
서울특별시 기후위기 적응대책 (2022-2026)

2022

서울특별시

연구책임

유정민 서울연구원 부연구위원

연구진

송인주 서울연구원 선임연구위원

신상영 서울연구원 선임연구위원

김성은 서울연구원 부연구위원

김효미 서울연구원 부연구위원

오세은 서울연구원 연구원

이윤희 서울연구원 연구원

윤초롱 서울연구원 연구원

류주현 서울연구원 연구원

목차

I	계획의 개요	1
	1_배경 및 목적	3
	2_수립근거 및 지위	4
	3_추진경위	5
	4_계획의 범위 및 주요내용	6
II	제2차 세부시행계획 종합평가	9
	1_이행평가 개요	11
	2_부문별 추진실적 평가	11
	3_주요성과 및 보완사항	17
III	지역 현황	19
	1_서울시 현황 및 특성	21
	2_기후변화대응 관련 정책·계획 및 동향	38
	3_기후변화 현황 및 전망	41
IV	기후변화 지역리스크	63
	1_지역리스크 개요	65
	2_물관리 지역리스크	71
	3_생태계 지역리스크	92
	4_시설물 관리 지역리스크	123
	5_건강 지역리스크	142

V	비전 및 목표	163
	1_서울시 기후변화대응 비전	165
	2_기후변화 적응 목표 및 전략	166
VI	기후위기 적응 세부시행계획	171
	1_적응대책 세부시행계획 총괄	173
	2_부문별 세부시행계획	177
	3_예산계획 및 성과목표	364
	4_이행평가 및 모니터링 계획	366
	참고문헌	367
	부록	379
	1_기후변화 취약성 평가	381

 표

[표 1-1] 계획의 수립 일정	5
[표 2-1] 기존 적응 계획의 부문별 이행성과	11
[표 2-2] 기존 적응 계획의 사업별·연도별 이행성과	12
[표 3-1] 서울시 하천 현황(2014년 기준)	22
[표 3-2] 서울시 인구 현황	27
[표 3-3] 2019년 서울시 자치구별 취약계층 인구 현황	30
[표 3-4] 서울시 유형별 주택 현황	35
[표 3-5] 서울시 주요 교통 통계지표	36
[표 3-6] 기후지표 서울 평균값* (1991-2020년)	41
[표 3-7] 과거 100년 간 서울 평균 기온	42
[표 3-8] 과거 100년 간 전국 평균 기온	42
[표 3-9] 과거 100년간 서울 평균 기온	43
[표 3-10] 과거 100년간 서울 기온 및 강수 변화(10년 평균)	45
[표 3-11] 서울 여름철 극한 기온값	47
[표 3-12] 서울 강수량 극한 기후값	51
[표 3-13] 서울 기온 및 강수 전망	58
[표 3-14] 서울 극한기후지수 전망	61
[표 4-1] 취약성 및 리스크 개념	66
[표 4-2] 서울시민 기후변화 인식 설문조사 개요	70
[표 4-3] 제3차 국가 기후변화 적응대책의 물관리 부문 리스크 목록	71
[표 4-4] 한강 유역 및 서울시 물분야 기후변화 영향 관련 연구	72
[표 4-5] 한강 유역 및 서울시 물분야 기후변화 영향 전망 관련 연구	74
[표 4-6] 서울시 빗물펌프장 현황(2021년 기준)	77
[표 4-7] 서울시 하수처리인구 현황	78
[표 4-8] 서울시 물관리 주요 기사	80
[표 4-9] 서울시 물관리 부문 기후변화 예비리스크 목록	82

[표 4-10] 기후변화 영향 및 취약성 평가를 위한물관리 부문 리스크 분류	84
[표 4-11] 물관리 부문 리스크 2-1 취약성 평가 지표 및 가중치	85
[표 4-12] 물관리 부문 기후변화 영향 및 취약성 평가 결과 요약	87
[표 4-13] 자치구별 기후변화에 따른 중요 물관리 분야 응답 결과	89
[표 4-14] 기후변화로 인한 서울시 물관리 위험 리스크 응답 지역	90
[표 4-15] 서울시 물관리 부문 기후변화 중점리스크	91
[표 4-16] 제3차 국가 기후리스크 목록(생태계 부문)	92
[표 4-17] 이상기후로 인한 국내 산림 분야 영향	97
[표 4-18] 이상기후로 인한 국내 환경 분야 영향	97
[표 4-19] 서울의 비오톱 현황 및 변화	102
[표 4-20] 서울시 하천 및 습지비오톱 변화	103
[표 4-21] 서울시 탄소흡수량	104
[표 4-22] 서울시 생태계 주요 이슈 및 관련 기사	111
[표 4-23] 서울시 생태계 부문 기후변화 적응 예비리스크	113
[표 4-24] 생태계 부문 기후변화 취약성 평가 항목	115
[표 4-25] 기후변화에 따른 산림의 탄소흡수량 감소 평가지표	116
[표 4-26] 생태계 기후변화 취약성 평가 결과 요약	118
[표 4-27] 생태계 부문 중점리스크 목록	122
[표 4-28] 제3차 국가 기후리스크 목록(국토·연안 부문)	123
[표 4-29] 기후변화의 기반시설에 대한 영향 요약	125
[표 4-30] 기후변화 및 기상조건의 건축물에 대한 영향 요약	126
[표 4-31] 시설물별 사용연수 현황	130
[표 4-32] 서울 시설물 관리(도시공간) 기후변화 관련 주요 언론기사	132
[표 4-33] 서울시 시설물 관리(도시공간) 기후변화 예비리스크	133
[표 4-34] 시설물 관리(도시공간) 부문 기후변화 취약성 평가 항목	135
[표 4-35] 폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가 평가 지표	136
[표 4-36] 시설물 관리(도시공간) 기후변화 취약성 평가 결과 요약	138
[표 4-37] 자치구별 가장 심각하다고 생각하는 도시공간 위험 분야	139
[표 4-38] 자치구별 가장 심각하다고 생각하는 도시공간 위험 리스크	140
[표 4-39] 서울시 시설물 관리(도시공간) 부문 기후변화 중점리스크	141
[표 4-40] 제3차 국가 기후변화적응대책의 건강 부문 리스크 목록	142
[표 4-41] 건강 부문 예비리스크 후보군 목록	152
[표 4-42] 건강 부문 기후변화 취약성 평가 항목	155
[표 4-43] 폭염에 의한 온열 질환 증가(취약시민)' 평가 지표	156
[표 4-44] 서울시 건강부문 기후변화 중점리스크	162

[표 5-1] 1,2차 서울시 기후변화 적응대책 부문별 목표	166
[표 5-2] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 부문별 리스크 목록	167
[표 5-3] 서울시 기후위기 적응대책 부문별 유관계획 검토 목록	169
[표 6-1] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 부문별 추진 전략	173
[표 6-2] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 부문별 세부이행과제	174
[표 6-3] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 물관리 부문 세부이행과제 총괄표	179
[표 6-4] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 물관리 부문 세부이행과제 예산계획	223
[표 6-5] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 물관리 부문 세부이행과제 성과목표	224
[표 6-6] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 생태계 부문 세부이행과제 총괄표	227
[표 6-7] 국내 산사태 피해 현황(2012-2020)	241
[표 6-8] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 생태계 부문 세부이행과제 예산계획	281
[표 6-9] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 생태계 부문 세부이행과제 성과목표	282
[표 6-10] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 시설물 관리(도시공간) 부문 세부이행과제 총괄표	285
[표 6-11] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 시설물 관리(도시공간) 부문 세부이행과제 예산계획	310
[표 6-12] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 시설물 관리(도시공간) 부문 세부이행과제 성과목표	310
[표 6-13] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 건강 부문 세부이행과제 총괄표	313
[표 6-14] 서울 미세먼지 발생 현황	347
[표 6-15] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 건강 부문 예산계획	362
[표 6-16] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 건강 부문 성과목표	363
[표 6-17] 기후변화 적응 목표달성과 예산집행 정도에 따른 평가등급 산출기준표	365



그림

[그림 3-1] 서울 지형도	21
[그림 3-2] 서울시 토지이용현황도	24
[그림 3-3] 토지이용 유형별 면적 변화	24
[그림 3-4] 공원종류별 공원수	25
[그림 3-5] 공원종류별 면적	25
[그림 3-6] 서울시 인구 및 세대 수	26
[그림 3-7] 연령별 인구 추이	28
[그림 3-8] 2020년 자치구별 인구현황	28
[그림 3-9] 서울시 장래인구추계	31
[그림 3-10] 국내총생산 및 지역내총생산	32
[그림 3-11] 지역별 국내총생산 비중	32
[그림 3-12] 서울시 산업구조 변화(사업체 수 기준)	33
[그림 3-13] 서울시 산업구조 변화(종사자 수 기준)	33
[그림 3-14] 서울시 연도별 용도별 건축물 현황	33
[그림 3-15] 서울시 면적별 건축물 현황	33
[그림 3-16] 서울시 주택보급률 추이	34
[그림 3-17] 서울시 가구수 추이	34
[그림 3-18] 차종별 자동차 등록대수 현황	37
[그림 3-19] 규모별 승용차 등록대수 현황	37
[그림 3-20] 2050 온실가스 감축 추진 계획 비전 및 목표	39
[그림 3-21] 과거 100년간 서울 평균 기온 변화	43
[그림 3-22] 과거 100년간 서울 평균 강수량 변화	44
[그림 3-23] 최근 30년 서울 연최고기온과 폭염일수, 열대야일수	46
[그림 3-24] 과거 100년간 서울 저온 극한기후지수	49
[그림 3-25] 최근 30년 서울 극한 강수	50
[그림 3-26] 과거 100년 서울 극한 강수 경향	51
[그림 3-27] 서울 기온 및 강수 전망	59

[그림 4-1] 서울시 기후변화 지역리스크 도출 과정	67
[그림 4-2] 제3차 국가 기후변화적응대책과 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 부문 비교	68
[그림 4-3] 기후변화 적응 취약성평가 방법	69
[그림 4-4] 서울시 1960년대와 2000년대 물순환 변화	76
[그림 4-5] 서울시 유역 불투수율	76
[그림 4-6] 서울시 침수피해 발생 현황(2001-2020년)	77
[그림 4-7] 집중호우 횡수(2016-2020년)	77
[그림 4-8] 서울시 표고 분포도	77
[그림 4-9] 서울시 수돗물 사용량	78
[그림 4-10] 서울 기후변화 관련 물관리 보도건수	79
[그림 4-11] 서울 기후변화 관련 물관리 보도 경향성 분석 (보도건수 기반)	79
[그림 4-12] 서울시 물관리 부문 주요 키워드 분석 결과(홍수/가뭄/수질·수생태계)	81
[그림 4-13] 기후변화 영향 및 취약성 평가 체계	84
[그림 4-14] 물관리 부문 리스크 2-1 기후변화 취약성 평가 및 예측 결과	86
[그림 4-15] 기후변화에 따른 중요 물관리 분야 응답 결과	88
[그림 4-16] 연령별 기후변화에 따른 중요 물관리 분야 응답 결과	88
[그림 4-17] 기후변화로 인한 서울시 물관리 위험 리스크 조사 결과	89
[그림 4-18] 서울시 비오톱 유형 변화(2010-2020)	101
[그림 4-19] 서울시 비오톱 유형도(2020)	102
[그림 4-20] 서울시 연간 이산화탄소 흡수량(톤) 분포	104
[그림 4-21] 서울시 보호지역 현황	106
[그림 4-22] 서울시 한강 및 주요 지천의 생물종 총 종수(1987-2017)	106
[그림 4-23] 서울 한강수계의 생물상 변화(1987-2017)	107
[그림 4-24] 언론분석 내용 및 과정	109
[그림 4-25] 서울 기후변화 관련 생태계 보도 경향성 분석(보도건수 기반)	110
[그림 4-26] 생태계 분야 주요 키워드 분석 결과	112
[그림 4-27] 생태계 부문 기후변화 취약성 평가 체계	115
[그림 4-28] 기후변화에 따른 산림의 탄소흡수량 감소 평가결과	117
[그림 4-29] 가장 심각한 생태계 리스크	120
[그림 4-30] 연령별 가장 심각한 생태계 리스크	120
[그림 4-31] 기후변화로 가장 큰 영향을 미칠 것으로 생각하는 생태계 분야 위험 3가지 조사 결과	121
[그림 4-32] 생태계 부문 중점리스크 도출 과정	122
[그림 4-33] 내륙지역 기반시설별 홍수·태풍에 대한 위험도	127
[그림 4-34] 내륙지역 기반시설의 기후변화(홍수·태풍) 영향별 위험도	127
[그림 4-35] 서울시 용도지역 현황	128
[그림 4-36] 서울시 건축물 노후도 현황	129

[그림 4-37] 서울시 건축물 용도별 노후도(2020년 기준)	129
[그림 4-38] 서울시 기반시설 노후화 비율 추산	130
[그림 4-39] 서울시 기반시설 유지보수 비용 추계	130
[그림 4-40] 서울 기후변화 관련 도시공간 보도 경향성 분석(보도건수 기반)	131
[그림 4-41] 도시공간 부문 주요 키워드 분석 결과	131
[그림 4-42] 시설물 관리(도시공간) 부문 기후변화 취약성 평가 체계	134
[그림 4-43] 폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가 평가 결과	137
[그림 4-44] 기후변화로 인한 서울시 도시공간 위험 분야 인식	139
[그림 4-45] 연령별 기후변화로 인한 서울시 도시공간 위험 분야 인식	139
[그림 4-46] 기후변화로 인한 서울시 도시공간 위험 리스크 인식	140
[그림 4-47] 시설물 관리(도시공간) 부문 중점리스크 도출 과정	141
[그림 4-48] 서울 월평균 식중독 발생 현황(2002~2020년)	147
[그림 4-49] 서울 원인시설별 식중독 환자 발생률	147
[그림 4-50] 서울 주요 건강질환 사망률 및 관련 기후 지수	148
[그림 4-51] 온열질환 환자 신고 현황 및 폭염일수	149
[그림 4-52] 기후변화 건강 관련 기사 수	150
[그림 4-53] 주요 질환별 기사 수	150
[그림 4-54] 건강 부문 주요 키워드 분석 결과	151
[그림 4-55] 건강부문 예비리스크 도출 과정	153
[그림 4-56] 건강부문 '폭염에 의한 온열 질환 증가(취약시민)' 평가결과	157
[그림 4-57] 건강부문 취약성평가 종합 분석	158
[그림 4-58] 건강에 가장 심각한 영향을 미칠 것으로 생각하는 기상 요인	159
[그림 4-59] 기후변화로 가장 우려되는 건강 질환 3가지 조사 결과	160
[그림 4-60] 건강부문 중점리스크 도출 과정	162
[그림 5-1] 서울시 기후변화대응 종합계획(2022~2026)의 비전과 목표 및 추진전략	165
[그림 5-2] 서울시 기후위기 적응대책(2022~2026) 부문별 목표 및 추진전략	170
[그림 6-1] 서울시 도시침수 위험지도	181
[그림 6-2] 서울시 과거 누적 침수면적	181
[그림 6-4] 시민안전교육 운영 사례	304
[그림 6-5] 민간제설기동반 운영 사례	305
[그림 6-6] 풍수해 보험 홍보 포스터	306
[그림 6-7] 서울의 폭염일수와 한파일수	315
[그림 6-8] 서울 연도별 법정감염병 발생건수	327
[그림 6-9] 2019년 전국대비 서울 법정감염병 발생 비율	328

[그림 6-10] 적응대책 세부시행계획 이행평가 절차

364

I

계획의 개요

1_배경 및 목적

2_수립근거 및 지위·성격

3_추진경위

4_계획의 범위 및 주요내용

01 배경 및 목적

1 • 배경 및 필요성

- 기후변화로 인한 극한 기상의 빈도와 강도가 심해짐에 따라 인구와 경제 인프라가 밀집되어 있는 서울시의 기후 위험 대응력 강화를 위한 적응 대책이 필요함
 - 현재 수준으로 온실가스 배출이 지속된다면 21세기 후반 서울의 연평균기온은 4℃ 이상 증가할 것으로 전망됨. 특히 폭염일수와 열대야일수는 50일 이상 증가할 것으로 전망되는데 이는 전국 평균보다 높은 수준임¹⁾
 - 기후회복탄력성(resilience) 제고를 위해 서울시 특성을 고려한 부문들(물관리, 시설물, 생태계, 건강)에 대한 적응대책 마련이 필요함
- 앞서 수립하여 추진한 '제2차 서울시 적응대책 세부시행계획(2017~2021)'에서는 기후변화에 고도로 적응하는 기후안전수도를 비전으로 4개 부문 건강, 재난·재해, 물관리, 산림·생태계에 대하여 각 부문별 적응 기반을 마련하기 위해 63개 세부사업을 추진하였으나, 기후변화 적응 실효성 증진 측면에서 적응대책의 보완이 필요함

2 • 계획의 목적

- 본 계획의 목적은 서울특별시 기후위기 적응대책(2022-2026)의 수립에 있음
 - 서울특별시 기후위기 적응대책(2022-2026)은 기후변화 전망과 사회경제적 역량을 파악하여 서울시 기후 취약성을 종합적으로 분석하고 부문별 적응 계획을 마련하는 계획임

1) 기상청, 2018, 서울특별시 기후변화 전망분석서

02 수립근거 및 지위

1. 저탄소 녹색성장 기본법

- 「저탄소 녹색성장 기본법」²⁾은 5년마다 정부에 기후변화대응 기본계획과 적응대책을, 광역지자체에 기후변화 적응대책 세부시행계획을 수립·시행하도록 함
 - 정부는 5년 단위로 적응대책을 수립·시행하여야 하며, 시·도지사는 정부의 적응대책에 따라 소관 사항에 대하여 ‘기후변화 적응대책 세부 시행계획’을 수립·시행하여야 함(제48조 및 같은 법 시행령 제38조)
- 서울시는 「저탄소 녹색성장 기본법 시행령」 제38조에 근거하여 제1차 서울특별시 기후변화 적응대책 세부시행계획(2012~2016)을 수립함. 2차 서울시 적응대책 세부시행계획(2017~2021)은 「서울특별시 기후변화 대응에 관한 조례」에 의해 수립되는 ‘서울특별시 기후변화대응 종합계획(2017~2021)’에 완화 계획과 통합되어 수립됨

2. 서울특별시 기후변화 대응에 관한 조례

- 서울시는 「서울특별시 기후변화 대응에 관한 조례」에 2050 탄소중립 목표를 명시하고 있으며, 이에 근거해 ‘서울특별시 기후변화대응 종합계획’을 수립해야 함
 - 서울시장은 기후변화시책의 종합적이고 계획적인 추진을 위하여 5년마다 서울특별시 기후변화대응 종합계획을 수립·시행하여야 함(제8조)
 - 계획에는 온실가스 배출현황 및 전망, 배출억제 목표 설정과 달성을 위한 제도적 추진사항, 기후변화로 인한 영향평가 및 적응대책, 교육 및 홍보대책, 사업시행에 소요되는 비용의 산정 및 자원조달 방법 등을 포함하여야 함
 - 서울시는 위 조례에 의거하여 제2차 서울특별시 기후변화대응 종합계획(2017~2021)부터 기후변화 완화와 적응 계획을 포함한 기후변화대응 종합계획을 수립함

2) 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」(약칭: 탄소중립기본법)이 제정됨에 따라 「저탄소녹색성장기본법」은 탄소중립기본법으로 대체됨(2021.9)

추진경위

- [표 1-1] 계획의 수립 일정**

[illegible]

04 계획의 범위 및 주요내용

1 • 계획의 범위

- 공간적 범위
 - 서울시 전역 및 관련 주변 지역
- 시간적 범위
 - 단기(2022-2026년, 5개년), 장기(2050)
 - 장기 기후영향 등을 고려하여 단기 기후변화 적응 세부시행계획을 마련
- 내용적 범위
 - 기후변화 적응 계획
 - 2017-2021 기후변화 적응 세부시행계획 평가
 - 부문별(물관리, 생태계, 시설물 관리(도시공간), 건강) 기후변화 취약성 평가 및 지역리스크 도출
 - 부문별 적응전략 설정
 - 부문별 세부이행과제 수립

2 • 계획의 주요 내용

- 기존 서울시 기후변화 적응계획 평가
 - ‘기후변화 적응대책 세부시행계획(2017-2021)’의 이행성과 분석
- 서울시 기후변화 현황 및 전망
 - 서울시 기온, 강수량 변화 등 기후변화 추이, 이상기후 현상 및 피해 현황 분석
 - 기상청의 기후전망 자료를 활용하여 시나리오에 따른 단기, 중기, 장기 기후변화를 전망하고 현재까지의 추세와 비교·분석

- 과거 기후 현상, 피해 사례, 미래 전망을 활용하여 발생 가능한 기후변화 영향평가 및 전망
- 지역리스크 선정
 - 제3차 국가 기후변화 적응대책 리스크 목록을 검토하고, 부문별 서울시 기후변화 영향 및 특성을 분석하여 예비리스크 도출
 - 문헌검토, 통계자료 분석, 미디어 분석, 가용 DB 검토 등을 통한 기후변화 영향 및 특성 분석
 - 예비리스크에 대해 취약성 및 영향 평가를 수행하고, 평가 결과와 시민 설문조사 결과를 종합하여 중점리스크를 선정
- 부문별 추진전략 및 세부이행과제 수립

II

제2차 세부시행계획 종합평가

1_이행평가 개요

2_부문별 추진실적 평가

3_주요성과 및 보완사항

01 이행평가 개요

- 기존 서울시 기후변화 적응대책 세부시행계획(2017~2021년)은 건강, 재난·재해, 물관리, 산림·생태계 4개 부문 69개 세부사업(2017년 기준)으로 구성됨
- 이행평가는 추진실적과 예산운용 집행 자료가 취합된 63개 사업에 대하여 2017~2021년 각 연도별 목표대비 달성률을 산정한 후, 사업별로 5개 연도의 평균값을 산정함(2020~2021년도 자료가 없는 사업은 2017-2019년 3개 연도 평균값으로 산정함)
 - 제2차 세부시행계획 수립 당시 확정된 69개 사업(건강 15개, 재난·재해 19개, 물관리 14개, 산림·생태계 21개) 중, 건강 1개, 재난·재해 2개, 물관리 1개, 산림·생태계 2개 사업이 제외되어 63개 사업으로 이행평가를 실행함
 - 부문별 이행평가 사업 수: 건강 14개, 재난·재해 17개, 물관리 13개, 산림·생태계 19개

02 부문별 추진실적 평가

- 2017~2021년 동안 서울시 기후변화 적응대책의 부문별 추진실적 평균 달성률은 4개 부문 모두 목표 대비 100% 이상 달성했고, 예산운용은 목표대비 88% 이상 달성함

[표 2-1] 기존 적응 계획의 부문별 이행성과

부문	목표	추진전략	구성	추진실적	예산운용
건강	시민 건강 적응역량 강화	① 폭염 및 자외선 적응 ② 감염병 대응 ③ 대기오염 적응	3대 전략 5개 실천과제 14개 세부사업	123%	93%
재난 재해	도시재해 대응력 강화	① 미세 먼지를 재난 수준으로 관리 ② 풍수해 대응 방재기능 강화 ③ 폭설, 한파에 강한 대응체계 확보	3대 전략 7개 실천과제 17개 세부사업	132%	96%
물관리	안정적 물관리 체계 확보	① 기후변화 대응 방재체계 확보 ② 물자립 강화로 안정적인 물관리 체계 마련 ③ 깨끗하고 건강한 수질 및 수생태계 관리	3대 전략 5개 실천과제 13개 세부사업	102%	88%

부문	목표	추진전략	구성	추진실적	예산운용
산림 생태계	생태계 건강성과 생물다양성 증진	① 산림재해 예방 및 대응 ② 생물다양성 보전 ③ 도시 녹지의 기능 증진	3대 전략 7개 실천과제 19개 세부사업	130%	96%

자료: 서울시 환경정책과 내부자료(기후변화 적응 세부사업계획 2017~2021년 추진실적 자료)

*추진실적 및 예산운용: 각 사업의 2017~2021년 연도별 목표 대비 이행성과 비율의 평균값

[표 2-2] 기존 적응 계획의 사업별·연도별 이행성과

사업명	지표	목표 달성도					
		2017	2018	2019	2020	2021	5년 평균
달성률	50% 이상 80% 미만	80% 이상 100% 미만			100% 이상		
지표 수 (73)	2	14			56		
건강 부문(14개 사업, 18개 지표)							
무더위쉼터 운영	무더위쉼터 운영 개소 수 (개소)	100%	103%	117%	60%	161%	108%
폭염대응 쿨링포그 시스템 시범운영	쿨링포그 설치 개소 수 (개소)	100%	100%	100%	-	-	100%
폭염 정보전달 체계 및 저감시스템 운영 강화	폭염특보시 재난도우미에게 문자서비스 제공 건수 (건)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
폭염대비 시민행동요령· 폭염취약현장 행동매뉴얼 보급 및 교육 활성화	폭염대비 시민행동요령 홍보 건수 (건)	100%	100%	162%	162%	165%	138%
쪽방촌 거주민과 거리노숙인 보호 및 지원체계 운영	쪽방촌주민 지원 건수 (건)	123%	142%	143%	127%	113%	130%
	거리노숙인 상담 건수 (건)	106%	206%	246%	394%	418%	274%
취약계층 폭염대비 방문건강 관리	폭염대비 방문건강관리 (건)	98%	94%	92%	121%	84%	98%
건설공사장 근로자 보호대책 강화	건설공사장 개소 수 (개소)	100%	100%	100%	100%	286%	137%
기후변화 대비 감염병 대응체계 구축	감염병 상시 감시 체계 운영 일수 (일)	100%	100%	100%	100%	-	100%
감염병 감시 및 관리 강화	레지오넬라감사 건수 (건)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	역학조사반 수 (반)	112%	115%	120%	43%	42%	87%
식중독 발생 신속 대응체계 강화	식중독대책협의회 운영 횟수 (회)	100%	100%	108%	100%	100%	102%

사업명	지표	목표 달성도					
		2017	2018	2019	2020	2021	5년 평균
식중독 발생 우려시설 집중 관리	식중독발생 우려시설 집중관리 건수 (건)	107%	100%	90%	29%	62%	78%
대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교 사업	아토피·천식 안심학교 운영 개소 수 (개소)	99%	119%	109%	101%	112%	108%
	알레르기 질환 예방관리 교육 건수 (건)	132%	117%	118%	47%	76%	98%
초미세먼지 저감을 위한 생활 습관 개선 홍보	홍보 리플릿 발간 수 (매)	100%	100%	281%	350%	350%	236%
어린이 활동공간 환경안전 관리점검 및 교육·홍보	어린이 활동공간 환경안전 지도점검 개소 수 (개소)	125%	124%	136%	114%	144%	128%
	환경보건안전교육 및 환경호르몬 예방 인형극 공연 횟수 (회)	96%	101%	103%	99%	36%	87%
연도별 평균		105%	112%	129%	126%	147%	122%
재난재해 부문(17개 사업, 17개 지표)							
미세먼지를 재난으로 규정, 미세먼지 취약계층 보호강화	미세먼지 집중관리구역 지정 개소 수 (개소)	-	-	100%	100%	100%	100%
대기오염 예·경보제 운영	대기오염 예보 및 경보 시 15분 이내 전파율 (%)	-	-	100%	100%	100%	100%
대기오염 측정망 구축 및 운영	대기오염 측정망 유효 가동율 (%)	104%	104%	104%	104%	104%	104%
고농도 미세먼지 비상저감조치 이행	비상저감조치 발령 시 15분 이내 전파율 (%)	-	100%	100%	100%	100%	100%
노후경유차 근절을 위한 운행제한	운행제한 단속시스템 설치 개소 수 (개소)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
친환경 건설기계 사용 의무화로 다량 배출원 감축	노후 건설기계 저공해조치 대수 (대)	309%	46%	67%	52%	39%	103%
미세먼지 저감을 위한 도로먼지 흡입 및 물청소	도로 청소 (km)	112%	106%	114%	95%	91%	103%
하천 예·경보 체계 구축 및 활용	하천 예·경보 시설 설치 (개)	100%	194%	489%	675%	720%	436%
10만 안전파수꾼	10만 안전파수꾼 양성 수 (명)	100%	100%	115%	100%	146%	113%
취약계층 풍수해 보험 도입 및 활성화	풍수해보험 가입 건수 (건)	110%	72%	102%	74%	144%	100%

사업명	지표	목표 달성도					
		2017	2018	2019	2020	2021	5년 평균
풍수해 취약지역 유지관리 마련	침수 취약 지역 완료 개소 수 (개소)	100%	100%	95%	95%	100%	98%
자동엑상 살포장치 설치 확대	자동엑상살포장치 설치 개소 수 (개소)	100%	100%	100%	550%	250%	220%
민간제설기동반 구성 및 운영	자치구 민간 제설기동반 구성 운영 자치구 수 (개)	214%	320%	60%	89%	90%	155%
한파 상황관리체계 구축 운영	한파특보 발령시 한파종합 지원상황실 운영 일수 (일)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
공공장소의 자동심장충격기 구비 및 관리 강화	AED 설치 대수 (대)	100%	100%	103%	108%	110%	104%
겨울철 수도계량기 동파예방 추진	수도계량기함보온 (개소)	199%	98%	113%	105%	88%	120%
한파(폭염 등) 거리 노숙인 보호대책 추진	거리노숙인 응급잠자리 제공 건수 (건)	105%	99%	94%	67%	37%	80%
연도별 평균		132%	116%	121%	154%	142%	132%
물관리 부문(13개 사업, 14개 지표)							
침수취약지역의 대심도 하수저류시설 설치	빗물저류배수터널 설치부피 (저류량Q=320,000m³)	100%	100%	100%	-	-	100%
침투홍수량 저감의 빗물저류시설 확충	빗물저류시설 확충사업 개소 수 (개소)	100%	100%	100%	-	-	100%
집중호우 대응의 빗물펌프장 시설용량의 확보	빗물펌프장 용량 증대 개소 수 (개소)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
빗물펌프장 노후시설물의 안전성 확보	노후시설물 안전성확보 펌프장 개소 수 (개소)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
침수취약지역의 하수관로 통수능 확보	노후 및 통수능 부족 하수관로 정비 길이 (km)	140%	130%	109%	95%	94%	113%
하수관로 종합정비사업 지속 추진	배수분구 하수관로 정비 길이 (km)	107%	128%	114%	108%	98%	111%
물재이용 시설의 설치 확대	빗물이용시설 설치 개소 수 (개소)	106%	116%	102%	120%	134%	116%
지하수자원의 보전 및 체계적 이용	수위 보조관측망 확충 개소 수 (개소)	100%	100%	98%	98%	100%	99%
	민방위 용수 확보 개소 수 (개소)	100%	100%	95%	99%	94%	98%

사업명	지표	목표 달성도					
		2017	2018	2019	2020	2021	5년 평균
상수관로의 누수량 최소화를 통한 유수율 제고	유수율 (%)	100%	99%	100%	100%	100%	100%
합류식 하수도 월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대	저류조 공사 개소 수 (개소)	100%	100%	100%	100%	80%	96%
물재생센터 초기 우수처리시설 설치 확대	초기우수처리 시설 설치 (만㎥/일)	-	100%	100%	-	-	100%
한강 및 지천수질의 실효성 있는 대책 마련	행주대교 지점 BOD 농도 (mg/L)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
민간단체의 수질보전 감시 및 관리 강화	민간단체 수질보전활동 지원 개소 수 (개소)	100%	100%	100%	100%	108%	102%
연도별 평균		104%	105%	101%	102%	101%	102%
산림 생태계 부문(19개 사업, 23개 지표)							
산불방지 대책	산불발생 건수 (건)	100%	111%	163%	167%	160%	140%
산림재해 예방활동 강화 및 통합관리	산사태 현장예방단 개수 (개)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
사면관리 통합관리시스템 구축	사면관리시스템 구축 (여부)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
산림생태계 환경 개선	조림식재 면적 (ha)	100%	100%	102%	102%	236%	128%
산림병해충 방제 강화	병해충 방제 면적 (ha)	146%	123%	148%	139%	112%	134%
근교산 등산로 정비	등산로 정비 (개소)	100%	100%	100%	81%	82%	93%
생물지표종 지정 및 모니터링	기후변화 생물지표종 모니터링 (개소)	-	100%	100%	100%	100%	100%
생물다양성 전략계획 수립	단절된 녹지축 연결 (개소)	100%	100%	100%	50%	67%	83%
	보조사업 수 (개)	89%	100%	117%	111%	100%	103%
	생물다양성 탐사 횟수 (회)	100%	100%	100%	0%	100%	80%
취약생태계의 관리 강화	생태계교란 식물 제거실적 (천㎡)	-	106%	135%	143%	139%	131%
열섬화 현상 및 호우대비 가로수 띠녹지 조성	띠녹지 조성 면적 (㎡)	116%	84%	115%	102%	110%	105%
에코스쿨 조성	에코스쿨 조성 개소수 (개교)	187%	223%	187%	153%	97%	169%
옥상녹화 및 텃밭 조성	옥상녹화 조성면적 (㎡)	100%	96%	101%	275%	303%	175%

사업명	지표	목표 달성도					
		2017	2018	2019	2020	2021	5년 평균
사회공헌형 탄소상쇄 숲 조성	탄소 상쇄숲 조성 (개소)	400%	400%	300%	300%	300%	340%
공원돌보미, 나무돌보미 사업 추진*	공원돌보미 단체 수 (개)	103%	177%	165%	-	-	148%
	나무돌보미 (천주)	70%	62%	79%	-	-	70%
도시 구조물 콘크리트면 녹화*	도시구조물 녹화 연장구간 (m)	161%	145%	95%	-	-	134%
도심형 식물공장 모델 개발 및 보급	식물공장 보급운영, 가이드 라인/매뉴얼 개발 (개소, 종)	-	100%	200%	100%	100%	125%
도심 자투리 공간 텃밭조성	자투리텃밭 조성 (개소)	105%	127%	144%	151%	110%	128%
학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영	학교 텃밭 조성 개교 수 (개교)	95%	118%	220%	117%	100%	130%
	교육프로그램 운영 개소 수 (개)	97%	87%	86%	76%	111%	91%
도시농부학교 확대 운영	교육 인원 (명)	113%	125%	112%	15%	100%	93%
연도별 평균		129%	129%	135%	126%	135%	130%

* 2020년~2021년도에는 해당 과에서 사업을 추진하지 않음. 2017~2019년도 3개 연도 자료로 산정함

03 주요성과 및 보완사항

1. 주요 성과

- 서울시 기후변화 적응분야 연도별 추진실적 자료를 바탕으로 살펴본 부문별 주요성과는 다음과 같음
 - (건강 부문) 감염병 대응 및 미세먼지 계절 관리제 체계를 구축을 비롯하여 폭염 등 기온 변동에 의한 시민 건강피해를 최소화 하는 기반을 마련함
 - (재난 재해 부문) 실천과제와 세부사업들은 대부분 목표를 달성하였고 초과달성한 사업들이 많아 대체로 우수한 성과를 냈다고 할 수 있음. 특히, 미세먼지를 비롯하여 풍수해, 한파, 폭설, 폭염 등 기후변화로 인한 다양한 주요 재난·재해에 걸쳐서 우수한 성과를 냄
 - (물관리 부문) 지속적인 투자와 관리로 계획된 세부사업의 설정목표를 대부분 달성함. 사업 이행 및 달성도 측면에서 우수한 것으로 판단됨
 - (산림 생태계 부문) 산림재해예방 및 대응, 생물다양성 보전, 도시녹지의 기능 증진이라는 3대 추진전략 아래 계획된 19개 세부 사업이 코로나 등의 영향으로 일부 행사와 관련된 사업 외에는 대부분의 사업들이 목표를 달성하여 기후변화 적응대책이 충실히 이행된 것으로 평가

2. 보완사항

- 기후변화대응은 완화와 적응으로 구분하여 접근하고 있으나 상호연계성이 있는 사업이 많으므로(예, 건물의 에너지효율화사업 및 옥상녹화, 도시 숲 조성사업 등) 기후변화적응대책으로 별도의 계획을 수립하는 것은 효과적이지 못함. 서울시 등 일부 지자체와 같이 기후변화대응종합계획(세부시행계획) 수립으로 완화와 적응을 함께 고려하는 것이 합리적이며 사업간 연계성을 확보할 수 있도록 지원 필요함. 아울러, 기후변화 완화 대책은 대기오염 개선과도 밀접하게 연계되어 있어, 향후 기후변화대책 수립 시 대기질 개선의 영향을 포함한 포괄적 효과에 대한 분석이 필요함

- 국가-광역-기초의 계획수립이 서로 연동되지 못하고 정합성을 유지하지 못하며 하향식 계획시스템으로 지역으로부터의 상향식 정책 및 계획체계가 마련되어 있지 못함. 지역 특성을 고려한 계획 및 사업에 대한 확산 및 지원방안 마련 필요함
- 사업에 대한 예산지원 없이 이행 평가만을 하고 있어 지자체에서 이미 계획되어 있거나 진행중인 사업 외에 추가적인 신규사업을 계획하거나 시행하기 어려움. 즉, 계획수립 후 이행을 고려하여 추가적 예산이 수반되는 신규사업을 적응 대책에 포함시키는 데 소극적인 경우가 발생함. 이에 주요 신규사업에 대해 정부와 지자체가 협력하여 예산지원방안 마련 필요함
- 기후위험지역의 특성에 따라 위험요인 및 요인에 따른 영향이 다르게 나타나 지역의 특성을 반영한 기후변화적응대책 마련이 필요함. 제3차 국가 기후변화 적응대책에서는 기후변화중점관리지역을 선정하여 적응 기반시설 설치를 확대하고 취약계층에 대한 맞춤형 지원을 강화할 계획임. 이에, 서울시 기후위험지역 및 취약계층 평가를 위한 연구개발 및 지원방안에 대한 정부의 지원 방안이 필요함
- 국가에서 제공하는 취약성 평가는 평가단위(시·군·구 등)에 필요한 데이터의 한계로 지역의 특성을 제대로 반영하지 못함. 취약성 평가 결과가 지역의 현황을 충실히 반영하지 못해 적응대책과의 연계성이 떨어지며 관련한 사업도출에도 한계를 보여줌. 이에 따라 취약성 평가와 연계된 기후변화대응대책에 대한 신뢰도가 저하되고 취약성 평가와 적응 대책이 별개로 제시되는 문제가 있음
- 국가 차원의 취약성 평가와 지역의 취약성 평가를 이원화하고 지역(지자체)의 취약성 평가에 대한 재검토 필요함. 지역(지자체)의 취약성 평가를 위해 상세한 시·공간 기초 데이터의 제공, 통합 DB 구축, 평가 시스템 개발 등 중앙정부의 지원이 필요함

III

지역 현황

1_서울시 현황 및 특성

2_기후변화대응 관련 정책·계획 및 동향

3_기후변화 현황 및 전망

01 서울시 현황 및 특성

1 · 자연 환경

1) 지형

- 서울시 행정구역 면적은 605.24km²이며, 26개의 산에 둘러싸인 분지 지형임
 - 동서 간 거리는 36.78km이며, 남북 간 거리는 30.30km임(서울시, 2020c)
 - 강북의 중앙에는 동서남북으로 각각 낙산(111m), 인왕산(338m), 남산(262m), 북악산(342m)이 있음. 북쪽으로는 북한산(837m)과 도봉산(740m), 동북쪽으로는 수락산(638m)과 불암산(508m), 남쪽으로는 관악산(629m)과 청계산(493m)을 경계로 경기도와 나뉘는 등 크고 작은 26개의 산이 시의 외곽을 둘러싸고 있는 분지 형태를 이룸



[그림 3-1] 서울 지형도

자료: 서울연구원, 2013, 지도로 본 서울 2013

2) 하천

- 서울 중심부의 동서 방향으로 한강이 흐르고 있으며 한강의 지류인 청계천, 중랑천, 불광천, 안양천, 양재천 등이 서울 전역에 분포하여 흐르고 있음(서울연구원, 2013)
- 서울에 분포하는 하천은 2014년 기준 한강, 중랑천, 안양천, 아라천 등 국가하천 4개소와 홍제천, 봉원천 등 지방하천 36개소를 포함하여 총 40개소가 있음

[표 3-1] 서울시 하천 현황(2014년 기준)

구분	수계	하천명	연장(m)	평균하폭(m)	하천면적(㎡)	유역면적(km ²)	개수 현황
국가 (4)	한강	한강	40,190	1,092	43,887,480	26,218.60	72,450
		중랑천	20,470	213	4,360,110	299.65	38,620
		안양천	13,950	155	2,162,250	286.00	28,310
		아라천	220	22	4,480	0.06	
지방 (36)	한강	홍제천	11,110	144	1,599,840	40.77	18,940
		봉원천	1,300	27	35,100	6.01	2,600
		반포천	4,800	59	283,200	31.49	7,540
		탄천	8,800	368	2,238,400	300.95	16,640
		성내천	7,720	60	463,200	34.11	16,150
		고덕천	3,550	50	177,500	18.63	9,000
		향동천	3,300	24	79,200	11.50	800
		창릉천	2,200	115	253,000	7.71	2,200
		굴포천	380	105	39,900	0.02	650
	중랑천	청계천	8,120	217	1,762,040	72.25	15,320
		도봉천	3,650	54	197,100	7.45	6,220
		방학천	3,050	16	48,800	5.23	6,100
		당현천	5,830	35	204,050	11.26	11,100
		우이천	8,510	85	723,350	28.76	16,660
		묵동천	4,710	113	532,230	10.37	6,060
		면목천	1,900	15	28,500	6.76	3,800
		전농천	2,340	21	49,140	4.57	3,700
	안양천	목감천	3,600	67	241,200	52.95	6,400
		도림천	11,000	77	847,000	41.93	27,200
		시흥천	2,780	15	41,700	3.24	5,560

구분	수계	하천명	연장(m)	평균하폭(m)	하천면적(m ²)	유역면적(km ²)	개수 현황
	청계천	성북천	5,200	16	83,200	7.41	10,400
		정릉천	9,030	34	307,020	19.32	16,810
	홍제천	불광천	7,300	43	313,900	20.72	17,380
	반포천	사당천	4,870	11	53,570	12.08	9,750
	탄천	양재천	8,280	113	935,640	56.80	12,880
		세곡천	4,760	25	119,000	13.44	9,300
	우이천	화계천	3,260	13	42,380	4.04	5,600
		가오천	2,260	9	20,340	2.24	4,030
		대동천	1,680	6	10,080	4.18	3,100
	도림천	대방천	5,460	15	81,900	2.10	10,920
		봉천천	5,000	16	80,000	13.54	10,000
	목감천	오류천	4,850	20	97,000	6.64	9,700
	정릉천	월곡천	3,500	16	56,000	4.06	7,000
	불광천	녹번천	3,200	16	51,200	5.75	6,400
	양재천	여의천	4,850	41	198,850	12.98	6,600
	고덕천	망월천	1,230	23	28,290	7.32	1,720
계		40개	248,201		62,737,140	27,692.89	463,610

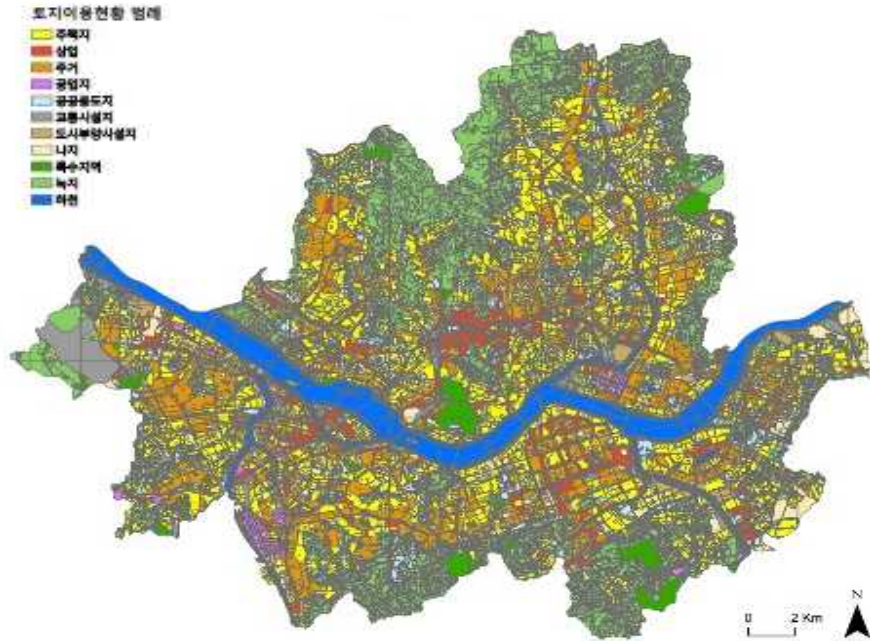
자료: 2019년 50+전문사회공헌단, 2019, 서울시 하천 생태 모니터링 보고서

2 • 토지이용

1) 토지이용 현황

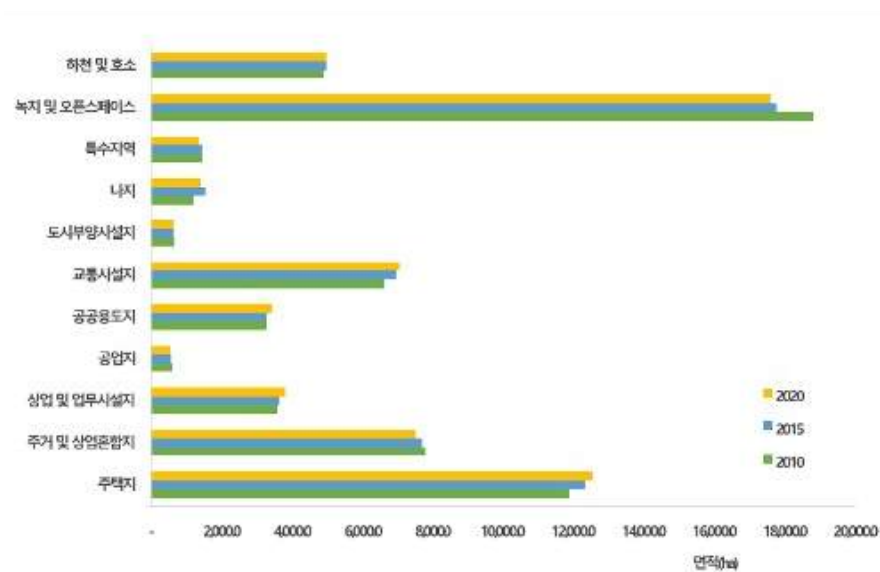
- 서울의 토지이용 유형별 면적은 녹지 및 오픈 스페이스와 주택지가 절반가량을 차지함
 - 녹지 및 오픈스페이스가 29%로 가장 많으며, 주택지는 20.6%, 주상복합지는 12.3%, 교통시설지 11.6%, 하천 및 호소 8.2%, 상업 및 업무시설지 6.3%, 공공용도지가 5.6%임
- 지난 10년 동안 토지이용변화는 주택지, 상업업무지, 공공용도지 등이 증가한 반면, 주거상업 혼합지, 녹지 및 오픈스페이스, 나지 등은 감소함
 - 특히 지난 10년 간 녹지 및 오픈스페이스는 1.97% 감소하고, 주택지는 1.10% 증가함
 - 지난 ‘제2차 서울시 적응대책 세부시행계획(2017~2021)’ 수립 시점에서 검토했던 2015

년 토지이용현황도와 비교했을 때, 주택지는 0.35% 증가, 상업 및 업무시설지는 0.28% 증가, 공공용도지 0.2% 증가, 교통시설지 0.18% 증가한 반면, 주거 및 상업 혼합지는 0.32% 감소, 녹지 및 오픈스페이스 0.24% 감소, 나지 0.22% 감소함



[그림 3-2] 서울시 토지이용현황도

자료: 서울시, 2020, 도시생태현황도 정비 및 정책 활용방안

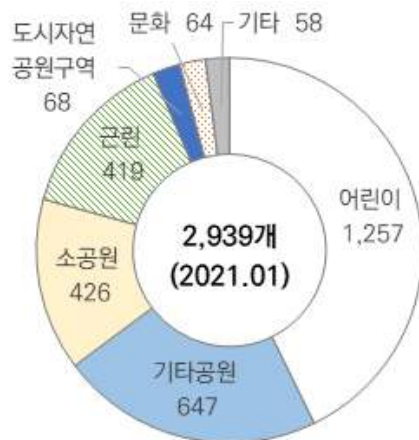


[그림 3-3] 토지이용 유형별 면적 변화

자료: 서울시, 2020, 도시생태현황도 정비 및 정책 활용방안

2) 공원

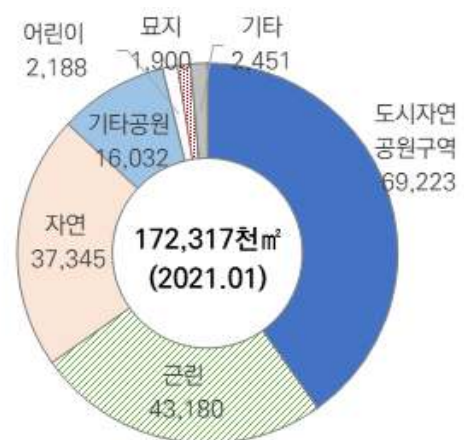
- 2021년 1월 기준 서울의 행정구역 내에 소재하는 공원의 면적은 172,317천㎡이며 1인당 공원 면적은 17.39㎡임
 - 서울시 공원은 1974년부터 1983년 10년 사이에 393개에서 2,045개로 크게 증가했으며, 이후 꾸준히 증가하여 2020년에는 2,939개의 공원 운영 중
- 공원 종류별로 살펴보면, 어린이공원이 1,257개로 가장 많으나 면적 측면에서는 도시자연공원이 69,223천㎡으로 가장 큰 비중을 차지함



[그림 3-4] 공원종류별 공원수

*기타공원: 유원지, 강변공원, 마을마당, 기타

자료: 서울시, 2021, 서울의 공원 현황 통계자료(2021.1.1. 기준)

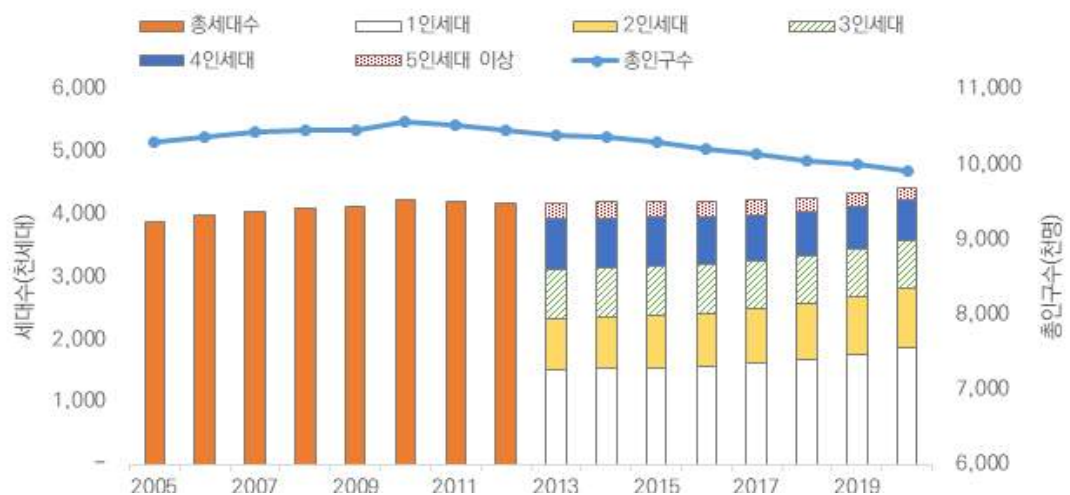


[그림 3-5] 공원종류별 면적

3 • 인구

1) 인구 추이

- 2020년 서울시 인구수는 9,911,088명, 인구밀도는 16,375명/㎢로 2005년 대비 모두 3.7% 감소하였지만 총 세대 수는 4,417,954세대로 같은 기간 14% 증가함
 - 2005~2020 기간, 서울시 인구는 꾸준히 늘어 2010년 10,575천 명으로 가장 많았으며, 이후 매년 0.65% 감소하는 추세임
 - 서울의 총인구는 감소하나 1~2인 세대의 증가로 세대 수는 증가 추세를 보이고 있어, 2020년 기준 1~2인 세대가 전체의 63.8%를 차지하며, 이에 따라 세대당 가족원 수 또한 2005년 2.66명에서 2020년 2.19명으로 감소함



[그림 3-6] 서울시 인구 및 세대 수

자료: [https://data.seoul.go.kr/\(서울열린데이터광장\)](https://data.seoul.go.kr/(서울열린데이터광장))

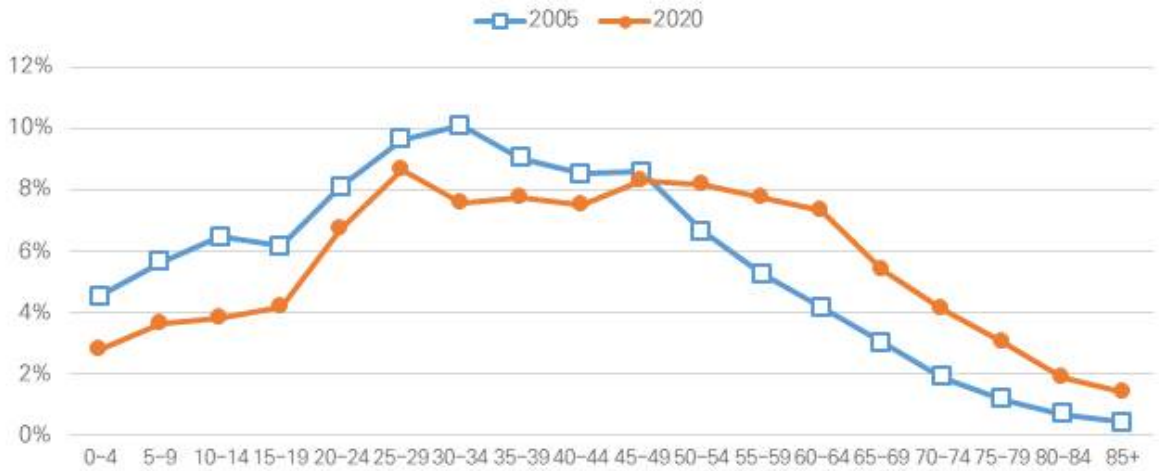
- 2005년 대비 2020년의 인구 구성은 외국인 비율이 증가하고, 여성의 비율이 다소 증가했으나 총 인구수는 감소하였으며, 반면 고령인구의 수와 비중은 모두 증가함
 - 2005년 1.3%였던 외국인은 2020년 외국인 2.4%로 증가함. 외국인 수는 꾸준히 증가하다 2018년 2.8%로 정점을 찍고 2년 연속 감소 중
 - 인구의 성별 구성을 보면, 2005년 여성 50.2%, 남성 49.8%에서 2020년 여성 51.4% 남성 48.6%로 여성의 비중이 다소 증가함
 - 65세 이상 고령자는 2020년 1,568,331명으로 2005년 대비 113% 증가했으며 총 인구 중 15.8%를 차지함

[표 3-2] 서울시 인구 현황

연도	인구(명)			세대 (세대)	인구밀도 (명/km ²)	세대당 인구(명)	65세 이상 고령자(명)
	계	남자	여자				
2005	10,297,004	5,123,738	5,173,266	3,871,024	17,009	2.66	735,902
2006	10,356,202	5,145,481	5,210,721	3,978,938	17,108	2.60	786,580
2007	10,421,782	5,174,655	5,247,127	4,046,086	17,219	2.58	852,235
2008	10,456,034	5,184,732	5,271,302	4,097,562	17,275	2.49	898,700
2009	10,464,051	5,181,359	5,282,692	4,116,660	17,289	2.48	942,946
2010	10,575,447	5,236,742	5,338,705	4,224,181	17,473	2.44	1,007,572
2011	10,528,774	5,208,492	5,320,282	4,192,752	17,397	2.44	1,049,425
2012	10,442,426	5,159,665	5,282,761	4,177,970	17,255	2.44	1,110,995
2013	10,388,055	5,126,351	5,261,704	4,182,351	17,165	2.43	1,167,177
2014	10,369,593	5,109,013	5,260,580	4,194,176	17,134	2.41	1,221,616
2015	10,297,138	5,063,550	5,233,588	4,189,948	17,013	2.39	1,267,563
2016	10,204,057	5,007,379	5,196,678	4,189,839	16,861	2.37	1,300,877
2017	10,124,579	4,957,857	5,166,722	4,220,082	16,728	2.34	1,365,126
2018	10,049,607	4,910,849	5,138,758	4,263,868	16,604	2.29	1,416,131
2019	10,010,983	4,877,725	5,133,258	4,327,605	16,541	2.24	1,485,272
2020	9,911,088	4,816,522	5,094,566	4,417,954	16,375	2.19	1,568,331

자료: <https://data.seoul.go.kr/>(서울열린데이터광장)

- 서울의 중위연령은 43.2세로 생산가능인구(15~64)세가 총 인구의 74.0%를 차지함
 - 2020년 연령별 인구를 살펴보면, 25~29세 인구가 858,648명(8.66%)으로 가장 많으며, 45~49세가 819,052명으로 8.26%, 50~54세가 807,718명, 8.15% 순으로 나타남. 반면 5세 미만 영유아는 277,293명으로 2.80%에 불과함(서울시, 2021b)
 - 65세 이상 고령인구는 1,568천명으로 2005년 대비 13% 증가하였으며, 고령화율도 2005년 7.1%에서 15.8%로 8.7%로 증가하여, 고령화가 빠르게 진행되고 있음을 보여줌



[그림 3-7] 연령별 인구 추이

자료: <https://data.seoul.go.kr/>(서울열린데이터광장)

- 서울시 자치구당 평균 인구수는 396,444명이며, 자치구별 총인구는 송파구, 강서구, 강남구 순으로 많고, 중구, 종로구, 용산구 순으로 적음
- 2020년 송파구의 인구는 673,926명으로 서울시 전체 인구의 6.80%를 차지하는 반면, 중구는 134,635명으로 1.36%를 차지함. 자치구당 평균 인구수는 396,444명이며, 인구 밀도 면에서는 양천구가 가장 높으며 종로구가 가장 낮음



[그림 3-8] 2020년 자치구별 인구현황

자료: 서울특별시, 2021, 2020년 4/4분기 서울특별시 주민등록인구통계

2) 취약계층 인구

- 2019년 서울시 인구통계 기준 일반수급자는 187,082명, 65세 이상 고령자는 1,485천명임
 - 서울시 일반수급자는 서울 총인구의 1.9%를 차지하며, 2015년 이후 감소 추세를 보임
 - 65세 이상 고령자의 비중은 꾸준히 증가하여 2019년 기준 총인구의 14.8%를 차지함.
이 중 독거노인 수는 343,567명으로 서울시 65세 이상 인구의 23.1%를 차지함
 - 서울시 장애인은 총 394,843명으로 서울 총인구의 3.9%를 차지함
- 자치구별 취약계층은 2019년 기준 65세 이상 노인이 가장 많은 자치구는 송파구이며 독거노인의 경우 노원구에 가장 많이 거주함
 - 취약계층은 송파구, 강서구, 노원구, 은평구, 관악구 순으로 많으며, 독거노인은 노원구, 은평구, 강서구, 관악구, 중랑구 순으로 집계됨
 - 송파구의 65세 이상 고령자는 87,334명으로 서울시 65세 이상 고령인구의 5.9%를 차지하며, 65세 이상 독거노인이 가장 많은 노원구는 21,249명으로 6.2%를 차지함
 - 장애인 인구가 많은 자치구는 강서구, 노원구, 은평구, 중랑구, 관악구 순으로 나타남
 - 일반수급자의 경우 노원구, 강서구, 은평구, 강북구, 관악구 순으로 많은 것으로 나타났으며, 65세 이상 일반수급자 역시 노원구, 강서구 순으로 가장 많고 이후 중랑구, 은평구, 강북구 순임. 특히, 노원구가 서울시 일반수급자 및 65세 고령 일반수급자가 가장 많으며, 각각 8.5%, 8.1%의 비중을 차지하고 있음

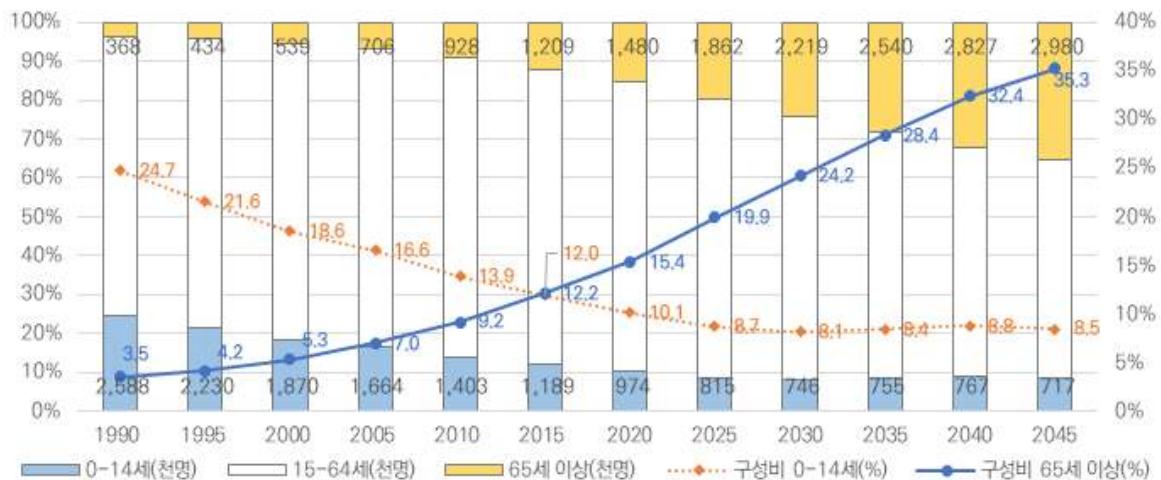
[표 3-3] 2019년 서울시 자치구별 취약계층 인구 현황

자치구	65세 이상 노인	65세 이상 독거노인	일반수급자	65세 이상 일반수급자	장애인
합계	1,561,139	343,567	187,082	80,376	394,843
종로구	28,311	9,149	2,986	1,445	6,068
중구	24,174	6,323	3,298	1,447	5,712
용산구	39,779	8,838	4,527	2,154	8,025
성동구	45,435	10,764	4,942	2,220	11,686
광진구	50,311	10,460	6,091	2,287	12,563
동대문구	61,612	15,477	8,662	4,201	15,871
종랑구	69,341	16,157	12,336	4,826	20,361
성북구	73,613	15,668	8,010	3,699	17,687
강북구	63,313	15,501	10,492	4,455	17,517
도봉구	62,009	13,407	7,017	2,797	15,450
노원구	85,420	21,249	15,816	6,471	27,342
은평구	85,010	19,974	11,014	4,756	21,617
서대문구	53,756	12,230	5,716	2,519	12,612
마포구	54,002	12,067	5,036	2,277	13,119
양천구	65,541	13,614	8,249	3,288	17,456
강서구	88,733	19,498	14,539	5,956	28,854
구로구	69,201	14,414	5,958	2,718	18,141
금천구	39,314	10,540	5,973	2,609	11,373
영등포구	60,663	14,613	5,813	2,919	14,411
동작구	64,928	14,228	6,290	2,779	14,735
관악구	78,430	18,725	9,956	4,382	20,299
서초구	60,072	9,405	3,587	1,494	10,556
강남구	74,959	12,358	6,696	2,959	15,439
송파구	93,309	15,717	7,285	2,827	20,280
강동구	69,903	13,191	6,793	2,891	17,669

자료: 서울열린데이터광장, 2020 서울통계연보

3) 장래 인구전망

- 서울의 장래 인구는 꾸준히 감소해 2045년에는 약 8,451천명으로 전망되며, 65세 이상 인구가 35.3%를 차지하는 초고령사회가 될 것으로 전망됨
 - 2005년 16.6%였던 유소년(0~14세)인구는 2025년까지 빠르게 감소한 뒤 감소율이 둔화되어 2045년에는 8.5%에 그칠 것으로 예상됨. 반면 65세 이상 고령인구는 빠르게 증가하여 2045년에는 전체 인구의 35.3%를 차지할 것으로 추정됨
 - 서울은 2026년부터 초고령사회로 접어들어 2045년에는 노령화지수³⁾ 415.6명, 노년부양비⁴⁾ 62.7명에 달할 것으로 예상됨. 이는 2020년 노령화지수 154.9명, 노년부양비 21.4명에 비해 크게 증가한 수치임



[그림 3-9] 서울시 장래인구추계

자료: 서울열린데이터광장, 서울시 인구추이(추계인구_각세별) 통계; 통계청, 2019, 장래인구추계 시도판: 2017~2047년

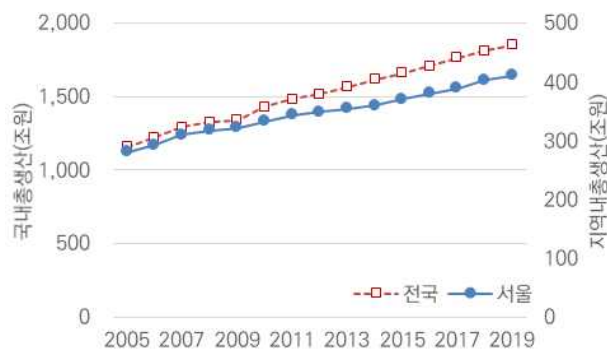
3) 유소년인구 1백 명당 고령인구 수

4) 생산가능인구 100명이 부양해야 할 노년인구 수

4 • 경제 및 사회 환경

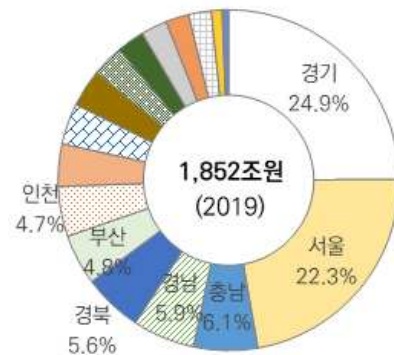
1) 경제 및 산업구조

- 2019년 서울의 실질 지역내총생산은 411조 원이며 국내총생산의 22.3%를 차지함
 - 2019년 서울의 실질 지역내총생산은 2005년 281조 원 대비 47% 증가함. 같은 해 실질국내총생산은 1,852조 원으로, 2005년 대비 60% 증가한 규모임
 - 수도권인 인천의 지역내총생산은 국내총생산의 4.7%, 경기도는 24.9%를 차지하고 있음. 2005년과 비교해 서울과 인천의 비중은 다소 감소했으나 경기도는 5.7%p 증가함



[그림 3-10] 국내총생산 및 지역내총생산

자료: 통계청, 개별년도, 지역소득



[그림 3-11] 지역별 국내총생산 비중

자료: 통계청, 개별년도, 지역소득

- 서울의 산업구조는 서비스업이 90%가량을 차지하고 있으며 2007년과 비교하면 제조업의 비중이 줄고 서비스업의 비중이 높아짐
 - 2019년 사업체 수는 823,624개로 2007년 대비 13.0%가 증가함. 도매 및 소매업이 26.7%로 가장 많으며, 숙박 및 음식점업 16.1%, 운수 및 창고업 11.5% 순임
 - 2019년 종사자 수는 2007년 대비 30.5% 증가한 5,226천 명이며 같은 기간 서울시 인구는 3.9% 감소함. 사업별 비중은 도매 및 소매업 17.2%, 숙박 및 음식점업 9.4% 다음으로 전문, 과학 및 기술 서비스업이 9.3%를 차지함



[그림 3-12] 서울시 산업구조 변화(사업체 수 기준)

자료: 통계청, 개별년도, 전국사업체조사

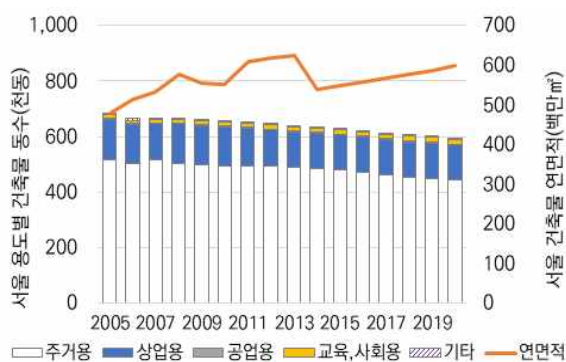


[그림 3-13] 서울시 산업구조 변화(종사자 수 기준)

자료: 통계청, 개별년도, 전국사업체조사

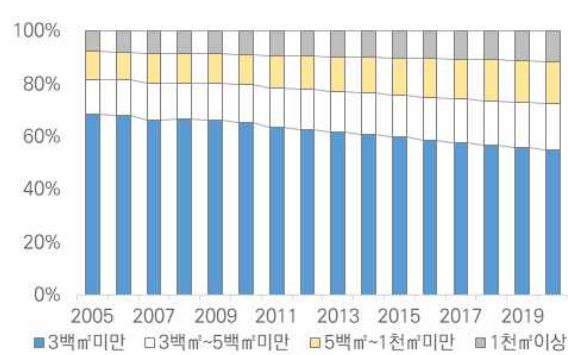
2) 건물

- 서울시 건물 수는 2020년 기준 약 593,194동으로 2005년 대비 13.4% 감소함. 용도별로 보면 주거용이 전체 75%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 상업용이 약 21%로 주거 및 상업 건물 수가 대부분을 차지하고 있음
- 서울시 건물의 연면적은 2020년 599,899,329㎡로 2005년에 비해 25.1% 증가함. 반면 동수는 2005년 684,787동에서 2020년 593,194동으로 감소하여 점차 건물이 대형화되어가고 있음을 보여줌



[그림 3-14] 서울시 연도별 용도별 건축물 현황

자료: e-나라지표, 지역별/용도별 건축물 현황
서울열린데이터광장, 서울시 건축물 연면적 통계



[그림 3-15] 서울시 면적별 건축물 현황

자료: 국토교통부, 2020, 건축물통계

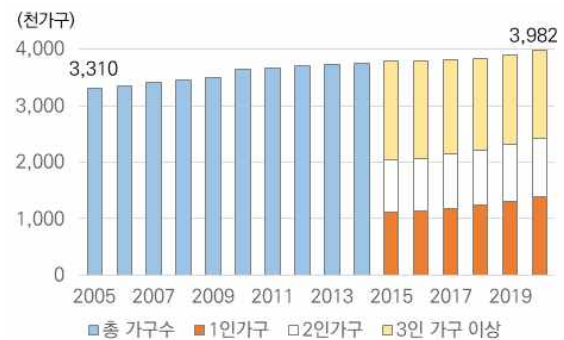
3) 주택

- 2005~2020 기간, 서울시 주택 수는 꾸준히 증가하는 추세를 보임. 2005년 3,102천 호에서 2020년 3,778천 호로 67.6만호, 21.8% 증가하였음. 반면 주택보급률 추이는 2005~2009년 증감을 반복하다가 2010년 이후로 꾸준한 증가 추세를 보였으나 2017년 이후로 다소 감소함
- 서울의 가구 수는 2020년 398만 가구로 전년 대비 8만6천여 가구가 증가하였지만, 주택 수는 374만 호에서 378만 호로 4만여 호 증가함
 - 신규 가구 수와 주택 수의 차이는 1~2인 가구의 증가가 중요한 원인 중 하나로 평가됨
 - 통계청 ‘인구총조사’에 따르면 서울 전체 가구에서 1~2인 가구가 차지하는 비중은 60.9%로, 389만6,389가구 중 242만4,602가구가 1~2인 가구임. 특히 1인 가구 비율은 2005년 20.4%, 2010년 24.4%, 2015년 29.5%, 2020년 34.9% 등으로 지속적으로 증가함⁵⁾



[그림 3-16] 서울시 주택보급률 추이

자료: 국토교통부, 주택보급률



[그림 3-17] 서울시 가구수 추이

자료: 국토교통부, 주택보급률; 통계청, 인구총조사

5) 통계청 1인가구비율(시도/시/군/구)(kosis.kr/)

- 2020년 기준 주택 유형을 살펴보면 아파트가 46.5%, 단독주택 28.2%, 다세대주택이 20.3%를 차지함

[표 3-4] 서울시 유형별 주택 현황

(단위: 호)

연도	가구수	주택						주택 이외의 거처
		소계	단독 주택	아파트	연립주택	다세대 주택	비거주용 건물내 주택	
2015	3,784,490	3,590,265	1,187,440	1,586,400	111,254	618,809	86,362	194,225
2016	3,784,705	3,575,219	1,141,659	1,589,491	109,399	654,101	80,569	209,486
2017	3,813,260	3,575,159	1,096,962	1,611,373	107,478	678,431	80,915	238,101
2018	3,839,766	3,586,371	1,072,958	1,620,339	105,730	706,034	81,310	253,395
2019	3,896,389	3,627,753	1,047,642	1,668,670	104,007	726,504	80,930	268,636

자료: 통계청, 각해년도, 인구총조사

4) 교통

- 서울의 수단분담률은 대중교통이 65.6%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 승용차와 택시의 분담률이 각각 24.5%, 5.7%임. 버스의 수단분담률 비중은 감소한 반면 도로, 지하철, 자전거 도로 등 다른 교통수단은 꾸준히 증가하는 추세임
 - 서울의 인구 감소에 따라 수단통행인구는 최근 5년 간 약 0.8% 감소함. 수단분담률에서는 같은 기간 버스의 비중이 2.5% 감소한 반면 지하철은 2.3% 증가하여 대중교통의 수단분담률은 0.2%만 감소함. 한편, 승용차의 수단분담률은 1.5% 줄었으나 자동차등록대는 증가하였으며 특히 자가용 승용차의 비중이 79.7%에서 81.3%로 높아짐
 - 교통기반시설에서는 지난 5년간 녹색교통수단인 자전거도로가 20.8% 늘어나 가장 큰 변화를 보임. 대중교통인 지하철 연장과 중앙버스전용차로도 소폭 증가됨

[표 3-5] 서울시 주요 교통 통계지표

구분		단위	2015	2016	2017	2018	2019
인구 및 교통현황	서울인구 (수도권인구)	천명	10,297 (26,173)	10,204 (26,297)	10,124 (26,391)	10,049 (26,513)	10,011 (26,694)
	수단통행인구	천통행 /일	32,410	32,306	32,277	32,248	32,162
	수단분담률						
	대중교통	%	65.8	65.0	65.0	65.1	65.6
	(버스)		(26.5)	(26.1)	(25.1)	(24.4)	(24)
	(지하철)		(39.3)	(38.9)	(39.9)	(40.7)	(41.6)
	승용차		23.0	24.3	24.4	24.5	24.5
	택시		6.8	6.6	6.5	6.3	5.7
	기타		4.4	4.1	4.1	4.1	4.2
	자동차 (자가용승용차)	천대	3,057 (2,437)	3,083 (2,475)	3,116 (2,513)	3,124 (2,526)	3,124 (2,539)
	통행속도 (도심)	km/h	25.2 (17.9)	24.2 (20.2)	24.2 (19.0)	23.9 (18.3)	23.8 (18.5)
교통기반 시설	도로연장	km	8,215	8,241	8,243	8,246	8,282
	도로율	%	22.43	22.66	22.71	22.72	22.94
	지하철연장	km	331.6	331.6	342.6	342.6	352.9
	중앙버스전용차로	km	119.3	119.3	121.1	128.8	128.8
	자전거도로	km	778.8	868.7	888.7	916.0	940.6
	주차면수 (주택가주차면수)	천면	3,877 (2,445)	3,984 (2,512)	4,053 (2,560)	4,129 (2,592)	4,251 (2,615)
	주차장확보율 (주택가)	%	126.9 (100.3)	129.2 (101.5)	130.1 (101.9)	132.2 (102.6)	136.1 (103.0)

