

□ (국제협력) 개도국 기후변화 대응지원을 위해 2009년 Hatoyama Initiative 발표(2012년까지 공적자금 110억달러, 민간기금 40억달러 제공 예정)

□ (OECD 권고) 현행 기후변화 정책조합의 비용-효과성 검토, 배출권거래제 등을 통해 탄소에 일정한 가격부과, 재생에너지 개발 프레임웍 개발 및 화석연료 의존도 줄일 것, 기후변화 적응을 타 부문계획에 주류화할 것 등

Ⅰ. 일본 기후변화정책 추진현황

1. 온실가스 배출 특성

가. 개요

○ 2002년 교토의정서 비준으로 일본은 2008-2012년 평균 온실가스 배출을 1990년 기준 6% 감축해야함

- 그러나, 2007년 일본 온실가스 배출량은 1,370million톤 CO2eq로 2000년도에 비해 1.8%, 1990년도에 비해 9% 증가

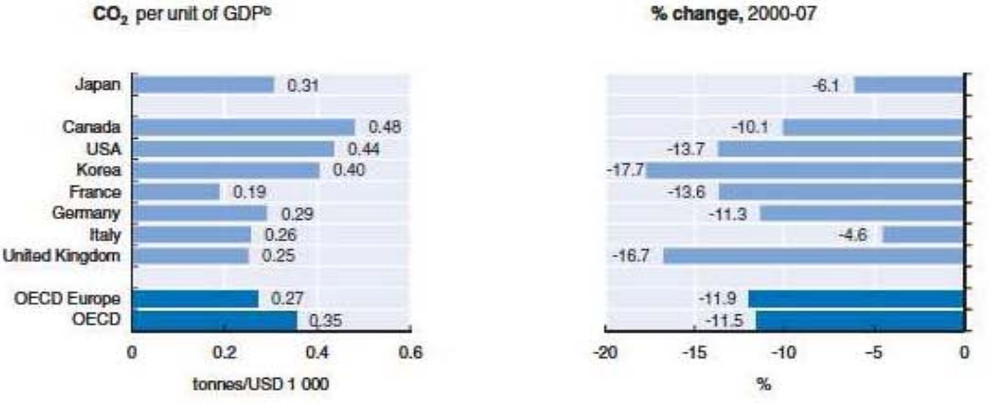
○ 일본은 GDP 기준으로 세계에서 세 번째로 큰 경제이며 일곱 번째로 많은 온실가스 배출(2005년 기준 전세계 총 온실가스 배출의 약 3% 차지)

○ 국제경제위기 여파로 2008년 에너지 수요가 감소하였고 GHG 배출량도 6% 감소했으나, 이 같은 현상은 일시적일 것임

나. 이산화탄소 배출 집약도(intensity)

○ 일본의 탄소 집약도와 1인당 이산화탄소 배출량은 OECD의 평균보다 낮음

- 반면 총 1차에너지 공급 단위(unit)당 이산화탄소 배출은 OECD의 평균 보다 약간 높음

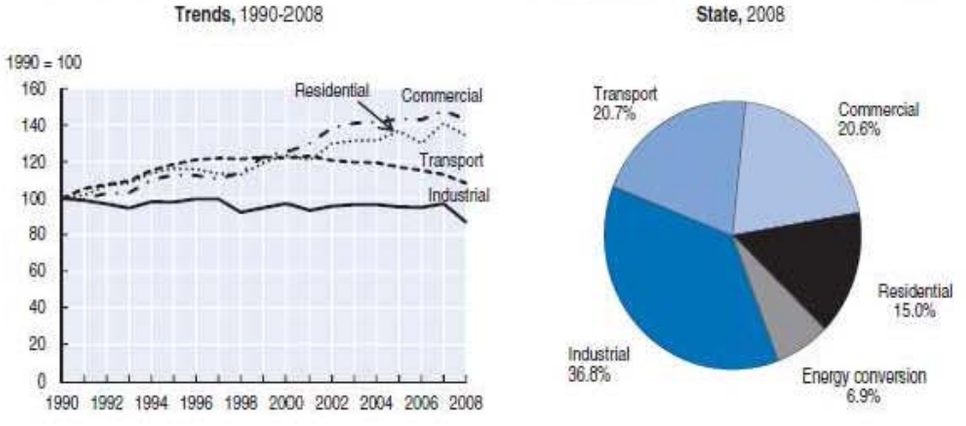


○ 경제의 탄소집약도는 OECD 국가 평균보다 낮은 속도로 줄어들었고, 다른 많은 나라들과 반대로 1인당 및 총 1차에너지 공급 단위당 CO2 배출은 증가

다. 부문별 이산화탄소 배출 추세

- 이산화탄소 배출량 중 28% 정도는 산업분야(industry)에서 발생. 산업 배출의 42%는 철강산업, 15%는 화학 산업에서 발생
  - 2008년 산업생산의 급감으로 이산화탄소 배출량이 9%가량 하락하기 전에도 2000-2007년 제조공정의 에너지 효율성 향상으로 배출이 약간 감소
- 교통부문 배출량은 1990년대에 증가한 이후로 2000년도부터는 감소
  - 그러나, 최근 감소량은 1990년대의 증가량을 상쇄할 수 있을 정도는 아니며 교통부문은 온실가스 배출의 전반적인 증가의 주요 원인중의 하나임
- 주거, 상업, 공공 부문에서의 화석연료 연소로 인한 배출은 2000년도 이후 감소했지만 1990년보다는 높음

Figure 5.2. **CO_2 emissions from energy use by end-use sector,[a] 1990-2008**



2. 정책 및 제도적 틀(Policy and institutional framework)

- '지구온난화 대책 법(1998 Law Concerning the Measures to Cope with Global Warming)'은 일본의 기후변화 정책의 법적 바탕이 됨
- 1997년 설립된 Global Warming Prevention Headquarters는 총리를 의장으로 국가 단위의 기후변화 정책을 조정하며 진전상황을 정기적으로 검토
  - 다른 많은 부처들도 관련되어 있지만, 중앙정부 단위에서 주요 정책들의 이행책임은 환경부 소관임
- 2008.7월 일본은 온실가스 배출을 2050년까지 60-80% 경감하는 것을 목표로 하는 '저탄소 사회 실현을 위한 행동계획'을 마련

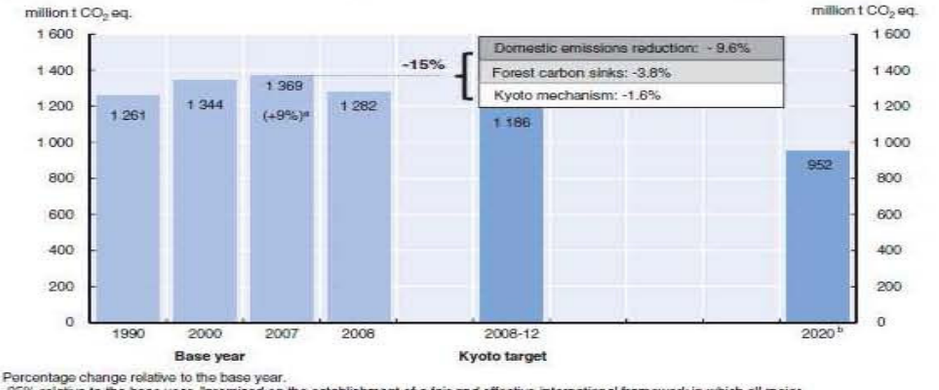
○ 코펜하겐 합의의 체계 내에서 일본은 2020년까지 1990년 온실가스 배출량의 25%를 경감할 것이라는 중간 목표를 확인했음

- 이 목표는 "모든 주요 경제국들이 참여하는 공정하고 효과적인 국제적 프레임웍의 설립과 야심찬 목표들에 대한 그들의 합의를 전제"로 하고 있음

○ 2010.3월 내각은 '지구온난화대책 기본법(안)'을 국회에 제출했는데, 동 법안은 2020년 목표를 재확인하고 2050년 목표(1990년 대비 80% 덜 배출)를 설정함

- 또한, 동 법안은 배출권거래제와 세금조치 도입을 예정하고 있음

Figure 5.3. **Overview of the Kyoto and mid-term emission targets in Japan**



a) Percentage change relative to the base year.
b) -25% relative to the base year, "premised on the establishment of a fair and effective international framework in which all major economies participate and on agreement by those economies on ambitious targets".

3. 기후변화와 에너지 정책

가. 개요

○ '에너지 정책 기본법(2002년)'은 일본 에너지 정책의 우선사항들을 명시: 에너지 안보, 환경 적합성 (environmental "suitability"), 시장 메커니즘 이용

○ '국가 新 에너지 전략(2006년)'은 2030년까지 달성할 다음과 같은 계량화된 목표를 설정

- GDP 단위 당 최종 에너지 소비를 30% 감소
- 총 1차 에너지 공급 중 원유의 비중을 40%로 낮춤
- 수송 부문 석유 의존도를 80%로 낮춤
- 총 전력 생산 중 원자력 에너지의 비중을 30-40%로 높임
- 일본 기업들의 석유 자원의 탐사와 개발 비율을 약 40%까지로 늘림

나. 재생 에너지 육성

○ 재생에너지(대체로 수력)의 에너지 공급 기여도는 3% 정도로 다른 OECD 국가들에 비해 상대적으로 낮음

- 일본은 2020년까지 재생에너지 비중을 10%로 늘리는 것을 목표로 하고 있음

○ 2003년 도입된 Renewables Portfolio Standard에 따라 각 전력회사(utility)들은 일정비율을 새로운 에너지(new energy)로 생산된 전기로 판매해야 함

- 그 목표는 2014년까지 새로운 에너지원으로부터 17 billion kWh의 전기를 생산하는 것인데 이는 현재 생산되는 양의 5배나 됨

○ '경제위기 대응을 위한 정책패키지(2009.4월)'에는 태양열 건전지의 설치를 2020년까지 20배 늘리는 것이 포함되어 있음

- 2009.11월 발전차액지원제를 도입했는데, 이는 태양 전지판의 주인들이 남는 태양열 전기를 10년 동안 전력회사들에 kWh 당 48엔에 팔 수 있음

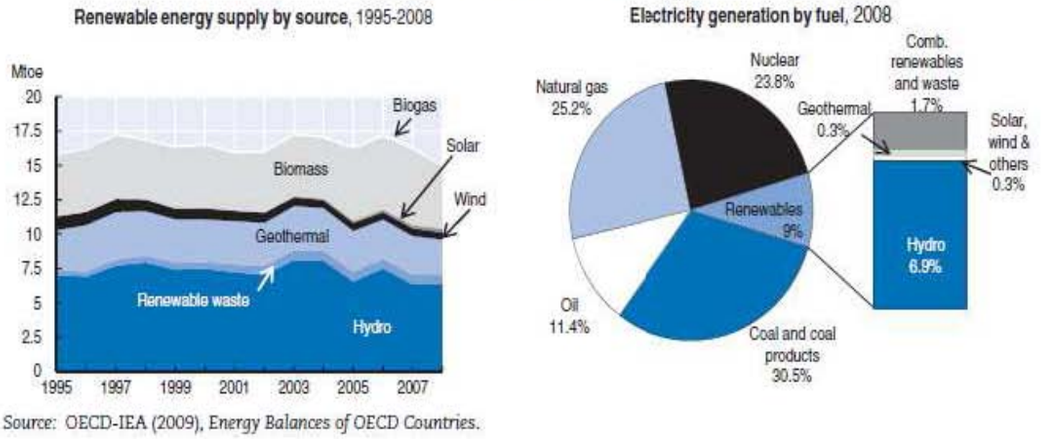
  * 이 금액은 전기 가격의 약 두 배이고 전력생산 비용보다 조금 높은 가격임

○ 2002년 Biomass Nippon Strategy는 바이오매스 에너지를 기후변화 대응 및 적절한 자원순환 사회 구축, 농업과 산림개발 지원 수단 중 하나로 추진

- 일본은 2010년까지 "Eco-Town" 모델을 따른 300개의 "Biomass Town" 설립을 계획중. 2009년 말까지 이미 221개의 바이오매스 타운 설립

- 일본은 2010년까지 500 million 리터의 원유에 해당되는 양의 바이오매스 연료를 교통연료로 소비할 계획. 이는 CO2 배출량을 1.3Mt 감소시킬 것임

Figure 5.5. **Renewable energy**



Source: OECD-IEA (2009), *Energy Balances of OECD Countries.*

다. 에너지 효율성 개선

□ 개관

o 일본은 전통적으로 에너지 효율성을 우선시 해왔으며, '에너지이용 합리화법(1979년 제정, 이후 수차례 개정)'은 일본 에너지 효율성 정책의 중심역할을 함

- 산업 회사들(industrial firms)은 에너지 집약도를 매년 1%씩 낮춰야 함
- 제철사업, 시멘트사업 등 에너지 집약 산업에 "분야별 벤치마킹" 제도 도입, 각 분야별 최고성과를 내는 회사 기준으로 에너지 효율성 목표 설정토록 함

o 에너지 및 자원 효율성, 실내 환경 질 등으로 건물을 평가하는 Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency(CASBEE)를 개발

- 하지만 다른 많은 국가와 달리 건물 에너지효율성 기준 준수는 자발적 영역

□ Top Runner 프로그램

o 1998년 도입된 Top Runner Programme은 가전제품과 자동차와 같이 에너지 집약 제품들에 대한 에너지 효율성 기준임

- 많은 국가들이 최소 효율성 규격을 사용해 왔지만, 일본은 가장 효율성이 높은 모델을 기준으로 일정기간 동안 달성해야 할 효율성 목표를 설정
- 경제무역산업성(METI)은 이러한 목표치를 달성하지 못한 기업들을 발표할 수 있고, 권고(recommendation), 이행명령(order) 및 벌금을 부과 가능
- 제조업체들은 자신들이 직접 목표설정에 참여하고 에너지 효율성이 경쟁력 요소로 작용하기 때문에 이 제도를 강력히 지지함

o 동 프로그램은 에너지 소비를 교통 5%, 주거 8% 감소시킨 것으로 추정됨

o 개선할 점(OECD 관점) : 프로그램의 재정적·경제적 비용 미분석. 또한 목표의 계속적인 초과달성도 목표설정을 너무 낮게 하지 않는지 의문

□ 에너지 가격

o 에너지세는 지난번 OECD 일본 환경성과 평가(2002) 이후 거의 변함 없음

- 예외라면, 2003년 석탄세 도입, 천연가스와 LPG에 대한 세율 인상 등임

o 일본의 에너지 세금은 OECD의 많은 국가들(특히 유럽국들)에 비해 낮으나, 에너지 가격은 상대적으로 높은 편임

Table 5.4. **Energy prices in selected OECD countries, 2008**

	Electricity		Oil			Natural gas	
	Industry (USD[c]/kWh)	Households (USD[d]/kWh)	Industry[a] (USD[c]/t)		Households[b] (USD[d]/1 000 l)	Industry (USD[c]/10^7 kcal)	Households (USD[d]/10^7 kcal)
			High sulphur	Low sulphur			
Japan	0.116[f]	0.173[f]	776.5	945.6	908.4	454.0[f]	1 212.4[f]
Canada	0.059[e]	0.078[e]	571.5	..	909.2	357.0	448.7
USA	0.070	0.114	558.4	..	892.0	368.1	525.3
Korea	0.060	0.131	692.0	722.8	1 657.5	499.5	936.1
France	0.060	0.126	555.7	587.4	914.4	607.3	688.1
Germany	0.109	0.224	..	591.8	859.3	..	..
Italy	0.290	0.240	..	643.3	1 492.6	646.5	905.9
United Kingdom	0.146	0.188	x	576.0[f]	871.8	446.0	672.7
OECD Europe	0.117	0.179	..	660.7	963.4	..	..
OECD	0.102	0.134	..	..	953.4	428.9	648.5
JPN price/OECD Europe (%)	*99*	*97*	..	*143*	*94*	..	..
JPN price/OECD (%)	*114*	*129*	..	..	*95*	*106*	*187*

라. 에너지 및 기후변화 관련 기술 R&D

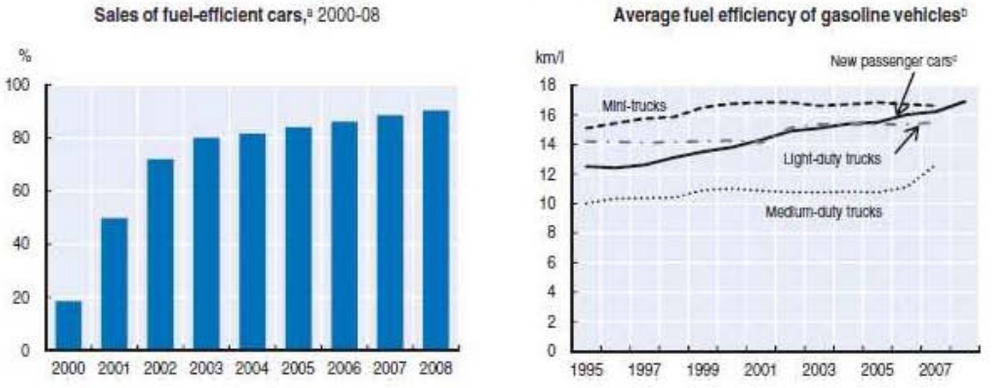
- 일본의 원자력 연구는 에너지 연구 분야 중 큰 비중을 차지하며 2008년 총 연구경비의 65% 차지
- 그간 에너지 관련 총 R&D 예산은 안정적으로 유지되었으나, 재생에너지, 수소 및 연료전지 R&D는 상당히 증가(2008년 총 에너지 R&D의 10% 차지)
- 청정 석탄 기술과 탄소 포집·저장기술에 대해 점차 많은 연구 추진중
- 2000-2008년 에너지 효율성에 관한 공공 R&D는 25% 감소(전체의 12% 차지)하였는데, 이런 현상은 동 분야에 대한 민간부문 역할 증대 때문임

4. 기후변화와 교통정책

□ 차량

- Top Runner Programme은 새 승용차 및 화물차의 평균 에너지 효율성에 대해 2010년과 2015년까지 달성할 목표를 설정
  - 일본은 화물차에 연료 효율성 기준을 설정한 유일한 국가
- 일본은 디젤차 비중이 낮으며, 교통부문 디젤 소비가 가장 낮은 OECD국 중 하나
  - 디젤 승용차 비율을 10% 높일 경우, 교통 관련 온실가스 배출량을 연간 2MtCO2 낮출 것으로 추정됨
- '국가 신 에너지 전략(2006)'은 청정 디젤유 차량 사용을 장려하며 현재까지는 이러한 차량 소유자들에 대해 자동차세가 부분 또는 전부 면제되었음

Figure 5.7. **Vehicle fuel efficiency**



□ 자동차세

- 차량 관련 세금은 친환경 차량에 유리한 방향으로 지속적으로 개정되어 왔음
  - 차량의 오염물질 배출저감과 연료 효율성에 따라 연간 차량세가 50%까지 감소되고, 낡은 차량에 대해서는 세금이 10%가량 증가
- 2008-2009 경기부양책에서 오래된 차량(13년 이상 경과)을 에너지 효율적인 차량으로 바꾸는 것을 정부차원에서 지원하는 제도인 폐차 장려 제도 도입

□ 연료 가격 및 세금

- 일본은 거의 모든 OECD국들과는 다른 연료세 제도를 갖고 있음. 일본의 가솔린 세와 가격은 다른 OECD 국가들에 비해 현저하게 낮음
- 유가가 떨어지고 경기가 회복되면 최근 교통부문의 GHG 배출의 긍정적인 동향이 부정적인 방향으로 바뀔 수도 있음
- OECD 평균 연료세와 비슷한 연료 세를 채택하는 것은 이러한 상황을 막을 것이고 재정건전성에도 도움이 될 것임

□ 대중교통

- 일본은 고도로 발달한 철도 및 대중교통 시스템을 갖추고 있음. 정부는 꾸준히 대중 교통망을 연장하고 요금 제도를 개선해오고 있음
- 2005년부터 27개 분야에서 환경적으로 지속가능한 교통에 관한 모델 프로젝트가 개발되었음

5. Cross-sectoral 정책수단

가. 자율적 이니셔티브

o 일본 경제단체 연합회(Keidanren)는 1997는 '환경에 관한 자발적 행동계획(VAP: Voluntary Action Plan)'을 도입

- VAP에 속한 기업들은 스스로 2010년까지 GHG 배출량을 1990년의 수준 아래로 낮춰야 하는 책임을 짐

- VAP는 2007년 산업 및 에너지 전환부문의 이산화탄소 배출량의 80%를, 국가 배출량의 45%를 커버함

o 동 계획에 대한 2007년 평가서에 따르면, 생산증가와 원자력 에너지 사용 감소로 배출량이 목표치를 초과했으며, 평가 대상 중 절반이 목표치 미달성

- 그러나, 참여 기업들의 총 배출량은 2000-2006년동안 1990년보다 낮게 유지됨

나. 시장기반 접근

□ 배출권거래제

o 배출권 거래에 대한 경험을 쌓고자 2005년 자발적 배출권 거래제(Japan's voluntary emissions trading scheme(JVETS)) 시행

- 2009년 현재 303개 회사가 참여(이들의 산업부문 온실가스 배출은 1% 이하)

- 2008년 기업들은 기준선보다 23% 배출 감축. 배출권은 CO2 톤당 800엔 수준(그전 2년간 평균은 1200엔)

o 중소기업들의 온실가스 배출을 줄이기 위해 2008년 voluntary domestic credit scheme 도입

- 중소기업의 배출저감 프로젝트를 지원하는 대기업들은 크레딧을 받을 수 있으며, 이 크레딧은 VAP하의 대기업 자신들 목표치 달성에 사용가능

o 2008.10월 정부는 715 회사들을 대상으로 시범적 배출권거래제(trial emissions trading system)를 도입(산업계 CO2 배출의 2/3 이상 커버)

- 동 제도는 참여 회사들에게 배출량 한도설정 미요구, 미준수시 벌금 미부과

o 일본은 '의무적인 배출권거래제'를 최대한 빠른 시일 내에 도입하겠다는 자신의 계획을 따라야 함

- ETS는 이상적으로는 교통부문을 포함한 전체 경제를 커버해야 하며, EU 등 다른 국가들의 제도와 연계될 수도 있을 것임

- 2010년의 지구온난화대책 기본법(Basic Act on Global Warming Countermeasures)은 '의무적인 배출권 거래제'의 도입을 예정

□ 탄소세

o 정부는 지난 몇 년 간 탄소세 도입을 논의하고 있음. 2009년 환경부는 화석연료(수송연료 포함)에 CO2 톤당 1064엔의 세금부과를 제안

o 일본은 탄소세를 2011년으로 계획된 '종합적인 과세제도 개혁'의 일환으로 도입할 계획임

다. 교토 메커니즘과 이산화탄소 흡수계(carbon sink)

o '교토의정서 목표 이행계획'에 따르면, 교토 메커니즘(ETS, CDM, JI)은 교토 목표를 달성하는데 필요한 GHG 배출감축의 1.6%를 책임짐

- 일본은 2004년부터 국제 시장으로부터 배출 credit를 사들이고 있고 2008-2012년간 크레딧 구입에 30.3billion엔을 배정

o 2009년말 현재 일본은 세계에서 네 번째로 큰 CDM 투자자로 전 세계 CDM 프로젝트 수의 11.6%인 277개의 프로젝트를 보유

- 일본은 또한 ODA의 일부를 CDM 프로젝트 개발에 쓰고 있음

o 일본은 숲의 탄소 흡입량을 늘리기 위해 2007-2012년 동안 연간 0.2million ha를 추가적으로 간벌할 계획(총 간벌 계획은 3.3백만ha)

6. 기후변화의 영향과 적응(Adaptaion)

o 다른 많은 OECD국들과 마찬가지로 일본은 기후변화의 영향을 측정하고 기후변화에 대한 적응을 다른 분야에 주류화 하는 데 있어 초기단계에 있음

o 2009.10월 환경부, 교육 문화 스포츠 과학 및 기술부, 그리고 일본 기상청은 합동으로 일본의 기후변화와 그에 따른 영향에 대한 보고서를 발간

- 기온이 산업화 이전 수준에서 섭씨 2-3.2도 상승할 경우, 연간 11-17 trillion 엔의 손실이 있을 것으로 분석

7 개발도상국들과의 협력

ㅇ 2007년에 일본은 전세계의 현재 배출량을 2050년까지 절반으로 줄이는 장기목표를 제안하는 Cool Earth 50 전략을 발표

- 이 전략에서 개발도상국들과의 협력은 핵심요소인 바, 2008년 5년간 USD 10 billion에 달하는 Cool Earth Partnership Financial Mechanism을 도입
- 그 중 USD 2 billion은 기후변화 적응과 청정에너지 지원에 쓰이고, USD 8 billion은 기후변화 저감 지원에 쓰일 것임

* 2008.11월 현재 8개 국가가 일본의 지원을 받고 있고 60개 국가들이 협의 초기 단계에 있음

ㅇ 2009년 일본은 개도국 기후변화 대응 지원을 위하여 Cool Earth Partnership과 이에 따른 재정적 책임을 흡수한 Hatoyama Initiative를 발표

- 동 이니셔티브 하에서 일본은 2012년 까지 ODA 또는 다른 공적 자금 형태로 USD 11 billion을, 민간기금으로 USD 4 billion을 제공할 것임

Ⅱ. 일본 정책에 대한 OECD 평가

□ 일본은 국제 기후변화 대책에 크게 기여해왔음

ㅇ 2009년 코펜하겐 합의 체계내에서 2020년까지 온실가스 배출량을 1990년 기준으로 25% 낮출 것이라는 목표를 제출

ㅇ Kyoto Protocol이 발효되자 일본은 다양한 규제적, 자율적, 경제적 조치들을 포함한 '교토의정서 목표 이행계획'을 발표

ㅇ 지자체들도 매우 적극적인 자세로 혁신적인 정책과 조치들을 도입

□ 일본은 Kyoto Protocol하에서, 2008-12년동안 1990년 기준으로 평균 온실가스 배출을 6% 감축키로 약속

ㅇ 그러나 국가 순 배출량은 증가하였으며 2007년에는 기준연도보다 9% 높았음

ㅇ 결과적으로 CO2 집약도 감소는 다른 OECD 국가에 비해 더디게 나타났음

ㅇ 2020년 목표달성 위해서는 훨씬 더 비용-효과적인 정책수단이 요구됨

□ 많은 OECD 국가들과는 다르게 일본은 교통부문에서 현저한 진전이 있었음

ㅇ 기술발전과 효과적인 세금제도 등으로 CO2 배출이 2000년 이후 거의 12% 감소

□ 일본은 에너지 효율성, R&D, 그리고 최근 들어 재생에너지에 중점을 맞춰 에너지정책들과 기후정책들을 효과적으로 통합시켜왔음

ㅇ 일본은 동 분야 공공지출이 늘면서 기후관련 R&D에서 세계선두자임

ㅇ Renewable Portfolio Standard는 재생전기 시장을 창출해냈으며 풍력, 태양력 및 바이오매스의 발전에 기여했음

- 일본은 세계에서 가장 많은 태양열 건전지 역량을 보유한 나라임. 물론, 에너지 공급에 태양광이 차지하는 것은 미미한 수준

ㅇ 에너지 공급에서 재생에너지 비중은 다른 OECD 국들에 비해서 상당히 낮음

- 현재의 재생 에너지에 관한 정책들은 기술특정적(technology-specific) 지원과 단기적인 목표를 기반으로 하기 때문에 투자자들의 융통성(flexibility)을 제한하고 결과적으로 총 발생비용을 높이고 있음

- 단편화된(fragmented) 전기 시설망은 풍력 또는 태양열 등의 재생가능 에너지의 광범위한 사용에 장애물임

ㅇ 재생에너지 개발을 포함하여 에너지의 다양화는 일본의 에너지 안보를 높여주고 GHG 배출을 감소시킬 것임

□ 에너지 집약도(Energy intensity)는 다른 나라들만큼은 아니지만 그래도 꾸준히 감소하고 있음

ㅇ 제조업계의 에너지 효율성은 더욱 향상되었고, 일본의 주요 산업부문은 OECD 내에서 가장 에너지 효율적인 그룹에 속함

ㅇ 전체적으로 일본의 에너지 정책은 기술발전 촉진에 중점을 두고 수요관리 측면에는 충분한 관심을 두지 않고 있음

□ 수송연료 등 에너지 제품에 대한 세율은 OECD 내 가장 낮은 축에 속하고 강력한 가격 신호(price signal)를 제공하지 못함

ㅇ 탄소세와 결합된 배출권 거래제 등을 통한 '탄소에 대한 가격부과'는 재생에너지와 에너지 절약에 대한 투자를 더욱 비용-효과적으로 촉진할 수 있음

ㅇ 정부는 탄소세의 도입을 지난 몇 년 간 미뤄왔고 시범적인 배출권 거래제 도입은 새로운 시도이긴 하나 자율적이고 효과가 미미함

□ 제조업 부문에서의 Voluntary Action Plan과 같은 "negotiated agreements"들은 기후변화 목표를 달성하기 위한 일본의 기후정책 조합에서 핵심적이었음

- o 협상에 의한 또는 자율적 목표량 설정은 더욱 투명하게 이루어져야 하고 그 목표 설정시 '원래 이루어졌을(BAU)' 기술발전 수준도 고려하여야 함
- o 일본은 자율적인 접근을 기준설정이나 시장 기반 정책수단들과 같은 강제적인 정책들로 보완하는 것을 고려해야 함
- o 현행 정책 평가 시스템들 중 경제적 효율성에 대한 계량적 분석을 행하는 경우는 거의 없음

Ⅲ. OECD 권고사항

□ 기후변화 정책조합(특히, 협상에 의한 협약(negotiated agreements))에 대해 다른 다양한 대안적 수단들도 함께 고려하면서 비용-효과성을 검토할 것

□ 기후관련 조세와 결합된 배출권거래제를 통하여 탄소에 일정한(consistent) 가격을 부과할 것; 시범적 배출권거래제를 가능한 범위에서 다른 나라의 제도와 양립되는 의무적인 배출권거래제로 전환시킬 것; permit 경매 점차적 도입

□ 재생에너지 개발을 위한 일관되고 장기적인 프레임웍을 구축하고 화석연료에 대한 의존을 줄일 것. 기술특정적(technology-specific) 목표설정은 지양할 것

□ 통합 대중교통시스템을 소규모 도시 및 시골지역까지 보다 확대하고, 대도시지역과 고속도로 교통체증을 해소하기 위한 교통수요관리를 개선할 것

□ 종합적인 기후변화 적응전략을 개발할 것; 기후변화 적응을 토지이용과 타 부문 계획에 주류화할 것; 보다 광범위한 국제적 노력의 일환으로 기후변화저감과 적응을 개발협력에 통합하기 위한 추가적인 재정지원을 제공할 것

Ⅱ. 2012년 일본의 기후변화 정책

- 차 례 -

1. 2012년 기후변화 정책
2. 일본 GHG방출 현황
3. 온실가스 향후 감축정책(2020)
4. 지진사고이후 에너지위기 적응노력
5. 에너지와 환경정책에 대한 수정 논의

1. 2012년 기후변화 정책

1) 교토프로토콜(Kyoto Protocol) 목표

■ 배경

○ 지구온난화대응촉진법(1998); 2002년, 2005년, 2006년, 2008년 등 4번의 수정을 통해 일본 기후변화 정책의 법적 토대를 마련하였으며, 개정된 KP(Kyoto Protocol)는 최종적으로 2008년 3월 내각에 의해 결정

■ 온실가스(GHGs) 감축과 제거 목표

비 고	2010년 배출목표	
	CO_2(백만톤)	기준연도(1990년) 대비
CO_2 배출량(에너지이용)	1,076~1,089	+1.3%~ +2.3%
비에너지근원(CO_2, CH4, N2O)	132	-1.5%
HFCs, PFCs, SF6	31	-1.6%
총 온실가스배출양	1,239 ~ 1,252	-1.8% ~ -0.8%
CO_2제거		-3.8%
교코메카니즘		-1.6%

2) 목표달성을 위한 정책과 대책

(1) 온실가스 감소와 흡수 정책과 대책

■ 온실가스배출 감소를 위한 정책과 대책

○ 산업체의 자발적 행동계획 촉진
○ 가정, 빌딩, 장비, 공장, 자동차의 에너지 효율성 향상
○ 농업, 산림과 어업, 용수공급, 하수처리, 교통신호흐름에 관한 대책
○ 쓰레기와 CFC대체물질((HFC, PFC and SF6)에 관한 대책
○ 신에너지 사용촉진 대책

■ 온실가스 흡수원 대책

○ 아름다운 산림개발을 위한 숲 관리와 국가적 캠페인

(2) 다각적cross-sectional) 대책

○ 온실가스배출 자료의 계산, 보고, 출판 시스템
○ 환경친화적 생활 등에 대한 국가적 캠페인 등

※ 시급한 검토 현안문제
○ 국내 온실가스방출 거래, 환경세
○ 심야 야간생활/노동스타일에 대한 검토
○ 섬머타임시스템 도입

3) 격년제 검토

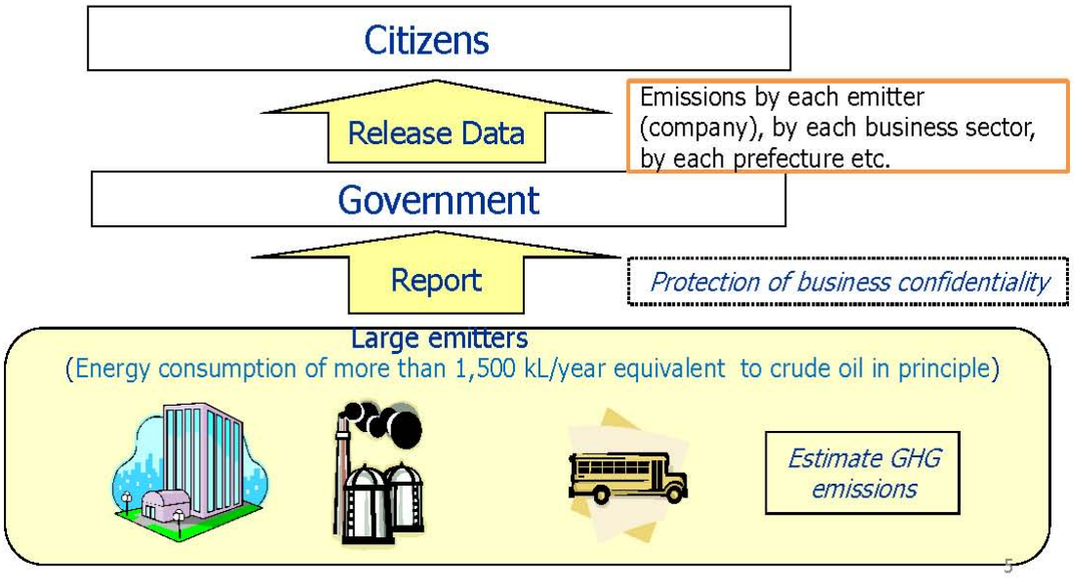
○ 교토프로토콜 목표달성 계획의 종합검토는 6% 감축 이행의 확신을 위해 2년마다 예정되어 있음.
○ 교토의정서 목표달성계획의 스케쥴 검토: 지구온난화방지본부(중앙환경위원회와 산업구조위원회)
- 목표달성수정계획의 내각승인(2008. 3); 매년 점검과 필요시 계획수정의 내각승인
- 종합평가와 계획수정(2009. 실제 수정없었음)
- 평가시작(2011. 12)

4) 의무적인 GHGs 결산과 보고시스템

○ 법적으로 온실가스의 거대한 방출장비들은 GHG 방출을 정부에 보고해야 하고 정부는 정보를 공표해야 함.

○ 국가GHG배출목록 작성서를 이용하고, 탄소족적에 대한 인식촉진을 통해 GHGs감축하기 위해 사업영역을 장려함.

- 국민들에게 제공된 발표자료: 회사의 방출장비, 사업영역, 관공서 등의 방출
- 보고: 비즈니스 기밀유지 보호
- 거대한 배출장비: 연간 1,500kL이상의 에너지를 소비한 장비



2. 현재 GHG배출 현황

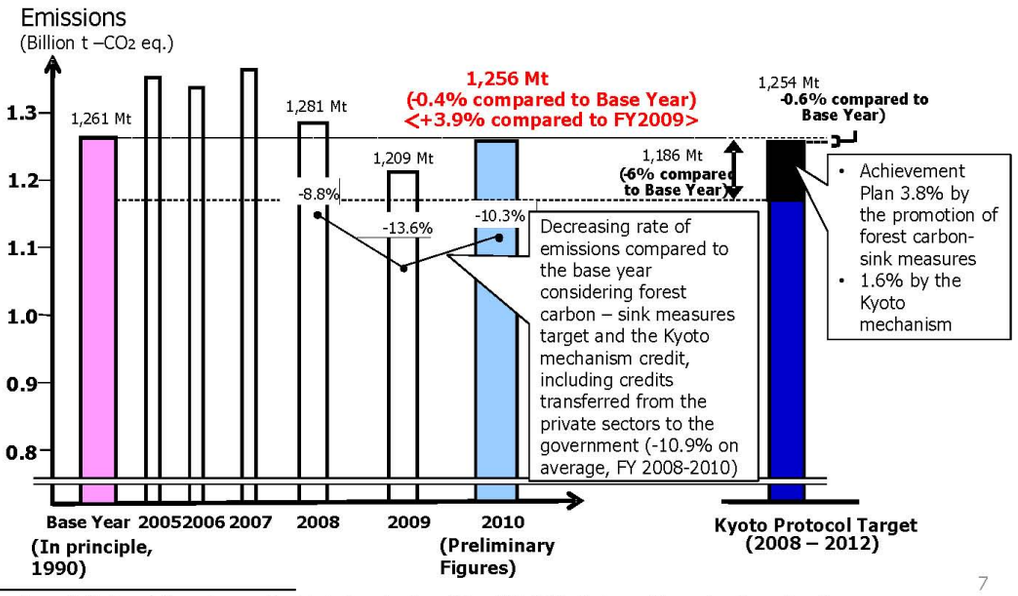
1) 2010년 일본 GHG배출량

○ 2008년 1,281Mt배출: 1990년 대비 1.6%증가

○ 2009년 1,209Mt배출: 1990년 대비 -4.1% 감소

○ 2010년 1,256Mt배출: 1990년 대비 -0.4% 감소, 2009년 대비 3.9% 증가

○ 2012년 교토의정서 목표(2008~2012): 2010년말 기준연도 대비 0.6%감소하였으며, 목표연도에는 추가적으로 5.4%를 감축해야함. 이를 위해 숲 탄소흡수제대책(3.8%)와 교토메카니즘(1.6%)을 통해 기준연도(1,216Mt) 대비 6% 감축 달성(1,254Mt)



7

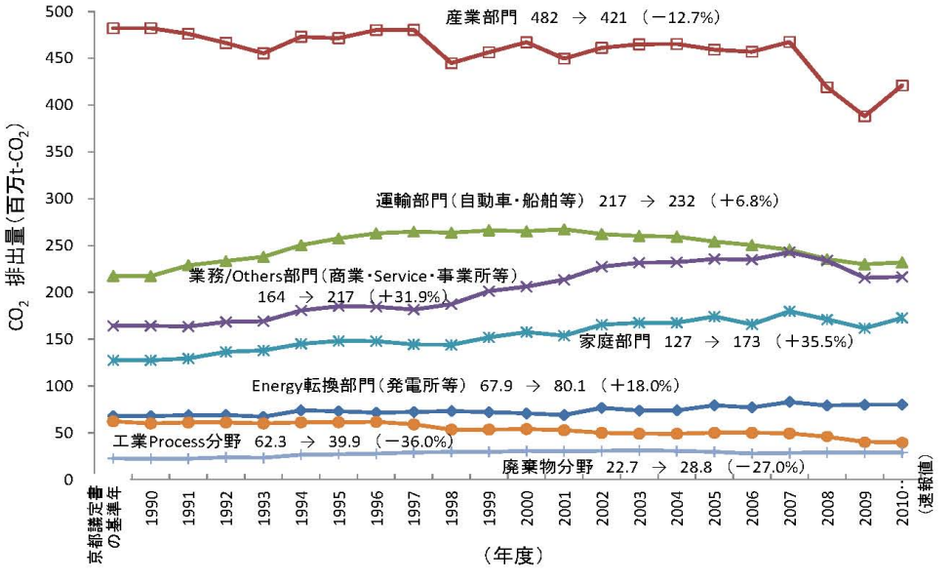
Source: Japan's National Greenhouse Gas Emissions in Fiscal Year 2010 (Preliminary Figures) <Executive Summary>

2) 분야별 이산화탄소(CO2) 배출 추이

○ 1990년부터 2010년까지 분야별 이산화탄소 배출량 추이

○ 산업부분이 가장 많으며, 다음은 운송부문, 업무/상업 등 부문, 가정부문, 에너지 전환부문, 공업작업분야, 폐기물분야 순임.

○ 전반적으로 산업부문와 폐기물분야가 상대적으로 줄었으며, 가정부문과 업무/상업 등 부문이 크게 증가되었음.



8

Source: xls.741KB http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html

3. 2020년까지 더 많은 온실가스 감축정책(2020)

1) 지구온난화대책기본법(2010. 3)

○ 일본의 중장기 목표를 포함하여 기후변화 정책의 토대 제공

○ 중기목표: 온실가스배출량을 1990년 대비 2020년까지 25% 감축

- 전제: 모든 주요 경제가 참여하고 모두가 동의하는 공정하고 효과적인 국제적 토대 형성

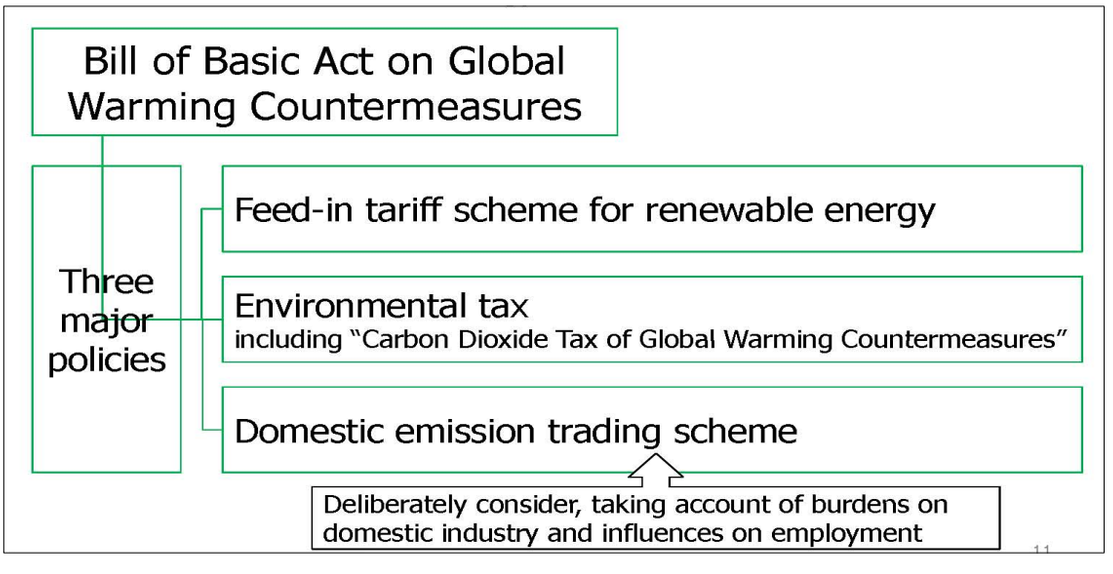
○ 장기목표: 온실가스배출량을 1990년 대비 2050년까지 80% 감축

○ 가능한 모든 정책수단이 동원되어야 하며 정책과 대책은 다음을 포함함.

- 국내 온실가스배출거래계획
- 지구온난화에 역점을 둔 세금(Tax)
- 피드인관세(FIT; Feed-n Tariff)
- 신재생에너지 이용
- 에너지 효율성 촉진
- 혁신기술개발
- 탄소 disclosure
- 새로운 비즈니스 창조 등

2) 지구온난화대책기본법령상 3가지 주요 정책

○ 3개의 주요 정책중에 일본은 신재생에너지에 대한 피드인관세 계획과 환경세 이행을 중심으로 고려하고 있음.



(1) 신재생에너지(RE)의 피드인관세(Feed-in tariff)[1)]

■ 법안채택과 실행

○ 2011년 6월 의회는 신재생에너지의 피드인관세 도입에 대한 법안 채택

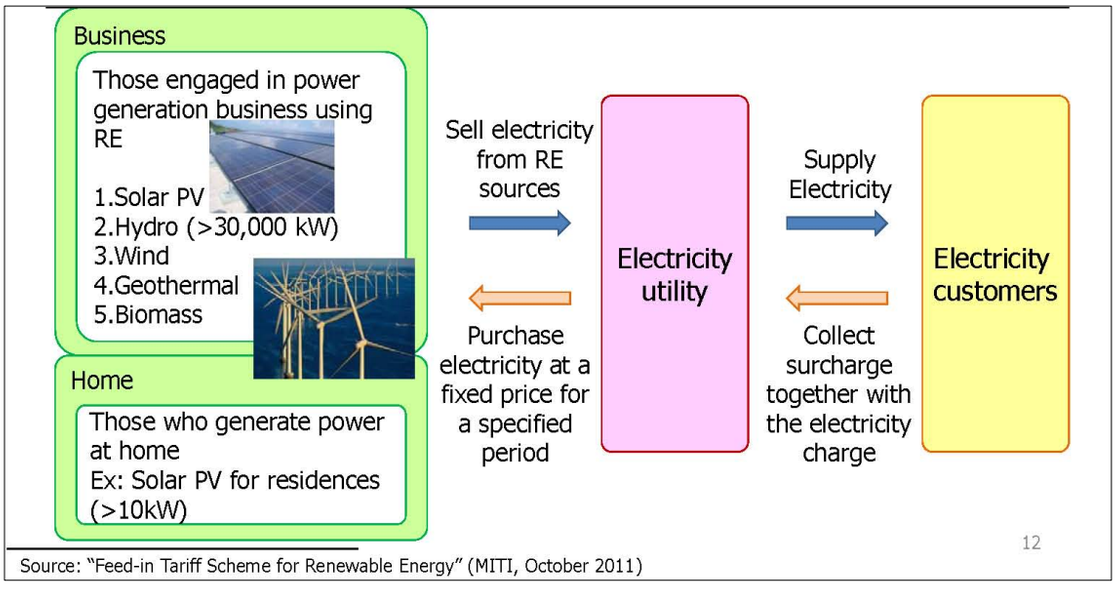
○ 생산된 모든 신재생 전기(주거의 신재생에너지 생산장비에 의해 생산된 여분의 전가)는 고정가격으로 구입되어야 함.

○ 비즈니스: 신재생에너지를 이용한 전력생산 비즈니스와 관련된 부품: 태양열(Solar PV; Photovoltaics), 수력(>30,000kw), 바람, 지열, 바이오매스

○ 가정: 가정에서 전력을 생산하는 부품(주거를 위한 Solar PV(>10kw)

○ 전력회사: 신재생에너지원으로부터 생산된 전기판패하고 일정기간동안 고정가격으로 전기 구매

○ 전기소비자: 전력회사는 전기를 가정에 공급하고 소비자들은 여분의 전기를 전력회사에 제공



Source: "Feed-in Tariff Scheme for Renewable Energy" (MITI, October 2011)

■ 피드인관세(FIT): 구매 가격과 기간

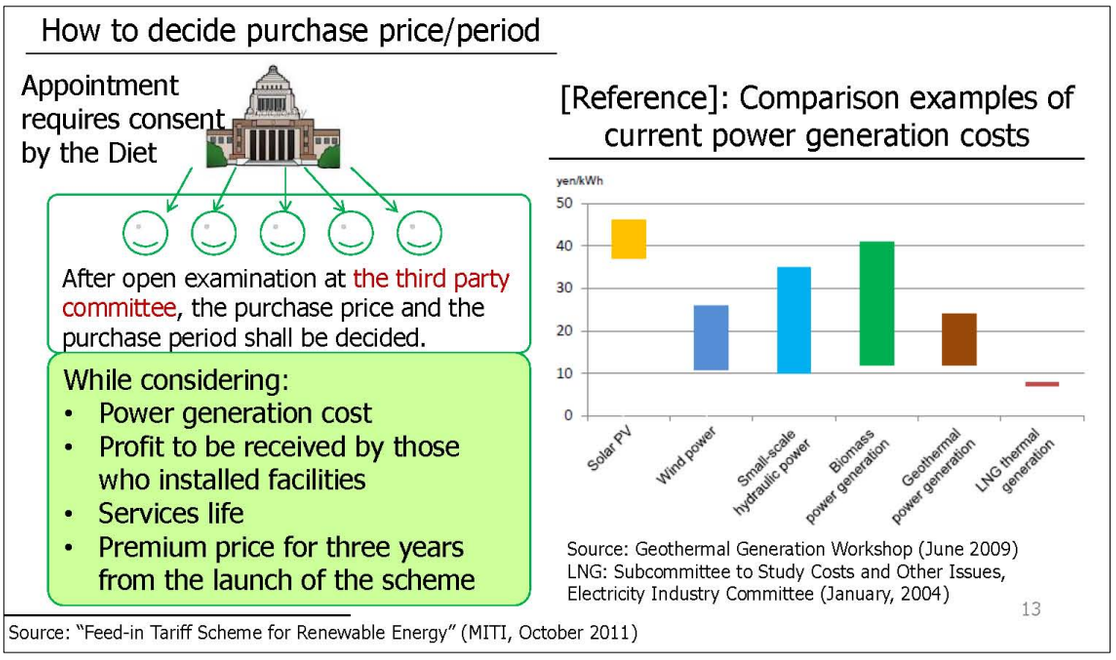
○ 구매율과 기간은 유형, 설비형태, 신재생에너지원의 규모에 따라 매년 결정

○ 구입가격과 기간의 결정방법: 국회동의 필요

- 제3자의 위원회의 공개 조사후에 구매가격과 구입기간 결정: 전력생산비용, 시설물 설치한 사람들의 이익, 서비스수명, 계획 착수로부터 3년 동안 프레이엄 가격

○ 현재 전력생산비용의 사례비교

1) 신재생에너지수당: 투자촉진을 위한 신재생에너지기술의 정책메카니즘



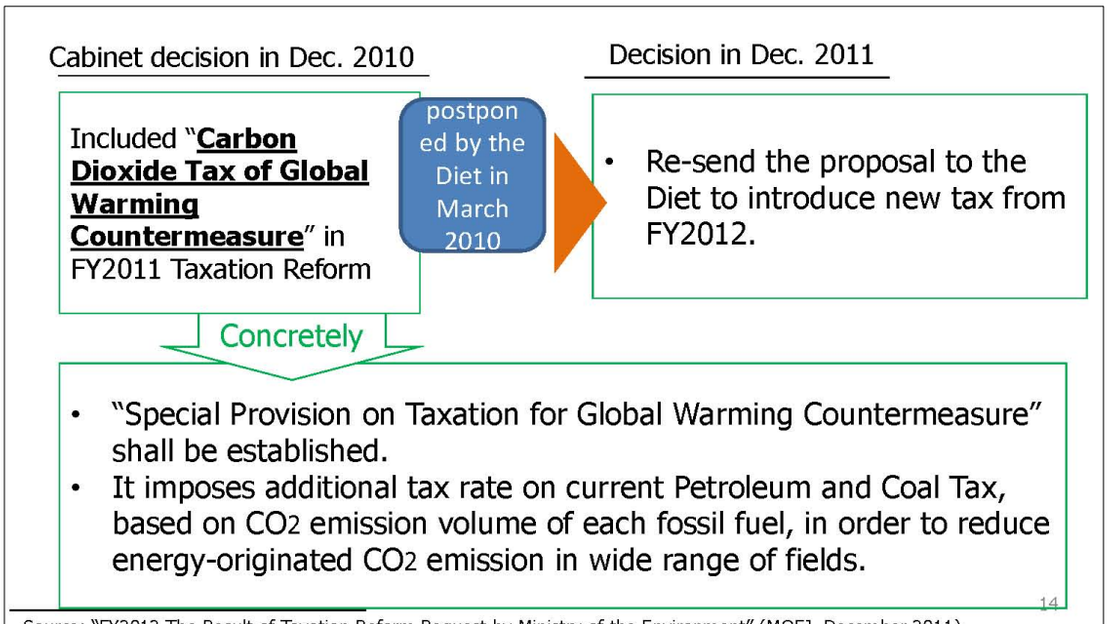
(2) 조세개정에 관한 최근 결정

■ 조세개정 배경

○ 지구온난화에 대한 대책을 강화하기 위해 2012년 조세개정안이 2011년 12월 내각에 채택

○ 2010년 12월 "지구온난화대책을 위한 이산화탄소세"를 포함한 개정안이 결정되었으나 의회에서 연기되었고, 2011년 12월 새로운 조세도입을 위해 의회에 제안서를 재상정 하였음.

- 이산화탄소세의 구체적 내용: 지구온난화대책을 위한 조세의 특별규정 확립, 현재 석유와 석탄세에 부가적 세금율 적용부과(화석연료의 이산화탄소 배출량에 근거, 폭 넓은 분야에서 에너지 기반의 이산화탄소 방출 저감)

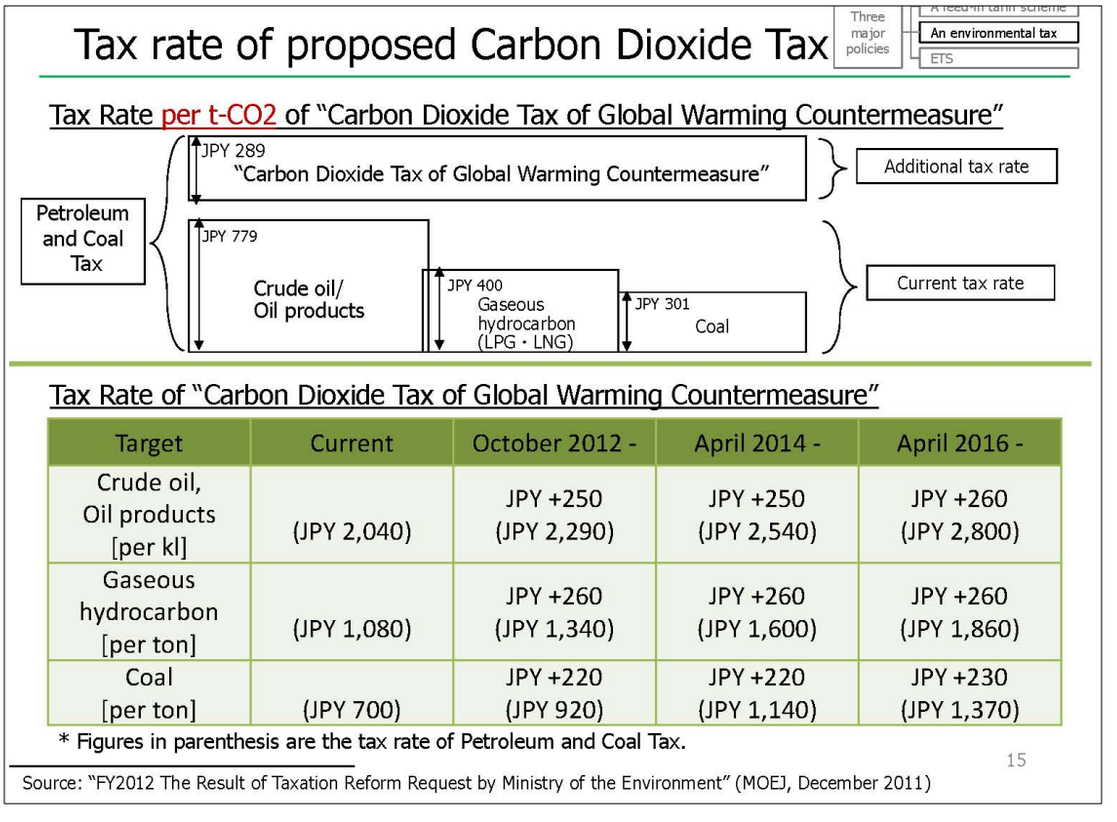


Source: "FY2012 The Result of Taxation Reform Request by Ministry of the Environment" (MOEJ, December 2011)

■ 제안된 이산화탄소세 세율

○ "지구온난화대책의 이산화탄소세"의 이산화탄소 톤당 세율

○ 석유와 석탄세는 현재세율 + 부가세율



Tax Rate of "Carbon Dioxide Tax of Global Warming Countermeasure"

Target	Current	October 2012 -	April 2014 -	April 2016 -
Crude oil, Oil products [per kl]	(JPY 2,040)	JPY +250 (JPY 2,290)	JPY +250 (JPY 2,540)	JPY +260 (JPY 2,800)
Gaseous hydrocarbon [per ton]	(JPY 1,080)	JPY +260 (JPY 1,340)	JPY +260 (JPY 1,600)	JPY +260 (JPY 1,860)
Coal [per ton]	(JPY 700)	JPY +220 (JPY 920)	JPY +220 (JPY 1,140)	JPY +230 (JPY 1,370)

* Figures in parenthesis are the tax rate of Petroleum and Coal Tax.

15

Source: "FY2012 The Result of Taxation Reform Request by Ministry of the Environment" (MOEJ, December 2011)

3) 국내 배출권거래계획

○ 일본은 탄소를 가격화하여 경제적으로 효율적 배출감축의 촉진

○ 일본 자발적 배출권거레제(MOE, 2005~) 시행

- 배출권거래제 자문위원회(2008)
- 오프셋 스레딧(2008~)
- 배출권거래제에 대한 통합국내시장의 시험적 도입(2008~)

○ 지구온난화대책 기본법(의회 논의중, 2010. 3)

○ 중앙환경위원회는 계획의 구체화를 위해 ETS 소위원회 구성(2010. 3)

- 소위원회의 보고서 발간(2010. 12)

4. 지진사고이후 에너지위기 적응노력

1) 2011년 3월 11일 이후의 변화

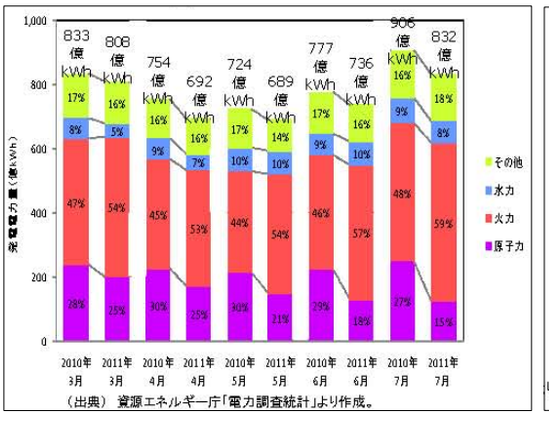
■ 일본동부 지진후에 전체 전기생산은 감소

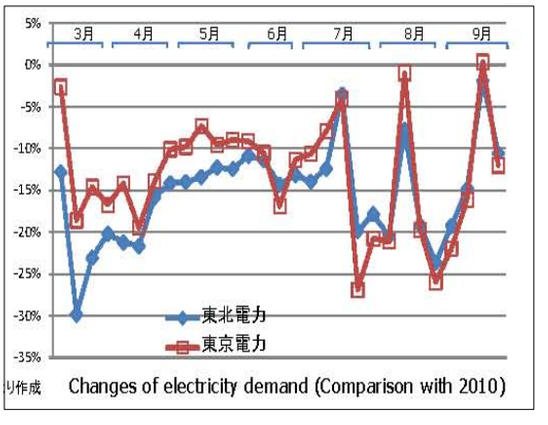
○ 에너지원과 이용에 변화

- 전기구조의 변화; 원자력 생산비율 감소, 열전기 증가
- 전기생산의 전체적인 양 감소

○ 에너지 절약노력

- 도쿄전력회사와 토호쿠전력회사: 지난 여름 최대수요의 제어대책 이행
- 결과적으로 전기수요(kwh)는 평균적으로 각각 16%와 14% 감소(전 수요에 비해)





2) 전기사용의 성공적 감축

○ 일본은 도쿄를 포함하여 지난 여름 일본 동부지역의 전력사용을 15% 감축

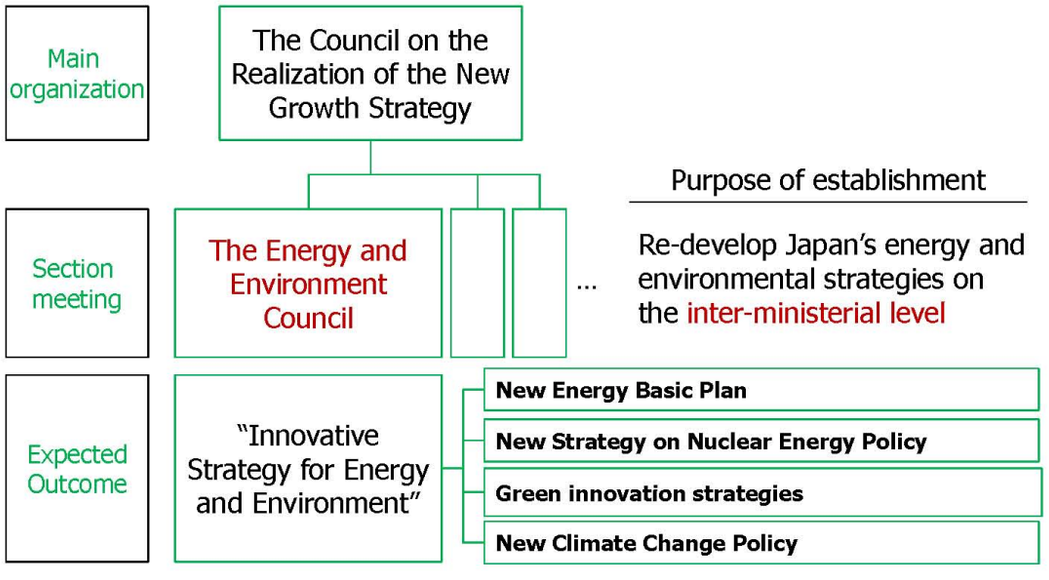
○ 다양한 영역의 노력으로 지난여름 전기사용의 14~16% 감축 달성

- 사무실: 낮동안 태양빛 이용, 에어콘의 보다 높은 온도 유지, 통로에 전기 소등
- 공장; 작업순환을 변화시켜 전력이용의 분배
- 가정; 전기이용의 감소를 위한 많은 노력
- 공공장소; 가능한 많이 전기 소등, 엘리베이터와 에스컬레이터 작동멈춤

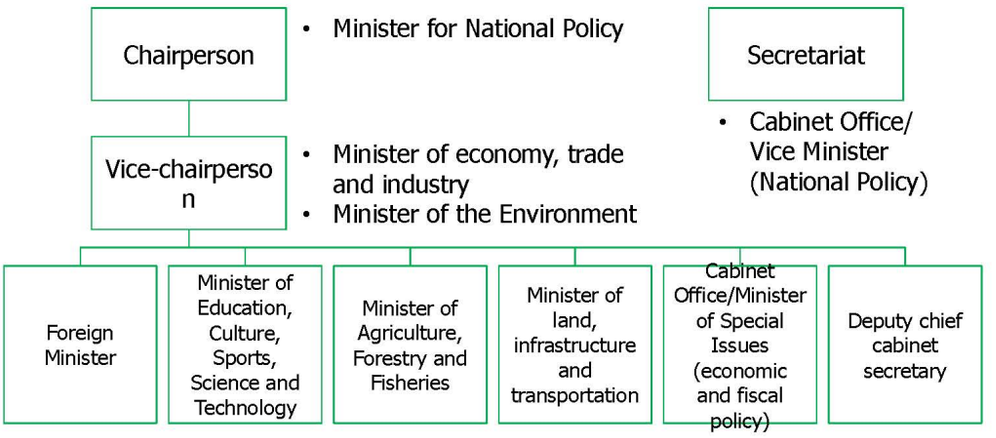
5. 에너지와 환경정책의 개정논의

1) 에너지/환경위원회

○ 새로운 성장전략의 실현을 위해 2011년 6월 총리산하에 에너지환경위원회 구성



○ 에너지/환경위원회 구성: 의장(장관), 부의장(경제, 무역, 산업, 환경장관), 6인의 멤버로 구성



2) 지금까지 논의사항

■ 에너지/환경위원회 설립(2011. 4. 7)

○ 3가지 기본개념 암시(2011. 5. 29)

- 새로운 에너지 병합 실현(핵에너지 등에 의존성 감소)
- 새로운 에너지공급체계 추구(전기생산과 수송 등을 위한 분산시스템)
- 국가적 논의 추구

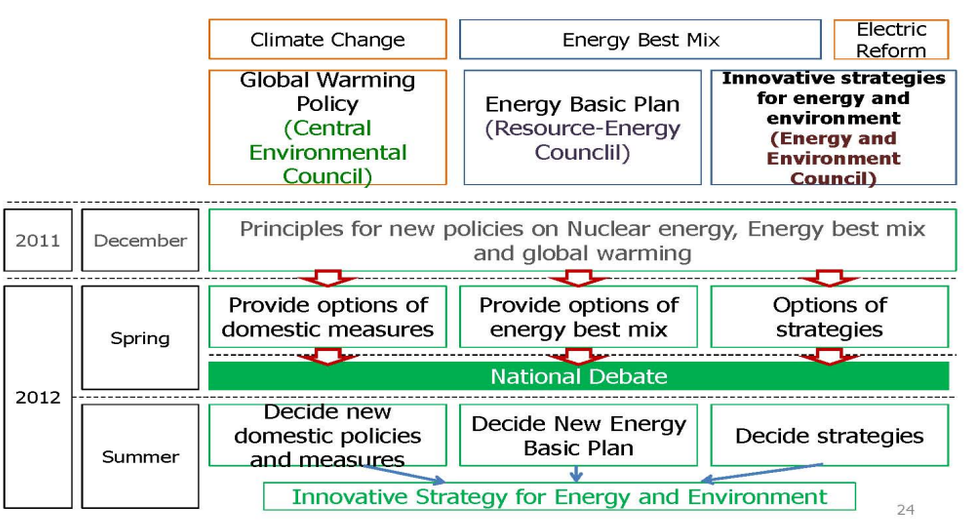
○ 핵에너지에 대한 비용의 재평가를 위한 소위원회 구성(2011, 10. 3)

○ 핵과 다른 에너지들에 대한 비용에 관한 소위원회 보고(2011. 12. 19)

○ 2012년 여름까지 새로운 전략 개발을 위한 원칙과 계획 합의(2011년 12. 21)

■ 다른 관계된 기구와 협력

○ 다양한 관련된 기구와 협력하여 2012년 여름까지 에너지/환경에 대한 혁신전략 마련



環境省
Ministry of the Environment

Japan's climate change policy

6th January 2012

Michi Oi
Ministry of the Environment, Japan
(MOEJ)

Topics

1. **Climate Change Policy by 2012**
2. Current Status on National GHG Emissions
3. Policies for further reduction toward 2020
4. Efforts to adapt Energy Crisis after the Earthquake
5. Discussion on Energy and Environment Policy Revision

Kyoto Protocol Target Achievement Plan

- Under the Law for Promotion of Countermeasures to Global Warming (adopted in 1998, revised 4 times in 2002, 2005, 2006 and 2008)
- Revised KP Achievement Plan was decided by the Cabinet in March 2008

Target of Reduction and Removal of GHGs

	Targeted Emission in FY2010	
	Million t-CO_2	Compared to the Base Year
CO_2 from Energy Use	1,076～1,089	**+1.3%～+2.3%**
CO_2、CH_4、N_2O from non-energy source	132	**-1.5%**
HFCs, PFCs, SF6	31	**-1.6%**
Total GHG emission	1,239～1,252	**-1.8%～-0.8%**
CO2 removal by sinks		**-3.8%**
Kyoto Mechanisms		**-1.6%**

KP Target Achievement Plan (2)

Policies and Measures to Achieve the Target

1. Policies and measures regarding the reduction and absorption of greenhouse gases

(1)Policies and measures for reducing greenhouse gas emissions

[Examples of measures]

- Promotion of voluntary action plans by industries
- Improvement of energy efficiency of houses and buildings, equipment, factories and automobiles.
- Measures regarding agriculture, forestry and fisheries, water supply and sewerage systems and traffic flows
- Measures regarding waste and CFC substitutes (HFC, PFC and SF_6)
- Measures to promote the use of new energy

(2)Measures regarding greenhouse gas absorption sources

- Forest management and national campaigns for the development of beautiful forests

2. Cross-sectional measures

- System for the calculation, reporting and publication of data on emissions
- National campaigns for environment friendly life style etc.

Issues to be reviewed promptly

- Domestic emissions trading
- Environment taxes
- Review of late-night life/work styles
- Introduction of a summer time system

Biennial review

➢A comprehensive review of the KP Target Achievement Plan has been scheduled every two year in order to ensure that 6% reduction commitment is met.

Review Schedule for the Kyoto Protocol Target Achievement Plan

Global Warming Prevention Headquarters(Cabinet Office)

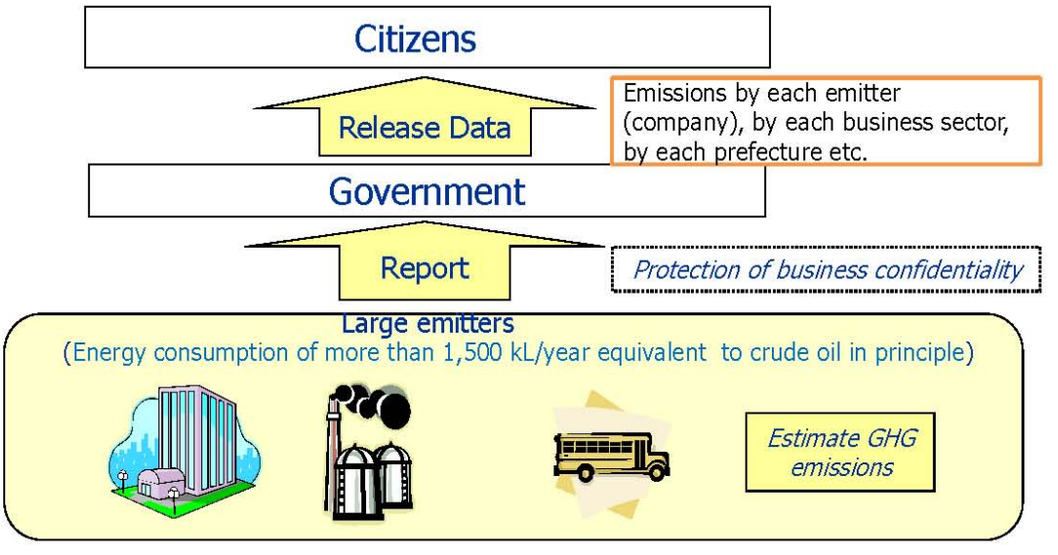
the Central Environmental Council and the Industrial Structure Council

March 2008: Cabinet approval of revised target achievement plan

- Annual check and Cabinet approval of plan revisions as needed.
- 2009:Comprehensive evaluation and revision of the plan **(No revision actually)**
- December 2011: Evaluation started

Mandatory GHGs Accounting and Reporting System

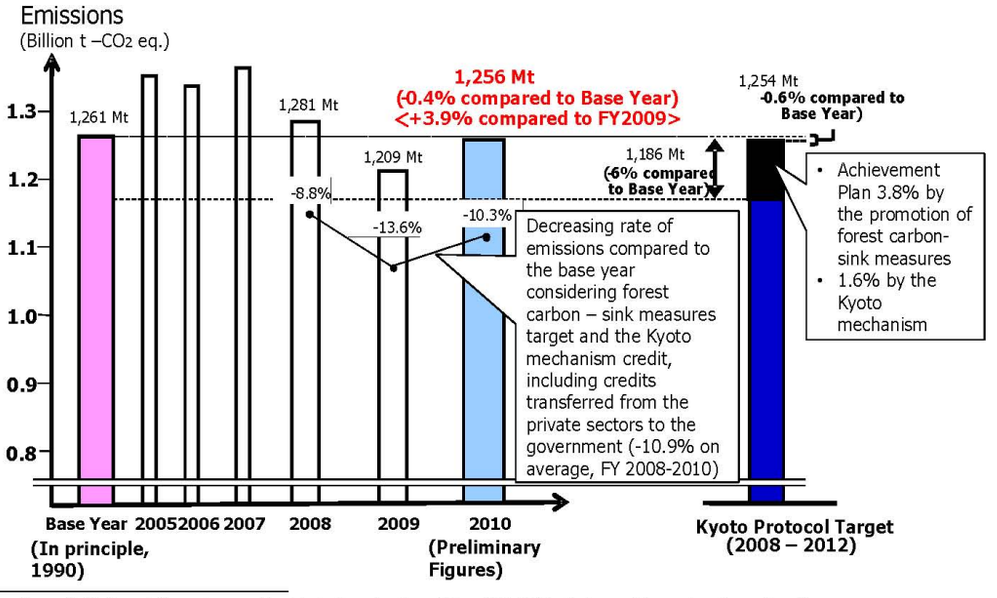
A legally-binding system under which large emitters report their GHG emissions to the government. The government makes public the information.
Not aim to be used for national GHG emission inventory but to encourage business sectors to reduce GHGs by promoting awareness of their carbon footprint.