자료: <https://news.seoul.go.kr/traffic/archives/285>(서울시 홈페이지)

- 자동차 등록대수 현황을 보면, 승용차의 증가가 두드러지며, 승용차 중에서도 중대형 차량의 비중이 높아짐
 - 2008년 대비 2020년 서울에 등록된 차량은 7.1% 증가한 3,157천 대이며 그 중 승용차

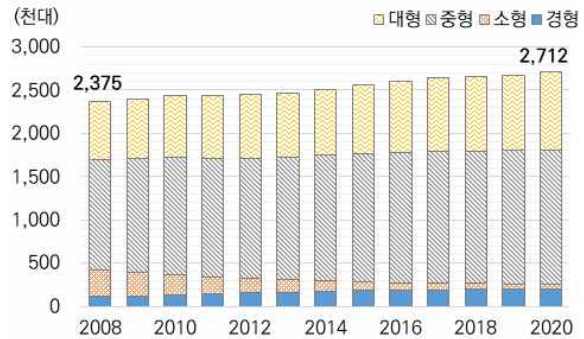
가 2,711천 대로 전체의 85.9%를 차지함. 승용차 등록대수는 14.2% 증가하였지만 화물차는 13.0%, 승합차는 44.3%가 감소함

- 같은 기간, 중형차와 대형차의 비중이 각각 3.3%, 4.7% 증가한 데 비해 소형차는 10.8% 감소함



[그림 3-18] 차종별 자동차 등록대수 현황

자료: 국토교통부, 각해년도, 자동차등록현황보고



[그림 3-19] 규모별 승용차 등록대수 현황

자료: 국토교통부, 각해년도, 자동차등록현황보고

02 기후변화대응 관련 정책·계획 및 동향

- 서울시는 2006년 C40 기후리더십그룹에 가입하여 참여해 왔으며, 2009년에는 서울에서 C40 세계도시 기후정상회의를 개최하여 서울선언문을 채택하는 등 기후변화에 선제적으로 대응해 왔음. 또한, 2008년에는 「서울특별시 기후변화 대응에 관한 조례」를 제정하여 기후변화 대응의 법적 기반을 마련함
- 2012년 ‘원전하나줄이기 종합대책’을 추진하였으며, 2014년에는 2단계 사업을 추진함
- 2015년에는 기후환경 선도도시로서 책임을 다하고, 온실가스 완화 및 기후변화 적응 관련 2030년까지의 이행목표와 구체적인 행동 계획을 담은 ‘기후변화 대응을 위한 서울의 약속’을 선포함(서울시, 2019)
 - 2015년 4월 ICLEI⁶⁾ 세계도시 기후환경총회를 개최하고 총회에서 선포한 내용으로 2005년 대비 2030년까지 온실가스 배출량 40% 감축한다는 계획을 담고 있음
- 2016년 서울시가 록펠러재단(Rockefeller Foundation) 주관의 세계 100대 회복력도시(100RC: 100 Resilient Cities)로 선정됨에 따라 ‘도시 회복력 강화 계획’을 수립함
 - ‘모두를 위한 스마트 안전 도시, 서울’이라는 비전 하에 협력을 통한 재난예방, 공동체를 통한 돌봄 강화, 포용성장을 통한 경제적 안정이라는 목표를 제시하였으며, 14개 프로그램 중 하나로 기후변화 대응체계 구축을 제시함
- 2017년에는 지속가능한 재생에너지 도시 구축을 위해 2022년까지 태양광 1GW 보급, 태양광 주택 1백만 가구를 목표로 하는 ‘2022년 태양의 도시, 서울’ 종합계획을 수립함(서울시, 2021)
- 서울시는 ‘제2차 기후변화 적응대책 세부시행계획(2017~2021)’ 수립을 계기로 온실가스 감축과 기후변화 적응 분야 사업을 통합하여 ‘서울시 기후변화대응 종합계획(2017-2021)’을 수립함(서울시, 2019)
 - 이전 계획과 달리 기후변화 대응력 강화를 위해 기후변화 적응 계획뿐만 아니라 온실가

6) ICLEI: International Council for Local Environmental Initiatives, 지속가능성을 위한 세계지방정부 협의회

스 감축 계획도 포함함

- 기후변화 완화 측면에서는 에너지 절약, 에너지 효율화, 에너지 생산, 자원순환 등 4개 부문별 온실가스 감축 대책을 마련함. 기후변화 적응을 위해 건강, 재난·재해, 물관리, 산림·생태계 4개 부문별 세부대책을 수립함
- 2020년 7월에는 ‘그린뉴딜 추진을 통한 2050 온실가스 감축전략’을 발표하고, 연말에 국내 도시 중 최초로 2050년 탄소중립 목표를 담은 ‘2050 서울시 기후행동계획’을 C40도시기후리더십그룹(C40)에⁷⁾ 제출함(서울시 보도자료, 2020)
 - C40는 Deadline 2020⁸⁾ 프로그램의 일환으로 회원 도시들에게 2020년 말까지 파리협정에 부합하는 기후행동계획 제출을 요청함. 서울 등 170개 도시가 참여했고, 서울을 포함하여 뉴욕, LA, 런던, 파리가 온실가스 감축 계획을 제출함
 - 2050 서울시 기후행동계획은 2030년까지 온실가스를 2005년 대비 40% 줄이고 2050년에는 탄소중립 달성을 목표로 함
- 2021년 1월, 서울시는 ‘2050 온실가스 감축 추진 계획’을 발표, ‘그린뉴딜 추진을 통한 2050 온실가스 감축전략’ 발표 이후, 이를 구체화하고 부문별 세부 사업계획을 담아 마련함



[그림 3-20] 2050 온실가스 감축 추진 계획 비전 및 목표

7) C40(Cities 40)는 전 세계 주요 도시의 기후변화 대응 네트워크임

8) Deadline 2020은 도시의 2050년 탄소중립 달성을 위한 부문별 전략과 기후위험 적응 및 회복력 제고 방안 등을 담은 계획을 마련하도록 하는 C40의 프로그램임. 서울시는 2020년 기후행동계획을 C40에 제출하고 2021년 승인됨

- 기후변화 적응과 관련하여 2019년 12월에 수립된 ‘제5차 국토종합계획(2020~2040)’은 기후 변화 등 환경이슈에 대응하고, 생태 네트워크 강화를 통해 지속가능한 국토환경을 조성하는 방향을 제시함
 - 건축물·교통분야 등온실가스 감축목표 이행과 더불어 바람길 등 미세먼지 분산에 유리한 도시공간구조 유도 등 기후변화 대응 국토환경 조성
 - 기후 영향에 따른 국토 회복력 제고를 위해 기후변화로 인한 자연재해 규모 확대에 대비 하여 건축물, 기반시설 등의 설계기준을 재검토하고 필요 시 상향하여 보강·관리
 - 녹색인프라 확충 및 환경서비스 접근성 제고를 위해 산림, 연안 등 우수한 자연자원을 도심지의 공원, 녹지 등 녹색인프라와 연결하여 국민 건강과 삶의 질을 향상시키는 생활 환경을 제공
- 2020년 1월에 발표된 제5차 국가환경종합계획(2020~2040)은 “국미과 함께 여는 지속가능한 생태국가”를 비전으로 3대 목표와 7대 환경관리 핵심전략을 제시함. 핵심전략 중 네 번째 전략 ‘기후환경 위기에 대비된 저탄소 안심사회 조성’에서 기후변화를 중점적으로 다룸
 - 기후변화를 중심으로 하는 4번째 전략에서 감축과 적응 정책의 균형과 공편익 강화 등을 정책 방향으로 제시하였으며, 주요정책과제로 저탄소 안심사회 기반구축, 저탄소 사회로의 전환 추진, 기후위험 대응과 신기회 창출 현실화, 미래 화경안보 관리강화를 제시함
- 제3차 서울시 기후변화 적응대책 세부시행계획 마련에 있어 제5차 국토종합계획(2020~2040)은 물관리, 생태계, 재난재해 부문 또는 도시 시설물 관리 부문과 관련이 있고, 제5차 국가환경 종합계획은 서울시 적응대책 전 부문에 걸쳐 관련도가 높음

03 기후변화 현황 및 전망

1. 기후 현황

1) 기후

- 1991~2020년 평균값으로 서울의 기온 특징을 살펴보면, 연평균 기온이 12.8℃ 이고, 월평균 기온이 가장 낮은 1월의 평균기온은 -2.0℃, 월평균기온이 가장 높은 8월의 평균기온은 26.1℃로, 가장 추운 달과 가장 더운 달의 연교차는 28.1℃에 달함
- 같은 기간 평균값으로 서울의 강수 특징을 살펴보면, 여름철(6월~8월) 총 강수량(892.2mm)이 연강수량의 약 63%를 차지하는 반면 겨울철(12월~2월) 총 강수량(67.1mm)은 연강수량의 약 5%에 불과함
- 연평균 풍속은 2.3m/s이며, 월별 평균풍속은 9월에 1.9m/s로 가장 낮고 3월과 4월에 2.7m/s로 가장 높음
- 서울의 연평균 상대습도는 61.9%이며, 월별 상대습도를 보면 3월에 54.6%로 가장 습도가 낮고 7월에 76.3%로 가장 높음. 여름철의 평균 상대습도는 71.9%로 매우 습하며, 봄과 겨울철의 상대습도는 약 56.4%로 상대적으로 건조함

[표 3-6] 기후지표 서울 평균값* (1991-2020년)

연평균기온	최한월 1월 평균기온	최난월 8월 평균기온	연강수량	평균풍속	평균습도
12.8℃	-2.0℃	26.1℃	1417.9mm	2.3m/s	61.8%

* 평균값: 30년간(10년 이상 포함)의 기후자료를 평균한 자료

자료: 기상자료개방포털 <https://data.kma.go.kr>

2) 기온 및 강수량

- 서울의 평균기온이 1910년대 10.7℃에서 2010년대 13℃로 2.3℃ 상승함
 - 같은 기간 우리나라 평균기온은 약 1.9℃ 상승함(1910년대 12℃→2010년대 13.9℃).
전국 평균기온 상승 폭 대비, 서울의 상승폭이 0.4℃ 더 높음

[표 3-7] 과거 100년간 서울 평균 기온

구 분	1910년대	1920년대	1930년대	1940년대	1950년대	1960년대	1970년대	1980년대	1990년대	2000년대	2010년대
	1911~ 1920	1921~ 1930	1931~ 1940	1941~ 1949	1954~ 1960	1961~ 1970	1971~ 1980	1981~ 1990	1991~ 2000	2001~ 2010	2011~ 2020
서울시 평균기온 (℃)	10.7	11.0	10.9	11.0	11.3	11.6	11.9	12.0	12.7	12.8	13.0

*관측 지점: 서울(108)

** 1950~1953년은 한국전쟁 시기로 관측데이터가 수합되지 못해 분석에서 제외함

자료: 기상청, 2011, 지역기후변화보고서 서울; 기상청, 2021, 우리나라 109년(1912~2020년) 기후변화 분석보고서

[표 3-8] 과거 100년간 전국 평균 기온

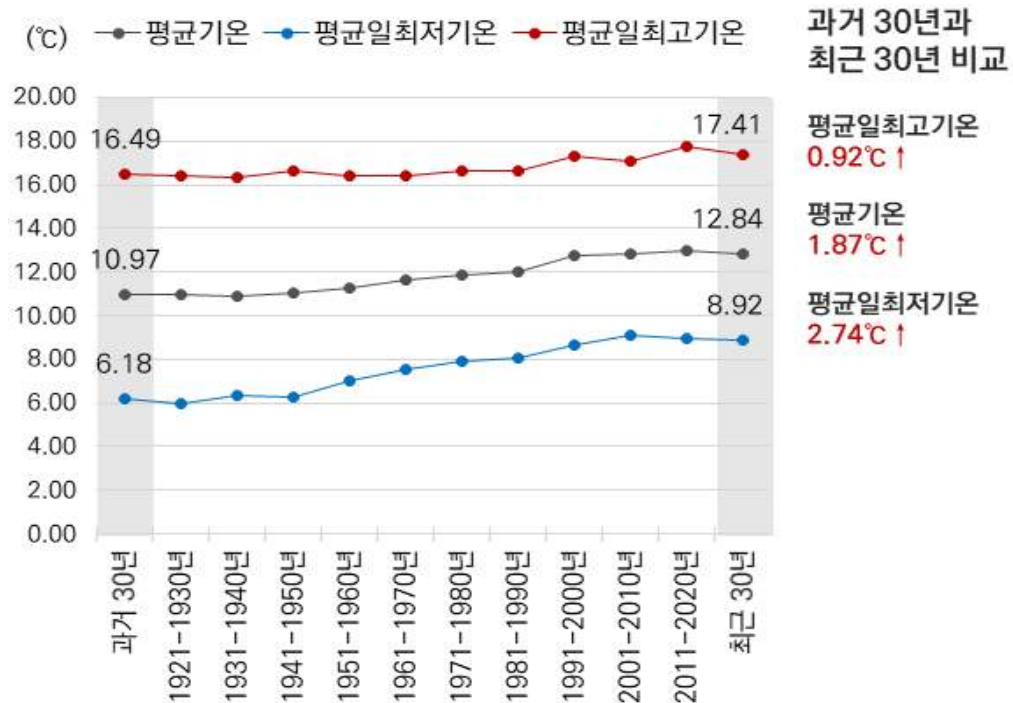
구 분	1910년대	1920년대	1930년대	1940년대	1950년대	1960년대	1970년대	1980년대	1990년대	2000년대	2010년대
	1912~ 1920	1921~ 1930	1931~ 1940	1941~ 1949	1954~ 1960	1961~ 1970	1971~ 1980	1981~ 1990	1991~ 2000	2001~ 2010	2011~ 2020
전국 평균기온 (℃)	12.0	12.1	12.2	12.3	12.5	12.6	12.8	13.0	13.6	13.7	13.9

*관측지점: 강릉(105), 서울(108), 인천(112), 대구(143), 부산(159), 목포(165)

**6개 관측지점의 관측데이터가 모두 수집된 기간에 한해 자료를 분석함(분석 제외 연도: 1911년, 1950~1953년)

자료: 기상청, 2021, 우리나라 109년(1912~2020년) 기후변화 분석보고서

- 과거 100년 (1921~2020년) 간 서울의 연평균기온이 지속적으로 상승했으며, 평균일최저기온 상승 폭이 평균일최고기온 상승 폭보다 높음
 - 과거 30년(1921~1950년) 평균값과 최근 30년(1991~2020년) 평균값 비교 시, 평균기온이 1.8℃, 평균일최고기온이 1.0℃ 상승하였고, 평균일최저기온이 2.8℃ 상승함



[그림 3-21] 과거 100년간 서울 평균 기온 변화

자료: <https://data.kma.go.kr>(기상자료개방포털)

- 서울의 강수량은 장기적으로 증가 추세이나 최근 급감하였음. 강수량이 증가하는 반면, 강수일수는 감소하여 강수강도가 증가함
 - 1910년대 1,263.0mm → 2000년대 1,550.2mm → 2010년대 1,274.2mm

[표 3-9] 과거 100년간 서울 평균 기온

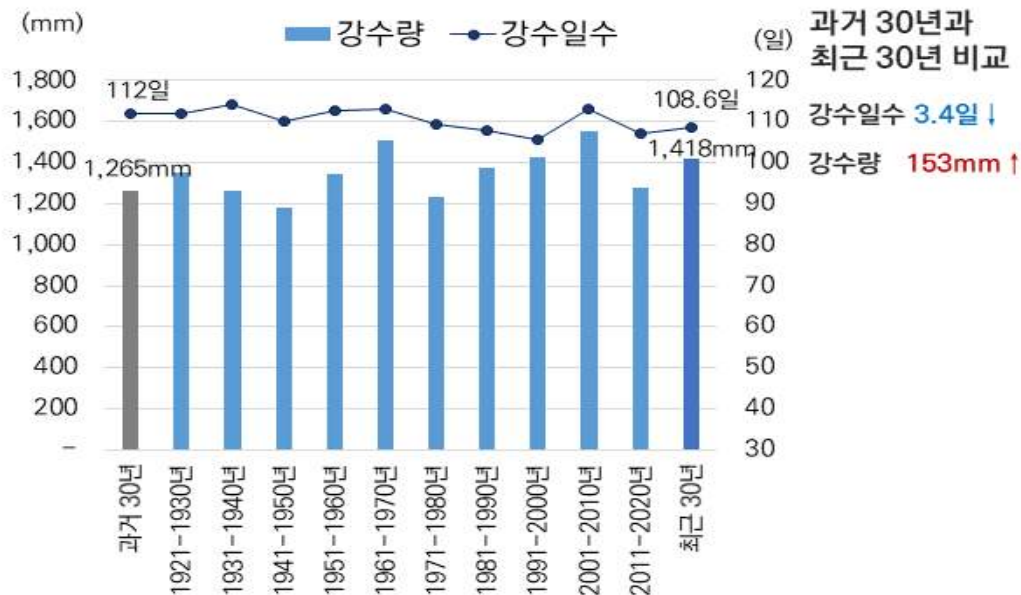
구 분	1910년대	1920년대	1930년대	1940년대	1950년대	1960년대	1970년대	1980년대	1990년대	2000년대	2010년대
	1911~1920	1921~1930	1931~1940	1941~1949	1954~1960	1961~1970	1971~1980	1981~1990	1991~2000	2001~2010	2011~2020
연간 강수량 (mm)	1,263.0	1,355.8	1,261.4	1,177.9	1,346.1	1,506.1	1,231.5	1,371.7	1,429.6	1,550.2	1274.2
강수일수 (일)	188.7	147.6	152.5	143.2	148.9	154.8	148.8	146.1	137.8	140.5	141.2

*관측 지점: 서울(108)

** 1950~1953년은 한국전쟁 시기로 관측데이터가 수합되지 못해 분석에서 제외함

자료: 기상청, 2011, 지역기후변화보고서 서울; 기상청, 2021, 우리나라 109년(1912~2020년) 기후변화 분석보고서

- 강수량과 강수일수는 기온에 비해 다소 증감 변동이 있어, 과거 30년과 최근 30년 비교와 더불어 과거 50년(1921-1970년)과 최근 50년(1971-2020년)의 평균값을 비교함.
 - 과거 30년 강수량과 강수일 평균은 각각 1,252mm와 111일이고, 최근 30년은 1,418mm와 109일로 강수량은 166mm 증가한 반면, 강수일은 2일이 줄어들
 - 50년 구간 비교에서도 30년 구간과 유사한 경향 나타남



[그림 3-22] 과거 100년간 서울 평균 강수량 변화

자료: <https://data.kma.go.kr>(기상자료개방포털)

[표 3-10] 과거 100년간 서울 기온 및 강수 변화(10년 평균)

기간	평균기온(℃)	일최저기온(℃)	일최고기온(℃)	강수량(mm)	강수일수(일)
1921-1930년	11.0	6.0	16.4	1,355.8	111.8
1931-1940년	10.9	6.4	16.4	1,261.4	114.2
1941-1950년	11.0	6.2	16.7	1,177.9	110.0
1951-1960년	11.3	7.0	16.4	1,346.1	112.9
1961-1970년	11.6	7.5	16.4	1,506.1	112.9
1971-1980년	11.9	7.9	16.7	1,231.5	109.4
1981-1990년	12.0	8.0	16.6	1,371.7	107.9
1991-2000년	12.7	8.7	17.3	1,429.6	105.7
2001-2010년	12.8	9.1	17.1	1,550.2	113.0
2011-2020년	13.0	9.0	17.8	1,274.2	107.0
과거 30년 (1921-1950년)	11.0	6.2	16.5	1,265.0	112.0
최근 30년 (1991-2020년)	12.8	8.9	17.4	1,418.0	108.6
과거 30년 대비 최근 30년 증감	+1.9℃ (17.0%)	+2.7℃ (44.2%)	+0.9℃ (5.6%)	+153mm (12.1%)	-3.4일 (-3.1%)

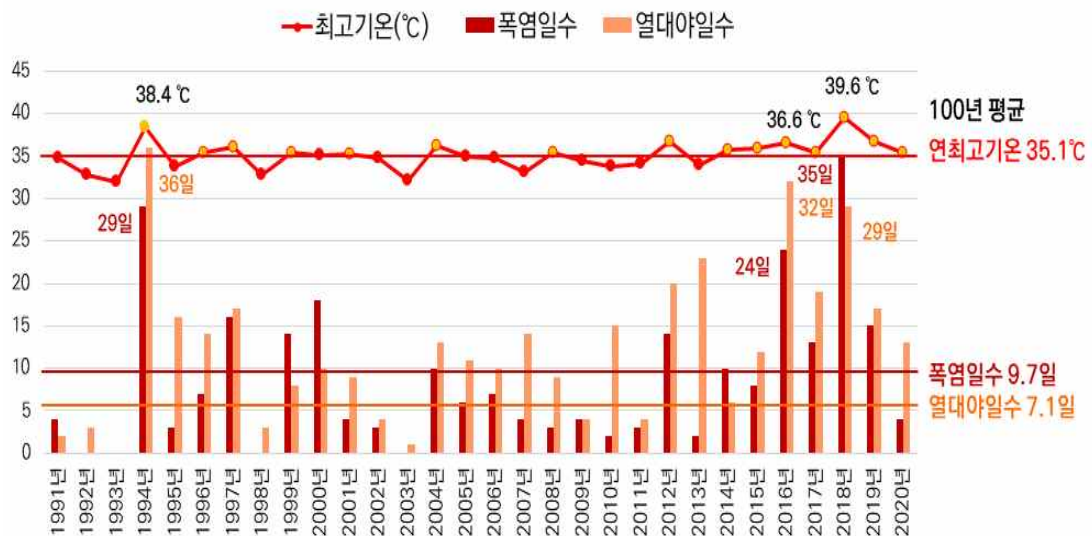
*관측 지점: 서울(108)

** 1950~1953년은 한국전쟁 시기로 관측데이터가 수합되지 못해 분석에서 제외함

자료: <https://data.kma.go.kr>(기상자료개방포털)

3) 서울의 극한기후

- 서울의 극한 고온 현상을 살펴보기 위해, 극한기후지수 중 연최고기온과 열대야일수, 폭염일수 세 가지 지수의 100년 평균값과 최근 30년 동안 추세를 비교한 결과, 최근 10년 사이에 연최고기온이 경신되었고, 폭염일수와 열대야 일수가 큰 폭으로 증가함
 - 연최고기온: 100년간 서울의 평균 연최고기온은 35.1℃이고, 최근 30년 동안 35.1℃를 초과했던 해는 15번이었음. 이 중, 8해가 최근 10년 사이에 집중되었으며, 2018년도 연최고기온이 39.6℃까지 오르며 100년간 관측값 중 최고기온을 기록함
 - 폭염일수: 100년간 서울의 평균 폭염일수는 9.7일이나, 최근 30년 9.7일을 초과했던 해는 11번이었음. 이 중 폭염일수가 20일이 넘는 해는 1994년, 2016년, 2018년 3개 해였음. 연최고기온을 경신했던 2018년도에 폭염일수 역시 35일로 최고 폭염일수를 기록함
 - 열대야일수: 100년간 서울의 평균 열대야일수는 7.1일이나, 최근 30년 7.1일을 초과했던 해는 21개로 폭염보다 열대야 발생이 더 잦았음. 최고 열대야일수는 1994년도에 36일이었고, 열대야일수가 20일이 넘는 해는 1994년을 포함하여, 2013년, 2016년, 2018년으로 4개 해로 최근 10년에 좀 더 집중되어 있음



[그림 3-23] 최근 30년 서울 연최고기온과 폭염일수, 열대야일수

폭염일수: 일최고기온이 33℃이상인 날의 연중 일수

열대야일수: 일최저기온이 25℃ 이상인 날의 연중 일수

자료: <https://data.kma.go.kr>(기상자료개방포털)

- 서울의 폭염일수와 열대야일수를 2005년과 2018년 두 개 년도로 비교했을 때, 폭염일수는 각각 6일과 35일, 열대야일수는 11일과 29일로 고온 관련 극한기후 일수가 증가하는 추세임
- 서울의 극한 고온 발생일이 증가함과 동시에 여름일수도 함께 증가함. 100년 전 10년(1921~1930년) 동안 평균 여름일수가 109.9일이었으나, 최근 10년(2011~2020년) 동안의 평균 여름일수는 127일로 100년 전 10년 평균 여름일수보다 17일이 늘어남

[표 3-11] 서울 여름철 극한 기온값

연도	연최고기온(℃)	폭염일수(일)	열대야일수(일)	여름일수(일)
1991	34.7	4	2	110
1992	32.8	0	3	98
1993	31.9	0	0	105
1994	38.4	29	36	126
1995	33.7	3	16	102
1996	35.4	7	14	117
1997	36.1	16	17	104
1998	32.8	0	3	131
1999	35.4	14	8	120
2000	35.1	18	10	117
2001	35.3	4	9	125
2002	34.8	3	4	114
2003	32.2	0	1	104
2004	36.2	10	13	109
2005	35	6	11	112
2006	34.7	7	10	111
2007	33.2	4	14	113
2008	35.4	3	9	115
2009	34.4	4	4	122
2010	33.8	2	15	112
2011	34.1	3	4	103
2012	36.7	14	20	124
2013	33.9	2	23	130

연도	연최고기온(℃)	폭염일수(일)	열대야일수(일)	여름일수(일)
2014	35.8	10	6	130
2015	36	8	12	140
2016	36.6	24	32	136
2017	35.4	13	19	135
2018	39.6	35	29	120
2019	36.8	15	17	137
2020	35.4	4	13	115
서울 100년 평균	35.1	9.7	7.1	112.2
1921-1930년	35.7	12.9	6.8	109.9
1931-1940년	35.4	12.4	4.8	112.8
1941-1950년	36.1	17.4	3.2	113.4
1951-1960년	32.7	9.6	3.6	104.9
1961-1970년	34.6	6.6	5.2	110.5
1971-1980년	34.3	5.2	4.6	106.5
1981-1990년	34.7	6.3	5.5	108.3
1991-2000년	34.6	9.1	10.9	113.0
2001-2010년	34.5	4.3	9.0	113.7
2011-2020년	36.0	12.8	17.5	127.0

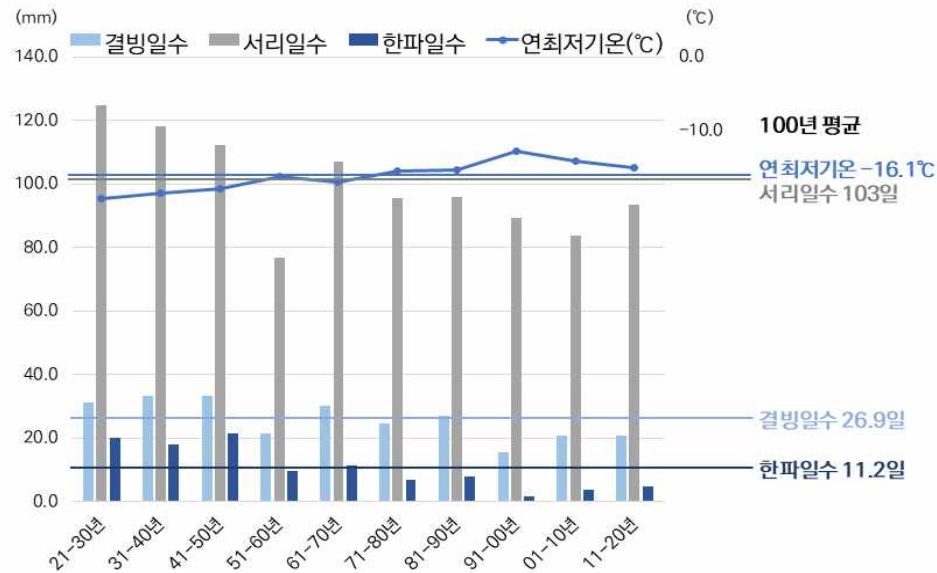
폭염일수: 일최고기온이 33℃이상인 날의 연중 일수

열대야일수: 일최저기온이 25℃ 이상인 날의 연중 일수

여름일수: 일최고기온이 25℃ 이상인 날의 연중 일수

자료: <https://data.kma.go.kr>(기상자료개방포털)

- 서울의 극한 고온 현상이 증가하는 반면, 극한 저온 현상은 감소하는 추세임. 과거 100년간 결빙일수, 서리일수, 한파일수 모두 감소하였고, 연최저기온은 상승함



[그림 3-24] 과거 100년간 서울 저온 극한기후지수

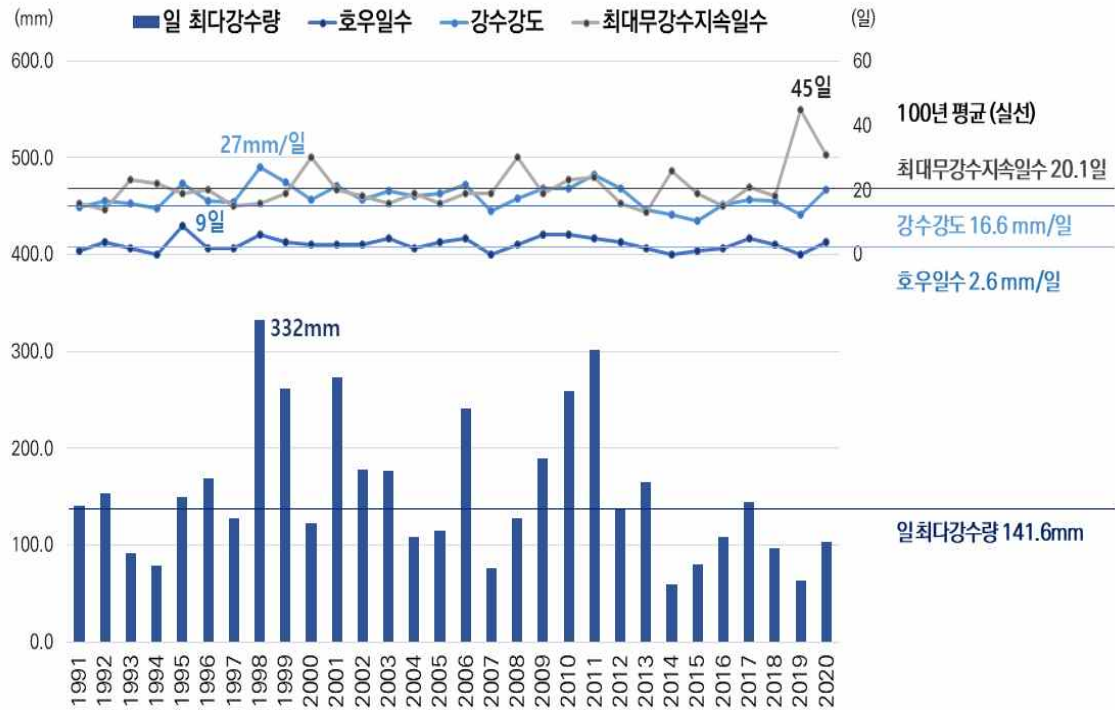
결빙일수: 일최고기온이 0°C 미만인 날의 연중 일수 (결빙일수 감소)

서리일수: 일최저기온이 0°C 미만인 날의 연중 일수

한파일수: 일최저기온이 -12°C 이하인 날의 연중 일수

자료: <https://data.kma.go.kr>(기상자료개방포털)

- 일 최다강수량의 100년 평균은 141.6mm이고, 강수량이 141.6mm 이상인 해는 총 42번 있었음. 이 중, 강수량이 200mm 이었던 12해 중 6번이 1981~2020년 사이에 나타남. 즉, 최근 40년 사이 일 최다강수량이 증가하는 추세임을 알 수 있음. 300mm 이상이었던 해는 2해이고, 1998년에 332mm으로 100년간 강수량 측정 후 최대 일 최다강수량을 기록함. 이후 2011년에도 301.5mm으로 300mm 이상 일 최다강수량이 한 번 더 나타남
- 강수강도는 연 총강수량을 연중 습윤일수(일강수량이 1.0mm이상인 날)로 나눈 값으로 비가 내린 날의 평균 강수량임. 최근 100년간 강수강도 평균은 16.6mm/일 대비 최근 30년간 강수강도가 증가하는 추세로 나타남



[그림 3-25] 최근 30년 서울 극한 강수

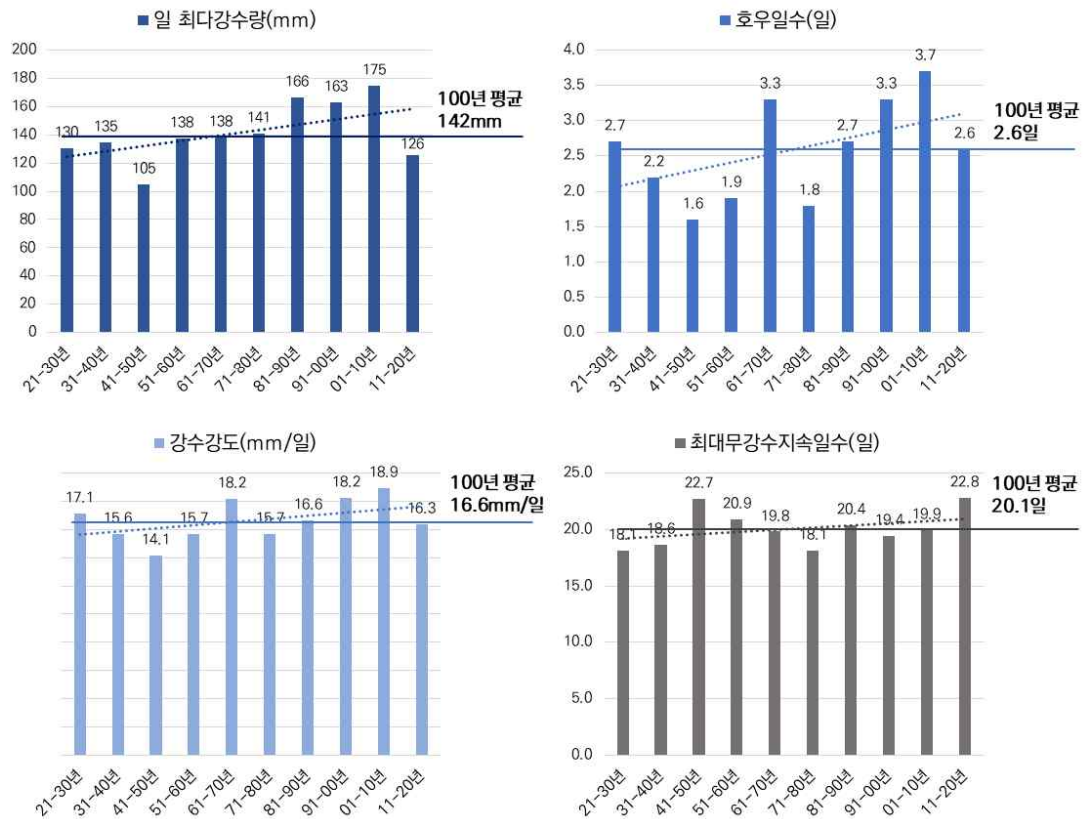
호우일수: 일강수량이 80mm 이상인 날의 연중일수

최대무강수지속기간: 연중 일강수량 1mm 미만인 날의 최대 지속 일수

5일 최대강수량: 연중 5일 연속으로 내린 강수량 중 최대값

자료: <https://data.kma.go.kr>(기상자료개방포털)

- 각 그래프의 실선 : 100년 평균값
- 각 그래프의 점선 : 추세선



[그림 3-26] 과거 100년 서울 극한 강수 경향

[표 3-12] 서울 강수량 극한 기후값

연도	일최다강수량 (mm)	호우일수 (일)	강수강도 (mm/일)	최대무강수 지속일수(일)
1991	140.2	1	14.7	16
1992	153.3	4	16.5	14
1993	91.8	2	15.8	23
1994	79.4	0	14.3	22
1995	149.2	9	21.9	19
1996	168.6	2	16.8	20
1997	127.7	2	16.1	15
1998	332.8	6	27.0	16
1999	261.6	4	22.5	19
2000	122.9	3	17.0	30

연도	일최다강수량 (mm)	호우일수 (일)	강수강도 (mm/일)	최대무강수 지속일수(일)
2001	273.4	3	21.3	20
2002	178.0	3	16.9	18
2003	177.0	5	19.7	16
2004	108.5	2	18.3	19
2005	115.0	4	19.1	16
2006	241.0	5	21.8	19
2007	76.0	0	13.5	19
2008	127.5	3	17.2	30
2009	190.0	6	20.6	19
2010	259.5	6	20.6	23
2011	301.5	5	24.9	24
2012	137.0	4	20.6	16
2013	165.0	2	13.9	13
2014	59.5	0	12.3	26
2015	80.0	1	10.6	19
2016	108.5	2	15.3	15
2017	144.5	5	17.1	21
2018	96.5	3	16.5	18
2019	63.2	0	12.2	45
2020	103.1	4	20.1	31
서울 100년 평균	141.61	2.6	16.6	20.1
1921-1930년	130.4	2.7	17.1	18.1
1931-1940년	134.9	2.2	15.6	18.6
1941-1950년	104.8	1.6	14.1	22.7
1951-1960년	137.6	1.9	15.7	20.9
1961-1970년	138.2	3.3	18.2	19.8
1971-1980년	140.7	1.8	15.7	18.1
1981-1990년	166.3	2.7	16.6	20.4
1991-2000년	162.8	3.3	18.2	19.4
2001-2010년	174.6	3.7	18.9	19.9
2011-2020년	125.9	2.6	16.3	22.8

자료: 기상자료개방포털 <https://data.kma.go.kr>

4) 이상 기후 현상 및 피해

- 서울시를 포함해 전국적으로 이상기후⁹⁾ 현상이 빈번하게 발생하는 추세임. 폭염일수, 열대야일수, 여름일수와 같은 고온 관련 극한지수는 증가, 한파일수, 결빙일수, 서리일수와 같은 저온 관련 극한지수는 감소할 것으로 전망됨
 - 2018년 여름 1907년 기상 관측 이래 가장 높은 기온인 39.6℃를 기록하는 역대급 폭염 현상이 발생함. 전국 폭염 일수는 31.5일로 최장 일수를 기록함
 - 2019년 여름~가을 동안 총 7개로 잦은 태풍이 발생했으며, 역대 겨울 중 가장 따뜻한 겨울로 기록됨. 한 해 동안 29개의 태풍이 발생한 가운데 한국에 영향을 준 태풍은 총 7개로, 1951년 기록 집계 이래 최대 개수임
 - 서울을 포함한 중부지방의 2020년 역대급 장마로 장마기간이 54일간 지속되며 기상 관측 이래 최장기간의 장마로 기록됨. 긴 장마 기간으로 곳곳에서 산사태, 도로침수 피해가 발생함

(1) 폭염 현상 및 피해

- 2020년에는 6월 중 역대 가장 높은 35.4℃의 최고기온을 기록했으며, 이른 폭염이 한 달간 지속되었음
 - 7월보다 6월의 평균기온이 22.8℃로 높은 현상이 발생하면서 2020년 6월의 서울 온도는 62년 만에 가장 더운 6월로 기록됨
 - 이른 폭염으로 인해 6~9월 하계 기간 전력소비량이 0.82% 증가하였음
- 2018년 여름, 서울시 최고기온은 39.6℃를 기록(2018.8.1.)하며 역대 최고기록을 경신하였고, 그 다음날(2018.8.2.) 최저기온 역시 30.3℃로 역대 1위로 기록됨
 - 2018년 폭염은 티벳고기압과 북태평양고기압의 발달 및 확장에 따른 강한 일사와 더불어 지구온난화와 연관된 중위도 파동 강화에 따른 대기 정체 등 기후학적 영향요인으로 인해 최고기온 상승 및 폭염일수가 증가했던 것으로 분석됨
- 2020년 폭염영향 보고서에 따르면, 서울시 온열질환자 발생률은 2014년 2.6만 명 대비 2018년 7.3만 명으로 증가한 것으로 분석됨
 - 65세 이상 환자의 발생률은 2014년 2.7만 명에서 2018년 12.9만 명 큰 폭으로 증가하

9) 이상기후: 기온, 강수량 등의 기후요소가 평균값에 비해 현저히 높거나 낮은 수치를 나타내는 극한 현상

고, 저소득층 온열질환자 발생률은 2.8만 명에서 9만 명으로 역시 대폭 상승함

- 2019년 서울시 소방재난본부가 발표한 자료에 따르면, 2019.8.9.일 기준 온열질환 등 폭염 피해 신고 건수는 총 48건을 기록함
 - 극심한 폭염이 있던 2018년 전체 폭염 피해 신고는 414건이었고, 2017년은 56건, 2016년은 83건으로 집계됨
 - 2019년까지 온열질환자는 61세 이상이 353명(58.8%)으로 절반 이상을 차지하고, 51~60세 110명(18.3%), 41~50세 62명(10.3%), 31~40세 29명(4.8%) 순으로 나타남
- 2018년 질병관리본부 ‘온열질환 응급실감시체계’에 신고된 서울시 온열질환자는 616명(사망사례 4건 미포함)으로 과거 5년 평균에 비해 약 7.3배 크게 증가한 수치임
 - 서울을 비롯한 경기, 인천 등 대도시에서는 집에서 발생한 온열질환자의 증가폭이 높게 나타남
 - 2018년 집에서 발생한 수도권 온열질환자는 총 384명으로 전국 사례(624명)의 61.5%를 차지함
 - 그린피스 동아시아 서울사무소 보고서에 따르면, 서울시 폭염과 관련 사망자는 2001~2010년에는 10만 명당 0.7명이었으나 2036~2040년이 되면 1.5~2배로 늘어날 것으로 추정됨
- 폭염은 열사병을 비롯해 탈수나 전해질 장애를 포함한 광범위한 질병을 초래함. 또한, 기존 신체 질환의 증상을 악화시킬 뿐만 아니라 정신질환에도 악영향을 미침
 - 질병관리본부의 통계에는 폭염으로 인한 간접적인 건강 영향이 반영되지 않은 점을 고려하였을 때 실제 온열질환자 및 사망자는 훨씬 더 많을 것으로 추정됨

(2) 장마 및 집중호우 현상 및 피해

- 2020년 서울시를 포함한 중부지방 기준으로 6월 24일 시작하여 8월 16일에 종료되어 총 54일의 역대급 장마가 이어짐. 이는 1973년 기상 관측 이래 최장기간의 장마로 기록됨
 - 장마기간 동안 서울시 강수량은 총 951.6mm로, 평년 중부지역 강수량 366.4mm의 2.6배임. 도봉구는 하루 최대 142.5mm, 관악구는 1시간 최대 58mm의 강수량을 기록함
 - 장마철 전국 강수량이 2위를 기록하고 연평균 누적 강수량은 1,591.2mm(평년 1,207.6~1,446.0mm) 역대 여섯 번째로 많았음

- 또한, 정체전선에 의한 남북으로 폭이 좁은 강한 강수대가 자주 형성되어 잦은 집중 호우가 발생하고, 강도 높은 태풍도 수차례 동반되며 8~9월초까지 영향을 주었음
- 여름 풍수해로 인한 서울지역 인명피해는 0명으로 집계되었고, 시설물 피해는 315 건이며 이 가운데 주택 침수는 150건, 주택 파손은 14건으로 기록됨
- 2020년 10월 서울은 가장 적은 강수량(0.0mm)을 기록하였으나, 11월 평균기온이 연일 극값을 경신하는 등 큰 폭으로 상승하였고 폭우가 내리는 등 이례적인 많은 강수로 11월 일강수량 120.1mm로 최다 1위를 기록함
- 2019년 여름철 4개, 가을철 3개, 총 7개 태풍의 직접적인 영향을 받았고, 가장 많은 태풍 영향수(1950년, 1959년과 공동 1위), 가장 많은 가을 태풍 영향 수를 기록함
 - 잦은 태풍으로 인해 일부 학교 및 도로 등 기반시설 피해가 발생하였고 항공기 결항이 빈번하게 발생하였음. 특히, 9월 태풍과 호우를 비롯해 지속되는 더위로 건물 부문의 전력 수요도 최대치를 기록하였음
- 매년 태풍, 홍수, 집중호우, 강풍으로 인한 도시 내 침수 피해, 하천 주변 재산 피해, 국토 교통 기반시설 피해 등 직간접적인 피해가 있지만, 최근에는 단시간 집중호우로 인해 국지적으로 침수 피해가 갈수록 더 자주 발생하고 있음
 - 돌발강우는 예측이 어렵고 짧은 시간 많은 비가 내리기 때문에 하천 수위가 예상보다 빠르게 상승하여 지하주택이나 저지대 도로가 일시적으로 침수되는 등 해마다 저지대 침수가 늘고 있음

(3) 산업·에너지 분야 이상 기후 영향

- 2020년 6월 이른 폭염, 9월 더위로 전국 하계 건물 부문 냉방 수요가 전년 대비 증가함.
 - 전국 하계(6~9월) 건물 부문 (가정, 공공, 서비스) 전력소비량은 82,314GWh로 작년 대비 0.82% 증가하였고, 이는 전체 전력 소비량과 비교하여도 높은 수준임
 - 역대 최장 장마 기간(54일)과 집중호우로 인명 및 시설피해를 비롯해 서울을 포함한 전국 곳곳에 정전이 발생함
- 2018년 평균기온 최고 1위 및 폭염·열대야일수 최고 1위를 기록한 전국적 폭염으로 서울시 가정용 전기 사용량이 전력통계 작성 이래 최고치를 기록함.

- 7~8월 동안 전국 기준 1일 최대전력수요가 기존 최대치(85,183MW)를 초과한 일수가 19일에 달했으며, 전국적으로 아파트 정전 피해도 증가함
- 2017~2018년 폭염과 한파는 서울시 단기 전력수요에 큰 영향을 미친 것으로 추정됨. 특히, 2018년도에는 한파 및 폭염으로 인해 에너지 사용량이 3.7% 증가함
- 2018년 8월은 서울시 가구당 전력 사용량 371kWh, 전력요금 49,154원으로 가장 높은 수준으로 기록됨
- 서울시 건물 부문(가정, 공공, 서비스) 전력 수요량은 2017년 대비 이후 꾸준히 증가하는 추세이며, 2005~2017년 평균 대비 높은 폭으로 증가함
 - 특히, 최근 3년간 9월 기준 잦은 태풍과 호우, 지속된 더위 영향으로 가정용 및 서비스 부문 전력 소비량은 과거 대비 높은 수치를 기록하고 있음

(4) 기타 이상기후 피해 및 영향

- 겨울철 이상고온 및 한파가 지속적으로 반복되고 있음. 2021년 1월 서울 최저기온은 영하 18.6℃로 역대 가장 추운 날씨를 기록했지만, 1월 말 서울의 낮 최고기온이 13.9℃로 오르는 등 역대 1월 날씨 가운데 가장 따뜻한 날씨를 기록하기도 함
 - 반면 2020년 1월은 이상고온 현상으로 1973년 이후 역대 가장 따뜻했던 1월 기온이 기록됐으며, 2019년 12월~ 2020년 2월 겨울 동안 겨울철 한파일수는 0일에 불과했음
 - 특히, 겨울철 이상고온으로 인해 해충 월동란이 폐사하지 않아 여름철 대벌레(서울은평구), 매미나방(전국) 등 혐오성 곤충이 대발생하는 경우가 있었음
- 봄철 이상기후도 빈번하게 나타남. 2020년 4월, 서울에 진눈깨비가 관측되었고(2020.4.22.), 이는 1907년 10월 기상관측 이후 가장 늦은 봄눈으로 기록됨
 - 3월 봄철 기온은 역대 상위 2위를 기록할 만큼 높은 온도를 보였으나, 4월은 기온이 역대 동월 중 하위 5위까지 떨어졌고, 5월에 다시 소폭 상승하는 등 극심한 기온변동을 보임
 - 봄철 이상고온으로 인한 미세먼지, 오존 등 대기질 '나쁨' 현상이 지속되는 경우나 고농도 오존일 발생빈도가 증가하는 피해가 발생함
- 서울 및 수도권은 도시 지역으로 이상기후에 따른 농작물 피해, 가축폐사 및 양식 어류

폐사 피해 발생이 극히 적은 편임. 그러나, 서울시는 도시화로 인한 생태면적 감소와 불투수면¹⁰⁾ 증가로 표면유출량(지표면을 흐르는 빗물량)이 41% 증가되는 등 물순환이 악화되고 있음

- 이는 도심열섬현상 심화, 도시형 홍수와 가뭄, 극한 폭서 등 이상기후현상이 나타나 시민들의 삶에 직·간접적 불편을 초래할 수 있음.
- 도시열섬현상으로 인한 더위를 해결하기 위해 냉방 기기를 강하게 작동하면 에너지 사용량이 급증하는데, 이로 인해 다시 열섬현상과 대기오염이 심화되는 악순환을 일으킴

2. 기후 전망

1) 기온 및 강수 전망

- SSP 시나리오에 의한 서울시 미래 기온 변화 전망에 따르면, 온실가스 저감 정책이 상당히 실현되는 SSP1-2.6 시나리오에서는 서울특별시 연평균기온은 현재 대비 세기 전반기에 1.5℃ 중반기에 1.7℃ 후반기에 2.4℃ 증가할 것으로 전망됨
- 같은 시나리오인 SSP1-2.6에 의하면 21세기 후반기(2081~2100년)의 평균기온이 15.5℃로 예측되고, 현재 추세로 온실가스가 저감 없이 배출되는 SSP5-8.5 시나리오에서는 19.8℃로 예측됨
 - 이는 현재 기후값 2000~2019년 평균기온인 13.1℃ 보다 각각 2.4℃, 6.7℃ 상승하는 것으로, 온실가스 저감 정책 실현 여부에 따라 평균기온의 상승폭이 달라짐을 의미함
- 현재 기후값 대비 21세기 후반기 서울의 연평균 최고기온 변화를 살펴보면 2000~2019년 17.9℃에서 SSP1-2.6 시나리오 기준 2.5℃ 상승하여 20.4℃가 될 것으로 예측하고, SSP5-8.5 시나리오 기준 6.8℃ 상승하여 24.7℃에 달할 것으로 예측함
- 연평균 최저기온은 2000~2019년 9.0℃에서 21세기 후반기에 SSP1-2.6 시나리오 기준 2.4℃ 상승하여 11.4℃가 될 것으로 예측하고, SSP5-8.5 시나리오 기준 6.7℃ 상승하여 15.7℃

10) 불투수면: 포장이나 건물 등으로 덮여서 빗물이 침투할 수 없는 면적

에 달할 것으로 예측함

- SSP 시나리오에 의한 서울시 미래 강수량 변화 전망에 따르면, SSP1-2.6 시나리오에서 21세기 후반기 연강수량이 1,405.7mm로 예측되고, SSP5-8.5 시나리오에서는 1,563.6mm로 예측됨
- SSP1-2.6 시나리오의 경우 서울특별시 연강수량은 현재 대비 21세기 전반기에 40.9mm, 중반기에 131.1mm, 후반기에 135.6mm 증가할 것으로 전망됨
- SSP5-8.5 시나리오의 경우 21세기 전 중 후반기 서울특별시 연강수량은 현재 대비 전반기에 28.8mm, 중반기에 144.6mm, 후반기에 293.5mm 증가할 것으로 전망됨
- 저탄소 시나리오와 비교하여 고탄소 시나리오에서 21세기 후반기 연강수량 증감폭은 157.9mm 커질 것으로 전망됨

[표 3-13] 서울 기온 및 강수 전망

항목	현재기후값 2000-2019	SSP 시나리오	전반기 2021-2040	중반기 2041-2060	후반기 2081-2100
연평균기온 (℃)	13.1	SSP1 2.6	14.6 (+1.5)	14.8 (+1.7)	15.5 (+2.4)
		SSP5 8.5	14.7 (+1.6)	16.2 (+3.1)	19.8 (+6.7)
연평균 최고기온 (℃)	17.9	SSP1 2.6	19.4 (+1.5)	19.6 (+1.7)	20.4 (+2.5)
		SSP5 8.5	19.6 (+1.7)	21 (+3.1)	24.7 (+6.8)
연평균 최저기온 (℃)	9	SSP1 2.6	10.4 (+1.4)	10.7 (+1.7)	11.4 (+2.4)
		SSP5 8.5	10.5 (+1.5)	12.1 (+3.1)	15.7 (+6.7)
연강수량 (mm)	1270.1	SSP1 2.6	1,311.0 (+40.9)	1,401.2 (+131.1)	1,405.7 (+135.6)
		SSP5 8.5	1,298.9 (+28.8)	1,414.7 (+144.6)	1,563.6 (+293.5)

자료: 기상청, 2022, 지역기후변화 전망보고서(17개 광역시도)



[그림 3-27] 서울 기온 및 강수 전망

자료: 기상청, 2022, 지역기후변화 전망보고서(17개 광역시도)

2) 극한기후 전망

- (폭염일수) 서울특별시 21세기 후반기 폭염일수는 온실가스 배출 정도에 따라 현재(15.0일) 대비 27.8~94.8일 증가할 것으로 전망됨
 - SSP1-2.6 시나리오의 경우 서울특별시 폭염일수는 현재 대비 21세기 전반기에 15.9일, 중반기에 22.7일, 후반기에 27.8일 증가할 것으로 전망됨
 - SSP5-8.5 시나리오의 경우 서울특별시 폭염일수는 현재 대비 21세기 전반기에 18.4일, 중반기에 39.7일, 후반기에 94.8일 증가할 것으로 전망됨
- (열대야일수) 서울특별시 21세기 후반기 열대야일수는 온실가스 배출 정도에 따라 현재(11.3일) 대비 30.5~84.8일 증가할 것으로 전망됨
 - SSP1-2.6 시나리오의 경우 서울특별시 열대야일수는 현재 대비 21세기 전반기에 22.6일, 중반기에 28.7일, 후반기에 30.5일 증가할 것으로 전망됨
 - SSP5-8.5 시나리오의 경우 서울특별시 열대야일수는 현재 대비 21세기 전반기에 21.7일, 중반기에 39.8일, 후반기에 84.8일 증가할 것으로 전망됨
- (여름일수) 서울특별시 21세기 후반기 여름일수는 온실가스 배출 정도에 따라 현재(127.7일) 대비 22.7~66.6일 증가할 것으로 전망됨
 - SSP1-2.6 시나리오의 경우 서울특별시 여름일수는 현재 대비 21세기 전반기에 12.7일,

- 중반기에 17.3일, 후반기에 22.7일 증가할 것으로 전망됨
- SSP5-8.5 시나리오의 경우 서울특별시 여름일수는 현재 대비 21세기 전반기에 14.5일, 중반기에 29.7일, 후반기에 66.6일 증가할 것으로 전망됨
- (한파일수)서울특별시 21세기 후반기 한파일수는 온실가스 배출 정도에 따라 현재(4.4일) 대비 2.4~4.4일 감소할 것으로 전망됨
 - SSP1-2.6 시나리오의 경우 서울특별시 한파일수는 현재 대비 21세기 전반기에 -0.5일, 중반기에 0.2일, 후반기에 -2.4일 증가할 것으로 전망됨
 - SSP5-8.5 시나리오의 경우 서울특별시 한파일수는 현재 대비 21세기 전반기에 1.8일, 중반기에 2.9일, 후반기에 4.4일 증가할 것으로 전망됨
- (호우일수) 서울특별시 21세기 후반기 호우일수는 온실가스 배출 정도에 따라 현재(2.7일) 대비 0.7~1.0일 증가할 것으로 전망됨
 - SSP1-2.6 시나리오의 경우 서울특별시 호우일수는 현재 대비 21세기 전반기에 0.4일, 중반기에 0.6일, 후반기에 0.7일 증가할 것으로 전망됨
 - SSP5-8.5 시나리오의 경우 서울특별시 호우일수는 현재 대비 21세기 전반기에 0.4일, 중반기에 0.6일, 후반기에 1.0일 증가할 것으로 전망됨
- (강수강도) 서울특별시 21세기 후반기 강수강도는 온실가스 배출 정도에 따라 현재(16.9mm/일) 대비 2.3~3.6mm/일 증가할 것으로 전망됨
 - SSP1-2.6 시나리오의 경우 서울특별시 강수강도는 현재 대비 21세기 전반기에 2.1mm/일, 중반기에 2.7mm/일, 후반기에 2.3mm/일 증가할 것으로 전망됨
 - SSP5-8.5 시나리오의 경우 서울특별시 강수강도는 현재 대비 21세기 전반기에 1.7mm/일, 중반기에 2.4mm/일, 후반기에 3.6mm/일 증가할 것으로 전망됨
- (5일최다강수량) 서울특별시 21세기 후반기 5일최다강수량은 온실가스 배출 정도에 따라 현재(261.6mm) 대비 67.6~44.4mm 증가할 것으로 전망됨
 - SSP1-2.6 시나리오의 경우 서울특별시 5일최다강수량은 현재 대비 21세기 전반기에 28.7mm, 중반기에 61.4mm, 후반기에 67.6mm 증가할 것으로 전망됨
 - SSP5-8.5 시나리오의 경우 서울특별시 5일최다강수량은 현재 대비 21세기 전반기에 32.0mm, 중반기에 74.2mm, 후반기에 44.4mm 증가할 것으로 전망됨

[표 3-14] 서울 극한기후지수 전망

항목	현재기후값 2000-2019	SSP 시나리오	전반기 2021-2040	중반기 2041-2060	후반기 2081-2100	경향성 (10년 당)
폭염일수 (일)	15.0	SSP1-2.6	30.9 (+15.9)	37.7 (+22.7)	42.8 (+27.8)	3.22
		SSP5-8.5	33.4 (+18.4)	54.7 (+39.7)	109.8 (+94.8)	11.97
열대야일수 (일)	11.3	SSP1-2.6	33.9 (+22.6)	40.0 (+28.7)	41.8 (+30.5)	3.36
		SSP5-8.5	33.0 (+21.7)	51.1 (+39.8)	96.1 (+84.8)	10.54
여름일수 (일)	127.7	SSP1-2.6	140.4 (+12.7)	145.0 (+17.3)	150.4 (+22.7)	2.62
		SSP5-8.5	142.2 (+14.5)	157.4 (+29.7)	194.3 (+66.6)	8.37
한파일수 (일)	4.4	SSP1-2.6	3.9 (-0.5)	4.6 (+0.2)	2.0 (-2.4)	-0.28
		SSP5-8.5	2.6 (-1.8)	1.5 (-2.9)	0.0 (-4.4)	-0.53
호우일수 (일)	2.7	SSP1-2.6	3.1 (+0.4)	3.3 (+0.6)	3.4 (+0.7)	0.08
		SSP5-8.5	3.1 (+0.4)	3.3 (+0.6)	3.7 (+1.0)	0.12
강수강도 (mm/일)	16.9	SSP1-2.6	19.0 (+2.1)	19.2 (+2.3)	19.6 (+2.7)	0.24
		SSP5-8.5	18.6 (+1.7)	19.3 (+2.4)	20.5 (+3.6)	0.42
5일최다강수량 (mm)	261.6	SSP1-2.6	323.0 (+61.4)	290.3 (+28.7)	329.2 (+67.6)	8.34
		SSP5-8.5	293.6 (+32.0)	335.8 (+74.2)	306.0 (+44.4)	5.40

자료: 기상청, 2022, 지역기후변화 전망보고서(17개 광역시도)

IV

기후변화 지역리스크

1_지역리스크 개요

2_물관리 지역리스크

3_생태계 지역리스크

4_시설물 관리 지역리스크

5_건강 지역리스크

01 지역리스크 개요

1) 지역리스크 분석의 필요성

- 서울은 여름철 폭염과 폭우 및 겨울철 한파가 잦아지고, 계절 내 기온변동 폭이 커지는 등 기후 변화로 인한 이상기후가 나타나고 있음
- 이러한 이상기후는 서울의 물순환 흐름에 불균형을 일으키고, 산림 생태계에 각종 교란을 일으킬 수 있음. 환경영향뿐만 아니라 온열 및 한랭질환과 기온 변화에 민감한 감염질환이 증가하는 등 시민의 건강에도 영향을 미침. 또한, 극한 기상은 도로, 교량, 건물 등 도시 인프라에 즉각적이고 직접적인 피해를 미칠 수 있어 시설물에 대한 더욱 세밀한 관리가 요구됨
- 특히, 인구밀도가 높은 서울과 같은 대도시는 이상기후로 인한 자연재해 및 인명피해, 경제적 손실에 더욱 취약함
- 기후영향과 사회적 취약성으로 인한 기후변화 리스크는 지역의 자연환경 및 공간구조, 인구 특성 등에 따라 달라지기 때문에 이에 대한 면밀한 분석을 통해 해당 지역에 적합한 (place-specific) 적응대책을 수립하는 것이 적응대책의 실효성을 높이는데 중요함

2) 지역리스크 개념

- 본 적응대책에서 적용한 지역리스크 개념은 「지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립지침(환경부, 2021)」에서 정의한 개념으로, IPCC 5차 평가보고서 ‘리스크’ 개념을 반영함
 - 취약성(Vulnerability)이란 자연 및 인간 시스템이 기후변화의 부정적 영향을 받기 쉬운 정도 또는 그 영향에 대처하기 어려운 정도로 기후변동에 대한 시스템의 노출과 시스템이 지닌 민감도의 적응능력 함수로 구성됨
 - 리스크(Risk)란 기후변화로 인한 기후변동과 취약성을 고려한 자연 및 인간 시스템에 미치는 긍정적이거나 부정적인 사건 발생으로 인한 결과이며, 위해성과 노출성, 취약성의 상호작용으로 표현함
- 지침에서 제시한 개념을 바탕으로 서울시에서 고려해야 할 다양한 리스크를 ‘지역리스크’로 정의함. 지역리스크는 서울의 환경·지리적 특성을 고려하여 물, 생태계, 시설물(도시공간), 건강 부문으로 나누어 분석함

[표 4-1] 취약성 및 리스크 개념

구분	취약성(Vulnerability)	리스크(Risk)
개념	잠재적 영향(기후노출+민감도)-적응능력	f(위해성, 노출성, 취약성)
설명	취약성은 잠재적 영향과 적응 능력으로 표현되며, 잠재적 영향은 민감도와 기후노출로 정의할 수 있음	리스크는 위해성, 노출성, 취약성의 함수로 표현할 수 있으며, 취약성은 민감도와 적응능력으로 나타낼 수 있음
도식도	<pre> graph TD A[기후노출] --> B[잠재적 영향] C[민감도] --> B B --> D[취약성] E[적응능력] --> D </pre>	<pre> graph TD F[위해성
(기상현상, 직접영향)] --> H[리스크] G[노출성] --> H I[취약성
(민감도, 적응능력)] --> H </pre>
출처	제4차 IPCC 평가보고서	제5차 IPCC 평가보고서

자료: 환경부, 2021, 지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립지침

3) 지역리스크 분석 방법

- 서울의 부문별 지역리스크를 도출하기 위하여 제3차 국가 기후변화 리스크 검토와 문헌분석·서울시 특성분석·미디어분석을 통해 ‘예비리스크’ 목록을 작성함
 - 각 예비리스크 목록에 대해서는 이후에 진행할 취약성 평가 가능 여부를 확인하기 위해 가용 DB 검토 과정을 거침
- 다음으로, 기후변화 취약성 평가와 시민 설문조사를 진행하여 지역리스크 및 중점리스크를 도출함
 - 각 부문별 선정한 ‘예비리스크’에 대하여 취약성 평가 및 설문조사 등 종합적인 분석을 통해 ‘지역리스크’를 도출함. 이 중, 우선적 관리가 필요한 지역리스크를 ‘중점리스크’로 정의함



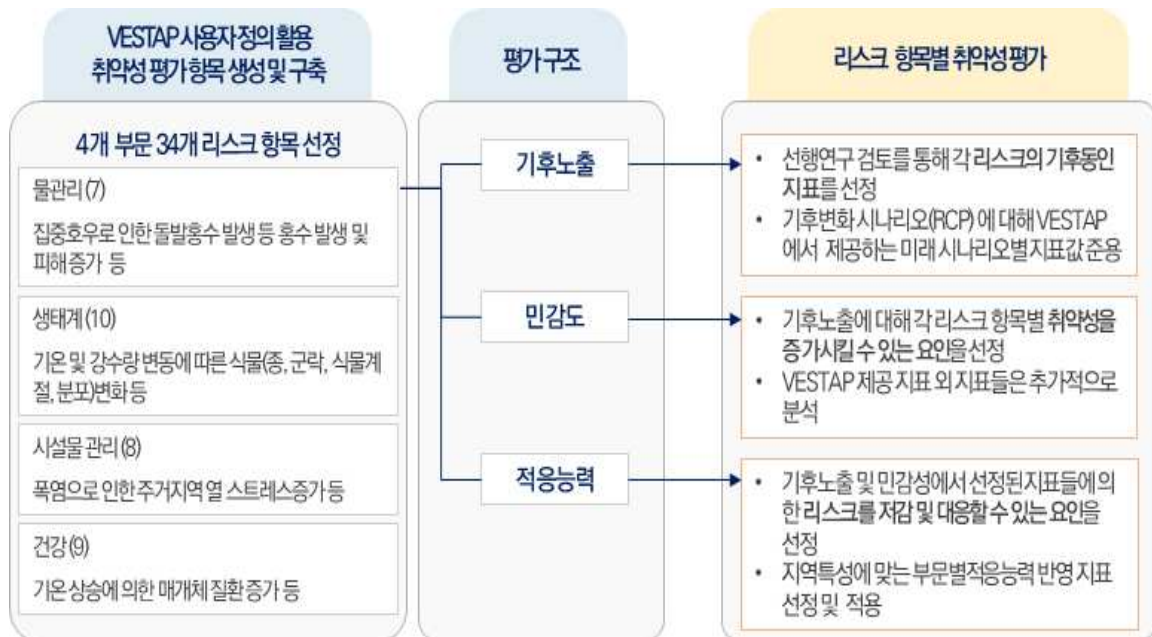
[그림 4-1] 서울시 기후변화 지역리스크 도출 과정

- (국가 기후변화 리스크 검토) 제3차 국가 기후변화적응대책(2021~2025)은 6개 부문으로 구분하여 총 84개 리스크 목록을 제공하고 있음. 이 중, 서울시에 적용 가능한 4개 부문 ‘물관리, 생태계, 국토, 건강’에 해당하는 55개 리스크를 검토함. 이를 토대로 서울시 적용 부문을 물관리, 생태계, 시설물관리(도시공간), 건강 부문으로 나누어 각각의 부문별로 기후변화 리스크를 아래와 같은 방법으로 분석함
 - 물관리 부문 10개 리스크(홍수 3, 가뭄 4, 수질·생태계 3)
 - 생태계 부문 18개 리스크(생물종 7, 생물서식지 11)
 - 국토 부문 14개 리스크(정주공간 5, 기반시설 및 건축물 9)
 - 건강 부문 13개 리스크(감염병3, 건강질환 10)



[그림 4-2] 제3차 국가 기후변화적응대책과 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 부문 비교

- (문헌분석) 각 부문별로 기후변화가 서울에 미치는 영향 및 전망 등에 관한 문헌을 분석함
- (기후변화 영향 검토) 각 부문별 서울시 기후변화 영향 검토를 위해 기후변화에 따른 물 환경 특성 변화, 생태계 특성, 시설물 관리(도시공간) 특성, 건강 부문 기상요인 관련 현황 등을 분석함
- (미디어 분석) 부문별 언론보도기사를 대상으로 보도 경향성 분석, 주요 이슈 도출, 키워드 분석 등을 종합 분석함
 - 미디어 분석은 한국 언론 진흥재단의 뉴스 빅데이터 프로그램인 빅카인즈(BIGKinds)를 이용함. 빅카인즈는 53개 언론사에서 보도한 뉴스를 데이터베이스화하고, 이를 분석할 수 있는 기본 빅데이터 분석 툴을 제공하는 온라인 시스템임
- (기후변화 취약성 평가) 환경부(국가기후변화적응센터)에서 제공하는 ‘기후변화 취약성 평가도구(VESTAP)’ 방법론을 활용하여 가용 DB 검토를 거친 총 34개 예비리스크에 대해 취약성 평가를 수행함
 - 물관리 부문 7개, 생태계 부문 10개, 시설물 관리(도시공간) 부문 8개, 건강 부문 9개
 - VESTAP은 기후노출, 민감도, 적응역량에 가중치를 부여한 후 연산하는 방식으로 취약성을 평가하며, 평가 결과를 통합 관리하는 웹 평가도구임
 - VESTAP 시스템을 활용하되 부문별로 서울시 특성을 고려한 데이터를 추가하여 평가항목과 항목별 평가지표를 생성 및 구축하여 취약성 평가를 수행함



[그림 4-3] 기후변화 적응 취약성평가 방법

- (시민 설문조사) 설문조사는 서울시에 거주하는 시민 1,250명을 대상으로 이루어졌으며, 온라인 조사를 통해 ‘서울시민의 기후변화 위험 인식’ 조사를 수행함 온라인 조사를 통해 ‘서울시민의 기후변화 위험 인식’ 조사를 수행함

[표 4-2] 서울시민 기후변화 인식 설문조사 개요

구 분	세부 내용	
조사 모집단	조사 패널에 등록된 자 중 서울시에 거주하는 20세 ~ 69세 성인	
조사 표본	총 1,250명	
조사 방법	온라인 조사	
표본 할당 방법	자치구: 균등할당 / 성·연령: 비례할당	
표본 오차	95% 신뢰수준에서 $\pm 2.77\%p$	
조사 기간	2021년 7월 21일(수) ~ 2021년 7월 30일(금) 10일간	
조사 문항	일반 현황	· 연령, 성, 거주 구
	서울시 기후정책 평가 및 탄소중립 인식	· 서울시 기후정책 평가 · 서울시 탄소중립 및 그린뉴딜 정책 인지 여부 · 탄소중립 및 그린뉴딜 정책 인지 경로 · 서울시 그린뉴딜 정책 중요도 · 온실가스 감축 추진 우선 필요 분야 · 건물 분야 - 온실가스 감축을 위한 중점 추진 정책 · 교통 분야 - 온실가스 감축을 위한 중점 추진 정책 · 공원 및 도시숲 - 온실가스 감축을 위한 중점 추진 정책 · 폐기물 - 온실가스 감축을 위한 중점 추진 정책 · 재생에너지 - 온실가스 감축을 위한 중점 추진 정책
	부문별 기후변화 위험 인식	· 물관리 : 관리 필요 분야, 서울시민 위험 요소 · 생태계 : 부문 위험 요소, 서울시민 서울시 위험 요소 · 시설물 관리(도시공간) : 부문 위험 요소, 서울시민 위험 요소 · 건강 : 부문 위험 요소, 서울시민 위험 요소

02 물관리 지역리스크

1 • 예비리스크 선정

1) 국가 기후변화 리스크 목록 검토

- 제3차 국가 기후변화적응대책(2021~2025)은 물관리 부문에서 홍수, 가뭄, 수질/생태계 관련 총 10개의 기후변화 리스크를 선정함

[표 4-3] 제3차 국가 기후변화 적응대책의 물관리 부문 리스크 목록

구분	번호	리스크명
홍수	W01	폭우로 인한 하천 및 유역의 홍수피해 증가
	W02	폭우로 인한 하천/호소로의 오염물질 유입 증가
	W03	폭우로 인한 댐과 하천의 기반시설 안정성 저하
가뭄	W04	가뭄으로 인한 하천의 건천화 심화
	W05	기온 상승 및 가뭄으로 인한 하천/호소 수질 악화
	W06	가뭄으로 인한 물 공급(생활/공업/농업용수, 하천유지용수) 능력 저하
	W07	기온 상승 및 가뭄으로 인한 지하수 함양량 감소
수질/ 수생태계	W08	해수면 상승으로 인한 하구 및 연안 물관리 취약성 증가
	W09	강우량 변동폭 증가에 따른 댐/저수지 관리 취약성 증가
	W10	폭염에 의한 수생생물 열 스트레스 증가

2) 문헌분석

(1) 한강 유역 및 서울시의 물분야 기후변화 영향 관련 연구

- 한강 및 서울시의 물분야 기후변화 영향에 관한 다양한 연구가 이루어지고 있음
 - 조현곤, 김광섭(2016), 황석환, 함대현(2014)은 한강 및 한강유역의 강우 특성을 분석하였는데, 강수량은 다소 감소하는 추세이나 집중호우가 발생하는 빈도가 증가함을 보여주

- 고 있음. 임정현 외(2017)는 강우자료를 이용하여 홍수량을 산정하였으며 강우량이 증가함에 따라 홍수량과 확률강우량, 설계홍수량이 증가한 것으로 분석함
- 전시영 외(2015), 이주현 외(2015)은 가뭄빈도를 분석하였으며, 한강유역의 일부 지점에서 재현기간 1,000년의 이례적 가뭄이 발생하였고, 2014년 가뭄은 재현기간 100년으로 역사상 가장 극심한 가뭄으로 평가함. 유지영 외(2016) 역시 가뭄 재현기간이 증가하였고, 2013~2015년 가뭄은 상대적으로 극심한 가뭄으로 분석함
 - 최옥연 외(2017)는 한강수계 단위유역별 수질특성을 분석하였는데, 한강상류 COD가 거의 모든 유역에서 증가하는 경향을 보임

[표 4-4] 한강 유역 및 서울시 물분야 기후변화 영향 관련 연구

구분	제목	발행 년도	저자	주요내용
강수	추계학적 강우모형을 이용한 한강유역에 강우사상의 구조적인 변동 특성 분석	2016	조현곤, 김광섭	• 한강유역에 포함된 AWS(Automatic Weather Station) 중 30년 이상 장기간 시단위 강우자료를 보유한 14개소 지점(서울 인천 등)의 1973년~2014년 여름철(6~8월) 자료 대상 강우의 구조적인 변화 분석 - 강화지점을 제외한 대부분 지점에서 유의한 증가 추세(신뢰수준 5% 혹은 10%) - 각 지점의 평균 호우일수는 약 1.2일 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 1973년~1999년보다 2000년~2014년에서 뚜렷하게 증가하는 추세 - 강우사상의 발생은 줄었으나 강우세포(rain cell)는 많아져 집중호우 발생가능성과 강우량이 증가 - 무강우 시간은 감소하고 지속시간 48시간 이상의 강우사상 및 1~6시간 강우사상의 발생빈도는 증가
	BLRPM을 이용한 서울지점 시단위 강우의 월별 경년변화 연구	2014	황석환, 함대현	• 측우기(1778년~1907년)를 포함한 서울지점의 일단위 강우량 자료(1908년~2006년)와 강우모형(BLRPM, Bartlett-Lewis Rectangular Pulse Model)을 이용하여 서울지점의 일강우 자료를 분해하고 시단위 단기 강우의 정량적 장기특성 변화를 분석 - 1778년~1960년까지는 강우량의 양적변화가 크지 않았으나 1960년 이후 강우량이 작은 감소추세를 보였고 8월과 9월의 강우량은 뚜렷한 증가 추세 - 특히 7월 강우량은 짧은 지속시간의 강우사상 발생이 증가
홍수	기후변화에	2017	임정현	• 최근 도시화가 급격히 진행된 인양천을 대상으로

	따른 설계홍수량의 변화분석		외	2013년도 유출곡선지수와 기상청 강우자료 (1960년~2016년 9월)를 이용하여 홍수량을 산정 - 강우량 증가에 따라 홍수량이 증가, 확률강우량과 설계홍수량은 각각 16.2 mm, 213.94 m ³ /sec 증가
가뭄	모형과 이변량 코플라함수를 이용한 가뭄빈도분석	2015	전시영 외	- 기상청 92개 강우관측소 일자료와 월강수량 자료를 6개월 단위로 이동평균한 값을 이용하여 가뭄을 평가 - 한강유역의 일부지점에서는 재현기간이 1,000년이 넘는 이례적으로 큰 가뭄이 발생하는 것으로 평가 - 휴전선 인근 북한강 및 임진강 유역에서 100년 이상의 기왕최대가뭄이 발생한 것으로 분석
	우리나라 과거 가뭄사상의 정량적 특성 분석 - 5대강 유역의 가뭄빈도 분석을 중심으로	2015	이주현 외	- 기존 발생한 가뭄의 정량적 평가를 위해, 5대강 권역을 대상으로 기상학적 가뭄지수인 SPI(Standardized Precipitation Index)를 이용하여 가뭄빈도와 재현기간을 추정 - 한강 권역을 중심으로 발생한 2014년의 가뭄은 재현기간 100년으로, 그 규모와 평균심도 면에서 역사상 가장 극심했던 가뭄으로 평가
	가뭄해갈 가능성을 고려한 가뭄사상의 결정 및 확률 가뭄심도 선정	2016	유지영 외	- 서울의 100년 이상 장기간 강수량자료 (1909년~2015년)를 대상으로 가뭄의 지속기간과 심도를 고려한 이변량 재현기간을 산정 - 가뭄재현기간이 증가하였으며, 2013년~2015년 가뭄은 상대적으로 극심한 가뭄으로 분석
수질/ 수생태 계	수질오염총량관리 대상물질 확대를 위한 한강수계 하천수질 경향 및 수질특성 분석	2017	최옥연 외	- 서울, 경기, 인천을 포함한 한강수계 31개 단위유역의 수질·유량측정자료를 비모수적 통계분석방법을 활용하여 단위유역별 수질측정항목별 변화 경향성 및 기타 수질특성을 분석 - 한강상류의 COD는 경안A,B를 제외한 모든 유역에서 증가 경향

(2) 서울시 물분야 기후변화 영향 전망

- 물분야 기후변화 영향 전망에 대한 다양한 연구가 수행됨
 - 황정윤 외(2018)는 2100년 확률강우량 및 최대침투홍수량 분석을 통해 미래 확률홍수량이 증가할 것으로 전망함. 김호성 외(2018), 한우석 외(2015) 연구에서는 불광천 및 안양천 유역을 대상으로 최대유출량 상승과 최대홍수량 증가 추이를 분석함
 - 김덕환 외(2016) 연구에서는 2020년 가뭄이 증가하고, 한강 유역에 보통 및 극한가뭄이 발생할 것으로 전망하였으며, Muham_mad NoumanSattar(2016)는 2014~2053년 한강 유역 가뭄 전이 및 지체시간이 증가할 것으로 분석하여 가뭄에 대한 정확한 대응체계 구축이 필요함을 주장함
 - 김익재 외(2016)는 미래 물이용 지속성에 부정적인 기후영향이 커지고, 물이용 지속성지수가 꾸준히 저하될 것으로 전망함

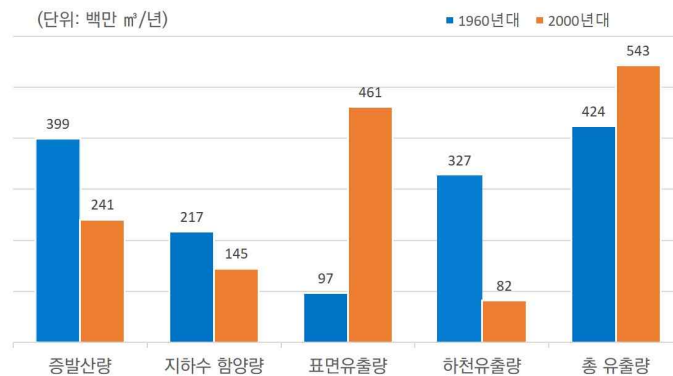
[표 4-5] 한강 유역 및 서울시 물분야 기후변화 영향 전망 관련 연구

구분	제목	발행 년도	저자	주요내용
홍수	기후변화에 따른 미계측 도시유역의 확률홍수량 변화에 관한 연구	2018	황정윤 외	• 미래 미계측 도시유역(서울지점)의 수공구조물의 설계기준 불확실성을 검토하고자 RCP 4.5기반 2017년~2100년의 확률강우량 및 최대 침투홍수량 변화를 분석 - 현재 설계빈도인 10년을 기준으로 미래 50년에는 약 10%, 미래 70년에는 약 20% 정도 확률홍수량이 증가할 것으로 전망
	기후변화를 고려한 도시유역의 유출량 변화율 분석	2018	김호성 외	• 불광천 유역의 강우자료(1961~2016년)와 RCP 4.5 시나리오 자료 및 XP-SVMM모델을 이용하여 과거(S0:1961~2016년) 및 미래(S1:2017~2046년, S2:2047~2076년, S3:2077~2100년) 기간에 대해 유출분석 - S0 기간에 대한 최대 유출량 상승률은 S2에서 가장 컸으며 S2 기간에서 가장 넓은 침수면적이 발생 - 하수도 설계 기준(재현기간 10년)에 대한 침수 면적은 S0에 대해 각각 S1(32.5%), S2(91.4%), S3(76.4%) 상승했고, 유출량 증가율은 S1(14.2%), S2(33.3%), S3(28.5%)로 분석

구분	제목	발행 년도	저자	주요내용
	Dyna-CLUE를 이용한 기후 및 토지이용변화를 고려한 미래 홍수 유출 분석 방법	2015	한우석 외	- 안양천 유역에 대해 RCP 8.5 기반 자료와 관측자료(1975년~2005년) 자료를 이용하여 2011년~2100년까지 시가지화 비율에 따른 1일 및 5일 강우지속시간 별 확률강우량을 추정 - 미래로 갈수록, 그리고 시가지율이 높을수록 최대홍수량이 증가하였으며, 특히 최대홍수량 변화가 기후 변화의 영향을 크게 받은 것으로 분석
가뭄	기후변화 대응을 위한 경안천 유역의 홍수저감 대안 선정	2016	김덕환 외	- 한강유역 21개 지점 관측소 기왕 일강우자료(1973년~2010년)와 RCP 8.5기반 전망자료를 이용해 기상학적 가뭄지수인 SPI(-3, -6, -12)를 산정하여 동유역 가뭄 발생 횟수 변화를 분석 2020년대에는 가뭄이 증가할 것으로 전망 2050년대와 2080년대에 미래 강수량 증가로 가뭄이 현재와 비슷하거나 감소하는 것으로 전망 - 한강 유역에 전반적으로 보통 및 극한가뭄이 발생할 것으로 보이며, 극한가뭄 발생지역이 보통가뭄보다 넓을 것으로 전망
	기후변화에 따른 한강 유역의 확률론적 가뭄 전이 분석	2019	Muham _mad Nouman Sattar	- RCP 8.5 기반 전망자료와 과거 관측자료를 사용하여 한강 유역 대상 가뭄전이의 확률론적 관계를 분석 - 가뭄전이 및 자체시간은 1967년~2013년 기간에 비해 2014년~2053년에 증가, 2054~2100년에 감소하는 경향
물이용	물이용 지속성의 평가와 미래 전망	2016	김익재 외	- 기후 주제의 변화와 성과기반 주제의 관계식을 통해 미래 물이용 지속성을 평가 - 서울을 포함한 대부분의 지역에서 기후영향을 반영한 지속성지수가 하락세로 나타났으며, 가까운 미래보다 먼 미래에서 하락폭이 두드러져 미래 기후영향이 물이용 지속성에 미치는 부정적 영향이 커지는 것으로 나타남 - 서울, 대구, 부산, 인천은 미래로 갈수록 점차 기후변화영향이 두드러지게 심화되어 성과지수의 소폭 개선에도 불구하고 물이용 지속성지수가 지속적으로 저하될 것으로 전망

3) 서울시 물환경 특성의 변화

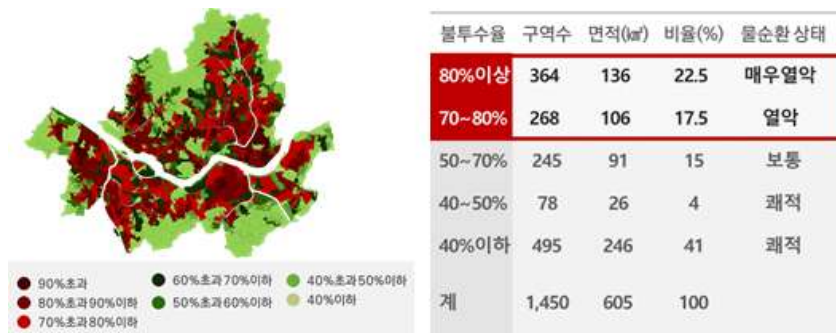
- 서울시는 지난 50년간 불투수면적의 증가, 기후변화에 따른 강우특성의 변화 등에 의해 지하수 위 저하, 하천 건천화, 수질 악화, 수생태 건전성 악화, 홍수량 증가 등 물순환 및 물환경이 전반적으로 크게 변화함



[그림 4-4] 서울시 1960년대와 2000년대 물순환 변화

자료: 김영란, 2018, 서울시 물순환정책 진단과 개선방안

- 서울시는 고밀도 도시개발로 인해 유역 대부분이 도로포장이나 건물로 덮이고 하천이 감소함. 높아진 불투수율과 줄어든 하천은 제내지¹¹⁾ 지표 유출량과 제외지 홍수위를 증가시켜 침수 발생 및 피해위험을 높임
 - 서울시 1,450개 소유역의 평균 불투수 면적은 48%이며, 이 중 불투수율 70%를 초과하는 소유역은 632개(43.6%)에 달함

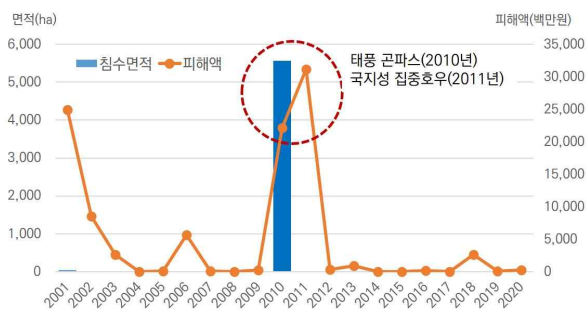


[그림 4-5] 서울시 유역 불투수율

자료: 서울 2040 물순환회복 Plan

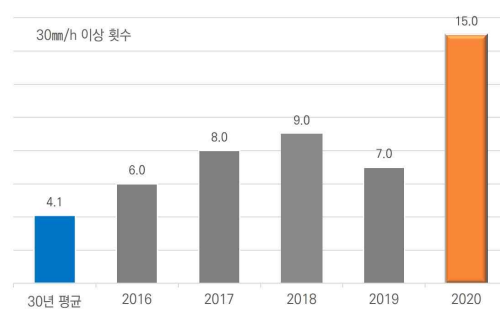
11) 제내지는 제방 안쪽에 있어 보호받는 토지이며, 제외지는 제방의 바깥(하천 측) 지역을 의미함

- 강우의 집중화 심화와 집중호우의 증가 등 기후변화에 따른 강우 패턴 변화로 인해 우수배제시설의 설계용량을 초과하는 홍수발생 위험이 점차 증가함
 - 2015년부터 강수량 및 시간당 30mm 이상 집중호우의 증가 추세로, 30년 평균 4.1회 대비 2020년 15회로 약 3.7배 많음
 - 최근 12년간(2009~2020) 풍수해로 인한 총 피해액은 약 581억이며, 2010년 태풍 곤파스와 2011년 국지성 집중호우로 인한 피해액이 총 피해액의 92%를 차지함¹²⁾



【그림 4-6】 서울시 침수피해 발생 현황(2001~2020년)

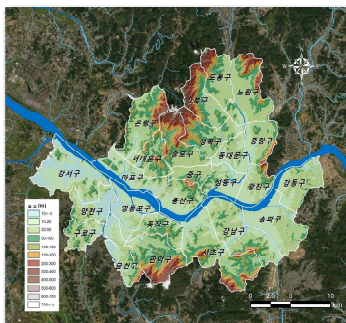
자료: 재해연보



【그림 4-7】 집중호우 횟수(2016~2020년)

자료: 서울시 안전누리 참조

- 서울시는 높은 불투수면적으로 인해 침투홍수량이 증가했으며, 하천변 낮은 지형으로 인해 자연적 홍수배제가 불리한 특성이 있음. 이에 따라 빗물펌프장, 대심도 저류시설 등의 집중형 우수배제체계 중심의 홍수관리를 하고 있음
 - 서울은 평균표고 EL 58.42m, 표고분포 EL 1.37m ~EL 769.81m이고, 홍수 시 한강본류 수위가 EL 11m 이상으로 계획홍수위 이하의 저지대가 전체의 18.1%를 차지함
 - 빗물펌프장은 2021년 기준 120개소 804대가 설치되어 있으며, 유역면적 279.77km², 유수지용량 4,624,055m³을 갖추고 있음



【그림 4-8】 서울시 표고 분포도

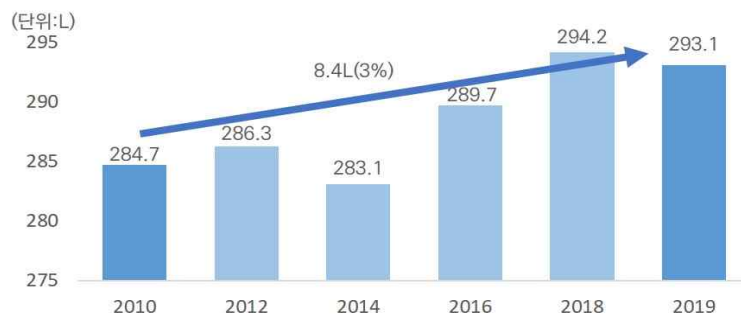
【표 4-6】 서울시 빗물펌프장 현황(2021년 기준)

펌프장 (개소)	유역면적(km ²)	펌프 (HP×대)	토출량 (m ³ /분)	유수지 용량 (m ³)
120	279.77	804	197,558	4,624,055

자료: 서울시 내부자료

12) 서울열린데이터 광장, 2021, 서울시 자연재난 발생현황 통계. 소상공인 피해액은 제외된 통계자료임

- 서울시는 2010년, 2011년 집중호우로 발생한 침수피해에 대해 침수취약지역 34개소를 선정하여 침수 원인을 분석하고, 취약지역별 침수 원인에 따라 배수 개선 대책을 수립하여 시행 중임
 - 2023년 12월까지 총사업비 15,291억 원을 투입하여 하수관거 정비, 펌프장 신설 및 증설, 저류조 신설 등 구조적 대책을 시행할 예정임
 - 2021년 현재 전체 34개소 중 30개소의 정비는 완료되었으며, 현재 사업이 진행중인 4개소는 하수관거 정비, 하천단면 확장, 유역 경계조정 및 유역분리 터널공사, 빗물펌프장 및 유입관로 시설 등의 대책을 적용할 예정임
- 고밀도 인구집중으로 인해 물 사용량과 오염배출량이 증가함
 - 서울시민 1명이 하루 동안 사용하는 수돗물의 양은 2019년 기준 293.1L로 10년 동안 8.4L(3%)가량 증가함
 - 서울시 하수처리 인구는 2019년 기준 10,010,983명으로, 분류식 처리인구 1,331,953명, 합류식 처리인구 8,699,030명으로 구분됨. 85% 이상이 합류식 하수처리구역 내에 거주하고 있어, 강우 발생 시 많은 양의 오염수가 하천으로 배출되면 수환경 및 생태계에 악영향을 미침



[그림 4-9] 서울시 수돗물 사용량

자료: 서울시 홈페이지 참조(<https://news.seoul.go.kr/env/archives/514374>)

[표 4-7] 서울시 하수처리인구 현황

(단위: 명)

계	시가 인구		비시가 인구
	분류식	합류식	합류식
10,010,983	1,331,953	8,649,715	29,315

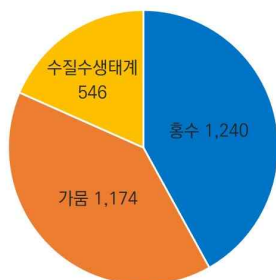
주: 처리방법은 분류식, 합류식, 오수처리, 정화조, 수거식으로 구분
 자료: 환경부 국립환경과학원, 2021, 2019년 기준 전국오염원조사

4) 언론 보도기사 분석을 통한 주요 이슈 도출

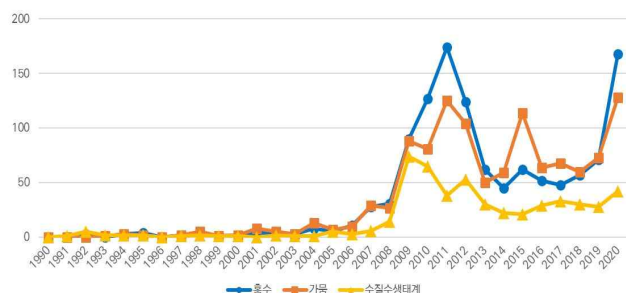
- 한국언론진흥재단의 뉴스 빅데이터 분석 시스템인 빅카인즈를 이용하여 물관리 부문 주요 이슈와 키워드를 도출함
 - 물관리 부문의 관련 뉴스 동향을 분석하기 위하여 약 30년(1990년 1월~2020년 12월) 간 보도된 국내 53개 언론사 뉴스를 분석함
 - 형태소 및 바이그램 분석방법으로 주제어에 기반하여 연관된 기사를 추출하는 방식을 적용하였으며, 기후변화, 서울과 연계하여 홍수, 가뭄, 수질·수생태계를 주요 키워드로 추출함

(1) 보도 경향성 분석

- 지난 30년간 서울 기후변화 내용을 포함하여 홍수와 관련된 기사는 총 1,240건, 가뭄과 관련된 기사는 총 1,174건, 수질·수생태계 관련 기사는 총 546건으로 집계됨
 - “홍수”에 대한 기사가 가장 많았으며, 특히, 홍수 및 가뭄피해가 발생한 2010~2011년 “홍수” 및 “가뭄” 관련 기사가 크게 증가했으며, 최근에도 관련 기사가 증가하는 추세임
- 서울시 기후변화 관련하여 물관리 부문 보도 건수는 홍수, 가뭄, 수질·수생태계 분야에서 모두 2008년 이후 크게 증가함
 - 2008년은 IPCC 4차 평가보고서 발간, 친환경 녹색성장으로의 국내 정책기조 변화 등 기후변화와 환경에 대한 국내·외적인 관심이 높아진 시기로 이에 따른 관련 기사가 증가함
 - 최근 대한민국 탄소중립 선언, 기후위기로 인한 자연재해 증가, 물관리 일원화 등 다방면에서 관련 기사가 증가함



[그림 4-10] 서울 기후변화 관련 물관리 보도건수



[그림 4-11] 서울 기후변화 관련 물관리 보도 경향성 분석 (보도건수 기반)

(2) 주요 이슈 도출

- 서울시 물관리 부문 언론기사 분석 결과, 기후변화로 인한 장마 및 폭염, 집중호우로 인한 침수 피해, 기온상승으로 인한 가뭄 증가, 수온 상승으로 인한 녹조 및 생물피해 등이 주요 이슈로 도출됨

[표 4-8] 서울시 물관리 주요 기사

구분	주요 기사	
	제목	주요 내용
홍수	- 2020. 08. 11. '54일' 최장 장마 내일 끝... 서울 폭염특보 - 2020. 08. 07. 한강대교 9년만에 홍수주의 보. 서울 도로 곳곳 침수 - 2020. 08. 03. 중부지방 물폭탄 피해 속출...'이번주 비 계속 온다'	▪ 기후변화로 인한 역대 가장 긴 장마와 이어지는 폭염 ▪ 집중호우로 인한 도로침수, 저지대/지하차도 침수 등 피해 발생
가뭄	- 2019. 08. 04. 올해 서울 강수량 평년 절반...중부 가뭄 우려 - 2019. 01. 23. 서울 눈 온 지 한달.. 59년 만의 '겨울 가뭄'	▪ 기온상승으로 인한 증발산량 증가와 마른장마로 인한 가뭄 위기 증가
수질·수생태계	- 2021. 08. 05. 7월 폭염에 한강 수온 최고 3.1도 상승.. "기후변화로 물고기 떼죽음" - 2021. 03. 31. 매년 봄 한강하구 찾는 불청객...고양시 '곤벌레' 14년째 출몰 - 2015. 07. 03. 한강 양화~동작대교 구간도 조류경보.. "녹조 지속"	▪ 기온 상승으로 인한 하천 생태계 위협 증가 ▪ 수온의 상승과 오염물 유입증가에 따른 한강 하류 녹조 및 교란생물 발생 증가

(3) 키워드 분석

- 언론기사 분석을 통해 집중호우, 강수량 변화, 물관리, 시설물 관리, 지역적 영향 등의 키워드를 도출함
 - 홍수에 관한 주요 키워드는 '집중호우', '지구온난화', '물관리'와 취약 지역과 연관된 '강남', '구로', '금천구' 등의 키워드가 도출됨
 - 가뭄에 관한 주요 키워드는 '강수량', '수자원', '보조수자원 개발 필요성' 등의 키워드가 도출됨
 - 수질/수생태계에 관한 주요 키워드는 '빗물', '녹색성장', '한강', '낙동강' 외에도 '아시

홍수	Word cloud for '홍수' (Flood) featuring terms like: 홍수, 집중호우, 기상재해, 기후변화, 자연재해, 수자원, 물관리, 강수량, 수자원공급, 시설물관리, 우리나라, 제주도, 금천구, 울산, 인천, 부산, 물관리, 충남, 물바다, IPCC, 강남, 전문가들, 농업용수, 대비책, 마포구.
가뭄	Word cloud for '가뭄' (Drought) featuring terms like: 가뭄, 수자원, 강수량, 선제적 대응, 생산기반, 수도권, 내진보강, 물관리, 환경문제, 해수면 상승, 사업 추진 계획, 최계운, 집중호우, 보고서, 전문가들, K-water, 한강연, 저수지, 우리나라, IPCC, 재해예방, 자연재해, 시설물관리, 경제적, 부산, 충남, 농업용수, 환경부, 온난화, 기상청, 토론회, 절반 수준, 국지성 호우, 효율적 이용, 보조수자원 개발 필요성, 기상이변, 아시아.
수질·수생태계	Word cloud for '수질·수생태계' (Water Quality and Ecosystems) featuring terms like: 수질·수생태계, 환경부, 한강, 녹색성장, 우리나라, 온실가스, 환경문제, 세계보건기구, 대구, 통합물관리, 국립환경과학원, 주재발표, K-water, 부산, 지속가능, 인천, 중요성, 보고서, 지방자치단체, UNEP, 미세먼지, 아시안, 국토해양부, 지구온난화, 필요성, 빗물, 환경보호, 사람들, 이명박 대통령, 토론회, 낙동강.

[그림 4-12] 서울시 물관리 부문 주요 키워드 분석 결과(홍수/가뭄/수질·수생태계)

5) 서울시 물관리 부문 예비리스크 선정

- 제3차 국가 기후변화 적응대책의 물관리 부문 리스크와 서울시 물관리 부문 기후변화 영향 특성 검토를 토대로, 서울시 물관리 부문을 홍수, 물순환, 물환경으로 구분하여 총 7개의 기후변화 예비리스크를 선정함
 - 홍수와 관련해서 ‘집중호우로 인한 돌발홍수 발생’과 ‘집중호우로 인한 물관리 시설의 취약성 증가’를 예비리스크로 선정함. 이는 국가기후변화적응대책의 댐과 하천 기반시설 안정성과 연계됨
 - 물순환 측면에서는 서울시 지하수위 및 하천수위 저하 특성을 반영하여 ‘유역 내 물의 자연적인 순환 균형 훼손’과 ‘가뭄으로 인한 물(생활용수, 농업용수) 부족’을 예비 리스크로 선정함
 - 물환경 측면에서는 ‘수온 상승과 폭우 시 비점오염물질의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화,’ ‘집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생,’ ‘하천의 생태 및 환경적 기능 저하’를 예비리스크로 선정함. 이는 서울의 합류식 하수관의 월류수와 비점오염물질, 대형 쓰레기 등의 하천유입과 같은 서울시 물환경 특성과 하천/호소로의 오염물질 유입증가(W02)와 같은 국가 리스크 항목을 고려하여 선정함

[표 4-9] 서울시 물관리 부문 기후변화 예비리스크 목록

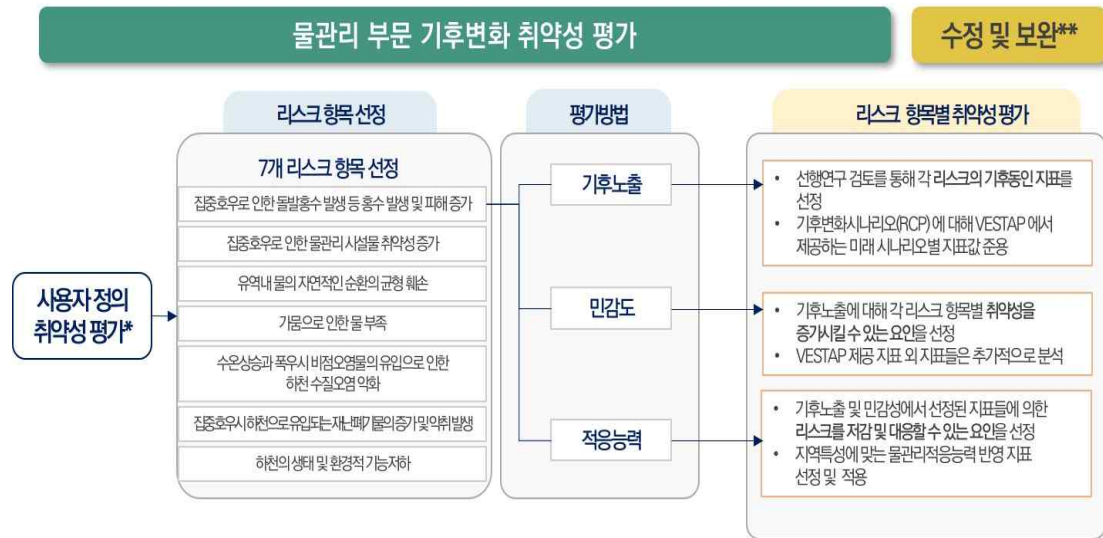
구분	리스크명		국가 리스크
홍수	01	집중호우로 인한 돌발홍수 발생 등 홍수 발생 및 피해 증가	W01
	02	집중호우로 인한 물관리 시설물(저방 우수관로, 빗물펌프장 등) 취약성 증가	W03, W09
물순환	03	유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손	W04, W07, W09
	04	가뭄으로 인한 물(생활용수, 농업용수 등) 부족	W06
물환경	05	수온상승과 폭우 시 비점오염물질의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화	W02, W05
	06	집중호우 시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생	W02
	07	하천의 생태 및 환경적 기능(자정작용, 생태 서식처, 경관 및 친수)저하	W10

2 • 서울시 물관리 부문 기후변화 영향 및 취약성 평가

1) 기후변화 영향 및 취약성 평가 개요

- 7개 예비리스크를 기준으로 환경부 ‘기후변화 취약성 평가도구(VESTAP)’를 활용하여 각 리스크 항목별 취약성 평가를 수행함
 - VESTAP 시스템에서 리스크 항목별 평가지표를 자체적으로 구축 및 생성하여 서울시 특성을 고려한 기후변화 취약성 평가를 수행함
- 서울시 특성에 맞는 평가 결과 도출을 위해 지표 선정 시 서울시 물관리 기후변화 현황 및 영향을 종합적으로 고려함
- 기존 VESTAP에서 제공하는 부문별 기후변화 취약성 평가에서 적용된 항목별 지표를 참고하였으며, 전문가 자문 및 설문을 통해 평가지표를 추가 및 보완함
 - (기후노출) 미래 기후노출 평가를 위해 VESTAP에서 제공하는 평가지표와 RCP 기후변화 시나리오¹³⁾에 따른 지표값을 활용하였으며, 선행연구 검토를 통해 물관리 평가항목별 지표를 선정함
 - (민감도) VESTAP에서 제공하는 데이터는 시도기반 통계자료를 활용하였으며, 본 연구에서는 최근의 서울시 통계자료를 공간적으로 분석하여 지표를 수정 및 보완함
 - (적응능력) 자치구 재정 능력 등 행정적, 사회·경제적 지표 이외에도 부문 특성을 고려하여 물관리 적응능력 반영지표를 선정 및 적용함
- 리스크 항목별로 시행착오법을 통해 가중치를 조정하여 취약성을 평가한 후, 전문가 검토를 거쳐 가중치를 조정 및 보완함

13) IPCC 제5차 기후변화 평가보고서에서 인간 활동이 대기에 미치는 복사량으로 온실가스 대표농도경로(Representative Concentration Pathways, RCP) 시나리오를 결정하였으며, VESTAP에서는 RCP4.5(온실가스 저감정책을 상당히 실현), RCP 8.5(현재 추세대로 온실가스 배출) 시나리오를 활용함



[그림 4-13] 기후변화 영향 및 취약성 평가 체계

2) 기후변화 영향 및 취약성 평가

- 홍수 5개, 물순환 2개, 물환경 2개 등 총 7개 물관리 부문 리스크를 대상으로 기후변화 영향 및 취약성을 평가함

[표 4-10] 기후변화 영향 및 취약성 평가를 위한 물관리 부문 리스크 분류

분류		리스크 항목
홍수 (리스크-1)	리스크 1-1	집중호우로 인한 돌발홍수 발생 등 홍수 발생 및 피해 증가
	리스크 1-2	집중호우로 인한 물관리 시설물(제방, 우수관로, 빗물펌프장 등) 취약성 증가
물순환 (리스크-2)	리스크 2-1	유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손
	리스크 2-2	가뭄으로 인한 물(생활용수, 농업용수 등) 부족
물환경 (리스크-3)	리스크 3-1	수온상승과 폭우시 비점오염물의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화
	리스크 3-2	집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생
	리스크 3-3	하천의 생태 및 환경적 기능(자정작용, 생태서식처, 경관 및 친수)저하

- 리스크 2-1 “유역 내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수)의 자연적인 순환의 균형 훼손” 평가 지표¹⁴⁾
 - 기후노출 평가는 물순환과 관련하여 강수량, 무강수 일수 지표를 사용함
 - 민감도 평가는 유역내 물과 연관된 하천수, 지하수, 총 용수사용량과 자연적인 물순환과 관련된 불투수 면적, 건폐율, 시가화 면적, 지하유출 지표를 활용함
 - 적응능력 평가는 물 재이용량, 지하수 가용량, 녹지에 대한 지표를 선정하고, VESTAP에서 기본적으로 제공하는 최신 지표를 적용함
 - 분야별 가중치는 기후노출 0.3, 민감도 0.35, 적응능력 0.35이며, 세부 지표별 가중치는 물순환에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

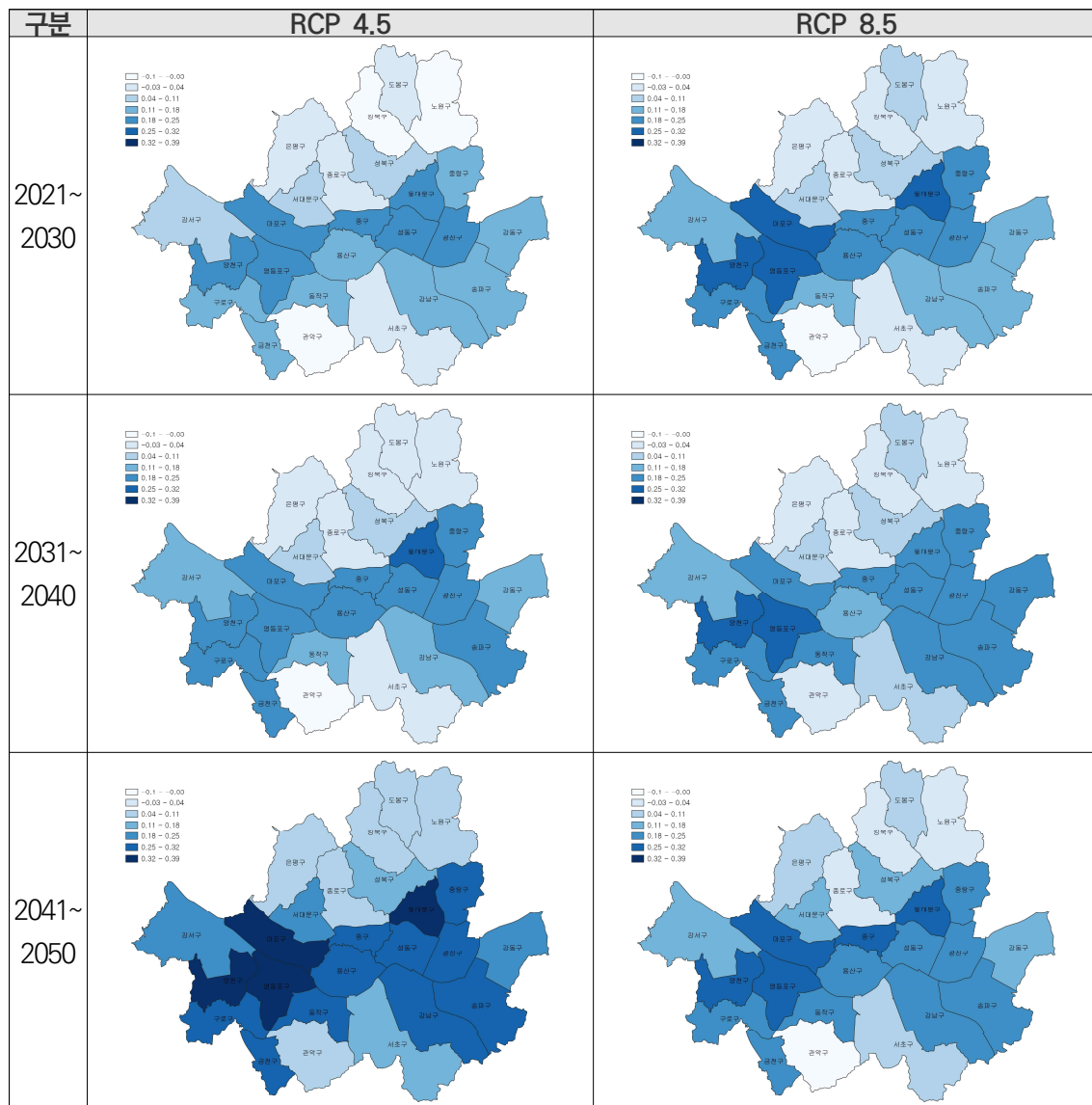
[표 4-11] 물관리 부문 리스크 2-1 취약성 평가 지표 및 가중치

분야	취약성 평가 지표		자료출처	
	지표	가중치		
기후노출	여름철(6~9월) 강수량(mm)	0.3	0.21	VESTAP
	3~5월 강수량(mm)		0.27	VESTAP
	12~2월 강수량(mm)		0.24	VESTAP
	연속적인 무강수 일수의 최대값(회)		0.28	VESTAP
기후변화 민감도	하천수 이용량(㎥/년)	0.35	0.09	VESTAP
	지하수 이용량(천㎥/년)		0.08	VESTAP
	총 용수사용량(천㎥/년)		0.15	VESTAP
	불투수면적비(%)		0.18	환경부, 토지피복도(2017)
	건폐율(%)		0.17	
	시가화면적비율(%)		0.18	
	지하 유출(mm/일)		0.15	VESTAP
적응능력	물재이용량(천㎥)	0.35	0.24	하수도통계(2019)
	지하수 가용량(천㎥/년)		0.23	VESTAP
	녹지면적비율(%)		0.27	서울시 도시생태현황도(2020)
	행정구역 면적별 산림면적 비율(%)		0.26	

14) 각 리스크 별 취약성 평가 지표 및 분석 결과는 부록에 상세하게 제시하였으며, 이 장에서는 ‘리스크 2-1’ 평가 결과를 예시로 보여줌

○ 리스크 2-1 “유역 내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수)의 자연적인 순환의 균형 훼손” 취약성 평가

- 전반적으로 한강변에 위치한 도심권에서 취약성이 높게 나타나고 있으며, 2030년 이후 탄천 하류 지역, 중랑천 하류 지역, 안양천 하류 지역 등 주요 하류 하천의 하류 지역에 위치하고 불투수율 및 인구밀도가 높은 지역을 중심으로 취약성이 점차 증가하여 2040년 이후에는 양천구, 영등포구, 마포구, 동대문구의 취약성도 크게 증가하는 것으로 나타남



[그림 4-14] 물관리 부문 리스크 2-1 기후변화 취약성 평가 및 예측 결과

3 • 중점리스크 선정

1) 서울시 물관리 부문 기후변화 영향 및 취약성 평가 결과

- 물관리 부문의 취약성은 한강변 도심지역에서 전반적으로 높게 나타나고 있으며, 특히, 주요 지류하천인 안양천, 홍제천, 탄천, 중랑천 하류에 위치한 지역에서 기후변화에 따른 취약성의 변동이 큰 것으로 분석됨
- 기후변화에 따른 서울시 물관리 취약성이 가장 높은 지역으로는 서울시 한강 하류부에 위치한 강서구, 영등포구, 마포구 지역으로 평가됨

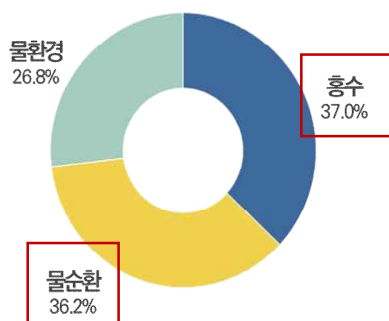
[표 4-12] 물관리 부문 기후변화 영향 및 취약성 평가 결과 요약

대분류	리스크 항목	기후변화 영향 및 취약성 분석 결과
홍수	1-1 집중호우로 인한 돌발홍수발생 등 홍수 발생 및 피해 증가	서울의 서남권, 동남권에서 비교적 높게 나타났으며, 2040년 이후부터는 서남권의 취약성이 증가하는 것으로 분석됨
	1-2 집중호우로 인한 물관리시설물(제방, 우수관로, 빗물펌프장 등) 취약성 증가	서울의 도심권에서 비교적 높게 나타났으며, 2030년 이후부터 취약지역이 점차 서울시 서쪽으로 이동하여 2040년 이후에는 한강하류, 홍제천하류, 안양천하류지역 등 서남권의 취약성이 크게 증가하는 것으로 예측됨
물순환	2-1. 유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손	전반적으로 한강변에 위치한 도심권에서 취약성이 높게 나타났으며, 탄천하류지역, 중랑천하류지역, 안양천하류지역 등 주요 지류하천의 하류지역에 위치하고 불투수율 및 인구 밀도가 높은 지역에서의 취약성이 점차 증가할 것으로 예측됨
	2-2. 가뭄으로 인한 물(생활용수, 공업용수 등) 부족	

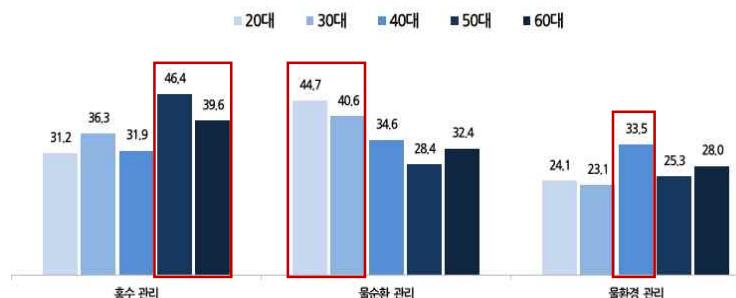
대분류	리스크 항목	기후변화 영향 및 취약성 분석 결과
물환경	3-1. 수온상승과 폭우시비점오염물의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화	탄천하류와 안양천하류, 중랑천하류 등 주요 지류하천 하류에 위치한 지역에서 취약성이 높게 나타났으며, 2040년 이후에는 한강하류를 포함한 안양천하류, 홍제천하류에서 취약성이 증가할 것으로 예측됨
	3-2. 집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생	
	3-3. 하천의 생태 및 환경적 기능(자정작용, 생태서식처, 경관 및 친수) 저하	중랑천하류, 탄천하류를 포함하는 강남 및 강동지역에서 취약성이 비교적 높게 나타나고 있으며, 시간이 지남에 따라 한강변 지역을 따라 하류지역의 취약성도 증가할 것으로 분석됨

2) 시민 설문조사 결과

- 서울시 기후변화 대응 물관리 분야와 리스크에 대한 시민 인식조사를 위해 설문조사를 시행함
 - 기후변화에 따라 가장 중요하게 관리될 필요가 있는 서울시 물관리 분야를 조사한 결과, 홍수 37.0%, 물순환 36.2%, 물환경 26.8% 순으로 응답하여, 기후변화에 적응하기 위해 ‘홍수’와 ‘물순환’ 관리를 중요하게 인식하는 것으로 나타남
 - 홍수관리는 50~60대에서, 물순환 관리는 2~30대에서, 물환경 관리는 40대에서 중요하게 생각하는 것으로 나타남
 - 자치구별 조사 결과를 살펴보면, 홍수관리는 노원구 등 12개 자치구, 물순환 관리는 마포구, 서대문구 등 12개 자치구, 물환경 관리는 강동구, 강서구 등 3개 자치구에서 가장 중요하다고 응답함



[그림 4-15] 기후변화에 따른 중요 물관리 분야 응답 결과



[그림 4-16] 연령별 기후변화에 따른 중요 물관리 분야 응답 결과

[표 4-13] 자치구별 기후변화에 따른 중요 물관리 분야 응답 결과

분야	자치구 수	응답 자치구
홍수	12개	• 노원구(56%), 영등포구(48%), 관악구(46%), 도봉구(44%), 용산구(44%), 종로구(42%), 광진구(40%), 구로구(40%), 동대문구(38%), 중구(38%), 양천구(36%), 동작구(38%)
물순환	12개	• 마포구(50%), 서대문구(50%), 중랑구(46%), 성북구(44%), 강남구(42%), 광진구(40%), 금천구(40%), 송파구(40%), 은평구(40%), 강북구(38%), 중구(38%), 성동구(36%)
물환경	3개	• 강동구(40%), 강서구(40%), 서초구(38%)

- 기후변화로 인해 가장 위험하다고 생각하는 서울시 물관리 분야별 리스크 항목을 조사한 결과, 물환경 분야의 ‘집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생’이 52.5%로 가장 높았으며, 홍수 분야의 ‘집중호우로 인한 물관리 시설물 취약성 증가’ 50.9%, ‘집중호우로 인한 돌발홍수 발생 등 홍수 발생 및 피해 증가’ 50.0%, 물순환 분야의 ‘가뭄으로 인한 물 부족’ 45.8% 등의 순으로 나타남



[그림 4-17] 기후변화로 인한 서울시 물관리 위험 리스크 조사 결과

- ‘집중호우 시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생’은 종로, 마포, 서대문구 등 홍제천 중·하류에 위치한 지역, ‘집중호우로 인한 물관리 시설물 취약성 증가’는 노원, 중랑, 광진 등 과거 침수피해 이력 및 위험지구가 많이 포함된 지역, ‘가뭄으로 인한 물 부족’은 서초, 노원, 용산, 광진, 중구 등 상업지역(건대입구, 강남역, 용산역 등)이 발달한 지역에서 위험 리스크로 응답함

[표 4-14] 기후변화로 인한 서울시 물관리 위험 리스크 응답 지역

대분류	리스크 명	상위 응답 지역
홍수	1-1 집중호우로 인한 돌발홍수발생 등 홍수 발생 및 피해 증가	도봉, 금천, 관악구 등 산지를 포함하는 지역
	1-2 집중호우로 인한 물관리시설물(제방, 우수관로, 빗물펌프장 등) 취약성 증가	노원, 중랑, 광진, 등 과거 침수피해 이력 및 위험지구가 많이 포함된 지역
물순환	2-1. 유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손	송파, 영등포, 금천, 구로구 등 불투수면적비가 높고 녹지비율이 낮은 상업 및 공간지역
	2-2. 가뭄으로 인한 물(생활용수, 공업용수 등) 부족	서초, 노원, 용산, 광진, 중구 등 상업지역(건대입구, 강남역, 용산역 등) 이 발달한 지역
물환경	3-1. 수온상승과 폭우시비점오염물의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화	은평, 영등포, 강동, 중구 등 지류하천이 포함된 지역
	3-2. 집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생	종로, 마포, 서대문구 등 홍제천중하류에 위치한 지역
	3-3. 하천의 생태 및 환경적 기능 (자정작용, 생태서식처, 경관 및 친수) 저하	은평, 관악, 동작, 서초구 등 녹지면적비가 비교적 높고 지류 하천의 상류유역에 위치한 지역

3) 물관리 부문 중점리스크 선정

- 7개 예비리스크에 대한 기후변화 영향 및 취약성 분석 결과와 시민 설문조사 결과를 종합하여 서울시 물관리 부문 중점리스크를 선정함
 - 홍수발생 및 피해, 물관리 시설물 리스크에 대한 중요도 및 장기적인 취약지역의 변화를 고려함
 - 불투수율 및 인구밀도가 높은 도심지의 물순환 리스크 항목의 취약성 변화 고려함
 - 주요 지류하천의 하류부에 위치한 지역의 물환경 관리 취약성을 고려함
 - 설문조사 결과를 고려함
 - 홍수 관리에서는 홍수피해와 배수시설물 관리 모두 중요한 리스크로 인식함
 - 물순환 관리에서는 일상생활에 직접적으로 영향을 미칠 수 있는 가뭄시 물부족 문제를 중요한 리스크로 인식함
 - 물환경 관리에서는 홍수 시 발생하는 오염물 증가 문제에 관심이 큰 것으로 나타남

- 서울시 물관리 부문 중점리스크는 홍수 분야 2개, 물순환 분야 1개, 물환경 분야 2개 리스크로 총 5개 선정함. 이는 ‘서울시 기후변화대응 종합계획’의 물관리 부문 세부시행계획에 반영할 수 있도록 검토함

[표 4-15] 서울시 물관리 부문 기후변화 중점리스크

구분	리스크명
홍수	1-1 집중호우로 인한 돌발홍수 발생 등 홍수 발생 및 피해 증가
	1-2 집중호우로 인한 물관리 시설물(제방, 우수관로, 빗물펌프장 등) 취약성 증가
물순환	2-1 유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손
물환경	3-1 수온상승과 폭우시 비점오염물의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화
	3-3 하천의 생태 및 환경적 기능(자정작용, 생태서식처, 경관 및 친수)저하

03 생태계 지역리스크

1. 예비리스크 선정

1) 국가 기후변화 리스크 목록 검토

- 제3차 국가 기후변화 적응대책(2021~2025)의 '생태계' 부문 리스크는 생물종, 생물서식지로 구분되어 있으며, 생물종은 7개 리스크, 생물서식지는 11개 리스크로 총 18개로 구성됨

[표 4-16] 제3차 국가 기후리스크 목록(생태계 부문)

구분	번호	리스크명
생물종	E01	기온 상승 및 강수량 증가로 인한 식물(종, 군락, 식물계절, 분포) 변화
	E02	기온 상승 및 강수량 변동으로 인한 아고산대(종, 생육, 분포) 변화
	E03	기후변화에 의한 외래 종(육상동물, 육상식물, 해양 외래, 해적 생물 등) 증가 및 질병 증가
	E04	기후변화에 의한 멸종위기종 및 희귀/보호종 감소
	E05	이상 기후로 인한 생물 종 및 개체수 증가
	E06	가뭄 및 기온상승으로 인한 산림의 탄소 흡수량 감소
	E07	기후변화로 인한 임산물 피해
생물서식지	E08	기온 상승 및 강수량 증가로 인한 척추·무척추 동물의 개체수 감소 및 서식지 축소
	E09	기온 상승 및 강수량 변화에 따른 담수 생물(동물, 식물) 개체 수 감소 및 서식지 축소
	E10	기온 상승으로 인한 산림 생물(아고산 식생, 침엽수, 북방계 식물, 보호식물 등 포함) 서식지 변화
	E11	극한기상에 의한 생태계 변화
	E12	기온 상승 및 강수변동, 가뭄으로 인한 토양 미생물 변화
	E13	폭우 및 가뭄으로 인한 산림 계류수의 변화
	E14	기온 상승 및 해수면 상승으로 인한 도서 생태계 변화
	E15	기후변화로 인한 습지 면적 감소, 육화 및 생물상 변화
	E16	강우 패턴 변화 및 해양산성화로 인한 연안 및 하구역, 해양생태 환경 변화 및 피해
	E17	해수면 상승으로 인한 조간대 및 하구생태계 변화
	E18	폭우 및 가뭄으로 인한 산림재해(산사태, 산불 등) 발생 증가 및 대형화

- 국가 기후변화 리스크 각각에 대하여 서울시 적응가능성을 검토하고 서울시 현황을 고려하여 리스크 목록을 수정·보완함
- (생물종 E01) 서울시 기온 및 강수량의 변화가 명확하게 상승 및 증가 경향으로 나타나는 것은 아니므로 기후요소의 변동에 따른 식물 변화로 수정·보완함
- (생물종 E02) 서울시에는 아고산대¹⁵⁾에 해당하는 산림이 없으므로 생물종 E01과 통합함
 - 서울시에 위치한 산의 해발고도는 66m~836m이며(북한산 836m, 마포구 성산 66m), 평균 해발고도는 268m임
 - 기후변화에 의한 아고산대 식물 생리·생육 변화는 타 산림대보다 민감하므로 국가 차원에서는 검토가 필요한 리스크이지만 서울시는 아고산대 산림대가 분포하지 않으므로 E01로 통합하여 검토함
- (생물종 E03) 서울시 기온 및 강수량의 변동에 따른 외래종 증가로 수정·보완함
 - 생물종 E01에서 제시한 바와 같이 기온과 강수량 변동으로 수정
 - 내륙에 위치하는 서울시 특성을 고려하여 외래종은 육상 동물, 육상 식물에 한정
 - 질병 증가와 관련한 리스크는 ‘기후변화로 인한 산림병해충 증가’로 수정·보완함
- (생물종 E04) 기후변화에 따른 보호종 감소로 수정·보완함
 - 서울시 도심 특성상 멸종위기종, 희귀종의 분포변화 파악이 어려움
 - 기후변화로 인해 서울시의 보호종이 장기적으로 감소하는 경향 반영
- (생물종 E05) 생물종 및 개체수 증가가 아닌 감소도 반영된 변동성으로 검토하고, 개체 수 증가 측면에서는 돌발 대발생에 초점을 맞출 필요가 있음
 - 기온 하강·상승 및 강수량 감소·증가와 같이 이상 기후가 발생하면 특정 생물종의 돌발 대발생 가능성 증가
 - 서울은 곤충 대발생에 의한 민원 다수 발생
- (생물종 E06) 서울시는 조경녹지는 증가하고 있으나 산림은 감소하고 있으므로 산림의 탄소흡수량 감소는 리스크로 검토할 필요가 있음

15) 아고산대는 저산대와 고산대의 사이 해발 1,500~2,500m 정도에서 나타나는 산림대를 말하며, 기후에 따라 아고산대가 나타나는 해발고도가 상이함. 국내는 한라산 1,500m 이상, 금강산 1,200m 이상, 백두산은 900~2,000m에서 나타남

- (생물종 E07) 서울시 임산물 종류 및 생산량 통계를 추가 검토하여 고려 여부를 결정함
- (생물서식지 E08, E09, E10) 기온 및 강수량, 개체수의 변동으로 검토하고, 서식지 분류도 서울시 특성에 맞게 수정·보완할 필요가 있음
 - 기온 상승 및 강수량 증가가 아닌 기후변화로 인한 변동으로 검토할 필요가 있음
 - 척추·무척추 동물 및 담수 생물 개체 수 감소를 유발하는 서식지 변화가 리스크 측면에서 더 집중되어야 하며, 해당 생물종의 대표적인 서식지로 습지변화 검토 필요
- (생물서식지 E11) 다른 리스크에서 검토할 수 있는 생물종의 변화, 서식지 변화 등으로 생태계 변화를 파악할 수 있으므로 통합하여 검토함
- (생물서식지 E12, E13) 서울시 기후변화 영향 및 전망과 생태계 특성을 종합적으로 고려하여 서울시 적용 여부 판단함
- (생물서식지 E14, E16, E17) 서울은 내륙에 위치하여 도서·해양생태계에 해당하지 않음
 - 도서·해양 생태계는 기후변화에 상대적으로 취약한 생태계¹⁶⁾로 국가 차원에서는 검토할 필요가 있지만 서울시는 해당하지 않으므로 제외함
- (생물서식지 E15) 습지는 서울시 취약생태계로서 반영함
- (생물서식지 E18) 기후변화로 인한 산림재해 증가 및 대형화에 따라 서울시에서는 관련 리스크를 상세화하여 검토할 필요가 있음
 - 서울시는 인구밀도가 높고 대부분 지역이 시가화 지역이기 때문에 산림재해가 동일한 규모더라도 피해가 상대적으로 크게 나타남
 - 산사태, 산불 등 산림재해를 유발하는 기후요소 분석이 필요하며, 해당 리스크를 상세화하여 검토함

16) 환경부(2020)는 고산 및 아고산, 연안 및 도서지역, 내륙습지 등을 기후변화에 상대적으로 취약한 생태계로 판단함

2) 문헌분석

(1) 연구동향¹⁷⁾

- **(산림)** 산림분야의 연구는 주로 산림분포 변화, 산림 탄소저장 및 흡수량 추정, 산림재해(산사태, 산불, 병해충 등) 발생 및 예측 측면에서 이루어짐
 - 산림을 포함한 토지이용 분야는 인간활동에 의한 온실가스 배출량의 23%를 차지하고 있으며, 기후변화에 따른 생물다양성 감소와 토지관련 재해의 증가에 관한 내용을 다루고 있음(IPCC, 2019)
 - 산림의 분포, 탄소 저장량, 산림병충해에 대한 연구는 국가적인 규모의 분석들이 수행됨
- **(식물생태)** 식물종 중심으로 계절과 분포 등 영향 연구와 장기 모니터링으로 기초자료 구축 등 연구가 주였으나, 2014년 이후엔 기후변화에 따른 서식지 변화 연구, 식물 생육이나 생리적 변화 관련 연구가 증가하는 경향을 보임
- **(동물생태)** 기후인자의 변화에 따른 분포 및 개체군 변화 연구가 주로 수행됨
- **(취약생태계)** 도서, 연안, 고산지역 등 환경조건 변화에 민감한 생태계로서 기후환경 변화에 따라 빠른 속도로 영향을 받는 지역을 말하며, 서울시는 내륙습지가 해당함
 - 내륙습지는 인위적 영향(골프장 등)과 기후변화로 인한 기온상승으로 토양 표면의 건조화와 습지의 육화에 영향
 - 인구 과밀화, 산업화로 열악해진 환경인 도시는 상대적으로 더 높은 취약성을 가짐

(2) 국내 생태계 기후변화 영향 및 이상기후

- 기후변화로 인해 생물종 상당수가 멸종 위험에 처할 수 있고, 서식지 변화, 외래종 유입에 영향을 주며, 육상 생물권에 저장된 탄소는 기후변화에 따른 산림 황폐화, 생태계 오염으로 인해 대기 중으로 방출되기 쉬움(IPCC, 2014)
- 가뭄의 빈도 및 강도가 증가함에 따라 많은 지역에서 수목의 고사, 관련 질병이 발생할 수 있고 이는 탄소흡수 능력에도 영향을 미침(IPCC, 2014)

17) 환경부에서 발간한 2014년, 2020년 한국 기후변화 평가 보고서에서 제시된 문헌들을 바탕으로 정리하였음

- 기후변화로 인한 국내 생태계 변화¹⁸⁾
 - 장기적으로 산사태와 산불 등 산림재해 면적과 복구비용이 지속적으로 증가하고 있으며, 계절별 극한 기후에 따라 대형 산림재해 발생의 빈도와 가능성이 증가
 - 기온 및 강수량의 변화에 따라 지역별, 수종별 산림 생장의 변화가 나타나고 있으며, 넓은 지역에서 침엽수종의 생장 감소가 관측
 - 장기적인 기온상승에 따라 산림구성과 개화 시기 등의 변화(특히, 아고산 침엽수림 감소)
 - 산림탄소량은 국가조림 사업을 통해 과거 대비 증가한 것으로 확인되었으며, 임령의 증가와 기후변화 영향에 의해 탄소 흡수 및 토양 탄소저장량 패턴의 변화가 나타남
- 최근 10년간 산림 분야 이상기후 분석 결과, 산불, 산사태 등 산림재해의 발생과 생물의 생장 변화가 가시적으로 나타나고 있음
 - 고온·가뭄, 집중호우, 태풍 등 극한기상에 의해 수목 고사, 산림재해(산불, 산사태)가 매년 발생하고 있으며, 특히 고산지역과 같은 취약생태계 산림대 침엽수림에서 가시적인 영향이 나타남
 - 폭염과 가뭄에 의한 상수원의 녹조현상 발생으로 수질문제가 지속적으로 나타나고 있으며, 해충의 발생 시기 변화, 동물의 산란·식물 개화 등의 시기가 빨라지는 등 이상고온으로 인한 생태계 변화가 매년 발생함

18) 환경부에서 발간한 2014년, 2020년 한국 기후변화 평가 보고서에서 제시된 문헌들을 바탕으로 정리하였음

[표 4-17] 이상기후로 인한 국내 산림 분야 영향

구분	주요내용
2020	- 고온건조, 양간지풍, 국지적 강풍 증가로 봄철(3~5월) 대형산불 발생 - 긴 장마 정체전선에 따른 극한 강우, 태풍의 직접적인 영향으로 인한 산사태 발생 - 고온·가뭄, 태풍 등 기상이변으로 상록침엽수 고사 및 쇠퇴 현상 발생 - 겨울철 기온 상승, 봄철 건조로 매미나방 유충 대발생 및 대규모 산림피해 발생
2019	- 구상나무림 33% 분비나무림 28%, 가문비나무림 25% 쇠퇴 - 전국 54개 고산지역 내 침엽수림 면적 과거 20년동안 약 25% 감소 - 봄철 고온건조 및 강풍으로 인한 대형산불이 발생하고 집중호우와 태풍으로 산사태 발생
2018	- 가뭄 및 봄철 이상저온으로 편백 조림지 쇠퇴 - 봄·여름 산불발생 건수와 면적 증가 및 집중호우와 태풍으로 산사태 발생
2017	- 우박에 의한 대규모 산림 고사 및 5~6월 고온가뭄으로 소나무림 집단 고사 - 평년대비 여름 강수량은 적었으나 집중호우로 산사태 발생
2016	- 이상고온으로 산림식물의 계절이 앞당겨지고, 가뭄으로 임산물 피해, 침엽수 고사 - 평년대비 온도 상승, 강수량 감소에 건조한 날씨가 지속되고, 집중호우로 산사태 피해

자료: 기상청의 이상기후 보고서(2016~2020) '산림' 부문 내용 참조

[표 4-18] 이상기후로 인한 국내 환경 분야 영향

구분	주요내용
2020	- '20.1월 이상고온에 따라 해충 월동란이 폐사하지 않고 부화하여 '20.6~7월 대벌레(서울 은평구), 매미나방(전국) 등 혐오성 곤충 대발생, 불쾌감 조성, 농작물 피해 등 초래
2019	- 평균기온과 폭염일수가 감소하여 전년대비 녹조 감소
2018	- 폭염과 가뭄으로 도시 인프라(공원, 잔디 등) 열스트레스 지수가 높아지고 지속된 폭염으로 일부 상수원 녹조(남조류 증가)
2017	- 북방산개구리 산란, 갯벌갈매기 번식시기가 빨라지고, 이상고온으로 인한 생태계 변화 - 평년대비 강수량이 적어 가뭄지역이 발생하여 녹조현상 증가 및 정수장 수질 문제
2016	- 강수량 감소, 일조 증가에 의한 수온상승으로 물고기 집단 폐사 및 식수원 부족 문제 - 여름철 모기 개체 수 감소 대비 가을 모기 급증, 병해충 피해 발생

자료: 기상청의 이상기후 보고서(2016~2020) '산림' 부문 내용 참조

(3) 국내 생태계 기후변화 전망¹⁹⁾

- 산림 생장 부문은 기후변화에 따른 기온증가로 인해 전국적으로 침엽수림의 생장 감소가 예상되나 일부 고산 지대에서는 증가할 것으로 예측되는 반면, 활엽수림의 생장은 더욱 증가할 것으로 추정됨
- 전반적인 기온상승과 최한월 기후의 변화로 고산 및 아고산 식생이 경쟁에서 밀려날 것으로 예측됨
- 활엽수림의 증가 및 해안을 중심으로 한 온난대 상록수림의 복상 예상됨
- 산림탄소는 임목 생장에 따라 전체적인 탄소저장량은 계속해서 증가할 것으로 추정되나, 기온 증가가 토양 유기물 분해에 영향을 미쳐 토양탄소 저장량은 감소할 것으로 추정됨
- 임령과 기온의 증가에 의해 연년 탄소흡수량은 현재보다 감소할 것으로 추정됨
- 산림재해 측면에서는 연 변동성이 큰 수문학적 변화에 따라 재해 발생의 연편차 및 지역편차가 크게 나타날 것으로 예상됨
- 병해충 복상과 대형 산불 발생 등에 대한 잠재적 위험성 증가가 예상됨

(4) 도시 생태계 관련 연구

- **(한강 및 주요 지천의 생물상)** 도시생태계에서 중요한 서식지 역할을 하는 서울시 내 한강수계는 기후변화에 민감한 지역임
 - 서울시는 한강 및 주요지천의 생태환경과 생물상에 대해 장기 모니터링(1987~)을 수행하고 있으며(환경부, 2014), 기후변화에 따른 영향을 종합적으로 연구 중
 - 기온과 강수량의 변동에 따라 직접적으로 식물 생육에 차이가 발생하고, 저서생물, 육상 곤충, 양서파충류 등의 출현과 개체 수에 영향을 줌
- **(도시 기후변화 적응으로서의 녹지 강조)** 도시는 폭염, 집중호우 등 극한기상에 민감도가 높기 때문에 이에 적응할 수 있는 대안 중 하나로 도시 녹지와 녹화를 강조함
 - 도시 폭염 취약성 측면에서 중심상업지역은 녹지지역과 비교하여 평균 3.46℃ 높은 온도에 노출되고, 녹지면적이 클수록 기후변화 영향 저감(원주성 외, 2020)
 - 자연환경 보전과 기후변화 적응 수단으로서 생물다양성의 중요성이 강조되고, 시민 관심이 증대되면서 도심 내 녹지 질적 향상 강조(송인주·윤초롱, 2019)
 - 산림의 탄소흡수기능은 대기오염 조절, 도시열섬현상 저감 등 기후변화 적응으로서 중요

19) 환경부, 2020, 한국 기후변화 평가보고서 2020: 기후변화 영향 및 적응을 바탕으로 정리

- **(도시녹지의 중요성)** 지구 온난화로 산림의 중요성이 커지고 있지만, 서울시는 다양한 개발사업과 산림 이용으로 산림의 양적인 감소와 질적 저하를 가져오고 있으므로 도시 내 생태적 기후변화 적응을 위해서는 ‘도시녹지’의 중요성이 큼
 - 자연지반으로 투수지역이 확보되고 수목이 식재된 공간으로서 도시의 냉섬역할을 하는 도시공원 면적확보가 가장 중요한 사안(성현찬·황소영, 2013)
 - 도시녹지(도시림)는 탄소흡착의 완화적 측면과 온도저감, 대기질 관리 등 적응 측면에서 모두 중요한 역할을 하며(윤중석 외, 2014), 도시 그린인프라 확충 시 이산화탄소 흡수량 2.2% 증가(박효석 외, 2014)
 - 탄소흡수 측면에서 도시림 조성은 중요하지만, 도시 특성상 공간적 제약으로 옥상, 벽면과 같은 인공지반 녹화 기술이 필요(오충현, 2021)
- **(생물상 변화)** 기후변화에 따라 도심 내 생태적 변화가 민감하게 나타남
 - 식물·곤충·양서파충류·포유류·조류로 이어지는 생태계 연결고리에서 먹이자원 공급이 맞지 않아 생태적 엇박자(Ecological Mismatches)가 나타나며, 온난화로 인한 식물 개화시기 변화로 곤충과 시간차가 발생하면 연쇄적으로 타 동물에게 영향(일반적으로 식물은 기후변화에 상대적으로 민감)
 - 기후변화와 함께 열섬현상이 크게 작용하여 생태적 변화가 크게 나타나는데, 서울시 보호종인 제비는 기후변화로 인해 서울 강서지역 도래시기가 14일 정도 늦어져 번식 개체수가 감소(서울시, 2017)

(5) 문헌 검토 결과

- 산림 분야의 연구는 주로 산림분포 변화, 산림 탄소저장 및 흡수량 추정, 산림 재해(산사태, 산불, 병해충 등) 발생 및 예측 측면에서 이루어짐
 - 지구온난화 적응에 있어서 산림의 역할이 중요하게 강조되고 있어 탄소흡수량 변화에 대해 집중할 필요가 있음
 - 습지와 같은 취약생태계가 기후변화에 상대적으로 민감하므로 집중하여 검토 필요
 - 산불, 산사태, 병해충의 돌발 발생 등 산림재해의 양적 증가가 명확하고, 서울시는 기후변화 민감도가 높으므로 산림재해 리스크를 비중있게 고려해야 함
- 식물생태 연구는 자료의 제한성으로 기후변화에 따른 식물 영향 및 예측 수준이 낮아 식물생태를 관찰하는 장기 모니터링이 지속되어야 함

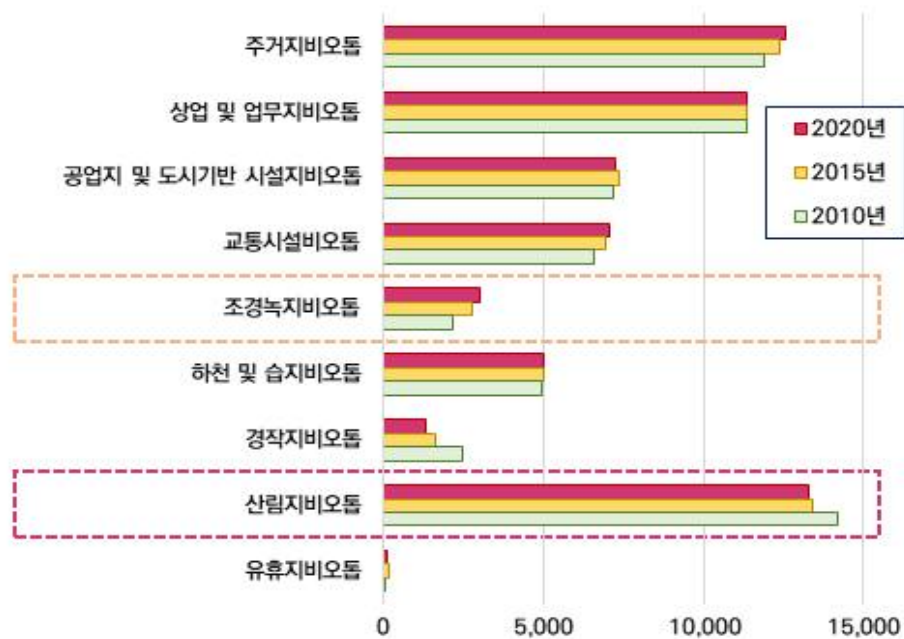
- 과거로부터 현재에 이르기까지의 기후변화 자료와 그에 따른 식물 생리·생육을 종합적으로 고려해야 하지만, 기록된 과거 자료는 제한적임
 - 향후 기후변화 예측과 적응을 위해서는 식물생태 모니터링과 DB 구축이 지속적으로 이루어져야 함
- 일반적으로 식물이 동물 대비 기후변화에 민감하며, 식물·곤충·양서파충류·포유류·조류로 이어지는 생태계 연결고리를 고려하면 기후변화 영향이 연쇄적으로 나타남
- 동물생태는 서식지 변화가 온난화와 산림 서식지 환경 등 복합적인 원인에 의한 것으로서, 도시지역에서는 서식지 질 관리가 중요함
 - 기온상승으로 인한 남방계 종 유입과 해충 확산은 보건위생학적 문제와 연계하여 검토해야 함
 - 도시에서는 산림의 양적 증가가 어려우므로 서식지 질 향상이 중요함
- 극한기상 등 기후변화에 의한 도시 적응·취약성과 관련한 연구가 다수 수행되었으나, 기후변화와 생태계에 집중하여 수행한 연구는 주로 도시림, 공원, 녹화와 관련한 연구가 대부분으로 적응측면의 대응방안에 초점을 맞추고 있으며, 기후변화 적응을 위해서는 도시녹지의 양적·질적 증가의 중요성 강조
- 도시에서의 생태적 기후변화 적응을 위해서는 ‘도시녹지(공원 포함)’의 중요성이 큼
 - 도시녹지의 중요성을 강조하고 있으며, 도시에서는 산림이나 녹지의 양적 증가가 어렵기 때문에 질적 향상 방향으로 개선이 필요하다는 연구 다수
 - 기후변화 적응을 위한 가장 큰 대안 중 하나로 도시녹지를 검토해야 하지만, 기후변화에 따라 조성, 유지관리 비용이 점차 증가할 수 있음
 - 서울시 산림은 개발압력이 크고, 시민이용도가 높아 서식지로서의 질이 상대적으로 떨어지기 때문에 탄소흡수량과 서식지 질 향상 측면에서 도시림(도시녹지) 유지관리에 집중할 필요가 있음

3) 서울시 생태계 특성 분석

(1) 생태계 현황²⁰⁾

○ 산림 현황 및 변화

- 서울의 산림지 바이오톱²¹⁾은 2010~2015년에 5.54% 감소, 2015~2020년에 0.95% 감소하여 최근 10년간 약 6.3% 감소
- 서울시 전체 면적비율로 보면 2010~2015년에 1.31% 감소, 2015~2020년에 0.18% 감소
- 반면, 조경녹지 바이오톱은 지속적으로 증가하는 추세

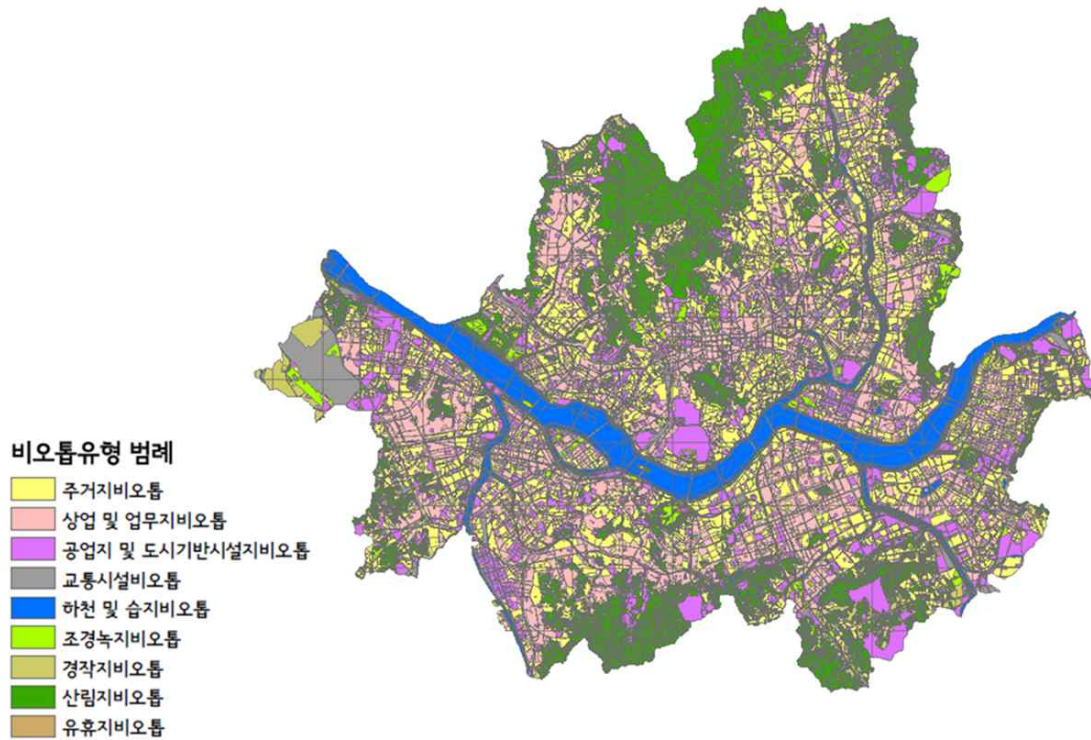


[그림 4-18] 서울시 바이오톱 유형 변화(2010-2020)

자료: 서울시, 2020, 도시생태현황도 정비 및 정책 활용방안

20) 생물의 서식공간 단위인 '바이오톱'을 기준으로 서울시 생태계 현황을 분석하였으며, 서울시 도시생태현황도(2020) 자료를 활용함

21) 인공조림지, 자연림, 초본식생지, 산림 내 나지, 암석 노출지, 기타 조림지를 포함



[그림 4-19] 서울시 비오톱 유형도(2020)

자료: 서울시, 2020, 도시생태현황도 정비 및 정책 활용방안

[표 4-19] 서울의 비오톱 현황 및 변화

비오톱유형	2010년		2015년		2020년		10~15		15~20	
	면적(ha)	면적비율 (%)	면적(ha)	면적비율 (%)	면적(ha)	면적비율 (%)	면적비율 증감(%)			
주거지 비오톱	11,885.9	19.5	12,346.7	20.3	12,556.7	20.6	0.75	▲	0.34	▲
상업 및 업무지 비오톱	11,367.4	18.7	11,341.2	18.6	11,327.0	18.6	-0.05	▽	-0.02	▽
공업지 및 도시기반 시설지 비오톱	7,162.7	11.8	7,349.0	12.1	7,221.1	11.9	0.30	▲	-0.21	▽
교통시설비오톱	6,602.5	10.9	6,932.2	11.4	7,047.6	11.6	0.54	▲	0.19	▲
조경녹지비오톱	2,173.4	3.6	2,754.9	4.5	3,031.9	5.0	0.95	▲	0.46	▲
하천 및 습지비오톱	4,921.7	8.1	4,979.0	8.2	4,982.3	8.2	0.09	▲	0.01	▲
경작지비오톱	2,480.4	4.1	1,618.2	2.7	1,297.9	2.1	-1.42	▽	-0.53	▽
산림지비오톱	14,187.2	23.3	13,400.6	22.0	13,293.7	21.8	-1.31	▽	-0.18	▽
유휴지비오톱	50.6	0.1	144.5	0.2	109.4	0.2	0.15	▲	-0.06	▽
합계	60,831.9	100.0	60,866.1	100.0	60,867.6	100.0	-			

자료: 서울시, 2020, 도시생태현황도 정비 및 정책 활용방안

○ 취약생태계(습지) 현황 및 변화

- 서울의 하천 및 습지 비오톱은 서울시 전체 면적의 약 8.2%를 차지
- 서울시 습지 면적 비율은 최근 10년간 0.04% 감소
- 서울시 하상노출지 면적 비율은 최근 10년간 약 0.09% 증가

[표 4-20] 서울시 하천 및 습지비오톱 변화

비오톱유형	2010년		2015년		2020년		'10년 대비 '20년	
	면적(ha)	면적비율 (%)	면적(ha)	면적비율 (%)	면적(ha)	면적비율 (%)	면적비율 증감(%)	
수면	3,397.6	5.59	3,409.0	5.60	3,411.3	5.60	0.01	▲
습지	88.8	0.15	83.1	0.14	69.3	0.11	-0.04	▽
하천변 인공녹지	259.6	0.43	289.7	0.48	304.3	0.50	0.07	▲
하천변 자연녹지	627.1	1.03	659.2	1.08	645.3	1.06	0.03	▲
하천경작지	125.6	0.21	64.2	0.11	55.6	0.09	-0.12	▽
하천 나지 및 포장지(시설물)	420.4	0.69	415.6	0.68	437.5	0.72	0.03	▲
하상노출지	2.5	0.00	58.3	0.10	57.2	0.09	0.09	▲
합계*	4,921.7	8.1	4,979.0	8.2	4,980.6	8.2	-	
서울시 전체	60,831.9	100.0	60,866.1	100.0	60,867.6	100.0	-	

*합계는 하천 및 습지비오톱의 합으로 해당 합계의 면적비율은 서울시 대비 면적비율임

자료: 서울시, 2020, 도시생태현황도 정비 및 정책 활용방안

○ 서울시 산림의 탄소흡수량

- 서울시의 연간 총 탄소흡수량은 266,263톤
 - 산림지 비오톱이 서울시 전체 탄소흡수량 중 48.4%에 해당하는 약 12만 9천 톤 흡수
 - 하천 및 습지 비오톱이 전체 탄소흡수량 중 31.7%에 해당하는 약 8만 4천 5백 톤 흡수
- 서울 시가화 지역의 이산화탄소 흡수효과는 연간 약 4만 2천2백여 톤으로 승용차 1만 7천 5백여 대의 연간 이산화탄소 배출량²²⁾을 흡수하여 산림 약 4,370ha(1ha당 9.65톤)의 탄소흡수 효과를 보이는 것으로 분석됨(서울 산림지 비오톱 흡수 효과의 32.7%)²³⁾

22) 승용차 1대 연간 배출량 약 2.4톤 기준(국립산림과학원, 2018)

23) 시가화지역에 해당하는 비오톱에도 녹지가 구성되어 있으므로 해당 비오톱의 녹지율을 바탕으로 산정함

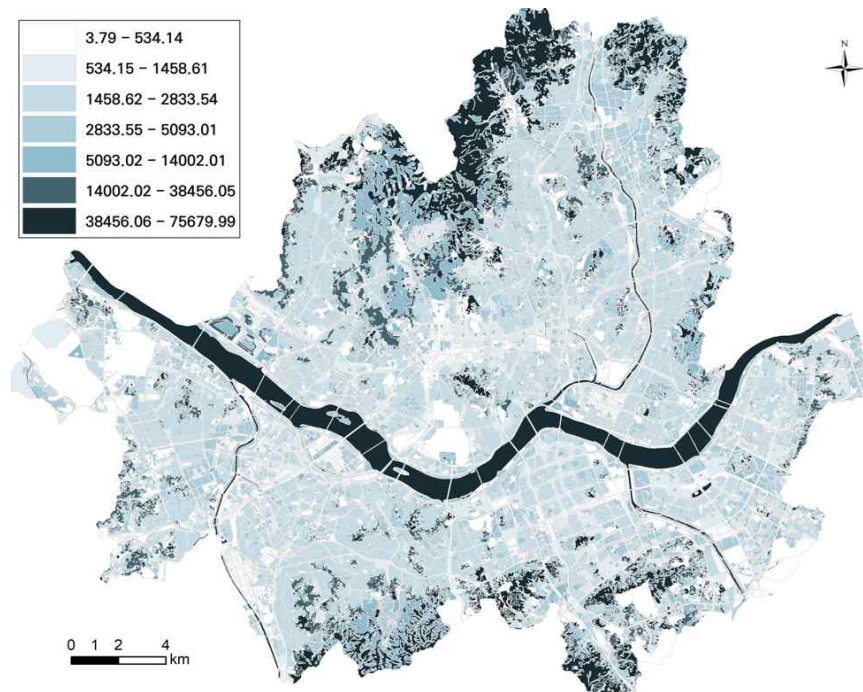
[표 4-21] 서울시 탄소흡수량

(단위: 톤/년)

구분	면적(ha)*	탄소흡수량(CO ₂)
주거지 바이오툼(A)	12,346.70	14,424.35
상업 및 업무지 바이오툼(B)	11,341.09	4,626.21
공업지 및 도시기반시설지 바이오툼(C)	7,348.16	5,140.08
교통시설 바이오툼(D)	6,923.01	393.78
조경녹지 바이오툼(E)	2,758.97	17,578.35
하천 및 습지 바이오툼(F)	4,978.98	84,492.85
경작지 바이오툼(G)	1,619.49	10,591.46
산림지 바이오툼(H)	13,352.43	128,799.34
유휴지 바이오툼(I)	144.96	216.63
합계	60,813.78	266,263.05

자료: 송인주·윤초롱, 2019, 서울시 생태계서비스 평가 체계 구축과 활용방안, p.102.