1. Climate Change Policy by 2012
2. **Current Status of National GHG Emissions**
3. Policies for further reduction toward 2020
4. Efforts to adapt Energy Crisis after the Earthquake
5. Discussion on Energy and Environment Policy Revision

Japan's National GHG Emissions in FY 2010

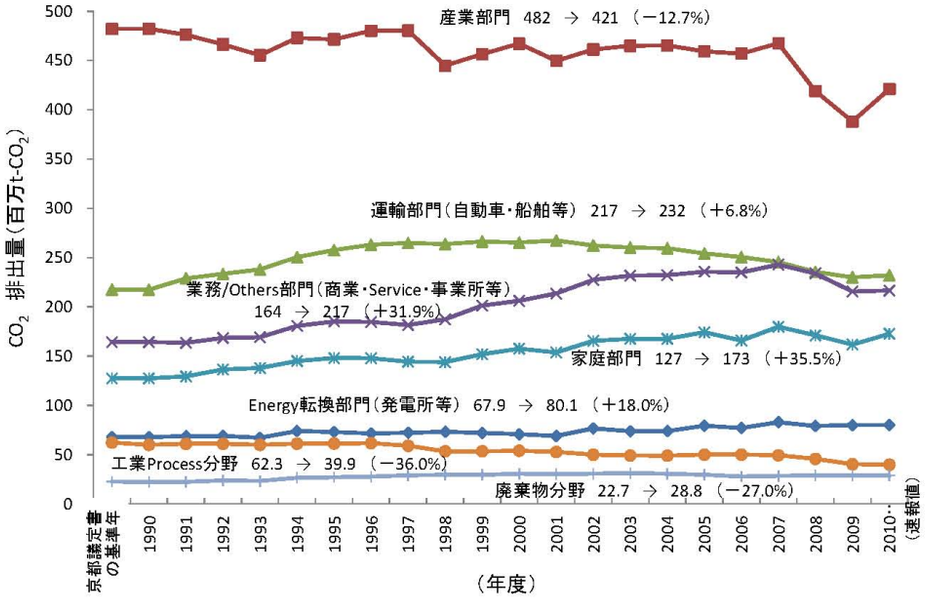
1,281Mt (+1.6% compared to 1990) in FY2008, 1,209Mt (-4.1%) in FY2009 and 1,256Mt (-0.4%) in FY2010 (Preliminary figure) .



Source: Japan's National Greenhouse Gas Emissions in Fiscal Year 2010 (Preliminary Figures) <Executive Summary>

Trend of CO_2 emissions by sectors

CO_2 emissions trend of each sector 1990-2010.



Source: xls.741KB http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html

1. Climate Change Policy by 2012
2. Japan's National GHG Emissions in 2010
3. **Policies for further reduction toward 2020**
4. Efforts to adapt Energy Crisis after the Earthquake
5. Discussion on Energy and Environment Policy Revision

Bill of the Basic Act on Global Warming Countermeasures

Aims to provide basis of climate change policies including Japan's mid- and long-term target/goal. Approved by the Cabinet in March 2010.

Mid-term target:

"Emission reduction by 25% by 2020 compared to the 1990 level premised on establishment of a fair and effective international framework in which all major economies participate and agreement on by all those economies on ambitious targets"

Long term goal:

80% reduction by 2050 compared to the 1990 level

- All possible policy instruments must be mobilized
- Policy and measures will include;
  - Domestic Emissions Trading Scheme
  - Tax for addressing global warming
  - Feed-in Tariff (FIT)
  - Utilization of Renewable Energy
  - Promotion of Energy Efficiency
  - Innovative technology development
  - Carbon disclosure
  - Creation of New Business etc.

Three major policies under the Bill

Among three major policies, Japan mainly considers implementing feed-in tariff scheme for Renewable energy and environmental tax.

Bill of Basic Act on Global Warming Countermeasures

Three major policies

- Feed-in tariff scheme for renewable energy
- Environmental tax
  including "Carbon Dioxide Tax of Global Warming Countermeasures"
- Domestic emission trading scheme

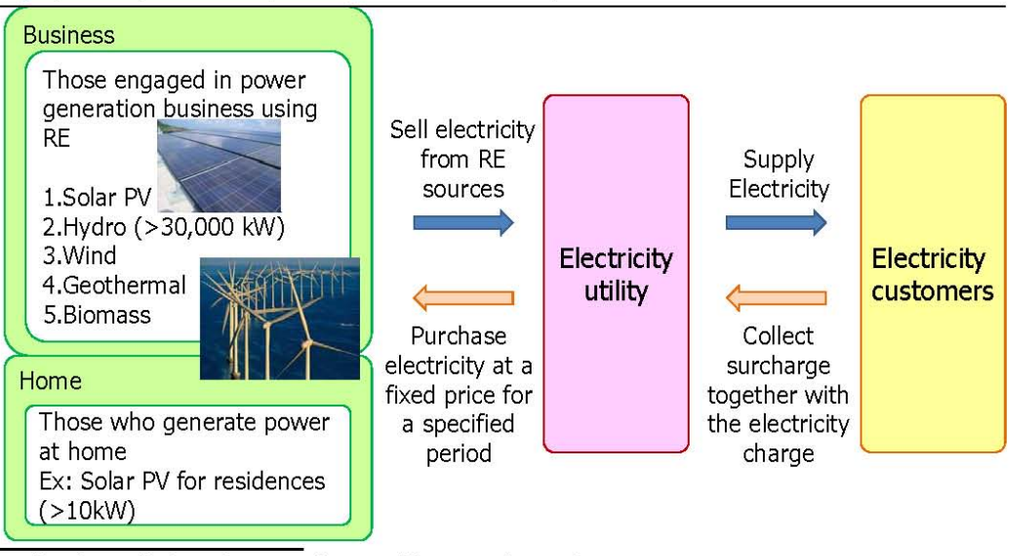
Deliberately consider, taking account of burdens on domestic industry and influences on employment

Source: Committee of Ministers (28th December, 2010)

Feed-in tariff scheme for RE



The bill for introducing Feed-in Tariff scheme for Renewable Energy was adopted by the Diet in July 2011.
All of generated renewable electricity (excess electricity by residential RE equipment) shall be purchased at a fixed price.



Source: "Feed-in Tariff Scheme for Renewable Energy" (MITI, October 2011)

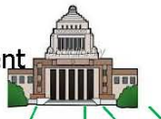
FIT: Purchase price/period

Three major policies: A feed-in tariff scheme | An environmental tax | ETS

Purchase rate and period shall be decided every year corresponding to the type, form of installation and scale of renewable energy (RE) sources.

How to decide purchase price/period

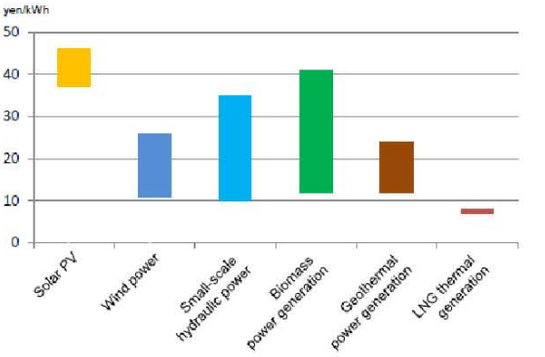
Appointment requires consent by the Diet



After open examination at the third party committee, the purchase price and the purchase period shall be decided.

While considering:
- Power generation cost
- Profit to be received by those who installed facilities
- Services life
- Premium price for three years from the launch of the scheme

[Reference]: Comparison examples of current power generation costs



Source: Geothermal Generation Workshop (June 2009)
LNG: Subcommittee to Study Costs and Other Issues, Electricity Industry Committee (January, 2004)

Source: "Feed-in Tariff Scheme for Renewable Energy" (MITI, October 2011)

Recent Decisions on Tax Reform

Three major policies: A feed-in tariff scheme | An environmental tax | ETS

To strengthen measures against global warming through tax, FY2012 taxation reform proposal was adopted by the Cabinet in December 2011.

Cabinet decision in Dec. 2010

Included "**Carbon Dioxide Tax of Global Warming Countermeasure**" in FY2011 Taxation Reform

postponed by the Diet in March 2010

Decision in Dec. 2011

- Re-send the proposal to the Diet to introduce new tax from FY2012.

Concretely

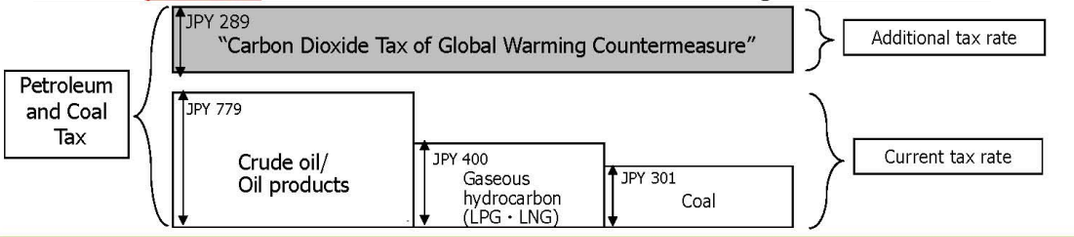
- "Special Provision on Taxation for Global Warming Countermeasure" shall be established.
- It imposes additional tax rate on current Petroleum and Coal Tax, based on CO_2 emission volume of each fossil fuel, in order to reduce energy-originated CO_2 emission in wide range of fields.

Source: "FY2012 The Result of Taxation Reform Request by Ministry of the Environment" (MOEJ, December 2011)

Tax rate of proposed Carbon Dioxide Tax

Three major policies: A feed-in tariff scheme / **An environmental tax** / ETS

Tax Rate per t-CO2 of "Carbon Dioxide Tax of Global Warming Countermeasure"



Tax Rate of "Carbon Dioxide Tax of Global Warming Countermeasure"

Target	Current	October 2012 -	April 2014 -	April 2016 -
Crude oil, Oil products [per kl]	(JPY 2,040)	JPY +250 (JPY 2,290)	JPY +250 (JPY 2,540)	JPY +260 (JPY 2,800)
Gaseous hydrocarbon [per ton]	(JPY 1,080)	JPY +260 (JPY 1,340)	JPY +260 (JPY 1,600)	JPY +260 (JPY 1,860)
Coal [per ton]	(JPY 700)	JPY +220 (JPY 920)	JPY +220 (JPY 1,140)	JPY +230 (JPY 1,370)

* Figures in parenthesis are the tax rate of Petroleum and Coal Tax.

Source: "FY2012 The Result of Taxation Reform Request by Ministry of the Environment" (MOEJ, December 2011)

Domestic Emission Trading Scheme

Three major policies: A feed-in tariff scheme / An environmental tax / **ETS**

Japan promotes economically efficient emissions reduction through putting carbon the price.

Japan's Voluntary Emissions Trading Scheme (MOE) (2005-)

Advisory Committee on the Emissions Trading Scheme (MOE) (Jan 2008-)

Offset Credit (J-VER) (MOE) (Nov. 2008-)

Experimental Introduction of an Integrated Domestic Market for Emissions Trading (GOJ) (Oct. 2008～)

Bill of the Basic Act on Global Warming Countermeasures (Mar. 2010 Under discussion at the Diet)

Central Environment Council established an ETS Subcommittee for designing the scheme. (Apr.2010-)
- Interim report of the Subcommittee published Dec.2010

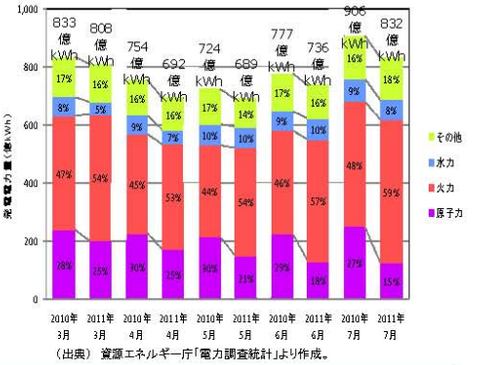
1. Climate Change Policy by 2012
2. Japan's National GHG Emissions in 2010
3. Policies for further reduction toward 2020
4. Efforts to adapt Energy Crisis after the Earthquake
5. Discussion on Energy and Environment Policy Revision

Changes after 11 March 2011

After the East Japan Earthquake, the whole electric generation has decreased.

Changes in energy source and use

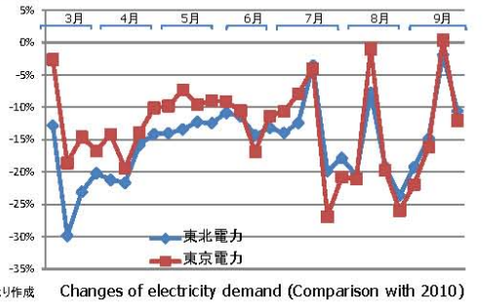
- Change of electricity structure: the rate of nuclear power generation has decreased and thermal power increased.
- The whole amount of electric generation has decreased.



（出典） 資源エネルギー庁「電力調査統計」より作成。

Efforts for energy saving

- Tokyo Electric Power Co. (TEPCO) and Tohoku Electric Power Co. implemented control measures of peak demand last summer.
- As a result, electricity demand (kWh) is reduced by 16% and 14% on average, compared with the previous demand.



Changes of electricity demand (Comparison with 2010)

（出典） 電力系統利用協議会資料より作成

Success in reduction of electricity use

Japan succeeded in cutting electricity use by 15 percent in the area of East Japan, including Tokyo last summer.

Efforts in various areas

Offices	Factories	Households	Public place
• Use solar light during daytime • Maintain higher temperature of air conditioners • Switch the light off in corridor	Make efforts to equalize electricity usage by changing work rotation	Further efforts to reduce electricity use	• Switch the light off as much as possible • Stop operating elevators and escalators

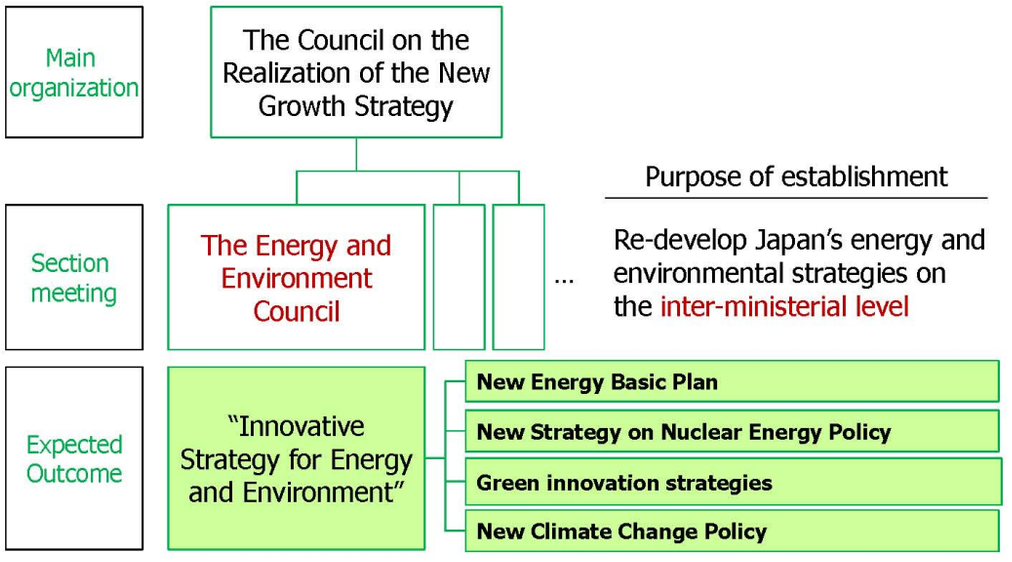
Achieved 14 - 16 % of reduction of electricity use last summer

Source: (Japanese) http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/kiko/cop17/kaiken1207.html

1. Climate Change Policy by 2012
2. Japan's National GHG Emissions in 2010
3. Policies for further reduction toward 2020
4. Efforts to adapt Energy Crisis after the Earthquake
5. **Discussion on Energy and Environment Policy Revision**

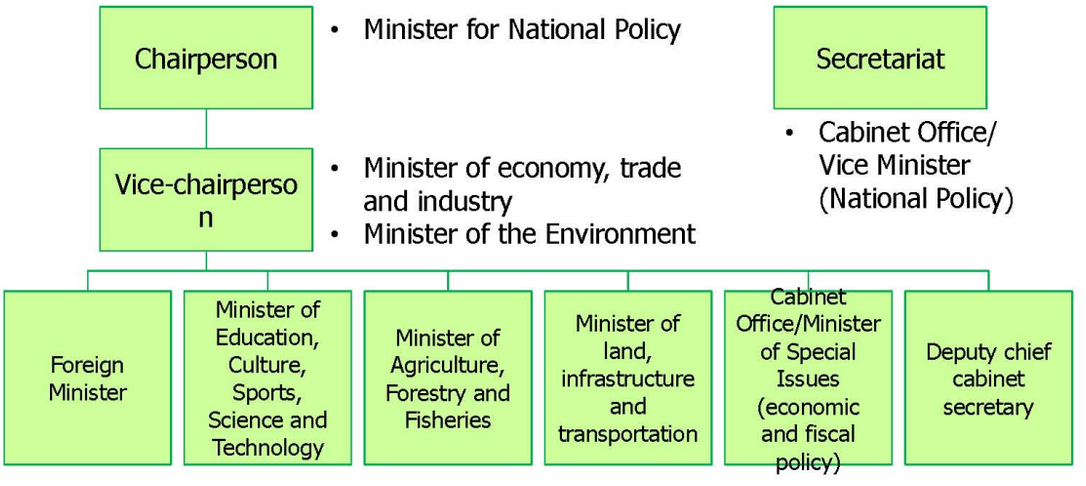
Energy and Environment Council

The Council on the Realization of the New Growth Strategy set up the Energy and Environment Council in June 2011 under the leadership of the Prime Minister's Office.



Composition of the Energy and Environment Council

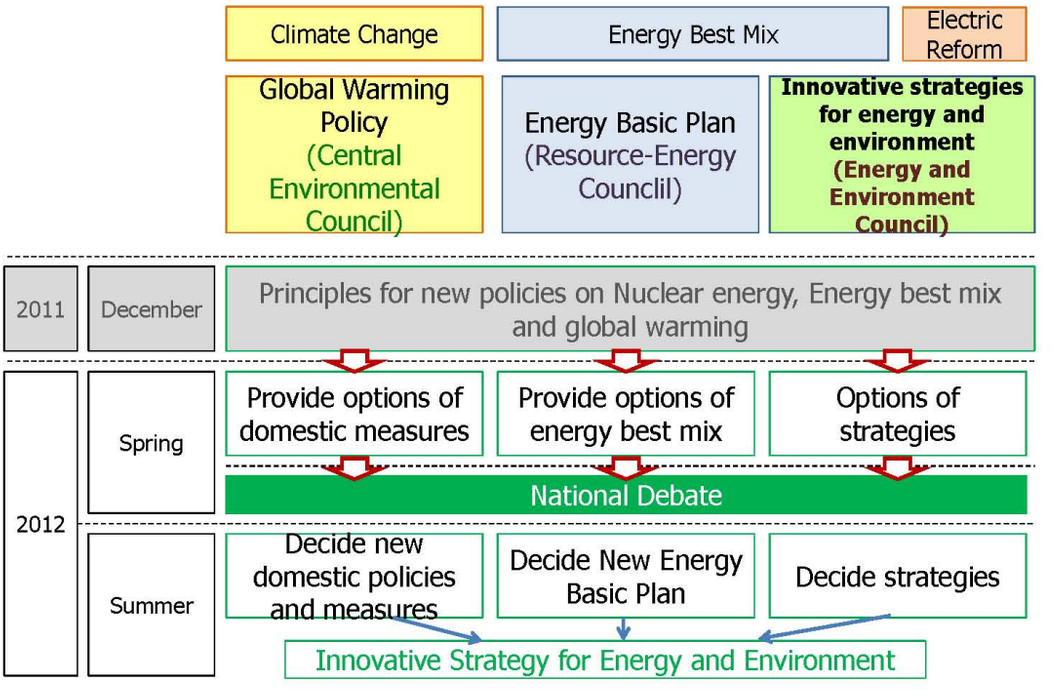
As a chairperson, Minister for National Policy was selected and the council consists of Vice-chairperson as well as six members.



Discussions so far

7 June 2011	Establishment of the Energy and Environment Council
29 July 2011	Indicated **three basic concepts**: 1) Realising new energy mix (reduction of dependency on nuclear energy etc.) 2) Seeking new energy supply system (dispersed system for electricity generation and delivery etc.) 3) Ensuring nation-wide discussion
3 Oct 2011	Set up the sub-committee for re-evaluation of costs for nuclear energy
19 Dec2011	Report by the sub-committee on costs for nuclear and other energies
21 Dec2011	Agreed **Principles and schedule** for developing the new strategy by summer 2012

Coordination with other related institutions



Thank you for your kind attention.

Contact:

Michihiro OI (Mr.)
michihiro_oi@env.go.jp

Akiko URAKAMI (Ms)
akiko_urakami@env.go.jp

Further information: http://www.env.go.jp/

III. 환경자주행동계획(지구온난화편)

(社)일본경제단체연합회(2011. 12. 13)

목 차

1. 교토의정서 약속기간（2008년도~2012년도）동안 목표달성방침
2. 산업·에너지 전환부문에서 2010년도 CO_2 배출량
3. 업종별 동향
4. 자주행동계획의 추진사업에 대한 평가
   (1) 2010년도 산업·에너지 전환부문의 CO_2 배출량변화 요인
   (2) 2010년도 업종별목표 상향 조정
5. 민생부문·운송부문에서 CO_2 삭감조치
   (1) 업무부문 등, 운송부문 참가업종의 조치
   (2) 사무실 등의 업무부문의 조치
   (3) 물류 부문의 조치
   (4) LCA（life cycle assessment）관점에서의 조치
   (5) 국민운동 지원하는 추진사업, 삼림정비활동 추진
6. 일본 산업계의 기술력을 활용한 국제공헌
   (1) 에너지 효율의 국제비교
   (2) 교토의정서를 활용한 해외에서의 온실가스감축조치
7. 이후 방침

1. 교토의정서 약속기간 (2008~2012동안 목표달성 방침

○ 일본경제단체연합회(이후 경단련으로 표기)는 「환경문제에 대처하는 것은 기업의 존속과 활동에 필수 요건이다」 라는 이념으로 교토의정서 채택에 앞선 1997년 6 월에 환경자주행동계획<온난화대책편>을 책정

○ 이후 「2008~2012년도의 산업 · 에너지 전환부분에서 CO_2 배출량을 1990년도 수준 이하로 억제토록 노력하자」 라고 하는 공동 목표의 설정과 동시에 자주행동계획에 참가하는 각 업종과 기업이 스스로 목표를 설정하여 목표달성을 사회적으로 공약하고, 이를 위해 지속적으로 노력하여 왔음.

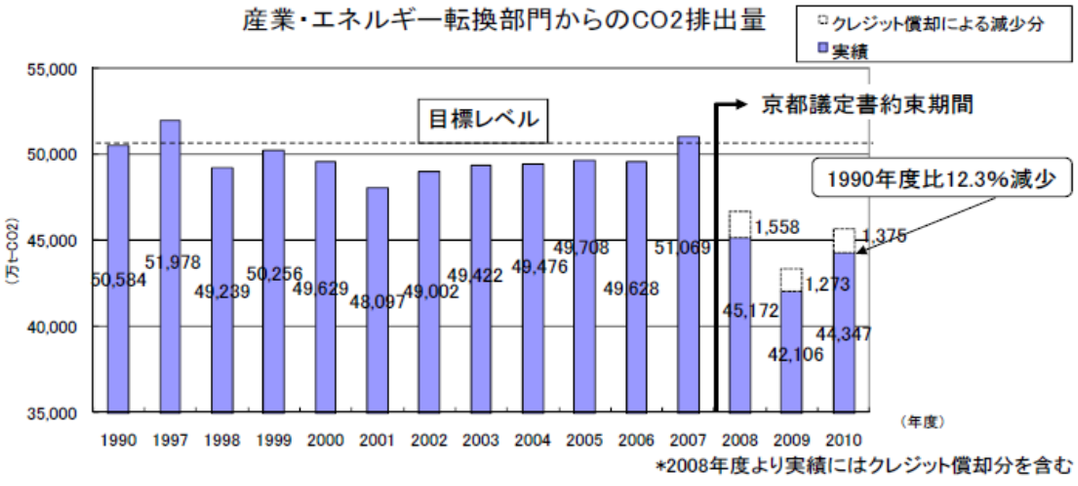
○ 자주행동계획에서는 스스로의 삭감 노력만으로 목표달성이 곤란한 경우에 실질적인 삭감으로 이어지는 국내 크레디트와 교토 메커니즘에 의한 크레디트를 보완적으로 활용한 목표 달성도 인정하고 있음.

2. 산업 · 에너지 전환부문의 2010년도 CO2 배출량

○ 2011년도 추적조사에 참가했던 산업 · 에너지 전환부문 34개 업종의 CO_2 배출량은 1990년(기준연도)에 5억 584만 t-CO_2이며, 이는 일본 전체 CO_2 배출량(1990년도 11억4,120만 t-CO_2)의 약 44%에 해당됨.

○ 또한 이 배출량은 일본 전체의 산업·에너지 전환부분의 배출량(1990년도 6 억1,230만 t-CO_2)의 약 83%에 상당함.

○ 금번 추적조사의 결과 2010년도의 CO_2 배출량은 4억4,347만 t-CO_2으로 1990년 대비 12.3% 감소(2009년 대비 5.3%증가)하였음(그림1).



<그림 1> 산업 · 에너지 전환부문의 CO_2 배출량

3. 업종별 동향

○ 이번에 참가한 산업·에너지 전환부문의 34개 업종[2] 중에서, CO_2 배출량이 1990년도에 비해 감소한 업종은 24개 업종(2009년도에 비해 감소는 11개 업종)으로 목표 지표별로는 다음과 같음.

- CO_2배출량 삭감을 목표한 14개 업종 중에 1990년 대비 CO_2 배출량이 감소한 업종은 13개 업종(2009년 대비 감소는 15업종)임.
- 또한 에너지 사용량을 감소를 목표로 한 5개 업종 모두는 1990년 대비 에너지 사용량이 감소하였음.
- CO_2 배출원단위의 향상을 목표로 한 10개 업종 모두는 1990년 대비 배출원단위가 개선되었음(2009년 대비 개선은 7개 업종).
- 에너지원단위의 향상을 목표로 한 12개 업종 중, 1990년도에 비해 원단위가 개선된 업종은 10개 업종(2009년 대비 개선은 7개 업종)이였음.

4. 자주행동계획 관련 추진사업에 대한 평가

1) 2010년도 산업 · 에너지 전환부문의 CO2 배출량변화 요인

○ 2010년도 산업·에너지 전환부문 34개 업종의 CO_2 배출량은 1990년 대비 12.3%감소하였고, 이에 대한 요인은 다음과 같음.

- 1990년~2010년 동안의 생산 활동량 증가가 CO_2 배출량의 5.0%증가에 기여
- 또한 생산활동량 당 배출량의 감소 및 CO_2 배출계수의 감소가 각각 CO_2 배출량의 15.8%와 1.5%감소에 기여
- 산업계 스스로 배출량 삭감 노력을 반영한 저탄소화율(1990년도 대비 CO_2 배출계수의 개선량 및 1990년도 대비 생산활동량 당 배출량의 개선량)은 −17.3%였음.

○ 2009년과 비교하면, 생산활동량의 증가 및 CO_2 배출계수의 상승에 의한 CO_2배출량은 8.1%증가했으나, 생산활동량 당 배출량의 감소는 CO_2 배출량의 2.7%감소에 도움을 주어 결과적으로 2010년 CO_2 배출량은 2009년 대비 5.3% 증가되었음.

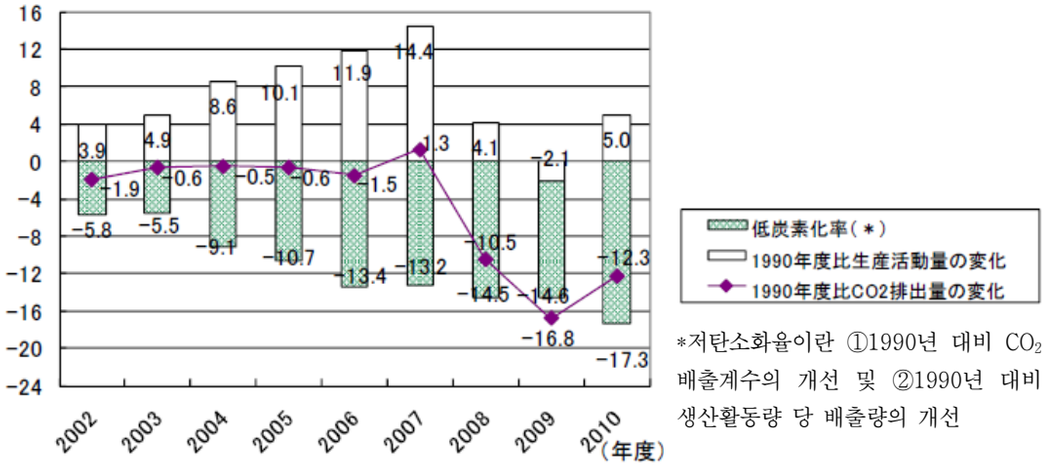
○ 생산활동량 당 배출량 감소는 업종에 따라 기술혁신, 에너지 감축설비나 고효율설비의 도

2) 산업 · 에너지 전환부문의 34개 업종 : 판초자협회, 주댁생산단체연합회, 전기 · 전자 4단체 (정보통신네트웍산업협회 · 전자정보기술산업협회 · 일본전기공업회 · 비지니스기계·정보시스템산업협회) , 제당공업회, 제분협회, 석유광업연맹, 석유연맹, 석회석광업협회, 석회제조공업회, 시멘트협회, 전국청량음료공업회, 전기사업연합회, 일본알루미늄협회, 일본위생설비기기공업회, 일본화학공업협회, 일본가스협회, 일본건설업연합회, 일본광업협회, 일본공작기계공업회, 일본고무공업회, 일본산업기계공업회, 일본산업차량협회, 일본자동차공업회 · 일본자동차차체공업회, 일본자동차부품공업회, 일본신동협회, 일본제지연합회, 일본제약단체연합회 · 일본제약공업협회, 일본조선공업회 · 일본중소형조선공업회, 일본철강연맹, 일본철도차량공업회, 일본전선공업회, 일본유업협슺, 일본베어링공업회, 맥주주조조합.

입, 연료 전환, 배출 에너지의 회수 이용, 설비 및 기기에 관한 운용개선 등의 다양한 조치가 착실하게 축적되어 왔기 때문임.

<표 1> 2010년도 산업 · 에너지 전환부문의 CO2 배출량증감의 요인

	1990 년도 대비	2009 년도 대비
생산활동량의 변화	+5.0%	+8.0%
CO_2 배출계수의 변화	-1.5%	+.01%
생산활동량 당 배출량의 변화	-15.8%	-2.7%
계	-12.3%	+5.3%



<그림 2> 2010년도 산업 · 에너지 전환부문 34개 업종의 CO2 배출량증감 요인

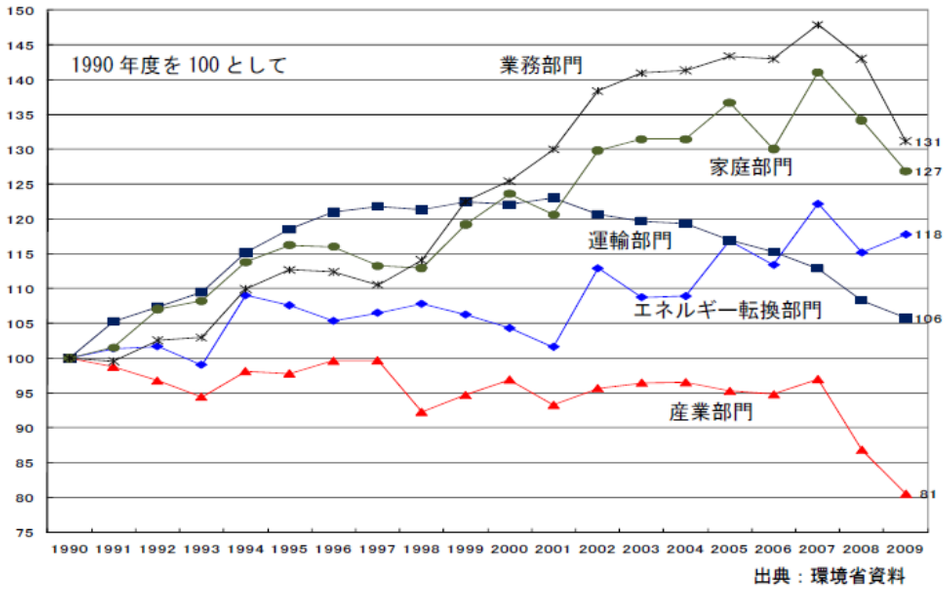
2) 2010년도 업종별목표 상향 조정

○ 환경자주행동계획의 업종별 목표는 당초 예상보다 큰 성과를 올린경우에 목표를 보다 높게 책정하기를 기대했으며, 이번 추적조사에서 목표의 상향조정이 미진한 곳도 있으나, 2007년 추적조사 이후 매년 많은 업종에서 목표의 상향조정이 이루어지고 있음.

5. 민생부문 · 운송부문에서의 CO_2 삭감 추진사업

○ 일본 전체 에너지원 CO_2배출량은 2009년도에 1990년 대비 1.5%증가(비에너지 원 CO_2, 메탄, 대체 프레온 등을 포함한 온실가스 전체로는 4.1% 감소) .

○ 부문별로는 산업부문에서 배출이 19.5%감소한 반면 업무와 가정 부문에서 각각 31.2%와 26.9%로 큰 폭으로 증가했음.



<그림 3> 일본 부문별 에너지원 CO2 배출량 추이(전기 · 열 배분 후)

○ 산업계는 선발주자의 기준을 만족시킨 에너지절약형 제품이나 서비스의 개발·보급, 종업원·소비자에게 정보제공 등을 통해 가정 부문, 업무부문, 운송부문에서 온난화대책에 기여해 왔음. 경단련에서는 앞으로도 기업의 뛰어난 기술력과 창의력을 살려 일본의 교토의정서의 약속 달성에 기여하고자 함.

○ 산업계의 온난화 대책은 제조 단계뿐만 아니라 물류부문이나 오피스부문으로 넓혀가고, 나아가 종업원을 통한 국민운동의 전개로 이어가고 있음.

○ 각 기업의 광범위한 온난화 대책의 경험과 성과를 보다 많은 기업이 공유하고 활용함으로서 온난화방지 조치를 보다 확대시켜가는 것이 중요함. 이러한 관점에서 경단련에서는 기회가 있을 때마다 회원기업·단체에 대하여 민생부문과 운송부문에서의 조치를 강화하도록 요청하고 있음.

- 사례로써 2007년 11월 20일「사무실의 에너지감축 등 한 지구 온난화 대책의 강화」, 2008년 4 월1일「지구온난화방지를 위해 보다 적극적인 참여 -교토의정서 약속기간의 개시에 즈음하여」, 2010년 6 월1일「저탄소 사회실현을 위한 조치」등임.

<표 2> 민생과 운송부문에 확산되는 산업계의 자발적 조치 사례

가정부문에서의 공헌 (국민운동을 지원하는 조치)	업무부문에서의 공헌 (사무실에서의 대책)
· 에너지절약형 제품이나 서비스 제공 및 소개 세미나 개최 · 인터넷으로 고객의 에너지절약 정보제공 · 환경가계부 작성 등 종업원의 환경교육 · 겨울에 서늘한 빌딩, 여름에 더운 빌딩 실시 · 출퇴근에 대중교통 이용 촉진 · 학교에서 환경교육 실시, 사업지역에 환경홍보 활동 · 에너지감축 아이디어를 넣은 캘린더나 가계부를 고객에게 배포, 조명감축 캠페인에 참가, 녹색상품 구입 추진, 환경 월 설정, 환경 설문조사 실시, 훌륭한 환경 활동에 표창 등	· 냉난방의 온도 관리 강화, 공조의 효율운전, 냉난방 설정 온도의 미세한 조정 · 기기, 조명기구 등의 에너지 절약형으로 변경, 컴퓨터의 에너지 절약, OA기기의 사용규제, 에너지절약 설비, 태양광 발전 등의 도입 · 주간 휴식시간 소등, 전등 솎아내기, 조명 회로의 세분화, 감지센서 도입 · 엘리베이터 사용 감축, 단열·차광 유리 도입, 창문에 차광필름 부착, 단열 도장 · 최적화 배치 등에 의한 바닥 면적 축소 · 본사 빌딩의 모든 전력을 녹색 전력으로, SCO 서비스 활용
운송부문에서의 공헌 (물류에서의 대책)	**삼림정비활동추진**
· 그룹회사 전체, 동일 현장으로의 공동수송, 물류거점, 저장소 등의 통폐합, 집약화, 화주사업자와 물류사업자의 연휴, 제품의 상호융통, 선박·차량의 대형화, 수송방식변경선박, 철도수송 등 · 정차 시 엔진정지 등에 의한 연비운전 여행, 고객에의 직접 납품, 수송경로 단축 · 장내에 자재 저장소를 설치, 자재 반입 효율화에 의한 차량 연료 절감, 저 연비차, 전기자동차, 천연가스 자동차, 에너지절약차량 도입, 제품의 경량화나 포장 재검토, 컨테이너의 설계 등을 통한 적재효율향상, 선박의 바닥, 스쿠류의 연마철저, 저 저항 도료사용 등	· 완충재, 명찰, 팸플릿, CSR보고서 · 환경보고서, 토양객토, 국산 간벌재 이용 · 바이오에너지연료 이용 · 조기 성장목재사용 · 기업 보유림 보전·육성, 사원·지역에서 의 계발활동 실시 · 재래종의 식림 · 기업의 숲, 삼림 오너제도에 참가 · 지치체나 기업 등 주최 삼림 봉사활동 (식림, 간벌, 가지치기, 풀베기) 에 참가 · 녹색기금 협력 · 해외 식림 활동 · 열대림 재생사업 참여 · 삼림보전 지침의 제정 등

1) 업무부문 등, 운송부문에서의 조치

○ 2011년도 추적조사에는 업무부문 등 14개 업종 · 기업[3]이 참여하였고, 운송부문에서 3개 업종 · 기업을 포함하여 각각의 자주행동계획을 책정하였음.

○ 이들 업종 대부분은 2008년도~2012년도에 CO2배출량이나 CO2배출원단위 등의 정량적인 목표를 설정하여 에너지절약 설비·기기의 도입이나 운용개선, 사내교육 등을 실시해 왔으며, 목표달성을 향해 성실하게 조치를 취해 왔음.

○ 또한 업무부문 등과 운송부문에 있어서도 당초 예상했던 것 이상으로 성과를 올린 경우에 많은 업종·기업이 목표를 상향해 가고 있음.

2) 오피스 등의 업무부문에서의 조치

○ 오피스에서 에너지 절약 대책은 업무부문에 속하는 업종에 국한되지 않고, 산업·에너지 전환부문, 운송부문 등의 광범위한 업종에서 냉난방의 온도관리 강화, 소등 등의 절전, 고효율 에너지절약 설비 도입 등 다양한 조치가 이루어지고 있으며, CO2배출량의 삭감이나 마루 면적당 CO2배출량 삭감으로 이어지고 있음.

○ 또한 표 3과 같이 업무부문에 관련된 목표수치를 설정하고, 목표를 달성하기 위해 적극적인 대책을 마련하는 기업의 예도 보고되었음.

3) 물류부문에서의 조치

○ 물류부문의 배출삭감은 자동차부문 집단대책으로 세계 최고수준의 연비기술에 의해 연비를 개선함과 동시에 물류 거점의 집약화, 화물주와 물류사업자의 연휴 등에 의한 물류의 효율화, 저 배출형 차량으로의 전환 등을 통해 배출 삭감이 착실하게 진행되어 왔음.

○ 또한 표 4와 같이 산업·에너지 전환부문 및 업무부문 등에 있어서도 기업에 따라서는 물류부문에 관해서 수치목표를 설정하여 수행하고 있음.

---

3) 업무부문 등에서 참가한 14개 업종 · 기업 : 생명보험협회, 전국은행협회, 일본인쇄산업연합회, 일본LP가스협회, 일본손해보험협회, 일본체인스토아협회, 일본백화점협회, 일본프렌차이즈협회, 일본호텔협회, 일본무역회, 일본랭장창고협회, 부동산협회, NTT그룹, KDDI.
운송부분에서 참가한 13개 업종 · 기업 : 전국통운연맹, 전일본트럭협회, 정기항공협회,
일본선주협회, 일본내항해운: 조합총련합회, 일본민영철도협회 및 JR화물, JR큐슈, JR시코쿠, JR동해, JR서일본, JR동일본, JR북해도.

<표 3> 산업·에너지 전환부문에서 보고된 오피스 등의 업무부문 목표 사례

업종	목표설정 주체	목표수치
석유연맹	기업	· 2009년도에 에너지 사용원단위를 2012년도까지 3%삭감 · 2005~2008년도의 4년간 평균치를 기준으로 하여, CO_2 배출량을 2010년도~2014년도에 평균 8%삭감
가스협회	기업	· 2005년도를 기준으로 에너지 사용량합계를 2015년도에 13%, 2020년도에는 15% 삭감 · 2007년도를 기준으로 바닥 면적당 CO_2 배출량을 2008년도~2012년도 동안 해마다 1%이상 삭감
철강연맹	업종	· 2003년도~2005년도의 3년간 평균치를 기준으로 CO_2 배출량을 2008년도~2012년도 사이에 평균 5%삭감
화학공업협회	기업	· 1990년도 기준으로, 전력사용량을 2010년도까지 6%삭감
시멘트협회	기업	· 2005년도 기준으로, 연간 정유 사용량을 2012년까지 5%삭감 · CO_2 배출량을 2010년도 실적 377t 보다 삭감하여 2011년도에는 375t로 함.
자동차공업회 자동차, 차체공업회	기업	· CO_2 배출량(재적 인구당 당 원단위)을 2008년도~2010년도의 3년간 평균 2% 삭감 · 2003년도를 기준으로, 2010년도의 CO_2 배출량을 5%삭감

<표 4> 산업·에너지 전환부문 및 업무부문 등에서 보고된 물류부문에서 수치목표 예

업종	목표설정주체	목표 수치
가스협회	기업	· 2010년도를 기준으로 차량에서의 CO_2 배출량을 2015년도 말까지 5%이상 삭감
화학공업협회	기업	· ton·kg 당 에너지 사용 원단위를 년 1%삭감 · 철도 수송률을 전년대비 1 %증가
전선공업회	업종	· 에너지 사용 원단위를 년 1 %삭감
LP가스협회	기업	· 에너지 사용 원단위를 년1%삭감

4) LCA (life cycle assessment) 관점에서의 조치

○ CO2배출량 삭감을 위한 기업노력은 제품의 제조·생산 공정에 한정되지 않고 저탄소 제품·서비스 제공을 통한 배출량 삭감에 공헌하고 있음.

○ 사용단계의 CO2배출량이 적은 제품 개발 · 보급, 종래에 가치가 없는 것으로 판단된 폐기물의 열에너지나 원료로서의 이용 증대 등의 조치가 진행되고 있음.

<표 5> 제품이나 서비스 등을 통해 배출량을 삭감하는 LCA적 관점의 조치 사례

<table>
<tr><th>제 품</th><th colspan="2">개 요</th><th>CO_2 삭감효과</th></tr>
<tr><td rowspan="7">가전제품</td><td colspan="2">- 선두주자를 기준으로 설정된 목표기준치를 상회하는 에너지절약 성능을 갖춘 제품을시장에 투입.</td><td>- 업무 · 가정 부문에서의 효과는 2010 년도에 2,600 만 t-CO_2 (교토의정서 목표달성계획, 2008년3월 자료를 근거로 계산)</td></tr>
<tr><td>품 목</td><td>에너지효율 개선 목표치</td><td>실 적</td></tr>
<tr><td>TV</td><td>16.4% (1997→2003 년도)</td><td>25.7%</td></tr>
<tr><td>VTR</td><td>58.7% (1997→2003 년도)</td><td>73.6%</td></tr>
<tr><td>에어컨</td><td>66.1% (1997→2004냉동년도)</td><td>67.8%</td></tr>
<tr><td>냉장고</td><td>30.5% (1998→2004 년도)</td><td>55.2%</td></tr>
<tr><td>냉동고</td><td>22.9% (1998→2004 년도)</td><td>29.6%</td></tr>
<tr><td>고성능화강재</td><td colspan="2">- 통상적인 강재에 비해 제조단계의 사용 에너지는 증가하지만, 변압기나 내열보일러 등의 사용단계에서는 에너지 절약 효과를 발휘</td><td>- 2010 년도에 약 2,039 만t-CO_2</td></tr>
<tr><td>탄소섬유</td><td colspan="2">- 탄소섬유는 제조 시에 고온으로 섬유를 열처리하기 때문에, 기존 소재에 비해 제조 시에는 많은 에너지가 소비되지만, 탄소섬유를 자동차나 항공기에 채용하면 경량화에 의한 연비가 향상되고, 라이프사이클에서 환경 부하를 대폭으로 저감할 수 있다.</td><td>- 제조 시에 20t-CO_2을 배출하지만, 10년의 라이프사이클에서는 탄소섬유 1 t당 자동차 70t-CO_2, 항공기 1,400 t-CO_2의 삭감 효과.</td></tr>
<tr><td>바이오매스 자동차연료</td><td colspan="2">- 교토의정서의 탄소중립효과가 있는 식물 유래의 바이오에탄올을 배합하여「바이오 가솔린」으로서 판매.</td><td>- 2010년도에 원유 환산 21 만 kl/년에 상당하는 CO_2 삭감효과</td></tr>
<tr><td>고효율 급탕기</td><td colspan="2">- 대기열을 회수하여, 급탕의 열에너지로서 이용하는 CO_2 냉매의 열펌프시스템</td><td>- 2011년8월 말 누적보급대수는 300만대로, CO_2 배출 억제량은 약 216 만t-CO_2/년</td></tr>
</table>

<표 5> 계속

제 품	개 요	CO_2 삭감효과
천연가스 폐열발전	- 도시가스 연료로서, 발전전력 및 폐열을 이용하는 고효율시스템	- 2010년도 말 누계설치용량은 453만kW, 삭감효과는 1,270 만t-CO_2/년
가정용연료전지	- 도시가스를 이용하여, 가정에서 사용하는 전기와 온수(난방용도를 포함)를 동시에 만드는 고효율 시스템	- 종래의 급탕기+화력발전보다 1,500kg-CO_2/년의 CO2 삭감효과
복층유리	- 주택 창을 단층유리에서 복층유리로 교환하여 단열성을 향상하면, 냉난방비는 약 40%삭감신설 주택의 복층유리 면적보급율의 추계치는 단독주택은 87.7%, 공동주택은 60.7% (2010 년도)	- 2010 년도 시점에서, 28.7 만t-CO_2/년의 삭감효과.
청량음료용기의 경량화와 내제화	- PET병의 내제화 비율의 확대에 의해, PET 병 납입 수송 시에 발생하는 배출량을 삭감. - 용기의 경량화에 의해, 병의 제조·수송 시의 CO_2 배출량삭감.	- 수송 시 부하 삭감효과는 트럭 약225,900대분의 약 25,100 t -CO_2. - 경량화에 의한 삭감효과는 2009년 대비 약 1,523 t -CO_2. (PET 원료1kg의 CO_2 배출량이 1.5kg-CO_2 /kg인 경우)
콘크리트 포장	- 콘크리트 포장에서 주행저항은 아스팔트 포장보다 6~20%정도 작다(2006년도). 콘크리트 포장에서 대형차의 연비는 아스팔트 포장에 배해 0.8~4.8% 정도 절약.	- 가령 간선도로(고속도로, 일반국도의 지정구간) 전체를 콘크리트로 포장하는 경우 CO_2 삭감 량은 27~161 만 t-CO_2/년(평균 94만t-CO_2 / 년)정도.
시멘트로 하수 오니 활용	- 하수 오니와 같이 처리가 곤란하고 대량으로 발생하는 폐기물도 적극적으로 활용하면, 일본 전체의 하수오니 처리에 필요한 에너지 삭감에 도움이 됨	- 시멘트로 하수오니를 활용하면 일본 전체로는 973×106MJ 상당의 에너지 소비량이 삭감(17.4MJ/t- 시멘트에 상당). 이를 CO_2 배출량으로 환산하면 약7 만 t-CO_2에 해당

<표 5> 계속

제 품	개 요	CO_2 삭감효과
고성능구부동관	- 고성능구부동관을 채용하면 에어컨은 제조 시에 베어관식에 비해 CO_2 배출량이 1대 당 3.3kg-CO_2 증가하나, 에어컨 사용 시의 배출량을 삭감할 수 있음	- 에어컨의 연간 가동시간을 4,319 시간(JIS C 9612), 에어컨 수명이 10년인 경우에, CO_2 배출량은 제조 시의 배출량 차이를 고려해도 베어관에 비해 약 2,216 kg-CO_2/대 삭감.
전기식 지게차	- 지게차를 엔진식에서 전기식으로 바꾸면 사용 중의 CO_2 배출량이 대폭으로 삭감.	- 전기차의 보유비율이 증가하면, CO_2배출량은 1998년도 말을 100이라하면, 2009년도 말에는 87, 2010 년도 말은 86로서 1998년도 대비 14포인트 삭감.
경량화된 지판지제품	- 면적당 경량화(해외 종래 제품에 비해 약 10% 전후)에 의해, 수송시의 CO_2 배출량 삭감에 도움	- 제품 중량을 약 10%감소시키면, 화물수송 시의 CO_2를 약 0.6% 삭감. - 2010년도 시점에서 일본 국내에서 약 50만 t-CO_2/년의 삭감 효과.
절수형 변기	- 위생도기는 제조에서 폐기까지의 기간이 길고, 사용 시의 세정 수량의 총량이 크다. 세정수는 생산하고 하수를 처리할 때 에너지를 소비하여 CO_2를 발생하기 때문에, 세정수량을 줄임으로서, CO_2 배출량을 삭감할 수 있음	- 종래형 변기(13L)를 절수형 변기(6L)로 변경한 경우에 CO_2 삭감효과는 약 60% (26.7kg-CO_2/년)의 삭감.

5) 국민운동을 지원하는 조치 및 삼림정비활동의 추진

○ 지구온난화 문제해결을 위해서는 국민 한 사람 한 사람이 매일 실천하는 라이프스타일로 변혁해 가는 것이 중요함. 에너지절감 제품이나 환경을 배려하는 상품과 서비스 등을 적극적으로 이용하는 국민운동을 통해 국민의 의식이나 행동의 변혁을 장려할 필요가 있음.

○ 기업은 동일본대지진이 발생한 전년도에 인터넷 활용이나 이벤트 개최 등을 통해 고객에게 에너지절감에 대한 정보 제공, 종업원 대상의 환경교육 등과 같이 국민운동으로 이어지는 조치를 적극적으로 전개하고 있음. 2009년 봄 이래, 에어컨 감세, 환경 차 보조금 제도, 가전환경포인트제도 및 주택환경포인트제도가 도입되면서, 에너지절약 성능이 뛰어난 자동차나 가전의 구입, 에너지 효율이 높은 주택의 신축이나 리폼을 촉진하는 효과를 거두었음.

○ 경단련은 사무실이나 점포 등의 업무부문이나 물류부문의 에너지 효율의 향상을 위한 대책 강화에 더불어, 최고경영자 스스로 가벼운 복장의 솔선수범, 에너지절감 성능이 높은 기기의 적극적인 이용, 종업원의 환경가계부 작성 장려 등과 같은 국민운동을 확대로 이어지는 조치를 강화하도록 요구했음.

<표 6> 산업·에너지 전환부문에서 보고된 환경가계부에의 조치의 예

업종	조치의 예
일본가스협회	- 회원기업 중 107사, 약 5,000세대가 사원 주택 이용.
일본철강연맹	- 2005년도보다 환경가계부에 의한 에너지 절약 활동 실시. 각 사에서「그룹 기업을 포함함 전 사원을 대상으로 한 계발활동」이나「인터넷을 활용한 환경가계부 시스템 정비」등의 조치를 강화한 결과, 2008년도 이후에는 참가 세대수가 2만 세대를 초과.
일본화학공업협회	- 회원기업의 종업원 9,087인이 참가.
일본제지연합회	- 2010년 4월에서 2011년 3월까지 관계자를 중심으로 각 가정의 전력 및 가스, 수도사용 상황을 점검하여 환경가계부를 체험하면서 실태파악을 실시. - 각 가정에서의 에너지절약으로서 단열화(창의 복층유리화), 고효율 급탕기로의 교환, 백열등을 형광등으로 변경, LED 도입, 태양광패널 설치 등의 조치가 이루어짐

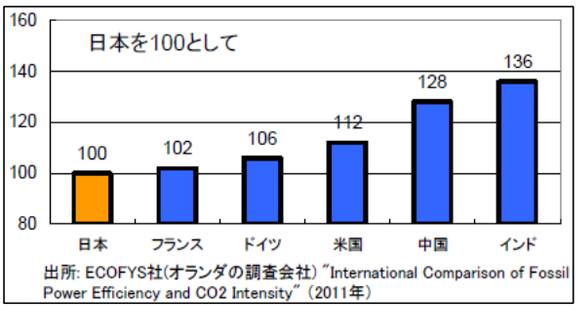
○ 이 외에, 삼림 및 흡수원의 대책으로 간벌재 등의 국산자재의 이용확대나 자사 보유림의 정비, 국내외에서의 식목 프로젝트를 추진하는 사례도 있음. 온난화방지를 위한 산업계의 자주적인 조치는 다양한 부문으로 확대되고 있으며, 또한 일본제지연합회에서는 자주행동계획의 목표로서 CO2배출원단위 · 에너지 사용원단위의 삭감과 함께「소유 또는 관리하는 삼림지를 70만ha(동경 23구의 약11배)로 확대한다.」는 목표를 세워 식림면적이 2010년도 말에 국내외 합쳐 69.1만ha에 달함.

6. 일본 산업계의 기술력을 활용한 국제공헌의 조치

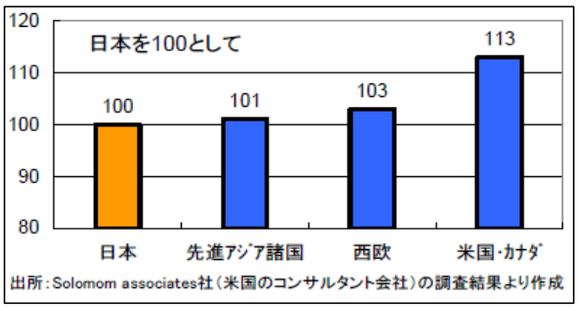
1) 에너지 효율의 국제비교

○ 일본 산업계는 오일쇼크 이후인 1970 년대부터 에너지절약 대책분야에서 세계를 선도해 왔음. 이번 조사에서 참가업종이 실행하고 있는 에너지효율의 국제비교에 따르면, 모든 업종에서 지속적으로 세계 최고의 에너지효율을 실현하고 있음.

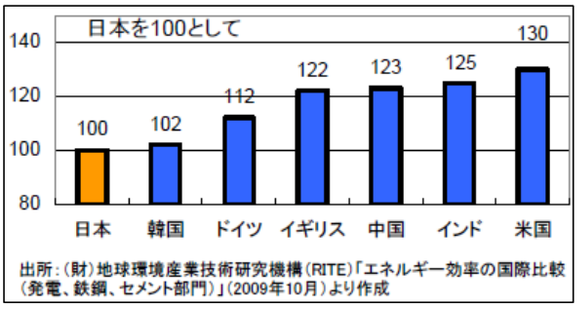
○ 지구온난화는 지구 규모의 문제이며, 일본기업이 가진 뛰어난 에너지절약·신에너지기술 제품의 해외 보급을 추진하여 세계 여러 나라의 온실가스 배출억제에 공헌하는 것이 중요함.



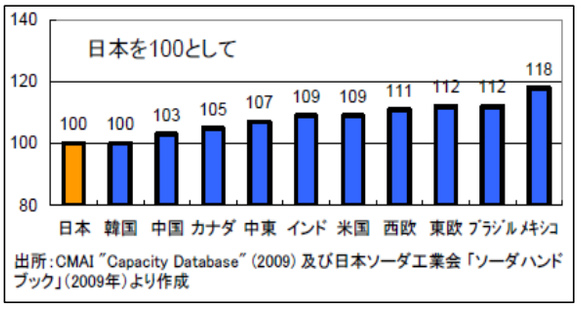
(1) 전력을 화력발전으로 1kW 생산하는데 필요한 에너지 지수 비교(2008일본을 100으로 하여)



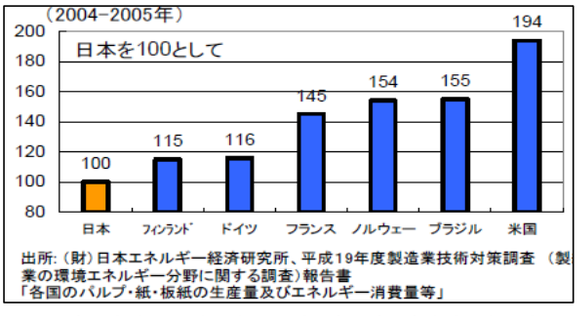
(2) 석유제품 1kl를 만드는데 필요한 에너지 지수비교(2004년일본을 100으로 하여)



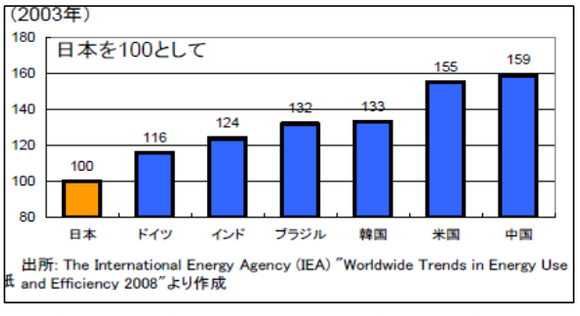
(3)철 1톤을 만드는데 필요한 에너지 지수비교(2005년, 일본을 100으로 하여)



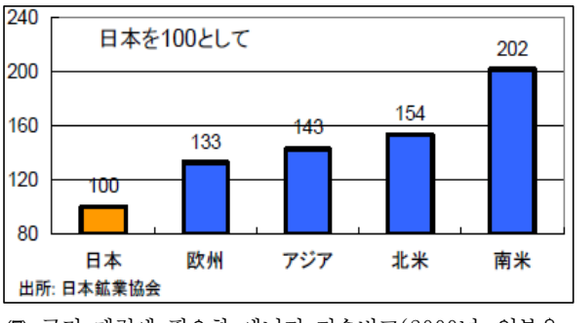
(4) 전해성 소다(화학원료) 1톤을 만드는데 필요한 에너지 지수비교(2009년, 일본을 100으로 하여)



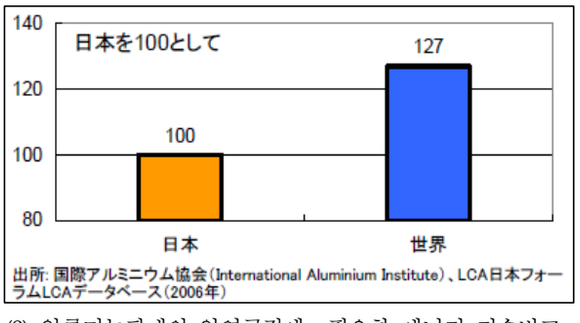
(5) 종이, 판지1 톤을 만드는데 필요한 에너지 지수비교(2004-2005년, 일본을 100으로 하여)



(6) 시멘트 중간제품(크링커) 1톤을 만드는데 필요한 에너지 지수비교(2003년, 일본을 100으로 하여)



(7) 구리 제련에 필요한 에너지 지수비교(2000년, 일본을 100으로 하여)



(8) 알루미늄판재의 압연공정에 필요한 에너지 지수비교(2000년, 일본을 100으로 하여)

<그림 4> 산업·에너지 전환부문의 에너지 효율의 국제비교

2) 교토 메카니즘을 활용한 해외에서의 온실가스 삭감사업

○ 전년에 이어, 금번 추적조사에서도 세계 각지에서 실시된 신에너지사업, 폐열회수, 메탄가스회수 등의 사업에 대해 교토 메커니즘을 활용한 크레디트 발생 예측량과 함께 다수의 사례가 보고되었음. 또한 많은 업종·기업이 일본의 온실가스 삭감기금이나 세계은행 등의 국내외 기금에 출자하고 있음.

○ 환경자주행동계획에서는 스스로의 삭감 노력만으로 목표 달성이 곤란한 경우에 크린 개발메커니즘(CDM)이나 공동실시(JI) 등의 교토메커니즘을 보완적으로 활용함으로써 목표를 달성했다고 평가되는 조치도 있음.

○ 업종에 따라서 세계 최고의 에너지 효율을 실현하면서 표 7과 같이 자발적인 목표달성을 위해 많은 금액을 거출하여 교토메커니즘 크레디트를 구입하고 있음.

<표 7> 참가업종에서 보고된 교토메커니즘을 활용한 주요한 국제공헌 조치의 사례

업 종	프로젝트의 개요	크레디트 발생량 ／감가상각량
전기사업연합회	· 교토 경도의정서에 규정된 공동실시(JI)·크린개발(CDM)을 위한 바이오매스발전, 열효율 개선사업 및 식림사업 등을 해외에서 전개. · 세계은행의 탄소기금이나 일본의 산업계가 일체가 되어 일본 온실가스 삭감기금(JGRF) 등에 출자	·2008, 2009, 2010년도에 각각 약6,400 만t- CO_2, 약 5,200 만t- CO_2, 약 5,700 만t-CO_2의 크레디트를 상각
일본철강연맹	·중국 산동 동악HFC23 파괴프로젝트 ·중국천안 코크스 공장에서 폐열회수 시스템 도입 ·필리핀에서 냉각장치의 배열을 이용하여 발전하는 프로젝트 ·각종 탄소기금에의 참가 등	·업계 전체로 3,500만t- CO_2
석유연맹	·베트남 석유채굴 시에 수반되는 가스 회수 이용 ·브라질 매립 처분장의 메탄가스 회수 ·각종 탄소기금에의 참가 등	·68만t-CO_2/년 ·66만t-CO_2/년
석유광업연맹	·중국 절강성에서 대체 프론 제조과정에서 발생되는 HFC23의 회수·분해사업 등	·약 2,500만 t -CO_2
일본건설업연합회	·대기업을 중심으로 개발도상국의 폐기물처리장에서 메탄의 회수·발전 사업 등의 CDM 프로젝트 추진	—
일본제약단체연합회·일본제약공업협회	·각종 탄소기금에의 참가	·약 8,168 t -CO_2 (2010년도 기말 보유량)

7. 향후 방침

○ 2008년 3월 개정된 정부의 「교토의정서 목표 달성 계획」은 「자주적 수단은 각 주체가 창의력을 발휘하여 뛰어난 대책을 선택할 수 있으며, 높은 목표의 조치를 유도하고, 정부와 시행 주체 쌍방에 따라 절차비용이 필요 없는 이점이 있으며, 사업자에 의한 자주행동계획에 의해 이러한 이점을 보다 잘 살릴 수 있을 것으로 기대되며」, 환경자주행동계획은 「산업계의 대책이 중심적인 역할 수행한다.」고 정리할 수 있다.

○ 금년 3월의 동일본대지진이 자주행동계획에 미치는 영향은 아직 불투명하지만, 경단련으로서는 앞으로도 업무 부문 등 및 운송부문을 포함하여 전체 참가 업종 · 기업에 대하여 목표달성을 향해 개개의 대책을 착실하게 실행할 것을 요구함과 동시「2008년도~2012년도의 산업 · 에너지 전환부문에서 CO2 배출량을 1990년도 수준 이하로 억제한다.」라는 공통 목표의 달성을 위해 노력해 감.

○ 동시에 산업계에서는 ①에너지절감제품 · 서비스의 개발 · 보급, ②각 기업에서 본사 등 오피스 빌딩의 에너지절감 활동에 관한 수치목표의 설정 및 목표수준 상향조정, ③업무부문 · 운송부문에서 뛰어난 CO2 배출삭감 사례의 전개, ④ 화물주와 물류사업자 간의 연휴와 같은 타업종간 연휴에 의한 물류효율화, ⑤ 종업원 가정에서 에너지절감 실천을 위한 지원, ⑥ 환경교육에의 공헌, ⑦ 삼림정비활동 추진에 한층 더 가속화하고, 또한 국내 크레디트 제도를 활용하여 중소기업 등의 온난화대책을 지원함.

○ 환경자주행동계획의 투명성과 신뢰성을 높이기 위해 2002년도부터 외부 지식인들로 구성된 제3자평가위원회를 설치하여 ①추적조사 참가업종에서 보고된 자료에 대한 집계의 적정성 확보, ②추적조사 전체의 시스템 투명성 · 신뢰성 향상의 관점에서 평가를 받는 동시에 동 평가보고서를 경단련 홈페이지에 공표하고 있다. 금년도의 추적조사에서는 동위원회의 지적을 수용하여, 전체 목표의 진척 상황이나 저탄소제품의 사용단계에서의 CO2 삭감효과에 관한 설명이나, 업종이 자체적으로 삭감한 CO2 배출량과 크레디트 상각에 의해 보완적으로 삭감한 CO2 배출량을 명시하려고 노력했으며, 앞으로도 동위원회의 지적사항을 수용하면서 자주행동계획을 충실히 수행할 것임.

○ 지구온난화는 지구 규모의 문제로 나아가 장기적인 조치가 불가결한 문제이며, 2013년 이래로 소위 「포스트 교토도의정서」의 국제적인 틀에 대해서, 경단련에서는 주요 배출국 모두가 책임지고 참가하는 공평하고도 실효성이 있는 하나의 국제적인 틀을 구축하고자 금년 9월15일에 제언을 종합적으로 정리함과 동시에, 앞으로도 해외의 경제단체와 연휴해 나가면서, 일본 정부를 비롯한 각국 정부와 실천해 갈 것임.

○ 또한 2개국 간 협의를 근거로 개발도상국의 요구를 충분히 고려하면서 에너지절감과 저탄소화 프로젝트를 만들고, 기술이전의 결과로서 이루어진 배출삭감의 일부를 일본의 공헌으로 평가하는 2국간 오프셋 메커니즘은 CDM을 보완할 수 있는 조치로 매우 유효하며, 경단련은 지속적으

로 위와 같은 메커니즘의 조기 실현을 추구할 것임.

○ 포스트 교토의정서에 의한 자체조치로서, 2009년 12월 환경과 경제가 조화를 이루는 저탄소사회의 실현을 위해 일본 산업계가 기술로서 중심적인 역할을 다한다는 비전을 보여주는 「저탄소사회실행계획」을 공표했음. 동 계획은 ①기업 활동에서 최첨단 저탄소 기술의 최대한 도입, ②소비자에 대한 세계 최고수준의 제품 · 서비스 개발 · 실용화, ③해외에 기술 · 노하우의 이전, ④혁신적 기술개발을 주도한다. 이에 대한 응답으로 이미 많은 업종이 실행계획을 공표하거나 책정을 진행하고 있음.

○ 경단련으로서는 교토의정서의 약속기간, 포스트 교토의정서 기간에 관계없이 지구온난화 방지를 위해 지속적으로 세계 최고의 에너지효율을 목표로 함과 동시에 에너지 절감기술의 국내외의 보급 · 개발, 혁신적 기술개발 등을 통해 주체적인 조치를 취하고 있음.