- 탄소흡수 효과는 하천 및 습지 바이오툼에서 가장 크며, 활엽수가 분포하는 산림지 바이오툼도 높은 흡수량을 나타내고 있음
- 시가화 지역에서는 녹지율이 높은 조경녹지 바이오툼(공원녹지 등)이 탄소흡수 효과가 큼



[그림 4-20] 서울시 연간 이산화탄소 흡수량(톤) 분포

자료: 송인주·윤초롱, 2019, 서울시 생태계서비스 평가체계 구축과 활용방안, p.103.

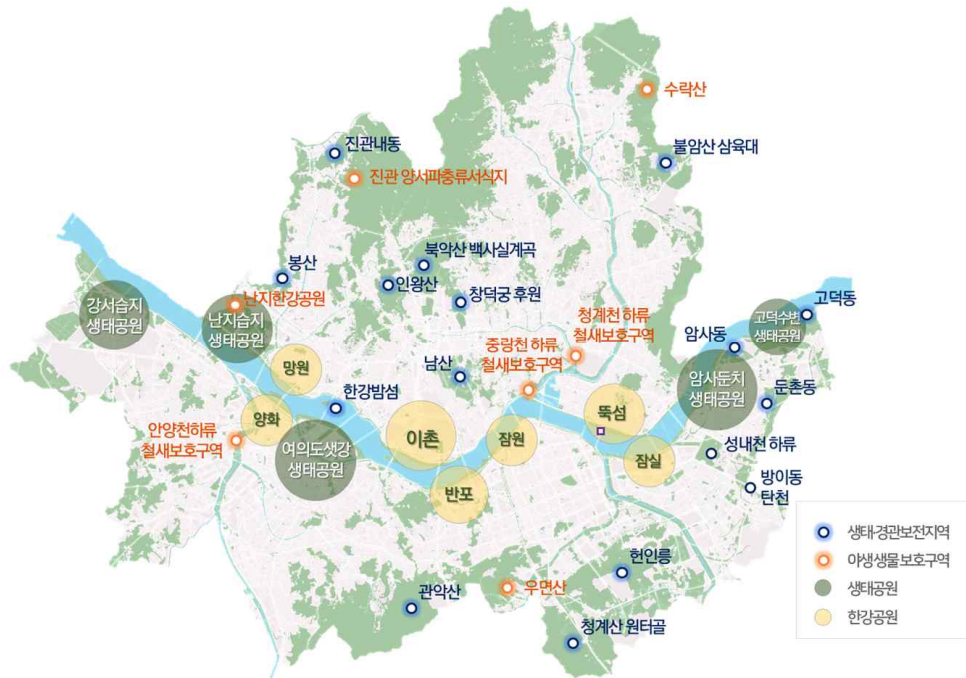
(2) 서울시 보호지역 현황

- (생태·경관보전지역)²⁴⁾ 서울시는 총 17개소를 지정²⁵⁾하여 관리하고 있어 타 지자체 대비 관리 대상이 많고 면적이 큼
 - 1999년 1개소(한강밤섬), 2000년 1개소(둔촌동), 2002년 4개소(탄천, 방이동, 암사동, 진관동), 2004년 2개소(고덕동, 청계산 원터골), 2005년 1개소(현인릉), 2006년 3개소(남산, 불암산 삼육대, 창덕궁 후원), 2007년 2개소(봉산, 인왕산), 2009년 3개소(성내천하류, 관악산, 백사실계곡) 등 총 17개소 4,812,880㎡를 지정하였으며, 2013년에는 둔촌동 지역을 확대하여 총 4,818,136㎡를 지정 관리
 - 야생생물 포획, 채취, 이식, 훼손, 고사를 엄격히 금지하며, 하천·호소 등의 구조를 변경하거나 수위 또는 수량에 증감을 가져오는 행위, 토석 채취, 수면매립 등 행위 불가
 - 서울시는 생태·경관보전지역에 대해 정밀조사를 실시하여 생물종 다양성 확보 및 건강한 생태계 조성에 필요한 자료 구축하고 있음
- (야생생물보호구역) 시·도 보호구역 7개소 지정²⁶⁾
 - 야생생물보호구역은 멸종위기야생생물 등 야생생물을 보호하기 위하여 특별보호 구역에 준하여 보호할 필요가 있는 곳으로 서울시에서는 7개소를 지정하여 관리
 - 하천 또는 산림 내부에 주로 위치하고 있으며, 보전을 원칙으로 하되 최소한의 복원으로 서식지 질 유지에 초점

24) 1.자연상태가 원시성을 유지하고 있거나 생물다양성이 풍부하여 보전 및 학술적 연구가치가 큰 지역; 2.지형 또는 지질이 특이하여 학술적 연구 또는 자연경관의 유지를 위하여 보전이 필요한 지역; 3.다양한 생태계를 대표할 수 있는 지역 또는 생태계의 표본 지역; 4.그 밖에 하천·산간계곡 등 자연경관이 수려하여 특별히 보전할 필요가 있는 지역으로서 대통령령으로 정하는 지역(자연환경보전법 제12조 제1항)

25) 울산 1개소, 강원 1개소, 전남 1개소, 경기 1개소, 경남 1개소, 부산 2개소(환경부, 2020년 생태·경관보전지역 지정현황)

26) 종량천 하류·청계천하류·안양천하류 철새보호구역, 우면산 두꺼비서식지, 수락산·진관·난지한강공원·종량천 상류 야생생물보호구역



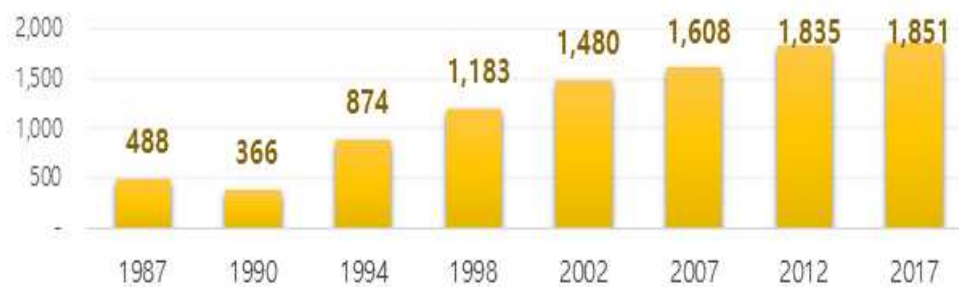
[그림 4-21] 서울시 보호지역 현황

자료: 송인주·윤초롱, 2018, 서울시 공원녹지 생물다양성 지표 개발 및 적용

(3) 생물종 현황 및 변화

○ 동·식물종 현황 및 변화²⁷⁾

- 서울시 한강 및 주요 지천의 생물종 총 종수는 꾸준히 증가하여 2017년 1,851종으로 조사되었으며, 1990년부터 지속적으로 증가



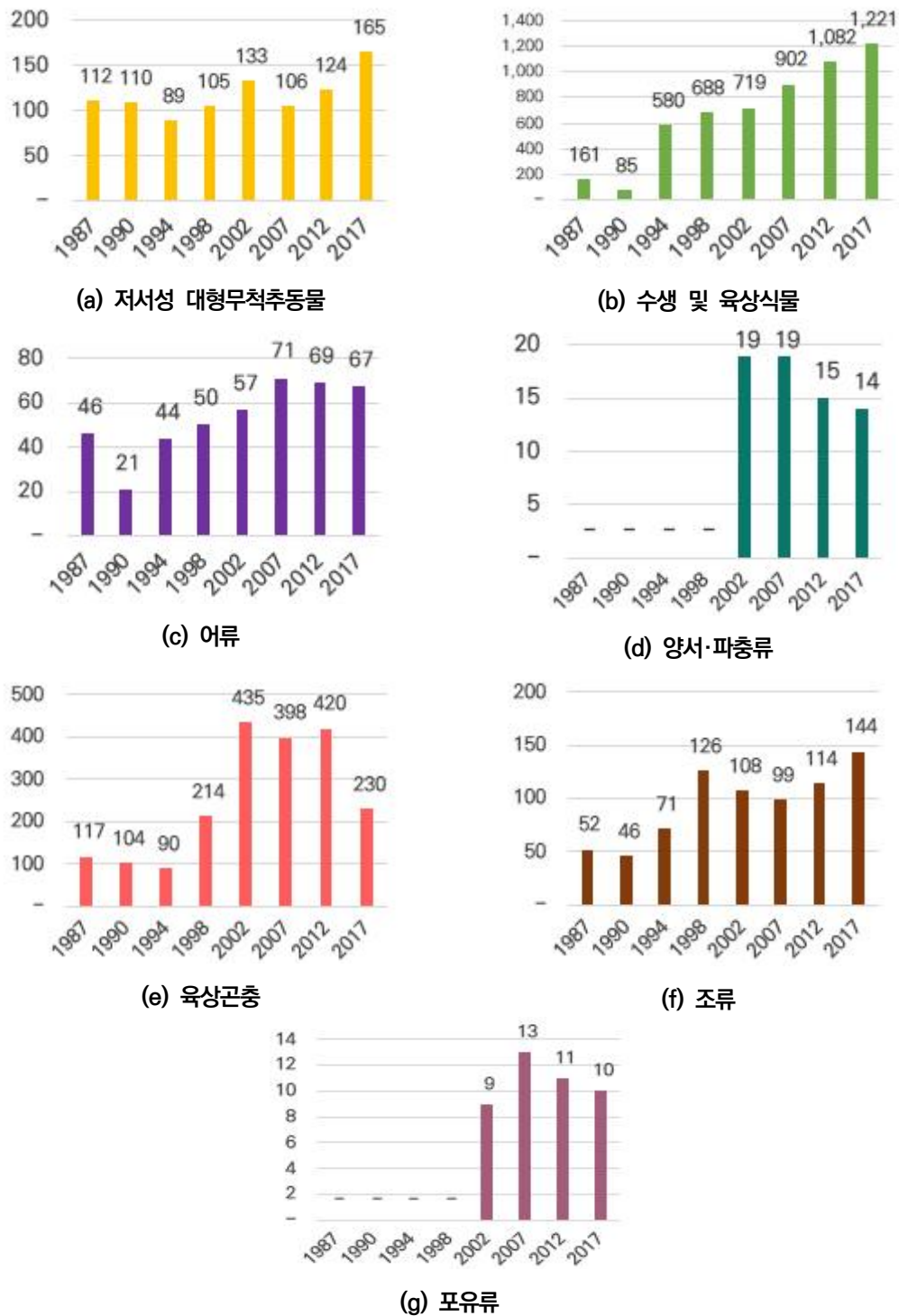
[그림 4-22] 서울시 한강 및 주요 지천의 생물종 총 종수(1987~2017)

*저서성 대형무척추동물, 식물, 어류, 양서파충류, 곤충, 조류, 포유류 합계 산정

자료: 서울시, 2018, 제8차 한강생태계 조사 연구

27) 1987~2017년에 조사한 서울시 한강생태계 조사연구 결과를 바탕으로 정리한 내용임

- 총 종수는 증가하나 기후변화에 민감한 양서파충류, 육상곤충 종수는 감소하는 경향



[그림 4-23] 서울 한강수계의 생물상 변화(1987-2017)

자료: 서울시, 2018, 제8차 한강생태계 조사 연구

- 기후변화로 인한 서울시 한강 및 주요 지천의 생태계 영향²⁸⁾
 - (동·식물 플랑크톤) 강수량 감소에 의해 부유성 남조류 우점 현상 발생 및 수온 증가로 동물플랑크톤의 종 수 및 생물량 증가
 - (저서성 대형무척추동물) 팔당댐 방류량 감소로 퇴적 모래량이 감소하여 하루살이류 관찰빈도가 감소하고, 홍수와 같은 자연적 교란이 없어 수변부의 수초 및 수변식생이 회복되어 딱정벌레목 출현종수 증가
 - (수생식물) 큰 홍수나 장마가 없어 수위가 비교적 일정하게 유지되면서 수생식물 분포면적 현저히 증가
 - (육상곤충) 고온건조한 날씨의 지속으로 외래 해충 발생 및 확산속도가 증가하여 해바라기 방패벌레 등이 대규모로 발생하고, 곤충 및 개체 수가 전반적으로 감소 (2012년 대비 약 45% 감소)
 - (양서파충류) 폭염과 가뭄으로 변온동물인 양서파충류의 관찰빈도가 감소하여 한강 본류에서 상당부분 서식을 확인하지 못하였고, 주위 온도·습도와 밀접한 연관이 있는 개구리, 자라 등 관련 분류군 출현 감소

(4) 검토 결과

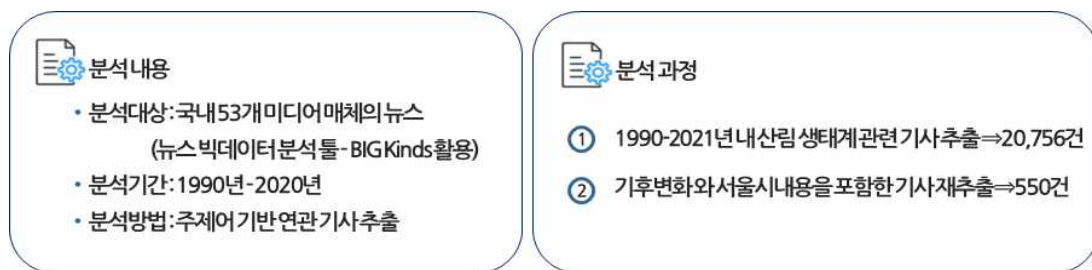
- 서울시 산림은 감소하고 조경녹지는 증가하여 생물종의 서식지 질 측면의 리스크 관리 필요
- 기후변화에 취약한 생태계로 볼 수 있는 서울시 내륙습지가 최근 10년간 양적 감소가 두드러지고 상대적으로 하상 노출지가 증가하여 습지의 건조화 및 육화에 대한 리크스 관리 필요
- 기후변화 완화 및 적응에 있어서 산림의 탄소흡수기능이 중요하며, 서울시 산림뿐만 아니라 서울시 내 녹지 또한 탄소흡수 기능을 수행하므로 도시 내 소규모 녹지나 공원의 유지관리도 기후변화 적응 방안 중 하나로서 고려할 수 있음
- 서울시 생물종 중 기후변화에 민감한 양서파충류, 곤충 등의 종 수와 개체 수 감소가 확인되고 특정 생물종이나 해충의 돌발 대발생이 관찰됨
- 외래해충의 발생 및 확산속도 증가가 확인되고, 산림재해의 증가와 극한기상으로 산림 병해충 조건이 형성

28) 해당 결과는 2016~2017년에 조사한 서울시 제8차 한강생태계 조사연구(2017) 결과를 바탕으로 정리한 내용임

4) 언론분석을 통한 주요 이슈 도출

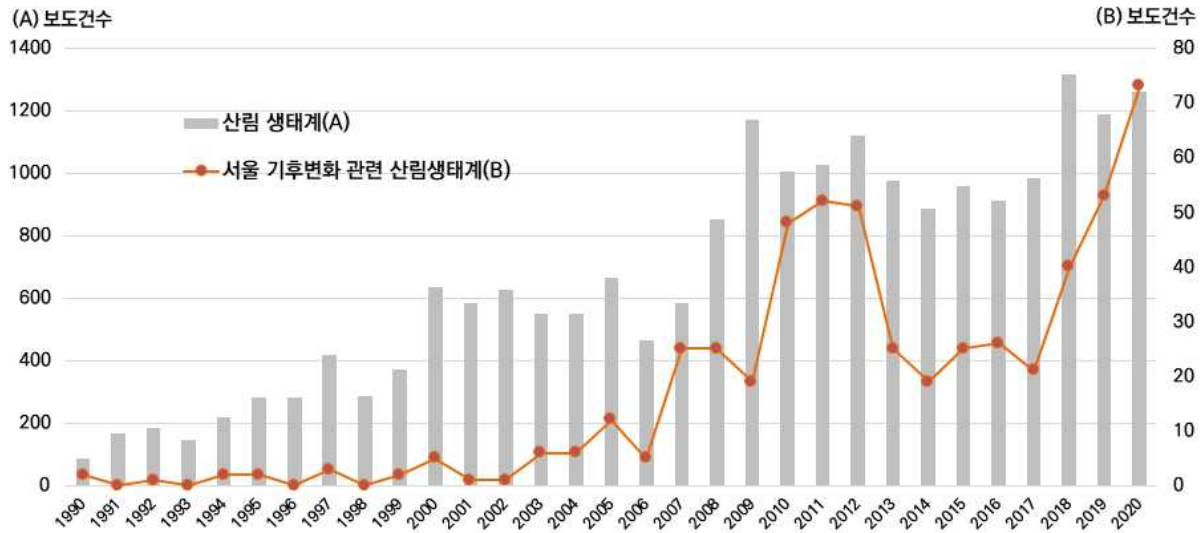
(1) 보도 경향성 분석

- 한국 언론 진흥재단의 뉴스 빅데이터 분석 프로그램인 빅카인즈(BIGKinds)를 이용하여 생태계 주요 이슈와 키워드를 도출함
 - 기후변화와 연계한 생태계 관련 뉴스 동향을 분석하기 위해 약 30년(1990년 ~ 2020년) 간 보도된 국내 53개 언론사 뉴스 분석
 - 형태소 및 바이그램 분석방법으로 주제어에 기반하여 연관된 기사를 추출하는 방식을 적용하였으며, 1차로 생태계 관련 기사를 분류하고 2차로 서울과 기후변화 내용을 포함하도록 재추출함



[그림 4-24] 언론분석 내용 및 과정

- 지난 30년간 생태계와 관련한 기사는 20,756건으로 이 중 서울 기후변화 내용을 포함한 기사는 550건으로 분석되었으며, 보도건수는 지속적으로 증가하는 경향을 보임
 - 서울시 기후변화와 관련한 보도 건수는 2007년, 2010년, 2020년에 급격히 증가하였으며, 2018년부터 2020년까지 꾸준히 증가
 - 2007년 지구 온난화와 한반도 기후변화 전망에 대한 연구가 발표되면서 생태계 영향에 대한 기사 다수 보도
 - 2010년은 G20 서울정상회의 개최로 기후변화 생태계 및 생물다양성 관련 합의문 내용 등 지구 온난화와 관련된 기사 다수 보도
 - 2020년에는 대한민국 탄소중립 선언, 아시아산림협력기구(AFoCO) 출범, 기후위기 이슈 등 다방면에서 관련 기사 증가



[그림 4-25] 서울 기후변화 관련 생태계 보도 경향성 분석(보도건수 기반)

(2) 주요 이슈 도출

- 언론기사를 통해 본 서울시 생태계 주요 이슈는 해충·외래종·특정 곤충의 돌발 대발생, 서식지와 생물종의 변화, 산불·산사태·병해충 등 산림재해 등으로 나타남
 - 기후변화로 인한 돌발 해충·외래종 발생에 관한 문제는 매년 언급되는 이슈로서, 도심에서의 발생은 도시미관 저해뿐만 아니라 시민 불편과 방제를 위한 유지관리 비용 증가 등 많은 문제를 야기함
 - 최근 식물 생육의 변화와 서식지 질 변화에 대한 문제 언급
 - 2011년 우면산 산사태는 국지성 집중호우에 의한 도시 피해 위험성을 각인시킴
 - 기후변화에 따라 도시 내 공원녹지, 녹화사업의 중요성이 커지고 있으며, 도심 내 녹지 조성·유지관리에 대한 관심도와 비용 증가

[표 4-22] 서울시 생태계 주요 이슈 및 관련 기사

주요 이슈	관련 기사	보도날짜
해충· 외래종· 돌발 대발생	기후변화로 돌발해충 부화 빨라져…방제 '비상'	2021.05.04
	역대급 따뜻함+일찍 태어나는 해충…겨울 한파 이어 봄까지 이상기후 이어져	2021.04.12
	알고 보니 외래종? 매미나방·대벌레 '대발생' 수수께끼	2020.07.26
	벤치에 엉겨붙은 수십마리 대벌레,, '따뜻한 겨울'이 보낸 경고	2020.07.26
	뜨거워진 '한반도'…아열대 외래종도 창궐	2020.07.29
	갈따구·대벌레·매미나방…'돌발 해충'을 위한 변명	2020.08.07
서식지· 생물종 변화	일찍 피고 늦게 지고…식물이 먼저 느낀 기후변화 '경고음'	2020.06.29
	서울 벚꽃 3월24일 개화, 1922년 관측 시작 이래로 가장 빨라 인간이 만들어낸 기후변화 생태계 변화	2021.04.04
	꿀벌 개체 수 감소	2016.04.22
	뜨거운 아스팔트 도시 서울 "2000년부터 사막화 진행중"	2020.10.28
산림재해	우면산 산사태 발생 기사 종합	2011.07.27
	낮아지는 상대습도에 산불 위험·기후위기 우려 높아져	2021.04.20
이상기후	온실가스 늘면 편서풍대 극지방 이동... 도시 평균기온 상승·건조한 날씨 만든다	2021.01.06
	서울시 보건환경연구원, "올 여름, 기후변화가 서울 오존 발생 경향 바뀔"	2020.10.14
도시녹지	"공동주택 녹지는 도시의 숲·공적 관리·지원 필요"	2020.11.10
	지구 온난화라며 왜 더 추워... 도시숲과 공원이 답이다	2021.01.26

(3) 키워드 분석

- 주요 키워드 분석 결과 '지구온난화', '생물다양성', '온실가스', '산사태', '사막화' 등 단어의 빈도가 높았으며, '국제기구', '아세안' 등의 빈도도 높게 나타남
 - 기후변화와 생태계 연관어로 지구온난화와 관련한 기사가 가장 많았으며, 기후변화로 인한 산사태, 산불 등 산림재해와 생물다양성, 사막화 등이 분석됨
 - 생태계의 국제협력이나 관련 기구 키워드는 산림·생태 문제와 관련하여 범국가적인 관심과 협조가 필요한 문제라고 볼 수 있음



[그림 4-26] 생태계 분야 주요 키워드 분석 결과

(4) 검토결과

- 국내 언론기사 분석과 주요 키워드 도출을 통해 서울시 온난화와 사막화 등 서식지 변화 문제, 종 다양성 등 생물다양성, 산사태와 산불 등 산림재해를 주요 이슈로 볼 수 있음
 - 서울시 리스크 도출 시 기온 변화, 산사태·산불·병해충 등 산림재해, 사막화 등 서식지 변화 문제, 생물다양성(생물종)을 고려
 - 서울시에서 발생한 사건으로 해충·외래종·특정 곤충의 돌발 대발생, 서식지와 생물종의 생육시기 변화 고려

5) 예비리스크 목록 선정

- 제3차 국가 기후리스크, 문헌분석, 서울시 생태계 특성 분석, 국내 미디어 분석 결과를 종합적으로 고려함
 - 제3차 국가 기후변화 적응대책 II. 생태계 부문 18개(생물종 7개, 생물서식지 11개) 리스크에 대하여 서울시 적용가능성을 검토하고, 리스크 통합·수정·보완 수행
 - 기후변화와 생태계 연구동향, 이상기후에 따른 생태계 영향, 기후변화 전망, 도시부문 생태계 관련 연구 등 종합적인 문헌 분석 수행
 - 도시생태현황도 등의 서울시 구축 자료를 활용하여 서울시 생태계 특성 분석
 - 미디어 분석도구를 이용하여 생태계 분야 언론기사 및 키워드 분석을 수행하여 주요 이슈를 검토하고, 이를 서울시 생태계 부문 예비리스크에 반영

- 생물종 변화 6개, 생태계 변화 2개, 산림재해 발생 2개, 유지관리 비용 관리 1개로 구분하여 총 11개 예비리스크를 도출함
 - 생물종 변화는 기후변화에 따른 식물, 동물, 특정 생물종의 변화에 대한 리스크로 분류
 - 생태계 변화는 기후변화로 인한 부정적 영향이 예상되는 도시 내 산림, 습지 등 생태계 리스크를 도출함
 - 산림재해 발생은 산사태, 산불 등 기후변화로 인해 도시 내에서 위험이 증가할 수 있는 재해에 대한 리스크를 도출함
 - 서울시 특성을 고려하여 기후변화로 인한 극한기상 현상에 의해 발생할 수 있는 도시 내 조경녹지 또는 건축물 녹화에 대한 유지관리 리스크를 도출함

[표 4-23] 서울시 생태계 부문 기후변화 적응 예비리스크

대분류	리스크명	번호
생물종 변화	기온 및 강수량 변동에 따른 식물(종, 군락, 식물계절, 분포)변화	1
	기온 및 강수량 변동에 따른 외래종 증가	2
	기후변화에 따른 보호종 감소	3
	기후변화에 따른 생물종(동물) 및 개체수 변화	4
	기후변화에 따른 특정 생물종 돌발 대발생	5
	기후변화에 따른 병해충 증가	6
생태계 변화	기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소	7
	기후변화로 인한 습지면적 감소 및 육지화	8
산림재해 발생	폭우로 인한 산림재해(산사태 등) 증가 및 대형화	9
	가뭄으로 인한 산림재해(산불 등) 증가	10
유지관리 비용 관리	극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화 유지관리 비용 증가	11

2. 기후변화 영향 및 취약성 평가

1) 취약성 평가 개요

(1) 취약성 평가 체계

- 생태계 부문 취약성 평가는 환경부 ‘기후변화 취약성 평가도구(VESTAP)’를 활용하여 예비리스크별 취약성 평가를 수행함
 - VESTAP 시스템에서 사용자가 직접 평가항목과 항목별 평가지표를 자체적으로 구축 및 생성하여 서울시 특성을 고려한 기후변화 취약성 평가 수행
- 서울시 특성에 맞는 평가 결과 도출을 위해 지표 선정 시 서울시 생태계 기후변화 현황 및 영향을 종합적으로 고려함
 - **(기후노출)** 미래 기후노출 평가를 위해 VESTAP에서 제공하는 RCP 기후변화 시나리오 평가지표를 활용하였으며, 선행연구 검토를 통해 신규 생성한 생태계 평가항목에 적합한 지표 적용
 - **(민감도)** VESTAP에서 제공하는 생태계 부문 민감도, 적응능력 지표는 시도기반 통계를 활용하였거나 국가기관에서 구축한 자료이므로 상대적으로 정밀도가 높은 서울시 자체 구축자료가 대체 지표로서 활용도가 높을 것으로 판단되어 서울시 자체 구축자료와 공간자료 추가 분석을 통해 평가지표 수정 및 보완
 - **(적응능력)** 자치구 재정 능력 등 행정적, 사회·경제적 지표 이외에도 부문 특성을 고려하여 ‘생태기반’이 높을수록 적응능력이 높은 것으로 판단하여 관련 지표 적용



[그림 4-27] 생태계 부문 기후변화 취약성 평가 체계

(2) 취약성 평가 항목

- 생태계 취약성 평가는 생물종 변화 5개, 생태계 변화 2개, 산림재해 발생 2개, 유지관리 비용 관리 1개로 총 10개 항목에 대하여 평가함
 - 생태계 11개 예비리스크에 대하여 평가를 수행하고자 하였으며, 평가 내용 및 지표 등을 종합적으로 검토하여 총 10개 예비리스크에 대해 취약성 평가 수행(생물종 돌발 대발생은 주로 병해충 증가와 관련되므로 지표 중복을 고려하여 예비리스크 5와 6은 통합하여 평가를 진행함)

[표 4-24] 생태계 부문 기후변화 취약성 평가 항목

대분류	리스크명	번호
생물종 변화	기온 및 강수량 변동에 따른 식물(종, 군락, 식물계절, 분포)변화	리스크 1
	기온 및 강수량 변동에 따른 외래종 증가	리스크 2
	기후변화에 따른 보호종 감소	리스크 3
	기후변화에 따른 생물종(동물) 및 개체수 변화	리스크 4
	기후변화에 따른 병해충 증가(생물종 돌발 대발생 고려)*	리스크 5
생태계 변화	기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소	리스크 6
	기후변화로 인한 습지면적 감소 및 육지화	리스크 7
산림재해 발생	폭우로 인한 산림재해(산사태 등) 증가 및 대형화	리스크 8
	가뭄으로 인한 산림재해(산불 등) 증가	리스크 9
유지관리 비용 관리	극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화 유지관리 비용 증가	리스크 10

*예비리스크 5, 6 통합평가: 생물종 돌발 대발생은 주로 병해충 증가와 관련

2) 기후변화 취약성 평가 결과²⁹⁾

- 리스크 6 “기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 산림 생태계에 영향을 미치는 강수량과 기온자료 사용
 - 민감도 평가지표는 서울시 도시생태현황도를 기반으로 산림면적을 산정하였으며, 탄소흡수량은 선행연구의 탄소흡수량 산출 방식을 활용하여 재산정함
 - 산림면적: 서울시 도시생태현황도(2020)의 산림지비오톱 면적을 구별로 합산하여 적용
 - 탄소흡수량: 송인주 외(2019)³⁰⁾ 탄소흡수량 산출방식을 서울시 도시생태현황도(2020)를 기반으로 산출
 - 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표를 적용함

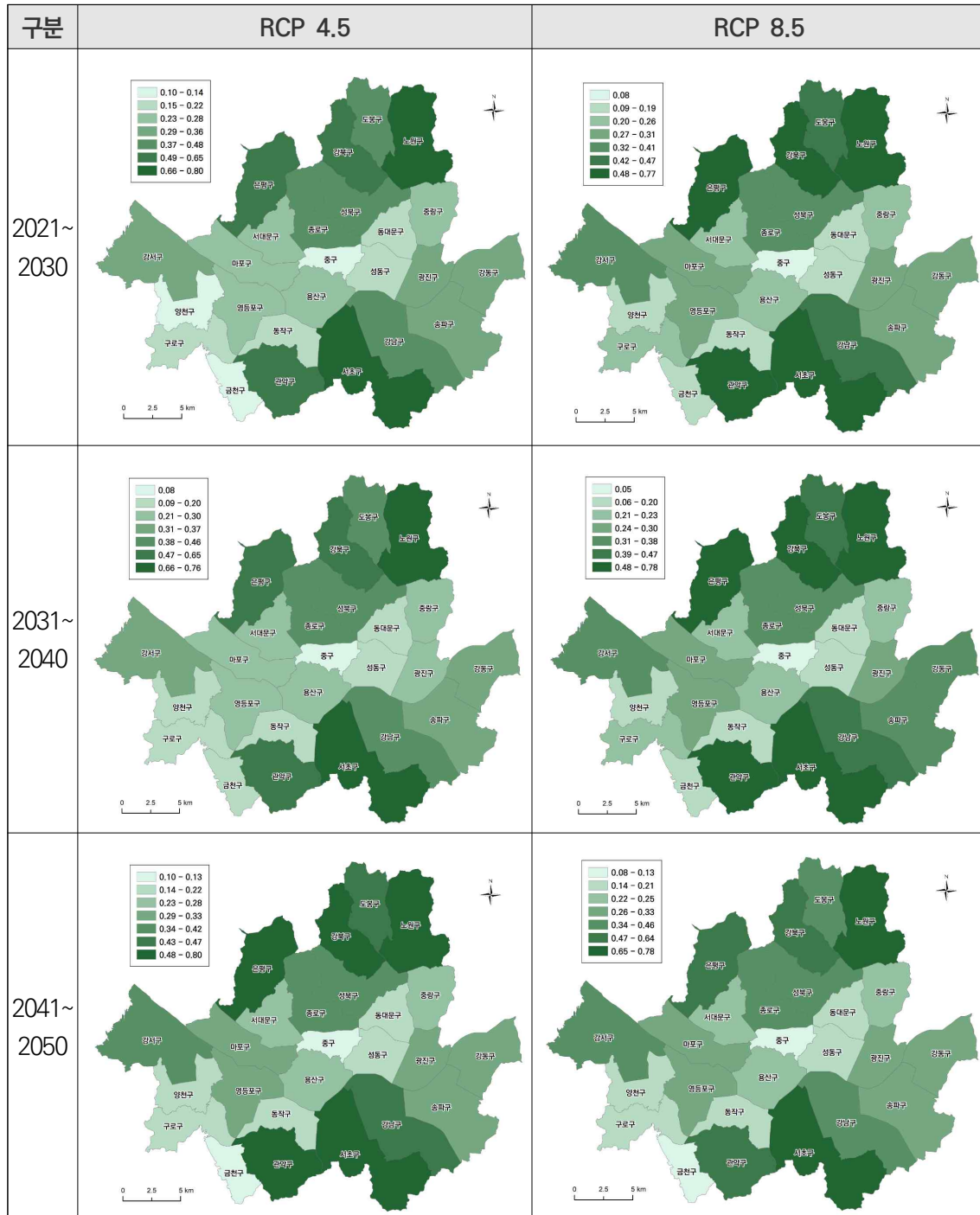
[표 4-25] 기후변화에 따른 산림의 탄소흡수량 감소 평가지표

대분류	리스크명	자료출처	분석방법
기후노출	6~8월 강수량(mm)	VESTAP	VESTAP 제공 지표 (기상청 RCP기후변화 시나리오 1km 다운스케일링)
	6~8월 일 최고기온의 평균값(°C)	VESTAP	
	일 최고기온이 33°C이상인 날의 횟수(회)	VESTAP	
	연속적인 무강수 일수의 최대값(회)	VESTAP	
	1~3월 평균 기온(°C)	VESTAP	
기후변화 민감도	산림면적 (산림지비오톱)	도시생태현황도 (2020)	구별 산림지비오톱 면적 산정
	탄소흡수량(톤/ha/년)	도시생태현황도 (2020)	송인주 외(2019) 탄소흡수량 평가 결과 활용(비오톱 유형별 탄소흡수량X 면적(ha)X녹지율)
적응능력	산림관계 공무원수(명)	VESTAP	VESTAP 제공 지표 (2019년 시도통계 원시자료)
	재정 자립도(%)	VESTAP	VESTAP 제공 지표 (2020년 재정자립도 적용)
	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)	VESTAP	VESTAP 제공 지표 (2016년 GRDP 적용)
	천연림 보육 면적(ha)	VESTAP	VESTAP 제공 지표 (2019년 시도통계 원시자료)
	침엽수 조림 면적(ha)	VESTAP	VESTAP 제공 지표 (2019년 시도통계 원시자료)

29) 리스크별 취약성 평가 결과와 상세지표는 부록에 자세하게 제시하였으며, 이 장에서는 ‘기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소’ 리스크에 대한 취약성 분석을 예시로 제시함

30) 송인주·윤초롱, 2019, 서울시 생태계서비스 평가체계 구축과 활용방안 연구에서 제시하고 있는 탄소흡수량 산출 방식을 사용하였으며, 해당 연구에서는 2015년 기준 도시생태현황도를 활용하였으나, 취약성 평가에서는 2020년 기준 도시생태현황도를 활용하여 재산출하였음

- 리스크 6 “기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소” 평가 결과
 - 산림면적이 크고 자연림이 많은 서울시 외곽(은평, 노원, 관악, 서초 등) 지역의 탄소흡수량 감소 취약성이 큰 것으로 나타남
 - 미래 기후변화로 서울시 외곽의 취약성이 상대적으로 더욱 커지는 경향을 보임



[그림 4-28] 기후변화에 따른 산림의 탄소흡수량 감소 평가결과

3 • 중점리스크 선정

1) 취약성 평가 결과 요약

- 생태계 기후변화 취약성 평가 결과, 기후변화 민감도가 높고 산림면적이 큰 자치구의 기후변화 취약성이 상대적으로 큰 것으로 나타남
- 미래 기후변화에 따른 변화는 서울시 내부에 있는 자치구에 비해 외곽 산림의 면적이 큰 자치구에서 상대적으로 큰 취약성을 보임

[표 4-26] 생태계 기후변화 취약성 평가 결과 요약

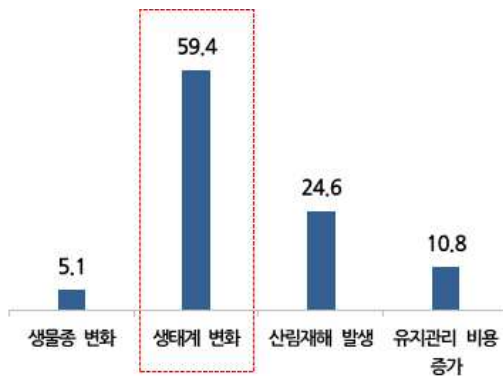
대분류	리스크 명	기후변화 취약성 평가 결과
생물종 변화	기온 및 강수량 변동에 따른 식물(중, 군락, 식물계절, 분포)변화	• 식물 생장에 영향을 미치는 서식지 질과 자연성에 의해 은평구, 노원구, 서초구 등의 취약성이 상대적으로 큼 • 미래 기후변화로 서울시 외곽 자치구와 남서지역의 취약성이 다소 증가하는 경향을 보임
	기온 및 강수량 변동에 따른 외래종 증가	• 생태계교란종, 외래종 출현 비율이 높은 지역인 강남구, 송파구, 마포구 등의 취약성이 상대적으로 큼 • 미래 기후변화로 인해 서울시 내부에 위치한 자치구의 취약성이 다소 증가하는 경향을 보임
	기후변화에 따른 보호종 감소	• 보호가치가 있는 비오톱 면적이나 보호종 출현 가능성이 높은 자치구의 취약성이 상대적으로 큼 • 미래 기후변화로 산림지 비율이 높은 서울시 외곽 자치구의 취약성이 커지는 경향을 보임
	기후변화에 따른 생물종(동물) 및 개체수 변화	• 포유류, 조류, 양서류 출현 빈도가 높은 마포구, 강남구, 강북구, 강동구 등 취약성이 상대적으로 큼 • 미래 기후변화에 의해 서울시 동부지역에서 취약성이 상대적으로 커지는 경향을 보임
	기후변화에 따른 병해충 증가 (생물종 돌발 대발생 고려)*	• 산림면적이 상대적으로 큰 은평구, 노원구, 서초구 등에서 취약성이 상대적으로 큼 • 미래 기후변화로 인해 강북보다 강남지역의 취약성이 상대적으로 커지는 경향을 보임

대분류	리스크 명	기후변화 취약성 평가 결과
생태계 변화	기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소	- 산림면적이 크고 자연림이 많아 탄소흡수량이 큰 지역인 서울시 외곽(은평구, 노원구, 관악구, 서초구 등)의 취약성이 큼 - 미래 기후변화에 의해 서울시 외곽의 취약성이 상대적으로 커지는 경향을 보임
	기후변화로 인한 습지면적 감소 및 육지화	- 습지가 있거나 수원함양 기능이 높은 자치구인 강서구, 송파구, 성동구 등의 취약성이 상대적으로 큼 - 미래 기후변화에 의해 강남지역의 취약성이 상대적으로 높으며, 습지가 있는 자치구의 취약성은 지속적으로 큰 것으로 분석됨
산림재해 발생	폭우로 인한 산림재해(산사태 등) 증가 및 대형화	- 산사태 위험지역이 많거나 기존 산사태 발생 건수 이력이 높은 자치구(은평구, 도봉구, 노원구, 서초구 등)가 취약성이 큼 - 미래 기후변화에 의해 서울시 외곽지역의 취약성이 상대적으로 크며, 강서구, 구로구 등 남서부 취약성도 증가함
	가뭄으로 인한 산림재해(산불 등) 증가	- 산불피해 이력이 있으면서 산림면적이 큰 강북지역에서 상대적으로 취약성이 큰 것으로 나타남 - 미래 기후변화에 의해 취약성이 전반적으로 커지는 경향을 보임
유지관리 비용 관리	극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화 유지관리 비용 증가	- 조경녹지 면적이 큰 강남구, 송파구, 서초구, 강동구, 노원구 등의 취약성이 상대적으로 큼 - 미래 기후변화에 의해 상대적 취약성이 강화되는 것으로 나타남

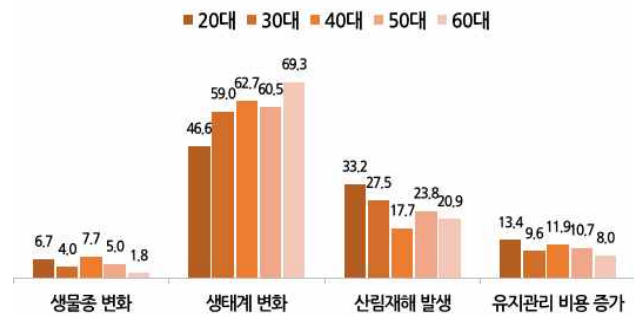
2) 시민 설문조사 결과 분석

○ 생태계 부문 위험 요소

- 기후변화로 인한 서울시 생태계 부문의 위험 요소 중 가장 심각하다고 생각하는 위험요소를 조사한 결과, ‘생태계 변화’가 59.4%로 가장 많았으며, 다음으로 ‘산림재해 발생’ 24.6%, ‘유지관리 비용 증가’ 10.8%, ‘생물종 변화’ 5.1% 순으로 나타남
- ‘생태계 변화’는 거의 모든 자치구에서 절반 이상이 심각한 위험이라고 응답함



[그림 4-29] 가장 심각한 생태계 리스크



[그림 4-30] 연령별 가장 심각한 생태계 리스크

○ 서울에 가장 큰 영향을 미칠 위험요소 선정

- 기후변화로 인한 서울의 생태계와 관련한 위험 중 서울시민에게 가장 위험하다고 생각하는 요소를 조사한 결과, ‘기후변화에 따른 산림의 탄소흡수량 감소’가 48.4%로 가장 높았으며, 다음으로 ‘폭우로 인한 산림재해 증가 및 대형화’ 40.6%, ‘가뭄으로 인한 산림재해 증가’ 32.2% 등의 순으로 나타남
- 생물종 변화에서는 병해충 증가(30.1%) > 동물종 및 개체수 변화(28.0%) > 식물 변화(24.5%) > 외래종 증가(21.6%) > 보호종 감소(19.7%) > 돌발 대발생(16.4%) 순으로 위험요소가 높은 것으로 조사됨
- 생태계 변화에서는 탄소흡수량 감소(48.4%) > 습지면적 감소(23.6%) 순으로 조사됨
- 산림재해 발생은 폭우로 인한 산림재해 증가(40.6%) > 가뭄으로 인한 산림재해 증가(32.2%) 순으로 조사됨
- ‘극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화 유지 관리 비용 증가’를 꼽은 응답자는 15.0%로 상대적으로 낮게 나타남



[그림 4-31] 기후변화로 가장 큰 영향을 미칠 것으로 생각하는 생태계 분야 위험 3가지 조사 결과

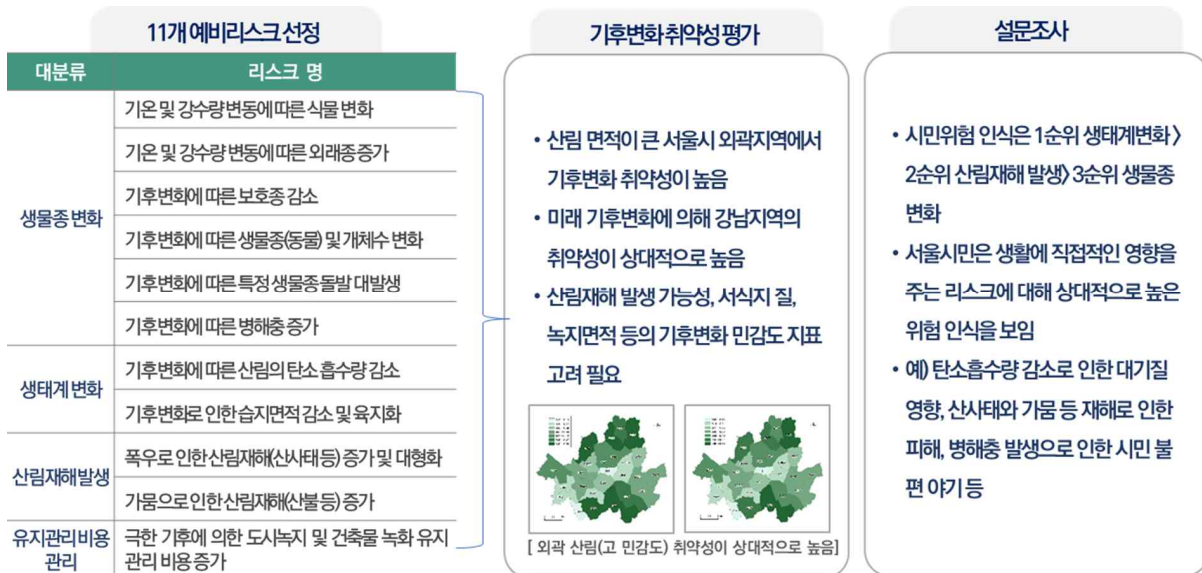
○ 생태계 분야 리스크 시민 설문조사 결과 종합

- 서울시민은 생태계 변화 > 산림재해 발생 > 생물종 변화 순으로 기후변화에 위험하다고 인식하였으며, 시민의 20% 이상이 위험하다고 응답한 기후변화 위험은 탄소 흡수량 감소, 산림재해의 증가, 병해충 증가 등으로 나타남
 - (생태계 변화) 가뭄 및 기온상승으로 인한 산림의 탄소흡수량 감소, 기후변화로 인한 습지면적 감소
 - (산림재해 발생) 폭우로 인한 산림재해 증가 및 대형화, 가뭄으로 인한 산림재해 증가
 - (생물종 변화) 기후변화에 따른 병해충 증가, 동물종 및 개체수 변화, 식물 변화, 외래종 증가
- 탄소흡수량 감소로 인한 대기질 영향, 산사태와 가뭄 등 재해로 인한 피해, 병해충 발생으로 인한 시민 불편 등을 고려한 응답으로 판단됨

3) 생태계 부문 중점리스크 선정

- 11개 예비리스크에 대한 기후변화 취약성 평가 결과 및 시민 설문조사 결과를 활용하여 서울시에서 고려해야 할 중점리스크를 선정함
 - (취약성 평가) 평가 결과 서울시 외곽지역에서 기후변화 취약성이 상대적으로 크고, 취약성이 높게 나타나는 지역의 기후변화 민감도 지표의 고려 필요

- (설문조사) 생활에 직접적인 영향을 주는 기후변화 리스크에 대해 상대적으로 높은 위험 인식을 보이므로 이를 중점리스크 선정에서 반영



[그림 4-32] 생태계 부문 중점리스크 도출 과정

- 서울시 생태계 부문 중점리스크는 생물종 변화 4개, 생태계 변화 1개, 산림재해 발생 2개, 유지관리 비용 1개 리스크로 총 8개 리스크를 선정함. 이는 ‘서울시 기후변화대응 종합계획’의 생태계 부문 세부시행계획에 반영할 수 있도록 검토함

[표 4-27] 생태계 부문 중점리스크 목록

대분류	리스크명
생물종 변화	기온 및 강수량 변동에 따른 식물(종, 군락, 식물계절, 분포)변화
	기온 및 강수량 변동에 따른 외래종 증가
	기후변화에 따른 생물종(동물) 및 개체수 변화
	기후변화에 따른 병해충 증가
생태계 변화	기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소
산림재해 발생	폭우로 인한 산림재해(산사태 등) 증가 및 대형화
	가뭄으로 인한 산림재해(산불 등) 증가
유지관리 비용 관리	극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화 유지관리 비용 증가

04 시설물 관리(도시공간) 지역리스크

1. 예비리스크 선정

1) 국가 기후변화 리스크 목록 검토

- 정부의 제3차 국가 기후변화 적응대책(2021~2025)은 ‘국토·연안’ 부문을 정주공간, 기반시설 및 건축물로 구분하여 14개 기후리스크를 설정함
 - 기후변화로 인한 주거지역 열 스트레스 증가, 도시 및 저지대 침수 등 정주환경에 대한 위험 리스크를 반영하였고, 포장도로 파손, 철도레일 변형 등 새로운 유형의 시설 피해 리스크를 제시함

[표 4-28] 제3차 국가 기후리스크 목록(국토·연안 부문)

구분	번호	리스크명
정주 공간	L01	폭우로 인한 저지대 침수 위험 증가
	L02	폭우로 인한 주거지역 비탈면 붕괴위험성 증가
	L03	폭우, 해일, 파랑, 해수면상승으로 연안지역 침수범람 위험 증가
	L04	파랑 및 해수면상승으로 인한 백사장, 사구, 연안, 갯벌, 수림지의 침식
	L05	폭우로 인한 도시 침수 피해 증가
기반시설 및 건축물	L06	폭우, 폭설로 인한 육상교통 운행 중단 및 사고 증가
	L07	기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 현상 증가
	L08	폭염으로 인한 철도레일 변형 및 탈선위험 증가
	L09	이상 기상 현상(강풍, 폭우, 폭설)로 인한 항만시설, 공항 시설물의 파손 및 운영 정지
	L10	이상 기상 현상(폭우, 강풍, 폭설, 폭염)으로 인한 전기/통신시설 피해 증가
	L11	강우패턴 변화로 인한 배수시설 기능저하
	L12	폭설, 강풍으로 인한 노후 불량 건축물 파손 증가
	L13	폭염으로 인한 주거 지역 열 스트레스 증가
	L14	해일, 강풍, 파랑, 해수면상승으로 인한 연안시설물 피해 증가

- 내륙지역인 서울과 관계없는 L03, L04, L14를 제외한 나머지 리스크에 대해 시설물 부문(도시 공간) 부문에 적합하도록 조정 및 보완하여 서울에서의 적용 가능성을 검토함
 - (정주공간 L01, L05) 서울에서 폭우로 인한 도시공간에 대한 대표적인 영향은 도시침수 위험인데, 지하공간 침수위험이 주된 형태이므로, 폭우로 인한 지하공간 침수위험으로 수정·보완함
 - 위험의 내용이 유사하고 구분이 불분명한 L01과 L05를 통합함
 - (정주공간 L02) 침수위험과 함께 옹벽·축대, 인공 비탈면, 자연 비탈면 붕괴위험이 서울에서 폭우로 인한 도시공간에 대한 또 다른 대표적인 리스크이므로 국가 리스크 목록을 그대로 수용하여 서울에 적용함
 - (기반시설 및 건축물 L06, L09) 폭우, 강풍, 폭설 등 극한 기상으로 인한 교통시설(육상 교통, 항만시설, 공항시설)에 대한 영향은 서울시 맥락에 맞게 육상교통으로 한정하되, 도시교통(도로, 도시철도)로 수정하여 표현함
 - (기반시설 및 건축물 L07) 기후변화로 인한 기온 변동성은 포장도로의 내구성을 저하시켜 균열, 파손, 소성변형 등을 앞당길 것으로 예상됨에 따라 국가 리스크 목록을 그대로 수용하여 서울에 적용함
 - (기반시설 및 건축물 L08) 폭염으로 철도레일 온도가 높아지면 레일 변형, 팽창 등으로 인해 탈선위험을 증가시키므로 국가 리스크 목록을 그대로 수용하되, 서울시 도시철도로 수정하여 표현함
 - (기반시설 및 건축물 L10) 극한 기상(폭우, 강풍, 폭염, 폭설)으로 인한 전기·통신시설 피해위험은 국가 리스크 목록을 그대로 수용하되, 서울시 맥락을 고려하여 에너지(전기, 도시가스) 및 통신시설에 대한 영향으로 수정하여 적용함
 - (기반시설 및 건축물 L12) 폭설, 강풍으로 인한 노후 불량 건축물 파손위험 증가는 국가 리스크 목록을 그대로 수용하여 서울에 적용함
 - (기반시설 및 건축물 L13) 폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가는 국가 리스크 목록을 그대로 수용하여 서울에 적용함
 - (기반시설 및 건축물 L11) 강우패턴 변화로 인한 배수시설에 대한 영향은 ‘물관리’ 부문에서 다루도록 함
 - (정주공간 L03, L04, 기반시설 및 건축물 L14) 서울은 내륙지역에 위치한 도시로서, 해일, 파랑, 해수면상승으로 인한 연안지역 범람 및 침식, 연안시설물 피해 등의 위험은 제외함

2) 문헌분석

- 기후변화는 기온, 강우, 바람 등 기후인자의 변동성을 증가시키고, 이는 폭염(도시열섬), 폭우, 태풍·강풍, 폭설, 가뭄 등 극단적인 기상현상의 빈도와 강도를 증가시킨다. 서울과 같은 대도시지역은 한정된 장소에 인구와 시설이 고도로 밀집되어 있으므로 기후변화 취약성이 높음
- 따라서 기후변화의 영향, 취약성, 위험도와 관련된 지역적 차원의 연구들은 압도적으로 도시지역을 대상으로 하며, 우리나라에서 대도시 서울은 기후변화와 관련된 대표적인 연구대상 지역이 되고 있음
- 기후변화의 도시공간에 대한 영향 또는 도시공간의 기후변화에 대한 취약성에 관한 연구들은 폭염, 폭우, 태풍·강풍, 폭설, 가뭄 등 기상현상과 도시공간 구성요소의 특성을 정량적인 지표체계, 모델링 등을 통해 분석·평가·예측하는 연구가 주류를 이룸
- 지금까지 관련 연구를 통해 알려진 기후변화로 인한 도시공간, 특히 기반시설 및 건축물에 대한 일반적인 영향을 요약하면 아래 표와 같음

[표 4-29] 기후변화의 기반시설에 대한 영향 요약

구분	온도 변화	강우패턴 변화	폭풍패턴 변화
교통	- 노면 녹아내림, 철도레일 변형 - 계절적 서리 또는 동토층 융해로 인한 도로손상 - 북극 해빙으로 항로개방에 따른 항만수요 변화	- 침수로 인한 운송중단 - 수위변화로 인한 내륙수로 운송중단	- 교량 등 기반시설 손상 - 항만, 공항 폐쇄
에너지	- 태양광패널의 효율성 감소 - 냉각수 온도한계로 인한 화력발전소 출력 감소 - 냉방수요 증가	- 수력발전 생산량 감소 - 침수로 인한 에너지 공급중단 - 냉각수 부족	- 풍력발전단지, 분배네트워크 등 손상 - 정전으로 인한 경제적 손실
통신	- 데이터센터 냉방수요 증가	- 통신설비 침수 - 침하로 인한 통신설비 손상	- 라디오마스터와 같은 공중 전송설비 손상
도시개발	- 냉방수요 증가 - 난방수요 감소	- 가뭄위험 - 침수	- 건물 손상 - 사망 및 부상
용수	- 수처리 수요 증가 - 저수지 증발 증가	- 저수용량 수요 증가 - 하천제방의 범람위험 증가	- 물관련 시설 손상 - 홍수방어시설이 제공하는 방어기준 저하

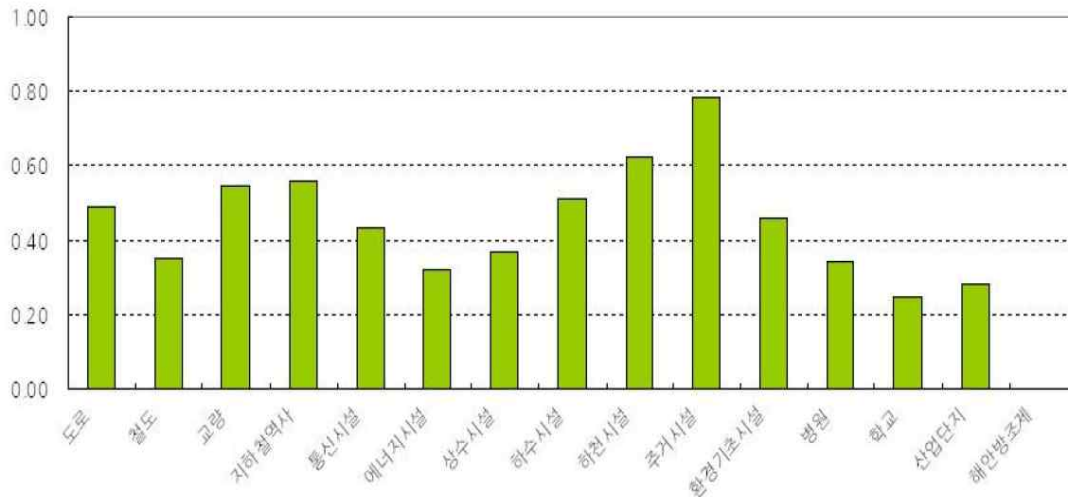
자료: OECD, 2018, Climate-resilient Infrastructure, OECD Environment Policy Paper No.14

[표 4-30] 기후변화 및 기상조건의 건축물에 대한 영향 요약

구분	건축물에 대한 영향
폭염	- 토양수축 및 침하 가능성 증가(특히, 점토지역) - 콘크리트 열화 속도 증가 - 건물내부 과열(특히, 노후 고층아파트)
홍수	- 건물의 내·외부 침수 및 손상 - 비탈면 불안정성 및 붕괴위험 증가 - 홍수위험지역의 보험료 상승
폭풍 (강풍 포함)	- 구조적 손상 증가 - 빗물침투 위험
가뭄	- 토양수축 및 침하 가능성 증가(특히, 점토지역) - 건물 유지관리 및 주거를 위한 용수 감소
한파	- 건물의 추위 관련 스트레스(예: 파이프 동결, 서리) - 한파 감소에 따른 난방수요 감소
온난한 겨울	- 감염병 확산 가능성 증가
습한 겨울	- 건물 습기 증가
따뜻한 여름	- 해충 증가로 인한 건물손상(특히, 오래된 건축물)

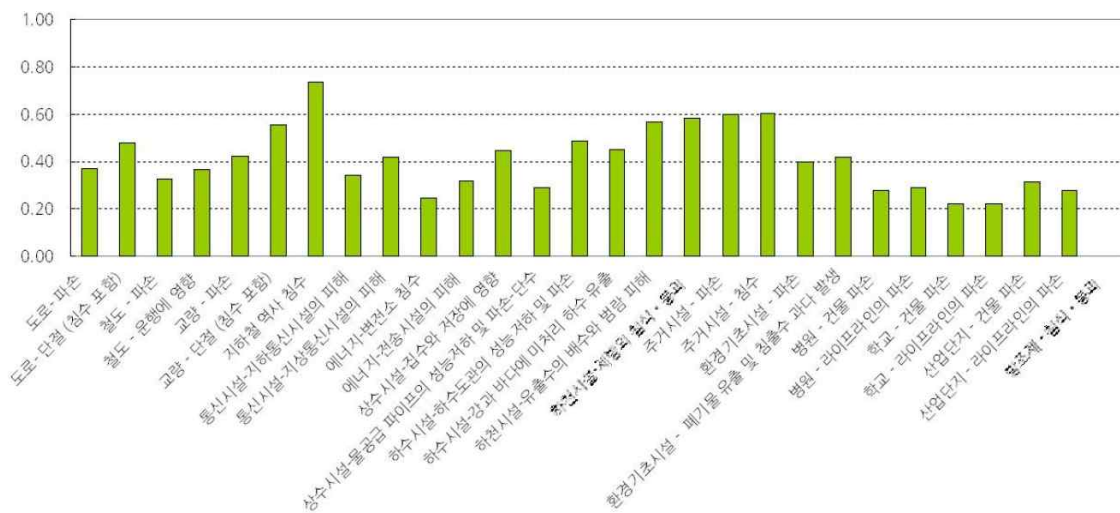
자료: Adapting Buildings, Climate Just 홈페이지(www.climatejust.org.uk/messages/adapting-buildings)

- 한편, 기후변화에 따른 기반시설의 위험도와 관련하여 ‘기후변화 적응 강화를 위한 사회기반시설의 취약성 분석 및 대응방안 연구 II’(환경정책·평가연구원, 2010)에서는 우리나라에서 주로 피해를 일으키는 기후사상인 태풍과 홍수에 대해 지역단위에서의 기반시설의 기후변화에 대한 위험도를 진단하여 기후변화 적응역량 강화를 위한 방안을 제시하였는데, 내륙지역 사례분석 대상지의 홍수·태풍에 대한 기반시설 위험도 평가결과는 [그림 6-34] 및 [그림 6-35]와 같음
 - 기반 시설별로는 전반적으로 주거시설이 위험도가 가장 높은 것으로 나타났고, 하천시설이 그 뒤를 이으며, 지하철 역사, 교량, 하수시설, 도로 등이 높은 편인 것으로 나타남
 - 기반시설의 영향별 위험도를 보다 세부적으로 보면, 내륙지역은 전반적으로 '지하철 역사 침수', 주거시설의 '침수' 및 '파손', 하천시설에서 '제방의 침식·붕괴', '유출수의 배수와 범람 피해', 상수시설에서 '집수와 저장에 영향' 등이 위험도가 가장 높은 것으로 나타남



[그림 4-33] 내륙지역 기반시설별 홍수·태풍에 대한 위험도

자료: 환경정책·평가연구원(2010)



[그림 4-34] 내륙지역 기반시설의 기후변화(홍수·태풍) 영향별 위험도

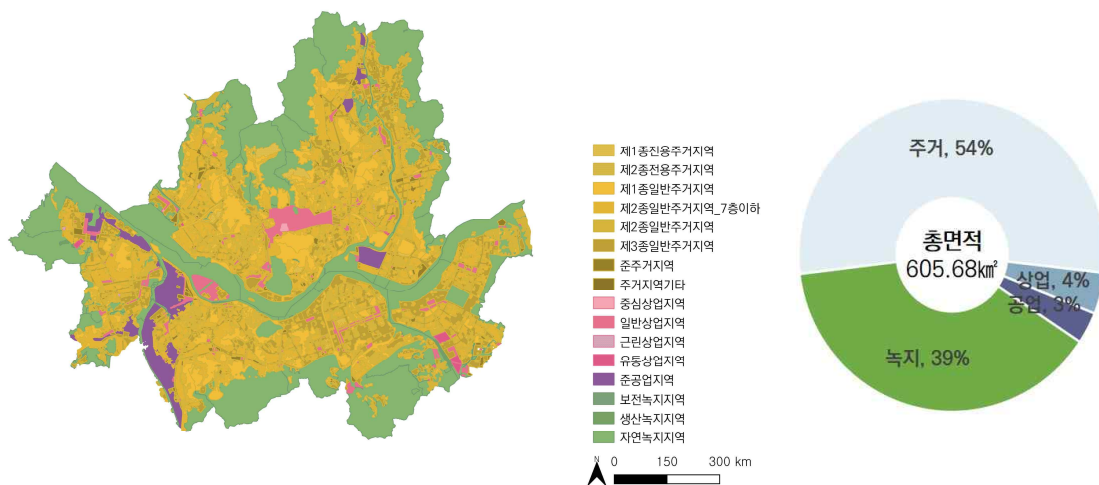
자료: 환경정책·평가연구원(2010)

- 일반적으로 도시공간에서 기반시설 및 건축물의 고밀화, 대형화, 고층화, 복합화, 지하화, 네트워킹화는 기후변화에 대한 취약성을 높여 재난·사고 위험도를 증가시키는 경향이 있음
 - 최근에는 기반시설 및 건축물의 노후화가 정책적 과제로 크게 부상하였는데, 노후화된 도시공간은 에너지 효율이 낮을 뿐만 아니라 기후변화에 따른 영향을 크게 받을 수 있음
 - 한편, 방재시설뿐만 아니라 기반시설과 건축물의 기후변화 및 방재적 측면을 고려한 회복력(resilience) 강화는 기후변화로 인한 재난 등 피해를 줄일 수 있는데, 이는 지역의 경제력, 주민의식 및 활동, 행정기관의 정책적 역량과 의지 등과 관련이 있음

- 또한 기후변화로 인한 피해는 소득, 연령, 건강과 같은 사회경제적 취약성 요소와 밀접한 관련이 있는데, 이는 지역적으로 기반시설 및 건축물의 노후화, 불량, 부족 등의 측면과도 밀접한 관련이 있음

3) 서울시 시설물 관리(도시공간) 특성 분석

- 서울은 도시화에 따른 시가지 확산과 고밀개발로 인하여 기후변화로 인한 위험이 크며, 예측하지 못한 문제가 발생한다면 피해의 규모가 매우 크고 복합적임
- 2020년 기준 서울시 도시지역 면적 605.68km² 중 주거지역 325.73km²(53.78%), 녹지지역 234.37km²(38.69%), 준공업지역 19.88km²(3.28%), 상업지역 25.70km²(4.24%) 순으로 지정되어 있어, 전체 면적의 약 61%가 시가화면적³¹⁾에 해당함



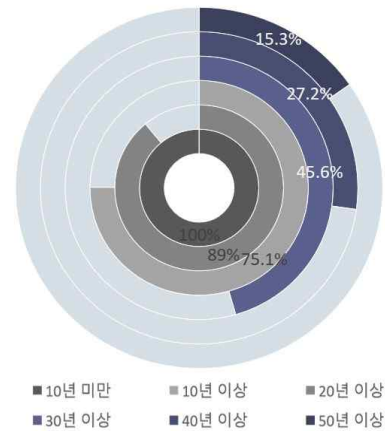
[그림 4-35] 서울시 용도지역 현황

자료: 국토교통부, 2020, 도시계획현황통계

31) 시가화면적은 용도지역 중 주거지역, 상업지역, 공업지역 면적의 합을 의미함

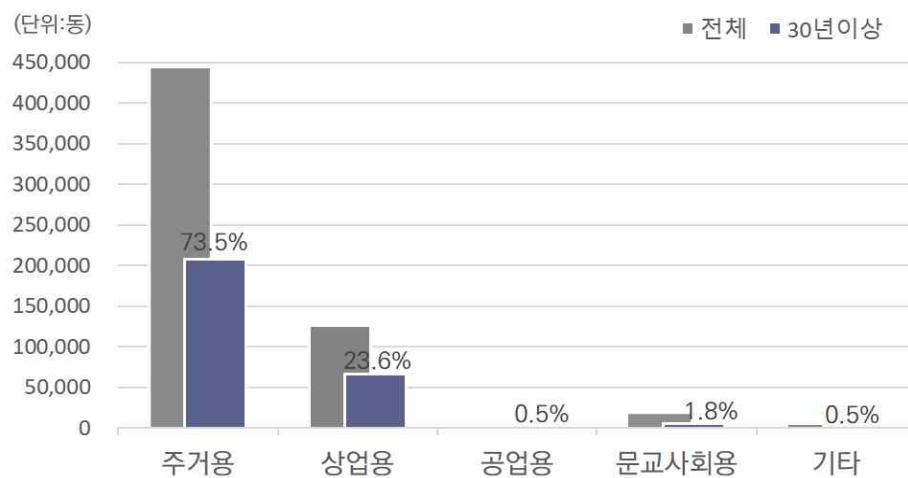
- 과거 고도성장기의 개발연대에 대량으로 공급된 건축물과 도시기반시설이 빠르게 노후화되어 감에 따라 도시공간의 기후변화에 대한 취약성은 더욱 가속화될 전망이다
 - 2020년 기준 서울시에는 총 598,848동의 건축물이 있으며, 30년 이상 건축물이 전체 건축물의 45.6%, 40년 이상 건축물이 27.2%, 50년 이상 건축물이 15.3%를 차지함
 - 30년 이상 노후 건축물의 용도별 비중을 살펴보면, 주거용이 73.5%로 가장 많고 이는 전체 주거용 건축물의 46.8%에 해당하며, 상업용 23.6%, 문교사회용 1.8% 순임
 - 2040년 서울 노후주택 물량은 전체 50%에 해당할 것으로 예상되며, 재건축 대상 아파트는 146만 호로 공동주택의 89%가 정비 대상이 될 것으로 예측됨(서울시, 2019)

구분	동	비율
10년 미만	65,626	11.0
10년 이상~20년 미만	83,267	13.9
20년 이상~30년 미만	176,985	29.5
30년 이상~40년 미만	109,981	18.4
40년 이상~50년 미만	71,230	11.9
50년 이상	91,759	15.3
계	598,848	100



[그림 4-36] 서울시 건축물 노후도 현황

자료: 서울시 내부자료, 2020



[그림 4-37] 서울시 건축물 용도별 노후도(2020년 기준)

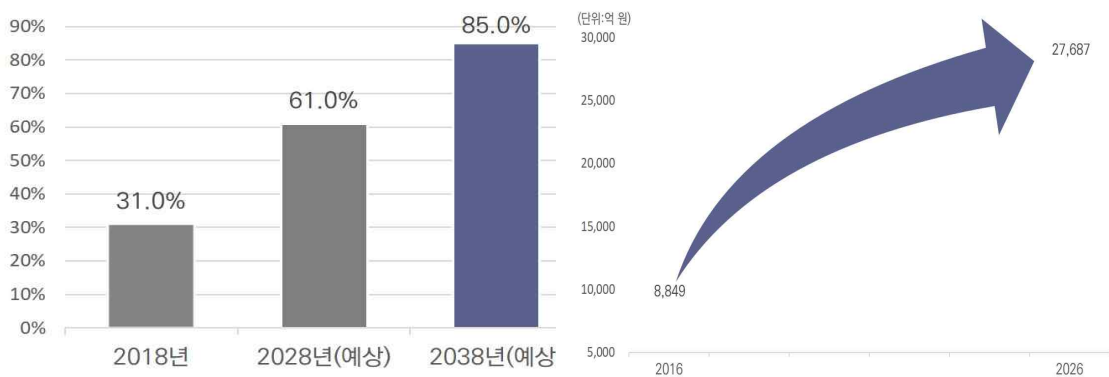
자료: 국토교통부 건축물 생애이력 관리시스템

- 2020년 기준 서울에 소재한 교량, 터널, 공동구, 옹벽, 절토사면 등 주요 기반시설 1,712개 가운데 사용 연수가 30년 이상인 시설물은 728개로 42.5%가 해당됨
- 2038년 30년 이상 노후 기반시설은 전체 기반시설의 85%를 차지하며, 2018년에 비해 2.7배 급증할 것으로 예상됨
- 2026년 도로시설, 상하수도, 지하철 등 주요 기반시설 유지보수 비용 추계는 2조 7,687억 원으로 2016년 대비 3배 이상 증가할 것으로 산정되어 안전성 감소와 막대한 개선 비용이 소요될 전망이다

[표 4-31] 시설물별 사용연수 현황

구분	계	교량	터널	공동구	옹벽	절토사면	기타토목 시설물
10년 미만	133	37	69	3	17	6	1
10년 이상 20년 미만	342	144	115	1	74	-	8
20년 이상 30년 미만	509	201	201	-	87	5	15
30년 이상	728	281	190	5	142	2	108
계	1,712	663	575	9	320	13	132

주: 소재지가 서울이며, 시설물통합정보관리시스템(FMS, Facility Management System)에 등록된 시설물을 바탕으로 작성
 자료: 국토안전관리원, 2021, 시설물통계연보



[그림 4-38] 서울시 기반시설 노후화 비율 추산

자료: 서울특별시, 2018, 서울특별시 도시안전 기본계획
 주: 기반시설은 공공건축물, 지하철시설, 상수도, 하수관로, 도로시설물을 포함

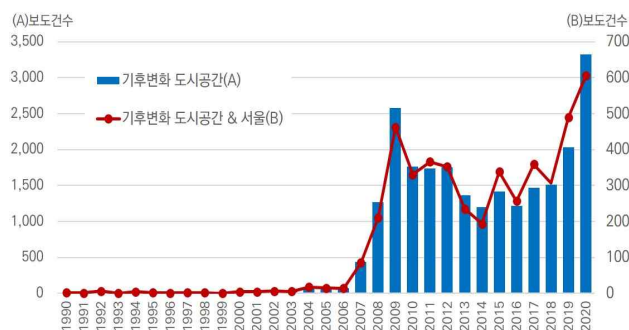
[그림 4-39] 서울시 기반시설 유지보수 비용 추계

자료: 서울특별시, 2018, 서울특별시 도시안전 기본계획

4) 미디어 분석

(1) 보도 경향성 분석

- 한국 언론 진흥재단의 뉴스 빅데이터 분석 프로그램인 빅카인즈(BIGKinds)를 이용하여 도시 공간 주요 이슈와 키워드를 도출함
 - 기후변화와 연계한 도시공간 관련 뉴스 동향을 분석하기 위해 약 30년(1990~2020년)간 보도된 국내 53개 언론사 뉴스를 분석함
- 지난 30년간 ‘기후변화와 도시’ 관련 기사는 24,441건이 검색되었고, 이 중, 서울 관련 기사는 4,832건이 추출됨. 서울시 기후변화 보도 건수는 2009년에 크게 증가하였고, 최근에도 기사가 증가하는 경향을 보임
 - 2009년 서울에서 ‘C40 세계도시 기후정상회의’가 개최되며 관련 기사가 크게 증가했고, 최근 기후변화에 관심이 높아지며 꾸준한 증가 추세를 보임
- 주요 키워드 분석 결과, ‘고속도로’, ‘빗물’, ‘친환경’, ‘스마트시티’, ‘지속가능’, ‘온실가스 감축’ 등의 단어가 도출되었으며, ‘이클레이(ICLEI)’, ‘파리’, ‘시드니’, ‘중국’ 등 국내외 도시와 관련된 키워드도 추출됨