環境自主行動計画<温暖化対策編>
2011 年度フォローアップ結果 概要版
＜2010 年度実績＞

2011 年 12 月 13 日
（社）日本経済団体連合会

1．京都議定書約束期間（2008 年度～2012 年度）における目標達成方針

経団連は、「環境問題への取組みは企業の存続と活動に必須の要件である」との理念のもと、京都議定書の採択に先立ち、1997 年６月、環境自主行動計画〈温暖化対策編〉を策定した。以来、「2008 年度～2012 年度の平均における産業・エネルギー転換部門からの CO2 排出量を、1990 年度レベル以下に抑制するよう努力する」という統一目標を掲げるとともに、自主行動計画に参加する各業種・企業が自らの目標を設定し、目標達成を社会的公約と捉え、達成に向けた努力を続けている。

自主行動計画においては、自らの削減努力のみでは目標達成が困難な場合、実質的な削減につながる国内クレジットならびに京都メカニズムによるクレジットを目標達成のために補完的に活用することで目標を達成することを認めている。

2．産業・エネルギー転換部門の 2010 年度の CO2 排出量

2011 年度フォローアップ調査に参加した産業・エネルギー転換部門 34 業種[1]からの CO2 排出量は、基準年の 1990 年度において５億 584 万 t-CO2[2]であり、これは、わが国全体の CO2 排出量（1990 年度 11 億 4,120 万 t-CO2）の約 44%を占めている。また、この排出量は、わが国全体の産業・エネルギー転換部門の排出量(1990 年度６億 1,230 万 t-CO2[3])の約 83%に相当する。

今回のフォローアップの結果、2010 年度の CO2 の排出量は４億 4,347 万 t-CO2 と、1990 年度比で 12.3%減少（2009 年度比で 5.3%増加）となった[4](グラフ参照[5])。

---

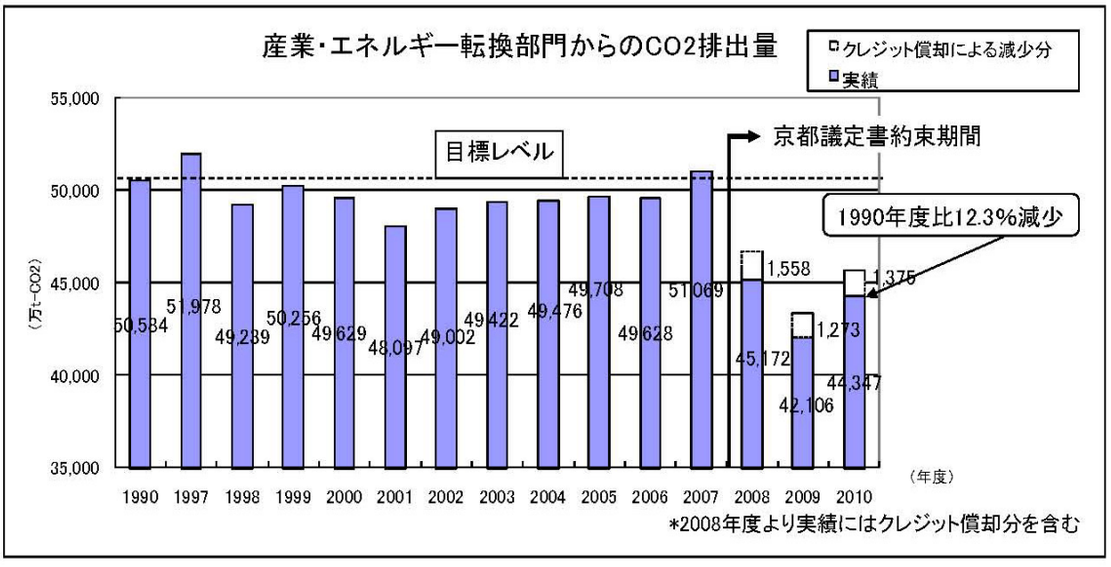
[1] 産業・エネルギー転換部門からの参加業種は以下の 34 業種（50 音順）：板硝子協会、住宅生産団体連合会、電機・電子４団体（情報通信ネットワーク産業協会・電子情報技術産業協会・日本電機工業会・ビジネス機械・情報システム産業協会）、精糖工業会、製粉協会、石油鉱業連盟、石油連盟、石灰石鉱業協会、石灰製造工業会、セメント協会、全国清涼飲料工業会、電気事業連合会、日本アルミニウム協会、日本衛生設備機器工業会、日本化学工業協会、日本ガス協会、日本建設業連合会、日本鉱業協会、日本工作機械工業会、日本ゴム工業会、日本産業機械工業会、日本産業車両協会、日本自動車工業会・日本自動車車体工業会、日本自動車部品工業会、日本伸銅協会、日本製紙連合会、日本製薬団体連合会・日本製薬工業協会、日本造船工業会・日本中小型造船工業会、日本鉄鋼連盟、日本鉄道車両工業会、日本電線工業会、日本乳業協会、日本ベアリング工業会、ビール酒造組合。

[2] 産業・エネルギー転換部門全体の排出量の算出にあたって、電力の炭素排出係数は下記の電気事業連合会調査データ（全電源平均、発電端）を利用している。各業種が使用している電力の炭素排出係数についても、特に説明のない限り、下記のデータを利用している。〔90 年度：3.71、97 年度：3.24、98 年度：3.13、99 年度：3.32、2000 年度：3.35、2001 年度：3.36、2002 年度：3.60、2003 年度：3.87、2004 年度：3.74、2005 年度：3.79、2006 年度：3.68、2007 年度：4.07、2008 年度：3.35（クレジットあり）/4.00（クレジットなし）、2009 年度：3.16（クレジットあり）/3.70（クレジットなし）、2010 年度：3.16（クレジットあり）/3.72（クレジットなし）〕
その他の各種エネルギーの換算係数：発熱量については、総合エネルギー統計、資源エネルギー庁「2005 年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改定値について（2007 年５月）」、電気事業連合会調査データを利用している。発熱量表の改定にともない、1999 年度以前、2000 年度から 2004 年度、2005 年度以降ではそれぞれ係数が異なる。炭素換算係数については、「日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2011 年）」を利用している。

[3] 環境省発表のわが国の CO2 排出量のうち、エネルギー転換部門、産業部門、工業プロセスの合計である。

[4] クレジットなしでは、４億 5,723 万 t-CO2 と、1990 年度比で 9.6%減少（2009 年度比で 5.4%増加）となった。

[5] CO2 排出量の実績値については、数字の精度を高めるために毎年見直しを行なっていることから、昨年度の結果



3．業種別の動向

今回参加した産業・エネルギー転換部門 34 業種のうち、CO2 排出量が 1990 年度比で減少した業種は 24 業種[6]（2009 年度比での減少は 11 業種[7]）であった。

目標指標別[8]にみると、CO2 排出量の削減を目標として示した 14 業種のうち、1990 年度比で CO2 排出量が減少した業種は 13 業種[9]（2009 年度比での減少は 5 業種[10]）であった。また、エネルギー使用量の削減を目標として示した 5 業種全てにおいて、1990 年度比でエネルギー使用量が減少した。CO2 排出原単位の向上を目標として示した 10 業種全て[11]において、1990 年度比で原単位が改善した（2009 年度比での改善は 7 業種[12]）であった。エネルギー原単位の向上を目標として示した 12 業種のうち、1990 年度比で原単位が改善した業種は 10 業種（2009 年度比での改善は 7 業種）であった（別紙 1 参照）。

と比較して、増減が生じている。

[6] クレジットなしでは 23 業種。

[7] クレジットなしでは 12 業種。

[8] 複数の目標を掲げている業種については、それぞれの目標についてカウントしている。

[9] クレジットなしでは 13 業種。

[10] クレジットなしでは 6 業種。

[11] クレジットなしでは 8 業種。

[12] クレジットなしでは 6 業種。

４．自主行動計画の取組みの評価

（1）2010 年度の産業・エネルギー転換部門の CO2 排出量変化の要因

2010 年度の産業・エネルギー転換部門 34 業種からの CO2 排出量が 1990 年度と比較して 12.3%減少した要因を以下に分析した。1990 年度から 2010 年度の間に、生産活動量の増加が CO2 排出量の 5.0%増加に寄与した。また、生産活動量あたりの排出量の減少および CO2 排出係数の減少が、それぞれ CO2 排出量の 15.8%、1.5%減少に寄与した。産業界自らの排出量削減努力を反映している低炭素化率（1990 年度比 CO2 排出係数の改善分および 1990 年度比生産活動量あたりの排出量の改善分）は-17.3%となった。

2009 年度との比較では、生産活動量の増加および CO2 排出係数の上昇により、CO2 排出量は 8.1%増加したが、生産活動量あたりの排出量の減少が CO2 排出量の 2.7%減少に貢献した。結果として、2010 年度の CO2 排出量は 2009 年度比で 5.3%の増加となっている。

生産活動量あたりの排出量が減少しているのは、業種において、技術革新、省エネ設備や高効率設備の導入、燃料転換、排出エネルギーの回収利用、設備・機器に関する運用改善などの様々な取組みが着実に積み重ねられてきたことによる（別紙３）。

（参考）2010 年度の産業・エネルギー転換部門からの CO2 排出量増減の要因分解

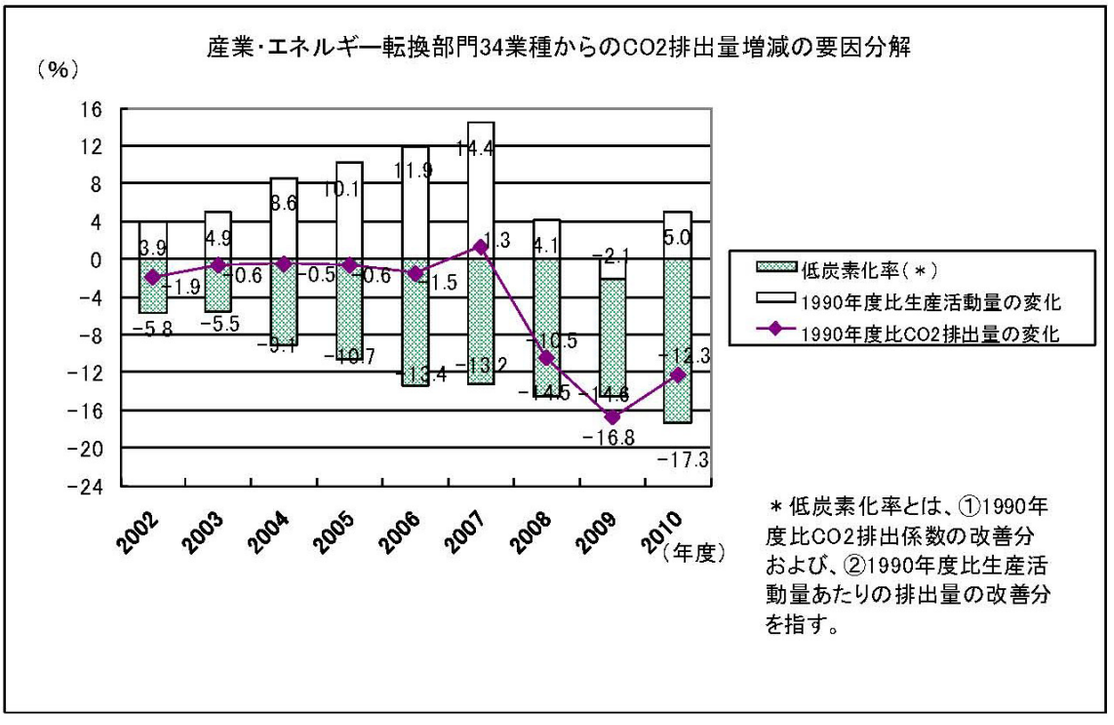
	1990 年度比	2009 年度比
生産活動量の変化*1	＋5.0%	＋8.0%
CO2 排出係数の変化*2	－1.5%	＋0.1%
生産活動量あたり排出量の変化	－15.8%	－2.7%
計	－12.3%	＋5.3%

＊1 生産活動量の変化を表す指標は、各業種においてエネルギー消費と最も関連の深い指標を選択している。

＊2 燃料については発熱量あたりの CO2 排出量、電力については電力量あたりの CO2 排出量

※クレジットの償却による効果

2010 年度に目標達成のために償却されたクレジットは、34 業種全体で、京都メカニズムクレジット約 5,700 万 t-CO2（2009 年度は約 5,200 万 t-CO2、2008 年度は約 6,400 万 t-CO2 償却）および国内クレジット約 1.7 万 t-CO2 であり、いずれも電気事業者によるものである。これによって電力使用に伴う CO2 排出係数が改善し、電気事業者が両クレジットを償却しなかった場合と比較すると、34 業種からの CO2 排出量は、約 1,375 万 t-CO2（2010 年度の CO2 排出量の約 3.1%相当）減少している。なお、2010 年度は、電気事業者以外の業種によるクレジットの償却はなかった。



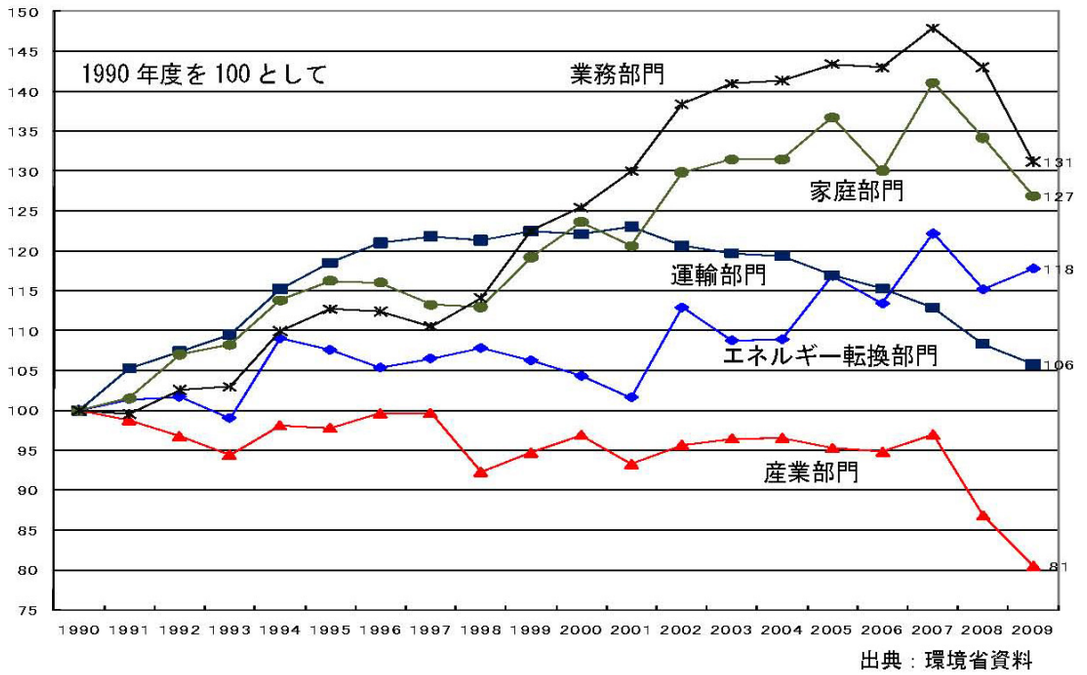
(2) 2010 年度の業種別目標の引き上げ状況

環境自主行動計画における業種別目標については、当初見通し以上に成果が上がった場合には、より高い目標への引き上げが期待されている。今回のフォローアップでは、目標の引き上げは見送られたものの、2007 年度フォローアップ以降、毎年度多くの業種において目標の引き上げが行われてきている。

５．民生部門・運輸部門における CO2 削減への取組み

わが国全体のエネルギー起源 CO2 排出量の動きを見ると、2009 年度の確定値では、1990 年度対比で 1.5%増加している（非エネルギー起源 CO2、メタン、代替フロン等を含めた温室効果ガス全体では 4.1%減少）。その内訳は、産業部門からの排出が 19.5%減少する一方で、業務、家庭部門からの排出はそれぞれ 31.2%、26.9%と大幅に増加している。

（参考）わが国の部門別エネルギー起源 CO2 排出量の推移（電気・熱配分後）



出典：環境省資料

産業界はこれまでもトップランナー基準を満たした省エネ製品やサービスの開発・普及、従業員・消費者等への情報提供などを通じて、家庭部門、業務部門、運輸部門における温暖化対策に貢献してきた。経団連としては、今後も、企業の優れた技術力や創意工夫を活かし、わが国の京都議定書の約束達成に寄与していく考えである。

産業界の温暖化対策は、製造段階だけでなく物流部門やオフィス部門に広がり、さらに従業員を通じた国民運動の展開にもつながりつつある。個々の企業の広範にわたる温暖化対策の経験と成果を、より多くの企業が共有し活用することによって、温暖化防止への取組みをさらに拡大していくことが重要である。こうした観点から、経団連では、機会ある毎に、会員企業・団体に対し、民生部門、運輸部門における取組みの強化を呼び掛けている（例：2007 年 11 月 20 日「オフィスにおける省エネ等の地球温暖化対策の強化のお願い」、2008 年４月１日「地球温暖化防止に向けたより一層の

行動を―京都議定書約束期間の開始にあたって―」、2010 年６月１日「低炭素社会実現に向けた取組みのお願い」)。

（参考）民生部門、運輸部門等に広がる産業界の自主的取組みの輪



(1) 業務部門等、運輸部門からの参加業種による取組み

本年度のフォローアップでは、業務部門等で合計 14 業種・企業が参加するとともに、運輸部門からの 13 業種・企業と合わせて、それぞれ自主行動計画を策定している[13]（別紙２）。これらの業種の多くは、2008 年度～2012 年度における CO2 排出量や CO2 排出原単位などの定量的な目標を設定の上、省エネ設備・機器の導入や運用改善、社内教育等を実施しており（別紙３）、目標達成に向かって着実な取組みを行っている。

また、業務部門等、運輸部門においても、当初見通し以上に成果が上がった場合には、多くの業種・企業がこれまで目標の引き上げを行っている。

(2) オフィス等の業務部門における取組み

オフィスの省エネルギー対策は、業務部門に属する業種にとどまらない。産業・エネルギー転換部門、運輸部門等の幅広い業種において、冷暖房の温度管理強化、消灯等の節電、高効率省エネ設備の導入等の多様な取組みが行われ、CO2 排出量の削減や床面積あたりの CO2 排出量の削減につながっている（別紙４）。

また、以下の表にある通り、業務部門に関する数値目標を設定し、その達成に向けて積極的な対策を進めている企業例も報告されている。

（参考）産業・エネルギー転換部門から報告されたオフィス等の業務部門における数値目標例

業種	目標設定主体	数値目標
石油連盟	企業	・ 2009 年度を基準として、エネルギー使用原単位を 2012 年度までに 3%削減 ・ 2005 年度～2008 年度の 4 年間の平均値を基準として、CO2 排出量を 2010 年度～2014 年度平均で 8%削減
日本ガス協会	企業	・ 2005 年度を基準として、エネルギー使用量合計を 2015 年度に 13%、2020 年度に 15%削減 ・ 2007 年度を基準として、床面積あたりの CO2 排出量を 2008 年度～2012 年度の期間に各年度 1%以上削減

[13] 業務部門等の参加業種は、以下の 14 業種・企業（50 音順）：生命保険協会、全国銀行協会、日本印刷産業連合会、日本 LP ガス協会、日本損害保険協会、日本チェーンストア協会、日本百貨店協会、日本フランチャイズチェーン協会、日本ホテル協会、日本貿易会、日本冷蔵倉庫協会、不動産協会、ならびに NTT グループ、KDDI。
運輸部門の参加業種は、以下の 13 業種・企業（50 音順）：全国通運連盟、全日本トラック協会、定期航空協会、日本船主協会、日本内航海運組合総連合会、日本民営鉄道協会ならびに JR 貨物、JR 九州、JR 四国、JR 東海、JR 西日本、JR 東日本、JR 北海道。

日本鉄鋼連盟	業種	・ 2003年度～2005年度の3年間の平均値を基準として、CO2排出量を2008年度～2012年度平均で5%削減
日本化学工業協会	企業	・ 1990年度を基準として、電力使用量を2010年度までに6%削減
セメント協会	企業	・ 2005年度を基準として、年間灯油使用量を2012年度までに5%削減 ・ CO2排出量を2010年度実績377tより削減し、2011年度は375tとする
日本自動車工業会・日本自動車車体工業会	企業	・ CO2排出量（在籍人数当たりの原単位）を2008年度～2010年度の3年間平均で2%削減 ・ 2003年度を基準として、2010年度のCO2排出量を5%削減

（業務部門等に属する業種・企業の目標については、別紙２参照。）

(3) 物流部門における取組み

物流部門の排出削減においては、自動車の単体対策として、世界最高水準の燃費技術により、燃費の一層の改善が図られるとともに、物流拠点の集約化や、荷主と物流事業者の連携などによる物流の効率化、低排出型車両への転換等を通じた排出削減が着実に進んでいる（別紙５）。

また、以下の表にある通り、産業・エネルギー転換部門および業務部門等においても、企業によっては、物流部門についても数値目標を設定して取り組んでいる。

（参考）産業・エネルギー転換部門および業務部門等から報告された物流部門における数値目標例

業種	目標設定主体	数値目標
日本ガス協会	企業	・ 2010年度を基準として、車両からのCO2排出量を2015年度末までに5%以上削減
日本化学工業協会	企業	・ トン・キロあたりのエネルギー使用原単位を年１%削減 ・ 鉄道輸送率を対前年１%増加
日本電線工業会	業種	・ エネルギー使用原単位を年１%削減
日本LPガス協会	企業	・ エネルギー使用原単位を年1%削減

（運輸部門に属する業種の目標については、別紙２参照。）

(4) LCA（ライフサイクルアセスメント）的観点からの取組み

CO2 排出量削減に向けた企業の努力は、製品の製造・生産工程にとどまらず、低炭素製品・サービスの提供を通じて、排出量削減に貢献している。使用段階の CO2 排出量が少ない製品の開発・普及、従来価値がないとされてきた廃棄物の熱エネルギーや原料としての利用増大などの取組みが進められている。

（参考）製品やサービス等を通じた貢献など LCA 的観点からの取組み事例

製 品	概 要		CO2 削減効果
家電製品	トップランナー基準で設定された目標基準値を上回る省エネ性能を備えた製品を市場投入。		業務・家庭部門での効果は 2010 年度において 2,600 万 t-CO2（京都議定書目標達成計画(2008 年 3 月）資料を基に試算)。
	品 目	ｴﾈﾙｷﾞｰ効率改善の目標値	実 績
	カラーテレビ	16.4%（1997→2003 年度）	25.7%
	ﾋﾞﾃﾞｵﾚｺｰﾀﾞｰ	58.7%（1997→2003 年度）	73.6%
	エアコン	66.1%（1997→2004 冷凍年度）	67.8%
	電気冷蔵庫	30.5%（1998→2004 年度）	55.2%
	電気冷凍庫	22.9%（1998→2004 年度）	29.6%
高性能化鋼材	通常の鋼材に比べて、製造段階の使用エネルギーが増加するが、変圧器や耐熱ボイラーなどの使用段階で省エネ効果を発揮。		2010 年度で 約 2,039 万 t-CO2。
炭素繊維	炭素繊維は、製造時に高温で繊維を熱処理するため、従来素材に比べて素材製造時に多くのエネルギーを消費するが、炭素繊維を自動車や航空機に採用すると、軽量化による燃費向上が図られ、ライフサイクルでの環境負荷を大幅に低減できる。		製造時に 20t-CO2 を排出するが、10 年のライフサイクルでは、自動車で 70t-CO2、航空機で 1,400t-CO2 の削減効果（いずれも炭素繊維 1ｔあたり)。 仮に日本の乗用車（軽自動車を除く保有台数 4,200 万台）や旅客機（保有台数 430 機）に採用された場合、約 2,200 万 t-CO2 の削減効果。
バイオマス自動車燃料	京都議定書上カーボンニュートラル効果のある植物由来のバイオエタノールを、バイオ ETBE としてガソリンに配合し「バイオガソリン」として販売。		2010 年度において原油換算 21 万 kl/年に相当する CO2 削減効果。
高効率給湯機	大気熱を回収し、給湯の熱エネルギーとして		2011 年 8 月末の累積普及台

（エコキュート）	利用する CO2 冷媒のヒートポンプシステム。	数は 300 万台となり、CO2 排出抑制量は約 216 万 t-CO2／年。
天然ガスコージェネレーション	都市ガスを燃料とし、発電電力および廃熱を利用する高効率システム。	2010 年度末の累計設置容量は 453 万 kW、削減効果は 1,270 万 t-CO2/年（削減効果は京都議定書目標達成計画(2008 年 3 月）資料を基に試算)。
家庭用燃料電池（エネファーム）	都市ガスを利用し、家庭で使用する電気とお湯（暖房用途を含む）を同時につくり出す高効率システム。	従来の給湯器＋火力発電より 1,500kg-CO2/年の CO2 削減効果。
複層ガラス	住宅窓を単層ガラスから複層ガラスに取り替えることで、断熱性が向上し、冷暖房費は約 40％削減できる。新設住宅への複層ガラスの面積普及率の推計値は、一戸建 87.7%、共同建 60.7%（2010 年度)。	2010 年度時点で、28.7 万 t-CO2/年の削減効果。
清涼飲料容器の軽量化と内製化	PET ボトルの内製化比率の拡大により、PET ボトル納入輸送の際に発生する排出量を削減できる。 容器の軽量化により、ボトル製造・輸送時の CO2 排出量を削減できる。	輸送時負荷削減効果は、トラック約 225,900 台分の約 25,100 t -CO2。 軽量化による削減効果は、2009 年比約 1,523 t -CO2（PET 原料 1kg の CO2 排出量が 1.5kg-CO2/kg の場合)。
コンクリート舗装	コンクリート舗装における走行抵抗は、アスファルト舗装よりも 6～20%程度小さい(2006 年度)。コンクリート舗装における大型車の燃費は、アスファルト舗装に比べて、0.8～4.8%程度節約できる。	仮に幹線道路(高速道路、一般国道の指定区間)全てにコンクリート舗装が採用された場合、CO2 削減量は､27～161 万 t-CO2/年(平均 94 万 t-CO2/年)程度。
セメントでの下水汚泥活用	下水汚泥などの処理が困難で大量に発生する廃棄物についても積極的に活用し、日本全体における下水汚泥処理に要するエネルギー削減に寄与している。	セメントでの下水汚泥活用によって、日本全体では、973×10^6MJ 相当のエネルギー消費量の削減(17.4MJ/t-セメントに相当)。これを CO2 排出量に換算すると、約 7 万 t-CO2。

高性能溝付銅管	高性能溝付銅管を採用するエアコンは、製造時においてベア管式に比べ CO2 排出量が 1 台当り 3.3kg-CO2 増加するが、エアコン使用時の排出量を削減できる。	エアコンの年間稼動時間を 4,319 時間(JIS C 9612)、エアコンの寿命を 10 年とした場合、CO2 排出量は、製造時の排出量差を差し引いても、ベア管に比べ約 2,216 kg-CO2/台の削減。
電気式フォークリフト	フォークリフトについて、エンジン式から電気式への更新を行うことで、使用中の CO2 排出量を大幅に削減できる。	保有台数に占める電気車の割合が増加することにより、国内保有台数からの CO2 排出量は 1998 年度末時点を 100 とした場合、2009 年度末には 87、2010 年度末は 86 と、1998 年度比で 14 ポイント削減。
軽量化された紙板紙製品	面積当たりの軽量化（海外従来品に比べ約 10%前後）によって、輸送時の CO2 排出量削減に貢献している。	製品重量を約 10%減少させることにより、貨物輸送時の CO2 を約 0.6%削減できる。 2010 年度時点で、日本国内で約 50 万 t-CO2/年の削減効果。
節水型便器	衛生陶器は、製造時、廃棄時と比較し、使用期間が長期に亘ることもあり、使用時の洗浄水量の総量は大きいものとなる。洗浄水は造水時、下水処理時にエネルギーを消費し CO2 を発生するため、この洗浄水量を減じることにより、CO2 排出量を削減できる。	従来形の便器（13L）を節水形便器（6L）に変更した場合の CO2 削減効果は約 60%（26.7 kg-CO2/年の削減）。

(5) 国民運動を支援する取組み、森林整備活動の推進

地球温暖化問題の解決に向けて、国民一人ひとりが自覚を持って日々行動し、ライフスタイルを変革していくことが重要である。省エネ製品や環境に配慮した商品・サービス等の積極的な利用に向けて、国民運動を通じて、国民の意識や行動の変革を促すことが必要である。企業の多くは東日本大震災前の昨年度においても、インターネットの活用やイベントの開催等を通じた顧客への省エネ情報の提供や従業員への環境教育など、国民運動につながる取組みを積極的に展開している。2009年春以降、エコカー減税、エコカー補助金制度、家電エコポイント制度および住宅エコポイント制度が導入され、これらは、省エネ性能に優れた自動車や家電の購入、エネルギー効率の高い住宅の新築やリフォームを促進する効果を上げた。

経団連としても、オフィスや店舗等の業務部門や物流部門のエネルギー効率の向上に向けた対策強化と併せて、トップ自らの軽装(クールビズ)の率先、省エネ性能の高い機器の積極的な利用、従業員への環境家計簿の奨励など、国民運動の拡大に繋がる取組みの強化を呼びかけた[14]。

(参考) 産業・エネルギー転換部門から報告された環境家計簿への取組み状況例

業　種	取組み状況例
日本ガス協会	会員企業の 107 社、約 5,000 世帯の社員宅で利用。
日本鉄鋼連盟	2005 年度より環境家計簿による省エネ活動を実施。各社において、「グループ企業を含む全社員を対象とした啓発活動」や「イントラネットの活用による環境家計簿のシステム整備」等の取組み強化を行ってきた結果、2008 年度以降は、参加世帯数が 20,000 世帯を超えている。
日本化学工業協会	会員企業の従業員 9,087 人が参加。
日本製紙連合会	2010 年 4 月から 2011 年 3 月まで、関係者を中心として各家庭の電力およびガス、水道の使用状況をチェックして環境家計簿を体験するとともに、実態把握を実施。 各家庭での省エネ対策として、家の断熱化（窓の複層ガラス化）、高効率給湯器（エコジョーズ、エコキュートへの更新）、白熱電球の蛍光灯型への変更、LED の導入、太陽光パネルの設置等が、実施されていることが明らかになった。

[14] 2010 年 6 月 1 日、米倉経団連会長から会員企業に対して、環境自主行動計画の充実と達成をはじめ、低炭素社会実行計画への参加、取引先、従業員社会等のステークホルダーへの働きかけ等地球温暖化防止に向けた取組みの強化を呼びかけた。

このほか、森林および吸収源対策として、間伐材など国産材の利用拡大や自社保有林の整備、国内外での植林プロジェクトを推進する事例もあり、温暖化防止に向けた産業界の自主的な取組みは多様な部門に拡がっている（６頁「（参考）民生部門、運輸部門等に広がる産業界の自主的取組みの輪」参照。）。また、日本製紙連合会では、自主行動計画の業種目標として、CO2排出原単位・エネルギー使用原単位の削減とともに、「所有または管理する植林地を70万ha（東京23区の約11倍）に拡大する」という目標を掲げており、植林面積は、2010年度末で国内外合わせて69.1万haに達している。

６．わが国産業界の技術力を活用した国際貢献の取組み

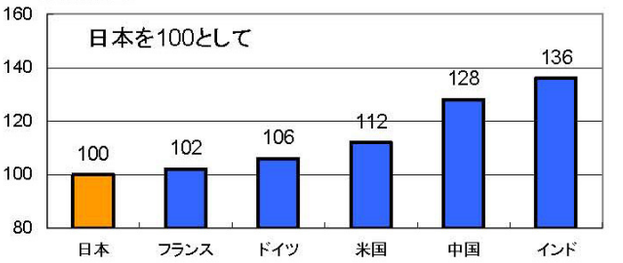
（1）エネルギー効率の国際比較

わが国産業界は、オイルショック後の 1970 年代より世界に先駆けて省エネ対策に取り組んできた。今回のフォローアップにおいて、参加業種が行ったエネルギー効率の国際比較によれば、いずれの業種も、引き続き、世界トップレベルのエネルギー効率を実現している（次頁および別紙６）。

温暖化は地球規模の問題であり、わが国の企業が持つ優れた省エネ・新エネ技術・製品等の海外普及を推進し、世界の温室効果ガスの排出抑制に貢献することが重要である。

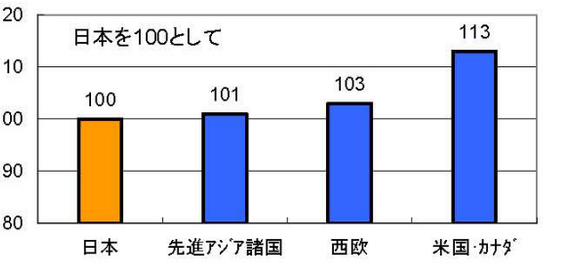
（参考）産業・エネルギー転換部門のエネルギー効率の国際比較

電力を火力発電で1kWh作るのに必要なｴﾈﾙｷﾞｰ指数比較（2008年）



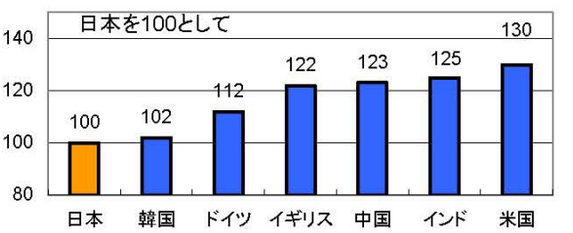
出所: ECOFYS社(オランダの調査会社) "International Comparison of Fossil Power Efficiency and CO2 Intensity" (2011年)

石油製品1klを作るのに必要なｴﾈﾙｷﾞｰ指数比較（2004年）



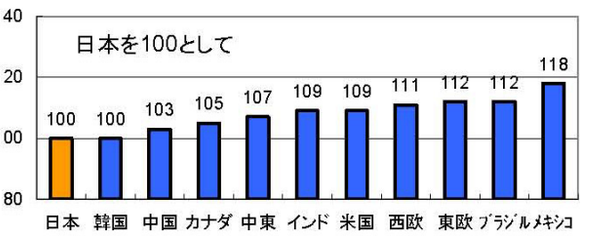
出所：Solomom associates社（米国のコンサルタント会社）の調査結果より作成

鉄1トンを作るのに必要なエネルギー指数比較（2005年）



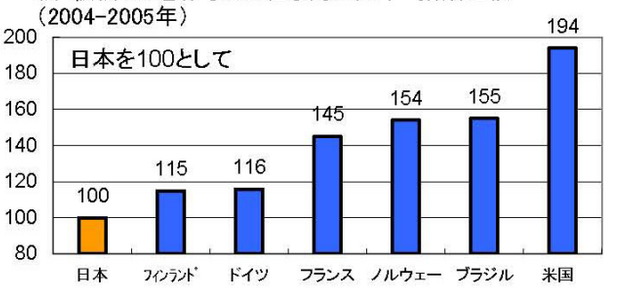
出所：（財）地球環境産業技術研究機構（RITE）「エネルギー効率の国際比較（発電、鉄鋼、セメント部門）」（2009年10月）より作成

電解苛性ソーダ（化学原料）1トンを作るのに必要なｴﾈﾙｷﾞｰ指数比較（2009年）



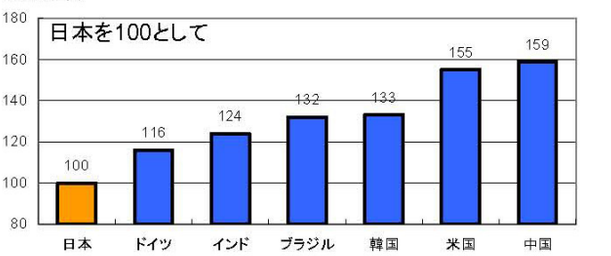
出所：CMAI "Capacity Database" (2009) 及び日本ソーダ工業会「ソーダハンドブック」（2009年）より作成

紙・板紙1トンを作るのに必要なｴﾈﾙｷﾞｰ指数比較（2004-2005年）



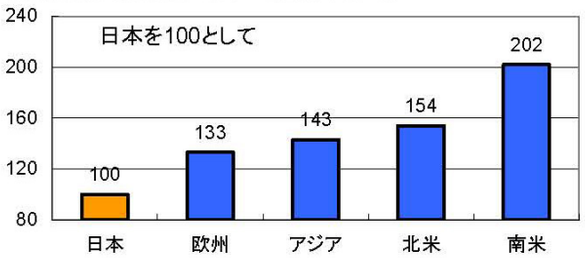
出所：（財）日本エネルギー経済研究所、平成19年度製造業技術対策調査（製紙業の環境エネルギー分野に関する調査）報告書
「各国のパルプ・紙・板紙の生産量及びエネルギー消費量等」

セメントの中間製品(ｸﾘﾝｶ)1トンを作るのに必要なｴﾈﾙｷﾞｰ指数比較（2003年）



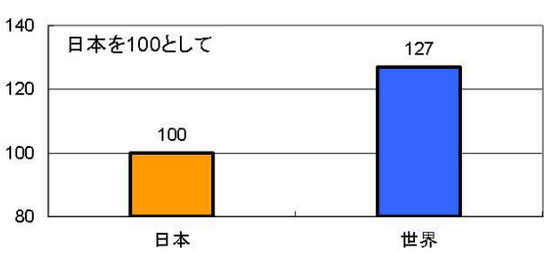
出所: The International Energy Agency (IEA) "Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency 2008"より作成

銅の精錬に必要なｴﾈﾙｷﾞｰ比較（2000年）



出所: 日本鉱業協会

アルミ板材の圧延工程に必要なｴﾈﾙｷﾞｰ比較（2000年）



出所: 国際アルミニウム協会（International Aluminium Institute）、LCA日本フォーラムLCAデータベース（2006年）

(2) 京都メカニズムを活用した海外での温室効果ガス削減事業

昨年に続き、今回のフォローアップでも、世界各地で実施されている新エネ事業、廃熱回収、メタンガス回収などの事業について、京都メカニズムの活用によるクレジット発生見込み量と併せて多数の事例が報告された。また、多くの業種・企業が、日本温暖化ガス削減基金や世界銀行など内外の基金に出資している。