[그림 4-40] 서울 기후변화 관련 도시공간 보도 경향성 분석(보도건수 기반)



[그림 4-41] 도시공간 부문 주요 키워드 분석 결과

(2) 주요 이슈 도출

- 서울시 시설물 관리(도시공간) 부문 언론기사 분석 결과, 2018년에는 폭염으로 인한 도로 및 철도의 손상, 2019년에는 집중호우로 인한 피해가 주요 이슈였음. 2020년 폭우, 2021년 폭설은 유례없는 이상기후로 큰 피해가 발생하며 관련 기사가 보도됨
 - 물리적 피해뿐만 아니라 전기통신공급, 에너지공급 등 도시기반 서비스의 피해도 주요 고려대상임을 알 수 있음

[표 4-32] 서울 시설물 관리(도시공간) 기후변화 관련 주요 언론기사

관련기사	보도날짜	기후동인	대상	영향
서울에 120mm 폭우...도로통제·축대 붕괴 등 피해	2016.07.05	폭우, 집중호우	도로, 축대, 주택 옹벽, 지반, 전기	침수, 붕괴, 침하, 산사태, 정전
폭염으로 서해안고속도로 순산터널 30cm 솟아올라, “비빙C까지 교통혼잡”	2018.07.16	폭염	도로	브로우-업(blow-up) 현상
서울시 폭염 대비 지하철 지상구간 레일 자동살수장치 확대 시급	2018.07.27	폭염	철도	레일 휨
서울·경기 기습 폭우에 ‘물바다’...침수·붕괴 480건	2018.08.30	집중호우	지하철, 주택, 도로	침수, 침하, 붕괴
‘KT 통신 마비’ 불편 가중...“완전 복구까지 일주일”	2018.11.26	-	통신	마비
올해 서울 강수량 평년 절반...중부 가뭄 우려	2019.08.04	가뭄	댐	저수량 감소
서울도 방음벽 무너지고 교화침탑 붕괴·정전까지...27명 부상	2019.09.07	강풍	구조물, 건축물, 전기	붕괴, 정전
장마·집중호우 피해 입은 LPG·도시가스시설 복구 ‘구슬땀’	2020.08.07	집중호우	LPG, 도시가스시설	마비
폭우, 도심 석축도 위험...“장마철 관리 점검”	2020.08.07	폭우	주택가	붕괴
폭우에 있던 붕괴... 개조도 철거도 못하는 노후 ‘무허가’ 건물 어찌나	2020.08.12	폭우	노후주택	붕괴
서울에 또 폭설...‘퇴근 악몽’ 겪은 시민들 지하철로	2021.01.12	폭설	도로	결빙, 교통사고
“15분 거리 3시간 걸려...서울시·기상청 뭉뚱하니” 불만 폭발	2021.01.07	폭설	도로, 지하철, 수도관	결빙, 동파

5) 예비리스크 목록 선정

- 제3차 국가 기후리스크, 문헌분석, 서울시 시설물 관리(도시공간) 특성 분석, 국내 미디어 분석 결과를 종합적으로 고려함
 - 제3차 국가 기후변화 적응대책 ‘국토·연안’ 부문 14개(정주공간 5개, 기반시설 및 건축물 9개) 리스크에 대하여 서울시 적용 가능성을 검토하고, 리스크를 통합·수정·보완함
 - 기후변화와 도시공간 연구동향, 이상기후에 따른 도시공간 영향, 기후변화 전망, 도시공간 관련 연구 등 종합적인 문헌분석을 수행함
 - 시가지 현황 등 공간자료를 활용하여 서울시 시설물 관리(도시공간) 특성을 분석함
 - 미디어 분석도구를 이용하여 언론기사 및 키워드 분석을 수행하여 주요 이슈를 검토하고, 이를 서울시 시설물 관리(도시공간) 부문 리스크에 반영함
- 앞서 검토한 내용을 바탕으로 시설물 관리(도시공간) 부문 기후변화 예비리스크를 총 8개로 최종 선정함
 - 기반시설은 범위가 넓어 핵심시설(critical infrastructure)이자 기후변화에 대한 취약성이 높은 교통시설(도로, 도시철도), 에너지(전력, 도시가스) 및 통신시설로 한정함
 - 상·하수도, 공원·녹지, 병원 등 기반시설은 물관리, 생태계, 건강 등의 부문에서 다루도록 함

[표 4-33] 서울시 시설물 관리(도시공간) 기후변화 예비리스크

구분	리스크명		국가 리스크
건축물	01	폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스* 증가	L13
	02	폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가	L01, L05
	03	폭우로 인한 시가지 비탈면(옹벽·축대, 인공·자연 비탈면) 붕괴위험 증가	L02
	04	극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가	L12
기반 시설	05	극한기상(폭염, 폭우, 강풍, 폭설)으로 인한 에너지(전력, 도시가스) 및 통신시설 피해위험(정전, 도시가스 공급중단, 통신 마비 등) 증가	L10
	06	극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 도시교통(도로, 도시철도) 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가	L06, L09
	07	기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 위험 증가	L07
	08	폭염으로 인한 도시철도 레일 변형 및 탈선위험 증가	L08

* 사람이 고온 환경에서 느끼는 압박 및 불쾌감

2 · 기후변화 영향 및 취약성 평가

1) 취약성 평가 개요

(1) 취약성 평가 체계

- 건축물 및 기반시설을 중심으로 선정한 8개 리스크에 대해 환경부 ‘기후변화 취약성 평가도구 (VESTAP)’의 방법론을 활용하여 취약성 평가를 수행함
- 서울시 특성과 기후변화 영향을 종합적으로 고려하여 항목별 평가지표를 선정하고 가중치를 조정함
- VESTAP에서 제공하는 국토부문 취약성 평가 항목과 항목별 지표 및 가중치를 참고하였으며, 선행연구 검토 및 전문가 자문을 통해 보완함
 - (기후노출) 미래 기후노출 평가를 위해 VESTAP에서 제공하는 RCP 기후변화 시나리오 평가지표를 활용함
 - (민감도) VESTAP에서 제공하는 지표는 시도기반 통계를 활용하거나 국가기관에서 구축한 자료이므로 서울시 자체 구축 자료가 대체 지표로서 활용도가 높을 것으로 판단하여 서울시 자체 구축 자료와 공간자료 추가 분석을 통해 평가지표를 수정 및 보완함
 - (적응능력) 자치구 재정 능력 등 행정적, 사회·경제적 지표 이외에도 부문 특성을 고려하여 지표를 적용함



[그림 4-42] 시설물 관리(도시공간) 부문 기후변화 취약성 평가 체계

(2) 취약성 평가 항목

- 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가는 건축물 및 기반시설에 대한 8개 리스크를 모두 평가 항목으로 적용함

[표 4-34] 시설물 관리(도시공간) 부문 기후변화 취약성 평가 항목

대분류	항목	비고
건축물	폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스증가	리스크 1
	폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가	리스크 2
	폭우로 인한 시가지 비탈면(옹벽·축대, 인공·자연 비탈면) 붕괴위험 증가	리스크 3
	극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가	리스크 4
기반 시설	극한기상(폭염, 폭우, 강풍, 폭설)으로 인한 에너지(전력, 도시가스) 및 통신시설 피해위험(정전, 도시가스 공급중단, 통신 마비 등) 증가	리스크 5
	극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 도시교통(도로, 도시철도) 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가	리스크 6
	기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 위험 증가	리스크 7
	폭염으로 인한 도시철도 레일 변형 및 탈선위험 증가	리스크 8

2) 기후변화 취약성 평가 결과³²⁾

- 리스크 2 ‘폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가’ 평가지표
 - 기후노출 평가는 폭우와 관련하여 강수량 지표를 사용함
 - 민감도 평가는 서울시 지하공간과 연관된 저지대, 지하 건축물과 지하철 역사에 대한 지표를 선정하였으며, 침수와 관련한 불투수율 지표 역시 활용함
 - 적응능력은 공무원, 재정 관련 지표 이외에도 침수와 관련된 하수관로, 내수배제시설을 지표로 선정하고, VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표를 적용함
 - 분야별 가중치는 기후노출 0.37, 민감도 0.37, 적응능력 0.26이며, 세부 지표별 가중치는 폭우로 인한 지하공간 침수위험에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

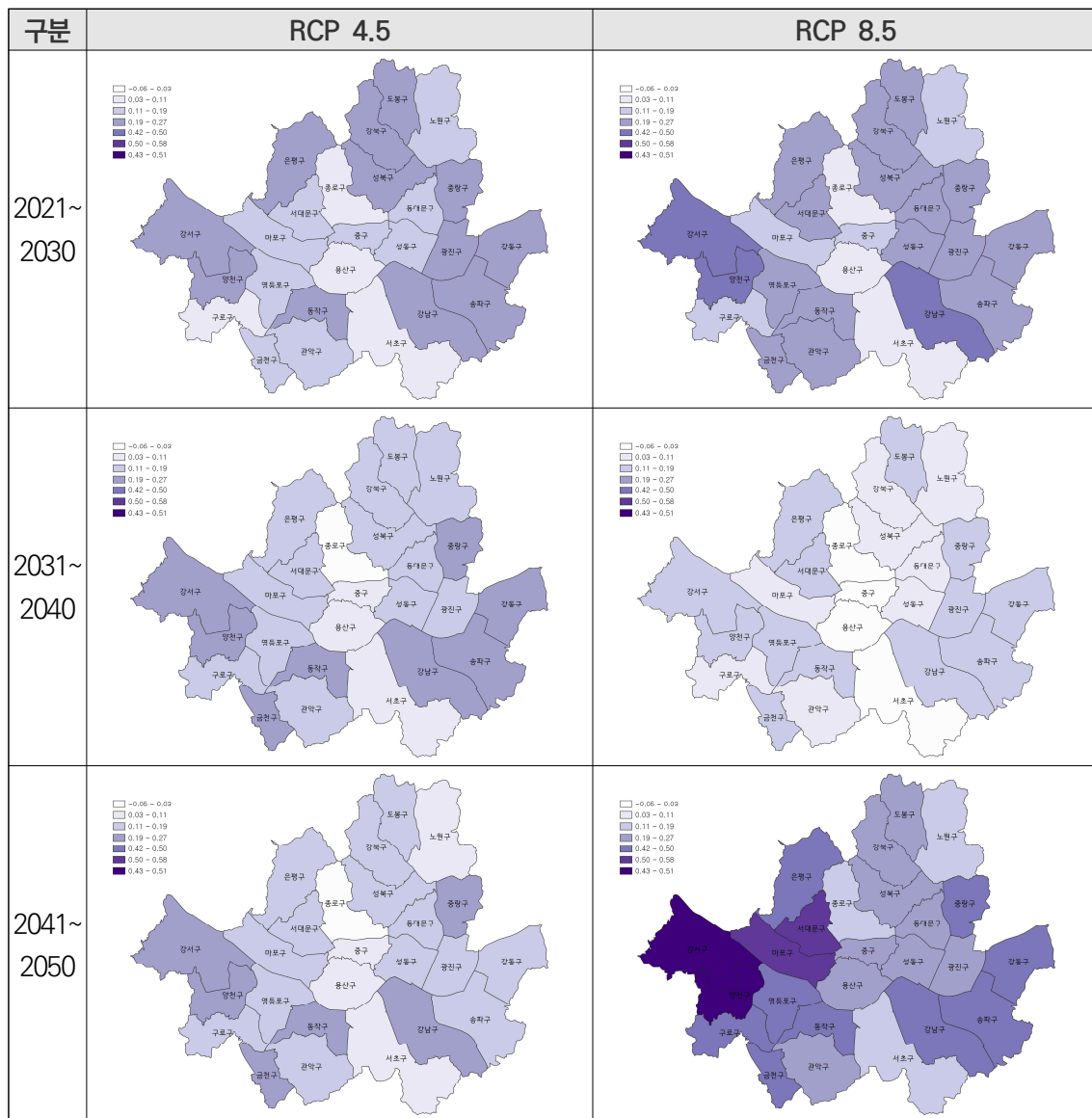
32) 리스크별 취약성 평가 상세지표 및 분석 결과는 부록에 자세하게 제시하였으며, 이 장에서는 ‘폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가’(리스크 2)의 평가 결과를 예시로 보여줌

[표 4-35] 폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가 평가 지표

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	1일 최대 강수량(mm)	0.37	0.590	VESTAP
	일 강수량이 80mm 이상인 날의 횟수(회)		0.410	VESTAP
기후변화 민감도	지하 건축물 비율(%)	0.37	0.390	VESTAP
	불투수율(%)		0.260	환경부, 토지피복지도
	지하철 역사 면적(m²)		0.110	서울시, 열린데이터광장
	10m이하 저지대 면적(ha)		0.120	VESTAP
	10m이하 저지대 가구(가구)		0.120	VESTAP
적응능력	하수관로연장 비율(%)	0.26	0.230	환경부, 하수도통계
	1만명당 공무원 수(명/만명)		0.180	VESTAP
	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)		0.110	VESTAP
	내수배제시설 배수능력(m3/분)		0.210	국가수자원관리통합정 보시스템(WAMIS)
	재정 자주도(%)		0.270	VESTAP

○ 리스크 2 ‘폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가’ 취약성 평가

- 저지대 면적과 가구가 많은 강서구, 불투수율이 높은 양천구, 지하건축물 비율이 높은 금천구 등 서남권 지역의 취약성이 상대적으로 높음
- 강수량의 변화로 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 감소했다가 증가하며, 특히 강서구, 마포구, 서대문구 등 서쪽 지역의 취약성이 증가함



[그림 4-43] 폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가 평가 결과

3 • 중점리스크 선정

1) 취약성 평가 결과 요약

- 기후변화 민감도가 상대적으로 높은 자치구의 취약성이 높은 것으로 나타나며, 미래 기후 노출 값에 따라 전반적으로 모든 리스크의 취약성이 시간이 지남에 따라 증가하는 경향을 보임

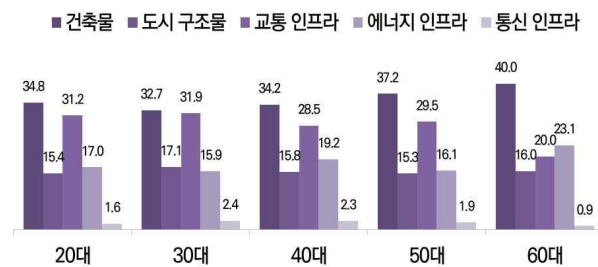
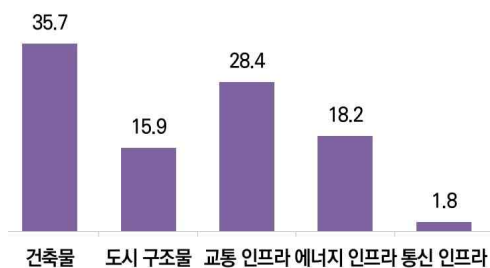
[표 4-36] 시설물 관리(도시공간) 기후변화 취약성 평가 결과 요약

항목	기후변화 취약성 평가 결과
1. 폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가	• 취약계층 비율이 높은 강북구, 불투수율이 높은 동대문구, 노후 주택 비율이 높은 노원구 등 동북권 지역의 취약성이 상대적으로 높음 • 미래 기온이 상승하고 폭염일수가 증가할 것으로 전망됨에 따라 모든 자치구의 취약성이 증가함
2. 폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가	• 저지대 면적과 가구가 많은 강서구, 불투수율이 높은 양천구, 지하 건축물 비율이 높은 금천구 등 서남권 지역의 취약성이 상대적으로 높음 • 강수량의 변화로 인해 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 감소했다가 증가하며, 특히 강서구, 마포구, 서대문구 등 서쪽지역의 취약성이 증가함
3. 폭우로 인한 시가지 비탈면 붕괴위험 증가	• 산사태 위험이 높은 은평구, 노원구와 급경사지가 많은 도봉구 등 북부지역의 취약성이 상대적으로 높음 • 강수량의 변화로 인해 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 감소했다가 증가함
4. 극한기상으로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가	• 노후 건축물 비율이 높은 동대문구, 강북구와 취약 건축구조 비율이 높은 성북구 등 동북권 지역의 취약성이 상대적으로 높음 • 미래 강수량, 풍속, 적설량의 변화로 인해 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 증가하는 경향을 보임
5. 극한기상으로 인한 에너지 및 통신시설 피해위험 증가	• 전기 공급설비 면적이 넓은 영등포구, 양천구와, 열 공급설비 면적이 넓은 강동구 등 외곽지역의 취약성이 상대적으로 높음 • 미래 기온, 강수량, 풍속, 적설량의 변화로 인해 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 증가하는 경향을 보임
6. 극한기상으로 인한 도시교통 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가	• 상습 결빙/폭설 구역이 많고 도로연장 당 인구와 급경사 도로가 많은 노원구, 도봉구 등 동북지역의 취약성이 상대적으로 높음 • 미래 강수량, 풍속, 적설량의 변화로 인해 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 증가하는 경향을 보임
7. 기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 위험 증가	• 포장도로면적이 넓고, 대형차량이 많이 통행하는 송파구, 서초구, 강남구 등 동남권 지역의 취약성이 상대적으로 높음 • 미래 최고 최저기온의 변화로 인해 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 증가하는 경향을 보임

항목	기후변화 취약성 평가 결과
8. 폭염으로 인한 도시철도 레일 변형 및 탈선위험 증가	- 도시철도 자상구간이 많은 성동구, 광진구, 송파구와 노후 도시철도 레일이 많은 강남구 등 동남지역의 취약성이 상대적으로 높음 - 미래 기온이 상승할 것으로 전망됨에 따라 모든 자치구의 취약성이 증가함

2) 시민 설문조사 결과 분석

- 기후변화에 따른 서울시 시설물 관리(도시공간) 위험 분야와 리스크에 관한 시민 설문조사를 시행함
 - 서울시민이 가장 심각하다고 생각하는 도시공간 위험 분야를 조사한 결과, '건축물'이 35.7%로 가장 많았으며, 다음으로 '교통 인프라' 28.4%, '에너지 인프라' 18.2%, '도시 구조물' 15.9%, '통신 인프라' 1.8% 순으로 나타남
 - 전 연령대에서 '건축물'을 가장 큰 위험 분야로 인식함
 - 도봉구, 동대문구 등 19개 자치구는 '건축물'을 가장 심각한 위험 분야로 응답하였으며, 광진구, 중랑구 등 5개 자치구는 '교통 인프라', 강서구는 '에너지 인프라'로 응답함

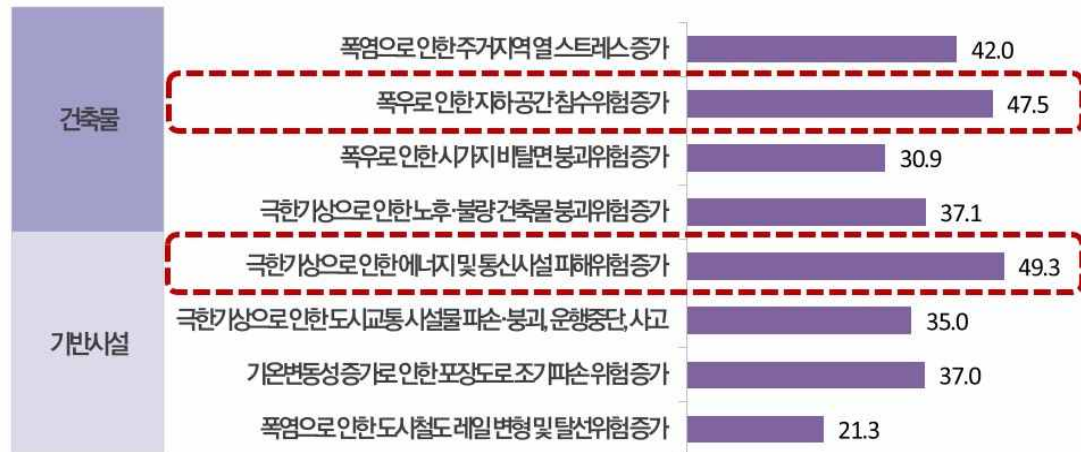


[그림 4-44] 기후변화로 인한 서울시 도시공간 위험 분야 인식 [그림 4-45] 연령별 기후변화로 인한 서울시 도시공간 위험 분야 인식

[표 4-37] 자치구별 가장 심각하다고 생각하는 도시공간 위험 분야

분야	자치구 수	응답 자치구(응답률)
건축물	19개	도봉구(48.0%), 동대문구(48.0%), 강북구(46.0%), 성동구(46.0%), 송파구(42.0%), 금천구(38.0%), 성북구(38.0%), 영등포구(38.0%), 구로구(36.0%), 강동구(36.0%), 양천구(36.0%), 은평구(36.0%), 관악구(34.0%), 노원구(34.0%), 서대문구(34.0%), 용산구(32.0%), 강남구(34.0%), 서초구(30.0%), 종로구(30.0%)
교통 인프라	5개	광진구(40.0%), 중랑구(40.0%), 마포구(34.0%), 중구(34.0%), 동작구(32.0%)
에너지 인프라	1개	강서구(30.0%)

- 서울시민이 생각하기에 기후변화로 인해 가장 위험하다고 생각하는 도시공간 리스크를 조사한 결과, ‘극한기상으로 인한 에너지 및 통신시설 피해위험 증가’가 49.3%로 가장 높았으며, ‘폭우로 인한 지하 공간 침수 위험 증가’ 47.5%, ‘폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가’ 등의 순으로 인식함



[그림 4-46] 기후변화로 인한 서울시 도시공간 위험 리스크 인식

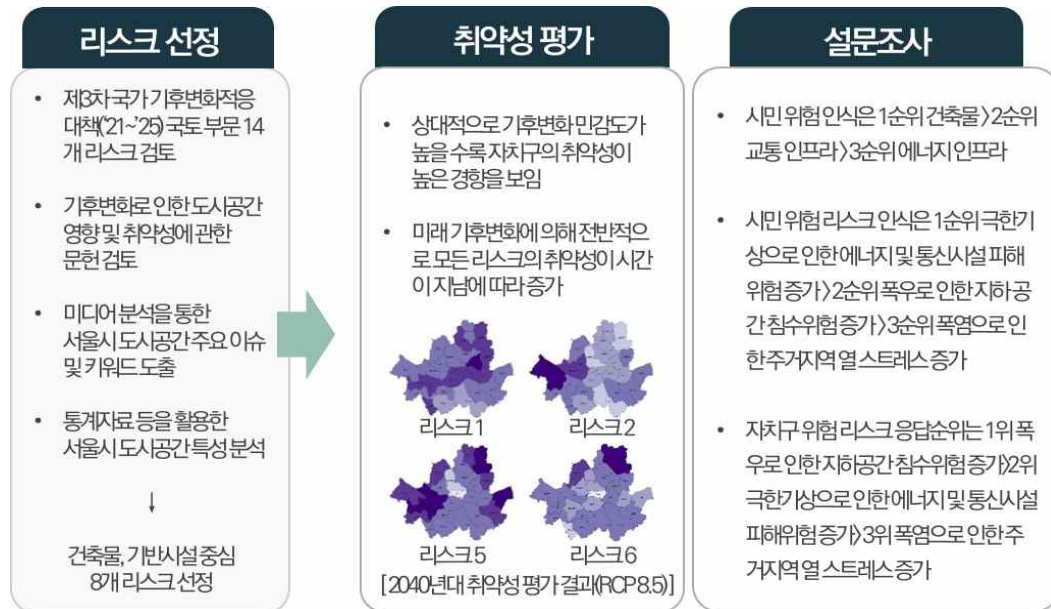
- 마포구 등 10개 자치구는 ‘폭우로 인한 지하공간 침수 위험 증가’를 가장 심각한 위험 리스크로 응답하였으며, 영등포구 등 8개 자치구는 ‘극한기상으로 인한 에너지 및 통신시설 피해 위험 증가’, 강남구, 도봉구 등 6개 자치구는 ‘폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가’ 등으로 응답함

[표 4-38] 자치구별 가장 심각하다고 생각하는 도시공간 위험 리스크

리스크	자치구 수	응답 자치구(응답률) ³³⁾
1. 폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가	6개	강남구(54.0%), 도봉구(54.0%), 강북구(52.0%), 동대문구(52.0%), 광진구(50.0%), 금천구(50.0%),
2. 폭우로 인한 지하 공간 침수 위험 증가	10개	마포구(62.0%), 송파구(60.0%), 강서구(56.0%), 구로구(56.0%), 노원구(56.0%), 중랑구(56.0%), 양천구(54.0%), 성북구(52.0%), 용산구(52.0%), 종로구(52.0%)
3. 폭우로 인한 시가지 비탈면 붕괴 위험 증가	1개	서초구(48.0%)
5. 극한기상으로 인한 에너지 및 통신시설 피해 위험 증가	8개	영등포구(64.0%), 은평구(56.0%), 서대문구(52.0%), 성동구(52.0%), 중구(50.0%), 광진구(50.0%), 관악구(50.0%), 강동구(44.0%)
6. 극한기상으로 인한 도시교통 시설물 파손·붕괴, 운행 중단, 사고	2개	관악구(50.0%), 동작구(50.0%)

3) 시설물 관리(도시공간) 부문 중점리스크 선정

- 8개 리스크에 대한 기후변화 취약성 평가 결과 및 시민 설문조사 결과를 검토하여 서울시에서 고려해야 할 중점리스크를 선정함



[그림 4-47] 시설물 관리(도시공간) 부문 중점리스크 도출 과정

- 서울시 시설물 관리(도시공간) 부문 중점리스크는 건축물 분야 3개, 기반시설 분야 2개로 총 5개 리스크를 선정함. 이는 ‘서울시 기후변화대응 종합계획’의 시설물 관리(도시공간) 부문 세부시행 계획에 반영할 수 있도록 검토함

[표 4-39] 서울시 시설물 관리(도시공간) 부문 기후변화 중점리스크

구분	리스크명
건축물	1 폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가
	2 폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가
	3 폭우로 인한 시가지 비탈면(옹벽·축대, 인공·자연 비탈면) 붕괴위험 증가
기반시설	5 극한기상(폭염, 폭우, 강풍, 폭설)으로 인한 에너지(전력, 도시가스) 및 통신시설 피해위험(정전, 도시가스 공급중단, 통신 마비 등) 증가
	6 극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 도시교통(도로, 도시철도) 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가

33) 가장 높은(심각하다고 생각하는 도시공간 위험 리스크) 응답률이 중복되는 자치구가 발생함

05 건강 지역리스크

1. 예비리스크 선정

1) 국가 기후변화 리스크 목록 검토

- 정부의 제3차 국가 기후변화적응대책(2021~2025)의 건강 부문 리스크는 총 13개로 감염병 관련 3개(H01~H03), 건강질환 관련 10개(H04~H13)로 구성됨
 - ‘감염병’ 리스크 목록에는 기온상승에 의한 매개체(H01) 및 수인성 질병(H02) 증가, 기후환경 변화로 인한 신종 감염병(H03) 발생 증가 항목이 포함됨
 - ‘건강질환’ 리스크 목록에는 기온 상승, 기온변동폭, 폭염 등 기온 관련 요인과 대기오염 관련 요인으로 인한 각종 질환(심뇌혈관계, 호흡기계 및 알레르기, 온열질환, 신장질환, 정신건강)항목이 포함됨

[표 4-40] 제3차 국가 기후변화적응대책의 건강 부문 리스크 목록

구분	번호	리스크명
감염병	H01	기온 상승에 의한 매개체 질환 증가
	H02	기온 상승에 의한 수인성 질환 증가
	H03	기후·환경 변화로 인한 신종 감염병 발생 증가
건강 질환	H04	대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가
	H05	기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가
	H06	기온변동폭 증가로 인한 심뇌혈관계 질환 증가
	H07	기상재해로 인한 정신건강 질환 증가
	H08	대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가
	H09	대기오염에 의한 정신건강 질환 증가
	H10	기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가
	H11	폭염에 의한 정신건강 질환 증가
	H12	폭염에 의한 신장질환 증가
	H13	폭염에 의한 온열질환 증가

2) 문헌분석

(1) 기상요인과 건강영향

- 기후변화로 인한 기상요인의 변화는 다양한 경로를 통해 건강에 직접적(폭염, 기상이변, 산불, 홍수, 가뭄 등) 간접적(경작지 수확량 감소, 질병발생패턴 변화 등)으로 영향을 미침(CDC, 2021)
- 폭염에 노출되면 인체는 심부온도를 적정수준으로 유지하기 위해 땀을 배출함. 땀을 배출하기 위한 과정에서 피부혈관을 확장시키는데, 이를 위해 신체 내부장기의 혈관을 수축시키고 이를 보완하기 위해 심박출량이 감소됨. 그럼에도 불구하고 심부온도가 지속적으로 상승하게 되면 고체온 현상이 발생하여 중추신경계를 포함한 장기 기능이상 및 열사병 등 온열질환이 발생할 수 있음. 열사병 발생 이전단계에서 피로, 어지럼증, 의식장애 등이 발생됨(Lohmus, M., 2018)

(2) 기상요인과 감염병

- 국내 감염병과 기상요인과의 연관성을 평가하는 연구는 많지 않음
- 기후변화와 감염병과 관련된 국내 연구의 대부분은 말라리아와 관련된 연구로 다른 감염성질환들에 대해서는 연구가 적음
- 기후변화와 관련된 감염병과 기후인자와의 연관성을 평가한 연구에 따르면 각 감염병 종류별 기후인자와 연관성이 있는 것으로 나타나 기후변화와의 관련가능성이 높을 것으로 추정함(Kim, S. H., Jang, J. Y., 2010)
- 최근 뎅기열의 기후변화에 따른 국내 매개곤충의 발생 및 뎅기열 유행가능성을 예측한 결과 기온의 증가로 인해 뎅기열의 발생 및 유행의 잠재적 위험이 증가할 것으로 나타났으며(Lee, H elt., Kim, J. E., Lee, S., & Lee, C. H., 2018), 세균성 이질의 경우 기온 및 강수량과 유의미한 양의 상관관계를 보여 기후변화로 인한 지구온난화로 인해 미래에 증가될 것으로 예측함(Song, Y. J et al, 2018)

(3) 기상요인과 건강질환

- 국내 대부분의 기후변화와 건강과의 연관성 평가 연구들은 주로 폭염과 사망 (외인사 제외 총 사망 또는 심뇌혈관계 질환으로 인한 사망) 또는 상병 (호흡기계 질환으로 인한 병원 입원 등) 과의 연관성에 대해 주로 평가가 수행됨
- 세부질환으로 신장질환이나 정신질환 등 다양한 질환을 대상 기후요인과의 연관성 연구들이 시행되었음
- 많은 연구에서 폭염을 포함한 다양한 기후요인이 사망 및 상병의 증가와 유의미한 연관성이 있는 것으로 나타났으며, 기후변화 시나리오에 따른 미래 건강영향예측 결과 폭염으로 인한 사망이나 상병의 발생 정도가 더 증가할 것으로 추정함(Lee J.Y. et al, 2019; Lee, W. K. et al, 2016; Son, J. Y. et al, 2016, 2019; Lim, Y. H. et al 2018; Kim, Y. O. et al, 2020; Lim, J. S. et al, 2017)
- 기후변화는 극심한 기상이변 등을 통해 우울증이나 스트레스 등 정신건강에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으나, 관련성 매커니즘이 명확히 밝혀져 있지는 않으며, 국내에서도 관련 연구는 거의 찾아보기 어려움(Lee, S. W., Lee, K., & Lim, B., 2018). 기후변화가 우울증이나 스트레스에 미치는 영향 저감을 위해서는 관련분야의 기반연구가 강화될 필요가 있음
- 기후변화가 알레르기질환에 미치는 영향에 관한 연구는 국내에서 많이 시행되지 않음. 기후변화로 인한 기온이나 강수량의 변화는 식생의 분포 및 식물의 개화시기, 화분이나 알레르기 유발물질의 성분의 변화를 통해 알레르기질환의 발생에 영향을 미치는 것으로 알려져 있음. 따라서 기후변화로 인한 기온의 상승이나 기상이변은 국내 식생 및 알레르기 유발물질의 변동을 통해 알레르기성 질환의 발생에 지속적으로 영향을 미칠 것으로 예측됨(d'Amato, G., Rottem et al, 2011)

(4) 기상요인과 식중독

- 식중독과 기후변화와의 연관성을 평가하는 연구들은 대부분 기상인자와 식중독 발생건수와의 상관관계를 평가하는 연구들이 수행되었으며, 식중독을 유발하는 박테리아 원인균에 따라 기상인자와 유의미한 상관관계가 있는 것으로 나타나(Park, M. S. et al, 2018) 향후 기후변화가 박테리아의 발생 및 이로 인한 식중독 발생에 영향을 미칠 것으로 예측됨 (노로바이러스는 기온과

음의 상관관계(Kim, J. G. et al, 2020), 병원성대장균은 양의 상관관계((Kim, J. G., 2020) 등)

- 기후변화와 식중독 발생 예측 연구결과에 의하면, 식중독 발생에 대한 기온변화의 영향은 장기간의 지속적 기온상승 측면에서 뿐만 아니라, 이상기온에 의해서도 영향을 받으며, 평균기온이 약 1℃ 상승 시 식중독 환자 수가 약 6~7% 증가함(신호성 외3인, 2009)

(5) 대도시 기반 기후변화 관련 건강영향 연구 추세

- 총 사망, 호흡기계, 심뇌혈관계 질환과 기상요인과의 연관성을 나타내는 연구결과가 누적됨에 따라, 기후변화로 인한 건강영향을 최소화하고 기후변화의 영향에 취약한 지역 또는 취약집단 맞춤형 적응정책을 추진하기 위한 기반 연구들이 확장되고 있음
- 최근에는 알레르기성질환, 신장질환, 정신질환 등을 포함한 다양한 질환을 대상으로 기후변화와의 연관성을 평가하는 등 연구도 늘어나고 있음
- 또한, 국가 기후변화대응 종합계획이 시행됨에 따라 이에 대한 정책인 폭염주의보(Chae, Y., Park, J., 2021), 폭염대피소(Ahn, Y., Chae, Y., 2018) 등의 효과성 등을 평가하는 연구들이 시행됨
- 대부분의 연구결과, 폭염이 사망 및 상병의 증가에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 기후변화 시나리오에 따른 예측 결과 폭염으로 인한 사망이나 상병의 발생 정도가 더 증가할 것으로 예측되어 미래 건강부담 저감을 위한 대책 마련의 필요성을 제시함

(6) 검토 결과

- 국내 기후변화 관련 건강영향 평가연구는 대부분 총사망, 심혈관계 또는 호흡기계 질환으로 인한 사망 및 상병에 치우쳐 있었으나, 최근 다양한 질환을 대상으로 연구영역이 확장되고 있음. 또한 기후변화로 인한 건강영향을 저감하기 위해 어떤 인구집단이 기후변화로 인한 건강영향에 취약한지, 또는 어떠한 대책이 기후변화로 인한 건강부담을 줄일 수 있는지에 관한 연구들이 최근 시행되고 있어 관련 적응대책 수립을 위한 기반이 마련되고 있음
- 최근 연관성이 보고되고 있는 신장질환이나 우울증, 감염성 질환, 식중독 등에 관해서는 국내 관련 연구가 많지 않으며, 대책 수립을 위해서는 기반연구가 더욱 활성화될 필요가 있음

- 국가 기후변화 종합대책 수립 시행됨에 따라 주요 대책에 따른 인구집단에서의 영향을 평가하기 위한 연구들이 일부 시행되고 있으며, 대책의 실효성에 기반하여 관련 대책의 보완 및 강화 등을 위해서는 기존 대책을 평가하는 지표들이 개발될 필요가 있음

3) 서울시 건강 부문 기상요인 관련 현황 검토

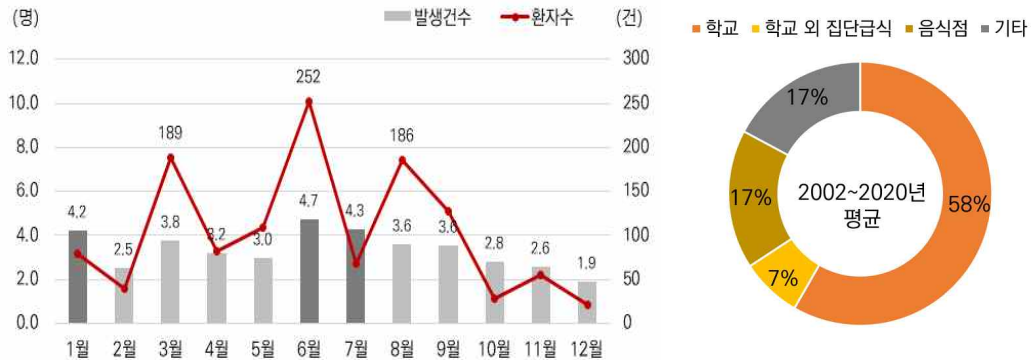
(1) 매개체 감염병 발생 현황

- 국내 쯔쯔가무시증 발생패턴을 살펴보면 주로 10-12월 사이에 대부분 발생되며, 이는 쯔쯔가무시증을 옮기는 털진드기의 초가을 부화와 가을과 겨울에 급증하는 생활사와 관련되어 있음³⁴⁾. 또한 위도가 낮아질수록 쯔쯔가무시병의 발생 시기가 연말로 늦춰지는 경향이 보고되었으며 이는 땅이 어는 시기가 늦어져 진드기가 사람을 물 수 있는 기간이 지연됨에 의한 현상으로 판단됨(Song, Y. J et al, 2016)
- 지난 10년간 서울시의 매개체 감염병 발생현황과 기온의 추세를 비교한 결과, 쯔쯔가무시증은 11월 평균기온과 최저기온이 낮았던 해에, 말라리아는 7월 평균기온과 최고기온이 높았던 해에, 뎅기열은 8월 평균기온과 최고기온이 높았던 환자수가 크게 늘어난 것으로 나타남

(2) 식중독 발생 현황

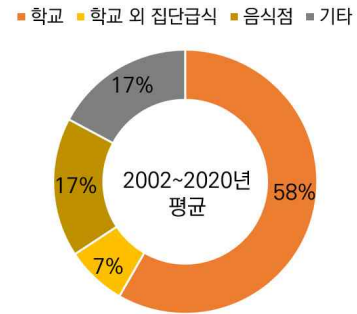
- 2002~2020년 식중독 발생건수 및 환자수의 월별 평균을 살펴보면, 기온이 올라가는 여름철에 식중독 발생 건수와 환자수가 가장 많음
 - 식중독 발생 비율을 원인시설별로 살펴보면, 같은 기간(2002~2020년) 평균 학교 급식에서 58%, 학교 외 집단급식에서 7%로 집단급식에서 발생률이 높음

34) 공우석, 신이현, 이희일, 황태성, 김현희, 이난영, ... & 윤광희, 2007, “쯔쯔가무시증의 시·공간적 분포와 환경생태요인”, 「대한지리학회지」, 42권 6호, pp.835~958.



[그림 4-48] 서울 월평균 식중독 발생 현황(2002~2020년)

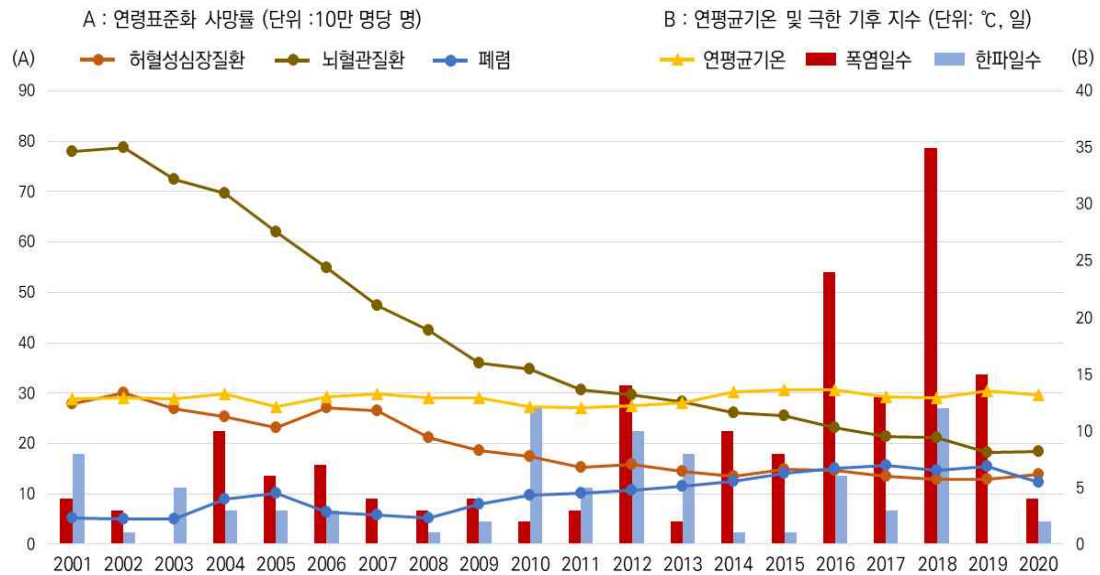
자료: 식품의약품안전처 「식중독통계」



[그림 4-49] 서울 원인시설별 식중독 환자 발생률

(3) 건강질환 발생 현황

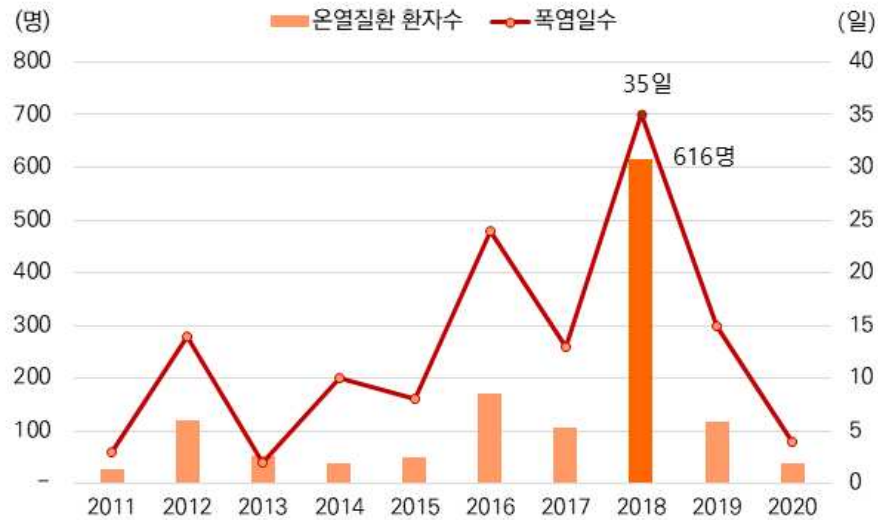
- 일별 총사망자 수는 겨울철에 증가하고 여름철에 상대적으로 감소하는 계절변동을 가지고 있으며, 의료수준의 발달로 인해 사망률은 지속적으로 감소추세에 있음
- 기온의 상승 또는 하락과 기온 변동 폭의 증가 등 기상 관련 요인은 심뇌혈관 질환 및 호흡기계 질환, 온열질환 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있음
- 2020년 허혈성 심장질환, 뇌혈관질환, 폐렴 3개 질환의 서울 연령표준화 사망률을 보면, 뇌혈관질환에 의한 사망률이 십만 명 당 18.4명으로 가장 높음. 허혈성 심장질환은 2002년 이후 지속적으로 사망률이 감소하고 있는 반면, 폐렴에 의한 사망률은 2006년에 감소했다가 그 이후로 다소 높아짐
 - 김호(2018)에 의하면, 한파가 건강에 미치는 영향을 분석한 결과(2001~2009년 겨울 자료, 서울) 순환기계 질환 사망자수는 -8.6°C 이하인 날이 되면 3~4일 후 7.53% 증가하며, 뇌혈관 질환은 13.9% 증가하는 것으로 나타남. 또한 -8.6°C 이하인 날이 되면 (당일보다) 6일 후에 심혈관계 질환에 의한 응급실 방문자 수가 증가함



[그림 4-50] 서울 주요 건강질환 사망률 및 관련 기후 지수

자료: 국가통계포털(KOSIS) 「사망원인통계」, 기상자료개방포털

- 서울 온열질환 환자는 폭염일수가 35일로 가장 많았던 2018년도에 616명 발생함
 - 기온 상승 및 폭염 지속일과 사망자 증가 관계에 관한 연구결과에 의하면, 기온이 29.9℃ 이상에서 1℃ 오르면 사망자가 3% 증가하고(기상청 보도자료, 2012.7.31), 7일 이상 폭염이 이어지면 사망자가 9% 증가함(김소연, 2004)
 - 특히, 도시화가 많이 이루어진 지역일수록 폭염에 의한 사망자 수가 더욱 증가함. 기상청이 1991년에서 2005년까지 15년간 6대 도시의 폭염에 의한 초과사망률을 추정한 자료에 따르면, 서울은 인구 천만 명당 19.8명으로 인천에 이어 두 번째로 높으며, 대구(6.9명)의 2.9배에 달함



[그림 4-51] 온열질환 환자 신고 현황 및 폭염일수

자료: 질병관리청 「폭염으로 인한 온열질환 신고현황 연보」, 기상자료개방포털

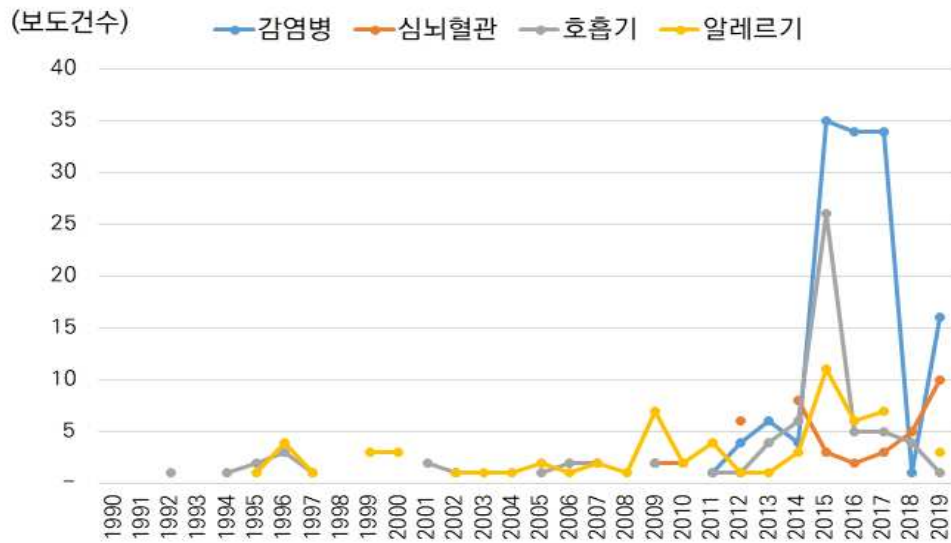
4) 미디어 분석을 통한 주요 이슈 도출

- 한국언론진흥재단의 뉴스 빅데이터 분석 시스템인 빅카인즈를 이용하여 건강 부문 주요 이슈와 키워드 도출
 - 건강 부문의 관련 뉴스 동향을 분석하기 위하여 약 30년(1990년 1월~2020년 12월)간 보도된 국내 53개 언론사 뉴스를 분석
 - 형태소 및 바이그램 분석방법으로 주제어에 기반하여 연관된 기사를 추출하는 방식을 적용하였으며, 기후변화, 서울과 연계하여 건강을 주요 키워드로 추출
- 기후변화 관련 건강 기사 동향을 살펴본 결과 ‘기후변화와 건강’ 관련 기사는 9,316건이었고, 이 중, 서울 관련 기사는 2,761건이 검색됨. 2007년부터 관련 기사가 증가하고 있으며, ‘기후변화와 건강, 서울’ 기사 중, 주요 질환별(감염병, 심뇌혈관, 호흡기, 알레르기) 기사는 2010년대에 크게 증가함



[그림 4-52] 기후변화 건강 관련 기사 수

자료 분석: 빅카인즈 홈페이지



[그림 4-53] 주요 질환별 기사 수

자료 분석: 빅카인즈 홈페이지

- 주요 키워드 분석 결과, ‘미세먼지’가 압도적으로 많이 등장했고, ‘지속가능’, ‘온실가스’, ‘대기 오염’이 뒤를 이음. 건강 관련해서는 ‘고령화’와 ‘어린이’ 키워드도 추출됨



[그림 4-54] 건강 부문 주요 키워드 분석 결과
 자료 분석: 빅카인즈 홈페이지

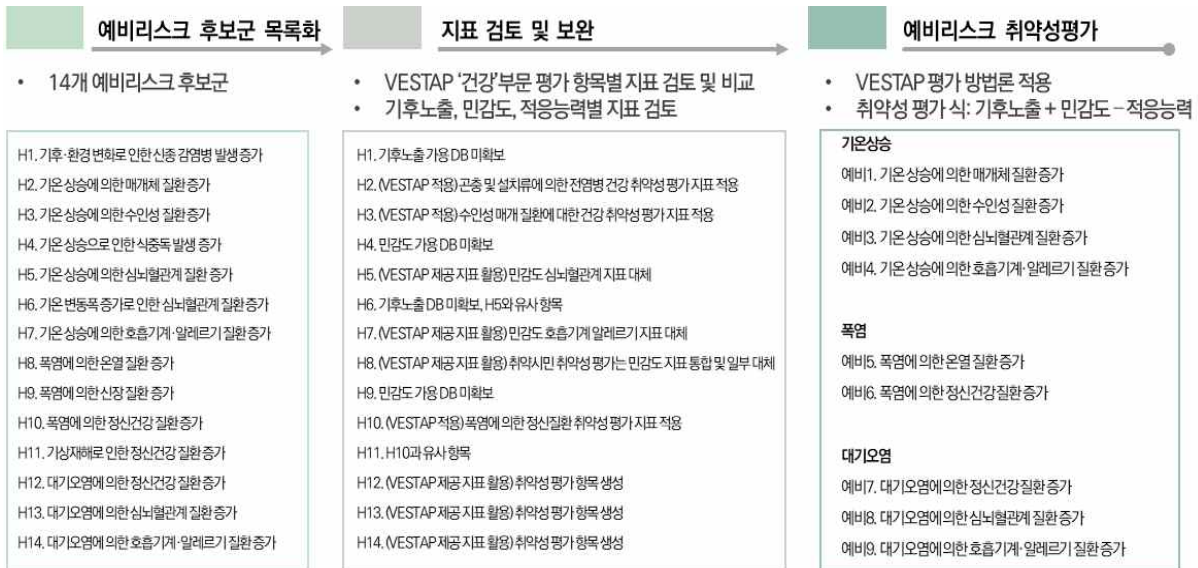
5) 예비리스크 목록 선정

- 제3차 국가 기후변화적응대책의 건강 부문 리스크와 서울시 건강 영향 관련 기상요인 현황을 분석하여, 서울시 기후변화 적응 건강 부문의 예비리스크 후보군 목록을 감염병과 건강질환으로 구분하여 총 14개를 선정함
 - 서울 기후변화 적응 건강부문의 예비리스크 후보군에는 제3차 국가기후변화 건강 부문 리스크 13개가 모두 반영되었고, 서울 특성을 고려하여 '기온 상승으로 인한 식중독 발생 증가'를 추가함

[표 4-41] 건강 부문 예비리스크 후보군 목록

구분		번호	예비리스크 후보군	제3차 국가 리스크 목록
감염병		후보-1	기온 상승에 의한 매개체 질환 증가	H01
		후보-2	기온 상승에 의한 수인성 질환 증가	H02
		후보-3	기후·환경 변화로 인한 신종 감염병 발생 증가	H03
건강질환	심뇌혈관계	후보-4	대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가	H04
		후보-5	기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가	H05
		후보-6	기온 변동폭 증가로 인한 심뇌혈관계 질환 증가	H06
	호흡기계·알레르기 질환	후보-7	대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가	H08
		후보-8	기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가	H10
	정신건강 질환	후보-9	기상재해로 인한 정신건강 질환 증가	H07
		후보-10	대기오염에 의한 정신건강 질환 증가	H09
		후보-11	폭염에 의한 정신건강 질환 증가	H11
	신장 질환	후보-12	폭염에 의한 신장 질환 증가	H12
	온열 질환	후보-13	폭염에 의한 온열 질환 증가	H13
	식중독	후보-14	기온 상승으로 인한 식중독 발생 증가	-

- 건강 부문 리스크에 대한 취약성평가에 앞서, 예비리스크 후보군 목록에 대해 '기후노출, 민감도, 적응능력'의 지표가 확보 가능한지 등 가용 DB를 검토함
 - 검토 결과, DB 확보가 어려운 리스크는 예비리스크에서 제외하고, VESTAP에서 제공하는 지표 자료를 활용하거나 보완하여 최종 9개의 예비리스크를 선정함



[그림 4-55] 건강부문 예비리스크 도출 과정

2. 기후변화 영향 및 취약성 평가

1) 취약성 평가 개요

(1) 취약성 평가 체계

- 9개 예비리스크를 기준으로 환경부 ‘기후변화 취약성 평가도구(VESTAP)’를 활용하여 각 리스크 항목별 취약성 평가를 수행함
 - VESTAP 시스템에서 제공하는 직접 평가항목과 항목별 평가지표를 활용하여 연구진에서 자체적으로 지표와 항목을 구축 및 생성하여 서울시 특성을 고려한 기후변화 취약성 평가를 수행함
- 지표 선정 시 서울시 건강 관련 기후변화 현황 및 영향을 종합적으로 반영함
 - 기존 VESTAP에서 제공하는 부문별 기후변화 취약성 평가 시 적용된 항목별 지표와 가중치를 참고함
 - **(기후노출)** 미래 기후노출 평가를 위해 VESTAP에서 제공하는 RCP 기후변화 시나리오 평가지표를 활용하였으며, 선행연구 검토를 통해 신규 생성한 건강 평가항목에 가장 적합한 지표 적용
 - **(민감도)** VESTAP에서 제공하는 건강 부문의 민감도 지표는 시도기반 통계를 활용하였거나 국가기관에서 구축한 자료로 제공된 자료보다는 서울시 자체 구축자료가 대체 지표로서 활용도가 높을 것으로 판단하여 서울시 자체 구축자료와 공간자료 추가 분석을 통해 평가지표 수정 및 보완
 - **(적응능력)** 자치구 재정 능력 등 행정적, 사회·경제적 지표 이외에도 부문 특성을 고려하여 건강 적응능력 반영지표 선정 및 적용

(2) 취약성 평가 항목

- 건강 취약성 평가는 기온상승에 의한 질환 4개, 폭염에 의한 질환 2개, 대기오염에 의한 질환 3개 총 9개 항목에 대하여 평가함
- 리스크 5 ‘폭염에 의한 온열질환 증가’는 일반시민과 취약시민으로 나누어 취약성 평가를 수행함

[표 4-42] 건강 부문 기후변화 취약성 평가 항목

대분류	항목	번호
기온 상승	기온 상승에 의한 매개체 질환 증가	리스크 1
	기온 상승에 의한 수인성 질환 증가	리스크 2
	기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증	리스크 3
	기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가	리스크 4
폭염	폭염에 의한 온열 질환 증가	리스크 5
	폭염에 의한 정신건강 질환 증가	리스크 6
대기 오염	대기오염에 의한 정신건강 질환 증가	리스크 7
	대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가	리스크 8
	대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가	리스크 9

2) 기후변화 취약성 평가 결과³⁵⁾

- 리스크 5 ‘폭염에 의한 온열질환 증가(취약시민)’ 평가지표
 - 기후노출 평가지표는 폭염에 의한 온열질환에 영향을 미치는 열지수 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 폭염에 상대적으로 취약한 시민에 대한 통계 자료로, 자치구별 기초 생활 수급자 인구비율, 65세 이상 인구비율, 14세 이하 인구 수, 야외노동자 인구비율, 심혈관계 질환 인구비율 지표를 사용함
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 지역내 총생산 자료와 폭염 발생 시 건강에 미치는 영향에 대응하는 역량을 반영할 수 있는 의료기관 관련 자료를 사용
 - 적응능력 지표 중, ‘인구 당 응급의료 기관수’는 VESTAP 제공 자료에 자치구별 자료가 반

35) 건강 부문의 9가지 취약성 평가 결과 중, 보고서 본문에는 1개 항목의 평가 결과를 수록함. 나머지 8개 항목의 취약성 평가 결과는 <부록> 참조

영되어있지 않아, 응급의료포털의 응급의료기관 및 응급의료시설 현황과 서울 열린데이터광장의 서울시 구별 주민등록인구 통계 자료를 가공하여 사용함

- 분야별 가중치는 기후노출 0.33, 민감도 0.33, 적응능력 0.34이며, 세부 지표별 가중치는 폭염에 의한 온열질환(취약시민)에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

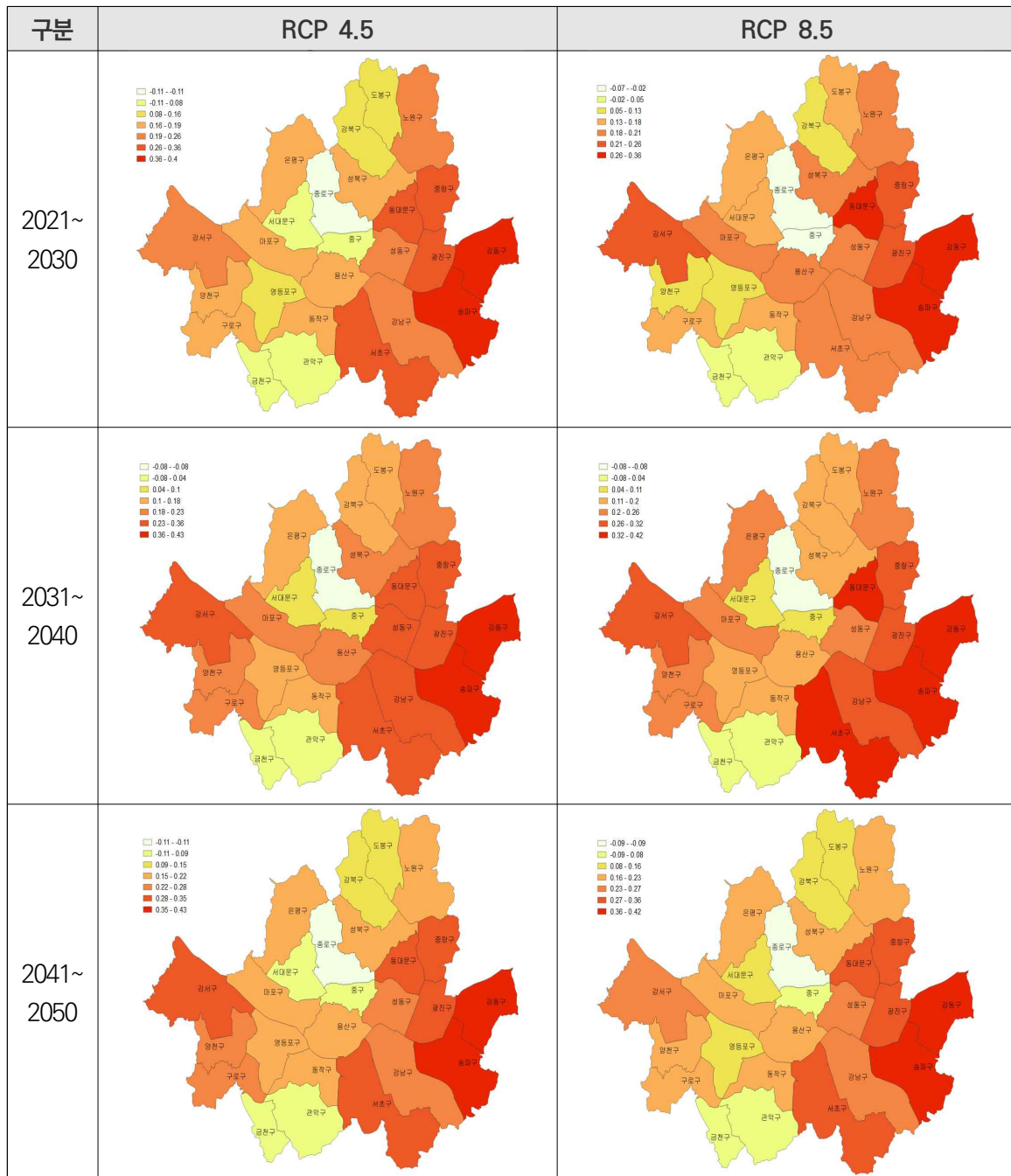
[표 4-43] 폭염에 의한 온열 질환 증가(취약시민) 평가 지표

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	열지수 32 이상인 날 수(일)	0.33	1	VESTAP
기후변화 민감도	기초생활수급자 인구 비율(%)	0.33	0.2	VESTAP
	65세 이상 인구 비율(%)		0.2	VESTAP
	14세 이하 인구 수(명)		0.2	VESTAP
	야외노동자 인구 비율(%)		0.2	VESTAP
	심혈관계 질환 인구 비율(%)		0.2	VESTAP
적응능력	지역 내 총생산(GRDP) (백만 원)	0.34	0.14	VESTAP
	인구 당 의료 기관 수(개/천 명)		0.24	VESTAP
	인구 당 응급의료 기관 수(개/십만 명)		0.39	응급의료포털 데이터 ¹⁾ , 서울 열린데이터광장 ²⁾
	인구 당 소방서 인력(명/천 명)		0.23	VESTAP

1) 응급의료기관 및 응급의료시설 현황 (2021년 2월)

2) 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)

- 리스크 5 ‘폭염에 의한 온열질환 증가(취약시민)’ 취약성 평가
 - 각 시나리오의 25개 자치구 취약성평가 값을 7단계로 나누어 취약도를 살펴봄. 취약도 값이 높을수록 취약도가 높을 것을 의미하며, 가장 낮은 취약도를 L1로, 가장 높은 취약도를 L7으로 설정함(지도 범례에서 하얀색이 L1 → 진한 붉은색이 L7을 나타냄)
 - RCP4.5 단기, 중기, 장기 시나리오 모두 동남권에서 취약도 L7이 나타나고, 중기와 장기에는 서부 지역에도 L6이 분포하는 것으로 나타남
 - RCP8.5 시나리오에서는 단기, 중기, 장기 모두 동남권에서 취약도 L5~L7이 넓게 분포하고, 서부에서도 높은 취약도가 나타남
 - 기후노출값 자체가 동남권에서 높게 나타나고, 적응능력에 비해 민감도가 높은 지역 중심으로 고취약도가 분포함

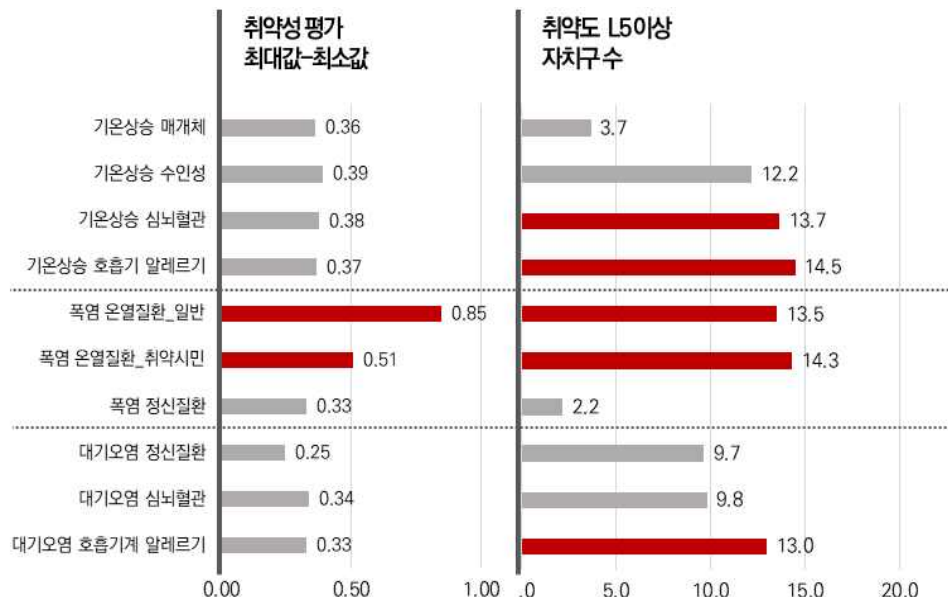


[그림 4-56] 건강부문 '폭염에 의한 온열 질환 증가(취약시민)' 평가결과

3 • 중점리스크 선정

1) 취약성 평가 결과 요약

- RCP4.5와 RCP8.5 단기·중기·장기 6개 각 시나리오에서 25개 자치구의 취약성평가 결과의 최대값과 최소값의 차이를 통해 리스크별 지역간 취약 격차를 살펴볼 수 있음
 - ‘폭염에 의한 온열질환 증가(일반시민)’이 0.85로 가장 큰 차이를 보이며, 이는 각 리스크의 취약성 평가 결과, 평균 최대값과 최소값의 차이가 작은 다른 리스크에 비해 지역간 취약 격차가 크다는 것으로 해석할 수 있음
- 각 시나리오의 25개 자치구 취약성 평가 값을 7단계로 나누어 취약도가 상대적으로 높은 L5~L7에 해당하는 자치구 수를 살펴봄
 - 취약도가 L5~L7에 해당하는 자치구 수가 25개 자치구 중 반 이상을 차지하는 리스크는 ‘기온상승에 의한 심뇌혈관 질환’, ‘기온상승에 의한 호흡기 알레르기 질환’, ‘폭염에 의한 온열질환(일반시민, 취약시민),’ ‘대기오염에 의한 호흡기계 알레르기 질환’으로 나타남



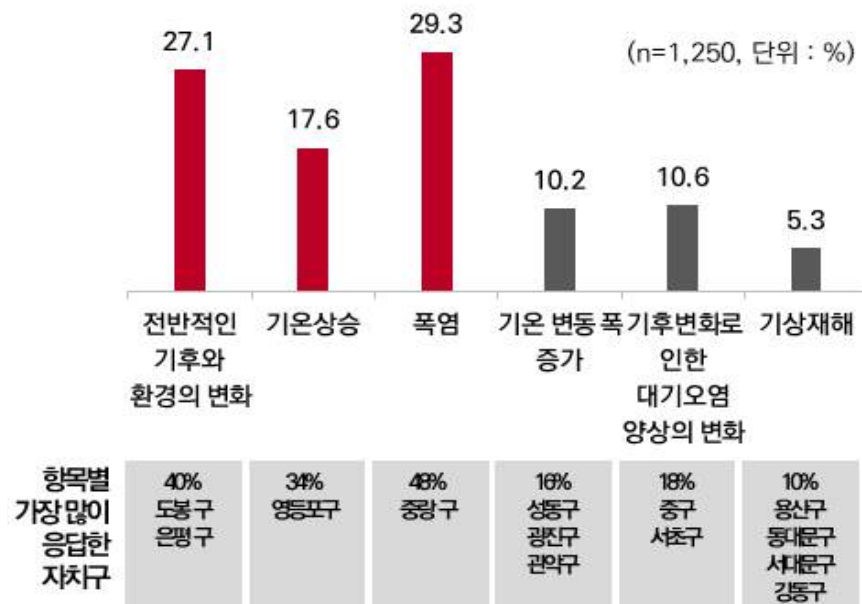
* 각 예비리스크별 시나리오 6개(RCP4.5 단기·중기·장기, RCP8.5 단기·중기·장기)의 편차와 취약도 L5~L7 각각의 평균 값

[그림 4-57] 건강부문 취약성평가 종합 분석

2) 시민 설문조사 결과 분석

(1) 건강에 위험이 되는 기후변화 및 기상 요인

- 서울에서 기후변화로 인한 건강에 영향을 미치는 기상 요인 중, 가장 심각하다고 생각하는 위험 요인을 조사한 결과, ‘폭염’이 29.3%로 가장 많았으며, 다음으로 ‘전반적인 기후와 환경의 변화’ 27.1%, ‘기온상승’ 17.6%, ‘기후변화로 인한 대기오염 양상의 변화’ 10.6%, ‘기온 변동 폭 증가’ 10.2%, ‘기상재해’ 5.3% 순으로 나타남
- 위의 가장 심각하다고 생각하는 기상 위험 요인 1~3위에 대해 응답률이 가장 높은 자치구를 살펴보면, ‘폭염’은 중랑구 48%, ‘전반적 기후와 환경의 변화’는 도봉구, 은평구 40%, ‘기온상승’은 영등포구 38%로 나타남
- 가장 심각한 기상 위험요인 3가지의 연령대별 응답 결과, ‘폭염’은 30대(33.9%), ‘전반적 기후와 환경의 변화’는 60대(35.1%), ‘기온상승’은 40대(21.2%)의 응답률이 높았음



[그림 4-58] 건강에 가장 심각한 영향을 미칠 것으로 생각하는 기상 요인

(2) 기후변화로 인해 증가가 우려되는 건강 질환

- 기후변화로 인한 서울의 건강과 관련한 위험 중 서울시민에게 가장 위험하다고 생각하는 요소를 조사한 결과, ‘신종 감염병의 증가’가 61.4%로 가장 높았으며, 다음으로 ‘호흡기 및 알레르기성 질환의 증가’ 51.8%, ‘폭염으로 인한 온열질환의 증가’ 34.9% 등의 순으로 나타남
- ‘식중독 증가’를 꼽은 응답자는 9.6%로 상대적으로 낮게 나타남
- 기후변화로 인한 환경의 변화에서는 신종 감염병의 증가(61.4%) > 모기, 진드기 등 매개곤충에 의한 질병의 증가(33.3%) > 수질악화로 인한 수인성질환의 증가(24%) 순으로 건강질환이 우려되는 것으로 조사됨
- 기온상승 및 대기오염에서는 호흡기 및 알레르기성 질환의 증가(51.8%) > 심뇌혈관 질환의 증가(34.6%) > 식중독 증가(9.6%) 순으로 조사됨
- 폭염, 폭설, 폭우 등 기상재해에서는 폭염으로 인한 온열질환의 증가(34.9%) > 스트레스로 인한 정신질환 증가(34.2%) > 신우염, 사구체신염 등 신장질환의 증가(16.2%) 순으로 조사됨



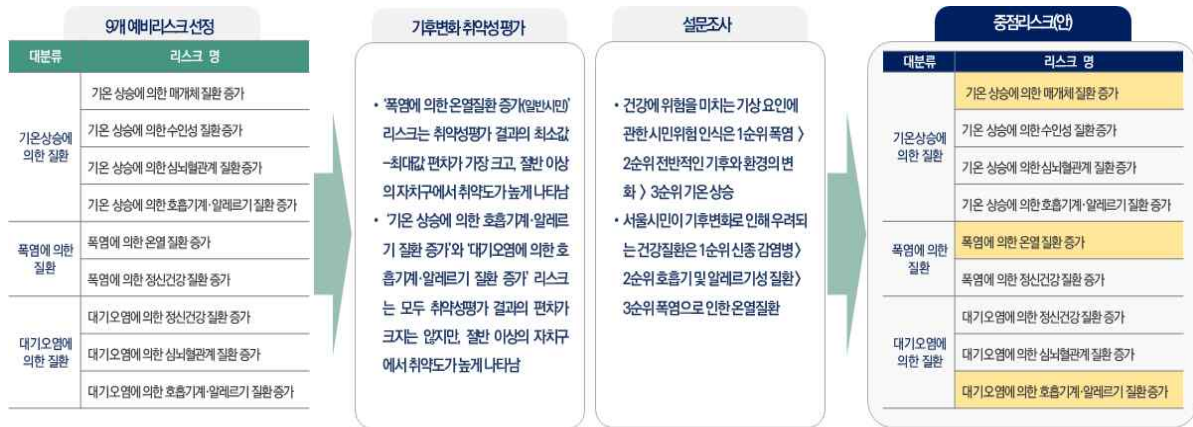
[그림 4-59] 기후변화로 가장 우려되는 건강 질환 3가지 조사 결과

(3) 건강 분야 리스크 시민 설문조사 결과 종합

- 서울시민은 건강에 위협을 미치는 기상 요인으로 ① ‘폭염’ > ② ‘전반적인 기후와 환경의 변화’ > ③ ‘기온 상승’ 순으로 인식하고 있는 것으로 나타남
- 기후변화로 인해 증가가 우려되는 건강 질환 조사 결과는 ‘신종감염병의 증가’가 61.4%이고, ‘호흡기계 알레르기 질환 증가’가 51.8%로, 이는 코로나19 팬데믹과 여름철 기온상승 및 폭염 일수 증가로 인한 건강 우려와 기온상승 및 대기오염 악화로 인한 호흡기계 알레르기 질환 증가 등이 고려된 응답으로 판단됨
- 응답자의 30% 이상이 위험하다고 응답한 건강 질환을 살펴보면 다음과 같음
 - (기후변화로 인한 환경의 변화) 전반적인 환경 변화에 의한 신종 감염병 증가, 기후변화로 인한 매개 곤충에 의한 질병의 증가
 - (기온상승 및 대기오염) 기온상승 및 대기오염으로 인한 호흡기계 알레르기성 질환 증가, 기온상승 및 대기오염으로 인한 심뇌혈관 질환의 증가
 - (기상재해) 폭염으로 인한 온열질환 증가, 기상재해로 인한 스트레스로 정신질환 증가

3) 건강 부문 중점리스크 선정

- 9개 예비리스크에 대한 기후변화 취약성 평가 결과 및 시민 설문조사 결과를 반영하여 서울시에서 고려해야 할 건강 부문 중점리스크를 선정함
 - (취약성 평가) ‘폭염에 의한 온열질환 증가(일반시민)’ 리스크는 취약성 평가 결과의 최대값-최소값 차이가 가장 크고, 절반 이상의 자치구에서 취약도가 높게 나타났으며, ‘기온상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가’와 ‘대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가’ 리스크는 모두 취약성평가 결과의 편차가 크지는 않지만, 절반 이상의 자치구에서 취약도가 높게 나타남
 - (설문조사) 건강에 위협을 미치는 기상요인에 관한 서울시민의 위험 인식은 1순위 ‘폭염’, 2순위 ‘전반적인 기후와 환경의 변화’, 3순위 ‘기온 상승’이었고, 서울시민이 기후변화로 인해 우려되는 건강질환은 1순위 ‘신종 감염병’, 2순위 ‘호흡기 및 알레르기성 질환’, 3순위 ‘폭염으로 인한 온열질환’ 순으로 조사됨



[그림 4-60] 건강부문 중점리스크 도출 과정

- 서울시 건강 부문 중점리스크는 기온상승에 의한 질환 1개, 폭염에 의한 질환 1개, 대기오염에 의한 질환 1개로 총 3개 리스크를 선정함. 이는 '서울시 기후변화대응 종합계획'의 건강 부문 세부시행계획에 반영할 수 있도록 검토함

[표 4-44] 서울시 건강부문 기후변화 중점리스크

구분	리스크명
기온상승에 의한 질환	1-1 기온 상승에 의한 매개체 질환 증가
폭염에 의한 질환	2-1 폭염에 의한 온열 질환 증가
대기오염에 의한 질환	3-3 대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가