環境自主行動計画においては、自らの削減努力のみでは目標達成が困難な場合、クリーン開発メカニズム（CDM）や共同実施（JI）等の京都メカニズムを補完的に活用することで目標を達成したものと評価される仕組みとしている。

業種によっては、世界トップレベルのエネルギー効率を実現していながらも、以下の表にある通り、自主的な目標達成のために多額の資金を拠出し、京都メカニズムクレジットを購入している。

（参考）参加業種から報告された京都メカニズムを活用した主な国際貢献の取組み事例

業　種	プロジェクトの概要	クレジット発生量／償却量
電気事業連合会	・京都議定書で定められた共同実施（JI）・クリーン開発メカニズム（CDM）を目指したバイオマス発電、熱効率改善事業及び植林事業などを海外で展開 ・世界銀行の炭素基金や我が国の産業界が一体となって参画している日本温暖化ガス削減基金（JGRF）等へ出資	・2008、2009、2010年度においては、それぞれ約6,400万t-CO2、約5,200　万　t-CO2、約5,700万t-CO2のクレジットを償却
日本鉄鋼連盟	・中国山東東岳HFC23破壊プロジェクト ・中国遷安コークス工場での廃熱回収システム導入 ・フィリピンでシンター冷却装置の排熱を利用した発電プロジェクト ・各種炭素基金への参加　など	・業界全体で　3,500　万t-CO2
石油連盟	・ベトナムでの石油採掘に際する随伴ガス回収利用 ・ブラジルでの埋立て処分場のメタンガス回収事業 ・各種炭素基金への参加　など	・68万t-CO2/年 ・66万t-CO2/年
石油鉱業連盟	・中国浙江省において代替フロン製造過程で発生するHFC23の回収・分解事業　など	・約2,500万t-CO2
日本建設業連合会	・大手を中心に途上国における廃棄物処理場からのメタン回収・発電事業等のCDMプロジェクトを推進	—
日本製薬団体連合会・日本製薬工業協会	・各種炭素基金への参加	・約　8,168t-CO2（2010年度期末保有量）

（上記は個社の取組みも含む）

7. 今後の方針

2008年3月に改定された政府の「京都議定書目標達成計画」では、「自主的手法は、各主体がその創意工夫により優れた対策を選択できる、高い目標へ取り組む誘因があり得る、政府と実施主体双方にとって手続コストがかからないといったメリットがあり、事業者による自主行動計画ではこれらのメリットが一層活かされることが期待される」とされ、環境自主行動計画は、「産業界における対策の中心的役割を果たしている」と位置付けられている。

本年3月の東日本大震災が自主行動計画に及ぼす影響は未だ不透明であるが、経団連としては、今後とも業務部門等および運輸部門も含む全ての参加業種・企業に対して、目標達成に向けた個々の対策の着実な実施を求めるとともに、「2008 年度～2012年度の平均における産業・エネルギー転換部門からのCO2排出量を、1990年度レベル以下に抑制するよう努力する」という統一目標の達成に向けて努力していく。

同時に、産業界としては、① 省エネ製品・サービスの開発・普及や、② 各企業における本社等オフィスビルの省エネ活動に関する数値目標の設定および目標水準の引き上げ、③ 業務部門・運輸部門での優れたCO2排出削減事例の横展開、④ 荷主と物流事業者の連携等異業種間連携の推進による物流効率化、⑤ 従業員の家庭での省エネ行動等の支援、⑥ 環境教育への貢献、⑦ 森林整備活動の推進をさらに進めていく。また、国内クレジット制度を活用して、中小企業等の温暖化対策を支援していく。

環境自主行動計画の透明性と信頼性を高めるために、2002年度より外部有識者から成る第三者評価委員会を設置し、① フォローアップ参加業種からの報告データの集計の適正性の確保、② フォローアップ全体のシステムの透明性・信頼性の向上の観点から評価を受けるとともに、同評価報告書を経団連のホームページに公表している（別紙7）。本年度のフォローアップでは、同委員会の指摘を受け、全体目標の進捗状況や低炭素製品の使用段階でのCO2削減効果に関する説明や、業種が自ら削減したCO2排出量とクレジット償却によって補完的に削減したCO2排出量の明示等に努めたところである。今後とも同委員会の指摘事項への対応を含め自主行動計画の充実を図っていく。

温暖化は地球規模の問題であり、かつ長期的な取組みが不可欠である。2013年以降のいわゆる「ポスト京都議定書」の国際枠組については、経団連では、全ての主要排出国が責任ある参加をする公平で実効ある単一の国際枠組の構築を求め、本年9月15日、提言をとりまとめるとともに、今後とも海外の経済団体と連携しつつ、わが国政府をはじめ各国政府に働きかけを行っていく。

また、二国間協議のもとで途上国側のニーズを十分勘案しながら省エネ・低炭素化プロジェクトを形成し、技術移転の結果として実現した排出削減の一部をわが国の貢献分として評価する二国間オフセット・メカニズムは、CDM を補完し得る仕組みとし

て有効である。経団連として、引き続き、同メカニズムの早期実現を求めていく。

ポスト京都議定書における自らの取組みとして、2009 年 12 月、環境と経済が調和する低炭素社会の実現に向け、日本の産業界が技術で中核的役割を果たすことをビジョンとして掲げた「低炭素社会実行計画」を公表した。同計画は、①企業活動における最先端の低炭素技術の最大限導入、②消費者に対する世界最高水準の製品・サービスの開発・実用化、③海外への技術・ノウハウの移転、④革新的技術の開発を柱とする。これに応え、既に多くの業種が実行計画の公表あるいは策定を進めている。

経団連としては、京都議定書の約束期間、ポスト京都議定書の期間を問わず、地球温暖化防止のため、引き続き、世界最高のエネルギー効率を目指すとともに、省エネ技術の内外への普及・開発、革新的技術の開発等を通じ、主体的な取組みを行っていく。

以　上

産業・エネルギー転換部門の業種別動向

(別紙1)

単位:万t-CO2、原油換算万kl、年度

業種	(☆:目標とする指標)	数値目標	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	90年度比	前年度比
電気事業連合会	CO2排出量(クレジットあり)														33,200	30,100	31,700	+15.3%	+5.3%
	CO2排出量(クレジットなし)		27,500	29,000	28,300	30,400	31,500	31,000	34,000	36,100	36,200	37,300	36,500	41,700	39,500	35,300	37,400	+36.0%	+5.9%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり) ☆	-20%													0.89	0.84	0.84		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.88	0.85	0.89	0.90	0.90	0.97	1.04	1.00	1.01	0.98	1.09	1.06	0.99	0.99		
	エネルギー使用量		10,800	11,200	10,900	11,700	12,000	11,700	12,700	13,500	13,300	13,600	13,500	15,500	14,600	13,200	13,600	+25.9%	+3.0%
	エネルギー使用原単位指数		1	0.97	0.97	0.96	0.95	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94	0.94	0.93	0.93	0.92		
	生産活動指数		1	1.20	1.21	1.24	1.27	1.25	1.28	1.27	1.31	1.34	1.35	1.40	1.35	1.30	1.37		
固有分:合計値に使用	CO2排出量(クレジットあり)														3,330	3,030	3,100	+1.0%	+2.3%
	CO2排出量(クレジットなし)		3,070	3,350	3,220	3,340	3,410	3,340	3,700	3,860	3,830	3,850	3,700	4,250	3,960	3,560	3,650	+18.9%	+2.5%
	エネルギー使用量		1,210	1,300	1,240	1,280	1,300	1,260	1,380	1,440	1,410	1,410	1,370	1,580	1,470	1,330	1,320	+9.1%	-0.8%
石油連盟	CO2排出量(クレジットあり)														4,036	3,922	3,963	+28.1%	+1.1%
	CO2排出量(クレジットなし)		3,094	4,105	4,062	4,093	4,053	4,047	4,016	4,058	4,037	4,133	4,059	4,164	4,053	3,936	3,978	+28.6%	+1.1%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.85	0.84	0.84		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.92	0.93	0.90	0.89	0.89	0.88	0.88	0.87	0.85	0.85	0.85	0.86	0.85	0.84		
	エネルギー使用量		1,287	1,705	1,670	1,675	1,661	1,657	1,650	1,665	1,665	1,714	1,682	1,725	1,688	1,633	1,651	+28.3%	+1.1%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-13%	1	0.92	0.92	0.89	0.87	0.87	0.87	0.87	0.86	0.84	0.85	0.85	0.86	0.84	0.84		
	生産活動指数		1	1.44	1.42	1.46	1.48	1.48	1.47	1.49	1.50	1.58	1.55	1.58	1.53	1.50	1.52		
日本ガス協会	CO2排出量(クレジットあり) (注5)														34	31	31	-77.0%	-1.6%
	CO2排出量(クレジットなし) (注5)		133	107	96	92	83	72	66	58	53	46	38	40	37	34	33	-74.9%	-1.3%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり) (注5)														0.11	0.11	0.10		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし) (注5)		1	0.56	0.49	0.45	0.39	0.33	0.28	0.24	0.21	0.17	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11		
	エネルギー使用量		66.5	55.3	50.6	48.1	43.9	38.5	34.8	29.8	28.1	24.8	21.1	21.3	20.1	19.2	19.0	-71.4%	-1.4%
	エネルギー使用原単位指数		1	0.58	0.52	0.47	0.41	0.36	0.30	0.25	0.22	0.18	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12		
	生産活動指数		1	1.43	1.46	1.54	1.60	1.62	1.76	1.82	1.94	2.10	2.20	2.33	2.25	2.21	2.33		
日本鉄鋼連盟	CO2排出量(クレジットあり)														17,618	16,543	18,603	-7.3%	+12.5%
	CO2排出量(クレジットなし)		20,061	19,799	18,643	19,233	18,363	17,894	18,387	18,601	18,791	18,704	19,015	19,715	17,813	16,688	18,785	-6.4%	+12.6%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.91	0.92	0.90		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	1.09	1.15	1.10	0.95	0.96	0.92	0.92	0.91	0.90	0.88	0.88	0.92	0.93	0.91		
	エネルギー使用量 ☆	-10%	6,288	6,240	5,871	6,022	5,761	5,582	5,716	5,775	5,861	5,837	5,964	6,138	5,568	5,207	5,869	-6.7%	+12.7%
	エネルギー使用原単位指数		1	1.09	1.16	1.10	0.95	0.95	0.91	0.91	0.90	0.90	0.88	0.87	0.91	0.93	0.91		
	生産活動指数		1	0.91	0.81	0.87	0.96	0.93	1.00	1.01	1.03	1.03	1.08	1.12	0.97	0.90	1.03		
日本化学工業協会	CO2排出量(クレジットあり)														6,033	5,891	6,020	-6.1%	+2.2%
	CO2排出量(クレジットなし)		6,407	6,999	6,721	6,982	6,978	6,643	6,772	6,834	6,911	6,902	6,854	6,851	6,220	6,047	6,194	-3.3%	+2.4%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.84	0.80	0.76		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.92	0.92	0.91	0.91	0.92	0.91	0.90	0.88	0.87	0.84	0.83	0.87	0.82	0.79		
	エネルギー使用量		2,677	2,995	2,877	2,969	2,917	2,777	2,809	2,812	2,872	2,875	2,886	2,904	2,643	2,627	2,726	+1.8%	+3.8%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-20%	1	0.94	0.94	0.92	0.91	0.92	0.90	0.88	0.88	0.86	0.84	0.84	0.88	0.85	0.83		
	生産活動指数		1	1.19	1.14	1.20	1.19	1.13	1.16	1.19	1.23	1.24	1.28	1.29	1.12	1.15	1.23		
日本製紙連合会	CO2排出量(クレジットあり)														2,076	1,914	1,841	-27.5%	-3.8%
	CO2排出量(クレジットなし)		2,538	2,595	2,599	2,639	2,719	2,620	2,639	2,628	2,572	2,451	2,312	2,304	2,118	1,946	1,875	-26.1%	-3.6%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり) ☆	-16%													0.81	0.80	0.76		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.96	0.99	0.96	0.97	0.99	0.97	0.97	0.95	0.89	0.84	0.83	0.83	0.82	0.77		
	エネルギー使用量		943	951	950	961	977	933	937	925	905	869	829	823	753	689	671	-28.8%	-2.7%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-20%	1	0.95	0.97	0.94	0.94	0.95	0.93	0.92	0.90	0.85	0.81	0.79	0.79	0.78	0.75		
	生産活動指数		1	1.06	1.04	1.08	1.11	1.04	1.07	1.06	1.07	1.08	1.08	1.10	1.01	0.94	0.95		

業種	（☆：目標とする指標）	数値目標	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	90年度比	前年度比
セメント協会	CO2排出量(クレジットあり)														1,944	1,736	1,643	-40.1%	-5.4%
	CO2排出量(クレジットなし)		2,741	2,681	2,480	2,464	2,473	2,376	2,249	2,186	2,107	2,177	2,184	2,107	1,959	1,747	1,654	-39.7%	-5.4%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														1.00	1.01	1.00		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.98	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.02	1.02	1.01	1.02	1.00		
	エネルギー使用量		861	823	756	747	745	715	674	652	630	651	656	628	584	521	495	-42.6%	-5.1%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-3.8%	1	0.96	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.95	0.95	0.97	0.96	0.96	0.97	0.96		
	生産活動指数		1	0.99	0.89	0.88	0.88	0.85	0.81	0.79	0.77	0.79	0.78	0.76	0.71	0.63	0.60		
電機電子4団体（日本電機工業会、電子情報技術産業協会、情報通信ネットワーク産業協会、ビジネス機械・情報システム産業協会）	CO2排出量(クレジットあり)														1,625	1,468	1,449	+30.3%	-1.3%
	CO2排出量(クレジットなし)		1,112	1,302	1,247	1,307	1,382	1,328	1,453	1,699	1,730	1,804	1,843	2,109	1,865	1,666	1,652	+48.6%	-0.9%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり) ☆	-35%													0.56	0.57	0.53		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.78	0.76	0.76	0.71	0.70	0.71	0.76	0.71	0.69	0.66	0.67	0.64	0.65	0.60		
	エネルギー使用量		638	832	799	803	849	817	838	933	978	1,010	1,065	1,136	1,028	980	974	+52.6%	-0.7%
	エネルギー使用原単位指数		1	0.87	0.85	0.82	0.76	0.75	0.72	0.72	0.70	0.67	0.66	0.63	0.62	0.66	0.62		
	生産活動指数		1	1.50	1.48	1.54	1.75	1.70	1.83	2.02	2.20	2.35	2.52	2.83	2.62	2.31	2.46		
日本建設業連合会	CO2排出量(クレジットあり)														495	442	375	-59.3%	-15.2%
	CO2排出量(クレジットなし)		923	892	876	718	704	659	642	514	492	518	490	512	509	454	387	-58.0%	-14.7%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり) ☆	-13%													0.85	0.87	0.85		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.97	0.95	0.94	0.90	0.92	0.97	0.90	0.86	0.87	0.81	0.87	0.88	0.89	0.88		
	エネルギー使用量		429	416	409	336	324	301	286	229	225	222	215	209	208	189	164	-61.7%	-13.0%
	エネルギー使用原単位指数		1	0.97	0.95	0.95	0.89	0.90	0.93	0.86	0.85	0.80	0.77	0.76	0.77	0.79	0.80		
	生産活動指数		1	1.00	1.00	0.82	0.85	0.78	0.72	0.62	0.62	0.64	0.65	0.64	0.63	0.55	0.48		
日本自動車工業会 日本自動車車体工業会	CO2排出量(クレジットあり) ☆	-25%													508	451	467	-44.6%	+3.7%
	CO2排出量(クレジットなし)		844	724	684	682	680	643	674	679	672	682	660	657	553	486	505	-40.1%	+3.9%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.56	0.59	0.58		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.91	0.94	0.96	0.90	0.83	0.79	0.80	0.76	0.72	0.64	0.60	0.61	0.64	0.63		
	エネルギー使用量		435	400	381	367	354	336	339	333	337	343	338	337	289	265	275	-36.8%	+3.7%
	エネルギー使用原単位指数		1	0.98	1.01	1.00	0.91	0.84	0.77	0.76	0.74	0.70	0.64	0.59	0.62	0.68	0.66		
	生産活動指数		1	0.94	0.87	0.85	0.89	0.92	1.01	1.01	1.04	1.13	1.21	1.30	1.08	0.90	0.96		
日本自動車部品工業会	CO2排出量(クレジットあり) ☆	-7%													531	463	504	-29.5%	+8.8%
	CO2排出量(クレジットなし)		715	688	645	650	637	578	626	644	654	695	682	735	590	510	557	-22.1%	+9.2%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり) ☆	-20%													0.57	0.53	0.53		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.92	0.92	0.91	0.86	0.81	0.82	0.82	0.80	0.78	0.71	0.68	0.63	0.59	0.59		
	エネルギー使用量		375	406	390	381	361	329	340	335	348	362	366	375	308	282	307	-18.1%	+9.2%
	エネルギー使用原単位指数		1	1.03	1.06	1.02	0.93	0.88	0.85	0.81	0.81	0.78	0.72	0.66	0.63	0.62	0.62		
	生産活動指数		1	1.05	0.98	1.00	1.03	0.99	1.07	1.10	1.15	1.24	1.35	1.51	1.31	1.22	1.32		
住宅生産団体連合会	CO2排出量(クレジットあり) ☆	-20%													368	259	272	-47.6%	+5.0%
	CO2排出量(クレジットなし)		519	549	507	517	506	494	472	442	427	409	415	373	368	259	272	-47.6%	+5.0%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														1.10	0.99	0.95		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	1.15	1.18	1.12	1.11	1.18	1.18	1.09	1.05	0.99	0.99	1.09	1.10	0.99	0.95		
	エネルギー使用量		197	209	193	169	164	164	182	170	164	157	160	143	142	100	105	-46.9%	+5.0%
	エネルギー使用原単位指数		1	1.15	1.18	0.96	0.95	1.03	1.20	1.11	1.06	1.01	1.00	1.11	1.12	1.00	0.97		
	生産活動指数		1	0.92	0.83	0.89	0.87	0.81	0.77	0.78	0.78	0.79	0.81	0.66	0.64	0.50	0.55		

業種	(☆:目標とする指標)	数値目標	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	90年度比	前年度比
日本鉱業協会	CO2排出量(クレジットあり)														433	426	438	-10.0%	+2.8%
	CO2排出量(クレジットなし)		486	483	481	494	505	503	502	516	510	497	482	491	463	452	466	-4.3%	+3.1%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.80	0.79	0.79		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.92	0.93	0.91	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.89	0.83	0.85	0.86	0.84	0.84		
	エネルギー使用量		205	210	213	219	220	217	215	215	216	208	206	205	196	197	205	-0.3%	+3.7%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-12%	1	0.95	0.97	0.95	0.91	0.91	0.91	0.90	0.92	0.88	0.84	0.83	0.86	0.87	0.87		
	生産活動指数		1	1.08	1.07	1.12	1.18	1.16	1.15	1.16	1.14	1.15	1.19	1.19	1.11	1.11	1.14		
石灰製造工業会	CO2排出量(クレジットあり)														272	239	263	-25.8%	+9.8%
	CO2排出量(クレジットなし) ☆	-10%	354	310	272	293	302	275	292	299	300	306	312	327	276	242	266	-24.9%	+9.9%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.80	0.77	0.75		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.94	0.90	0.92	0.93	0.91	0.92	0.90	0.87	0.86	0.86	0.86	0.81	0.78	0.76		
	エネルギー使用量 ☆	-10%	121.8	108.2	95.9	103.0	104.7	95.4	99.9	100.8	101.3	104.5	107.0	112.0	96.5	86.4	94.5	-22.4%	+9.4%
	エネルギー使用原単位指数		1	0.95	0.92	0.94	0.94	0.92	0.91	0.88	0.85	0.86	0.86	0.85	0.82	0.81	0.79		
	生産活動指数		1	0.93	0.86	0.90	0.91	0.86	0.90	0.94	0.98	1.00	1.03	1.08	0.96	0.88	0.99		
日本ゴム工業会	CO2排出量(クレジットあり)（注5）														188	171	180	-10.5%	+5.3%
	CO2排出量(クレジットなし)（注5）		201	192	189	195	192	185	196	211	217	223	215	220	201	181	191	-5.1%	+5.7%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.69	0.71	0.65		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.90	0.88	0.92	0.85	0.85	0.86	0.88	0.86	0.82	0.74	0.77	0.78	0.78	0.73		
	エネルギー使用量		98.8	99.8	99.5	100.7	97.0	94.0	97.1	100.9	104.5	106.9	106.4	107.2	100.0	93.3	99.4	+0.6%	+6.5%
	エネルギー使用原単位指数		1	1.00	1.01	1.03	0.92	0.93	0.91	0.90	0.91	0.90	0.88	0.88	0.90	0.97	0.91		
	生産活動指数		1	1.01	1.00	0.99	1.06	1.02	1.09	1.14	1.17	1.21	1.23	1.23	1.12	0.97	1.11		
日本製薬団体連合会 日本製薬工業協会	CO2排出量(クレジットあり)														168	154	154	+1.4%	-0.5%
	CO2排出量(クレジットなし) ☆	±0%以下	151	172	173	189	189	186	191	198	204	201	194	196	182	166	166	+9.4%	-0.1%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.66	0.57	0.56		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.90	0.91	0.94	0.91	0.86	0.86	0.87	0.87	0.83	0.79	0.78	0.71	0.62	0.60		
	エネルギー使用量		71.4	88.2	90.2	95	93	93	94	95	99	97	96	96	92	89	90	+25.4%	+0.9%
	エネルギー使用原単位指数		1	0.98	1.01	1.01	0.95	0.91	0.89	0.89	0.89	0.85	0.83	0.80	0.76	0.70	0.69		
	生産活動指数		1	1.26	1.25	1.33	1.38	1.43	1.47	1.50	1.56	1.60	1.62	1.67	1.69	1.78	1.82		
板硝子協会	CO2排出量(クレジットあり)														119	106	111	-37.6%	+4.8%
	CO2排出量(クレジットなし) ☆	-22%	178	163	145	138	134	137	132	134	134	133	136	130	122	108	114	-36.2%	+5.0%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														1.13	1.12	1.01		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	1.15	1.17	1.09	1.10	1.11	1.11	0.97	0.98	1.03	1.03	1.09	1.15	1.15	1.03		
	エネルギー使用量 ☆	-21%	71.4	65.0	58.8	55.4	53.8	55.1	52.3	52.2	52.2	51.7	53.5	50.5	48.2	43.2	45.5	-36.3%	+5.3%
	エネルギー使用原単位指数		1	1.14	1.18	1.10	1.09	1.11	1.10	0.95	0.95	1.00	1.01	1.06	1.13	1.14	1.03		
	生産活動指数		1	0.80	0.70	0.71	0.69	0.69	0.67	0.77	0.77	0.72	0.74	0.67	0.60	0.53	0.62		
日本アルミニウム協会（注4）	CO2排出量(クレジットあり)														126	117	122	-17.6%	+4.0%
	CO2排出量(クレジットなし)		148	162	152	161	163	155	161	165	163	160	154	156	135	125	130	-12.0%	+4.2%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.87	0.89	0.82		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	1.01	1.01	1.00	1.00	1.03	1.03	1.01	1.00	1.04	0.97	0.99	0.87	0.89	0.82		
	エネルギー使用量		73.4	84.5	79.8	83.1	80.8	76.8	78.4	78.6	79.1	77.3	77.2	78.0	69.2	66.5	69.5	-5.3%	+4.6%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-11%	0.95	0.95	0.96	0.93	0.89	0.92	0.90	0.86	0.87	0.90	0.87	0.89	0.87	0.89	0.86		
	生産活動指数	(95年比)	1	1.16	1.08	1.15	1.18	1.08	1.13	1.18	1.18	1.12	1.14	1.14	1.04	0.96	1.05		

業種	(☆:目標とする指標)		数値目標	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	90年度比	前年度比
ビール酒造組合	CO2排出量(クレジットあり)	☆	-10%													60.0	56.0	52.2	-53.6%	-6.8%
	CO2排出量(クレジットなし)			112	121	117	114	108	104	99.8	94.5	89.4	87.3	84.8	78.4	62.9	58.3	54.4	-51.7%	-6.7%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)															0.57	0.54	0.51		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)			1	0.99	0.95	0.92	0.88	0.85	0.84	0.84	0.80	0.80	0.78	0.73	0.60	0.56	0.54		
	エネルギー使用量			53.8	60.1	60.2	58.2	54.2	53.3	49.3	45.0	43.7	41.9	41.0	36.9	33.1	31.3	29.5	-45.2%	-5.8%
	エネルギー使用原単位指数			1	1.03	1.02	0.99	0.93	0.91	0.86	0.84	0.82	0.80	0.79	0.72	0.66	0.63	0.61		
	生産活動指数			1	1.09	1.09	1.10	1.09	1.09	1.06	1.00	1.00	0.98	0.97	0.96	0.93	0.92	0.90		
日本電線工業会	CO2排出量(クレジットあり)															68.5	62.9	65.9	-33.8%	+4.8%
	CO2排出量(クレジットなし)			100	92.7	87.3	87.7	91.9	85.5	84.9	88.8	82.7	83.7	81.7	88.8	78.8	71.3	74.9	-24.8%	+5.0%
	CO2排出原単位指数(銅･ｱﾙﾐ)(ｸﾚｼﾞｯﾄあり)															0.96	0.96	1.01		
	CO2排出原単位指数(銅･ｱﾙﾐ)(ｸﾚｼﾞｯﾄなし)			1	0.97	1.04	1.11	1.07	1.11	1.10	1.17	1.10	1.06	1.01	1.10	1.10	1.09	1.15		
	CO2排出原単位指数(光ﾌｧｲﾊﾞ)(ｸﾚｼﾞｯﾄあり)															0.22	0.20	0.21		
	CO2排出原単位指数(光ﾌｧｲﾊﾞ)(ｸﾚｼﾞｯﾄなし)			1	0.77	0.72	0.58	0.45	0.40	0.44	0.49	0.42	0.27	0.26	0.26	0.26	0.23	0.24		
	エネルギー使用量(銅･アルミ)	☆	-29%	57.5	55.1	52.8	50.0	48.9	43.7	43.0	42.8	41.9	42.2	41.8	41.6	37.0	35.1	37.0	-35.6%	+5.4%
	エネルギー使用量(光ﾌｧｲﾊﾞ)			1.3	6.0	5.6	6.9	8.3	9.6	7.1	6.7	5.4	4.6	5.5	6.1	6.0	6.4	6.4		
	ｴﾈﾙｷﾞｰ使用原単位指数(銅･ｱﾙﾐ)			1	1.07	1.17	1.21	1.12	1.16	1.10	1.10	1.06	1.01	0.99	1.00	1.01	1.07	1.12		
	ｴﾈﾙｷﾞｰ使用原単位指数(光ﾌｧｲﾊﾞ)	☆	-78%	1	0.85	0.81	0.63	0.46	0.40	0.42	0.43	0.39	0.24	0.23	0.22	0.22	0.21	0.22		
	生産活動指数(銅･アルミ)			1	0.89	0.79	0.72	0.76	0.65	0.68	0.68	0.69	0.73	0.73	0.73	0.63	0.57	0.57		
	生産活動指数(光ﾌｧｲﾊﾞ)			1	5.38	5.29	8.33	13.82	18.02	13.03	11.75	10.62	14.37	17.98	21.16	20.54	23.59	22.03		
日本乳業協会（注4）	CO2排出量(クレジットあり)															105	101	100	+20.1%	-0.8%
	CO2排出量(クレジットなし)			83.6	93.4	95.9	100	98	100	91	109	106	108	108	112	111	106	105	+26.1%	-0.4%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)															1.07	1.06	1.05		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)			0.91	0.85	0.86	0.88	1	1.03	1.10	1.07	1.04	1.08	1.06	1.09	1.13	1.11	1.10		
	エネルギー使用量			39.3	47.3	49.1	50.1	48.0	49.2	42.9	50.5	49.8	49.8	50.9	52.1	52.2	51.8	52.1	+32.5%	+0.6%
	エネルギー使用原単位指数	☆	年-0.5%	0.89	0.89	0.91	0.91	1	1.04	1.05	1.01	1.00	1.02	1.02	1.04	1.08	1.10	1.12		
	生産活動指数		(00年比)	1	1.20	1.21	1.24	1.07	1.06	0.91	1.12	1.12	1.09	1.11	1.12	1.07	1.04	1.05		
日本伸鋼協会（注4）	CO2排出量(クレジットあり)															48.0	46.5	49.9	-23.8%	+7.3%
	CO2排出量(クレジットなし)			65.5	57.2	50.7	54.1	56.4	47.9	53.6	56.6	57.2	58.0	58.4	62.5	53.6	51.3	55.2	-15.7%	+7.6%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)															0.90	0.91	0.86		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)			1	0.88	0.86	0.93	0.85	0.94	0.89	0.97	0.88	0.91	0.88	0.99	1.01	1.00	0.95		
	エネルギー使用量			37.0	35.4	31.6	32.7	33.3	28.2	30.3	30.7	31.9	31.7	32.5	32.9	28.7	29.0	31.1	-15.8%	+7.3%
	エネルギー使用原単位指数	☆	-9.05%	1	0.97	0.95	1.00	0.89	0.98	0.90	0.93	0.87	0.88	0.87	0.92	0.96	1.00	0.95		
	生産活動指数		(95年比)	1	0.99	0.90	0.89	1.02	0.78	0.92	0.89	1.00	0.98	1.01	0.96	0.81	0.78	0.89		
日本産業機械工業会（注4）	CO2排出量(クレジットあり)	☆	-12.2% (97年比)													52.3	43.7	45.8	-27.7%	+4.8%
	CO2排出量(クレジットなし)			63.4	61.6	55.2	54.5	55.1	54.7	55.6	58.6	59.5	62.7	61.3	62.8	58.8	48.7	51.3	-19.1%	+5.4%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)															0.99	0.94	1.04		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)				1	1.01	1.13	1.17	1.21	1.28	1.38	1.31	1.32	1.18	1.12	1.11	1.04	1.16		
	エネルギー使用量			33.1	35.1	32.4	30.8	29.7	29.4	28.7	29.0	30.1	31.2	31.4	30.4	29.0	25.4	26.8	-19.2%	+5.5%
	エネルギー使用原単位指数				1	1.04	1.12	1.11	1.15	1.16	1.20	1.16	1.15	1.06	0.95	0.97	0.96	1.07		
	生産活動指数				1	0.89	0.78	0.76	0.73	0.71	0.69	0.74	0.77	0.84	0.91	0.86	0.76	0.72		
日本ベアリング工業会（注4）	CO2排出量(クレジットあり)															60.5	51.2	61.8	+3.7%	+20.7%
	CO2排出量(クレジットなし)			59.6	56.5	52.6	55.3	59.3	54.8	61.0	66.5	69.6	73.1	71.5	79.8	69.0	57.8	69.9	+17.4%	+20.9%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)	☆	-13% (97年比)													0.88	0.86	0.81		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)				1	1.00	1.00	0.97	1.01	1.04	1.04	1.00	1.00	0.94	0.98	1.01	0.97	0.92		
	エネルギー使用量			34.9	35.8	34.3	34.7	35.7	33.1	35.3	36.6	39.4	40.4	40.7	42.3	37.3	33.4	40.2	+15.2%	+20.4%
	エネルギー使用原単位指数				1	1.03	0.99	0.92	0.96	0.95	0.90	0.89	0.87	0.84	0.82	0.86	0.88	0.83		
	生産活動指数				1	0.93	0.98	1.08	0.96	1.04	1.13	1.24	1.29	1.35	1.44	1.21	1.05	1.35		

業種	(☆:目標とする指標)	数値目標	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	90年度比	前年度比
精糖工業会	CO2排出量(クレジットあり) ☆	-22%													42.7	40.2	38.9	-33.0%	-3.2%
	CO2排出量(クレジットなし)		58.0	48.8	47.6	47.4	49.1	48.6	45.8	47.8	43.9	43.0	42.8	44.2	43.5	41.0	39.7	-31.6%	-3.1%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.89	0.86	0.84		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.94	0.94	0.94	0.95	0.96	0.93	0.95	0.89	0.85	0.90	0.92	0.90	0.88	0.86		
	エネルギー使用量		24.3	22.1	21.6	21.5	22.0	21.8	20.1	20.9	19.6	19.7	20.4	21.1	20.5	19.9	19.3	-20.5%	-2.8%
	エネルギー使用原単位指数		1	1.01	1.02	1.02	1.01	1.03	0.97	0.98	0.95	0.96	1.03	1.03	1.02	1.01	1.00		
	生産活動指数		1	0.90	0.88	0.87	0.90	0.88	0.85	0.87	0.85	0.85	0.82	0.84	0.83	0.81	0.80		
日本衛生設備機器工業会	CO2排出量(クレジットあり) ☆	-25%													25.4	23.3	21.2	-55.6%	-9.0%
	CO2排出量(クレジットなし)		47.8	41.5	34.8	35.4	36.4	37.2	35.3	36.3	36.1	35.0	33.3	29.8	26.9	24.6	22.5	-52.9%	-8.4%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.52	0.53	0.42		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.81	0.82	0.83	0.80	0.83	0.80	0.78	0.73	0.69	0.62	0.56	0.55	0.56	0.44		
	エネルギー使用量		22.4	21.4	18.3	18.4	18.3	18.2	17.0	16.9	16.8	16.7	16.5	14.9	13.6	12.9	12.0	-46.7%	-7.4%
	エネルギー使用原単位指数		1	0.89	0.91	0.91	0.86	0.86	0.82	0.77	0.73	0.70	0.65	0.59	0.59	0.63	0.50		
	生産活動指数		1	1.08	0.89	0.89	0.95	0.94	0.93	0.98	1.03	1.07	1.13	1.12	1.03	0.92	1.07		
全国清涼飲料工業会	CO2排出量(クレジットあり)														100.6	99.2	100.3	+118.7%	+1.1%
	CO2排出量(クレジットなし)		45.9	65.9	68.4	74.6	80.7	85.1	88.7	94.1	100.0	103.0	104.5	108.4	106.2	104.3	105.7	+130.4%	+1.4%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり) ☆	-6%													1.04	1.03	0.97		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.98	0.99	1.02	1.07	1.04	1.09	1.10	1.08	1.17	1.14	1.11	1.10	1.08	1.02		
	エネルギー使用量		20.3	30.9	32.9	35.8	38.4	40.9	42.3	44.3	47.6	49.4	51.7	53.6	53.5	54.7	55.8	+174.6%	+2.1%
	エネルギー使用原単位指数		1	1.04	1.07	1.10	1.15	1.13	1.17	1.16	1.16	1.27	1.27	1.24	1.25	1.28	1.22		
	生産活動指数		1	1.47	1.51	1.60	1.64	1.78	1.77	1.87	2.01	1.92	2.00	2.13	2.10	2.11	2.25		
石灰石鉱業協会	CO2排出量(クレジットあり)														31.3	27.4	27.6	-39.1%	+0.7%
	CO2排出量(クレジットなし)		45.3	41.8	39.8	40.4	41.5	41.2	39.0	36.4	35.5	36.2	35.6	36.8	33.8	29.3	29.6	-34.6%	+1.2%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.91	0.91	0.90		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.91	0.95	0.98	0.98	1.02	0.95	0.97	0.96	0.95	0.93	0.98	0.98	0.97	0.96		
	エネルギー使用量		22.6	22.0	21.1	20.9	20.9	20.6	19.0	17.2	17.1	17.1	17.1	16.9	15.7	14.0	14.2	-37.0%	+1.5%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-6%	1	0.96	1.01	1.02	0.99	0.99	0.92	0.92	0.93	0.91	0.90	0.91	0.92	0.93	0.93		
	生産活動指数		1	1.02	0.93	0.91	0.94	0.92	0.91	0.82	0.81	0.84	0.85	0.83	0.76	0.67	0.68		
日本工作機械工業会（注4）	CO2排出量(クレジットあり)														25.4	15.9	20.3	-11.5%	+27.7%
	CO2排出量(クレジットなし)		22.9	20.8	22.8	20.0	20.6	19.4	18.4	20.3	22.6	24.9	26.2	30.5	29.2	18.0	23.1	+0.6%	+28.2%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.78	1.32	1.01		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)			1	1.00	1.14	1.02	1.02	1.27	1.16	1.03	0.90	0.84	0.87	0.90	1.50	1.15		
	エネルギー使用量 ☆	-6%	13.5	13.5	15.2	12.8	12.6	11.9	10.7	11.2	12.7	13.6	14.6	16.0	15.7	10.3	13.1	-2.6%	+27.9%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-6%		1	1.03	1.12	0.96	0.96	1.15	0.98	0.89	0.76	0.73	0.71	0.76	1.33	1.01		
	生産活動指数	(97年比)	1	1.00	1.10	0.85	0.98	0.92	0.69	0.85	1.06	1.33	1.50	1.67	1.55	0.57	0.96		
製粉協会	CO2排出量(クレジットあり)														18.5	17.2	17.8	+5.4%	+3.5%
	CO2排出量(クレジットなし)		16.9	18.6	18.0	18.6	19.1	18.9	20.3	22.5	21.3	21.2	21.1	22.9	21.7	20.1	20.7	+22.7%	+3.3%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり) ☆	-5%													0.96	0.89	0.89		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	1.00	0.93	0.95	0.97	0.96	1.03	1.12	0.99	1.07	1.08	1.16	1.13	1.04	1.04		
	エネルギー使用量		10.8	12.6	12.9	12.7	12.5	12.4	12.5	13.0	12.7	12.3	12.5	12.6	12.2	12.1	12.4	+15.2%	+3.0%
	エネルギー使用原単位指数		1	1.06	1.04	1.02	0.99	0.98	1.00	1.02	0.99	0.98	1.00	1.00	0.99	0.98	0.98		
	生産活動指数		1	1.10	1.15	1.16	1.17	1.16	1.16	1.19	1.17	1.17	1.16	1.17	1.14	1.14	1.18		