V

비전 및 목표

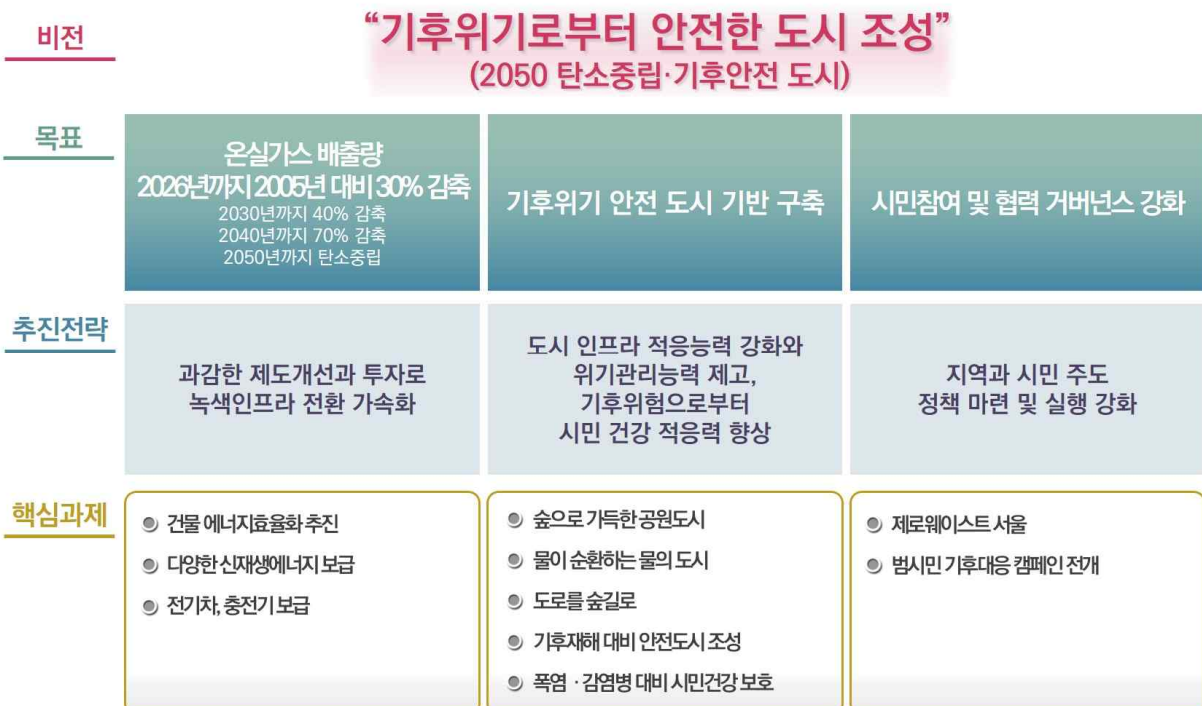
1_서울시 기후변화대응 비전

2_기후변화 적응 목표 및 전략

01

서울시 기후변화대응 비전

- “기후변화대응 종합계획(2022-2026)”의 비전과 정책 방향은 다음과 같은 정책 환경을 반영하여 제시함
 - 지구온도 1.5도 상승 억제를 위한 국내외 2050 탄소중립 요구에 대응
 - 지난 10여 년간의 서울시 지속가능한 기후환경정책 방향 반영
 - 기후변화에 따른 건강, 물, 생태, 도시 시설물 취약성에 대한 사전 예방 조치 필요성 반영
- 서울시 기후정책의 장기적 지향을 의미하는 비전은 “기후위기로부터 안전한 도시 조성(2050 탄소중립·기후안전 도시)”로 제시함
- 계획기간(5년) 내 달성하고자 하는 목표는 ① 온실가스 30% 감축, ② 기후위기 안전 도시 기반 구축, ③ 시민참여 및 협력 거버넌스 강화로 설정함



[그림 5-1] 서울시 기후변화대응 종합계획(2022-2026)의 비전과 목표 및 추진전략

02 기후변화 적응 목표 및 전략

1. 기후변화 적응 대책의 방향

- 1, 2차 서울시 기후변화 적응대책과 부문별 지역리스크 분석, 서울시 적응 관련계획 등을 종합적으로 검토하여 2022~2026년 서울시 기후변화 적응 대책의 방향을 “기후안전 기반 구축과 취약성 개선”으로 설정함
 - 기후변화로 인한 폭우와 폭염 등과 같은 극한날씨의 발생빈도가 커짐에 따라 서울시의 물순환, 도시 인프라, 생태계, 건강 영향이 클 것으로 전망됨. 이에 기후변화 영향을 최소화하기 위한 적응대책 마련이 필요함
 - 기후영향 리스크는 물리적 위치(노출), 생물학적 취약성, 경제적 능력, 사회관계 등에 따라 다르므로 취약계층 혹은 지역에 대한 특별한 고려가 필요함
 - 기후안전 기반 구축에는 물리적 시설뿐만 아니라 기후영향 분석 및 예보 시스템, 취약계층 및 지역에 대한 지원 등 법·제도적 토대 등도 포함함
- (1,2차 서울시 기후변화 적응대책) 과거 두 차례에 걸쳐 수립한 적응대책 세부시행계획의 비전은 각각 “기후변화 고도적응의 기후환경수도 서울(제1차, 2012~2016)”과 “기후안전 도시 서울(제2차, 2017~2021)”로 설정됨
 - 지난 1, 2차 ‘서울시 기후변화 적응대책 세부시행계획’은 건강, 재난·재해, 물관리, 산림·생태계 4개 부문으로 구성되었으며, 각 적응대책의 부문별 목표는 아래 표와 같음

[표 5-1] 1,2차 서울시 기후변화 적응대책 부문별 목표

		제1차(2012~2016)	제2차(2017~2021)
비전		기후변화 고도적응의 기후환경수도 서울	기후안전도시 서울
부문	건강	폭염, 대기오염 등으로부터 시민생명보호와 건강증진	시민 건강 적응역량 강화
	재난·재해	기상이변에 따른 자연재해로부터 안전한 도시 건설	도시재해 대응력 강화
	물관리	사람물자연이 공생하는 건전한 물환경도시 건설	안정적 물관리 체계 구축
	산림·생태계	기후변화 적응력 증진으로 도시생태계 건강성 향상	생태계 건강성과 생물다양성 증진

- (지역리스크) 본 계획에서는 ‘물관리’, ‘생태계’, ‘시설물 관리(도시공간)’, ‘건강’ 4개 적응 부문 별로 서울의 기후변화 양상과 자연환경·공간·인구 특성 등 다양한 요소에 의해 야기되는 기후 변화 영향 및 취약성을 고려하여 34개의 지역리스크를 도출함. 이 중 중점적으로 대책이 필요한 지역리스크를 ‘중점리스크’로 정의하고, 21개의 중점리스크를 선정함
- 3차 서울시 적응대책에서는 전 부문에 포괄적으로 적용할 수 있는 재난·재해 부문을 물 관리, 건강 부문, 시설물 관리(도시공간) 부문 등에 포함하여 분석하고, 기후변화 영향 및 적응에 대한 공간적 접근을 고려함
- 이는 제3차 국가 기후변화 적응대책을 검토하여 반영한 결과로써, 3차 국가 적응대책에서는 기존 1, 2차에 있던 재난·재해 부문을 제외하고, 물관리, 생태계, 국토·연안, 농수산, 건강, 산업·에너지의 6개 부문의 적응대책 수립함
- 서울시 특성을 고려하여 국토·연안 부문은 시설물 관리(도시공간) 부문으로 용어를 수정함

[표 5-2] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 부문별 리스크 목록

★: 중점리스크

적응 부문	분야	기후변화 리스크
물관리 지역리스크 7개 중점리스크 5개	홍수	집중호우로 인한 돌발홍수발생 등 홍수 발생 및 피해 증가 ★
		집중호우로 인한 물관리시설물(제방, 우수관로, 빗물펌프장 등) 취약성 증가 ★
	물순환	유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손 ★
		기름으로 인한 물(생활용수, 농업용수 등) 부족
	물환경	수온상승과 폭우시 비점오염물의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화 ★
		집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생
		하천의 생태 및 환경적 기능 (자정작용, 생태서식처, 경관 및 친수) 저하 ★
생태계 지역리스크 10개 중점리스크 8개	생물종 변화	기온 및 강수량 변동에 따른 식물(종, 군락, 식물계절 분포) 변화 ★
		기온 및 강수량 변동에 따른 외래종 증가 ★
		기후변화에 따른 보호종 감소
		기후변화에 따른 생물종(동물) 및 개체수 변화 ★
		기후변화에 따른 병해충 증가(생물종 돌발 대발생 고려) ★
	생태계 변화	기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소 ★
		기후변화로 인한 습지면적 감소 및 육지화
	산림재해 발생	폭우로 인한 산림재해(산사태 등) 증가 및 대형화 ★
		기름으로 인한 산림재해(산불 등) 증가 ★
	유지관리 비용 관리	극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화 유지관리 비용 증가 ★

적응 부문	분야	기후변화 리스크
시설물 관리 (도시공간) 지역리스크 8개 중점리스크 5개	건축물	폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가 ★
		폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가 ★
		폭우로 인한 사가지 비탈면 붕괴위험 증가 ★
		극한기상으로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가
	기반시설	극한기상으로 인한 에너지 및 통신시설 피해위험 증가 ★
		극한기상으로 인한 도시교통 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가 ★
		기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기 파손 위험 증가
		폭염으로 인한 도시철도 레일 변형 및 탈선위험 증가
건강 지역리스크 9개 중점리스크 3개	기온 상승	기온 상승에 의한 매개체 질환 증가 ★
		기온 상승에 의한 수인성 질환 증가
		기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증
		기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가
	폭염	폭염에 의한 온열 질환 증가 ★
		폭염에 의한 정신건강 질환 증가
	대기 오염	대기오염에 의한 정신건강 질환 증가
		대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가
		대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가 ★

- **(서울시 유관계획)** 기후변화 적응력을 강화하기 위해 기후변화 적응의 관점에서 부문별 유관계획을 검토함
 - 서울시는 주로 여름철 폭염과 폭우에 의한 물순환의 불균형, 기후 재난에 의한 도시 인프라 마비, 기후변화로 인한 생태계 교란, 극한 기후에 의한 건강 질환 등이 증가할 것으로 전망되어 기후변화 영향을 최소화하기 위한 노력이 필요함
 - 기후영향에 대한 리스크는 물리적 위치(노출), 생물학적 취약성, 경제적 능력, 사회관계 등에 따라 다르므로 기후변화 영향에 취약한 시민과 지역에 대한 특별한 고려가 필요함
 - 기후안전 기반 구축에는 물리적 시설뿐만 아니라 법·제도적 토대 등이 포함되어야 함
 - 기후변화는 현재 온실가스 배출 여부와 관계없이 향후 상당 기간 지속될 것으로 전망되기에 장단기 적응대책 마련이 필요함

[표 5-3] 서울시 기후위기 적응대책 부문별 유관계획 검토 목록

부문	적응대책 부문별 유관계획
물관리	• 풍수해저감 종합계획(2016~2025) • 건강한 물순환도시 조성 계획(2013) • 빗물관리 기본계획(2013) • 물순환 기본계획(2004)
생태계	• 서울시 환경보전계획(2016~2025) • 서울시 생물다양성 전략 및 이행계획(2017~2021) • 서울시 야생생물 보호 세부계획(2017~2021) • 2050 서울시 기후행동계획
시설물 관리 (도시공간)	• 2040 도시기본계획 • 도시안전 기본계획(2018~2022) • 안전관리계획(2020~2021) • 풍수해저감 종합계획(2016~2025)
건강	• 제7기 서울특별시 지역보건의료계획(2019~2022) • 공중위생관리 종합계획(2021) • 서울특별시 알레르기 질환의 예방 및 관리에 관한 조례 • 서울특별시 미세먼지 저감 및 관리에 관한 조례 • 서울특별시 대기오염 예보 및 경보에 관한 조례

2 · 적응대책 목표 및 추진전략

- 서울의 기후위기 적응력을 더욱 제고할 수 있도록 적응 대책 세부시행계획의 목표를 ‘기후위기 안전 도시 기반 구축’로 설정하고, ‘도시 인프라 적응능력 강화와 위기관리능력 제고’, ‘기후위험으로부터 시민 건강 적응력 향상’을 추진전략으로 설정함
- 적응 목표 및 추진전략을 중심으로 1,2차 서울시 기후변화 적응대책의 세부시행계획과 부문별 기후영향, 취약성 평가, 지역리스크 분석 결과, 서울시 유관계획의 사업을 세부 검토 등을 종합적으로 분석하여 4개 부문별 목표와 추진전략을 수립함(아래 그림 5-2 참조)

기후위기 안전 도시 기반 구축

도시 인프라 적응능력 강화와 위기관리능력 제고

기후위험으로부터 시민 건강 적응력 향상

물관리	도시 물순환 회복 및 안전관리 강화
	기후변화에 대비한 홍수 대응 및 관리 역량 강화 기후변화 적응을 위한 도시 물순환 체계 구축 기후위기에 대응하는 건전한 물환경 조성
생태계	산림 및 녹지공간 확대와 복원을 통한 탄소흡수원 확충
	산림 및 녹지공간 확충 산림재해 예방 및 대응 생물다양성 증진 그린인프라 기능 증진
시설물 관리 (도시공간)	기상재난에 대한 도시공간 대처능력 강화 및 위기관리능력 제고
	건축물의 기상재난 대처능력 제고 도시기반시설의 기상재난 대처능력 제고 기상재난에 대응한 위기관리 시스템 강화
건강	기후위험으로부터 시민의 건강 적응력 향상
	기후변화 건강위험 적응 기후변화에 따른 감염병 대응 강화 폭염 취약 시민 건강 보호 대기오염으로 인한 건강영향 관리

[그림 5-2] 서울시 기후위기 적응대책(2022~2026) 부문별 목표 및 추진전략

VI

기후위기 적응 세부시행계획

1_적응대책 세부시행계획 총괄

2_부문별 세부시행계획

3_예산계획 및 성과목표

4_이행평가 및 모니터링 계획

01 적응대책 세부시행계획 총괄

- 서울특별시 기후위기 적응대책(2022-2026)은 4개 부문(물관리, 생태계, 시설물 관리, 건강)별 목표와 14개 추진전략에 따라 마련됨

[표 6-1] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 부문별 추진 전략

부문	목표	추진 전략
물관리 (3전략 16개 사업)	도시 물순환 회복 및 안전관리 강화	- 기후변화에 대비한 홍수 대응 및 관리 역량 강화 - 기후변화 적응을 위한 시 물순환 체계 구축 - 기후위기에 대응하는 건전한 물환경 조성
생태계 (4전략 21개 사업)	산림 및 녹지공간 확대와 복원을 통한 탄소흡수원 확충	- 산림 및 녹지공간 확충 - 산림재해 예방 및 대응 - 생물다양성 증진 - 그린인프라 기능 증진
시설물 관리 (3전략 9개 사업)	기상재난에 대한 도시공간 대처능력 강화 및 위기관리능력 제고	- 건축물의 기상재난 대처능력 제고 - 도시기반시설의 기상재난 대처능력 제고 - 기상재난에 대응한 위기관리 시스템 강화
건강 (4전략 20개 사업)	기후위험으로부터 시민의 건강 적응력 향상	- 기후변화 건강위험 적응 - 기후변화에 따른 감염병 대응 강화 - 폭염 취약시민 건강 보호 - 대기오염으로 인한 건강영향 관리

- 앞선 부문별 목표 및 전략에 따라 총 66개의 세부이행과제를 수립함. 각 사업 성격에 따라 서울시 주관부서를 중심으로 추진될 예정임
 - 물관리 부문은 수변감성도시과, 물재생계획과, 치수안전과 등에서 총 16개 사업 수행 예정
 - 생태계 부문은 공원조성과, 자연생태과, 조경과, 산지방재과 등에서 총 21개 사업 수행 예정
 - 시설물 관리: 소방재난본부, 안전지원과, 치수안전과 등에서 총 9개 사업 수행 예정
 - 건강: 안전지원과, 건강증진과, 보건의료정책과, 자활지원과 등에서 총 20개 사업 수행 예정

[표 6-2] 서울시 기후위기 적응대책(2022~2026) 부문별 세부이행과제

추진전략	세부이행과제	사업유형	주관부서
물관리 부문			
[Ⅰ-1] 기후변화에 대비한 홍수 대응 및 관리 역량 강화	[Ⅰ-1-1] 침수취약지역의 하수관로 통수능 확보	기존보완	물재생계획과
	[Ⅰ-1-2] 하수관로 종합정비사업 추진	기존보완	물재생계획과
	[Ⅰ-1-3] 빗물펌프장 시설용량의 확보	기존보완	차수안전과
	[Ⅰ-1-4] 빗물펌프장 노후시설물의 안전성 확보	기존보완	차수안전과
	[Ⅰ-1-5] 하천 예·경보체계 구축 및 활용	기존	차수안전과
	[Ⅰ-1-6] 빗물저류시설 확충	기존	차수안전과
[Ⅰ-2] 기후변화 적응을 위한 도시 물순환 체계 구축	[Ⅰ-2-1] 물재이용 시설의 설치 확대	기존보완	수변감성도시과
	[Ⅰ-2-2] 지하수자원의 보전 및 체계적 이용	기존보완	수변감성도시과
	[Ⅰ-2-3] 통합형 스마트물순환도시 조성	신규	수변감성도시과
	[Ⅰ-2-4] 노후 정수센터 정비	신규	상수도사업본부 계획설계과
	[Ⅰ-2-5] 장기사용 상수도관 정비	신규	상수도사업본부 누수대응과
	[Ⅰ-2-6] IoT 통신을 활용한 스마트 원격검침 구축	신규	상수도사업본부 계측관리과
[Ⅰ-3] 기후위기에 대응하는 건전한 물환경 조성	[Ⅰ-3-1] 합류식하수관로월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대	기존보완	수변감성도시과
	[Ⅰ-3-2] 한강 및 지천 수질의 모니터링 강화	기존보완	수변감성도시과
	[Ⅰ-3-3] 민간단체의 수질보전 감시 및 관리 강화	기존보완	수변감성도시과
	[Ⅰ-3-4] 지천 르네상스 추진 통한 수변공간 확대	신규	차수안전과
생태계 부문			
[Ⅱ-1] 산림 및 녹지공간 확충	[Ⅱ-1-1] 도심공원 확충	신규	공원조성과
	[Ⅱ-1-2] 산림 환경 관리	기존	자연생태과
	[Ⅱ-1-3] 가로수 띠녹지 조성	기존	조경과
	[Ⅱ-1-4] 사회공헌형 탄소상쇄 숲 조성	기존	조경과

추진전략	세부이행과제	사업유형	주관부서
[Ⅱ-2] 산림재해 예방 및 대응	[Ⅱ-2-1] 산림재해 예방활동 강화 및 통합관리	기존	산지방재과
	[Ⅱ-2-2] 산불방지 대책	기존	자연생태과
	[Ⅱ-2-3] 근교산 등산로 정비	기존	자연생태과
	[Ⅱ-2-4] 산지사면 관리 강화	신규	산지방재과
[Ⅱ-3] 생물다양성 증진	[Ⅱ-3-1] 생태계 교란종 관리	기존	자연생태과
	[Ⅱ-3-2] 산림병해충 관리 강화	기존	자연생태과
	[Ⅱ-3-3] 야생동물 보호 및 유해 야생동물 관리	신규	자연생태과
	[Ⅱ-3-4] 기후변화 생물지표종 지정 및 모니터링	기존	자연생태과
	[Ⅱ-3-5] 생태계 보호지역 확대 및 관리	신규	자연생태과
[Ⅱ-4] 그린인프라 기능 증진	[Ⅱ-4-1] 도심형 식물공장 모델 개발 및 보급	기존	농업기술센터 농업교육과
	[Ⅱ-4-2] 에코스쿨 조성	기존	조경과
	[Ⅱ-4-3] 옥상녹화 조성	기존	조경과
	[Ⅱ-4-4] 생태계서비스 증진	기존	자연생태과
	[Ⅱ-4-5] 하천 생태 기능 증진	신규	자연생태과
	[Ⅱ-4-6] 도심 자투리 공간 텃밭 조성	기존	도시농업과
	[Ⅱ-4-7] 학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영	기존	농업기술센터 농업교육과
	[Ⅱ-4-8] 도시 농부학교 확대 운영	기존	농업기술센터 농업교육과
시설물 관리(도시공간) 부문			
[Ⅲ-1] 건축물의 기상재난 대처능력 제고	[Ⅲ-1-1] 풍수해 취약지역 유지관리	기존보완	차수안전과
	[Ⅲ-1-2] 겨울철 수도계량기 동파예방 추진	기존	계측관리과
[Ⅲ-2] 도시기반시설의 기상재난 대처능력 제고	[Ⅲ-2-1] 도로시설물 안전관리	신규	도로시설과
	[Ⅲ-2-2] 원격제설시설 설치 확대	기존	도로관리과
	[Ⅲ-2-3] 도시관리계획 환경성검토 실시	신규	시설계획과

추진전략	세부이행과제	사업유형	주관부서
[Ⅲ-3] 기상재난에 대응한 위기관리 시스템 강화	[Ⅲ-3-1] 재해지도 작성 및 활용	기존	차수안전과
	[Ⅲ-3-2] 10만 안전파수꾼	기존	소방재난본부 안전지원과
	[Ⅲ-3-3] 민간제설기동반 구성 및 운영	기존	도로관리과
	[Ⅲ-3-4] 취약계층 풍수해 보험 도입 및 활성화	기존	차수안전과
건강 부문			
[V-1] 기후변화 건강위험 적응	[V-1-1] 폭염·한파 정보전달 체계 및 저감시스템 운영 강화	기존보완	안전지원과
	[V-1-2] 폭염대비 시민행동요령·폭염취약현장 행동매뉴얼 보급 및 교육 활성화	기존	안전지원과
	[V-1-3] 자동심장충격기 구비 및 관리 강화	기존	보건의료정책과
	[V-1-4] 한파, 폭염 대응 거리노숙인 보호대책 추진	기존	자활지원과
	[V-1-5] 스마트 헬스케어 시스템 활용 기후재난 정보 제공	신규	보건의료정책과
[V-2] 기후변화에 따른 감염병 대응 강화	[V-2-1] 감염병 감시 및 예방관리 강화	기존보완	감염병관리과
	[V-2-2] 기후변화 대비 감염병 대응체계 구축	기존	감염병관리과
	[V-2-3] 식중독 발생 신속대응 체계 강화	기존	식품정책과
	[V-2-4] 식중독 발생 우려지역 집중 관리	기존	식품정책과
[V-3] 폭염 취약시민 건강 보호	[V-3-1] 무더위쉼터 운영	기존보완	어르신복지과
	[V-3-2] 여름철 쪽방촌 주민과 거리노숙인 보호 및 자원체계 운영	기존	자활지원과
	[V-3-3] 계절별 기후이상(폭염·한파) 대비 방문건강 관리	기존	건강증진과
	[V-3-4] 건설공사장 근로자 보호대책 강화	기존	도시기반시설본부
[V-4] 대기오염으로 인한 건강영향 관리	[V-4-1] 대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교	기존보완	감염병관리과
	[V-4-2] 미세먼지 집중관리구역 운영	기존보완	대기정책과
	[V-4-3] 대기오염 예·경보제 운영	기존보완	대기정책과
	[V-4-4] 대기오염 측정망 구축 및 운영	기존보완	대기정책과
	[V-4-5] 고농도 미세먼지 비상저감조치 이행	기존보완	대기정책과
	[V-4-6] 미세먼지 저감을 위한 도로먼지 흡입 및 물청소	기존	생활환경과
	[V-4-7] 어린이 활동공간 환경안전 관리점검 및 교육 홍보	기존보완	감염병관리과

02 부문별 세부시행계획

1. 물관리

1) 세부시행계획 총괄

(1) 수립절차

- ‘제2차 기후변화 적응 세부시행계획(2017~2021)’ 물관리 부문 이행평가 이후 사업의 보완 사항과 지속적 추진 필요성을 검토함
- ‘제3차 국가 기후변화 적응대책(2021~2025)’의 물관리 부문 리스크별 세부시행과제를 참조함
- 서울시에서 시행 중인 정책 및 사업, 향후 계획 등과의 연계성을 검토하여 서울특별시 기후위기 적응대책(2022~2026)의 물관리 부문 세부시행계획을 마련함
 - 물관리 부문 세부시행계획과 연계하여 ‘풍수해저감종합계획(2016~2025)’, ‘건강한 물순환도시 조성 계획(2013)’, ‘빗물관리 기본계획(2013)’, ‘물순환 기본계획(2004)’ 등 유관 계획에서 물관리 부문 전략 및 주요 사업내용을 검토함
 - 서울시 관련 부서의 정책비전, 추진방향, 정책과제, 주요 사업내용을 고려하여 물관리 부문 이행 전략 및 세부사업을 도출함³⁶⁾

(2) 추진방향 및 세부목표

- (추진방향) 기후위기 대응을 위한 물관리 역량 강화
 - (세부목표 1) 침수 취약지역 안전관리 강화, 배수시설 체계 정비 및 확충을 통한 집중호우 대응 능력 제고, 비상대응 체계 및 능력 강화
 - (세부목표 2) 수자원 활용성 제고를 위한 물재이용 체계 강화, 가뭄 대응 체계 구축, 도시 물순환 회복

36) 2021년 기준 서울시에서 발표한 주요업무보고자료와 관련 사업 내용을 참조하였음

- (세부목표 3) 하천 배출 오염물질 저감 및 관리체계 구축, 수생태 보전 및 복원을 위한 관리 및 모니터링 강화

(3) 추진전략

- 기후변화에 대비한 홍수 대응 및 관리 역량 강화
- 기후변화 적응을 위한 도시 물순환 체계 구축
- 기후위기에 대응하는 건전한 물환경 조성

(4) 세부이행과제

- 3개의 추진전략에 대해 총 16개 세부이행과제 수립
 - 기후변화에 대비한 홍수 대응 및 관리 역량 강화 관련 6개 과제, 기후변화 적응을 위한 도시 물순환 체계 구축 관련 6개 과제, 기후위기에 대응하는 건전한 물환경 조성 관련 4개 과제
 - 신규, 기존보완, 기존으로 구분하여 세부이행과제의 사업 유형을 분류
 - (신규) 금회 적응대책에 신규로 추가된 과제
 - (기존보완) 2차 적응대책에 포함된 세부이행과제이며, 여건변화, 이행평가 결과 등을 고려하여 사업내용을 보완한 과제
 - (기존) 2차 적응대책에 포함된 세부이행과제로, 금회 적응대책에서도 동일한 사업내용으로 지속적으로 추진하는 과제
 - ※ 단순 과제명 변경은 기존으로 분류

[표 6-3] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 물관리 부문 세부이행과제 총괄표

추진전략	세부이행과제	사업 유형	주관부서 (협조부서)
[1-1] 기후변화에 대비한 홍수 대응 및 관리 역량 강화	[1-1-1] 침수취약지역의 하수관로 통수능 확보	기존 보완	물재생계획과
	[1-1-2] 하수관로 종합정비사업 추진	기존 보완	물재생계획과
	[1-1-3] 빗물펌프장 시설용량의 확보	기존 보완	차수안전과
	[1-1-4] 빗물펌프장 노후시설물의 안전성 확보	기존 보완	차수안전과
	[1-1-5] 하천 예·경보체계 구축 및 활용	기존	차수안전과
	[1-1-6] 빗물저류시설 확충	기존	차수안전과
[1-2] 기후변화 적응을 위한 도시 물순환 체계 구축	[1-2-1] 물재이용 시설의 설치 확대	기존 보완	수변감성도시과
	[1-2-2] 지하수자원의 보전 및 체계적 이용	기존 보완	수변감성도시과
	[1-2-3] 통합형 스마트물순환도시 조성	신규	수변감성도시과
	[1-2-4] 노후 정수센터 정비	신규	상수도사업본부 계획설계과
	[1-2-5] 장기사용 상수도관 정비	신규	상수도사업본부 누수대응과
	[1-2-6] IoT 통신을 활용한 스마트 원격검침 구축	신규	상수도사업본부 계측관리과
[1-3] 기후위기에 대응하는 건전한 물환경 조성	[1-3-1] 합류식하수관로월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대	기존 보완	수변감성도시과
	[1-3-2] 한강 및 지천 수질의 모니터링 강화	기존 보완	수변감성도시과
	[1-3-3] 민간단체의 수질보전 감시 및 관리 강화	기존 보완	수변감성도시과
	[1-3-4] 지천 르네상스 추진 통한 수변공간 확대	신규	차수안전과

(5) 기대성과

- 기반시설에 대한 예방적 투자 확대를 통한 서울시 홍수 안전성 제고
- 빗물, 지하수, 재이용수 등 도시 수자원의 이용 및 관리 확대를 통한 서울시 물순환 건전성 제고
- 하폐수 하천 유입 관리, 물환경 보전을 위한 협업체계 구축 등 서울시 물환경 보전 역량 제고

2) 전략별 세부이행과제

물관리

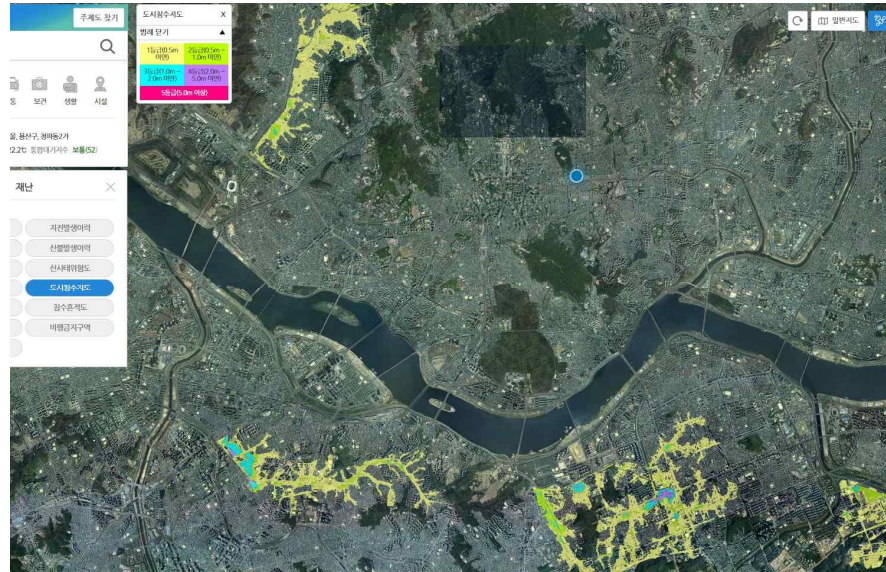
[1-1] 기후변화에 대비한 홍수 대응 및 관리 역량 강화

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

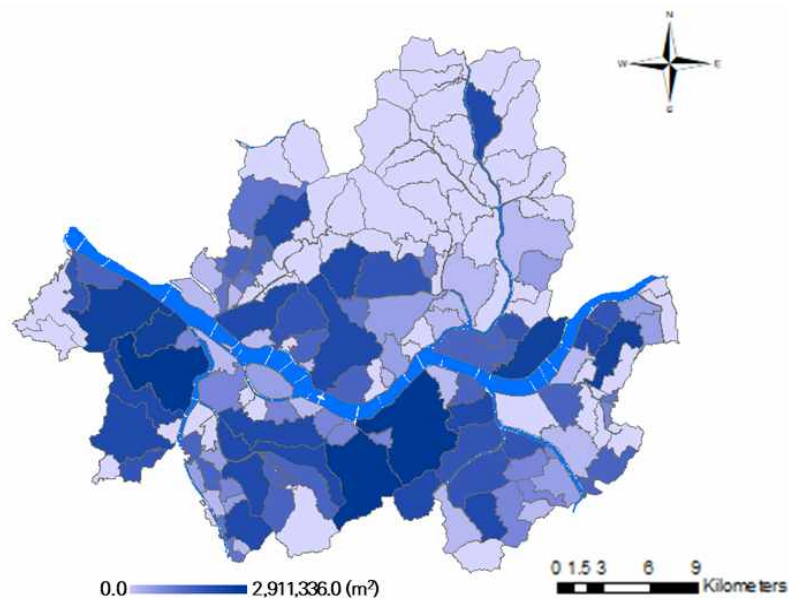
- 최근 기후변화와 관련해서 대형 자연재해가 발생하고 있으며, 그 피해가 증가하고 있음. 우리나라에 심각한 영향을 미치는 자연재해는 주로 ‘물’과 ‘바람’의 작용에 의한 것으로 가장 큰 피해를 유발하는 자연재해는 태풍과 호우로 조사됨(국토교통부, 2020). 2000년대 초반 이후로 호우 발생횟수의 증가세가 두드러지게 나타나며, 태풍과 호우로 인한 사회·경제적 피해가 증가하고 있음. 자연재해는 기후변화와 같은 지구적인 환경변화와의 관련성이 더욱 커지면서 잠재적인 위험이 계속될 거라고 예측됨((McCarthy et al., 2001; UN/ISDR, 2002).
- 서울은 2010년, 2011년 집중호우로 인한 대규모 피해 이후 침수취약지역 해소사업을 지속적으로 추진하고 있음. 2020년까지 약 30개 주요 침수취약지역 해소사업을 완료하였으나 시가지 곳곳에 녹지 감소, 도로 포장률 증가 등에 따라 불투수 면적이 증가하고 있어 침수 우려지역은 여전히 산재되어 있으며, 대규모 집중호우에 의한 피해의 가능성은 여전히 상존하고 있음.
- 최근 서울의 집중호우 양상이 강해짐에 따라, 향후 도심 집중호우로 인한 내수침수 위험이 더욱 커지고 있음. 환경부는 이러한 집중호우 시 도시침수 위험이 높은 지역을 보여주는 도시침수 지도를 작성하였는데,³⁷⁾ 서울시는 강남, 영등포구, 그리고 은평구 일대가 도시침수위험이 높은 것으로 파악됨. 이는 과거 침수면적과도 일치하고 있는 지역으로 해당 및 인근지역의 우수배제시설과 저류시설의 확충이 필요함

37) 환경부, 2022, 홍수위험지도 정보시스템. <https://floodmap.go.kr/fldara/fldaraList.do>. 빗물처리시설 용량을 초과하는 집중강우시 피해가 예상되는 침수범위와 침수 깊이를 나타내는 지도로, 전체 1,794개 읍면동 중 서울시(18개 자치구)는 “22년 12월 말, 나머지는 “25년말 단계적으로 제작·공개 예정



[그림 6-1] 서울시 도시침수 위험지도

자료: 환경부, 2022, 홍수위험지도 정보시스템



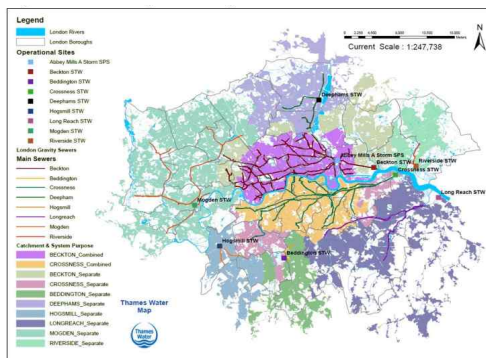
[그림 6-2] 서울시 과거 누적 침수면적

자료: 김성은, 2021, 유역특성 기반의 서울시 침수위험성 분석

- 시가지가 넓은 서울은 집중호우 시 도시형 홍수가 발생할 가능성이 크며, 기후변화로 인해 위험도는 더욱 증대될 전망이다(신상영, 2018). 따라서 기후변화로 인한 집중호우 발생에 대비하여 우수관망 통수능 확보, 빗물펌프장 증설 등과 같이 우수배제시설에 대한 지속적인 관리 및 확충이 필요함

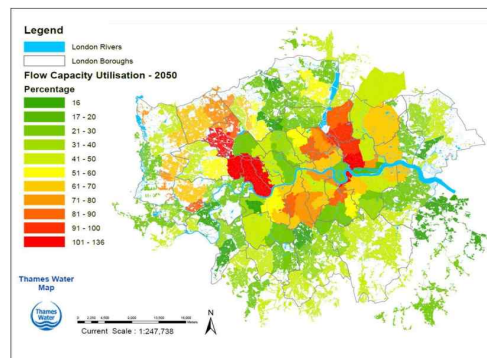
|| 관련 사례

- 지표수 범람은 빗물이 지면으로 스며들지 못하고 배수시스템을 능가할 때 발생하는데, 영국 런던은 많은 도시와 마찬가지로 불투수면적 비율이 높아 지표수 범람에 대한 위험이 있음. 150년 이전에 지어진 결합 하수도 시스템 역시 변화하는 토지 사용 및 기후변화, 인구 증가와 맞물려 지표수 범람 위험을 가중함



런던시 하수도 시스템

자료: Thames Water/Mayor of London



런던시 홍수 예상지역

자료: Thames Water/Mayor of London

- 이에 대응하여 런던은 지속가능한 배수시스템에 관한 시행계획인 London Sustainable Drainage Action Plan(LSDAP)을 수립함. 지속가능한 배수(SuDS) 기술을 적극적으로 도입하여 2040년까지 홍수 방지, 수질개선, 수량확보를 위해 지속가능한 방법으로 빗물을 관리하여 시민, 환경, 경제적 이익을 극대화 하고자 함. 지속가능한 배수체계 적용 시 빗물침투·저류가 가능한 빗물관리시설 설치를 권장하고 있음 (윤현주, 2015). 또한 도시계획 및 토지이용 시 개발사업으로 인해 100년 빈도 강우의 침투유량 변화량이 개발 이전의 녹지상태일 때보다 증가하지 않아야 한다는 도시계획 지표도 제시함. LSDAP는 대규모 배수 개선 프로그램에 별도로 자금을 투입하는 대신, 이미 계획된 도시 유지보수, 개선작업에 배수설비를 통합시키는 것이 핵심임



MAYOR OF LONDON

Other Public Sector Buildings
Figure 11: TfL offices at 55 Broadway, Westminster



Credit: Greater London Authority

런던 지속가능한 배수시스템 시행계획(LSDAP)

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[1-1-1]	침수취약지역의 하수관로 통수능 확보	기존보완	물재생계획과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[1-1-2]	하수관로 종합정비사업 추진	기존보완	물재생계획과	중장기 (‘22~)	구조적 대책
[1-1-3]	빗물펌프장 시설용량의 확보	기존보완	차수안전과	중장기 (‘22~)	구조적· 비구조적· 사회적 대책
[1-1-4]	빗물펌프장 노후시설물의 안전성 확보	기존보완	차수안전과	단기 (‘22~’26)	구조적· 비구조적 대책
[1-1-5]	하천 예·경보체계 구축 및 활용	기존	차수안전과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[1-1-6]	빗물저류시설 확충	기존	차수안전과	중장기 (‘22~)	구조적· 비구조적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 W01, W03, W09 내용과 연계
 - (W01) 폭우로 인한 하천 및 유역의 홍수피해 증가
 - (W03) 폭우로 인한 댐과 하천의 기반시설 안정성 저하
 - (W09) 강우량 변동폭 증가에 따른 댐/저수지 관리 취약성 증가
- 제3차 기후변화 적응대책 물관리 부문 ‘① 기후변화에 대비한 지속가능한 홍수관리’ 세부과제와 내용 연계
 - (1-1-1) 홍수대응력 제고를 위한 조기경보체계 구축
 - (1-1-1-1) 홍수 예보 인프라 확충으로 관측 취약지역 해소
 - (1-1-2) 지역 맞춤형 홍수 대응 강화
 - (1-1-2-1) 도시지역 침수예방사업 다각화
 - (1-1-3) 국가 물관리 시설의 홍수대응 역량 강화
 - (1-1-3-2) 물관리 인프라 안전관리 강화
 - (1-1-4) 홍수피해 예방을 위한 정보제공 강화
 - (1-1-4-2) 재난정보 알림 실효성 강화

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[I -1-1] 침수취약지역의 하수관로 통수능 확보	W01, W03	1-1-2-1 도시지역 침수예방사업 다각화 1-1-3-2 물관리 인프라 안전관리 강화
[I -1-2] 하수관로 종합정비사업 추진	W01, W03	1-1-3-2 물관리 인프라 안전관리 강화
[I -1-3] 빗물펌프장 시설용량의 확보	W01, W03	1-1-2-1 도시지역 침수예방사업 다각화 1-1-3-2 물관리 인프라 안전관리 강화
[I -1-4] 빗물펌프장 노후시설물의 안전성 확보	W01, W03, W09	1-1-3-2 물관리 인프라 안전관리 강화
[I -1-5] 하천 예·경보체계 구축 및 활용	W01	1-1-1-1 홍수 예보 인프라 확충으로 관측 취약지역 해소 1-1-4-2 재난정보 알림 실효성 강화
[I -1-6] 빗물저류시설 확충	W01, W06	1-1-2-1 도시지역 침수예방사업 다각화

④ 지역리스크와의 연계성

- 물관리 부문 ‘[I-1] 기후변화에 대비한 홍수 대응 및 관리 역량 강화’ 전략의 6개 세부이행과제는 물관리 부문 7개 지역리스크 중 아래 3개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 1-1) 집중호우로 인한 돌발홍수발생 등 홍수 발생 및 피해 증가
 - (리스크 1-2) 집중호우로 인한 물관리 시설물(제방, 우수관로, 빗물펌프장 등) 취약성 증가
 - (리스크 2-1) 유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
I-1-1	기존 보완	상습침수지역의 통수능력 향상을 통해 침수피해, 도로함몰 등 안전사고 발생 사전 예방	저지대 상습침수지역의 침수 해소를 위해 통수능 부족 하수관로를 정비하여 통수능력 향상을 통한 침수 및 안전사고 예방

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
I-1-2	기존 보완	노후·불량 하수관로 정비로 도로함몰 등 안전사고를 예방하고, 하수관로의 통수능 확보 등을 통하여 홍수피해 방지	65개 배수분구 L=1,426km 하수관로 정비, 58개 소구역 L=755km 하수관로 정비. 자치구는 배수분구 하수관로 종합정비 및 소구역 정비사업 공사를 추진하고, 서울시는 소구역 정비사업 설계
I-1-3	기존 보완	98개소 빗물펌프장의 30년 강우빈도 처리용량(시간당 95mm)을 확보하여 집중호우에 따른 침수 예방	펌프장 증설, 우수지 확충, 유역분리 등 지역여건에 맞게 관련사업(배수개선, 재개발사업 등)과 연계하여 방재 시설 확충
I-1-4	기존 보완	빗물펌프장 노후 설비 개량으로 집중호우에 따른 침수피해 예방	120개소 빗물펌프장 연차별 노후설비 개량
I-1-5	기존	돌발강우, 호우경보, 태풍 경보 등 강우로 인한 위험 예측 시 지속적인 경고 방송과 문자 발송 등으로 하천 사고를 예방함. 또한 우기마다 하천 주민들에게 위험을 알렸고 위험지역을 조사하여 추가로 시설을 설치하는 등 사각지대를 해소하고, 하천 고립사고 발생위험을 줄임	서울시 지방하천 38개소의 기 설치된 하천 예·경보시설 유지관리 및 미설치 위험지역 신설
I-1-6	기존	신영공영차고지 적정 고사 및 명도소송 승소, 신림재정비 촉진지구 내 빗물저류조에 대한 타당성 조사 완료 등 사전절차 적정 이행, 신영동 빗물저류조 설치 등	신림 공영차고지 및 재정비촉진지구 빗물저류조 설치 공사, 신영동 빗물저류조 설치 타당성조사, 이수·과천 저류조 설치 등

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

○ [I-1-1] 침수취약지역의 하수관로 통수능 확보

- 사업내용: 저지대 상습침수지역의 침수 해소를 위하여 통수능 부족 하수관로를 정비하여 통수능력 향상
- 추진실적: 목표 대비 실적 94% ('21년 기준), 113% (5년 평균)
- 사업대상인 '2030 하수도정비 기본계획'상 통수능 부족 하수관로 618km 중 2021년 45km 정비로 2017년부터 총 128km 하수관로 정비사업을 추진함

구분	통수능 부족 하수관로 정비 (km)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	161	15	27	33	38	48
실적	128	21	35	36	36	45

- 주요성과: 상습침수지역의 통수능력 향상을 통해 침수피해, 도로함몰 등 안전사고 발생 사전 예방

○ [I-1-2] 하수관로 종합정비사업 추진

- 사업내용: 노후·불량 하수관로를 정비하여 불명수 저감 등 하수 처리효율을 증대하고, 배수분구 단위로 전체 하수관거의 현황을 조사·설계하며, 지역 전체를 일시에 재정비하여 선진 하수체계 구축. 하수관로의 통수능 확보 등을 통하여 재해대응 능력 증진
- 추진실적: 목표 대비 실적 98% ('21년 기준), 111% (5년 평균)
- 사업대상인 65개 배수분구 하수관로 총 L=1,426km 중 2021년 47km 하수관로를 정비하고 2개 배수분구 사업을 완료하였으며, 15개 소구역 정비사업 기본 및 실시설계 용역을 추진함

구분	배수분구 하수관로 정비 정비 (km)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	277	46	46	78	59	48
실적	261	49	59	89	64	47

- 주요성과: 노후·불량 하수관로 정비로 도로함몰 등 안전사고를 예방하고, 하수관로의 통수능 확보 등을 통하여 홍수피해 방지

○ [I-1-3] 빗물펌프장 시설용량의 확보

- 사업내용: 급증하고 있는 기상이변에 대비하여 10년 강우빈도 빗물펌프장을 30년 강우빈도로 신·증설
- 추진실적: 목표 대비 실적 100% ('21년 기준), 100% (5년 평균)
 - 2021년 빗물펌프장 용량을 증대하여, 총 98개소 빗물펌프장 용량증설을 완료함

구분	빗물펌프장 용량증대 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	98	90	91	97	98	98
실적	98	90	91	97	98	98

- 주요성과: 98개소 빗물펌프장의 30년 강우빈도 처리용량(시간당 95mm)을 확보하여 집중호우에 따른 침수 예방

○ [I-1-4] 빗물펌프장 노후 시설물의 안전성 확보

- 사업내용: 빗물펌프장 설비 중 노후하여 기능이 현저히 저하되거나 고장 우려가 높은 시설물을 교체 및 수리하여 강우시 빗물펌프장 배수설비의 가동 안전성 확보
- 추진실적: 목표 대비 실적 100% ('21년 기준), 100% (5년 평균)
 - 2021년 모터펌프, 밸브, 변압기, 수배전반, 제어설비, 수문 등의 노후설비를 교체하고, 펌프장 32개소, 수문 15개소에 대한 정밀안전진단 실시하였으며, 펌프장 4개소에 빗물펌프장 내진보강 공사 등을 실행함

구분	노후시설물 안전성확보 펌프장 개소					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	120	119	120	120	120	120
실적	120	119	120	120	120	120

- 주요성과: 빗물펌프장 노후 설비 개량으로 집중호우에 따른 침수피해 예방

○ [I-1-5] 하천 예·경보체계 구축 및 활용

- 사업내용: 장마철 돌발강우 시 하천 내 이용 시민에게 사전 안내방송 등을 실시하여 고립사고 등의 안전사고를 예방
- 하천 예·경보시설 설치 현황: 2021년 기준, 서울시 지방하천 38개소에 총 544개의 하천 예·경보시설이 설치되어 있음(자동경보시설 228개, 문자 전광판 137개, 경광등 179개)
- 추진실적: 목표 대비 실적 720% ('21년 기준), 436% (5년 평균)

- 기 설치된 자동경보시설, 문자 전광판, CCTV 등을 유지관리하고, 2021년 위험지역 내 36개 하천 예·경보시설을 신설하였으며, 계획 대비 7배 이상 많이 설치하여 목표 달성

구분	하천 예·경보 시설 설치 (개)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	72	18	18	19	12	5
실적	263	18	35	93	81	36

- 주요성과: 돌발강우, 호우경보, 태풍 경보 등 강우로 인한 위험 예측 시 지속적인 경고 방송과 문자 발송 등으로 하천 사고를 예방함. 또한 우기마다 하천 주민들에게 위험을 알렸고 위험지역을 조사하여 추가로 시설을 설치하는 등 사각지대를 해소하고, 하천 고립사고 발생위험을 줄임

○ [I-1-6] 빗물저류시설 확충

- 사업내용: 신영동 빗물저류조 및 신림 공영차고지 빗물저류조 설치
- 추진실적: 목표 대비 실적 100% ('21년 기준), 100% (5년 평균)
 - 신영동 빗물저류조 설치 타당성조사 및 계획을 수립 검토하였고, 신림재정비 추진지구내 빗물저류조에 대한 타당성 조사를 완료함. 신림 공영차고지의 경우 공사를 진행하는 한편 무단점유자와 명도소송을 진행

구분	빗물저류시설 확충사업 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	4	2	1	1	공사진행	공사진행
실적	4	2	1	1	공사진행	공사진행

- 주요성과: 신영공영차고지 적정 고사 및 명도소송 승소, 신림재정비 추진지구 내 빗물저류조에 대한 타당성 조사 완료 등 사전절차 적정 이행, 신영동 빗물저류조 설치 등

② 개선·보완사항

○ 종합평가 결과

- 세부과제 대부분의 성과지표는 시설설치 여부 및 진행 정도 등 사업이행여부를 평가하는 정량적 지표로 구성
- 기후변화에 따른 취약성 개선을 위해 수립된 세부과제이므로, 각 세부과제가 갖는 적응력 개선 정도를 평가할 수 있는 정성적 지표의 보완이 필요

- 시간지연, 재원확보 어려움 등 사업추진 시 발생할 수 있는 다양한 문제에 대해 유동적 대응체계 마련 필요

세부이행과제(2017~2021)	개선·보완사항
[I -1-1] 침수취약지역의 하수관로 통수능 확보	• 월별 공정관리를 통해 신속한 사업 추진
[I -1-2] 하수관로 종합정비사업 추진	• 정비사업간 중복투자 최소화
[I -1-3] 빗물펌프장 시설용량의 확보	• 사유지 토지보상 지연에 대한 대책 마련
[I -1-4] 빗물펌프장 노후시설물의 안전성 확보	• 적기 교체가 필요한 시설물별 재원확보 어려움
[I -1-5] 하천 예·경보체계 구축 및 활용	• 대상지 점검을 통한 추가 설치
[I -1-6] 빗물저류시설 확충	• 소용발생에 따른 지연이 발생하지 않도록 지속적으로 공정관리를 통한 사업 추진

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

- [I -1-1] 침수취약지역의 하수관로 통수능 확보 (기존보완)
 - 사업내용: 저지대 상습침수지역의 침수 해소를 위해 통수능 부족 하수관로를 정비하여 통수능력 향상을 통한 침수 및 안전사고 예방

추진 계획	2022	• 하수관로 정비 60km					
	2023	• 하수관로 정비 68km					
	2024	• 하수관로 정비 75km					
	2025	• 하수관로 정비 81km					
	2026	• 하수관로 정비 86km					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
	지표1. 침수취약지역 하수관로 정비 연장 (km)	45	'22	'23	'24	'25	'26
	〈산출 근거〉 하수관로 정비 연장 (km), 하수관로 단위사업 후보 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
	총계 (시비)	517,785	'22	'23	'24	'25	'26
			85,885	110,900	106,500	107,000	107,500

○ [I-1-2] 하수관로 종합정비사업 추진 (기존보완)

- 사업내용: 65개 배수분구 L=1,426km 하수관로 정비, 58개 소구역 L=755km 하수관로 정비. 자치구는 배수분구 하수관로 종합정비 및 소구역 정비사업 공사를 추진하고, 서울시는 소구역 정비사업 설계

추진 계획	2022	• (계속 추진) 배수분구 하수관로 종합정비공사 준공(10개) - 동교 배수분구 등 10개소 정비 31.8km(통수능 3.7km, 노후불량 28.7km) • 소구역 하수관로 정비 설계용역 추진 및 준공(22개) - 행당-5 등 11개 준공('21.3.~'22.12.), 신월1-4 등 11개 추진('22.3.~'23.12.) • 소구역 하수관로 정비공사 추진(연장 9km) - '21년도 기본 및 실시설계 용역 완료된 4개 지역(면목3-5, 중곡-1, 장위-4, 군자-2)					
	2023	• 소구역 하수관로 정비 설계용역 추진 및 준공(22개) - 신월1-4 등 11개 사업 용역 준공, 신규사업 11개 용역 추진('23.3.~'24.12.) • 소구역 하수관로 정비사업 공사 추진(15개) - 장위-4, 중곡-1, 면목3-5, 군자-2 소구역 하수관로 정비사업 등 4개소 - 행당-5 등 11개 공사 추진('23. 5.~'26.12.)					
	2024	• 소구역 하수관로 정비 설계용역 신규사업 추진(10개) • 소구역 하수관로 정비공사 추진(22개) 및 준공(4개)					
	2025	• 소구역 하수관로 정비 설계용역 신규사업 추진(10개) • 소구역 하수관로 정비공사 추진(21개) 및 준공(8개)					
	2026	• 소구역 하수관로 정비 설계용역 신규사업 추진(10개) • 소구역 하수관로 정비공사 추진(17개) 및 준공(11개)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
	지표1. 소구역 하수관로 정비 연장 (km)	-	'22	'23	'24	'25	'26
	<산출 근거> 하수관로 정비 연장 (km), 하수관로 종합정비사업 후보 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	926,387	67,887	140,000	268,500	252,500	197,500

○ [I-1-3] 빗물펌프장 시설용량의 확보 (기존보완)

- 사업내용: 펌프장 증설, 우수지 확충, 유역분리 등 지역여건에 맞게 관련사업(배수개선, 재개발사업 등)과 연계하여 방재시설 확충

추진 계획	2022	• 대치, 양재2동 빗물펌프장 신설추진('22년~'25년)					
	2023	• 설계용역(양재, 금호, 대림2, 사천)					
	2024~2025	• 공사완료(양재, 금호, 대림2, 사천)					
	2026~2027	• 설계용역(중곡, 흑석, 서래, 삼각지, 제기1, 영등포, 신길)					
	2028~2029	• '28년 공사추진(중곡, 흑석, 서래, 삼각지, 제기1, 영등포, 신길) • '29. 설계용역(심원, 문배, 방배, 고덕, 보광, 동빙고, 잠원2)					
	2030	• 공사완료(심원, 문배, 방배, 고덕, 보광, 동빙고, 잠원2)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 빗물펌프장 신설 (개소)	1	-	-	-	2	-
	지표2. 빗물펌프장 증설 (개소)	102	-	-	-	4	-
	지표 3. 공정률 (%)	0	100	100	100	100	100
〈산출 근거〉 30년 빈도 확보 펌프장/ 전체 빗물펌프장 〈지표 유형〉 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	200,466	4,150	44,939	55,000	56,377	40,000

○ [I-1-4] 빗물펌프장 노후시설물의 안전성 확보 (기존보완)

- 사업내용: 120개소 빗물펌프장 연차별 노후설비 개량

추진 계획	2022	• 펌프장 주요시설물에 대하여 조달청 내용연수를 기준으로 상 태평가하여 설비별 일몰제 등 노후도의 기준을 정하여 교체 • 모터펌프교체는 일몰연수경과 고려, 기술진단용역 결과에 따 라 연차별 교체계획(송정, 개봉1, 가양, 신천)					
	2023	• 펌프장 주요시설물에 대하여 조달청 내용연수를 기준으로 상 태평가하여 설비별 일몰제 등 노후도의 기준을 정하여 교체 • 모터펌프교체는 일몰연수경과 고려, 기술진단용역 결과에 따 라 연차별 교체계획(전농2, 몽촌1, 면목4, 개봉2)					
	2024	• 펌프장 주요시설물에 대하여 조달청 내용연수를 기준으로 상 태평가하여 설비별 일몰제 등 노후도의 기준을 정하여 교체 • 모터펌프교체는 일몰연수경과 고려, 기술진단용역 결과에 따 라 연차별 교체계획(성내, 몽촌2, 대치)					
	2025	• 펌프장 주요시설물에 대하여 조달청 내용연수를 기준으로 상 태평가하여 설비별 일몰제 등 노후도의 기준을 정하여 교체 • 모터펌프교체는 일몰연수경과 고려, 기술진단용역 결과에 따 라 연차별 교체계획(잠실, 옥수, 탄천, 대방)					
	2026	• 펌프장 주요시설물에 대하여 조달청 내용연수를 기준으로 상 태평가하여 설비별 일몰제 등 노후도의 기준을 정하여 교체 • 모터펌프 기술진단용역 추진·검토에 따라 연차별 교체계획 수립					
	중장기	• 펌프장 주요시설물에 대하여 조달청 내용연수를 기준으로 상 태평가하여 설비별 일몰제 등 노후도의 기준을 정하여 교체					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표 1. 빗물펌프장 노후설비교체 (건수)	1	16	17	18	14	14
	지표 2. 빗물펌프장 시설물 노후도 (%)	9.3	9.3	9	8	7	6
	〈산출 근거〉 • 지표1: 빗물펌프장 노후설비 교체수(펌프), 해당연도의 펌프 교체 건수 • 펌지표2 : 빗물펌프장 펌프 노후도(%) $\frac{\text{일몰도래 펌프 수}}{\text{전체 펌프 수}} \times 100 = \text{〇〇.〇}\%$						
	〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	68,400	17,500	16,400	11,500	11,500	11,500

○ [I-1-5] 하천 예·경보체계 구축 및 활용 (기존)

- 사업내용: 서울시 지방하천 38개소의 기 설치된 하천 예·경보시설 유지관리 및 미설치 위험지역 신설

추진 계획	2022	• 하천 예·경보시설 40개소 설치 - 자치구 설치신청 내용 검토 및 기설치 시설 점검·정비					
	2023	• 하천 예·경보시설 40개소 설치 - 자치구 설치신청 내용 검토 및 기설치 시설 점검·정비					
	2024	• 하천 예·경보시설 40개소 설치 - 자치구 설치신청 내용 검토 및 기설치 시설 점검·정비					
	2025	• 하천 예·경보시설 40개소 설치 - 자치구 설치신청 내용 검토 및 기설치 시설 점검·정비					
	2026	• 하천 예·경보시설 40개소 설치 - 자치구 설치신청 내용 검토 및 기설치 시설 점검·정비					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
	지표1. 하천 예·경보시설 설치 (개수)	544	'22	'23	'24	'25	'26
	<산출 근거> 하천 예·경보시설 설치 목표 대비 실적 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
	총계 (시비)	3,000	'22	'23	'24	'25	'26
			600	600	600	600	600

○ [I-1-6] 빗물저류시설 확충 (기존)

- 사업내용: 신영동 빗물저류조 설치 타당성조사, 신림 공영차고지 빗물저류조 설치 공사

추진 계획	2022	• 신림공영차고지 저류조 설치 공사('21~'25)					
	2023	• 신림공영차고지 저류조 설치 공사('21~'25) • 신영동 및 신림재정비촉진지구 저류조 설치 공사('23~'26)					
	2024	• 신림공영차고지 저류조 설치 공사('21~'25) • 신영동 및 신림재정비촉진지구 저류조 설치 공사('23~'26)					
	2025	• 신림공영차고지 저류조 설치 완료 • 신영동 및 신림재정비촉진지구 저류조 설치 공사('23~'26)					
	2026	• 신영동 빗물저류조 설치 완료 • 신영동 및 신림재정비촉진지구 저류조 설치 완료					
	중장기	• 이수·과천 저류조 설치(2028)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
	지표1. 저류조 설치 (개소)	-	'22	'23	'24	'25	'26
	〈산출 근거〉 우수저류시설(저류소) 설치 개수, 저류조 설치대상 신규 발굴(타당성조사 등) 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	135,800	3,000	17,000	28,200	47,600	40,000
	국비	66,400	-	8,500	14,100	23,800	20,000
	시비	69,400	3,000	8,500	14,100	23,800	20,000

④ 기대효과

- 기후변화에 대비한 풍수해 대응 능력 구축 및 침수안전도 강화
- 배수시설의 체계적 정비 및 확충을 통하여 기후변화로 인한 수해저감 및 예방체계 구축
- 홍수 예·경보를 통한 방어대책 확대

세부이행과제	기대효과
[1-1-1] 침수취약지역의 하수관로 통수능 확보	집중호우에 의한 유출량을 신속하게 배제하여 내수 침수피해를 예방하고 상습침수 해소
[1-1-2] 하수관로 종합정비사업 추진	침수안전도를 향상하여 재해 대응 능력 증진
[1-1-3] 빗물펌프장 시설용량의 확보	집중호우 및 태풍에 대응하여 배수처리능력 향상
[1-1-4] 빗물펌프장 노후시설물의 안전성 확보	빗물펌프장이 불완전하게 가동되지 않도록 관리 내 실화에 기여
[1-1-5] 하천 예·경보체계 구축 및 활용	기후변화에 따른 돌발 강우에 대비하여 하천내 고립사고 등 안전사고 예방
[1-1-6] 빗물저류배수시설 확충	빗물저류배수시설 등 방재시설 확충으로 침수지역 피해 해소

물관리

[1-2] 기후변화 적응을 위한 도시 물순환 체계 구축

(1) 배경 및 필요성

- 기후변화는 증발과 강수에 영향을 미쳐 전 지구적으로 물순환 체계를 왜곡시키고 있으며, 강수의 불균형으로 인한 물순환 체계 왜곡은 앞으로 더욱 심화될 전망이다
- 도시는 인구 증가, 난개발, 불투수면적 증가 등으로 인해 빗물의 유출, 침투, 증발 등 일련의 자연적 흐름이 훼손되고 있음. 또한 도시에는 상대적으로 많은 인프라와 인구가 집중되어 있기 때문에 예상치 못한 문제가 발생한다면 피해의 규모가 매우 크고 복합적임
- 현재의 기후변화로 인한 피해는 기존 물관리 시스템이 설계 당시에 고려하지 못했던 부분으로, 높아진 불확실성에 대응 가능할 수 있도록 전환이 필요한 시점임
- 서울은 인구 집중과 도시화로 인한 불투수율 증가에 따라 빗물침투량과 증발산량이 감소하고 유출량은 급격히 증가하여 도시의 물순환이 크게 변형되었음(김영란, 2018). 서울시는 물순환 회복을 위해 「물순환 기본계획(2004)」을 시작으로 지속적으로 정책을 추진해 왔으며, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」을 통해 빗물의 유출을 저감하고 빗물을 이용하기 위한 사업을 추진하였음
- 그러나, 기후변화로 인한 극한가뭄, 폭염, 한파 등 이상기후 현상이 점차 증가하고 있어(기상청, 2021), 서울시의 물 공급, 배분, 이용과 수요관리 등 도시 수자원의 이용 및 관리에 대한 지속적인 관리가 필요함. 따라서 빗물, 유출지하수, 중수, 하수처리수 등 다양한 도시 수자원의 연계활용을 통해 서울시 물순환 건정성 제고를 위한 지속적인 투자가 필요함

|| 관련 사례

- 일본은 통합수법인 「물순환 기본법」(2014)을 제정하였으며, ‘건전한 물순환계 구축방안’ 마스터플랜(기본 계획)을 수립함. 물순환 정책의 핵심인 ‘건전한 물순환계 구축방안’ 마스터플랜은 수질·수변환경 변화와 관련된 여러 가지 물 문제를 해결하고자 빗물 유출저감 및 침투·저류 증진을 위한 빗물관리시설의 설치 및 관리 방침, 물재이용을 통한 수자원의 효율적 사용 방침, 수질을 보전하는 하수·오수 처리 방침, 친수 구역 확대를 위한 수변공간조성 방침, 시민참여를 증진하기 위한 홍보·교육·참여방침 등 ‘5대 기본방침’을 제시하고 있음. 일본은 지역 전체를 물순환정책 대상지역으로 지정하고 세부적으로 도시, 산지, 농지, 하천 공간에 맞는 물순환 정책을 마련하고 있음(김영란, 2018)
- 도쿄 스미다구는 ‘82년부터 빗물이용 프로젝트를 시작하였고, 시민과 연대해 빗물이용 운동으로 발전시킴. 스미다구는 양 옆으로 2개의 강(스미다 강, 아라카와 강)이 흐르고 있어 많은 비가 내릴 경우 침수 위험이 있으며, 군마현으로부터 수돗물을 끌어와 쓰는 물부족 지역이었음
- 스미다구는 구내 모든 건물에 빗물저류조를 설치하는 프로젝트는 진행하였으며 주민들도 적극적으로 참여함. 스미다 구청은 약 5,000㎡ 집수면적과 1,000㎡ 저류용량의 지하저장 탱크를 설치하여, 건물 내 화장실 용수로 사용하거나 세면장이나 직원식당 배수도 처리에 재활용함. 또한 국가관이라는 스모 경기장에 대규모 빗물 이용시설을 갖춰 지하에 빗물탱크 물을 화장실용 및 냉방용 냉각수로 이용함
- 스미가우세는 빗물을 이용하기 위한 로지손(Rojison, 우리말로 ‘골목보살’이라는 뜻)이 있는데, 가정집의 지붕면을 통해 내린 온 빗물이 로지손의 지하탱크로 저장되어 물이 필요할 때마다 수동펌프를 이용해 손쉽게 빗물을 이용할 수 있음. 식물을 재배하기 위해 주로 사용되며, 긴급사태가 발생할 경우 소방용수로 사용하기도 하고, 비상시에는 소독하여 식수로 마시기도 함



대규모 빗물이용시설을 갖춘 일본 스모경기장



일본의 빗물 이용시설인 로지손

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[1-2-1]	물재이용 시설의 설치 확대	기존보완	수변감성도시과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[1-2-2]	지하수자원의 보전 및 체계적 이용	기존보완	수변감성도시과	단기 (‘22~’26)	구조적· 비구조적· 사회적 대책
[1-2-3]	통합형 스마트물순환도시 조성	신규	수변감성도시과	중장기 (‘22~)	구조적 대책
[1-2-4]	노후 정수센터 정비	신규	계획설계과	중장기 (‘22~)	구조적 대책
[1-2-5]	장기사용 상수도관 정비	신규	누수대응과	중장기 (‘22~)	구조적 대책
[1-2-6]	IoT 통신을 활용한 스마트 원격검침 구축	신규	계측관리과	중장기 (‘22~)	구조적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 W04, W05, W06, W07, W09 내용과 연계
 - (W04) 가뭄으로 인한 하천의 건천화 심화
 - (W05) 기온 상승 및 가뭄으로 인한 하천/호소 수질 악화
 - (W06) 가뭄으로 인한 물 공급(생활/공업/농업용수, 하천유지용수) 능력 저하
 - (W07) 기온 상승 및 가뭄으로 인한 지하수 함양량 감소
 - (W09) 강우량 변동폭 증가에 따른 댐/저수지 관리 취약성 증가
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 물관리 부문 ‘② 가뭄대응력 제고 및 수자원 다변화로 물안보 강화’ 와 ‘③ 기후위기에 대응하는 건전한 물환경 조성’ 세부과제와 내용 연계
 - (1-2-3) 대체수자원의 안정적 확보
 - (1-2-3-1) 지하수 통합 관리체계 구축 및 보전
 - (1-2-3-2) 하수재이용 확대 및 수요처 연계를 통한 활용성 제고
 - (1-2-4) 수자원 활용성 제고를 위한 상수도 시스템 구축
 - (1-2-4-2) 안정적인 용수공급을 위한 상수도시설 확충
 - (1-3-1) 도시의 물순환 회복
 - (1-3-1-1) 물순환 관리 체계 마련

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[1-2-1] 물재이용 시설의 설치 확대	W06	1-2-3-2 하수재이용 확대 및 수요처 연계를 통한 활용성 제고
[1-2-2] 지하수자원의 보전 및 체계적 이용	W06, W07	1-2-3-1 지하수 통합 관리체계 구축 및 보전
[1-2-3] 통합형 스마트물순환도시 조성	W04, W05, W06, W09	1-3-1-1 물순환 관리 체계 마련
[1-2-4] 노후 정수센터 정비	W06	1-2-4-2 안정적인 용수공급을 위한 상수도시설 확충
[1-2-5] 장기사용 상수도관 정비	W06	1-2-4-2 안정적인 용수공급을 위한 상수도시설 확충
[1-2-6] IoT 통신을 활용한 스마트 원격검침 구축	W06	1-2-4-2 안정적인 용수공급을 위한 상수도시설 확충

④ 지역리스크와의 연계성

- 물관리 부문 ‘[I-2] 기후변화 적응을 위한 도시 물순환 체계 구축’ 전략의 6개 세부이행과제는 물관리 부문 7개 지역리스크 중 아래 2개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 2-1) 유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손
 - (리스크 2-2) 가뭄으로 인한 물(생활용수, 농업용수 등) 부족

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
1-2-1	기존 보완	• 상수 전량을 한강에서 취수하여 하천 의존률이 높은 특성에 대비하여 물재이용 시설을 점진적으로 확대	• 빗물이용시설 설치 지원을 통한 빗물 이용 설치 확대, 중수도 확대 보급 사업 추진(구청), 마곡 재처리수 공급 사업 추진

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
1-2-2	기존 보완	매년 3개 자치구 대상 기존 보조관측망을 재배치하고 전용관측정(6공)을 꾸준히 설치하고 있어 신뢰도 높은 지하수위 데이터 확보가 가능해졌으며, 민방위 비상 급수시설 확충 및 유지관리를 통해 비상시 용수 공급체계를 유지	지하수 관측지점 균형 재배치, 전용관측정 신설 등을 추진하고, 지하수위 관측연보 등 서울시 전역 대상 지하수위 관측·분석 실시. 지하수개발·이용시설(민방위 용수)의 수질을 개선(음용수 확보)하고, 민방위 용수의 적정 유지관리로 대체용수 공급체계 상시 유지
1-2-3	신규	-	- 통합 물순환 관리 + 물순환시설 다양화·집약화 + IT접목 모니터링·홍보 - 불투수율 70% 이상 지역 대상, 지역 맞춤형 사업 추진 - 다양한 도시 물자원(유출지하수·중수·재처리수) 통합 활용시스템 구축 - 복합 기능(침투, 배수, 수질정화, 경관 등)의 다양한 빗물관리시설 집약 설치 - IT를 접목하여 사업효과 모니터링 및 시민 홍보(폭염저감 효과 등)
1-2-4	신규	-	- 정수장 4개소(광암, 구의1, 암사1, 영등포1) 재건설(180만㎥/일) - 정수장별 단계적 시행(광암 → 구의1 → 암사1 → 영등포1) - 타당성조사 및 기본계획수립 → 설계 → 시공
1-2-5	신규	-	- 사업내용: 장기 상수도관 713km 대상으로 2020~2026 기간 동안 사용연수가 경과하고 수질 및 누수사고 우려가 있는 상수도관부터 우선 정비 - 수질 및 누수사고 개연성이 높은 35년 경과('84~'85 매설) 덕타일 주철관 우선 정비(235km) '79년 이전에 매설되어 사용연수가 41년 경과된 도복장 강관 정비(84km) 2세대 상수도관 중 노후화로 정비가 시급한 취약 상수도관 정비(136km) '25년 이후 신발생 장기사용관 정비(258km)

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
I-1-6	신규	-	- 비대면(시민), 안전(검침원), 데이터 활용(서울시)을 위한 검침 2030년까지 52개/전체105지역, 664천 개소(30%) 스마트원격검침 구축 - 유수율이 낮고 수전수가 적어 구축이 용이하고 활용 가치가 높은 지역을 우선 추진

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

○ [I-2-1] 물재이용 시설의 설치 확대

- 사업내용: 빗물이용시설 설치, 중수도 확대 보급, 하수 재이용을 통해 버려지는 물 재사용
- 물재이용 시설 현황
 - 보조금 지원 빗물이용시설 설치 현황

구 분	합 계	2012년~2019년	2020년	2021년
개 소	1,255	1,029	132	94

· 중수도 시설 현황

구 분	합 계	2012년~2019년	2020년	2021년
중수도	345	285	38	22

· 마곡 재처리수 공급대상 시설 현황

구 분	합계	2012년~2019년	2020년	2021년
개 소	55	46	3	6

- 물재이용 시설 문제점 : 개발대상이 감소하여 중수도 설치 건수가 감소함. 마곡지구 토지분양율이 84%이며 이중 건축허가율이 74%로 높음. 또한 건축연면적이 대부분 6만㎡ 미만으로 신규 재생수 공급대상수가 점차 감소할 예정임
- 추진실적: 목표 대비 실적 134% ('21년 기준), 116% (5년 평균)
 - 2020년 기준 빗물이용시설 94개소 설치, 중수도 22개소 신규 설치, 마곡 재생수 공급처 6개소

구분	빗물이용시설 설치 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	600	140	140	140	110	70
실적	680	149	162	143	132	94

- 주요성과: 상수 전량을 한강에서 취수하여 하천 의존률이 높은 특성에 대비하여 물재이용 시설을 점진적으로 확대

○ [I-2-2] 지하수자원의 보전 및 체계적 이용

- 사업내용: 지하수 보조관측망 관리를 개선하고, 재난 대비 민방위 비상 급수시설 확충 및 관리강화 추진
- 추진실적: 목표 대비 실적 수위 보조관측망 확충 100% ('21년 기준), 99% (5년 평균), 민방위 용수 확보 94% ('21년 기준), 98% (5년 평균)
 - 기존의 보조관측망 관리를 개선하고 신규시설을 확충하여 지하수의 수위, 수온, 전기전도도 관측자료의 신뢰성을 향상하였으며, 민방위 비상 급수시설을 신규로 확충하고 지정함

구분	수위 보조관측망 확충(개소) / 민방위 용수 확보(천톤/일)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	-	230 / 188	233 / 189	240 / 190	242 / 191	245 / 192
실적	-	230 / 188	233 / 189	236 / 190	236 / 190	245 / 180

- 주요성과: 매년 3개 자치구 대상 기존 보조관측망을 재배치하고 전용관측정(6공)을 꾸준히 설치하고 있어 신뢰도 높은 지하수위 데이터 확보가 가능해졌으며, 민방위 비상 급수 시설 확충 및 유지관리를 통해 비상시 용수 공급체계를 유지

② 개선·보완사항

○ 종합평가 결과

- 여건 변화에 맞춰 목표 대상을 조정하고, 이미 설치된 시설을 효율적으로 사용할 수 있도록 관리방안 마련 필요
- 지역별 지하수사용 적정화에 맞는 효율적 관리를 위해 지하수 함양량과 지하수 사용량을 구분해서 파악 필요

세부이행과제(2017~2021)	개선·보완사항
[I -2-1] 물재이용 시설의 설치 확대	• 빗물이용시설 사업비 대폭 감소로 목표 조정 • 개발대상 감소 등으로 공급대상 조정 • 마곡지구 내 민간건축물 및 공공시설에 대한 공급확대 방안 마련
[I -2-2] 지하수자원의 보전 및 체계적 이용	• 지하수 함양량과 지하수 사용량을 구분하여 파악
[I -2-3] 통합형 스마트물순환도시 조성	• 신규사업
[I -2-4] 노후 정수센터 정비	• 신규사업
[I -2-5] 장기사용 상수도관 정비	• 신규사업
[I -2-6] IoT 통신을 활용한 스마트 원격감침 구축	• 신규사업

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

- [I -2-1] 물재이용 시설의 설치 확대 (기존보완)
 - 사업내용: 빗물이용시설 설치 지원을 통한 빗물이용 설치 확대, 중수도 확대 보급 사업 추진(구청), 마곡 재처리수 공급사업 추진

추진 계획	2022	- 빗물이용시설 설치 지원 홍보 및 빗물이용시설 신규 68개소 설치 - 중수도시설 신규 30개소 설치 - 마곡 지구내 재처리수 급수 공사 4개소 실시					
	2023	(계속추진)빗물이용시설 설치 지원 홍보 및 빗물이용시설 신규 34개소 설치 (계속추진)중수도시설 신규 30개소 설치 (계속추진)마곡 지구내 재처리수 급수 공사 4개소 실시					
	2024	(계속추진)빗물이용시설 설치 지원 홍보 및 빗물이용시설 신규 34개소 설치 (계속추진)중수도시설 신규 30개소 설치 (계속추진)마곡 지구내 재처리수 급수 공사 4개소 실시					
	2025	(계속추진)빗물이용시설 설치 지원 홍보 및 빗물이용시설 신규 34개소 설치 (계속추진)중수도시설 신규 30개소 설치 (계속추진)마곡 지구내 재처리수 급수 공사 4개소 실시					
	2026	(계속추진)빗물이용시설 설치 지원 홍보 및 빗물이용시설 신규 34개소 설치 (계속추진)중수도시설 신규 30개소 설치 (계속추진)마곡 지구내 재처리수 급수 공사 4개소 실시					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 물재이용 시설 설치 (개소)	1,637	68	34	34	34	34
	〈산출 근거〉 물재이용 시설 설치 개소 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	844	292	138	138	138	138

○ [I-2-3] 스마트 물순환도시 조성사업 (신규)

- 사업내용: 통합 물순환 관리 + 물순환시설 다양화·집약화 + IT접목 모니터링·홍보
- 불투수율 70% 이상 지역 대상, 지역맞춤형 사업 추진
- 다양한 도시 물자원(유출지하수·중수·재처리수) 통합 활용시스템 구축
- 복합 기능(침투, 배수, 수질정화, 경관 등)의 다양한 빗물관리시설 집약 설치
- IT를 접목하여 사업효과 모니터링 및 시민 홍보(폭염저감 효과 등)

추진 계획	2022~2026	• (연간 계속 추진) 직전연도 선정된 스마트 물순환도시 조성 사업 공사 - 총 10개소 ('26년까지 매년 1개소씩 조성) • (연간 계속 추진) 해당연도 스마트 물순환도시 조성사업지 선정 및 설계 - 불투수율 70% 이상 지역 대상, 지역맞춤형 사업 추진 - 다양한 도시 물자원(유출지하수·중수·재처리수) 통합 활용시스템 구축 - 복합 기능(침투, 배수, 수질정화, 경관 등)의 다양한 빗물관리시설 집약 설치 - IT를 접목하여 사업효과 모니터링 및 시민 홍보(폭염저감 효과 등)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 스마트 물순환도시 조성 (개소)	1	1	2	2	2	2
〈산출 근거〉 스마트 물순환도시 조성사업 조성 개소수 〈지표 유형〉 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	20,940	2,740	3,200	5,000	5,000	5,000

○ [I-2-4] 노후 정수센터 정비 (신규)

- 사업내용: 정수장 4개소(광암, 구의1, 암사1, 영등포1) 재건설(180만³/일)
- 정수장별 단계적 시행(광암 → 구의1 → 암사1 → 영등포1)
- 타당성조사 및 기본계획수립 → 설계 → 시공

추진 계획	2022	- 광암정수장 정비 타당성조사 및 기본계획수립 - 경제적 타당성 및 사업필요성 검토					
	2023	광암정수장 정비 설계					
	2024	광암정수장 정비 공사					
	2025	- 광암정수장 정비 공사 - 구의1 정비 타당성조사 및 기본계획수립					
	2026	- 광암정수장 정비 공사 - 구의1정수장 정비 설계					
	중장기	정수장별 단계적 시행(~ 33년)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 정수장 정비 추진 (개소)	-	1	1	1	2	2
<산출 근거> 정수장 정비 정상 추진 개소 / 목표 개소 • 해당년도 실제 정수장 정비 시행 개소 <지표 유형> 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	64,800	200	500	3,000	30,400	30,700

○ [I-2-5] 장기사용 상수도관 정비 (신규)

- 사업내용: 장기 상수도관 713km 대상으로 2020~2026 기간 동안 사용연수가 경과하고 수질 및 누수사고 우려가 있는 상수도관부터 우선 정비
- 수질 및 누수사고 개연성이 높은 35년 경과('84~'85 매설) 덕타일 주철관 우선 정비(235km)
- '79년 이전에 매설되어 사용연수가 41년 경과된 도복장 강관 정비(84km)
- 2세대 상수도관 중 노후화로 정비가 시급한 취약 상수도관 정비(136km)
- '25년 이후 신발생 장기사용관 정비(258km)

추진 계획	2022	장기사용 상수도관 58km 교체 추진					
	2023	장기사용 상수도관 155km 교체 추진					
	2024	장기사용 상수도관 155.5km 교체 추진					
	2025	장기사용 상수도관 135km 교체 추진					
	2026	장기사용 상수도관 123km 교체 추진					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 장기사용 상수도관 교체 (km)	-	58	155	155.5	135	123
<산출 근거> 장기사용상수도관 교체 실적 / 교체 목표 • 해당년도 장기사용상수도관 교체 실적 ※ 교체목표 : 세입예산에 맞춘 해당년도 교체 목표 <지표 유형> 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
	총계 (시비)	902,000	'22	'23	'24	'25	'26
			91,600	222,600	224,800	190,000	173,000

- [I-2-6] IoT 통신을 활용한 스마트 원격검침 구축 (신규)
 - 사업내용: 비대면(시민), 안전(검침원), 데이터 활용(서울시)을 위한 검침
 - 2030년까지 52개/전체105 지역, 664천 개소(30%) 스마트원격검침 구축
 - 유수율이 낮고 수전수가 적어 구축이 용이하고 활용 가치가 높은 지역을 우선 추진

추진 계획	2022	- 본격 전환사업 추진에 앞서 소규모 블록(2개소)을 시범 추진 2개소 중블록 7,600개소 구축					
	2023	4개소 중블록 53,000개소 구축					
	2024	6개소 중블록 56,000개소 구축					
	2025	8개소 중블록 111,000개소 구축					
	2026	12개소 중블록 163,000개소 구축					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 스마트 원격검침 설치수량 (천 개소)	1	6	42	44	88	130
<산출 근거> 연차별 계획수량의 80%이상 설치 시 목표 달성 ※ 수용가 사정, 설치환경 등 불가피한 설치불가 사유 고려 <지표 유형> 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	66,050	1,279	8,879	9,505	18,820	27,567

④ 기대효과

- 안정적인 물재이용 시스템 강화, 대체 수자원 개발, 분산형 물순환체계 구축 등을 통한 물자립 역량 강화
- 수자원 인프라 기능개선 및 운영효율 향상으로 기후변화 대응능력 강화
- 기후변화 영향을 최소화할 수 있는물관리 시설 통합 이용 등 효율적 관리체계 마련
- 안정적인 상수도 시스템 구축을 통한 시민 만족도 제고

세부이행과제	기대효과
[1-2-1] 물재이용 시설의 설치 확대	• 기후변화로 인한 강우 편중 현상에 대응하여 물순환에 기여하고, 물 부족 문제 대비
[1-2-2] 지하수자원의 보전 및 체계적 이용	• 수위 보조관총망 개수 증가 및 균형 재배치로 지하수위 신뢰성 향상 • 민방위 비상급수시설 지속 확충으로 용수 확보율 증대
[1-2-3] 통합형 스마트물순환도시 조성	• 도시 물자원을 통합 활용하여 물순환 회복 효과 극대화
[1-2-4] 노후 정수장 재정비를 통해 안정적 수돗물 생산체계 구축	• 노후 정수장 재정비를 통해 안정적 수돗물 생산체계 구축
[1-2-5] 장기사용 상수도관 정비	• 상수도 누수로 및 수질사고 예방을 통한 시민불편 최소화
[1-2-6] IoT 통신을 활용한 스마트 원격검침 구축	• 검침원 안전 확보 및 검침부담 경감 • 검침인력 확보 • 포스트 코로나 대비 및 사생활 침해 최소화를 위한 비대면 검침 • 상세한 수돗물 사용량을 사용자와 상시 공유하여 절수 유도 및 요금불만 저감 • 데이터(공급, 소비량 융합) 기반 상수도 경영 및 대시민 서비스 혁신 실행

물관리

[1 -3] 기후위기에 대응하는 건전한 물환경 조성

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

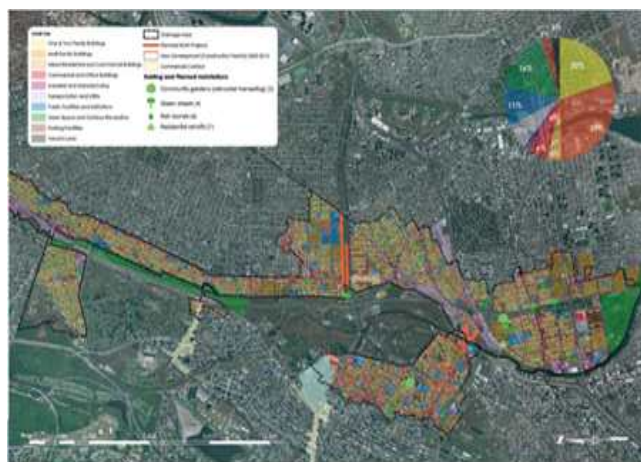
- 기후변화로 높아진 수온과 유해물질, 배출량 증가 등의 오염량 증가는 하천의 수질 및 수생태계 악화를 초래함. 또한 국지성 집중호우 빈도 증가는 우천 시 물재생센터로 유입되지 못한 하수나 오염물질이 공공수역이나 하천에 미처리된 상태로 월류되면서 오염부하를 가중함
- 한편 우리나라의 수질 규제는 4대강 유역을 중심으로 이루어지고 있으며, 국내 하천의 30%를 차지하는 지류 및 연안 하천은 대부분 규제와 모니터링이 되지 않는 상황임(OECD,2018)
- 서울시는 국가하천 3개소, 지방하천 37개소 및 소하천 18개소가 있으며, 도심지의 환경에 적응한 다양한 생물이 서식하고 있는 도심 생태계의 중심 역할을 함
- 하지만, 강우로 인한 합류식하수도 월류, 초기우수 등에 의한 오염물질의 유입과 기온상승에 따른 조류 번식, 수질악화 등으로 인해 하천의 수질관리는 매우 어려운 실정임. 특히, 기후변화에 따른 강우발생 빈도 증가, 수온상승, 가뭄 등으로 인해 하천 수질 및 수생태계 건정성이 악화될 우려가 큰 것으로 예측됨
- 따라서, 민관합동 수질 감시체계 구축 등 수질 모니터링 체계 강화와 비오염원 저감 및 관리 강화 등 수질오염 관리 강화를 통해 수질오염으로부터 건전한 수생태계를 유지하고 물의 이용 목적에 적합한 수질을 보전할 수 있는 꾸준한 관리가 필요함

|| 관련 사례

- 미국 뉴욕시의 "NYC Green Infrastructure Plan-A sustainable strategy for clean waterways"(2010) 계획은 깨끗한 하천 수질을 위해 향후 20년 동안 총 24억 달러(한화 약 2조 7천억 원)를 분산형 빗물관리 시설에 투자하여, 이 기간 동안 전체 불투수면적의 10%에서 발생하는 초기 우수 1인치(약 25.4mm)를 분산형 빗물관리를 통해 저류 및 침투 시키는 것이 구체적 실천 방안의 핵심 내용임
- 이를 통해 기존 및 계획 하수도 시설의 효율을 최적화해서 합류식 관거 월류수가 하천으로 유입되는 양을 연간 약 7천6백만 톤 줄이고, 수질개선 및 하수도 정비 소요비용을 총 68억 달러에서 53억 달러로 15억 달러 절약하는 것이 궁극적 목표임. 토지이용별 다른 목표를 설정하고 그에 따른 시설과 전략을 달리하며, 도시 전체를 13개 지역으로 구분하여 토지이용별 강우유출수의 비중을 분석하고 결과를 바탕으로 그린인프라 계획을 수립함
- 기존 개발지역과 신규개발지역, 도로 및 보도, 공원 지역별로 다양한 전략과 설치 시설을 구분하여 지역적 특성에 맞는 전략을 제시함. 그린인프라 계획은 대표적인 도시화 지역인 뉴욕시가 적극적인 목표를 설정하고 이를 달성하기 위해 다양한 전략을 신규개발지역은 물론 기존 개발지역에 적용하였다는 것에서 의의를 찾을 수 있음



뉴욕시 그린인프라 계획



뉴욕시 브롱크스강 유역 그린인프라 계획

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[1-3-1]	합류식하수도월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대	기존보완	수변감성도시과	중장기('22~)	구조적 대책
[1-3-2]	한강 및 지천 수질의 모니터링 강화	기존보완	수변감성도시과	중장기('22~)	구조적· 비구조적· 사회적 대책
[1-3-3]	민간단체의 수질보전 감시 및 관리 강화	기존보완	수변감성도시과	단기('22~'26)	구조적· 비구조적· 사회적 대책
[1-3-4]	지천 르네상스 추진 통한 수변공간 확대	신규	차수안전과	중장기('22~)	구조적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 W02, W05, W08, W09, W10 내용과 연계
 - (W02) 폭우로 인한 하천/호소로의 오염물질 유입 증가
 - (W05) 기온 상승 및 가뭄으로 인한 하천/호소 수질 악화
 - (W08) 해수면 상승으로 인한 하구 및 연안 물관리 취약성 증가
 - (W09) 강우량 변동폭 증가에 따른 댐/저수지 관리 취약성 증가
 - (W10) 폭염에 의한 수생생물 열 스트레스 증가
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 물관리 부문 '① 기후변화에 대비한 지속가능한 홍수관리', '③ 기후위기에 대응하는 건전한 물환경 조성' 세부과제와 내용 연계
 - (1-1-5) 집중호우에 따른 재난폐기물의 신속한 처리체계 구축
 - (1-1-5-1) 민·관 합동 재난폐기물 대응체계 구축
 - (1-1-5-2) 재난폐기물 안정적 처리기반 마련
 - (1-3-2) 폭우 및 수온상승 대비 수질오염 관리 강화
 - (1-3-2-1) 수질 위험요인에 대한 선제적 관리
 - (1-3-2) 수생태계 건강성 증진
 - (1-3-3-3) 하천 생태계의 건전성 및 자연성 회복

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[1-3-1] 합류식하수도월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대	W09	1-3-2-1 수질 위험요인에 대한 선제적 관리
[1-3-2] 한강 및 지천 수질의 모니터링 강화	W02, W05	1-1-5-2 재난폐기물 안정적 처리기반 마련
[1-3-3] 민간단체의 수질보전 감시 및 관리 강화	W02, W08	1-1-5-1 민·관 합동 재난폐기물 대응체계 구축
[1-3-4] 지천 르네상스 추진 통한 수변공간 확대	W10	1-3-3-3 하천 생태계의 건전성 및 자연성 회복

④ 지역리스크와의 연계성

- 물관리 부문 ‘[1-3] 기후위기에 대응하는 건전한 물환경 조성’ 전략의 4개 세부이행과제는 물 관리 부문 7개 지역리스크 중 아래 2개 리스크를 관리하기 위해 선정됨(중점리스크)
 - (리스크 3-1) 수온상승과 폭우시비점오염물의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화
 - (리스크 3-3) 하천의 생태 및 환경적 기능(자정작용, 생태서식처, 경관 및 친수) 저하

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
1-3-1	기존 보완	가양, 새말, 양평 CSOs 저류시설 설치를 완료함	강우시 발생하는 CSOs(합류식 하수관로 월류수)를 적정 처리하여 비점오염물질의 하천유입을 최소화하기 위한 저류조 설치
1-3-2	기존 보완	지속적인 수질개선 사업으로 '15년 행주대교 BOD 5.2 대비 '21년 BOD 2.0로 64% 개선함	서울시 수질측정망 82개소 중 자동측정기 설치 대상으로 측정망 관리방안 수립 후 자동측정망 등을 재구축하고, 환경부 2차 물환경측정망 장기계획 등 국가계획 반영

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
I-3-3	기존 보완	하천 및 수중 정화활동, 오염행위 감시활동을 수행하였으며, 하천변 주변에 오염정화식물 및 꽃 등을 식재하고 위해식물을 제거하는 등 지역환경을 개선함. 또한 수질 모니터링을 직접 실시하고 학교를 방문하여 하천 수질보전에 대한 홍보·교육 활동 등을 지속적으로 하여 청소년 및 학생들에게 환경보전에 대한 중요성을 인식시키는 등의 성과를 보임	하천 수질개선사업에 시민의 참여와 관심제고를 위해 수질 오염행위 감시, 정화활동 등 환경보전활동을 추진하는 비영리민간단체에 사업비 지원
I-3-4	신규	-	- 복개하천 복원, 생태하천 조성, 시민 이용공간 설치 등 수변공간 확대 - 중랑천 하류 생태회복 사업 - 도림천 복개철거 및 복원 - 낙번천 복개철거 및 복원 - 정릉천 유지용수 공급 및 환경개선 - 성내천 생태하천 조성 시범사업 - 홍제천 상류 보행축 조성사업

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

- [I-3-1] 합류식하수도월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대
 - 사업내용: 강우 시 발생하는 고농도 CSOs를 적정 관리하기 위한 저류조를 유수지내 지하에 설치
 - 추진실적: 목표대비 실적 80% ('21년 기준), 96% (5년 평균)
 - 유수지 내 CSOs 저류조 설치를 연차적 계획에 의거하여 정상적으로 추진함. 2021년 응봉 CSOs 저류시설 공사를 진행하였으며, CSOs 저류조 2개소에 대해 설치 기본계획 수립 용역을 진행함

구분	CSOs 저류조 설치 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	3	1 (양평)	2 (양평, 응봉)	2 (양평, 응봉)	3 (응봉, 휘경, 흑석)	5 (응봉, 휘경, 흑석, 독섬, 대치)
실적	3	1 (양평)	2 (양평, 응봉)	2 (양평, 응봉)	3 (응봉, 휘경, 흑석)	4 (응봉, 흑석, 독섬, 대치)

- 주요성과: 가양, 새말, 양평 CSOs 저류시설 설치를 완료하였으며, 2022년 5월 응봉 CSOs 저류시설 준공 예정

○ [I-3-2] 한강 및 지천 수질의 모니터링 강화

- 사업내용: 한강 잠실상수원에 대해 상시 수상청소, 지도·점검 등을 통해 관리하고, 하천 수질오염행위 감시, 홍보 등 수질보전활동 민간단체 지원
- 사업 현황
 - 2018 ~ : 그물망식 수질측정망 확대 (82개소, 기존 41개소)
 - 2021 ~ 2022 : 주요 하천 수질관리방안 수립 용역 추진
 - 2022 : 환경부 2차 물환경측정망 장기계획 수립 중
- 추진실적: 목표대비 실적 100% ('21년 기준), 100% (5년 평균)
 - 물재생센터 방류수의 수질을 개선하였으며, 고농도 초기우수 오염물질 처리시설 설치를 완료함. 2021년 상수원 수질개선 강화를 위해 12,500톤 퇴적물을 준설하였으며, 상수원 하수관로 7,040m를 설치 및 개량함

구분	행주대교 지점 BOD 농도 (mg/L)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	5.00이하	5.00이하	5.00이하	5.00이하	5.00이하	5.00이하
실적	2.7	2.6	2.6	2.7	2.4	2.0

- 주요성과: 지속적인 수질개선 사업으로 '15년 행주대교 BOD 5.2 대비 '21년 BOD 2.0로 64% 개선함

○ [I-3-3] 민간단체의 수질보전 감시 및 관리강화

- 사업내용: 하천 수질개선사업에 시민의 참여와 관심을 높이기 위해 수질오염행위 감시, 정화활동 등 환경보전활동을 추진하는 비영리민간단체에 사업비 지원
- 사업 현황

- 지원대상 : 서울시 소재 비영리민간단체(매년 12개~15개)
- 선정방법 : 사업공모 후 지원단체 심사 선정
- 심사위원 : 시의원 2명, 외부전문가 5명, 공무원 3명
- 지원금액 : 매년 약 200~300백만원(한강수계관리기금)
- 추진실적: 목표대비 실적 108% ('21년 기준), 102% (5년 평균)
 - 한강유역환경청과 긴밀히 협의하여 한강수계기금에서 사업비 확보를 통하여 매년 12개 단체에 대해 2천만 원 이내로 지원하고 있음

구분	민간단체 수질보전활동 지원 (개)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	60	12	12	12	12	12
실적	61	12	12	12	12	13

- 주요성과: 하천 및 수중 정화활동, 오염행위 감시활동을 수행하였으며, 하천변 주변에 오염 정화식물 및 꽃 등을 식재하고 위해식물을 제거하는 등 지역환경을 개선함. 또한 수질 모니터링을 직접 실시하고 학교를 방문하여 하천수질보전에 대한 홍보·교육 활동 등을 지속적으로 하여 청소년 및 학생들에게 환경보전에 대한 중요성을 인식시키는 등의 성과를 보임

② 개선·보완사항

- 종합평가 결과
 - 기존에 있는 자원을 활용하고 연계하여 사업을 실시하며, 사업에 사용되는 자원 관리 강화
 - 관리실태를 점검하고, 홍보와 교육을 강화하며, 사업 진행을 위한 긴밀한 협의 필요

세부이행과제(2017~2021)	개선·보완사항
[1-3-1] 합류식하수도월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대	• 가용 사유지 한계 상황에서 도시계획시설을 활용하여 토지를 효율적 집약적으로 이용
[1-3-2] 한강 및 지천 수질의 모니터링 강화	• 오염원 관리실태 점검 및 홍보 교육 강화 • 강우 대비 공사장 등 비점오염원 관리강화 • 수질보전 활동에 사용된 장비 관리 필요
[1-3-3] 민간단체의 수질보전 감시 및 관리 강화	• 한강유역환경청과 긴밀한 협의를 통해 한강수계 기금에서 사업비 전액 확보
[1-3-4] 지천 르네상스 추진을 통한 수변공간 확대	• 신규사업

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

○ [I-3-1] 합류식하수도월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대 (기존보완)

- 사업내용: 강우시 발생하는 CSOs(합류식 하수관로 월류수)를 적정 처리하여 비점오염물질의 하천유입을 최소화하기 위한 저류조 설치

추진 계획	2022	- CSOs 저류조(2개소) 설치 기본계획 용역 완료 - 뚝섬(성동구), 대치(강남구) 유수지 - 뚝섬(대치) CSOs 저류조 설치계획 수립					
	2023	- 흑석유수지 CSOs 저류조 설치 실시설계 완료(시설용량 14,000㎡) - 흑석 혁신거점도시 조성사업과 연계 추진 - 뚝섬(대치) CSOs 저류조 기본 및 실시설계 용역 발주 - 기본설계 완료(장기 1차)					
	2024	- 흑석유수지 CSOs 저류조 설치공사 착공(시설용량 14,000㎡) - 흑석 혁신거점도시 조성사업과 연계 추진 - 뚝섬(대치) CSOs 저류조 실시설계 완료 - 응봉유수지 CSOs 저류조 설치 공사 추진(시설용량: 4,000㎡)					
	2025	- 흑석유수지 CSOs 저류조 설치공사 추진(시설용량 14,000㎡) - 흑석 혁신거점도시 조성사업과 연계 추진 - 뚝섬(대치) CSOs 저류조 설치 공사 착공 - 대치(뚝섬) CSOs 저류조 설치계획 수립 - 응봉유수지 CSOs 저류조 설치 공사 추진(시설용량: 4,000㎡)					
	2026	- 흑석유수지 CSOs 저류조 설치공사 준공(시설용량 14,000㎡) - 흑석 혁신거점도시 조성사업과 연계 추진 - 뚝섬(대치) CSOs 저류조 설치 공사 추진 - 대치(뚝섬) CSOs 저류조 기본 및 실시설계 용역 발주 - 응봉유수지 CSOs 저류조 설치 공사 준공(시설용량: 4,000㎡)					
	중장기	- 뚝섬(대치) CSOs 저류조 설치 공사 준공 - 대치(뚝섬) CSOs 저류조 설치 공사 준공					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. CSOs 저류조 설치 (개소)	3	-	-	-	-	2
	지표2. CSOs 저류조 설치 기본계획, 기본 및 실시설계 완료 실적 (개소)	3	1	1	1	-	-
<산출 근거> 합류식하수관로월류수(CSOs) 저류시설 설치 개소 및 용량 기본계획, 기본 및 실시설계 추진실적(개소) <지표 유형> 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	27,930	-	-	4,538	10,500	12,892
	국비	14,111	-	-	2,269	5,250	6,592
	시비	13,819	-	-	2,269	5,250	6,300

○ [I-3-2] 한강 및 지천 수질의 모니터링 강화 (기존보완)

- 사업내용: 서울시 수질측정망 82개소 중 자동측정기 설치 대상으로 측정망 관리방안 수립 후 자동측정망 등을 재구축하고, 환경부 2차 물환경측정망 장기계획 등 국가계획 반영

추진 계획	2022	- 수질측정망 구축 종합계획 수립 - 기존 수질측정망 진단 및 자동측정기 설치 등 종합계획 수립					
	2023	(계속 추진) 측정망 중 자동측정기 1개소 설치 - 지천 중 시급한 지역 자동측정기 설치					
	2024	(계속 추진) 측정망 중 자동측정기 2개소 설치 - 종합계획에 따라 하천 자동측정기 설치					
	2025	(계속 추진) 측정망 중 자동측정기 2개소 설치 - 종합계획에 따라 하천 자동측정기 설치					
	2026	(계속 추진) 측정망 중 자동측정기 2개소 설치 - 종합계획에 따라 지천 자동측정기 설치					
	중장기	자동 및 수동 수질측정망의 상호 보완체계 구축					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 수질 자동측정망 설치 (개소)	5	0	1	2	2	2
<산출 근거> 자동측정망 설치 개소수 <지표 유형> 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	1,400	0	200	400	400	400

○ [I-3-3] 민간단체의 수질보전 감시 및 관리강화 (기존보완)

- 사업내용: 하천 수질개선사업에 시민의 참여와 관심제고를 위해 수질 오염행위 감시, 정화활동 등 환경보전활동을 추진하는 비영리민간단체에 사업비 지원

추진 계획	2022	• 매년 한강수계기금 2~3억원을 지원받아 약 10여개 단체를 심사선정 - 단체별 20백만원 이내 지원					
	2023	• 매년 한강수계기금 2~3억원을 지원받아 약 10여개 단체를 심사선정 - 단체별 20백만원 이내 지원					
	2024	• 매년 한강수계기금 2~3억원을 지원받아 약 10여개 단체를 심사선정 - 단체별 20백만원 이내 지원					
	2025	• 매년 한강수계기금 2~3억원을 지원받아 약 10여개 단체를 심사선정 - 단체별 20백만원 이내 지원					
	2026	• 매년 한강수계기금 2~3억원을 지원받아 약 10여개 단체를 심사선정 - 단체별 20백만원 이내 지원					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 하천수질개선 지원단체 수 (개)	12	12	12	12	12	12
〈산출 근거〉 지원단체 수 〈지표 유형〉 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (국비)	1,173	229	236	236	236	236

○ [I-3-4] 지천 르네상스 추진을 통한 수변공간 확대 (신규)

- 사업내용: 복개하천 복원, 생태하천 조성, 시민이용공간 설치 등 수변공간 확대
 - 중랑천 하류 생태회복 사업
 - 도림천 복개철거 및 복원
 - 녹번천 복개철거 및 복원
 - 정릉천 유지용수 공급 및 환경개선
 - 성내천 생태하천 조성 시범사업
 - 홍제천 상류 보행축 조성사업

추진 계획	2022	(계속추진) 복개하천 복원 등 수변공간 확대 사업 추진 - 중랑천, 도림천, 녹번천, 정릉천, 성내천, 홍제천					
	2023	(계속추진) 복개하천 복원 등 수변공간 확대 사업 추진 - 중랑천, 정릉천, 성내천, 홍제천 사업완료 12.84km - 도림천, 녹번천 공사시행					
	2024	(계속추진) 복개하천 복원 등 수변공간 확대 사업 추진 - 도림천 사업완료 1.35km - 녹번천 공사시행					
	2025	(계속추진) 복개하천 복원 등 수변공간 확대 사업 추진 - 녹번천 사업완료 0.75km					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 하천정비 완료사업 연장 (km)	-	-	9.84	1.35	0.75	-
	<산출 근거> 연간 수변정비 연장 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	97,225	11,810	45,180	19,100	21,135	-

④ 기대효과

- 하천 배출오염 물질 저감 및 관리체계 구축으로 깨끗하고 건강한 수질 및 수생태계 유지
- 수질관리, 물관리 모니터링 강화로 하천 수생태계 보호 및 건강성 회복
- 건전한 물환경 조성을 위한 통합적 대응전략 마련

세부이행과제	기대효과
[1-3-1] 합류식하수도월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대	• 하천 수질 오염방지 및 수질오염총량제 목표수질 달성에 기여
[1-3-2] 한강 및 지천 수질의 모니터링 강화	• 한강 지천 유입 수질오염 발생원의 체계적 관리를 통한 수질개선
[1-3-3] 민간단체의 수질보전 감시 및 관리 강화	• 하천 및 수중 정화활동, 오염 행위감시활동 등을 통해 수질오염원을 제거하고 있어 실질적인 수질개선 효과
[1-3-4] 지천 르네상스 추진을 통한 수변공간 확대	• 충분한 유량확보, 바람길 형성으로 도심 열섬효과 완화

3) 세부이행과제 예산계획 및 성과목표

(1) 세부이행과제 예산계획

[표 6-4] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 물관리 부문 세부이행과제 예산계획

세부이행 과제	구분	총계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
I-1-1	총계 (시비)	517,785	85,885	110,900	106,500	107,000	107,500
I-1-2	총계 (시비)	926,387	67,887	140,000	268,500	252,500	197,500
I-1-3	총계 (시비)	320,955	4,150	44,939	55,000		56,377
I-1-4	총계 (시비)	68,400	17,500	16,400	11,500	11,500	11,500
I-1-5	총계 (시비)	3,000	600	600	600	600	600
I-1-6	총계	135,800	3,000	17,000	28,200	47,600	40,000
	국비	66,400	-	8,500	14,100	23,800	20,000
	시비	69,400	3,000	8,500	14,100	23,800	20,000
I-2-1	총계 (시비)	844	292	138	138	138	138
I-2-2	총계	6,171	1,331	1,243	1,551	1,073	1,073
	국비	100	20	20	20	20	20
	시비	4,809	※관측망:263 ※민방위:798	※관측망:270 ※민방위:800	※관측망:278 ※민방위:800	800	800
	구비	1,262	250	253	253	253	253
I-2-3	총계 (시비)	20,940	2,740	3,200	5,000	5,000	5,000
I-2-4	총계 (시비)	64,800	200	500	3,000	30,400	30,700
I-2-5	총계 (시비)	902,000	91,600	222,600	224,800	190,000	173,000
I-2-6	총계 (시비)	66,050	1,279	8,879	9,505	18,820	27,567
I-3-1	총계	27,930	-	-	4,538	10,500	12,892
	국비	14,111	-	-	2,269	5,250	6,592
	시비	13,819	-	-	2,269	5,250	6,300
I-3-2	총계 (시비)	1,400	0	200	400	400	400
I-3-3	총계 (국비)	1,173	229	236	236	236	236
I-3-4	총계 (시비)	97,225	11,810	45,180	19,100	21,135	-

(2) 세부이행과제 성과목표

[표 6-5] 서울시 기후위기 적응대책(2022~2026) 물관리 부문 세부이행과제 성과목표

세부이행 과제	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
I-1-1	침수취약지역 하수관로 정비 연장 (km)	52	60	68	75	81	86
I-1-2	소구역 하수관로 정비 연장 (km)	-	41	60	117	102	87
I-1-3	빗물펌프장 신설 (개소)	1	-	-	-	2	-
	빗물펌프장 증설 (개소)	102	-	-	-	4	-
	공정률 (%)	0	100	100	100	100	100
I-1-4	빗물펌프장 노후설비교체 (건수)	1	16	17	18	14	14
	빗물펌프장 시설물 노후도 (%)	9.3	9.3	9	8	7	6
I-1-5	하천 예·경보시설 설치 (개수)	544	584	624	664	704	744
I-1-6	저류조 설치 (개수)	-	-	-	1	1	1
I-2-1	물재이용 시설 설치 (개소)	1,637	68	34	34	34	34
I-2-2	지하수위 보조관측망 설치 (공)	245	251	257	263	266	269
	민방위용수 수질개선 (개소)	8	10	10	10	10	10
I-2-3	스마트 물순환도시 조성 (개소)	1	1	2	2	2	2
I-2-4	정수장 정비 추진 (개소)	-	1	1	1	2	2
I-2-5	장기사용 상수도관 교체 (km)	-	58	155	156	135	123
I-2-6	스마트 원격검침 설치수량 (천 개소)	1	6	42	44	88	130
I-3-1	CSOs 저류조 설치 (개소)	3	-	-	-	-	2
	CSOs 저류조 설치 기본계획, 기본 및 실시설계 완료 실적 (개소)	3	1	1	1	-	-
I-3-2	수질 자동측정망 설치 (개소)	5	-	1	2	2	2
I-3-3	하천수질개선 자원단체 수 (개)	12	12	12	12	12	12
I-3-4	하천정비 완료사업 연장 (km)		-	9.84	1.35	0.75	-

2 • 생태계

1) 세부시행계획 총괄

(1) 수립절차

- 제2차 기후변화 적응 세부시행계획 생태계 부문 이행평가 이후 사업의 연속성, 지속성을 고려하여 계속 수행여부를 검토함
- 관계부처 합동으로 수립한 ‘제3차 국가 기후변화 적응대책’ 생태계 부문에서 다루어야 할 핵심 내용을 검토 및 반영함
- 서울시에서 시행 중인 정책 및 사업, 향후계획 등을 종합적으로 검토하여 세부시행계획의 수행 가능성 여부를 확인하고, 계획의 연계성, 서울시 특성을 고려하여 최종적으로 서울특별시 기후위기 적응대책(2022~2026)의 생태계 부문 세부시행계획을 마련함
 - 생태계 부문 세부시행계획과 연계하여 검토가 필요한 ‘2050 서울시 기후행동계획’, ‘서울시 환경보전계획(2016~2025)’, ‘생물다양성 전략 및 이행계획(2017~2021)’, ‘야생생물 보호 세부계획(2017~2021)’ 등 유관계획에서 생태계 부문 전략 및 주요 사업내용 검토
 - 서울시 관련 부서의 정책비전, 추진방향, 정책과제, 주요사업내용을 고려하여 생태계 부문 이행 전략 및 세부사업 도출³⁸⁾

(2) 추진방향 및 목표

- (추진방향) 생태계 보전 및 관리를 통한 생태계 건강성 유지와 생물다양성 증진
- (목표) 산림 및 녹지공간 확대와 복원을 통한 탄소흡수원 확충

38) 2021년 기준 서울시에서 발표한 주요 업무보고자료와 관련 사업 내용을 참조하였음

(3) 추진전략

- 산림 및 녹지공간 확충
- 산림재해 예방 및 대응
- 생물다양성 증진
- 그린인프라 기능 증진

(4) 세부이행과제

- 산림 및 녹지공간 확충 4개, 산림재해 예방 및 대응 4개, 생물다양성 증진 5개, 그린인프라 기능 증진 8개로 총 4개 전략, 21개 세부이행과제로 구성
- 부문별 세부시행과제는 서울시 진행 사업 및 유관계획과의 연계성을 고려하였으며, 2차 기후변화 적응대책의 세부이행과제를 검토함
- 2차 기후변화 적응대책 대비 신규, 기존보완, 기존으로 구분하여 사업 유형을 분류함
- (신규) 2차 적응대책에 포함되지 않은 과제로 추가가 필요한 과제
 - 과제 내용 및 추진실적 작성 시 신규과제와 관련한 내용은 유사사업의 내용으로 작성하였으며, 새로운 성과지표를 제시함
- (기존보완) 2차 적응대책에 포함되어 운영된 과제이나 여건변화, 서울시의 사업 보완 등을 고려하여 내용적으로 변경한 과제
 - 과제 내용 및 추진실적 작성 시 2차 기후변화 적응대책 실적을 바탕으로 하였으며, 성과 지표 보완과제의 경우 해당 사업 또는 유사 사업의 내용으로 작성함
- (기존) 2차 적응대책에 포함된 과제로 3차 적응대책에서도 지속적인 추진이 필요한 과제
 - 단순 과제명 변경은 기존으로 분류

[표 6-6] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 생태계 부문 세부이행과제 총괄표

추진전략	세부이행과제	사업 유형	주관부서 (협조부서)
[Ⅱ-1] 산림 및 녹지공간 확충	[Ⅱ-1-1] 도심공원 확충	신규	공원조성과
	[Ⅱ-1-2] 산림 환경 관리	기존	자연생태과
	[Ⅱ-1-3] 가로수 띠녹지 조성	기존	조경과
	[Ⅱ-1-4] 사회공헌형 탄소상쇄 숲 조성	기존	조경과
[Ⅱ-2] 산림재해 예방 및 대응	[Ⅱ-2-1] 산림재해 예방활동 강화 및 통합관리	기존	산지방재과
	[Ⅱ-2-2] 산불방지 대책	기존	자연생태과
	[Ⅱ-2-3] 근교산 등산로 정비	기존	자연생태과
	[Ⅱ-2-4] 산지사면 관리 강화	신규	산지방재과
[Ⅱ-3] 생물다양성 증진	[Ⅱ-3-1] 생태계 교란종 관리	기존	자연생태과
	[Ⅱ-3-2] 산림병해충 관리 강화	기존	자연생태과
	[Ⅱ-3-3] 야생동물 보호 및 유해 야생동물 관리	신규	자연생태과
	[Ⅱ-3-4] 기후변화 생물지표종 지정 및 모니터링	기존	자연생태과
	[Ⅱ-3-5] 생태계 보호지역 확대 및 관리	신규	자연생태과
[Ⅱ-4] 그린인프라 기능 증진	[Ⅱ-4-1] 도심형 식물공장 모델 개발 및 보급	기존	농업기술센터 농업교육과
	[Ⅱ-4-2] 에코스쿨 조성	기존	조경과
	[Ⅱ-4-3] 옥상녹화 조성	기존	조경과
	[Ⅱ-4-4] 생태계서비스 증진	기존	자연생태과
	[Ⅱ-4-5] 하천 생태 기능 증진	신규	자연생태과
	[Ⅱ-4-6] 도심 자투리 공간 텃밭 조성	기존	도시농업과
	[Ⅱ-4-7] 학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영	기존	농업기술센터 농업교육과
	[Ⅱ-4-8] 도시 농부학교 확대 운영	기존	농업기술센터 농업교육과

(5) 기대성과

- 도심공원 확대, 산림 훼손지 복원 등 도시 내 탄소흡수원을 확충하여 기후변화에 선제적 대응
- 산불, 산사태와 같은 산림재해에 대한 예방 활동과 관리체계 강화를 통해 피해 저감 및 생태계 회복력 증진
- 기후변화로 인한 생태계 교란종 및 병해충 확산에 대한 관리 강화로 생태계 건강성 유지
- 생물서식공간 보전, 기후변화 생물지표종 모니터링, 생태계 보호지역 확대 등을 통한 도시 생태계 보전
- 도심 내 건축물, 자투리 녹화 등을 통한 그린인프라 기능 증진

2) 전략별 세부이행과제

생태계

[II-1] 산림 및 녹지공간 확충

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

- 산림과 녹지는 이산화탄소를 흡수해 지구온난화와 기후변화에 대응할 수 있는 자연 완충재로 세계자연연구소(WRI)에서는 산림이 지구 이산화탄소 배출량의 30%를 흡수할 수 있다고 추산하고 있음
- '21년 11월 제26차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP26)에서는 100여개 국가가 2030년까지 산림 파괴를 중단하고 토양회복에 힘쓰겠다는 '산림·토지이용 선언'을 발표하는 등 기후변화 대응을 위한 산림과 녹지의 중요성이 커지고 있음
- 서울시는 도시화로 산림의 양적 감소와 함께 생태환경 악화 등의 문제가 발생하고 있으며, 산림 인접부의 경우에는 도시개발사업 등으로 인해 숲과 녹지가 훼손될 가능성이 상대적으로 큼. 서울시 도시생태현황도에 의하면 2010년 대비 2020년의 조경녹지 비오톱은 약 36.5%가 증가하였으나, 산림지 비오톱은 약 6.3% 감소함. 이러한 산림 감소면적은 서울시 전체 면적의 약 1.49%에 달함(송인주 외, 2020)
- 도시 내 산림과 녹지는 지구온난화로 인한 열섬현상 완화와 이산화탄소 흡수 등 기후변화에 적응할 수 있는 효과적인 수단일 뿐만 아니라 우수관리, 미세먼지 저감 등의 역할을 수행함. 이에 서울시는 도심 내 공원 조성을 통해 녹지를 확충하고, 훼손된 산림의 복원, 가로변 띠녹지 등 소규모 녹지 조성사업 수행, 탄소흡수를 위한 숲 조성 등을 통해 효과적인 기후변화 적응을 수행할 필요가 있음

|| 관련 사례

- 기후변화를 야기하는 주요 요인 중 하나인 대기 탄소농도를 저감하기 위해 주요 국가에서는 탄소중립³⁹⁾을 목표로 다분야에서 관련 정책을 수립하고 있으며, 이에 탄소중립을 달성하기 위한 방안 중 하나로 도시 내 생활권 녹지를 조성하거나 산림복원 등 조림사업을 통해 탄소흡수원을 확대하는 정책을 수립하고 있음
- 런던은 세계 최초의 국가적 공원 도시(National Park City)가 되는 환경전략(London Environmental Strategy)을 2017년 8월에 발표함. 런던의 환경전략은 공원 및 녹지 조성을 통하여 기후변화와 도시 내 다양한 환경문제에 대응하기 위한 것으로서 2050년까지 세계에서 가장 좋은 공기질로 개선할 수 있도록 미세먼지 38%, 초미세먼지 52%를 줄이고, 도시면적의 50%를 자연 친화 공간으로 조성하는 목표를 세움
- 목표 달성을 위해 런던은 공원녹지 조성, 그린벨트 보호 강화, 자연친화시설 조성, 야생동물 서식지 형성 등을 방법으로 제시하고 있으며, 이를 위해 자연친화 도시 기금(Greener City Fund) 약 239억 원을 조성하여 공원녹지 조성, 수목 식재 등의 사업을 수행할 때 보조금을 지급하고 시민 참여를 유도하고 있음⁴⁰⁾



시민참여 수목 식재 활동(Abbey Wood)

자료: <https://www.london.gov.uk/>(런던시 홈페이지)



시민참여 커뮤니티 정원 조성(Portland Road)

자료: <https://www.london.gov.uk/>(런던시 홈페이지)

- 또한 환경전략 성과에 대해 그린커버맵(Green Cover map)을 활용하여 도시 전체에 걸쳐 나무, 식물, 공원 등이 도시를 얼마나 커버하고 있는지 면적데이터와 지도서비스를 제공하고 있으며, 소규모 정원이나 가로수 등도 모두 포함됨. 이러한 커버맵을 사용하여 도시 내 공원이나 녹지의 분포와 규모를 확인할 수 있도록 하고 있음

39) 인간의 활동에 의한 온실가스 배출을 최대한 줄이고, 남은 온실가스는 흡수(산림 등), 제거(CCUS)해서 실질적인 배출량이 0(Zero)이 되는 개념(CCUS: Carbon Capture, Utilization and Storage 이산화탄소 포집, 저장, 활용 기술)

40) 런던시 홈페이지 내용 참조(<http://www.london.gov.uk/>)



② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[Ⅱ-1-1]	도심공원 확충	신규	공원조성과	중장기 (’22~)	구조적 대책
[Ⅱ-1-2]	산림 환경 관리	기존	자연생태과	단기 (’22~’26)	구조적 대책
[Ⅱ-1-3]	가로수 띠녹지 조성	기존	조경과	단기 (’22~’26)	구조적· 비구조적 대책
[Ⅱ-1-4]	사회공헌형 탄소상쇄 숲 조성	기존	조경과	단기 (’22~’26)	구조적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 E06, E15 내용과 연계
 - (E06) 가뭄 및 기온상승으로 인한 산림의 탄소흡수량 감소
 - (E15) 기후변화로 인한 습지 면적 감소, 육화 및 생물상 변화

- 제3차 국가 기후변화 적응대책 생태계 부문 ‘② 생태계 보전 및 복원을 통한 생태계 건강성 유지’ 세부과제와 내용 연계
 - (2-2-3) 기후변화 취약생태계 중점 보호 및 도시생태계 회복
 - (2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[II-1-1] 도심공원 확충	E06, E15	(2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진
[II-1-2] 산림 환경 관리	E06, E15	(2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진
[II-1-3] 가로수 띠녹지 조성	E06	(2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진
[II-1-4] 사회공헌형 탄소상쇄 숲 조성	E06, E15	(2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진

④ 지역리스크와의 연계성

- 생태계 부문 ‘[II-1] 산림 및 녹지공간 확충’ 전략의 4개 세부이행과제는 생태계 부문 11개 지역리스크 중 아래 2개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 7) 기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소
 - (리스크 8) 기후변화로 인한 습지면적 감소 및 육지화

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
II-1-1	신규	-	• (생활밀착형 공원조성) 2019년 이후 장기미집행 공원 보상지에 대한 조성 사업. 2026년까지 75만㎡ 연차별 공원조성, 137만㎡ 단순정비 • (국회대로 조성사업) 국회대로를 지하에 설치 및 상부 유흥지 공원조성

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
II-1-2	기존	- 조림수종 선정 시 도시의 열악한 환경에 대한 내성이 높고 저감 능력이 우수한 수종을 선별하여 사업 효과를 높임 - 산림 내 무단경작지, 무입목지 등을 대상으로 조림을 통한 미세먼지 저감 및 경관 개선	- 도시 내·외곽 산림, 생활권 주변 유휴토지, 공공녹지 등에 나무심기 확대하여 미세먼지 저감을 통한 산림의 공익적 가치 증진 - 미세먼지 저감 기능의 최적 발휘를 위해 엽면적 지수가 높으며, 표면이 거칠고 두터운 잎을 갖는 수종을 선정 - 큰나무(수고 1.2m이상)를 220본/ha 이상 기준으로 식재하되, 현장 여건에 따라 식재본수를 조정하여 실행 - 다층혼효림 유도를 위한 소묘, 관목류 등 병행 식재
II-1-3	기존	- 따뜻지 조성으로 도시열섬 완화 및 도시경관 개선 - 녹지경계턱을 보도포장 높이보다 낮게 조성하여 빗물이 유입될 수 있도록 지속적으로 개선	- 도심 열섬화 현상 완화 및 미세먼지 저감, 우수 유입 방안으로 사업 지속 - 가로수 하부 포장을 걷어내고 녹지로 조성 및 노후화 녹지 정비로 도심 열섬화 현상 완화(가로수 2,900주) - 수목과 초화를 식재하여 미세먼지 저감 - 따뜻지 조성시 지반보다 낮게 조성하여 우수 유입 유도(따뜻지 95천㎡)
II-1-4	기존	- 사회공헌활동 기업 유치 및 사업대상지 목표대비 확대 추진 - 내대지 수목식재를 통한 한강 및 산림경관 향상 - 기업의 사회공헌활동과 연계하여 예산을 절감하고, 기업의 투자를 확대하는 민관협치 기후변화 대응 활동의 모범 사례임	- 기업의 사회공헌활동과 연계하여 탄소 상쇄숲 조성 - 시민과 함께 숲조성 캠페인 활동 추진 - 공원, 한강, 산림훼손지 등을 대상으로 500㎡ 이상 조성 - 매년 탄소상쇄 숲 1개소 조성

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

○ [II-1-2] 산림 환경 관리

- 사업내용: 생활권 공원, 녹지, 공터 등에 수목을 식재하여 산림생태계 환경 개선. 도시

내·외곽 산림, 생활권 주변 유휴토지, 공공녹지 등에 나무심기 확대하여 미세먼지 저감을 통한 산림의 공익적 가치 증진

- 추진실적: 목표대비 실적 236% ('21년 기준), 128% (5년 평균)

구분	미세먼지 저감 조림 면적 (ha)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	316.2	70	80	75.2	60	31
실적	360.6	70	80	76.5	61	73.1

- 주요성과

- 조림수종 선정 시 도시의 열악한 환경에 대한 내성이 높고 저감 능력이 우수한 수종을 선별하여 사업효과를 높임
- 산림 내 무단경작지, 무입목지 등을 대상으로 조림을 통한 미세먼지 저감 및 경관 개선

○ [II-1-3] 가로수 띠녹지 조성

- 사업내용: 열섬화 현상 완화 및 불투수율 저감을 위한 시관리 도로 대상 띠녹지 조성
- 추진실적: 목표대비 실적 110% ('21년 기준), 105% (5년 평균)

구분	띠녹지 조성 면적 (㎡)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	110,000	12,000	18,000	26,000	34,000	20,000
실적	115,652	13,960	15,120	29,990	34,630	21,952

- 주요성과

- 띠녹지 조성으로 도시열섬 완화 및 도시경관 개선
- 녹지경계턱을 보도포장 높이보다 낮게 조성하여 빗물이 유입될 수 있도록 지속적으로 개선

○ [II-1-4] 사회공헌형 탄소상쇄숲 조성

- 사업내용: 기업의 사회공헌활동과 연계한 탄소상쇄숲 조성으로 온실가스 저감
- 추진실적: 목표대비 실적 300% ('21년 기준), 340% (5년 평균)

구분	탄소상쇄숲 조성 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	5	1	1	1	1	1
실적	17	4	4	3	3	3

- 주요성과

- 사회공헌활동 기업 유치 및 사업대상지 목표대비 확대 추진
- 나대지 수목식재를 통한 한강 및 산림경관 향상
- 기업의 사회공헌활동과 연계하여 예산을 절감하고, 기업의 투자를 확대하는 민관협치 기후 변화 대응 활동의 모범사례임

② 개선·보완사항

- 무단 경작지, 산림 훼손지 등 산림 생태환경 우선 복원 대상지 선정 필요
- 시민관심도를 반영하여 적극적 조성 활동 시행 및 시민참여 유도를 위한 홍보 강화 필요
- 기존 과제의 성과를 효율적으로 평가할 수 있도록 일부 과제의 성과지표 보완

세부이행과제	개선·보완사항
[Ⅱ-1-1] 도심공원 확충	• 서울시 공원조성과, 도로계획과에서 시행하는 도심 내 생활 밀착형 공원조성 사업, 국회대로 상부 녹지 조성사업을 성과지표로 제시함
[Ⅱ-1-2] 산림환경 관리	• 산림 내 무단경작지, 산림 인접부 훼손지를 대상으로 우선적인 조림 필요
[Ⅱ-1-3] 가로수 띠녹지 조성	• 띠녹지 조성사업의 긍정적 효과에 대한 지역사회의 높은 관심으로 사업요구도가 높으므로 이를 반영하여 사업 확장 필요
[Ⅱ-1-4] 사회공헌형 탄소상쇄 숲 조성	• 대학, 직장 내 봉사동호회, 식물동호회와 연계하여 홍보·캠페인 강화

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

○ [II-1-1] 도심공원 확충 (신규)

추진 계획	2022		• (생활밀착형 공원조성) 15만㎡ 공원조성(14개소), 사업비 115억원					
	2023		• (생활밀착형 공원조성) 25만㎡ 공원조성, 사업비 200억원 • (국회대로 조성사업) 도로다이어트 구간 공사 시행(0.4만㎡), 사업비 100억원					
	2024		• (생활밀착형 공원조성) 15만㎡ 공원조성, 사업비 200억원 • (국회대로 조성사업) 상부공원 구간 공사 시행(1.2만㎡), 사업비 265억원					
	2025		• (생활밀착형 공원조성) 15만㎡ 공원조성, 사업비 200억원 • (국회대로 조성사업) 상부공원 구간 공사 시행(9만㎡), 사업비 179억원					
	2026		• (생활밀착형 공원조성) 17만㎡ 공원조성, 사업비 200억원					
성과 지표	성과지표명 (단위)		현재 수준	목표				
				'22	'23	'24	'25	'26
	지표 1. 생활밀착형 공원 조성 (만㎡)		8	15	25	15	15	17
	지표 2. 국회대로 조성사업 (만㎡)		0	-	-	-	11	-
〈산출 근거〉 공원조성 면적 〈지표 유형〉 정량 지표								
예산 계획	구분		합계	예산계획 (백만원)				
				'22	'23	'24	'25	'26
	시비	총계	147,619	9,903	23,425	29,958	46,500	37,833
		생활밀착형	80,048	8,563	11,485	20,000	20,000	20,000
국회대로 조성		67,571	1,340	11,940	9,958	26,500	17,833	

○ [Ⅱ-1-2] 산림 환경 관리 (기존)

추진 계획	2022	• 미세먼지 저감 조림지 35ha 조성					
	2023	• 미세먼지 저감 조림지 37ha 조성					
	2024	• 미세먼지 저감 조림지 39ha 조성					
	2025	• 미세먼지 저감 조림지 41ha 조성					
	2026	• 미세먼지 저감 조림지 43ha 조성					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표 1. 미세먼지 저감 조림 면적 (ha)	72.5	35	37	39	41	43
	※ 신규 조성된 조림 완료지 면적을 자치구 단위에서 수집 후 취합하여 미세먼지 저감 조림 면적(ha) 산정						
	〈산출 근거〉 미세먼지 저감 조림 면적(ha) • 미신규 조성된 조림 완료지 면적을 시군구 단위에서 수집 후 취합 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	1,170	234	234	234	234	234
	국비	585	117	117	117	117	117
	시비	350	70	70	70	70	70

○ [Ⅱ-1-3] 가로수 띠녹지 조성 (기존)

추진 계획	2022	• 가로수 500주 식재 및 띠녹지 5천㎡ 조성 정비					
	2023	• 가로수 500주 식재 및 띠녹지 20천㎡ 조성 정비					
	2024	• 가로수 600주 식재 및 띠녹지 25천㎡ 조성 정비					
	2025	• 가로수 600주 식재 및 띠녹지 25천㎡ 조성 정비					
	2026	• 가로수 700주 식재 및 띠녹지 25천㎡ 조성 정비					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표 1. 가로수 식재 (주)	2,900	500	500	600	600	700
	지표 2. 띠녹지 (천㎡)	95	5	20	20	25	25
	※ 가로수 식재 수량과 띠녹지 조성 및 정비 면적을 자치구 단위에서 수집 후 취합하여 가로수 식재 수량(주), 띠녹지 조성 정비 면적(천㎡) 산정 〈산출 근거〉 가로수 식재 수량, 띠녹지 조성 및 정비 면적 • 가로수 식재 수량과 띠녹지 조성 및 정비 면적을 자치구 단위에서 수집 후 취합 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	28,650	1,750	6,000	6,100	7,350	7,450

○ [II-1-4] 사회공헌형 탄소상쇄숲 조성 (기존)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	• 탄소상쇄 숲 조성 연간 1개소					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표 1. 탄소상쇄 숲 조성 (개소)	1	1	1	1	1	1
	<산출 근거> 탄소상쇄 숲 조성 개소 • 기업의 사회공헌활동 참여(후원)에 의해 조성된 탄소상쇄 숲 개소를 취합 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	28,650	1,750	6,000	6,100	7,350	7,450

④ 기대효과

- 도심공원 확대, 산림 훼손지 복원 등 도시 내 탄소흡수원을 확충하여 기후변화에 선제적 대응
- 띠녹지, 탄소상쇄 숲 등 조림 식재를 통해 도시 열섬 완화 및 미세먼지 저감, 도시 미관 향상 등 기능 확대
- 시민참여를 통한 자발적인 녹지공간 확충

세부이행과제	기대효과
[Ⅱ-1-1] 도심공원 확충	• 공원녹지 확보로 기후변화 대응 탄소흡수원 확대 • 녹색공간 확대를 통한 도시생태계 환경 개선 • 시민 누구나 도시공원을 집 근처, 생활권 가까이에서 누릴 수 있도록 2026년까지 자치구별 1개소 이상(총95만㎡이상) 생활밀착형 공원을 확충 • 국회대로 자상부 선형공원(약 11만㎡)을 조성으로 공원녹지 공간이 부족한 서남권 지역의 핵심 녹지축이 될 것으로 기대
[Ⅱ-1-2] 산림 환경 관리	• 조림사업을 통한 훼손지의 복원 및 건강한 산림생태계 환경 개선 • 수목 식재를 통한 미세먼지 저감 등 도심 공기질 개선
[Ⅱ-1-3] 가로수 띠녹지 조성	• 도로구역에 나무를 식재하여 도심에서 발생하는 미세먼지 저감 및 도시 열섬화 완화 기대 • 우수 유입이 가능한 건강하고 풍성한 가로녹지 조성으로 도심경관 향상 및 도시생태계 연결성에 기여
[Ⅱ-1-4] 사회공헌형 탄소상쇄 숲 조성	• 시민참여를 통한 온실가스 저감 • 기후변화에 대응하고 저탄소사회를 구현하는 선도적 이미지 창출

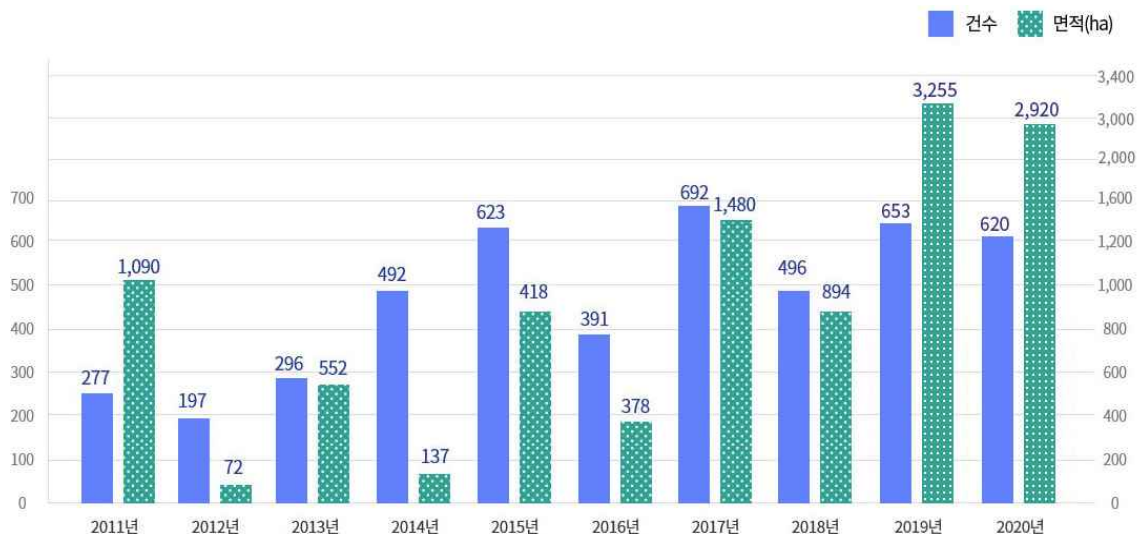
생태계

[II-2] 산림재해 예방 및 대응

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

- 기후변화에 따라 장기적으로 산림재해의 면적과 복구비용이 지속적으로 증가하고 있으며, 계절별 극한 기후에 따라 대형 산림재해의 빈도와 가능성이 증가함(환경부, 2020)
- 최근 10년간(2011~2020년) 국내 산불 발생 건수는 약 2.2배 증가하였으나 산불 피해면적은 약 3배 이상 증가하였으며, 산사태 피해면적 또한 '12년 대비 '20년에 약 2.7배, 복구비도 약 4배 이상 증가함



[그림 6-3] 국내 산불 발생건수 및 피해면적(2011~2020)

- 서울시의 산불은 최근 10년간('11~'20년) 총 117건이 발생하였으며, 총 피해면적은 134ha로 주로 고온건조한 봄철과 가을철에 발생함. 최근 기후변화에 따라 건조한 날씨와 강풍에 의해 산불 발생 가능성이 커지고 있으며, 산불이 발생할 경우 시가화 지역과의 거리가 가까워서 재산 및 인명피해 위험이 높아 이를 대비하기 위한 적극적인 산불피해 예방 활동이 필요함

[표 6-7] 국내 산사태 피해 현황(2012-2020)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
산림분야 총 복구비(백만원)*	97,274	60,365	14,467	0	16,866	21,488	22,842	53,428	393,463
산사태(ha)	491	312	70	0	54	94	56	156	1,343
계류(km)	7	2	1	0	2	2	3	2	14
임도(km)	30	37	1	0	0	10	9	30	140
인명피해 [사망](명)	1	3	0	0	0	2	0	3	9

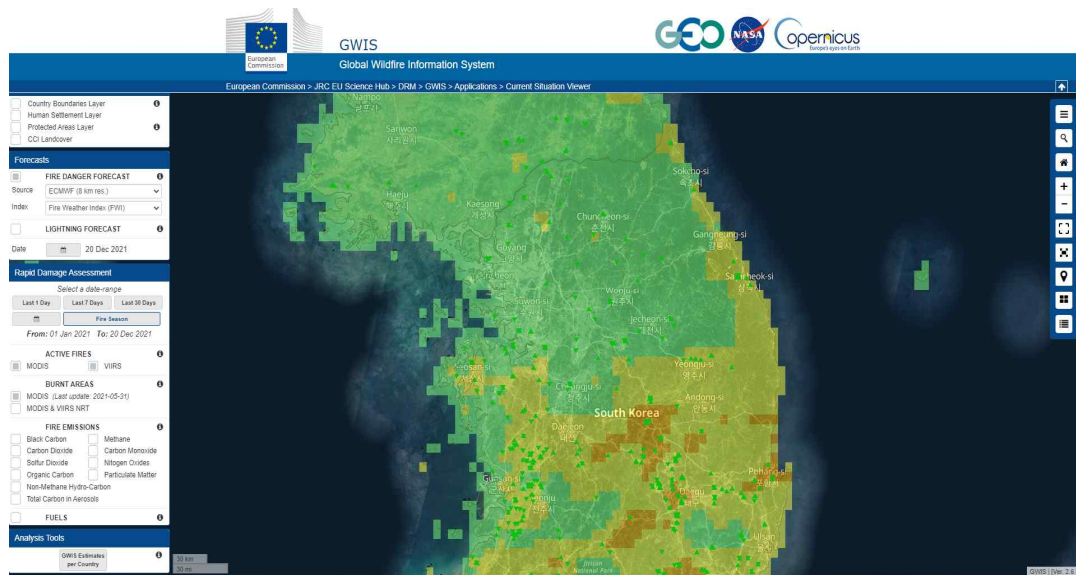
* 산사태 피해 포함 산림분야 총 복구비

자료: 중앙안전재난대책본부 피해복구계획서; [http://index.go.kr/\(e나라지표\)](http://index.go.kr/(e나라지표))

- 2011년 도심에서 발생한 우면산 산사태는 국지성 집중호우에 의한 도시 피해 위험성을 각인시킨 사건으로써, 이후 서울시는 전체 산림을 대상으로 산사태를 예방하기 위한 사방사업을 실시해옴. 최근 서울시는 사방사업이 완료된 사면에 대해서도 체계적인 관리를 위해 재해위험도 재평가를 실시하여 사면위험 등급을 현행화하는 등 예방사업에 힘쓰고 있음
- 서울시는 같은 규모의 산림재해가 발생하더라도 도시 특성에 따라 재산피해, 인명피해가 더 크게 나타나므로 예방 활동이 가장 중요하며, 지속적인 관리와 대응 활동으로 피해를 최소화할 필요가 있음

|| 관련 사례

- 효율적인 산림 재해 관리를 위해서는 많은 빅데이터를 이용하는 등 관련 정보를 최대한 단시간에 파악해야 하며,⁴¹⁾ 전세계 대상의 산불 모니터링 정보를 제공하는 글로벌 산불정보 시스템(Global Wildfire Information System, 이하, GWIS)를 참고할 수 있음
- GWIS는 플랫폼으로서 다른 시스템으로부터 얻을 수 있는 빅데이터와 정보⁴²⁾를 기반으로 산불정보를 수집하고 제공함. GWIS에서 제공하는 기술적인 정보는 화재 위험 예보, 능동 화재 감지, 화재로 인한 손상 평가 등이 있으며, 이는 플랫폼을 통해 지도기반 혹은 데이터셋으로 확인이 가능함. 예로 화재 위험 예보는 매일의 기상 예보 데이터와 가뭄지수, 국가 화재 위험등급시스템 등의 정보를 종합하여 8km의 단위로 6개 등급(매우 낮음, 낮음, 중간, 높음, 매우 높음, 극심)으로 지도화하여 제공함
- 능동 화재 감지는 열 이상 현상을 기반으로 수행되는 기술로서, 잠재적인 화재 온도와 주변의 지표면 온도를 비교하여 온도차가 주어진 임계값을 초과하면 핫스팟으로 확인됨. 핫스팟은 주변 대비 뜨거운 지역이라고 할 수 있는데, 정보는 매일 업데이트되며 위성영상(MODIS)을 기반으로 하기 때문에 1km의 공간단위로 핫스팟을 확인할 수 있음



GWIS 어플리케이션의 산불 정보조회 화면

자료: GWIS 홈페이지(<https://gwis.jrc.ec.europa.eu/>)

- GWIS는 전세계를 대상으로 하는 플랫폼으로 공간해상도가 크지만, 다양한 기상 및 재난정보의 실시간 수집과 위성영상과의 연계로 빅데이터를 활용하여 산불 발생가능성을 검토하고, 재난 현황에 실시간으로 능동적인 정보를 제공하고 있다는 점에서 시사점이 있음

41) 이지현·박민수·정대교·박승희, 2020, 해외 재난 안전관리시스템 사례기반 산불재난대응 연구, 대한토목학회 논문집, 40(3), pp.345~352; GWIS 홈페이지(<https://gwis.jrc.ec.europa.eu/>)의 내용을 참조하여 작성

42) EU 국가의 화재 발생 시 산림 보호를 목적으로 하는 유럽 산불 정보 시스템(European Forest Fire Information System, EFFIS), 지상 생태계의 관찰과 모델링 및 분석을 위한 글로벌 지상 관측 시스템(Global Terrestrial Observing System, GTOS) 중 글로벌 산림 및 지구 역학 관측(Global Observation for Forest Cover and Land Dynamics, GOF-C-GOLD) 기후 패널, 화재구현 팀(GOFC Fire IT) 등이 있음(이지현 외, 2020)

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[1-2-1]	산림재해 예방활동 강화 및 통합관리	기존	산지방재과	단기 (‘22~’26)	비구조적 대책
[1-2-2]	산불방지 대책	기존	자연생태과	단기 (‘22~’26)	구조적· 비구조적· 사회적 대책
[1-2-3]	근교산 등산로 정비	기존	자연생태과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[1-2-4]	산지사면 관리 강화	신규	산지방재과	단기 (‘22~’26)	구조적· 비구조적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 E15, E18 내용과 연계
 - (E15) 기후변화로 인한 습지 면적 감소, 육화 및 생물상 변화
 - (E18) 폭우 및 가뭄으로 인한 산림재해(산사태, 산불 등) 발생 증가 및 대형화
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 생태계 부문 ‘② 생태계 보전 및 복원을 통한 생태계 건강성 유지’, ‘③ 이상기후로 인한 생태계 위해·재난 관리 강화’ 세부과제와 내용 연계
 - (2-2-2) 기후변화에 대응하여 생물종 보전·복원 강화
 - (2-2-2-2) 서식지 내외 보전활동 지원 및 확대
 - (2-3-4) 산림재해 예방 역량 강화
 - (2-3-4-1) 산악기상정보 구축 체계 강화
 - (2-3-4-2) 산사태 및 산불 등 대응을 위한 예측 체계 구축 및 고도화

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[II-2-1] 산림재해 예방활동 강화 및 통합관리	E18	• (2-3-4-2) 산사태 및 산불 등 대응을 위한 예측 체계 구축 및 고도화
[II-2-2] 산불방지 대책	E18	• (2-3-4-2) 산사태 및 산불 등 대응을 위한 예측 체계 구축 및 고도화
[II-2-3] 근교산 등산로 정비	E15, E18	• (2-2-2-2) 서식지 내외 보전활동 지원 및 확대
[II-2-4] 산지사면 관리 강화	E18	• (2-3-4-1) 산악기상정보 구축 체계 강화 • (2-3-4-2) 산사태 및 산불 등 대응을 위한 예측 체계 구축 및 고도화

④ 지역리스크와의 연계성

- 생태계 부문 ‘[II-2] 산림재해 예방 및 대응’ 전략의 4개 세부이행과제는 생태계 부문 11개 지역리스크 중 아래 4개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 6) 기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소
 - (리스크 7) 기후변화로 인한 습지면적 감소 및 육지화
 - (리스크 9) 폭우로 인한 산림재해(산사태 등) 증가 및 대형화
 - (리스크 10) 가뭄으로 인한 산림재해(산불 등) 증가

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
I-2-1	기존	• 산사태현장예방단의 효율적인 운영을 통한 산사태 조기 대응체계 구축 • SNS를 활용하여 산사태 취약지역 점검 지적사항을 실시간 공유하고 조치 함으로써 산사태 예방에 기여 • 집중호우 대비 산사태 예·경보 대피 훈련으로 민관 협력체계 구축 및 산사태 대응능력 향상 • 예방단 선발 시 취약계층, 장년층 우대 등으로 일자리 창출에 기여	• 매년 5~10월(풍수해 대책기간: 5.15.~10.15.) 기간 동안 25개단 92명 내외로 산사태 현장예방단을 구성·운영하여 산사태 취약지역 등을 순찰·점검하는 등 예방활동 강화 및 중점 관리 • 기후변화에 따른 산사태 재난으로부터 시민들의 생명과 재산을 보호 • 운영주체별(자치구 등) 산사태 현장예방단 모집 및 운영

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
I-2-2	기존	- 산불예방 캠페인 및 수시 순찰·단속 등을 통해 산불발생 계획량 대비 발생건수 66% 감소 - 총 29개 기관(본청, 사업소 4, 자치구 24)에서 산불 집중 발생 기간인 봄철, 가을철에 상황 모니터링, 유관 기관 공조, 산불발생 현장지원 등 산불방지대책본부 운영 - 서울을 5개 권역으로 구분하여 산불 발생 시 진화장비를 지원하고, 소방차 성능개선펀프, 산불소화시설 등 산불 장비의 현대화 - 산불취약지역 산불전문예방진화대 배치·운영 및 산불피해지 조사·감식 수행	- 산림자원을 보존하고 시민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 산불예방 활동 추진 및 신속한 진화체계 구축 보완 - 산림 전역(15,323ha)에 대하여 봄철(2. 1. ~ 5. 15.), 가을철(11. 1. ~ 12. 15.)에 산불예방 및 산불 발생 시 진화 추진 - 산불방지대책본부 구성·운영 - 현대화된 산불장비 확보 - 산불전문예방진화대 배치·운영 - 산불예방 캠페인 추진 등
I-2-3	기존	- 훼손된 등산로를 자연친화적으로 정비하여 안전한 등산환경으로 개선 - 주 등산로를 중심으로 정비하고 산림 보존을 위해 샛길 폐쇄 - 집중호우 시 세굴 예방을 위한 주요 등산로 주변 원활한 우·배수체계 정비 - 주택가 인근 이용객이 많고 접근성이 양호한 지역을 대상으로 경사도 8% 이하의 무장애숲길 조성	- 서울시 산림 내 전역에 등산로 노면·배수로정비, 안내체계 개선, 샛길폐쇄, 수목식재 등 - 훼손된 등산로를 자연친화적으로 정비하여 안전한 등산환경으로 개선 - 주 등산로를 중심으로 정비하고 산림 보존을 위해 샛길 폐쇄 - 집중호우 시 세굴 예방을 위한 주요 등산로 주변 원활한 우·배수체계 구축 - 무장애숲길(경사도8%이하)은 보행약자 등 누구나 이용할 수 있도록 조성 - 주택가 인근 이용객이 많고 접근성이 양호한 대상지를 우선 선정 - 기존등산로를 활용하고 지역주민 이용 실태를 반영하여 노선 계획
I-2-4	신규	-	- 산사태 예방사업이 완료된 사면에 대해 재해위험도 재평가를 통해 사면 위험 등급을 현행화하여 산지사면을 체계적으로 관리함으로써 기후변화에 따른 산사태 예방 및 대응 능력 강화 - 매년 7 ~ 12 기간 동안 산사태 예방사업 완료지 사면 위험도 재평가

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

○ [II-2-1] 산림재해 예방활동 강화 및 통합관리

- 사업내용: 산사태현장예방단을 구성하여 122개 산지 내 산사태취약지역, 사방시설 등 재해예방을 위한 순찰, 점검 및 응급조치 등 산사태 예방 및 대응 활동 수행
- 추진실적: 목표대비 실적 100% ('21년 기준), 100% (5년 평균)

구분	산사태현장예방단 운영 (개수)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	25	22	22	25	25	25
실적	23.5	22	22	25	25	25

- 주요성과: 산사태현장예방단의 효율적인 운영을 통한 산사태 조기 대응체계 구축
 - SNS를 활용하여 산사태 취약지역 점검 지적사항을 실시간 공유하고 조치함으로써 산사태 예방에 기여
 - 집중호우 대비 산사태 예·경보 대피훈련으로 민관 협력체계 구축 및 산사태 대응능력 향상
 - 예방단 선발 시 취약계층, 장년층 우대 등으로 일자리 창출에 기여

○ [II-2-2] 산불방지 대책

- 사업내용: 산림자원을 보호하고 산불로부터 시민 안전과 재산을 보호하기 위한 산불예방 활동 추진 및 신속한 진화체계 구축

(참고. 산불발생 현황)

- 2021년 산불 총 4건 발생(피해면적 0.2ha): 강남구 0.09ha > 서초구 0.06ha > 노원구 0.03ha > 관악구 0.02ha
- 최근 10년간('12.~'21) 산불 총 113건 발생, 총 피해면적 12.2ha(연평균 11건, 1.2ha)
- 추진실적: 목표대비 실적 160% ('21년 기준), 140% (5년 평균)

구분	산불발생 (건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	70	14	18	16	12	10
실적	44	14	16	6	4	4

- 주요성과
 - 산불예방 캠페인 및 수시 순찰·단속 등을 통해 산불발생 계획량 대비 발생건수 감소

- 산불방지대책본부 운영: 총 29개 기관(본청, 사업소 4, 자치구 24)에서 산불 집중 발생 기간인 봄철, 가을철에 상황 모니터링, 유관기관 공조, 산불발생 현장지원 등 산불방지대책본부 운영
- 서울을 5개 권역으로 구분하여 산불발생 시 진화장비를 지원하고, 소방차 성능개선펌프, 산불소화시설 등 산불장비의 현대화
- 산불취약지역 산불전문예방진화대 배치·운영 및 산불피해지 조사·감식 수행

○ [Ⅱ-2-3] 근교산 등산로 정비

- 사업내용: 등산객의 과밀이용과 답압, 집중호우 등으로 훼손된 등산로를 자연친화적으로 정비(등산로 노면·배수로·휴게시설 정비, 안내체계 개선, 샛길 폐쇄, 수목식재 등). 집중호우 시 세굴 예방을 위한 주요등산로 주변 원활한 우·배수체계 구축
- 추진실적: 목표대비 실적 82% ('21년 기준), 93% (5년 평균)

구분	등산로 정비 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	163	28	29	36	37	33
실적	150	28	29	36	30	27

- 주요성과
 - 훼손된 등산로를 자연친화적으로 정비하여 안전한 등산환경으로 개선
 - 주 등산로를 중심으로 정비하고 산림 보존을 위해 샛길 폐쇄
 - 집중호우 시 세굴 예방을 위한 주요 등산로 주변 원활한 우·배수체계 정비
 - 주택가 인근 이용객이 많고 접근성이 양호한 지역을 대상으로 경사도 8% 이하의 무장애숲길 조성

② 개선·보완사항

- 지속적인 산림재해(산불 및 산사태) 예방활동 강화 필요
- 사면 관리를 위한 효율적인 관리시스템 운영 및 산지사면 현황 파악 및 관리 강화 필요
- 기존 과제의 성과를 효율적으로 평가할 수 있도록 일부 과제의 성과지표 보완