業種	(☆:目標とする指標)	数値目標	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	90年度比	前年度比
日本造船工業会 日本中小型造船工業会	CO2排出量(クレジットあり)														30.1	27.6	28.4	+98.4%	+2.9%
	CO2排出量(クレジットなし)		14.3				18.1	17.8	24.1	25.8	26.5	28.6	30.7	35.4	35.9	32.4	33.4	+133.6%	+3.1%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.79	0.67	0.69		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1				0.73	0.75	1.00	0.98	0.84	0.85	0.84	0.92	0.94	0.79	0.81		
	エネルギー使用量		9.4				12.6	12.3	15.6	15.5	16.5	17.1	18.9	19.8	20.4	19.9	20.4	+117.6%	+2.6%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-10%	1				0.87	0.89	0.94	0.96	0.90	0.92	0.94	0.95	0.94	0.90	0.87		
	生産活動指数		1				1.74	1.66	1.68	1.84	2.20	2.34	2.57	2.70	2.65	2.87	2.90		
日本産業車両協会	CO2排出量(クレジットあり) ☆	-10%													5.7	3.8	4.2	-32.0%	+10.5%
	CO2排出量(クレジットなし)		6.2	6.1	5.7	6.1	6.1	5.4	5.7	6.0	6.1	6.6	6.5	7.3	6.2	4.1	4.6	-26.1%	+10.4%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.99	1.25	1.00		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	1.22	1.47	1.53	1.36	1.33	1.40	1.37	1.21	1.15	1.05	1.04	1.08	1.35	1.09		
	エネルギー使用量		3.3	3.5	3.3	3.4	3.4	3.0	3.1	3.2	3.3	3.5	3.5	3.8	3.2	2.3	2.5	-22.5%	+11.3%
	エネルギー使用原単位指数		1	1.33	1.60	1.61	1.43	1.42	1.44	1.37	1.23	1.15	1.07	1.02	1.06	1.40	1.15		
	生産活動指数		1	0.81	0.63	0.65	0.72	0.65	0.66	0.71	0.82	0.93	1.00	1.13	0.93	0.50	0.68		
日本鉄道車両工業会	CO2排出量(クレジットあり) ☆	-8%以下													3.3	2.9	2.9	-32.5%	+0.0%
	CO2排出量(クレジットなし)		4.3	3.0	2.9	3.0	2.9	2.7	2.9	3.1	3.1	3.4	3.5	4.0	3.7	3.3	3.2	-24.9%	-0.8%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり)														0.49	0.38	0.42		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.76	0.74	0.67	0.66	0.66	0.66	0.76	0.48	0.55	0.50	0.60	0.55	0.42	0.47		
	エネルギー使用量		2.4	1.8	1.8	1.8	1.7	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.0	1.9	1.8	-22.5%	-0.7%
	エネルギー使用原単位指数		1	0.83	0.83	0.74	0.70	0.71	0.68	0.76	0.49	0.55	0.51	0.57	0.53	0.43	0.49		
	生産活動指数		1	0.91	0.91	1.04	1.02	0.96	1.04	0.93	1.51	1.43	1.63	1.55	1.58	1.80	1.59		
石油鉱業連盟	CO2排出量(クレジットあり)														61.9	63.1	57.1	+157.0%	-9.5%
	CO2排出量(クレジットなし)		22.2	27.0	25.4	24.4	29.3	29.0	35.2	38.1	33.7	39.0	44.9	59.0	62.5	63.6	57.6	+159.1%	-9.4%
	CO2排出原単位指数(クレジットあり) ☆	-20%													0.78	0.84	0.82		
	CO2排出原単位指数(クレジットなし)		1	0.83	0.79	0.74	0.85	0.86	1.02	1.06	0.75	0.79	0.85	0.89	0.80	0.85	0.84		
	エネルギー使用量		6.0	6.8	6.9	6.4	6.9	6.3	7.0	6.6	7.0	8.4	9.0	10.2	9.7	9.6	9.4	+58.1%	-2.1%
	エネルギー使用原単位指数		1	0.90	0.93	0.87	0.89	0.81	0.86	0.74	0.76	0.80	0.81	0.81	0.77	0.81	0.86		
	生産活動指数		1	1.28	1.25	1.23	1.31	1.30	1.38	1.50	1.55	1.75	1.86	2.12	2.11	2.00	1.85		
工業プロセスからの排出 (注1)	CO2排出量		6,208	6,067	5,436	5,437	5,489	5,317	5,192	5,033	5,020	5,148	5,218	5,045	4,660	4,178	4,233		
補正分 (注2)	CO2排出量(クレジットあり)														-131	-120	-115		
	CO2排出量(クレジットなし)		-69	-118	-113	-102	-107	-108	-122	-142	-142	-144	-148	-176	-157	-140	-136		
	エネルギー使用量		-56	-71	-59	-60	-97	-91	-76	-82	-87	-98	-104	-112	-106	-103	-104		
合計	CO2排出量(クレジットあり)	±0%以下													45,172	42,106	44,347	-12.3%	+5.3%
	CO2排出量(クレジットなし)		50,584	51,978	49,239	50,256	49,629	48,097	49,002	49,422	49,476	49,708	49,628	51,069	46,731	43,379	45,723	-9.6%	+5.4%
	エネルギー使用量 (注3)		16,441	17,397	16,623	16,813	16,515	15,935	16,208	16,334	16,472	16,522	16,608	17,083	15,690	14,787	15,562	-5.3%	+5.2%

業務部門等・運輸部門の業種別動向（注6）　（別紙２）

[業務部門等]　単位：万t-CO2、原油換算万kl、年度

業種	（☆:目標とする指標）	数値目標	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	90年度比	前年度比
日本冷蔵倉庫協会	CO2排出量（クレジットあり）														64.4	58.3	61.1	+10.6%	+4.8%
	CO2排出量（クレジットなし）		55.2	57.4	57.6	61.1	60.9	61.9	65.9	69.9	69.8	73.9	71.3	77.3	76.7	68.4	71.9	+30.2%	+5.1%
	CO2排出原単位指数（クレジットあり）														0.85	0.76	0.79		
	CO2排出原単位指数（クレジットなし）		1	0.82	0.80	0.84	0.83	0.85	0.91	0.96	0.96	1.00	0.97	1.03	1.02	0.89	0.93		
	エネルギー使用量		36.2	43.1	44.6	44.7	42.2	42.9	42.5	42.0	43.3	44.4	44.0	43.2	43.6	42.0	43.9	+21.3%	+4.6%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-8%	1	0.94	0.95	0.93	0.88	0.90	0.89	0.88	0.91	0.92	0.91	0.88	0.88	0.84	0.87		
	生産活動指数		1	1.27	1.30	1.32	1.32	1.32	1.31	1.32	1.31	1.33	1.33	1.35	1.37	1.39	1.40		
日本LPガス協会	CO2排出量（クレジットあり）														2.0	1.8	1.8	-17.0%	0.8%
	CO2排出量（クレジットなし）		2.2						2.4	2.5	2.4	2.5	2.4	2.6	2.3	2.1	2.2	-2.3%	1.2%
	CO2排出原単位指数（クレジットあり）														0.88	0.85	0.85		
	CO2排出原単位指数（クレジットなし）		1						0.93	0.97	0.97	1.00	0.98	1.07	1.04	0.99	0.99		
	エネルギー使用量		1.4						1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.3	-10.0%	0.0%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-7%	1						0.92	0.89	0.92	0.91	0.92	0.91	0.90	0.92	0.92		
	生産活動指数		1						1.16	1.16	1.12	1.12	1.12	1.12	1.03	0.97	0.99		
全国銀行協会（注7）	CO2排出量（クレジットあり）														48.2	43.2	43.0	-21.2%	-0.5%
	CO2排出量（クレジットなし）	(00年比)					54.5	55.0	56.5	58.7	56.2	55.3	53.8	60.5	57.4	50.8	50.6	-7.1%	-0.2%
	エネルギー使用量 ☆	-12%					37.8	38.0	36.5	35.2	34.9	33.2	33.2	33.8	32.7	31.2	30.9	-18.2%	-0.7%
不動産協会	CO2排出原単位指数（クレジットあり）														0.83	0.76	0.76		
	CO2排出原単位指数（クレジットなし）		1	0.86	0.88	0.86	1.01	0.84	0.94	0.97	0.98	1.03	0.93	1.04	0.99	0.89	0.89		
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-5%	1	0.97	1.03	0.94	1.07	0.90	0.95	0.94	0.97	1.03	0.95	0.98	0.95	0.91	0.91		
日本損害保険協会（注7）	CO2排出量（クレジットあり）														3.3	2.9	2.8	-17.6%	-3.4%
	CO2排出量（クレジットなし）	(00年比)					3.4	4.3	4.1	4.1	3.7	3.7	3.6	3.9	3.8	3.3	3.2	-5.7%	-1.8%
	エネルギー使用量 ☆	-18%					2.3	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	-20.3%	-3.1%
生命保険協会（注7）	CO2排出量（クレジットあり）														10.8	10.0	10.2	-11.2%	2.0%
	CO2排出量（クレジットなし）	(06年比)									11.4	11.7	11.5	13.0	12.7	11.6	11.7	2.3%	1.3%
	エネルギー使用量 ☆	-2%									6.9	6.8	6.9	7.1	7.1	6.9	6.9	0.8%	0.5%
NTTグループ	CO2排出量（クレジットあり）														313	298	302	135.9%	1.4%
	CO2排出量（クレジットなし）		128	157	162	180	214	230	275	312	310	330	341	370	369	346	351	174.1%	1.5%
	CO2排出原単位指数（クレジットあり） ☆	-35%													1.47	1.43	1.43		
	CO2排出原単位指数（クレジットなし）		1	0.81	0.82	0.85	0.91	0.96	1.23	1.37	1.40	1.50	1.55	1.69	1.73	1.66	1.66		
	エネルギー使用量		84	118	126	132	144	155	172	182	188	194	206	204	207	208	210	150.7%	0.9%
	エネルギー使用原単位指数		1.00	0.93	0.97	0.94	0.94	0.99	1.17	1.22	1.29	1.35	1.43	1.43	1.48	1.53	1.52		
	生産活動指数		1	1.51	1.56	1.67	1.83	1.87	1.75	1.77	1.73	1.72	1.72	1.71	1.67	1.63	1.65		
KDDI（注7）	CO2排出量（クレジットあり） ☆	152万t													64.2	67.2	63.2	49.1%	-6.0%
	CO2排出量（クレジットなし）									42.4	42.6	53.5	64.0	75.4	76.5	78.9	74.4	75.5%	-5.7%
	エネルギー使用量	(11年度)								25.4	26.4	32.0	39.5	42.1	43.5	48.4	45.4	78.7%	-6.2%
	生産活動指数									1.00	1.09	1.23	1.39	1.48	1.41	1.37	1.34		
日本貿易会（注7）	CO2排出量（クレジットあり） ☆	3.5万t													3.7	3.5	3.5	-40.5%	-0.2%
	CO2排出量（クレジットなし）				5.8	5.9	5.6	5.5	5.6	6.3	5.5	4.6	4.3	4.6	4.4	4.1	4.1	-30.4%	0.1%
	エネルギー使用量				4.4	4.2	3.8	3.7	3.6	3.7	3.3	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	-43.8%	-0.4%
日本印刷産業連合会（注7）	CO2排出量（クレジットあり） ☆	-7.3%													114.3	105.4	106.2	-14.6%	0.8%
	CO2排出量（クレジットなし）											124.3	123.6	131.0	126.9	116.0	117.3	-5.6%	1.1%
	CO2排出原単位指数（クレジットあり）	(05年比)													0.83	0.76	0.78		
	CO2排出原単位指数（クレジットなし）											1.00	0.96	0.98	0.92	0.84	0.86		
	エネルギー使用量											68.6	69.4	69.7	68.5	66.0	66.7	-2.7%	1.1%
	エネルギー使用原単位指数											1.00	0.98	0.94	0.90	0.87	0.89		
	生産活動指数											1.00	1.03	1.08	1.11	1.11	1.09		

［運輸部門］

単位：万t-CO2、原油換算万kl、年度

業種	（☆：目標とする指標）	数値目標	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	90年度比	前年度比
定期航空協会	CO2排出原単位指数（ｸﾚｼﾞｯﾄあり）														0.85	0.84	0.81		
	CO2排出原単位指数（ｸﾚｼﾞｯﾄなし） ☆	-13.5%	1	0.91	0.90	0.89	0.90	0.89	0.87	0.89	0.88	0.88	0.88	0.87	0.85	0.84	0.81		
日本船主協会	CO2排出量（クレジットあり）														6,365	5,762	5,780	49.7%	0.3%
	CO2排出量（クレジットなし）		3,862	4,279	4,366	4,505	4,708	4,562	4,583	4,984	5,262	5,585	6,031	6,481	6,365	5,762	5,780	49.7%	0.3%
	CO2排出原単位指数（ｸﾚｼﾞｯﾄあり）														0.85	0.82	0.83		
	CO2排出原単位指数（ｸﾚｼﾞｯﾄなし） ☆	-15%	1	0.86	0.90	0.85	0.84	0.85	0.87	0.85	0.88	0.88	0.86	0.84	0.85	0.82	0.83		
	エネルギー使用原単位指数		1	0.86	0.90	0.85	0.84	0.85	0.87	0.85	0.88	0.88	0.86	0.84	0.85	0.82	0.83		
	生産活動指数		1	1.28	1.26	1.37	1.45	1.38	1.36	1.53	1.54	1.65	1.81	2.01	1.95	1.81	1.79		
日本内航海運組合総連合会	CO2排出量（クレジットあり）														720	656	705	-18.0%	7.5%
	CO2排出量（クレジットなし）		859	904	876	886	919	934	895	854	787	790	794	772	720	656	705	-18.0%	7.5%
	CO2排出原単位指数（ｸﾚｼﾞｯﾄあり）														1.07	1.09	1.09		
	CO2排出原単位指数（ｸﾚｼﾞｯﾄなし） ☆	-3%	1	1.07	1.09	1.09	1.07	1.08	1.07	1.10	1.01	1.04	1.07	1.06	1.07	1.09	1.09		
	エネルギー使用量		314	330	320	323	335	340	326	311	287	288	289	281	262	239	256	-18.4%	7.5%
	エネルギー使用原単位指数		1	1.07	1.09	1.08	1.07	1.07	1.06	1.09	1.00	1.04	1.06	1.06	1.07	1.09	1.09		
	生産活動指数		1	0.98	0.94	0.95	1.00	1.01	0.98	0.91	0.91	0.88	0.87	0.85	0.78	0.70	0.75		
全国通運連盟（注7）	CO2排出量（クレジットあり）														13.4	13.3	12.9	-15.6%	-3.6%
	CO2排出量（クレジットなし） ☆	-15%（98年比）			15.2			14.6	14.6	14.6	14.5	14.1	13.7	13.6	13.4	13.3	12.9	-15.6%	-3.6%
	エネルギー使用量				5.7			5.5	5.5	5.5	5.5	5.3	5.2	5.1	5.0	5.0	4.8	-15.6%	-3.6%
日本民営鉄道協会	CO2排出量（クレジットあり）														192	179	179	-9.9%	0.5%
	CO2排出量（クレジットなし）		199	192	188	201	198	198	214	227	221	224	212	234	228	210	211	6.0%	0.8%
	CO2排出原単位指数（クレジットあり）														0.81	0.74	0.75		
	CO2排出原単位指数（クレジットなし）		1	0.86	0.85	0.89	0.86	0.86	0.93	0.97	0.95	0.96	0.91	1.00	0.97	0.87	0.89		
	エネルギー使用量		131	144	146	147	137	137	138	136	137	134	131	131	130	129	129	-1.2%	0.3%
	エネルギー使用原単位指数 ☆	-17%	1	0.99	1.00	1.00	0.91	0.91	0.91	0.89	0.90	0.88	0.85	0.85	0.84	0.82	0.83		
	生産活動指数		1	1.12	1.12	1.13	1.15	1.16	1.16	1.17	1.17	1.17	1.17	1.18	1.18	1.20	1.20		

(注1)　工業プロセスからの排出とは、非エネルギー起源で製造プロセスから排出されるCO2を指す。

(注2)　合計値では電力の炭素排出係数、エネルギー換算係数として全電源平均の発電端係数を使用している。一方、各業種では、全電源平均の受電端係数あるいは1990年度の値に固定した係数等を採用している場合がある（日本ガス協会、電機電子4団体（日本電機工業会、電子情報技術産業協会、情報通信ネットワーク産業協会、ビジネス機械・情報システム産業協会）、日本産業機械工業会）。これらの業種を含む単純合計と合計値との差は補正分に示す。

(注3)　発熱量表の改定に伴い1999年度以前、2000年度～2004年度、2005年度以降では熱量換算係数が異なる。

(注4)　原単位指数については、目標基準年を1990年度以外に設定している場合はそれぞれ基準年を１とする指数を記し、基準年以前のCO2排出量等の指標は参考値とする（日本アルミニウム協会、日本伸銅協会は1995年度、日本産業機械工業会、日本ベアリング工業会、日本工作機械工業会は1997年度、日本乳業協会は2000年度を基準年としている）。

(注5)　上記の表中の数値は、日本経団連環境自主行動計画が従来から採用している基本的な算定方式に基づくものである。基本方式以外の算定方式を採用している日本ガス協会と日本ゴム工業会が、当該算定方式に基づき業界において用いている目標および2010年度の実績はそれぞれ以下の通りである（詳細は各業種の個別業種版を参照）。
日本ガス協会（目標は、CO2排出量で34.9万t-CO2、CO2排出原単位で9.0g/㎥）：2010年度のCO2排出量は 29.1t-CO2（ｸﾚｼﾞｯﾄあり）/32.2万t-CO2（ｸﾚｼﾞｯﾄなし）、CO2排出原単位は7.9g-CO2/㎥（ｸﾚｼﾞｯﾄあり）/8.7g-CO2/㎥（ｸﾚｼﾞｯﾄあり）。
日本ゴム工業会（目標は、CO2排出量で90年度比-10%）：1990年度 198万t-CO2、2010年度 143万t-CO2（ｸﾚｼﾞｯﾄあり）/160万t-CO2（ｸﾚｼﾞｯﾄなし）。

(注6)　CO2排出量、エネルギー使用量、CO2排出・エネルギー使用原単位に関し、業務部門・運輸部門の業種から提出されたデータを掲載している。

(注7)　日本貿易会、全国通運連盟のCO2排出量、ｴﾈﾙｷﾞｰ使用量は1998年度比、全国銀行協会、日本損害保険協会のCO2排出量、ｴﾈﾙｷﾞｰ使用量は2000年度比、KDDIのCO2排出量、ｴﾈﾙｷﾞｰ使用量は2003年度比、日本印刷産業連合会のCO2排出量、ｴﾈﾙｷﾞｰ使用量は2005年度比、生命保険協会のCO2排出量、ｴﾈﾙｷﾞｰ使用量は2006年度比を表す。

(注8)　概要版におけるCO2排出原単位指数・エネルギー使用原単位指数は、CO2排出量・エネルギー使用量・生産活動量を使って自動計算した後に四捨五入している。

(注9)　2008年度～2010年度は電気事業者のみがクレジットを償却し、その他の業種においてはクレジットは償却されなかった。したがって、各業種についてクレジットあり・なしの二種類のデータが示されているのは、電気の使用に伴う炭素排出係数がクレジットあり・なしの二種類あることによる。

(注10)　2011年度に日本乳業協会から1企業が脱退したが、脱会した企業のデータを2000年度までしか遡ることができないため、①2000年度～2009年度については、実績に基づき脱会企業のデータを削除し、②1990年度～1999年度については、2000年度の業界全体のCO2排出量に占める脱会企業のCO2排出量の割合（2%）に基づき、脱会企業のデータを削除した。なお、34業種全体のCO2排出量に占める当該企業のCO2排出量の割合は0.4%である。

(注11)　東日本大震災の影響（被災によるデータ喪失）により、日本化学工業協会および日本製薬団体連合会・日本製薬工業協会のデータには、それぞれ1990年度から1社分、1事業所分のデータが含まれていない。

（別紙３）

参加業種から報告された目標達成等のためのこれまでの取組み例

１．産業・エネルギー転換部門

業　種	これまでの取組み例
電気事業連合会	(1)供給側におけるエネルギーの低炭素化（CO2 排出原単位の低減） ①非化石エネルギーの利用拡大 ②電力設備の効率向上 ③国際的な取組み（京都メカニズム等の活用、セクター別アプローチへの取組み） (2) 需要側におけるエネルギー利用の効率化 ①省エネルギー（電化の推進、省エネルギー・高効率電気機器の普及等） (3)研究開発 ①クリーンコールテクノロジー、CO2 回収・貯留技術、次世代送配電技術、超高効率ヒートポンプ、電気自動車等
石油連盟	(1)制御技術や最適化技術の進歩による運転管理の高度化 (2)装置間の相互熱利用拡大、廃熱・その他廃エネルギー回収設備の増設 (3)設備の適切な維持管理による効率化 (4)高効率装置・触媒の採用 (5)省エネルギーに関する補助支援事業を活用した省エネルギー対策 ①可変速ガス圧縮機の導入 ②スチームトラップ排出蒸気回収による排熱回収 ③高性能トレイへの更新による加熱炉使用エネルギーの削減
日本ガス協会	(1)都市ガス製造工場における各種省エネ対策の推進 ①コージェネレーションの導入 ②LNG の冷熱利用 ③設備の高効率化 ④需要等にあわせた運転の最適化等
日本鉄鋼連盟	(1)排熱回収増強・設備効率化 (2)脱硫技術などによる石炭のクリーン利用技術の確立 (3)工場内の大部分のエネルギーを石炭からの副生ガスや排エネルギー（蒸気、電力等）の回収・活用によって賄う総合的なエネルギー効率化 (4)資源リサイクル（廃プラスチック、廃タイヤ等）による省エネ
日本化学工業協会	(1)設備・機器の効率改善 (2)運転方法の改善 (3)排出エネルギーの回収 (4)プロセスの合理化 (5)燃料転換等
日本製紙連合会	(1)省エネ設備の導入 ①ドライヤーフード熱回収設備 ②プレスの改造 ③インバーター化 (2)高効率設備の導入 ①タービン効率改善 ②高効率モーター・変圧器への更新 ③高効率照明 (3)工程の見直し（工程短縮、統合） (4)再生可能エネルギー(黒液、廃材、バーク、ペーパースラッジ等)、廃棄物エネルギー（RPF、廃プラスチック、廃タイヤ、廃油等)、CO2 排出量の少ない燃料への転換
セメント協会	(1)省エネ設備の普及促進 (2)エネルギー代替廃棄物等の使用拡大 (3)原料代替廃棄物等の使用拡大 (4)混合セメントの生産比率増大

電気電子 4 団体	(1)蒸気使用設備の運用改善によるボイラー燃料削減 (2)クリーンルーム用空調機器の運転条件最適化による省エネ対策
日本建設業連合会	(1)建設発生土の搬出量の削減および搬送距離の短縮 (2)アイドリングストップおよび省燃費運転の促進 (3)重機・車両の適正整備の励行 (4)省エネルギー性に優れる工法、建設機械・車両の採用促進 (5)高効率仮設電気機器等の使用促進 (6)現場事務所等での省エネルギー活動の推進
日本自動車工業会・ 日本自動車車体工業会	(1)設備対策 ①エネルギー供給側の対策（高効率コンプレッサーの導入、圧縮空気の圧力低下や漏れ対策実施、ボイラーの高効率化、変電設備の省エネ） ②エネルギー多消費設備対策（ブース空調制御方法の改善、鋳造集塵機の統合、空調機改善等の設備対策による省エネ、冷凍機、空調機（暖房機含む）の更新） (2)生産性向上対策 ①エネルギー供給方法等、運用管理技術の高度化（操業改善（効率的操業、現場省エネ改善他）、ボイラー、変圧器、ポンプ、照明等の不要時の停止、間欠運転による省エネ）、エアー、蒸気の送気圧力の低減、コンプレッサー台数の制御運転、配管経路見直し） ②ライン統廃合等（ライン（塗装、鋳造、加工ライン等）の統廃合・集約） (3)燃料転換、ESCO 事業等 ①燃料転換による対策（アルミ溶融炉燃料を重油から都市ガスへ転換、熱処理炉燃料を LPG、ブタンガスから都市ガスへ転換） ②設備運用改善による省エネ、太陽光発電設置等 (4)サプライチェーン等の連携による省エネ効果 ①省エネ事例や省エネ技術の情報共有化
日本自動車部品工業会	(1)空運転の停止等、運転方法の改善 (2)設備・機器効率の改善 (3)プロセスの合理化 (4)コージェネレーション等、排出エネルギー回収 (5)省エネ技術の相互啓発、エネルギー利用の情報交換
住宅生産団体連合会	(1)企画･設計段階 ①自然環境の保全 (2)良質な住環境の創出 ①耐震・省エネルギー改修工事等を含めた住宅性能の向上、室内環境の改善、室内外の緑化等の推進 ②「住宅性能表示制度」の活用 ③「環境共生住宅」「自立循環型」「ロ・ハウス」等の開発・普及 ③「CASBEE-すまい（戸建－新築）」による設計段階における総合的環境性能評価の実施 ④高効率設備･機器ならびに新エネルギーの採用 ⑤高断熱･高気密住宅（次世代省エネ基準適合住宅)の普及 (3)使用段階 ①使用段階の CO2 排出量削減に向けた、住まわれる方々への普及啓発活動 (4)解体段階及び処理･処分段階 ①分別解体の徹底 ②建設廃棄物の再生利用の促進
日本鉱業協会	(1)生産設備の集約化、大型化による生産性の向上 (2)未利用熱の有効利用 (3)古い設備の更新による効率向上 (4)設備対策による効率向上 (5)操業の工夫によるエネルギー原単位の削減 (6)シュレッダーダスト(ASR)処理によるサーマルリサイクルの実施 (7)再生油・廃プラスチックの利用
石灰製造工業会	(1)リサイクル燃料の使用拡大 (2)運転方法の改善 (3)排出エネルギーの回収

	(4)プロセスの合理化 (5)設備･機械効率の改善
日本ゴム工業会	(1)コージェネレーションの新・増設 ①都市ガスなどの燃焼による高効率のコージェネレーションシステムの新・増設 ②コージェネレーションの燃料を重油から LNG へ転換 (2)高効率機器の導入 ①ファン、モーター、照明器具などの高効率機器の設置 (3)従来の地道な省エネルギー活動の実施 ①熱設備の保温・断熱、漏れ防止、熱回収 ②回転数制御、間欠運転、小型化などによる運転の効率化 (4)エネルギーの転換による効率化 ①廃油燃焼炉の導入、加熱炉・ボイラーのガス化などプロセスの改善 (5)空調システムの効率化 ①氷蓄熱、吸収式冷凍機の導入 (6)製品の耐久性向上 ①バイアスタイヤからラジアルタイヤへの切替えによる大幅な耐久性向上の実現 (7)タイヤラベリング制度
日本製薬団体連合会・日本製薬工業協会	(1)エネルギーの代替 (2)高効率機器等の選定 (3) 機器及び配管への断熱による放熱ロスの低減 (4) 設備機器の運転、制御方法の見直し (5) 基準値、設定値の変更 (6)インバーター装置の設置
板硝子協会	(1)板ガラス製造設備（溶解窯）の廃棄、集約化による生産効率化 (2)窯の定期修繕（冷修）による熱回収効率改善 (3)１窯当たりの生産品種替えロス、色替えロス減少のための生産集約化 (4)エネルギー効率の高い新燃焼技術等の技術開発と導入 (5)設備運転条件の改善
日本アルミニウム協会	(1)省エネ運転・プロセスの改善（歩留向上など）によるエネルギー効率向上 (2)エネルギー回収・効率化、生産性・歩留向上等改善活動の推進 (3)省エネ改善事例の発表会の実施と水平展開の推進 (4)積極的なアルミリサイクルの推進（地球規模） (5)自動車、鉄道車輌等のアルミ化による軽量化支援（国内規模）
ビール酒造組合	(1)動力工程 ①天然ガスへの燃料転換 ②コージェネレーション設備の導入 ③高効率冷凍氷蓄熱システムの導入 ④アンモニア冷凍機等高効率冷凍設備への転換 ⑤太陽光発電設備の導入 (2)仕込工程 ①新煮沸システム導入 ②蒸気再圧縮設備導入 ③排熱回収の効率化 (3)排水処理工程 ①嫌気性排水処理設備の導入 ②嫌気処理メタンガスの回収利用促進 ③バイオガスコージェネレーション設備の導入 ④バイオガスボイラー等の高効率ボイラーの導入 ⑤燃料電池の導入
日本電線工業会	(1)熱の効率的利用 ①炉の断熱改善対策 ②燃料転換 ③排熱回収利用 ④蒸気トラップ改善 ⑤蒸気配管保温強化 (2)高効率設備導入

	①高速化・長尺化設備 ②押出機等モーター ③ポンプのインバーター化 ④コンプレッサーのインバーター化及び台数制御 (3)電力設備の効率的運用 ①レイアウト変更による効率的電力系統の構築 ②施設統合による電力設備の効率的運用
日本乳業協会	(1)工場統廃合（集約化および原単位改善） (2)燃料転換（主にA重油から天然ガス） (3)コージェネレーション設備導入（廃熱回収および非常用電源） (4)廃熱回収、保温断熱強化（ボイラー廃熱、ドレン・ブロー水回収、壁面保温強化） (5)自然冷媒導入、高効率冷凍機導入（脱フロン、省エネ、空調効率の改善） (6)高効率照明器具導入（省エネ） (7)環境マネジメント推進（ISO14001活動推進、見える化） (8)歩留まり向上による廃棄物削減（省エネ） (9)インバーター、台数制御導入（自動運転最適化による省エネ） (10)焼却炉助燃剤削減（廃棄物削減、可燃ゴミ割合増）
日本伸銅協会	(1)事業所全体活動の推進 ①省エネ型照明導入(インバーター式等) ②省エネ型エアコン機種変更 (2)設備機器導入・更新・改善 ①燃料転換 ②水銀ランプをLEDやメタルハイドライドに変更 ③エアー漏れ改善 (3)工程／運転制御や操業管理改善 ①待機電力削減 ②負荷調整による変圧器削減 ③電力の中央監視 ④自動力率調整システム構築 ⑤ピークカットの活用 ⑥引抜設備の空転防止 ⑦炉の集約停止による保持電力の削減
日本産業機械工業会	(1)インバーター組込機器への移行 (2)コンプレッサー台数制御・集合制御による効率運転 (3)受変電設備の更新 (4)高効率照明への更新 (5)試験運転時間の短縮 (6)圧縮エアー漏れの定時チェック (7)クールビズ、ウォームビズの実施 (8)その他、日常的な省エネ活動 (9)空調設備の効率運転、更新等 (10)燃料転換を伴う設備投資
日本ベアリング工業会	(1)モーターの高効率化・インバーター化 (2)コンプレッサーのエアー漏れ対策・減圧化対策 (3)熱処理設備の燃料転換・廃熱利用 (4)氷蓄熱式空調・GHPの導入 (5)高効率照明機器の導入 (6)消灯の実施
精糖工業会	(1)燃料転換（都市ガス化率の向上） (2)自己蒸気再圧縮式濃縮缶の設置 (3)攪拌機付真空結晶缶の設置 (4)真空結晶缶自動煎糖方式の導入 (5)コージェネレーション設備の設置 (6)スチームアキュムレーターの設置 (7)インバーター方式によるモーター類の回転数制御の導入

	(8)ボイラー排熱の回収 (9)コンプレッサーのターボ化 (10)省エネ型変圧器への変換 (11)吸収式空調機への変換 (12)真空遮断機器への変換 (13)蒸気配管の保温 (14)稼働率向上のための生産合理化の促進
日本衛生設備機器工業会	(1)燃料転換の推進 (2)コージェネレーションの導入 (3)気化放熱式冷却装置導入 (4)省エネ型インバーター機器等の導入 (5)窯台車の軽量化 (6)生産効率の向上と不良率の改善 (7)ソーラー発電など自然エネルギーの利用促進 (8)一人ひとりの省エネ意識の向上と小さな省エネの積み重ね活動 (9)空調設備の温度管理、こまめな消灯の徹底
全国清涼飲料工業会	(1)コージェネレーション設備の活用 (2)ボイラー運用の改善（台数の制御設定、燃焼切り替え設定、現場供給圧力設定等の最適化、燃料転換に伴い炉筒煙管ボイラーのバーナーを高効率バーナーに変更 ） (3)貫流ボイラーの連続ブロー水（潜熱）を利用し給水温度アップを実施 (4)焼却燃料の切り替え (5)コンプレッサー（台数制御、インバーター制御コンプレッサーの新規導入） (6)排水処理場の曝気槽に高散気システム導入 (7)深井戸水中ポンプのインバーター化工事 (8)排水嫌気処理設備から回収したバイオガスの燃料利用
石灰石鉱業協会	(1)燃料（軽油）消費の削減 ①使用重機類の大型化と最適化 ②運搬路の整備と距離の短縮 ③点検・整備の励行 ④省燃費運転の促進 (2)環境適合エンジン搭載重機の導入促進 (3)電力消費の削減（省エネ設備の普及促進、生産工程の最適化） (4)コージェネレーションの導入促進 (5)省エネ運動の推進
日本工作機械工業会	(1)空調関係 ①空調設備・熱源ポンプ等のインバーター化 ②生産調整 (2)照明関係 ①メタルハライド等高効率照明への転換 ②節電システム設置 ③不要照明消灯の徹底 (3)コンプレッサー関係 ①インバーター化 ②台数制御 ③送気圧力低減 ④エアー漏れ防止 (4)機械加工工程 ①インバーター化 ②非稼働設備の電源カット ③生産調整
製粉協会	(1)工場の集約化・高操業化 (2)コージェネレーションシステムの導入 (3)高効率モーター、ファン、トランスの導入 (4)高効率送風機械及び回転数制御装置の導入 (5)コンプレッサーの圧力最適化システム・台数制御システムの導入

日本造船工業会・日本中小型造船工業会	(1)自動化設備投資の促進等による生産の効率化・高度化の推進 (2)太陽光発電等の導入
日本産業車両協会	(1)生産設備、工程の改善 (2)炭素排出係数の低い燃料への転換推進 (3)工場施設（照明、空調等）の省エネ型への更新
日本鉄道車輌工業会	(1)省エネ設備による対策 ①生産設備の更新 ②省エネタイプの生産設備の導入 ③水銀灯（工場天井照明）の蛍光灯化 ④天井照明の一部 LED の導入 (2)高効率設備による対策 ①加工設備用油圧ポンプのインバーター化 ②インバーター付きコンプレッサーへの更新 ③低損失型トランスへの更新 ④空調機の更新 (3)燃料転換による対策 ①バーナーの燃料を重油からプロパンへ変更 ②給湯用ボイラー燃料を灯油から都市ガスへ変更 (4)運用の改善 ①電気、燃料、ガス、水道使用量の削減 ②空調機器温度設定の変更 ③化学物質使用量の削減
石油鉱業連盟	(1)非効率施設の統廃合・合理化 (2)生産プラントでの省エネルギー設備・機器の導入、システム合理化 (3)操業の効率化（天然ガス自家消費量の削減） (4)未利用低圧ガスの有効利用 (5)放散天然ガスの焼却 (6)環境マネジメントシステムの導入 (7)事務所での省エネルギー実施 (8)天然ガス自動車の導入 (9)コージェネレーションの導入 (10)生産プラントでの燃料電池導入

２．業務部門等

業　種	これまでの取組み例
日本冷蔵倉庫協会	(1)省エネ設備・技術への代替・導入 ①高効率変圧器 ②高効率圧縮機 ③外気遮断装置 ④省エネ型照明器具 ⑤クローズドデッキ化 ⑥断熱材の増張り等 (2)日常メンテナンスによる無駄の防止 ①保管商品に適正な庫内温度保持 ②凝縮器の清掃励行 ③防熱扉からの冷気漏れ防止等 (3) 省エネマニュアルの活用、管理標準の策定とエネルギー使用量の管理
日本 LP ガス協会	(1)輸入基地 3 箇所を集約化 (2)二次基地 45 箇所を集約化
不動産協会	(1)ビルの設計等に関わる CO2 等排出の削減（新築オフィスビル） ①ビル等の改修、新築における省エネルギー対策、CO2 対策の導入推進（省エネルギー型、低 CO2 排出型設計の推進及び機器の導入、省エネルギー型、低 CO2

	排出型設計の推進及び機器の導入） ②HFCs 削減等の観点を考慮した建設資材、空調システムの選定等 ③地域的なエネルギー有効利用と未利用エネルギーの活用（地域的効率的なエネルギー管理の実現に向けた検討、未利用エネルギー（生ゴミ等のバイオマス資源、ゴミ焼却場・変電所等の廃熱、下水・河川・海水等の温度差等）の積極的活用） ④再生可能エネルギーの有効な活用（開発地区内において太陽光発電などの再生可能エネルギーの活用を推進） (2)自社ビルの使用に関わる CO2 等排出の削減（本社所在ビル） ①日常的に実施し得る省エネルギー行動等の推進（環境に関わる社内体制の整備、省エネルギー型機器の導入、社内・日常業務における省エネ対策の実施） ②共用部分（機械室・ロビー・通路等）における省エネ対策の実施（エネルギーの計測･管理（原単位管理ツールの活用、BEMS の導入等）、設備機器の効率的運転および省エネ投資の検討） ③専用部分（ビル賃貸部分）における省エネ対策の実施（テナント等への環境啓発活動、テナント等の省エネ活動への支援・協働体制の構築、テナント等への情報提供（省エネ行動に資する光熱水使用状況、日常的な省エネルギー行動に関するノウハウ・情報等） 等） ④他の業界団体との協力体制の構築、連携の強化（省エネ診断、コンサルティング、ESCO の積極的な活用）
生命保険協会	(1)節電運動、省電力機器の導入等を通じた電力消費量の削減 (2)その他エネルギーの使用量削減 (3)再生紙の利用率向上 (4)廃棄物の分別回収の徹底による、資源の再利用 (5)環境保全に関する役職員に対する社内教育を通じた、環境問題に対する認識の向上 (6)会員会社における好取組事例の共有化を通じた、環境問題への取組みの一層の推進 (7)当会ホームページにおいて生命保険業界および会員会社における環境問題への取組み状況の公表
日本損害保険協会	(1)一層の省資源・省エネ ①紙資源のより一層の利用節減 ②オフィスの電力、ガス等エネルギー資源の利用節減 ③社有車における低排出ガス車の導入推進 (2)社内教育・啓発 ①環境保全に関する新人研修、階層別研修等をはじめとする社内教育 ②社員の環境ボランティア活動への参加等を支援する社内体制の整備 (3)環境マネジメントシステムの構築と環境監査 (4)他の企業や組織等との協働による環境負荷低減 (5)社外への情報発信 ①環境に関するセミナー・公開講座の開催 ②情報誌・図書の発行 ③コンサルティングの提供 (6)損害保険業を通じた取組み ①環境問題にかかわる商品の開発・普及ならびにサービス ②「エコ安全ドライブ」の啓発 ③リサイクル部品活用の推進
日本電信電話	(1)トータルパワー改革(TPR)運動と名付けた電力削減対策 ①省エネ性能の高い ICT 装置の導入（NTT グループ省エネ性能ガイドラインの策定） ②NTT グループが所有する全国のビル約 4000 棟におけるエネルギーマネジメント推進 ③エネルギー効率の高い電力装置や空調装置の導入 ④サーバ・ルータなど IP 関連装置への直流給電化による低消費電力化の推進 ⑤太陽光・風力発電システムなどのクリーンエネルギーシステムの導入 (2)オフィス内における電力削減対策の強化

	①オフィス内使用電力の見える化の推進 ②クールビズ、ウォームビズなどによる空調電力の削減 ③省エネ型蛍光灯やLED照明の導入や使用時間管理などによる照明電力の削減 (3)社用車のエコドライブの実践や低公害車の導入推進 (4)省エネルギー、クリーンエネルギー分野での研究開発 ①通信装置や空調設備などの通信設備を低電力化する技術の開発 ②光ケーブルの共有や信号の多重化などのネットワーク効率化による電力削減 ③サーバのクラウド技術や仮想化技術によるICTリソース削減等 (5)物流一元管理によるモーダルシフトの推進等
KDDI	(1)ISO14001の認証拡大と更新による環境活動推進（事業所・オフィスの省エネ活動） (2)省エネ法対応 ①全国管理指定事業所（32事業所）における省エネ関連設備の導入（高効率な空調設備への更改、照明のインバーター化と人感センサー導入、冷水ポンプ・冷凍機の改修等および窓ガラスへの遮へいフィルム貼付などの省エネ装置の配備と運用管理） (3)全国の移動通信用基地局むけ空調機のインバーター化、熱交換器への置換、高効率電源系雷、防止装置などの省エネ関連設備の導入
日本貿易会	(1)省エネ設備等の導入 ①省エネ型OA機器の導入 ②省エネ型自動販売機の導入 ③廊下、トイレの人感センサー導入 (2)エネルギー管理の徹底 ①昼休み時の消灯 ②照明間引き ③空調の温度、時間管理 ④パソコン、コピー機の省電力モード設定 ⑤警備員巡回時の消灯点検 ⑥ノー残業デーの実施 ⑦エネルギー使用量の拠点別管理 ⑧エレベーターの使用台数削減 ⑨給湯器、給茶機、自動販売機の稼働時間管理 (3)啓蒙活動の推進 ①不使用時の消灯の励行 ②不使用時のOA機器の電源オフ、プラグオフ励行 ③パソコンの省電力モード推奨 ④イントラネット、グループ報、ポスター、eメールによる呼びかけ ⑤階段使用励行（エレベーター使用制限） ⑥休日出勤、残業時間削減の推進 ⑦ブラインド操作の励行
全国銀行協会	(1)資源の効率的利用 ①ペーパーレス化推進 ②省エネの推進により電力使用量削減 (2)循環型社会構築 ①行内用便箋、メモ用紙、名刺、コピー用紙等への再生紙利用推進 ②使用済み紙の分別回収実施 (3)教育・啓発 ①社内教育推進 ②会員銀行向けの環境問題に関する講演会実施 (4)社会貢献活動 (5)お客様の環境意識の高まりに対応した業務展開 (6)お客様への環境情報の提供
日本印刷産業連合会	(1)照明関係 ①LED導入 ②Hf照明器具導入 (2)空調関係

	①空調機更新 ②空調インバーター化 (3)動力関係 ①エアー漏れ防止、改善 ②モーター等のインバーター化

3．運輸部門

業　種	これまでの取組み例
定期航空協会	(1)燃料消費効率の改善された新型機への機材更新及び導入の促進 (2)新航空管制支援システム等の導入による飛行経路・時間の短縮、運航精度の向上 (3)燃料効率の高い着陸方式（CDO）の導入 (4)日常運航における最適飛行高度・速度、最短飛行経路の選択 (5)最適な燃料量の搭載、機体搭載物の軽量化、補助動力装置の使用抑制、シミュレータ活用による実機飛行訓練・審査時間の低減、エンジン試運転時間の短縮、エンジンの定期水洗による燃費改善 (6)機材改修による性能向上 (7)バイオ燃料デモフライト
日本内航海運組合総連合会	(1)ハード面の対策 ①船型の大型化 ②新機種の導入 ③省エネ装置・設備の採用 ④省エネ船型の開発 (2)ソフト面の対策 ①輸送効率の改善 ②個船毎の省エネ診断の実施 ③輸送ルートの選択
全国通運連盟	(1)低公害車（排出基準適合車、CNG車）の導入支援 (2)大型車両への代替促進
日本民営鉄道協会	(1)車両の増備・更新時の省エネ型車両の導入推進 (2)土日休日ダイヤの採用による、輸送需要に応じた適切な列車運行

以　上

（別紙４）

オフィス等の業務部門における取組みの効果

業種	電力使用量／エネルギー使用量	CO2 排出量削減効果	床面積あたりの CO2 排出量
電気事業連合会	2000 年度 10.8 億 kWh→ 2010 年度 9.1 億 kWh	8 万 t-CO2	
石油連盟	2007 年度 146,223GJ→ 2010 年度 109,965GJ	2.6 千 t-CO2	2007 年度 62.6kg/m^2→ 2010 年度 48.0kg/m^2
日本鉄鋼連盟	2003 年度～2005 年度 平均 692TJ→ 2010 年度 606TJ	8.5 千 t-CO2	2003 年度～2005 年度 平均 41kg/m^2→ 2010 年度 33kg/m^2
日本製紙連合会	2009 年度 509TJ→ 2010 年度 507TJ	1 万 t-CO2	2009 年度 43kg/m^2→ 2010 年度 39kg/m^2
日本自動車工業会・日本自動車車体工業会	2005 年度 25.3 千 kl→ 2010 年度 22.4 千 kl	12.3 千 t-CO2	2005 年度 90.9kg/m^2→ 2010 年度 64.3kg/m^2
日本自動車部品工業会	2006 年度 337.3MJ→ 2010 年度 330.4MJ	1.6 千 t-CO2	2006 年度 77.1kg/m^2→ 2010 年度 76.6kg/m^2
日本鉱業協会			2007 年度 0.0812t/m^2→ 2010 年度 0.0577t/m^2
石灰製造工業会			2007 年度 51.3kg/m^2→ 2010 年度 43.9kg/m^2
日本製薬団体連合会・日本製薬工業協会			2006 年度 74.8kg/m^2→ 2010 年度 64.8kg/m^2
板硝子協会	2007 年度 18,962,553MJ→ 2010 年度 14,151,900MJ	379t-CO2	2007 年度 84.97kg/m^2→ 2010 年度 61.74kg./m^2
日本電線工業会			2005 年度 0.0535t/m^2→ 2010 年度 0.0424t/m^2
日本乳業協会			2007 年度 0.102kg/m^2→ 2010 年度 0.096kg/m^2
日本伸銅協会	2005 年度 0.51 千 kl→ 2010 年度 0.22 千 kl	650t-CO2	2005 年度 0.105t/m^2→ 2010 年度 0.039t/m^2
日本産業機械工業会	2009 年度約 1 億 1,900 万 kWh→ 2010 年度約 1 億 1,700 万 kWh	700t-CO2	
日本ベアリング工業会			2005 年度 52.8kg/m^2→ 2010 年度 41.4kg/m^2
精糖工業会			2006 年度 79.2kg m^2→ 2010 年度 68.4kg/m^2
全国清涼飲料工業会	2009 年度 5.6 千 kl→ 2010 年度 5.4 千 kl	400t-CO2	2009 年度 63.2kg/m^2→ 2010 年度 55.3kg/m^2
石灰石鉱業協会			2006 年度 113.6kg/m^2→ 2010 年度 65.7kg/m^2

日本工作機械工業会	2007 年度 145 千 GJ→ 2010 年度 112 千 GJ	2.3 千 t-CO2	2007 年度 0.1t/m^2→ 2010 年度 0.05t/m^2
製粉協会			2008 年度 43.2kg/m^2→ 2010 年度 40.8kg/m^2
日本造船工業会・日本中小型造船工業会*1	2006 年度 4.6 千 kl→ 2010 年度 3.4 千 kl	5.3 千 t-CO2	2006 年度 148.7kg/m^2→ 2010 年度 96.3kg/m^2
日本 LP ガス協会			2006 年度 53kg/m^2→ 2010 年度 50kg/m^2
生命保険協会	2000 年度 15,587 万 kWh→ 2010 年度 11,909 万 kWh		2000 年度 274.2kWh/m^2→ 2010 年度 181.5kWh/m^2
日本損害保険協会	2006 年度 802,745,512MJ→ 2010 年度 703,899,374MJ	7.7 千 t-CO2	2006 年度 65.9kg/m^2→ 2010 年度 61.4kg/m^2
日本貿易会	2005 年度 2.7 万 kl→ 2010 年度 2.5 万 kl	1.1 万 t-CO2	2005 年度 58.1kg/m^2→ 2010 年度 42.1kg/m^2
全国銀行協会	2000 年度 37.8 万 kl→ 2010 年度 30.9 万 kl	11.5 万 t-CO2	
日本民営鉄道協会			2008 年度 73.1kg/m^2→ 2010 年度 71.5kg/m^2

＊１：表中の数字には、日本中小型造船工業会の取組み効果は含まれない。

以　上

（別紙５）

物流部門における取組みの効果

業種	エネルギー使用量	CO2 排出量削減効果	輸送量あたりの CO2 排出量	輸送量あたりのエネルギー使用量
電気事業連合会	2000 年度 3.2 万 kl→2010 年度 2.8 万 kl	6.6 千 t-CO2		
石油連盟	2009 年度 39.7 万 kl→2010 年度 39.6 万 kl			
日本ガス協会	2003 年度 189TJ→2010 年度 172TJ	1.2 千 t-CO2		
日本鉄鋼連盟				2005 年度 65kg/千 t-km→2010 年度 44kg/千 t-km
日本化学工業協会			2005 年度 116t/t-km→2010 年度 66 t/t-km	
日本製紙連合会	2009 年度 8,330TJ→2010 年度 8,091TJ	1.6 万 t-CO2		2009 年度 0.80MJ/t-km→2010 年度 0.78MJ/t-km
セメント協会			タンカー：2010 年度に 2000 年度比 4.1%削減 バラトラック：2010 年度に 2000 年度比 7.7%削減	
日本自動車工業会・日本自動車車体工業会			2006 年度 0.120t/t-km→2010 年度 0.107 t/t-km	2006 年度 0.120t/t-km→2010 年度 0.107t/t-km
日本自動車部品工業会	2006 年度 30.8MJ→2010 年度 20.6MJ	27.4 千 t-CO2		2006 年度 135.9kg/t-km→2010 年度 120.3kg/t-km
板硝子協会	2007 年度 787,972,707MJ→2010 年度 528,882,543MJ	17.6 千 t-CO2		
日本伸銅協会	2005 年度 0.83 千 kl→2010 年度 0.72 千 kl	310t	2005 年度 0.17kg/t-km→2010 年度 0.13kg/t-km	2005 年度 0.06l/t-km→2010 年度 0.05l/t-km
全国清涼飲料工業会			2009 年度 0.0562kg/t-km→2010 年度 0.0525kg/t-km	
日本 LP ガス協会	2006 年度 1,696,560 千 MJ→2010 年度 1,072,012MJ		2006 年度 0.08kg/t-km→2010 年度 0.07kg/t-km	

以　上

参加業種におけるエネルギー効率の国際比較の例　（別紙６）

○ 電力（電気事業連合会）

火力発電所の熱効率の比較（発電量に対する投入熱量）（2008年）

日本	イギリス	フランス	北欧	ドイツ	米国	中国	インド
100	96	102	104	106	112	128	136

出所: ECOFYS社(オランダの調査会社) “International Comparison of Fossil Power Efficiency and CO2 Intensity”（2011年）

電気事業のCO2排出原単位（発電端）（2009年）

日本	フランス	カナダ	イタリア	イギリス	ドイツ	米国	中国	インド
100	23	44	110	115	121	133	205	249

出所:″IEA Energy Balances of OECD Countries 2010Edition/ Energy Balances of Non-OECD Countries 2011Edition″ より電気事業連合会にて試算

○ 石油(石油連盟)

製油所のエネルギー消費指数の比較（2004年）

日本	先進アジア諸国（中国除き）	西欧	米国・カナダ
100	101	103	113

出所:Solomom associates社（米国のコンサルタント会社）の調査結果より作成
同社独自の指標である「エネルギー消費指数」を比較したもので、同指数は換算通油量を用いており、石油業界が自主行動計画で採用している製油所エネルギー原単位と類似した性質を持ち、数値が低いほど高効率であることを示す

○ 鉄鋼（日本鉄鋼連盟）

鉄鋼業のエネルギー原単位の比較（2005年）

日本	韓国	ドイツ	イギリス	中国	インド	米国	ロシア
100	102	112	122	123	125	130	143

出所:（財）地球環境産業技術研究機構（RITE）「エネルギー効率の国際比較（発電、鉄鋼、セメント部門）」（2009年10月）

○ 化学（日本化学工業協会）

電解苛性ソーダの製造に関わる電力消費量の比較（2009年）

日本	韓国	中国	カナダ	中東	インド	米国	西欧	東欧	メキシコ
100	100	103	105	107	109	109	111	112	118

出所:CMAI ″Capacity Database 2009″ 及び 日本ソーダ工業会「ソーダハンドブック」（2009年）より作成

○ 製紙（日本製紙連合会）

紙・板紙製造における化石エネルギー原単位の比較（2004-2005年）

日本	フィンランド	ドイツ	フランス	ノルウェー	ブラジル	米国	チリ
100	115	116	145	154	155	194	246

出所:（財）日本エネルギー経済研究所、平成19年度製造業技術対策調査 （製紙業の環境エネルギー分野に関する調査）報告書「各国のパルプ・紙・板紙の生産量及びエネルギー消費量等」

○ セメント(セメント協会)

クリンカtあたりエネルギー消費量比較（2003年）

日本	ドイツ	インド	ブラジル	韓国	米国	中国
100	116	124	132	133	155	159

出所: The International Energy Agency (IEA) “Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency 2008”より作成

○ 鉱業（日本鉱業協会）

銅精錬工場のエネルギー原単位比較（2000年）

日本	欧州	アジア	北米	南米
100	133	143	154	202

出所: 日本鉱業協会調べ
銅精製工場のエネルギー原単位（MJ／ton）を比較したもの

○ アルミニウム（日本アルミニウム協会）

板材圧延工程での消費エネルギー量比較（2000年）

日本	世界
100	127

出所: 国際アルミニウム協会（International Aluminium Institute）、LCA日本フォーラムLCAデータベース（2006年）

（別紙７）

環境自主行動計画第三者評価委員会について

１．設　置　　2002 年７月 23 日

２．目　的

(1)環境自主行動計画のフォローアップ（温暖化対策編）が適正に行なわれていることを第三者の立場から確認し、透明性・信頼性を評価すること。

(2)環境自主行動計画のフォローアップ（温暖化対策編）について改善が望まれる点を指摘し、透明性・信頼性のより一層の向上に資すること。

３．活動実績

過去９回（2002 年度～2010 年度）のフォローアップに対し、

① フォローアップ参加業種によるデータの収集、集計、報告の各プロセス、ならびに参加業種からの報告データの集計が適正に実施されたか

② フォローアップ全体のシステムにつき、透明性・信頼性の向上の観点から改善すべき点はないか

との観点から評価を行い、９度にわたり「環境自主行動計画評価報告書」を作成、公表している。

４．委員構成（2011 年 12 月 13 日現在）

委員長：内　山　洋　司　（筑波大学大学院 システム情報工学研究科教授）
委　員：青　柳　　雅　（三菱総合研究所 前上席研究理事）
浅　田　浄　江　（ウィメンズ･エナジー･ネットワーク（WEN）代表）
麹　谷　和　也　（グリーン購入ネットワーク 専務理事 事務局長）
真　下　正　樹　（公益社団法人大日本山林会 相談役）
松　橋　隆　治　（東京大学大学院 新領域創成科学研究科教授）
吉　岡　完　治　（慶應義塾大学 産業研究所教授）

※「2010 年度 環境自主行動計画第三者評価委員会 評価報告書」における指摘事項と 2011 年度フォローアップにおける対応状況

分 類	指摘事項	対応状況
1. 目標設定	・ 業種別目標について、参加業種・企業は、業種・業態の違いに応じて、4種の指標から最適と判断されるものを選択したうえで目標値の設定を行っている。その合理性を担保するために、参加業種・企業は、目標指標の選択理由と目標値の設定理由について説明することが重要である。）	・ 全業種・企業が目標指標の選択理由と数値の設定理由に関する説明内容を充実する（設定根拠の定量的な説明等）。
	・ 産業・エネルギー転換部門の各業種の目標は、自主行動計画の全体目標と整合が取られる必要がある。	・ 業種別目標についても、5年間平均での達成を目指すことを確認し、個別業種版に記載する。
	・ 参加業種・企業が自らの判断において更なる目標水準の引き上げを行うことは、自主行動計画の優れた特徴の一つであり、目標水準を達成した業種においては、可能な限り目標水準の引き上げを検討することが望まれる。	・ 目標の上方修正については、各業種において、現在の目標達成の蓋然性を踏まえ、積極的に検討する。 ・ 現時点で目標水準を達成しながらも引き上げが困難な個別業種は、その理由について、説明を行う。
2. 目標達成の蓋然性の向上（2008年度～2012年度予測）	・ 委員会は、2008年度～2012年度平均で達成すべき目標および見通しの計算にあたって、統一的な経済指標 を用いることとし、独自指標を用いる場合には、その理由と根拠についても説明を求めている。	・ 採用した経済指標に関する説明について個別業種版への記載を徹底し、独自指標を用いる場合は、その理由と根拠を引き続き必ず付記する。
	・ 自主行動計画全体の目標達成に関する正確な見通しを得るため、参加業種・企業から今後実施予定の具体的な対策、エネルギーやCO2の定量的な削減効果の把握と報告を求めてきた。（第三者P4）	・ 今後実施する対策の記載を徹底し、その定量的な効果を可能な限り明示する。また、目標達成との関係も併せて記載するよう努める。
3. 要因分析	・ エネルギー使用量やCO2排出量に関する原単位変化の説明は、参加業種・企業の対策を進めるうえで有益である。	・ 従来通り、CO2排出原単位ならびにエネルギー消費原単位の対1990年度比の変化理由を個別業種版に記載する。
	・ 個別の温暖化対策の費用対効果分析は、削減ポテンシャルを踏まえて、各企業・業種の温暖化対策への取組を評価する上で重要になる。	・ 業種・企業において、引き続き、費用対効果分析の記載に努める。その際、使用する統計データについては、その出所を明らかにする。
	・ 3R活動の実施は、自主行動計画の削減目標には含まれていないが、CO2排出抑制に繋がることから各業種・企業でおおむね実施されている。	・ 該当する業種は、リサイクル、リユースによるCO2排出や原単位への影響に関する情報を収集し、個別業種版へ記載するよう努める。

分 類	指摘事項	対応状況
4. 産業部門以外(業務部門、運輸部門、家庭部門)への貢献	・製品・サービスの使用・消費段階における排出削減は、社会全体のCO2削減に大きく貢献する。委員会としては、低炭素製品のサービスの問題はもとより、主要製品・サービスの使用段階での削減効果の定量化等による低炭素製品の普及を通じた排出量の削減に期待している。 ・各業種・企業は、ライフサイクルからみてCO2の削減効果が大きい低炭素製品(プロダクト)を提供することが重要である。そういった委員会の指摘に対して、自主行動計画に参加している各業種・企業はこれまでも低炭素製品の開発・製造を推進してきており、その活動は高く評価できる。今後も、不断の取組みを期待したい。 しかし、そういった取組みの成果は、一般の人々に認知されているとは言い難い。今後、製造部門以外の業務・家庭・運輸部門で自主行動計画が果たしているCO2削減効果を評価する方法を確立することが大切である。と同時に、その効果を消費者に正しく伝えていく必要がある。試験的検討も含め、前向きに取り組むことが望まれる。	・業種・企業は主要製品・サービスの使用段階での削減効果の定量化に引き続き取組み、記載を充実する。 ・削減効果を消費者等にも分かりやすく表現するよう、引き続き努める。
	・業務部門については、ほとんどの業種・企業において、積極的な取組や本社オフィス等に関するデータ収集を行っていることがフォローアップ報告により確認されている。各業種は、引き続きオフィス等のエネルギー使用、CO2排出に関する状況や原因を把握し、対策の拡充を続けることを期待する。 ・運輸部門についても、ほとんどの業種・企業において、グループ会社全体の共同配送、物流拠点の集約化等による物流の効率化、低燃費型の社用車への切り替え等の取組みが行われている。物流の形態は業種によって多様であり、統一的なデータ整備は難しいところであるが、自ら管理できる部分からデータの収集、分析を充実させ、効果的な対策を実行することが必要である。	・業種・企業は、本社等オフィスのエネルギー消費に関する基礎的なデータ整備に向けて調査を実施し、その結果を可能な限り個別業種版で公表する。 ・業種においては、業種としての業務部門の目標設定について検討を行い、結論を得た場合には個別業種版に記載する。 ・業種横断的な業務部門の目標設定については、データを収集しつつ、経団連として検討を続ける。 ・運輸部門に関しては、業種・企業の特性に応じて管理可能なところからデータ収集を行い、削減への取り組みを定量的に個別業種版に掲載するよう努める。 ・業種においては、業種としての運輸部門の目標設定について検討を行い、結論を得た場合には個別業種版に記載する。
	・多様な生活様式をもつ家庭におけるCO2削減対策も重要になっている。家庭部門における対策としては、住宅の断熱や家電製品・照明器具などの高効率化、それに省エネ意識の向上などがある。できるだけ多くの業種・企業において、高効率機器などの製品の開発・普及を推進するほか、従業員を含めた一般消費者への省エネ・環境意識の向上に取組むことが求められている。 ・家庭部門に関しては、参加業種・企業が、従業員の家庭や顧客における温暖化対策を働きかける取組みも広がっており、今後とも、その充実が望まれる。また、消費者への働きかけが直接できる小売業種においては、省エネ製品の普及に向けたより一層の取組みを求めたい。	・家庭部門については、引き続き、省エネ製品の開発・普及のほか、従業員を含めた一般消費者の省エネ・環境意識の向上に取り組み、個別業種版に記載する。

分 類	指摘事項	対応状況
5. その他の課題	・ エネルギー効率等の国際比較は、自主行動計画の参加業種におけるCO2削減対策の努力や成果を説明する上で重要である。	・ エネルギー効率の国際比較を実施していない業種は、定量的データの収集に向けて、外部調査機関への委託も含め積極的に取り組む。 ・ アジア太平洋パートナーシップ(APP)の発展的改組に伴い発足する予定の「エネルギー効率向上に関する国際パートナーシップ(GSEP)」や、IEA等の国際機関、さらに、業界レベルの国際会議等を通じたセクター別の活動について、個別業種版において客観的な報告を行うよう努める。
	・ 森林には長期にわたりCO2を吸収する機能があり、自主行動計画の中で森林保全への貢献が望まれている。…日本経団連として、ポスト京都議定書の国際交渉で検討されているREDD+も含めて、関係する業種における報告の充実に努めつつ、引き続き森林に関する取り組みのあり方について検討を行うことが求められる。	・ 関係する業種・企業は、個別業種版において、(REDD+も含む)森林に関する活動の記載を充実させ、可能な限り定量的な紹介を行う。
	・ 中国やインドなど新興国の経済発展に伴い、途上国におけるCO2排出量は増加傾向にある。環境性能に優れたわが国の技術・ノウハウを海外で最大限活用していくことは、地球規模でCO2排出を削減することになる。日本企業の多くが海外生産を増やしつつあり、海外生産拠点で日本の優れた技術を適用することも重要である。 ・ 委員会としても、わが国の優れた省エネ製品に関する情報を諸外国に発信し、その普及を図ることは、世界全体のCO2削減にとって即効性があるため、産業界には積極的な行動を求めたい。	・ 業種・企業においては、引き続き、優れた技術・ノウハウを活用し、途上国等における排出抑制・削減に向けた取組みを進めるとともに、個別業種版で積極的に紹介する。 ・ 業種・企業においては、地球規模の低炭素社会の実現という観点から、省エネ製品に関する情報を諸外国に向けて積極的に発信するよう努める。
	・ 現在、日本経団連では、この基本方針に沿って「低炭素社会実行計画」を策定するよう呼びかけているところである。 委員会としては、震災の影響も十分踏まえつつ、産業界がこのような取組みを一層進めることを求める。その際、プロセス・プロダクト両面でのイノベーション活動が反映される指標が設定されることを期待したい。	・ 業種・企業は、引き続き、低炭素社会実行計画の策定に努める。
	・ 本年3月の東日本大震災の被害は極めて甚大であり、わが国の経済社会に極めて大きな影響を与えることが予想される。現時点で、産業界の温暖化対策への取り組みへの影響も見通すことが困難である。 そこで、委員会としては、経団連に対し、まず、自主行動計画をはじめ産業界の温暖化対策のあり方について検討し、報告することを求めたい。 ・ 2008年秋以降の世界的な景気後退の影響もあり、今年度のフォローアップでは全体目標を大きく上回って達成することとなった。しかし、今後の動向については、東日本大震災がどの程度の影響を及ぼすのかが不透明であり、予測することは難しい。温暖化対策の重要性は引き続き変わらないものの、震災の影響により、企業や業界団体では、京都議定書の約束期間内において、温暖化対策のこれまでの前提となっていた経済活動やエネルギー消費に変更が生じることも予想される。復旧と復興、それにエネルギー供給の確保といった喫緊の政策課題の中での温暖化対策の位置づけも含め、自主行動計画をはじめ産業界の温暖化対策について再検討し、報告することが求められる。	・ 産業界の温暖化対策のあり方については、今後、エネルギー政策のあり方を見直していく過程において、併せて検討していく。

以　上

（参　考）温暖化対策 環境自主行動計画 策定の経緯と狙い

１．経　緯

経団連は、1992 年の地球サミットに先駆けて、1991 年に「経団連地球環境憲章」を策定し、「環境問題への取組みが企業の存在と活動に必須の要件である」を基本理念として、環境保全にむけて自主的かつ積極的に取組みを進めていくことを宣言した。

96 年には、地球環境憲章の理念を具体的な行動に結びつけるため、「経団連環境アピール」を発表し、温暖化対策について、産業界として実効ある取組みを進めるべく、自主行動計画を策定することを宣言した。

これを受けて、翌 97 年に、「経団連環境自主行動計画」（2002 年度より「環境自主行動計画」に改称）を策定し、現在 61 団体・企業が参加、温暖化問題に加えて廃棄物問題にも積極的に取り組んでいる。温暖化対策については、「2010 年度に産業部門及びエネルギー転換部門からの CO2 排出量を 1990 年度レベル以下に抑制するよう努力する」という統一目標を掲げている。なお、環境自主行動計画の策定（1997 年 6 月）は、京都議定書の採択に先行したため、2008 年度から 2012 年度の５年間を約束期間とする京都議定書との間で目標時期が異なっていた。この点については、経団連として、わが国の京都議定書の約束達成に一層貢献するため、2006 年より「目標レベルは、京都議定書の約束期間にあたる５年間の平均として達成するもの」とした。

２．狙　い

温暖化のような長期的かつ地球規模で生じる環境問題は、その原因があらゆる事業活動や我々の日常生活の隅々にまで関係している。そのため、一律に活動を制限することができず、従来の規制、税や課徴金などの手法では十分な対処が難しい。そのため、70 年代の公害対策等で効果をあげてきた従来型の規制的措置に代って、地球規模での問題について対策効果が期待されるのが自主的取組みである。自主的取組みは、各業種の実態を最も良く把握している事業者自身が、技術動向その他の経営判断の要素を総合的に勘案して、費用対効果の高い対策を自ら立案、実施することが、対策として最も有効であるという考え方に基づいている。経団連では、毎年、自主行動計画の進捗状況をフォローアップし、その結果を、インターネット等を通じて、広く一般に公表している。つまり、環境自主行動計画は、①目標の設定、②目標達成に向けた取組み、③取組みの進捗状況の定期的なフォローアップ、④インターネット等を通じたフォローアップ結果の公表という４つのステップを毎年繰り返すことで、継続的な改善を促し、目標の未達を事前に防ぐことができる仕組みになっている。

環境自主行動計画は、2005年4月に閣議決定され、2008年3月に改定された「京都議定書目標達成計画」においても「産業界における対策の中心的役割を果たすもの」と位置付けられるとともに、「自主的手法は、各主体がその創意工夫により優れた対策をとって対策コストがかからないといったメリットがあり、事業者による自主行動計画ではこれらのメリットが一層活かされることが期待される」と評価された。

環境自主行動計画の進捗状況は、毎年関係審議会の場でレビューされており、さらに地球温暖化問題への国内対策に関する関係審議会合同会議にも報告している。

3．今後の方針

経団連としては、今後とも、参加業種に対して対策の着実な実施を求めるとともに、全体として統一目標の達成に全力をあげて努力していく。さらに、環境自主行動計画第三者評価委員会の報告書を踏まえて、継続的に透明性・信頼性の向上に努めていく。

また、企業は、自らの活動にかかわる対策のみならず、わが国全体、さらに地球規模での問題解決への貢献を進めており、今後ともそのような自主的な取組みを促進する。

〔参考：循環型社会形成に向けた対策について〕

経団連では、97年に経団連環境自主行動計画を策定するにあたって、廃棄物対策も一つの柱とし、業種毎に目標を定め、主体的に対策の推進を図るべく、毎年度、その進捗状況をフォローアップしている。1999年度には、産業界全体の目標「2010年度における産業廃棄物最終処分量を1990年度実績の75%減とする」を掲げ、本目標は2002年度実績以降、毎年度継続的に前倒しで達成した。そこで、2006年度に、従来の「廃棄物対策編」を改編し、「循環型社会形成編」としたうえで、「2010年度における産業廃棄物最終処分量を1990年度実績の86%減とする」という目標水準（第二次目標）に引上げた。2009年度実績では、第二次目標を二年連続して前倒しで達成した。

なお、経団連では、2010年12月、「2015年度の産業廃棄物最終処分量を2000年度実績の65%程度減」という新たな目標を掲げた。産業界は、2011年度以降も、循環型社会の形成に向けて、産業廃棄物最終処分量の削減をはじめ、3R（リデュース、リユース、リサイクル）の一層の推進に努める。

以　上