세부이행과제	개선·보완사항
[Ⅱ-2-1] 산림재해 예방활동 강화 및 통합관리	예방단의 규모는 산림청 지침에 따라 편성되고 있으나, 서울시는 지속적으로 예방단 규모 확대(인원/단) 건의 예정
[Ⅱ-2-2] 산불방지 대책	2차 적응대책의 성과지표는 산불발생 건수로 하였으나, 산불 발생 건수는 대책에 대한 간접지표 성격이므로 사업 결과를 직접적으로 평가할 수 있는 지표로 보완 2차 기후변화 적응대책의 '[Ⅳ-1-가-1] 산불방지 대책'과 연계하여 보완한 과제로서 기존 성과지표인 산불발생 건수를 '산불피해 면적(ha)'으로 보완하여 제시함
[Ⅱ-2-3] 근교산 등산로 정비	- 설계, 주민협의, 공사 등 제반절차 이행에 시일 소요되어 '20년 실적 미달성하였으나 '21년 완료예정 - 지속적인 산림 내 등산로 정비를 통해 산림훼손 방지 및 원활한 배수체계 구축으로 시민안전 강화
[Ⅱ-2-4] 산지사면 관리 강화	서울시 산지방재과에서 시행하는 '산지사면 위험등급 재평가 사업'을 대상으로 하며, 성과지표는 '산지사면 위험등급 재평가 추진 개소 수'로 제시함

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

○ [Ⅱ-2-1] 산림재해 예방활동 강화 및 통합관리 (기존)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	- 산사태 현장예방단 구성·운영: 연간 25개단 92명 내외 - 산사태 취약지역 등 재년예방을 위한 순찰, 점검 및 응급조치 등 - 운영주체별(자치구 등) 산사태 현장예방단 모집 및 운영					
	중장기	산사태 현장예방단 구성 및 운영 규모의 확대 추진(산림청 협의)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 산사태 현장예방단 운영단 (개)	25	25	25	25	25	25
	지표2. 산사태 현장예방단 인원 (명)	92	92	92	92	92	92
〈산출 근거〉 산사태 현장예방단 운영 단(수) 및 인원 〈지표 유형〉 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	6,495	1,299	1,299	1,299	1,299	1,299
	국비	2,595	519	519	519	519	519
	시비	3,900	780	780	780	780	780

○ [II-2-2] 산불방지 대책 (기존)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	- 대상: 산림 전역(15,323ha) - 기간: 봄철(2. 1. ~ 5. 15.), 가을철(11. 1. ~ 12. 15.) (예방) 산불예방 캠페인 추진, 산불전문예방진화대 배치·운영 등 (대비) 산불방지대책본부 구성·운영, 현대화된 산불장비 확보 등 (진화) 산불발생시 유관기관 공조를 통한 신속한 진화 추진 등					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 산불피해 면적 (ha)	0.2	1.2	1.15	1.1	1.05	1.0
	※ 최근 10년간 평균 면적, 중앙산불방지대책본부에 제출한 '산불발생 및 피해상황 보고서' 기반으로 최근 10년간 평균 면적으로 산정함 <산출 근거> 산불발생 피해 면적 • 중앙산불방지대책본부에 제출한 '산불발생 및 피해상황 보고서' 참고 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	4,240	842	845	848	851	854
	국비	995	197	198	199	200	201
	시비	2,360	470	471	472	473	474
	구비	885	175	176	177	178	179

○ [II-2-3] 근교산 등산로 정비 (기존)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	2022년: 근교산 등산로 정비(11개소, 5.1km), 2023~2026년: 근교산 등산로 정비(10개소, 5km) - 훼손된 등산로를 자연친화적으로 정비하여 안전한 등산환경으로 개선 - 주 등산로를 중심으로 정비하고 산림 보존을 위해 샛길 폐쇄 - 집중호우 시 세굴 예방을 위한 주요등산로 주변 원활한 우·배수체계 구축 - 무장애숲길(경사도8%이하)은 보행약자 등 누구나 이용할 수 있도록 조성 - 주택가 인근 이용객이 많고 접근성이 양호한 대상지를 우선 선정 - 기존등산로를 활용하고 지역주민 이용실태를 반영하여 노선 계획					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표 1. 등산로 정비 (개소)	41	11	10	10	10	10
	지표 2. 등산로 연장 (km)	38.6	5.1	5	5	5	5
	※ 등산로 정비 개소 및 연장을 자치구 단위에서 수집 후 등산로 정비 개소 수 및 연장(km) 산정 〈산출 근거〉 등산로 정비 개소 및 연장길이(km) • 등산로 정비완료 후 자치구에서 제출 및 수합 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
	총계 (시비)	7,850	'22	'23	'24	'25	'26
			1,570	1,570	1,570	1,570	1,570

○ [II-2-4] 산지사면 관리 강화 (신규)

추진 계획	2022	• 산사태 예방사업 완료지 사면 위험도 재평가 추진: 84개소					
	2023~2026 (연간 계속 추진)	• 산사태 예방사업 완료지 사면 위험도 재평가 추진: 연간 85개소					
	중장기	• 산사태 예방사업 완료지 재평가 추진					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 산지사면 위험등급 재평가 추진 개소 수 (개소)	-	84	85	85	85	85
〈산출 근거〉 산지사면 위험등급 재평가 000 개소수 추진 〈지표 유형〉 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	244	44	50	50	50	50
	국비	122	22	25	25	25	25
	시비	122	22	25	25	25	25

④ 기대효과

- 산사태, 산불 등 산림재해 예방을 위한 지속적인 교육·훈련과 관련 시스템의 효율적 운영을 통한 산림재해 예방 및 대응 능력 강화
- 산불발생 숲가꾸기와 근교산 등산로 정비를 통해 산림 훼손을 방지함으로써 숲의 산림재해 대응능력 강화
- 산사태 예방사업이 완료된 대상지의 사면등급 재평가로 사면관리 체계화 및 현행화

세부이행과제	기대효과
[Ⅱ-2-1] 산림재해 예방활동 강화 및 통합관리	- 산사태예방단의 지속적 교육과 훈련을 통한 산사태 조기 대응체계 구축 및 대응능력 향상 - 산사태 취약지역 점검 지적사항에 대한 신속한 조치 - 민관 협력체계 구축 및 일자리 창출에 기여
[Ⅱ-2-3] 산불방지 대책	산불발생 숲가꾸기를 통하여 탄소흡수원 확충과 동시에 산불예방 기능 강화
[Ⅱ-2-4] 근교산 등산로 정비	산림훼손 방지 및 안전한 등산환경 조성
[Ⅱ-2-5] 산지사면 관리 강화	- 실질적인 산지사면 현황이 반영되도록 사면등급 재평가 및 현행화를 통한 체계적인 관리 - 산사태 예방사업 대상 선정 시 사면등급 현황에 따라 우선순위 검토 및 사업 추진으로 투자효율성 제고

생태계

[II-3] 생물다양성 증진

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

- 기후변화로 인한 온도 및 강수량 변화에 따라 생물의 서식지 변화 및 축소, 생물종 감소, 개화 시기 및 산란시기의 변화 등이 발생하고, 이는 도시 생태계 불균형을 일으킬 수 있음. 특히, 도시는 도시화와 난개발로 인해 생태환경 악화, 서식지 파괴 등의 문제가 복합적으로 발생하면서 쾌적한 도시 환경에 대한 수요 증가와 기후변화 대응 방안으로서의 도시 생물다양성에 관한 관심이 높아지고 있음. 도시의 생물다양성 증진은 환경 훼손을 최소화하고 자연환경을 보전함과 동시에 기후변화 적응 수단으로서 주요한 관심사라고 할 수 있음(송인주 외, 2017)
- 서울시 한강생태계 조사 결과(2017)⁴³⁾에 의하면, 생태계교란생물⁴⁴⁾은 총 13종이 발견되었으며, 이 중에서도 가시박, 단풍잎돼지풀 등 생태계교란식물이 군락으로 분포하는 등 증가하고 있는 것으로 나타남. 또한, 하루살이 등 도심 내 곤충 대발생과 육상 곤충의 개체수 감소, 외래종이 증가하고, 폭염과 가뭄 등 극한기상의 발생으로 인해 양서파충류 종과 수가 제한적으로 확인되는 등 외래종 발생과 생물종 감소 문제가 확인되고 있음
- 서울시는 생물다양성 증진을 위해서 지속적인 생태계 교란종 관리가 필요하며, 기후변화로 인한 병해충의 선제적 예방 및 대응 능력을 강화할 필요가 있음. 또한, 현재 지정되어 있는 생태계 보호지역의 관리를 통해 생태계가 양호한 지역의 환경이 훼손되지 않도록 지속적인 관리와 보호활동이 필요함

43) 서울시, 2017, 제8차 한강생태계 조사연구

44) 환경부가 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」 제2조에 따라 정하고 있는 생태계 균형에 교란을 가져오거나 우려가 있는 야생생물

|| 관련 사례

- 1992년 리우환경회의 이후 생물다양성과 생태계 보전 중요성을 인식하고, 생물자원을 보전하기 위한 보호지역 지정 및 관리를 강화하고 있음. 또한, 기후변화와 도시화로 인하여 멸종위기에 처한 생물종에 대해 도시차원의 관리에 관심이 높아지고 있는 상황임⁴⁵⁾
- 호주의 뉴사우스웨일스주에서는 멸종위기종 보존계획(SOS: Saving Our Species, NSW 2016~2021)을 수립하여 주에 서식하는 980종의 위기종과 100개의 생태지역에 대해 토지를 보유한 개인, NGO, 연구기관, 시민, 학생 등의 참여를 통해 위기종 보존 대응 활동을 수행하고 있음. 위기종은 생태·서식지 분포, 위협요인, 종 정보 등에 따라 보존방식이 상이하므로 이를 고려하여 6개로 종의 성격을 분류하여 관리하고 있음

호주 NSW주 멸종위기종 보존계획의 위기종 관리 방법

구분	분류 방식 및 관리 방안
현장관리 종	• 450여종 해당(46%) • 특정 현장에 대한 보존사업을 통해 종의 안전성 확보
상징적 종	• 사회·문화적으로 가치가 높은 6개 종 선정 • 우선지역에 안전을 확보할 수 있도록 사업 시행
랜드스케이프 관리종	• 넓은 지역에 분포하는 종으로 서식지 소멸 및 질적 저하 위협을 받음
데이터 부족 종	• 168여종(19%)이 해당되며, 이 중 72종 멸종 추정
파트너십 종	• 150여종(15%)이 해당되며, NSW주에서는 멸종위기종 • 타 주에서는 멸종위기종이 아니므로 일반적 사업 통해 보존
유역관찰 종	• 100여종(10%)이 해당되며, 즉각적 투자가 필요한 상황은 아닌 종

- 호주에서는 상징적 종, 현장관리 종, 랜드스케이프 관리 종을 위기종 관리의 우선순위에 두고 있음. 이에 해당 분류에 해당하는 종 관리를 위해서는 보존사업에 재정을 우선적으로 투자하고, 위협 관리사업도 함께 수행함
- 보존사업은 효율적 사업 관리·실행 평가, 정부·보존기관·원주민커뮤니티·토지주 등의 협업, 보조사업·인센티브·토지주 협약·자원봉사 활동 등임. 보존사업 중 대표적인 활동으로는 현장관리 종이나 랜드스케이프 관리 종의 절반 이상은 사유지 내에 존재하고 있어 토지주들이 이를 위해 직접 토지를 관리할 수 있도록 금액을 지원하며(NSW 주정부에서는 이를 위해 5년간 240백만 달러 및 그 이후 70백만달러 투입 계획), 위기종 보존을 위한 장기 안전성을 도모하기 위해 Environmental Trust와 같은 비영리기관과 협력관계를 형성하고, 원주민 커뮤니티와도 협력 도모하고 있음

45) 대한민국시도지사협의회 해외행정우수사례(<https://www.gaok.or.kr/>)의 조수창, 2019, 호주 멸종위기종 보존계획(NSW) 내용 참조

- 또한, 시민들이 위기종 관리 활동에 참여할 수 있도록 가이드, 훈련 및 지원사업을 진행하고, 모니터링평가, 데이터 취합 기술 및 리포팅 등을 제공함. 투자액의 5%는 과학연구 프로젝트에 투입하여 연구기관·대학을 참여시킴으로써 위기종과 생태환경을 효율적으로 관리하기 위한 연구결과를 도출할 수 있도록 함
- 호주 뉴사우스웨일즈 주의 위기종 관리 방식은 종을 위기특성별로 구분하여 위기원인에 부합하는 대응방식을 활용함으로써 효과적 보존을 도모하고, 토지를 보유한 개인, NGO, 연구기관, 시민 등 폭넓은 그룹의 참여를 유도하여 멸종위기종 관리 사업의 지속성을 강화한 것에 시사점이 있음

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[II-3-1]	생태계 교란종 관리	기존	자연생태과	단기 (‘22~’26)	비구조적· 사회적 대책
[II-3-2]	산림병해충 관리 강화	기존	자연생태과	중장기 (‘22~)	구조적· 비구조적· 사회적 대책
[II-3-3]	야생동물 관리 및 피해 예방	신규	자연생태과	단기 (‘22~’26)	비구조적· 사회적 대책
[II-3-4]	기후변화 생물지표종 지정 및 모니터링	기존	자연생태과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[II-3-5]	생태계 보호지역 확대 및 관리	신규	자연생태과	단기 (‘22~’26)	비구조적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 E03, E04, E05, E10 내용과 연계
 - (E03) 기후변화에 의한 외래종(육상동물, 육상식물, 해양 외래, 해적 생물 등) 증가 및 질병 증가
 - (E04) 기후변화에 의한 멸종위기종 및 희귀·보호종 감소
 - (E05) 이상기후로 인한 생물종 및 개체수 증가
 - (E10) 기온상승으로 인한 산림생물(아고산 식생, 침엽수, 북방계 식물, 보호식물 등 포함) 서식지 변화

- 제3차 국가 기후변화 적응대책 생태계 부문 ‘② 생태계 보전 및 복원을 통한 생태계 건강성 유지’, ‘③ 이상기후로 인한 생태계 위해·재난 관리 강화’ 세부과제와 내용 연계
 - (2-2-1) 생물다양성 증진 및 생태계 보전·복원을 위한 기반 구축
 - (2-2-1-1) 국가보호지역 확대 및 관리 강화
 - (2-2-2) 기후변화에 대응하여 생물종 보전·복원 강화
 - (2-2-2-2) 서식지 내외 보전활동 지원 및 확대
 - (2-2-2-3) 멸종위기종 등 기후변화 취약 생물종 보전 강화
 - (2-2-2-4) 멸종위기종·천연기념물·고유종 보호
 - (2-3-1) 야생동물 질병 관리 강화
 - (2-3-1-1) 국가 단위 야생동물 질병관리체계 구축
 - (2-3-3) 외래생물 및 유해한 생물종 관리 강화
 - (2-3-3-1) 외래생물과 교란생물의 유입경로 및 실태조사
 - (2-3-3-2) 산림병해충 예측·예찰 고도화

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[Ⅱ-3-1] 생태계 교란종 관리	E03	· (2-3-3-1) 외래생물과 교란생물의 유입경로 및 실태조사
[Ⅱ-3-2] 산림병해충 관리 강화	E03	· (2-3-3-2) 산림병해충 예측·예찰 고도화
[Ⅱ-3-3] 야생동물 관리 및 피해 예방	E03, E05	· (2-3-1-1) 국가 단위 야생동물 질병관리체계 구축 · (2-3-3-1) 외래생물과 교란생물의 유입경로 및 실태조사
[Ⅱ-3-4] 기후변화 생물지표종 지정 및 모니터링	E04, E10	· (2-2-2-3) 멸종위기종 등 기후변화 취약 생물종 보전 강화 · (2-2-2-4) 멸종위기종·천연기념물·고유종 보호
[Ⅱ-3-5] 생태계 보호지역 확대 및 관리	E04, E10	· (2-2-1-1) 국가보호지역 확대 및 관리 강화 · (2-2-2-2) 서식지 내외 보전활동 지원 및 확대 · (2-2-2-3) 멸종위기종 등 기후변화 취약 생물종 보전 강화 · (2-2-2-4) 멸종위기종·천연기념물·고유종 보호

④ 지역리스크와의 연계성

- 생태계 부문 ‘[Ⅱ-3] 생물다양성 증진’ 전략의 5개 세부이행과제는 생태계 부문 11개 지역리

스크 중 아래 6개 리스크를 관리하기 위해 선정됨

- (리스크 1) 기온 및 강수량 변동에 따른 식물(종, 군락, 식물계절, 분포)변화
- (리스크 2) 기온 및 강수량 변동에 따른 외래종 증가
- (리스크 3) 기후변화에 따른 보호종 감소
- (리스크 4) 기후변화에 따른 생물종(동물) 및 개체수 변화
- (리스크 5) 기후변화에 따른 특정 생물종 돌발 대발생
- (리스크 6) 기후변화에 따른 병해충 증가

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
II-3-1	기존	생태계교란식물을 제거하여 생태계 피해를 최소화하고, '생물다양성 도시 서울'에 기여	- 생태계교란 식물 집중관리지역을 선정·제거작업, 사후관리 시행 - 시민단체, 기업, 학생 등과 연계한 체계적 관리
II-3-2	기존	- 적기 산림병해충 방제로 해충 피해 최소화 및 건강한 산림환경 유지 - 산림재해통합관리시스템을 활용하여 산림병해충 선제적 대응 - 생활권 수목의 전문적 진료체계 정착	- 산림병해충예찰방제단 등 기간제 근로자 채용, 용역을 통한 산림병해충 예찰 및 생활사별 방제 - 소나무류 이동단속으로 소나무재선충병 확산 방지 - 생활권녹지에 대한 전문적 수목진료 컨설팅 제공 - 월동난 제거, 직접포살, 트랩 설치 등 비화학적 방제방법 확대
II-3-3	신규	-	- 서식밀도가 높거나 농작물에 피해를 주는 유해 야생동물에 대한 관리 - 도심 생물서식공간의 멸종위기 및 보호 중인 야생동물에 대한 보호 - 도심 생물서식공간에 서식중인 야생동물 질병대응 강화
II-3-4	기존	- 생태경관보전지역 정밀변화관찰 연구용역을 통한 서식현황 조사 - 철새보호구역 모니터링 실시 - 철새도래지 겨울철 조류 센서스 수행	- 국가 기후변화 생물지표종을 기준으로 서울시에 적합한 지표종 선정 및 기후변화에 따른 생물종의 변화를 파악 - 서울시 기후변화생물지표 34종(식물, 조류, 양서류, 곤충류) 분포·서식현황 조사

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
II-3-5	신규	-	- 생태계 보호지역의 개선으로 안정적인 생물 서식처 조성 및 생태계 기반확충을 통한 생태계 건강성 회복 도모 - 생태계 보호지역의 생태계 변화관찰 모니터링을 토대로 생태계 변화 평가 및 관리 개선

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

○ [II-3-1] 생태계 교란종 관리

- 사업내용: 생태계교란식물⁴⁶⁾ 집중관리지역을 선정하여 시민단체, 기업, 학생과 함께 제거작업 및 사후관리 시행
- 추진실적: 목표대비 실적 90% ('21년 기준), 97% (5년 평균)

구분	생태계교란식물 제거실적 (천㎡)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	4,000	-	1,000	1,000	1,000	1,000
실적	6,194	970	1,058	1,348	1,431	1,387

- 주요성과: 생태계교란식물을 제거하여 생태계 피해를 최소화하고, '생물다양성 도시 서울'에 기여

○ [II-3-2] 산림병해충 관리 강화

- 사업내용: 산림병해충에 대한 선제적 방제 활동으로 해충 피해 최소화
- 추진실적: 목표대비 실적 112% ('21년 기준), 134% (5년 평균)

구분	병해충 방제면적 (ha)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	33,872	7,482	7,842	6,484	6,064	6,000
실적	45,351	10,891	9,654	9,626	8,436	6,744

46) 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 가시박, 서양등골나물, 환삼덩굴 등

- 주요성과
 - 적기 산림병해충 방제로 해충 피해 최소화 및 건강한 산림환경 유지
 - 산림재해통합관리시스템을 활용하여 산림병해충 선제적 대응
 - 생활권 수목의 전문적 진료체계 정착
- [II-3-4] 기후변화 생물지표종 지정 및 모니터링
 - 사업내용: 서울시 기후변화 생물지표종 22종 대상 모니터링 시행(분포, 서식현황 등)
 - 기후변화 생물지표종 현황 (총 34종)
 - 식물류 (17종): 별고사리, 구상나무, 주목, 눈향나무, 후박나무, 동백나무, 굴거리나무, 다정
큰나무, 송악, 멸구슬나무, 식나무, 마삭줄, 털머위, 모람, 자주괴불주머니, 땃땃이나무, 큰천
남성
 - 조류(8종): 동박새, 박새, 산솔새, 쇠백로, 왜가리, 중대백로, 큰고니, 큰기러기
 - 곤충류(5종): 갈색발왕개미, 남방노랑나비, 넓적송장벌레, 대륙좁잠자리, 어리대모꽃등에
 - 양서·파충류(2종): 맹꽁이, 북방산개구리
 - 균류(2종): 큰갯버섯, 팽나무버섯
 - 추진실적: 목표대비 실적 100% ('21년 기준), 100% (5년 평균)

구분	기후변화 생물지표종 모니터링 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	62	-	6	18	19	19
실적	62	-	6	18	19	19

- 주요성과
 - 생태경관보전지역 정밀변화관찰 연구용역을 통한 서식현황 조사
 - 철새보호구역 모니터링 실시
 - 철새도래지 겨울철 조류 센서스 수행

② 개선·보완사항

- 기후변화에 대응한 생태계 교란종 및 병해충 관리 지속적 추진 필요
- 야생동물 관리 및 피해예방 사업, 생태계 보호지역 관리사업 신규 추진

세부이행과제	개선·보완사항
[II-3-1] 생태계 교란종 관리	• 지속적인 생태계교란식물 제거작업 시행 및 관리강화
[II-3-2] 산림병해충 관리 강화	• 병해충 방제는 사전예찰과 초기방제가 중요하므로 산림병해충 예찰방제단 운영 및 소나무류 이동단속, 생활권 수목진료 실시 • 병해충 집중기간(6~8월)에 지역 산림병해충 예찰·방제대책 본부 운영
[II-3-3] 야생동물 관리 및 피해 예방	• 서울시 자연생태과에서 시행하는 야생동식물 보호사업 중 유해 야생생물 관리, 야생동물 피해예방사업을 대상으로 하며, 성과지표는 '야생멧돼지 포획 수(마리)'와 '야생동물 구조 수(마리)'를 제시함
[II-3-4] 기후변화 생물지표종 지정 및 모니터링	• 기후변화에 따른 생물종의 변화를 파악하기 위해 지속적인 서울시 기후변화 생물지표종 모니터링 필요
[II-3-5] 생태계 보호지역 확대 및 관리	• 서울시 자연생태과에서 시행하는 생태경관보전지역·야생생물보호구역 관리 사업을 대상으로 하며, 성과지표는 '보전지역 생태기반 확충 개소 수'와 '변화관찰 모니터링(개소)'을 제시함

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

○ [II-3-1] 생태계 교란종 관리 (기준)

추진 계획	2022	• 생태계교란 식물 제거 및 홍보 활동 - 생태계교란 식물 집중관리지역을 선정·제거작업, 사후관리 시행 - 시민단체, 기업, 학생 등과 연계한 체계적 관리					
	2023~2026	• (계속 추진) 생태계교란 식물 제거(100만㎡) 및 홍보 활동					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 생태계교란 식물 제거실적 (만㎡)	100	100	100	100	100	100
〈산출 근거〉 생태계교란 식물 제거실적 〈지표 유형〉 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
총계 (시비)		585	117	117	117	117	117

○ [II-3-2] 산림병해충 관리 강화 (기존)

추진 계획	2022	- 병해충 방제 7,000ha - 생활권 수목진료 320건					
	2023	- 병해충 방제 7,100ha - 생활권 수목진료 325건					
	2024	- 병해충 방제 7,200ha - 생활권 수목진료 325건					
	2025	- 병해충 방제 7,300ha - 생활권 수목진료 330건					
	2026	- 병해충 방제 7,400ha - 생활권 수목진료 330건					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 병해충 방제 면적 (ha)	6,900	7,000	7,100	7,200	7,300	7,400
<산출 근거> 병해충별 방제면적(ha) <지표 유형> 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	19,918	4,047	3,849	3,920	4,004	4,098
	국비	10,365	2,025	2,030	2,060	2,100	2,150
	시비	4,693	1,084	867	890	914	938
	구비	4,860	938	952	970	990	1,010

○ [II-3-3] 야생동물 관리 및 피해 예방 (신규)

추진 계획	2022	- 유해 야생동물 관리: 멧돼지 기동포획단 운영 및 포획(150마리), 사체 처리 - 야생동물 구조센터 운영 :부상당한 야생동물 구조·치료 및 관리					
	2023	(계속 추진) 유해 야생동물 관리 (계속 추진) 야생동물 구조센터 운영: 부상당한 야생동물 구조·치료(1,700마리)					
	2024	(계속 추진) 유해 야생동물 관리 (계속 추진) 야생동물 구조센터 운영: 부상당한 야생동물 구조·치료(1,750마리)					
	2025	(계속 추진) 유해 야생동물 관리 (계속 추진) 야생동물 구조센터 운영: 부상당한 야생동물 구조·치료(1,800마리)					
	2026	(계속 추진) 유해 야생동물 관리 (계속 추진) 야생동물 구조센터 운영: 부상당한 야생동물 구조·치료(1,850마리)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표 1. 야생멧돼지 포획 수 (마리)	150	150	150	150	150	150
	지표 2. 야생동물 구조 수 (마리)	1,500	1,600	1,700	1,750	1,800	1,850
	※ 도심출몰 등 피해발생 상황에 한해 포획을 한정하여 과도한 포획이 되지 않도록 포획 수를 현재수준으로 함 <산출 근거> • 지표 1. 야생멧돼지 포획 수(마리) : 포획 수(마리) - 도심 출몰 등 피해발생 상황에 한해 포획을 한정하여 과도한 포획이 되지 않도록 포획 수 현년도 수준으로 조절 • 지표 2. 야생동물 구조 수(마리) : 구조 수(마리) <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	4,314	876	787	837	887	927
	국비	910	210	155	170	185	190
	시비	3,404	666	632	667	702	737

○ [II-3-4] 기후변화 생물지표종 지정 및 모니터링 (기존)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	- 기후변화 생물지표종 모니터링 지속 추진 - 기후변화 생물지표종(식물, 조류, 양서류, 곤충류) 분포·서식 현황 조사 - 대상지역 : 서울시 전역 - 대 상 종 : 서울시 기후변화생물지표 34종 - 추진방법 : 기후변화 생물지표종 모니터링					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 기후변화 생물지표종 모니터링 개소 수 (개소)	18	18	18	18	18	18
<산출 근거> 기후변화 생물지표종 모니터링 개소 수 <지표 유형> 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	805	155	160	160	165	165

○ [II-3-5] 생태계 보호지역 확대 및 관리 (신규)

추진 계획	2022	- 보전지역 생태기반 확충(2개소), 변화관찰 모니터링(23개소) - 전문연구기관을 선정하여 생태경관보전지역 정밀변화관찰 연구 추진 - 관련분야 전문가, 시민 등이 참여하는 동·식물 등 변화관찰 실시(자치구) - 생태계 변화관찰 결과를 바탕으로 안정적인 생물 서식처 조성사업 추진: 자치구에 예산을 재배정하여 사업 추진					
	2023~2026 (연간 계속 추진)	보전지역 생태기반 확충(연간 1개소), 변화관찰 모니터링 (연간 23개소)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표 1. 변화관찰 모니터링 (개소)	23	23	23	23	23	23
	지표 2. 보전지역 생태기반 확충 (개소)	1	2	1	1	1	1
<산출 근거> - 지표1: 변화관찰 모니터링(개소) - 지표2: 보전지역 생태기반 확충(개소) <지표 유형> 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	3,864	1,280	642	642	650	650

④ 기대효과

- 생태계교란식물, 산림병해충, 유해 야생동물 등의 생물다양성 저해 요인을 선제적으로 제거하여 건강한 생태계 유지
- 기후변화 생물지표종 모니터링 강화를 통해 기후변화에 따른 생물종 변화 파악 및 정보공유 체계 구축
- 생태경관보전지역, 철새보호구역 등 생물다양성이 우수한 지역의 생태기반 확충 및 관리 강화를 통해 생물다양성 증진에 기여

세부이행과제	기대효과
[Ⅱ-3-1] 생태계 교란종 관리	• 생태계교란식물 제거를 통해 '생물다양성 도시 서울'에 기여
[Ⅱ-3-2] 산림병해충 관리 강화	• 적기에 산림병해충 방제를 실시하여 수목성장 저해요인을 해소하고 건강한 생태계 유지
[Ⅱ-3-3] 야생동물 관리 및 피해 예방	• 유해 야생동물 관리를 통한 시민의 안전확보·피해예방 및 생활불편 최소화
[Ⅱ-3-4] 기후변화 생물지표종 지정 및 모니터링	• 기후변화에 따른 생물종 정보공유 체계 구축 및 생물다양성 증진에 기여
[Ⅱ-3-5] 생태계 보호지역 확대 및 관리	• 도심 내 생물다양성이 풍부한 생태경관보전지역과 철새보호구역 등 야생생물 보호구역의 생태기반 확대 및 관리 강화로 생태계 보전 및 생물다양성 증진에 기여

생태계

[II-4] 그린인프라 기능 증진

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

- 도시 내 공원, 녹지, 건물녹화, 텃밭 등의 그린인프라는 도시의 물순환 체계 개선, 열환경 개선 등 기후변화로 인한 영향 완화를 위한 다양한 기능과 가치로 중요성이 높아지고 있음. 그린인프라는 주로 도시 내 녹지공간요소를 지칭하지만, 넓은 범위에서는 건축물과 물순환체계에 관여하는 시설물까지 포함할 수 있으며, 도시공간구조를 결정하는 주요한 기반 중 하나로서 기후변화 대응, 재난·재해 피해 저감, 환경, 보건, 에너지 등 다분야에서 중요함
- 그린인프라의 주요한 기능으로는 기후변화로 인한 도심 열섬현상 완화, 극한기상으로 발생한 도시홍수 등 재난재해 피해 저감, 자연적인 우수 침투 등 물순환 조절 등이 있으며, 도시의 기후변화 적응을 위해서는 이러한 그린인프라의 양적 확대와 질적 향상을 도모할 필요가 있음. 이에 산림이나 공원녹지의 중요성도 크지만, 도심 내 건물 녹화, 자투리 공간의 녹화 등 소규모 녹지의 네트워크 형성을 통해 그린인프라의 다기능성이 발현될 수 있도록 하는 접근이 필요함
- 서울시는 과밀 토지이용으로 인해 부지의 한계가 있으므로 옥상녹화 등 건축물 녹화, 도심 자투리 공간, 유휴공간을 대상으로 한 소규모 녹지 조성, 학교 내 텃밭 등을 조성하는 방안을 고려하여야 하며, 이러한 그린인프라 간의 네트워크를 통해 그린인프라의 기후변화 적응 능력을 확대할 필요가 있음

|| 관련 사례⁴⁷⁾

- 미국 뉴욕은 우수의 효율적인 관리, 기후변화 대응, 공기질 개선, 도시미관의 기능까지 고려하여 가능한 모든 공간에 그린인프라를 조성하도록 도시차원의 녹화계획을 수립하고 있음. 뉴욕의 그린인프라는 대표적으로 레인가든⁴⁸⁾, 그린 스트리트, 옥상녹화 등이 있으며, 도시 전체 녹화를 위해 가로수 조성 활동 또한 활발함. 특히, 옥상녹화를 장려하기 위해 재정적인 인센티브를 최대 100%까지 제공하여 사유건물에 도 옥상녹화 사업이 진행될 수 있도록 하고 있음
- 뉴욕시의 대표적인 그린인프라의 사례로는 옥상농장(Rooftop Farm)을 들 수 있음. 대규모 농장을 직접 운영하기에는 공간적인 제약이 있는 도시에서 직접 농작물을 기르고 지역주민들에게 제공할 수 있도록 대안농장의 형태로 조성되는 옥상의 도심농장임. 뉴욕에서는 지역에서 직접 재배한 건강한 농산물에 대한 시민요구가 커지고, 지속가능한 도시에 대한 관심이 늘어남에 따라 옥상농장의 설치가 꾸준히 증가하고 있는 추세임
- 옥상농장을 설치를 위해서는 뉴욕시 환경부에서 시행하고 있는 그린인프라 보조금 프로그램(Green Infrastructure Grant Program)을 이용할 수 있음. 이는 그린인프라 시설에 대해 재정적인 지원을 해주는 정책으로 옥상녹화 사업이 대표적임. 뉴욕 시내에 위치한 사유지이고 최소 25.4mm(권장 31.75mm)의 빗물을 처리할 수 있는 조건이 갖추어졌을 때 지원할 수 있으며, 1년 안에 옥상정원 설치를 완료하고 설치 후 20년간 지속적으로 관리 할 수 있어야 함
- 뉴욕 시내 위치한 대규모의 옥상농장 사례로는 Brooklyn Navy Yard Farm이 있음. 브루클린에 위치한 옥상농장으로 6,038㎡의 면적규모를 가지며, 뉴욕 환경부의 보조금 프로그램을 통해 \$592,730을 지원받아 건설됨. 농장은 약 12인치의 깊이의 토양으로 연간 2만 파운드의 채소, 허브, 토마토, 당근 등을 생산함. 농장 운영에 있어서 학교, 시민단체, 일반 자원봉사자 등을 참여시킴으로써 시민들이 도심 농업에 쉽게 접근할 수 있도록 하고 있음



옥상농장 조성 전



옥상농장 조성 후(Brooklyn Navy Yard)



- 이러한 옥상농장은 도시 내 농업을 활성화할 수 있을 뿐만 아니라 증발산 활동을 통해 주변의 열을 흡수하여 건물 및 주변지역 열섬현상과 같은 기후변화 문제를 감소시키고 건물의 에너지 소비를 절감하는 효과가 있음. 또한, 식물 및 토양이 빗물을 저장하는 역할을 동시에 수행하여 태풍, 홍수 등의 피해를 줄일 수 있음. 옥상농장을 운영하는 기관들은 단순히 농작물을 생산하는 것이 아닌, 비영리단체나 뉴욕시와 협력하여 시민들이 직접 참여할 수 있도록 봉사·교육 프로그램을 함께 운영하여 교육적 효과를 가져옴

47) NYC, 2020, Nyc green infrastructure 2020 annual report; 뉴욕시 홈페이지(<http://www.nyc.gov/>); 대한민국시도지사협의회 해외행정우수사례(<https://www.gaok.or.kr/>)의 내용을 참조하여 작성함

48) 도시 내 빗물 유입을 위해 조성한 소규모 식물 식재 지역으로 주로 보도 내 가로수의 주변에 설치함

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[Ⅱ-4-1]	도심형 식물공장 모델 개발 및 보급	기존	농업기술센터 농업교육과	단기 (‘22~’26)	구조적· 비구조적· 사회적 대책
[Ⅱ-4-2]	에코스쿨 조성	기존	조경과	단기 (‘22~’26)	구조적· 비구조적 대책
[Ⅱ-4-3]	옥상녹화 조성	기존	조경과	단기 (‘22~’26)	구조적· 비구조적 대책
[Ⅱ-4-4]	생태계서비스 증진	기존	자연생태과	단기 (‘22~’26)	구조적· 비구조적· 사회적 대책
[Ⅱ-4-5]	하천 생태 기능 증진	신규	자연생태과	중장기 (‘22~)	구조적 대책
[Ⅱ-4-6]	도심 자투리 공간 텃밭 조성	기존	도시농업과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[Ⅱ-4-7]	학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영	기존	농업기술센터 농업교육과	단기 (‘22~’26)	구조적· 비구조적· 사회적 대책
[Ⅱ-4-8]	도시 농부학교 확대 운영	기존	농업기술센터 농업교육과	단기 (‘22~’26)	사회적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 E09, E11, E13, E15 내용과 연계
 - (E09) 기온 상승 및 강수량 변화에 따른 담수 생물(동물, 식물) 개체 수 감소 및 서식지 축소
 - (E11) 극한기상에 의한 생태계 변화
 - (E13) 폭우 및 가뭄으로 인한 산림 계류수의 변화
 - (E15) 기후변화로 인한 습지 면적 감소, 육화 및 생물상 변화
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 생태계 부문 ‘① 국가 생태계 기후변화 모니터링 및 대응 기반 강화’, 생태계 보전 및 복원을 통한 생태계 건강성 유지’ 세부과제와 내용 연계
 - (2-1-2) 시민참여형 모니터링 기반 강화
 - (2-1-2-1) 기후변화 적응 모니터링을 위한 국민 참여 확대
 - (2-2-3) 기후변화 취약생태계 중점 보호 및 도시생태계 회복

· (2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[Ⅱ-4-1] 도심형 식물공장 모델 개발 및 보급	E11	• (2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진
[Ⅱ-4-2] 에코스쿨 조성	E11	• (2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진
[Ⅱ-4-3] 옥상녹화 조성	E11	• (2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진
[Ⅱ-4-4] 생태계서비스 증진	E09, E11	• (2-1-2-1) 기후변화 적응 모니터링을 위한 국민 참여 확대 • (2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진
[Ⅱ-4-5] 하천 생태 기능 증진	E11, E13, E15	• (2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진
[Ⅱ-4-6] 도심 자투리 공간 텃밭 조성	E11	• (2-1-2-1) 기후변화 적응 모니터링을 위한 국민 참여 확대 • (2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진
[Ⅱ-4-7] 학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영	E11	• (2-1-2-1) 기후변화 적응 모니터링을 위한 국민 참여 확대 • (2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진
[Ⅱ-4-8] 도시 농부학교 확대 운영	E11	• (2-1-2-1) 기후변화 적응 모니터링을 위한 국민 참여 확대 • (2-2-3-3) 생태공간 복원을 통한 도시생태계 건강성 증진

④ 지역리스크와의 연계성

- 생태계 부문 ‘[Ⅱ-4] 그린인프라 기능 증진’ 전략의 8개 세부이행과제는 생태계 부문 11개 지역리스크 중 아래 2개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 6) 기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소
 - (리스크 11) 극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화 유지관리 비용 증가

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
Ⅱ-4-1	기존	식물 재배환경 변화에 대응할 수 있는 도심형 식물공장·스마트팜 운영 및 관련 기술보급	- 기후변화 등으로 인한 도심용 재배식물 선발 및 재배가이드 제시 - 식물공장, 스마트팜 운영으로 자연학습공간 등 활용

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
II-4-2	기존	다양한 녹화기법 도입을 통한 녹지확충과 자연친화적 교육환경 제공 및 생태경관성 제고	학교 내 유휴공지를 활용하여 지상부와 벽면, 옥상 등 입면부에 다양한 녹화유형을 적용한 조성사업을 통해 학생들에게 자연친화적 학습환경을 제공하고 생활권 주변 이용 가능한 녹지를 효율적으로 확충 및 기후변화에 친환경적 대응
II-4-3	기존	도심 열섬현상 완화, 냉난방 에너지 절약, 대기질 개선 등 도시환경개선에 기여하고 소규모 생물서식공간 확보로 생물다양성 증진에 기여	- 옥상녹화사업을 통하여 도시 열섬화 완화, 홍수 예방, 대기질 개선 등 기후변화에 대응하고 도심 내 부족한 녹지 확충 및 소생물 서식공간을 제공 - 수목 식재, 시설물 설치 등 옥상녹화
II-4-4	기존	코로나19 확산에 따라 관련 사업 추진에 많은 제약이 있었으나 관련 민간보조사업인 '생물이 찾아오는 마을 만들기' 지속적 추진	- 단절된 녹지축 연결: 녹지 내 보행로를 연결하여 쾌적하고 친환경적인 보행환경을 제공 - 민간보조사업-생물이 찾아오는 마을 만들기: 생물서식공간의 관리·개선, 생물 모니터링 및 교육, 생물다양성 인식증진 활동 - 서울 생물다양성 탐사: 일정시간 동안 생물분야 전문가와 일반시민이 함께 최대한 많은 생물종을 탐사하고 교육, 체험활동을 병행함으로써 생물다양성 인식 확산 도모
II-4-5	신규	-	기후변화에 대응하기 위해 하천변 나지화된 공간 및 유휴 공간 등에 녹지 확충 및 생물서식 공간 조성을 통해 경관개선 및 건강한 하천생태계를 조성

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
II-4-6	기존	- 다양한 시민참여형 텃밭 공간 103,454㎡ 조성을 통한 도시농업 저변 확산 - 텃밭을 활용한 생태교육프로그램 운영을 통해 농업의 생태환경적 기능 홍보 - 우리동네 텃밭관리사를 활용한 사후관리 추진을 통해 사업의 지속성 확보 - 공모사업을 통해 다양한 형태의 텃밭을 조성·운영하여 코로나19로 외부활동이 어려운 시민들에게 도시농업 체험의 기회 제공	- 조성대상지 여건에 맞춘 도시농업 실천공간 발굴 확대 - 연간 서울형 도시텃밭 조성 면적 2ha(20,000㎡) 확보 - 옥상·자투리·학교·어린이집·사회복지시설 등 다양한 형태의 텃밭 조성 - 텃밭조성이 어려운 곳에 상자형 텃밭 보급으로 생활 속 도시농업 실천 - 텃밭 유형별 이용자에게 생태·치유교육 등 적합한 프로그램 운영 등
II-4-7	기존	- 원예식물에 대한 관심 증가에 따른 농작물 소비 촉진과 도시농업 활성화에 기여 - 학교별 도시농업 전문강사 배치 협의시 도시농업전문가회, 도시농업시민협의회 등 도시농업과 관련한 시민단체 참여로 민관협력 거버넌스 구축	- 초·중·고등학교, 대학교 내 자투리 공간에 학생들의 관찰 체험이 가능한 텃밭 조성 - 농자재 지원 300개교, 학교텃밭 강사 지원 90개교 - 상·하반기 모종 및 씨앗(엽채류, 과채류 등), 일반 농자재(상토 등) - 학교 교육과정과 연계된 학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영
II-4-8	기존	- 실용 생활농업 교육으로 도시농업 확산을 통한 지역 커뮤니티 조성 및 건전 여가문화 정착 - 코로나19에 대응하여 서울평생학습포털 도시농부학교 온라인 교육 및 실시간 원격화상교육 활용	- 서울시민에게 작물의 재배 및 관리 등 기초적인 농업기술을 전파하고 주말농장이나 상자텃밭 등 도시농업 참여와 체험기회와 동기부여를 제공 - 기관 및 단체 요청 장소에서 대면교육, 서울평생학습포털 등 비대면교육 추진

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

- [II-4-1] 도심형 식물공장 모델 개발 및 보급
 - 사업내용: 기지역적응 식물 선발 및 재배가이드 제시, 식물공장·스마트팜 운영으로 자연 학습공간 등 제공
 - 추진실적: 목표대비 실적 100% ('21년 기준), 125% (5년 평균)⁴⁹⁾
 - 식물공장 1개소(27㎡), 스마트팜 1개소(128㎡) 농업기술센터 내 운영중

구분	식물재배기 보급 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	11	1	-	-	10	-
실적	11	1	-	-	10	-
구분	가이드라인·매뉴얼 개발 (종)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	7	-	1	1	2	3
실적	8	-	1	2	2	3

- 주요성과: 식물 재배환경 변화에 대응할 수 있는 도심형 식물공장·스마트팜 운영 및 관련 기술보급

○ [II-4-2] 에코스쿨 조성

- 사업내용: 학교 내 유휴공간을 활용한 녹지(학교숲·자연학습장, 옥상·벽면녹화 등) 조성
- 추진실적: 목표대비 실적 97% ('21년 기준), 169% (5년 평균)

구분	에코스쿨 조성 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	150	30	30	30	30	30
실적	254	56	67	56	46	29

- 주요성과: 다양한 녹화기법 도입을 통한 녹지확충과 자연친화적 교육환경 제공 및 생태경관성 제고

○ [II-4-3] 옥상녹화 조성

- 사업내용: 도심 내 건물 옥상을 활용하여 공원녹지 확충 및 소규모 생물서식공간 확보
- 추진실적: 목표대비 실적 303% ('21년 기준), 175% (5년 평균)

구분	옥상녹화 조성 면적 (㎡)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	22,669	6,450	5,219	5,000	3,000	3,000
실적	33,865	6,453	5,029	5,056	8,239	9,088

- 주요성과: 도심 열섬현상 완화, 냉난방 에너지 절약, 대기질 개선 등 도시환경개선에 기여하고 소규모 생물서식공간 확보로 생물다양성 증진에 기여

○ [II-4-4] 생태계서비스 증진

- 사업내용: 단절된 녹지축 연결 및 시민참여형 생물다양성 증진 민간보조사업을 통한 생태계서비스 증진
- 추진실적: 목표대비 실적 90% ('21년 기준), 97% (5년 평균)⁵⁰⁾
※ 코로나19 확산으로 생물다양성 탐사 활동 미시행

구분	단절된 녹지축 연결 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	11	2	2	2	2	3
실적	9	2	2	2	1	2
구분	생물다양성 증진 민간보조사업(생물이 찾아오는 마을만들기) (개수)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	44	9	8	12	9	6
실적	46	8	8	14	10	6
구분	생물다양성 탐사(바이오블리츠 서울) (횟수)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	5	1	1	1	1	1
실적	4	1	1	1	0	1

- 주요성과: 코로나19 확산에 따라 관련 사업 추진에 많은 제약이 있었으나 관련 민간보조사업인 '생물이 찾아오는 마을만들기' 지속적 추진

○ [II-4-6] 도심 자투리 공간 텃밭 조성

- 사업내용: 도심 자투리 공간(자투리, 학교, 옥상, 싱싱, 아파트, 무장애텃밭, 상자텃밭)을 대상으로 텃밭을 조성하여 도시농업 활성화. 생활 속 실천 가능한 도시농업 공간조성으로 생태계 회복 등 도시환경 개선을 통한 “생태도시 서울” 구축하여 기후변화 적응력 향상
- 추진실적: 목표대비 실적 110% ('21년 기준), 128% (5년 평균)

구분	자투리텃밭 조성 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	1,085	232	208	205	264	176
실적	1,398	244	265	296	399	194

- 주요성과

50) 3개 지표 산술평균

- 다양한 시민참여형 텃밭 공간 250,000㎡ 조성을 통한 도시농업 저변 확산
- 텃밭을 활용한 생태교육프로그램 운영을 통해 농업의 생태환경적 기능 홍보
- 우리동네 텃밭관리사를 활용한 사후관리 추진을 통해 사업의 지속성 확보
- 공모사업을 통해 다양한 형태의 텃밭을 조성·운영하여 코로나19로 외부활동이 어려운 시민들에게 도시농업 체험의 기회 제공

○ [II-4-7] 학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영

- 사업내용: 초·중고등학교 내 자투리 공간에 텃밭을 조성하여 기후변화 대응 친환경 생태환경 조성 및 공동체 교육 활용
- 추진실적: 목표대비 실적 학교텃밭 조성 100% ('21년 기준), 130% (5년 평균), 학교텃밭 교육프로그램 111% ('21년 기준), 91% (5년 평균)

구분	학교텃밭 조성 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	245	40	45	50	60	50
실적	535	102	113	120	150	50
구분	학교텃밭 교육프로그램 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	371	38	53	110	70	100
실적	525	99	98	103	114	111

- 주요성과

- 원예식물에 대한 관심 증가에 따른 농작물 소비 촉진과 도시농업 활성화에 기여
- 학교별 도시농업 전문강사 배치 협의 시 도시농업전문가회, 도시농업시민협의회 등 도시농업과 관련한 시민단체 참여로 민관협력 거버넌스 구축

○ [II-4-8] 도시 농부학교 확대 운영

- 사업내용: 도시농부학교 운영을 통한 서울시민 생활농업 교육 추진
 - 추진실적: 목표대비 실적 100% ('21년 기준), 93% (5년 평균)
- ※ 코로나19로 인한 대면교육 불가로 인해 수업이 취소되어 2020년도 실적이 미달하였으며, 하반기 온라인 교육과 비대면 교육으로 변경 추진

구분	도시농부학교 교육 (인원)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	25,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
실적	23,233	5,632	6,254	5,620	750	4,977

- 주요성과

- 실용 생활농업 교육으로 도시농업 확산을 통한 지역 커뮤니티 조성과 건전 여가문화 정착
- 코로나19에 대응하여 서울평생학습포털 도시농부학교 온라인 교육 및 실시간 원격화상교육 활용

② 개선·보완사항

- 도심 내 건물·자투리공간 녹화 등 그린인프라 확충을 통한 기후변화 대응 필요
- 학교텃밭, 도시농업 등 교육 활동에 대해서는 온라인을 활용한 비대면 수업 또는 거리두기 방식의 교육으로 전환 필요

세부이행과제	개선·보완사항
[Ⅱ-4-1] 도심형 식물공장 모델 개발 및 보급	· 도심형 식물공장 모델인 스마트팜의 설치·운영 개소 수를 추가 성과지표로 보완
[Ⅱ-4-2] 에코스쿨 조성	· 효율적인 유휴공간 활용을 통한 친환경적 기후변화 대응 사업으로 지속 필요
[Ⅱ-4-3] 옥상녹화 조성	· 「옥상녹화 지원에 관한 조례」 제정(20.3)을 통한 사업의 활성화로 민관협력을 통한 도심 내 건물 옥상녹화 적극 확대
[Ⅱ-4-4] 생태계서비스 증진	· 시민과 전문가가 모여 탐사 및 교육활동이 진행되는 바이오 블리츠 서울 행사는 2020년 코로나-19 재확산에 따른 사회적 거리두기 2단계 조치 강화로 미시행 · 코로나19 상황에 대응하여 온라인 등을 활용한 비대면, 거리두기 방식의 행사 등 검토 필요
[Ⅱ-4-5] 하천 생태 기능 증진	· 서울시 자연생태과에서 시행하는 ‘하천생태복원 및 녹화’ 사업을 대상으로 하며, 성과지표는 ‘하천변 생태복원 녹화 면적(m²)’을 제시함
[Ⅱ-4-6] 도심 자투리 공간 텃밭 조성	· 도시농업 실천공간 확대에 따른 지속적인 텃밭 운영을 위해서 생태체험·치유 등 관련 프로그램 개발 필요 · 일부 자치구의 경우 시민·기관의 관심도에 따라 사업추진실적 편차가 크게 나타나므로 사후관리 방안 모색 필요 · 조성 후 오랜 시간이 지나 텃밭 시설물의 폐기물화로 인한 환경오염 등 문제가 발생하여 해결 방안 제안
[Ⅱ-4-7] 학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영	· 코로나19 상황에 대응하여 온라인 등을 활용한 비대면, 거리두기 방식의 교육 수업 필요

세부이행과제	개선·보완사항
[II-4-8] 도시 농부학교 확대 운영	- 코로나19 상황에 대응하여 온라인 등을 활용한 비대면, 거리두기 방식의 교육 수업 필요 - 새로운 교육 내용 개발을 통해 시민 관심 제고

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

○ [II-4-1] 도심형 식물공장 모델 개발 및 보급 (기존)

추진 계획	2022	- 도심형 식물공장 및 스마트팜 운영 - 친환경 아쿠아포닉스 운영: 실내용 과채류 재배 양어수경재배기 시제품 제작 - IoT 기술적용 3단 식물재배기 보급기관 운영관리 기술지원: 12개소 - 과채류 재배 리플렛 발간					
	2023~2024 (연간 계속 추진)	- 도심형 식물공장 및 스마트팜 운영 - 친환경 양어수경재배기 운영 - IoT 기술적용 3단 식물재배기 보급기관 운영관리 기술지원: 연간 12개소 - 과채류 재배 매뉴얼 연간 1종 발간					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표 1. 식물재배기 보급 (개소)	12	12	12	12	-	-
	지표 2. 가이드라인/매뉴얼개발 (종)	1	1	1	1	-	-
	<산출 근거> - 지표1: 식물공장 보급기관 기술지원 개소수 - 지표2: 가이드라인/매뉴얼 개발 종수 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	287	87	100	100	-	-

○ [II-4-2] 에코스쿨 조성 (기존)

추진 계획	2022	• 에코스쿨 7개교 조성					
	2023	• 에코스쿨 10개교 조성					
	2024	• 에코스쿨 13개교 조성					
	2025	• 에코스쿨 17개교 조성					
	2026	• 에코스쿨 20개교 조성					
	중장기	• 서울시 전체 학교 녹화					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 에코스쿨 조성 (개소)	29	7	10	13	17	20
〈산출 근거〉 에코스쿨 조성 개소수 • 자치구 단위에서 수집 후 취합 〈지표 유형〉 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	10,000	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000

○ [II-4-3] 옥상녹화 조성 (기존)

추진 계획	2022	• 옥상녹화 1개소 조성					
	2023	• 옥상녹화 5개소 조성					
	2024	• 옥상녹화 7개소 조성					
	2025	• 옥상녹화 7개소 조성					
	2026	• 옥상녹화 7개소 조성					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 옥상녹화 조성 (개소)	27	1	5	7	7	7
〈산출 근거〉 옥상녹화 조성 면적 개소수 〈지표 유형〉 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	5,959	83	1,046	1,610	1,610	1,610

○ [II-4-4] 생태계서비스 증진 (기존)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	• 단절된 녹지축 연결 1개소 - 대 상 지 : 도시개발 등으로 단절된 녹지 - 추진방법 : 설치 가이드라인에 따라 녹지연결로 조성 - 주요내용 : 녹지 내 보행로를 연결하여 쾌적하고 친환경적인 보행환경을 제공 • 생물이 찾아오는 마을 만들기 보조사업 6개 - 대 상 지 : 마을단위 주요 생물서식공간 - 추진방법 : 자연환경 보전활동을 전개하는 민간단체(법인)에 사업비 지원 - 주요내용 : 생물서식공간의 관리·개선, 생물 모니터링 및 교육, 생물다양성 • 매년 생물다양성 탐사 개최 - 대 상 지 : 생물다양성이 풍부한 주요 산·공원·하천지역 - 추진방법 : 일정시간 동안 생물분야 전문가와 일반시민이 함께 최대한 많은 생물종을 탐사하고 교육, 체험활동을 병행함으로써 생물다양성 인식 확산 도모 - 주요내용 : 분류군별 생물종 탐사, 전문가 토크, 생물다양성 체험 등					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 녹지연결로 조성 (개소)	1	1	1	1	1	1
	지표2. 민간보조사업 시행 (개)	6	6	6	6	6	6
	지표3. 서울 생물다양성 탐사행사 (회)	1	1	1	1	1	1
〈산출 근거〉 • 지표1: 단절된 녹지축 연결(개소) • 지표2: 민간보조사업(개) • 지표3: 서울 생물다양성 탐사행사(횟수) 〈지표 유형〉 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	15,363	2,723	3,085	3,185	3,185	3,185

○ [II-4-5] 하천 생태 기능 증진 (신규)

추진 계획	2022	• 하천생태 복원 및 녹화 99,000㎡ 조성					
	2023~2026 (연간 계속 추진)	• 하천생태 복원 및 녹화 연간 20,000㎡ 조성					
	중장기	• 연도별 하천생태 복원 및 녹화 20,000㎡ 조성					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 하천생태 복원 및 녹화사업 면적 (천㎡)	20	99	20	20	20	20
	※ 신규 사업종료 후 준공면적 취합						
	〈산출 근거〉 하천생태 복원 및 녹화사업 면적(㎡) • 신규 사업종료 후 준공면적(㎡) 취합 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	19,090	11,090	2,000	2,000	2,000	2,000

○ [II-4-6] 도심 자투리 공간 텃밭 조성 (기존)

추진 계획	2022	• 서울형 도시텃밭 조성 면적[2ha(20,000㎡)](누적 216ha) • 옥상·자투리·학교·어린이집·치유 텃밭 및 상자 텃밭 보급					
	2023	• 서울형 도시텃밭 조성 면적[2ha(20,000㎡)이상](누적 218ha) • 옥상·자투리·학교·어린이집·치유 텃밭 및 상자 텃밭 보급					
	2024	• 서울형 도시텃밭 조성 면적[2ha(20,000㎡)이상](누적 220ha) • 옥상·자투리·학교·어린이집·치유 텃밭 및 상자 텃밭 보급					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 도시농업 공간 확보 (ha)	214	216	218	220	-	-
	※ 서울도시농업 3.0 마스터플랜의 '도시농업 실천공간 연도별 확보 면적(ha)' 활용						
	〈산출 근거〉 서울형 도시텃밭 조성 면적(단위 : ha) • 서울도시농업 3.0마스터플랜(도시농업 실천공간 연도별 확보 면적) 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	11,184	3,664	3,760	3,760	-	-
	시비	6,898	2,298	2,300	2,300	-	-
	구비	3,509	1,109	1,200	1,200	-	-
	기타 (자부담)	777	257	260	260	-	-

○ [II-4-7] 학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영 (기존)

추진 계획	2022	- 초·중·고등학교, 대학교 내 자투리 공간에 학생들의 관찰 체험이 가능한 텃밭 조성 - 학교 교육과정과 연계된 학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영 - 신규조성 40개교, 농자재 지원 300개교, 학교텃밭 원예프로그램 강사 지원 90개교					
	2023~2026 (연간 계속 추진)	연간 신규조성 50개교, 농자재 지원 300개교, 학교텃밭 원예프로그램 강사 지원 90개교					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표 1. 학교텃밭 조성 학교 수 (개)	65	40	50	50	50	50
	지표 2. 학교텃밭 원예프로그램 학교 수 (개)	110	90	90	90	90	90
	※ 신규학교는 서울시청 도시농업과 조성 후 취합 <산출 근거> 서울시내 학교텃밭 원예프로그램 운영사업 참여 학교 • 신규학교는 본청 도시농업과 조성 후 취합) <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	1,500	300	300	300	300	300

○ [II-4-8] 도시농부학교 확대 운영 (기존)

추진 계획	2022	• 40회 5,000명					
	2023	• 45회 5,500명					
	2024	• 50회 6,000명					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 도시농부학교 교육 인원 (명)	5,000	5,000	5,500	6,000	-	-
	<산출 근거> 교육 인원 수 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	54	16	18	20	-	-

④ 기대효과

- 에코스쿨, 옥상녹화, 생물서식환경 조성, 단절된 녹지축 연결, 하천 숲 조성 등 도심 내 다양한 그린인프라 확충을 통해 기후변화 대응 도시 열섬 완화, 에너지 절감, 탄소흡수 확충, 도시미관 개선 등 그린인프라 기능 증진
- 텃밭 등 도시농업지 확대와 도시농업 교육 활성화를 통한 여가문화 확산 및 시민 삶의 질 개선

세부이행과제	기대효과
[Ⅱ-4-1] 도심형 식물공장 모델 개발 및 보급	• 신기술 농업과 정보통신기술(ICT) 및 6차 산업 관련 현장교육장으로 활용 • 기후변화와 같은 식물 재해환경 변화에 대응할 수 있는 도심형 식물공장 및 스마트팜 운영과 기술보급으로 녹색생태계 구축
[Ⅱ-4-2] 에코스쿨 조성	• 학교를 활용한 효율적인 녹지공간 확충으로 기후변화에 친환경적으로 대응
[Ⅱ-4-3] 옥상녹화 조성	• 도심 내 건물옥상을 활용하여 공원녹지를 확충하고 소규모 생물서식공간 확보 • 기후변화에 대응하여 도심 열섬현상 완화, 냉난방 에너지 절약, 대기질 개선 등 도시환경개선에 기여
[Ⅱ-4-4] 생태계서비스 증진	• 생물다양성 도시 서울 기틀 확립 • 시민참여형 생물다양성 증진 활동으로 생태계서비스 증진
[Ⅱ-4-5] 하천 생태 기능 증진	• 도심 내 하천 사면 및 둔치에 숲 조성 및 수목식재를 통한 생태복원으로 도심 내 그린인프라 확충에 기여 • 탄소흡수, 도시 미기후 개선, 물순환 조절, 도시 경관 개선 등 그린인프라 기능 증진
[Ⅱ-4-6] 도심 자투리 공간 텃밭 조성	• 다양한 도시농업 실천공간 확대를 통한 도시농업 기반 확충 • 텃밭 활용 생태교육프로그램 등 운영으로 도심텃밭의 생태환경적 기능 홍보
[Ⅱ-4-7] 학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영	• 학교텃밭을 활용한 환경생태 교육 효과 기대 • 원예식물에 대한 관심증가에 따른 도시농업 활성화에 기여
[Ⅱ-4-8] 도시 농부학교 확대 운영	• 기초적인 농업기술을 교육하고 도시농업 참여를 제공하여 도시농업 확대 및 시민 삶의 질 개선

3) 세부이행과제 예산계획 및 성과목표

(1) 세부이행과제 예산계획

[표 6-8] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 생태계 부문 세부이행과제 예산계획

세부이행 과제	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
II-1-1	총계 (시비)	147,619	9,903	23,425	29,958	46,500	37,833
II-1-2	총계	4,150	770	800	830	860	890
	국비	2,075	385	400	415	430	445
	시비	2,075	385	400	415	430	445
II-1-3	총계 (시비)	28,650	1,750	6,000	6,100	7,350	7,450
II-1-4	-	-	-	-	-	-	-
II-2-1	(총계)	6,495	1,299	1,299	1,299	1,299	1,299
	국비	2,595	519	519	519	519	519
	시비	3,900	780	780	780	780	780
II-2-2	(총계)	4,240	842	845	848	851	854
	국비	995	197	198	199	200	201
	시비	2,360	470	471	472	473	474
	구비	885	175	176	177	178	179
II-2-3	총계 (시비)	7,850	1,570	1,570	1,570	1,570	1,570
II-2-4	총계	244	44	50	50	50	50
	국비	122	22	25	25	25	25
	시비	122	22	25	25	25	25
II-3-1	총계 (시비)	585	117	117	117	117	117
II-3-2	총계	19,918	4,047	3,849	3,920	4,004	4,098
	국비	10,365	2,025	2,030	2,060	2,100	2,150
	시비	4,693	1,084	867	890	914	938
	구비	4,860	938	952	970	990	1,010
II-3-3	총계	4,314	876	787	837	887	927
	국비	910	210	155	170	185	190
	시비	3,404	666	632	667	702	737
II-3-4	총계 (시비)	805	155	160	160	165	165
II-3-5	총계 (시비)	3,864	1,280	642	642	650	650
II-4-1	총계 (시비)	287	87	100	100	-	-
II-4-2	총계 (시비)	10,000	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000
II-4-3	총계 (시비)	5,959	83	1,046	1,610	1,610	1,610
II-4-4	총계 (시비)	15,363	2,723	3,085	3,185	3,185	3,185
II-4-5	총계 (시비)	19,090	11,090	2,000	2,000	2,000	2,000
II-4-6	총계	11,184	3,664	3,760	3,760	-	-
	시비	6,898	2,298	2,300	2,300	-	-
	구비	3,509	1,109	1,200	1,200	-	-
	기타 (자부담)	777	257	260	260	-	-
II-4-7	총계 (시비)	1,500	300	300	300	300	300
II-4-8	총계 (시비)	54	16	18	20	-	-

(2) 세부이행과제 성과목표

[표 6-9] 서울시 기후위기 적응대책(2022~2026) 생태계 부문 세부이행과제 성과목표

세부이행 과제	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
II-1-1	생활밀착형 공원 조성 (만㎡)	8	15	25	15	15	17
	국회대로 조성사업 (만㎡)	0	-	-	-	11	-
II-1-2	미세먼지 저감 조림 면적 (ha)	72.5	35	37	39	41	43
II-1-3	가로수 식재 (주)	2,900	500	500	600	600	700
	따죽지 (천㎡)	95	5	20	20	25	25
II-1-4	탄소상쇄 숲 조성 (개소)	1	1	1	1	1	1
II-2-1	산사태현장 예방단 운영 (개)	-	25	25	25	25	25
	산사태 현장예방단 인원 (명)	-	92	92	92	92	92
II-2-2	산불피해 면적 (ha) * 최근 10년간 평균 면적	0.2	1.2	1.15	1.1	1.05	1.0
II-2-3	등산로 정비 (개소)	41	11	10	10	10	10
	등산로 연장 (km)	38.6	5.1	5	5	5	5
II-2-4	산지사면 위험등급 재평가 추진 (개소)	-	84	85	85	85	85
II-3-1	생태계교란 식물 제거실적 (만㎡)	100	100	100	100	100	100
II-3-2	병해충 방제 면적 (ha)	6,900	7,000	7,100	7,200	7,300	7,400
II-3-3	야생동물 구조 수 (마리)	1,500	1,600	1,700	1,750	1,800	1,850
	야생멧돼지 포획 수 (마리)	150	150	150	150	150	150
II-3-4	기후변화 생물지표종 모니터링 (개소)	18	18	18	18	18	18
II-3-5	변화관찰 모니터링 (개소)	23	23	23	23	23	23
	보전지역 생태기반 확충 (개소)	1	2	1	1	1	1
II-4-1	식물재배기 보급 (개소)	12	12	12	12	-	-
	가이드라인/매뉴얼개발 (종)	1	1	1	1	-	-
II-4-2	에코스쿨 조성 (개소)	29	7	10	13	17	20
II-4-3	옥상녹화 조성 (개소)	27	1	5	7	7	7
II-4-4	녹지연결로 조성 (개소)	1	1	1	1	1	1
	민간보조사업 시행 (개)	6	6	6	6	6	6
	서울 생물다양성 탐사행사 (회)	1	1	1	1	1	1
II-4-5	하천생태 복원 및 녹화 면적 (천㎡)	20	99	20	20	20	20
II-4-6	도시농업 공간 확보 (ha)	214	216	218	220	-	-
II-4-7	학교텃밭 조성 개교수 (개교)	65	40	50	50	50	50
	학교텃밭 원예프로그램 개교수 (개교)	110	90	90	90	90	90
II-4-8	도시농부학교 교육 인원 (명)	5,000	5,000	5,500	6,000	-	-

3 • 시설물 관리(도시공간)

1) 세부시행계획 총괄

(1) 수립절차

- ‘제2차 기후변화 적응 세부시행계획’ 재난재해 부문 이행평가 이후 사업의 연속성, 지속성을 고려하여 계속 수행여부를 1차적으로 검토함
- 관계부처 합동으로 수립한 ‘제3차 국가 기후변화 적응대책’ 국토·연안 부문에서 다루어야 할 핵심내용을 검토하고 반영함
- 서울시에서 시행 중인 정책 및 사업, 향후계획 등을 종합적으로 검토하여 세부시행계획의 수행 가능성 여부를 확인하고, 연계성, 서울시 특성을 고려하여 최종적으로 서울특별시 기후위기 적응대책(2022-2026)의 시설물 관리(도시공간) 세부시행계획을 마련함
 - 시설물 관리(도시공간) 부문 세부시행계획과 연계될 수 있는 ‘2040 도시기본계획’, ‘도시안전 기본계획(2018~2022)’, ‘안전관리계획’ 등 유관 계획에서 시설물 관리(도시공간) 부문 전략 및 주요 사업내용을 검토함
 - 서울시 관련 부서의 정책비전, 추진방향, 정책과제, 주요사업내용을 고려하여 시설물 관리(도시공간) 부문 이행 전략 및 세부사업을 도출함⁵¹⁾

(2) 추진방향 및 목표

- (추진방향) 기후변화와 기상재난 대비 도시공간 적응역량 강화
- (목표) 기상재난에 대한 도시공간 대처능력 강화 및 위기관리능력 제고

(3) 추진전략

- 건축물의 기상재난 대처능력 제고

51) 2021년 기준 서울시에서 발표한 주요업무보고자료와 관련 사업내용을 참조하였음

- 도시기반시설의 기상재난 대처능력 제고
- 기상재난에 대응한 위기관리 시스템 강화

(4) 세부이행과제

- 건축물의 기상재난 대처능력 제고 2개, 도시기반시설의 기상재난 대처능력 제고 3개, 기상재난에 대응한 위기관리 시스템 강화 4개로, 총 3개 추진전략 9개 세부이행과제(기존 7개, 신규2개)로 구성됨
 - 부문별 세부시행과제는 서울시 진행 사업 및 유관계획과의 연계성을 고려하였으며, 현재 추진정책에 대한 점검 및 정비 등의 과정을 통해 2차 기후변화 적응대책의 세부이행과제에 대해 수정·보완을 수행함
 - 2차 기후변화 적응대책 대비 신규, 기존보완, 기존으로 구분하여 사업 유형을 분류함
 - (신규) 기존 서울시에서 시행하고 있는 사업이나 2차 적응대책에 포함되지 않은 과제로 추가가 필요한 과제
 - ※ 과제 내용 및 추진실적 작성 시 신규과제와 관련한 내용은 유사사업의 내용으로 작성하였으며, 성과지표(안)를 제시함
 - (기존보완) 2차 적응대책에 포함되어 운영된 과제이나 여건변화, 서울시의 사업 보완 등을 고려하여 내용적으로 변경한 과제
 - (기존) 2차 적응대책에서 운영된 과제로 3차에서도 지속적인 추진이 필요한 과제

[표 6-10] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 시설물 관리(도시공간) 부문 세부이행과제 총괄표

추진전략	세부이행과제	사업 유형	주관부서 (협조부서)
[Ⅲ-1] 건축물의 기상재난 대처능력 제고	[Ⅲ-1-1] 풍수해 취약지역 유지관리	기존 보완	치수안전과
	[Ⅲ-1-2] 겨울철 수도계량기 동파예방 추진	기존	계측관리과
[Ⅲ-2] 도시기반시설의 기상재난 대처능력 제고	[Ⅲ-2-1] 도로시설물 안전관리	신규	도로시설과
	[Ⅲ-2-2] 원격제설시설 설치 확대	기존	도로관리과
	[Ⅲ-2-3] 도시관리계획 환경성검토 실시	신규	시설계획과
[Ⅲ-3] 기상재난에 대응한 위기관리 시스템 강화	[Ⅲ-3-1] 재해지도 작성 및 활용	기존	치수안전과
	[Ⅲ-3-2] 10만 안전파수꾼	기존	소방재난본부 안전지원과
	[Ⅲ-3-3] 민간제설기동반 구성 및 운영	기존	도로관리과
	[Ⅲ-3-4] 취약계층 풍수해 보험 도입 및 활성화	기존	치수안전과

(5) 기대성과

- 기후변화에 취약한 건축물의 풍수해, 동파피해 등에 대비하여 시민들의 안전 및 재산을 보호하고 사각지대 해소
- 기후변화에 따른 집중호우, 폭설 등에 대한 도로 등 기반시설의 피해와 영향을 최소화하여 적응능력 제고
- 기후위기에 대응한 시민 인식 및 적응역량 강화

2) 전략별 세부이행과제

시설물 관리 (도시공간)

〔Ⅲ-1〕 건축물의 기상재난 대처능력 제고

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

- 건축물은 도시공간의 가장 큰 구성요소라고 할 수 있으며, 도시 생활은 건축물과 밀접하게 관련되어 있음. 기후변화는 사람이 거주하거나 생활하는 공간에 피해를 일으키므로 기후변화 대응 시 가장 중요하게 고려해야 할 도시 시설물 중의 하나임. 서울은 건축물이 큰 비중을 차지하고 있으며⁵²⁾, 특히 과거 고도성장기에 대량으로 건설된 도시기반시설과 건축물이 빠르게 노후화되어감에 따라 도시공간의 기후변화에 대한 취약성은 더욱 가속화될 전망이다
- 이 때문에 기후변화에 취약한 건축물과 공간을 식별하여 필요한 시설과 서비스를 제공함으로써 기후변화의 영향과 관련한 위험을 감소시켜 나갈 필요가 있음. 또한 서울시의 건축물은 대부분 민간 자산이어서 정책적인 통제와 관리가 더욱 어려운 상황으로 관리 사각지대에 있는 소규모 건축물을 비롯해 더욱 적극적인 안전관리 방안이 마련될 필요가 있음

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
〔Ⅲ-1-1〕	풍수해 취약지역 유지관리	기존보완	차수안전과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
〔Ⅲ-1-2〕	겨울철 수도계량기 동파예방 추진	기존	계측관리과	단기 (‘22~’26)	비구조적 대책

52) 시도별 토지면적 대비 건축물 연면적 비율은 서울이 91.0%로 가장 크며, 다음은 부산(29.8%), 대전(19.9%), 광주(19.7%) 순임(국토교통부, 2018).

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 L01, L05, L12 내용과 연계
 - (L01) 폭우로 인한 저지대 침수 위험 증가
 - (L05) 폭우로 인한 도시 침수 피해 증가
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 물관리 부문 ‘② 지역중심 기후탄력성 관리기반 확대 및 강화’, ‘③ 사회기반시설·건축물 적응능력 제고’ 세부과제와 내용 연계
 - (3-2-1) 지자체 주도 기후탄력성 제고
 - (3-2-1-2) 지자체 재해대응 관리기반 강화
 - (3-3-1) 사회기반시설 기후변화 대응력 확보
 - (3-3-1-1) 사회기반시설 기후 위험관리 방안 마련

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[Ⅲ-1-1] 풍수해 취약지역 유지관리	L01, L05	3-2-1-2
[Ⅲ-1-2] 겨울철 수도계량기 동파예방 추진	L12	3-3-1-1

④ 지역리스크와의 연계성

- 시설물관리(도시공간) 부문 ‘[Ⅲ-1] 건축물의 기상재난 대처능력 제고’ 전략의 2개 세부이행과제는 시설물관리(도시공간) 부문 8개 지역리스크 중 아래 5개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 2) 폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가
 - (리스크 3) 폭우로 인한 시가지 비탈면(옹벽·축대, 인공·자연 비탈면) 붕괴위험 증가
 - (리스크 4) 극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가
 - (리스크 5) 극한기상(폭염, 폭우, 강풍, 폭설)으로 인한 에너지(전력, 도시가스) 및 통신시설 피해위험(정전, 도시가스 공급중단, 통신 마비 등) 증가
 - (리스크 6) 극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 도시교통(도로, 도시철도) 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
Ⅲ-1-1	기존 보완	하수관거 정비, 펌프장 신·증설, 저류조 신설, 하천 단면확장 등 침수취약지역 해소사업 추진으로 침수피해 최소화	- 하수관거 정비, 펌프장 신·증설, 저류조 신설, 하천 단면확장 등 침수취약지역 시설 개선 (단기대책) 2023년 침수취약지역 34개소 완료 (장기대책) 23년~'28년 이수·과천 복합터널 공사, '27년~'30년 망원 및 길동일대 저류조 신설
Ⅲ-1-2	기존	동파예보단계(4단계)별 보도자료를 배포하고, 아리수 앱 알림, 문자안내 등을 통한 적극적 조치 시행	- 겨울철 수도계량기 동파 예방사업 추진 - 수도계량기 보온조치(계량기함 PE보온재, 계량기함 보온덮개, 계량기 자체보온재 등 설치) - 동파취약세대에 동파안전계량기 설치 - 동파예방 사전 홍보 및 동파예보 단계별 홍보 - SNS 동파예방 시민참여 이벤트 추진 - 수도조례 개정을 통한 수도사업자의 급수설비 관리의무 강화 등

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

- [Ⅲ-1-1] 풍수해 취약지역 유지관리
 - 사업내용: 2010년, 2011년 집중호우 등으로 인한 침수지역 중 풍수해 취약지역 34개소를 선정하여 침수 해소사업 추진
 - 추진실적: 목표대비 실적 100% ('21년 기준), 98% (5년 평균)

구분	침수취약지역 해소사업 완료 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	17	6	6	1	3	1
실적	16.8	6	6	0.95	2.85	1

- 주요성과: 하수관거 정비, 펌프장 신·증설, 저류조 신설, 하천 단면확장 등 침수취약지역

해소사업 추진으로 침수피해 최소화

○ [Ⅲ-1-2] 겨울철 수도계량기 동파예방 추진

- 사업내용: 계량기함 보온조치, 24시간 급수대책 상황실 운영 및 동파예보제 실시, 다양한 매체를 활용한 동파예방 안내로 동파예방 추진
- 추진실적: 목표대비 실적 88% ('21년 기준), 120% (5년 평균)

구분	수도계량기함보온 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	125,000	30,000	30,000	30,000	20,000	15,000
실적	157,046	59,746	29,301	33,804	21,009	13,186

- 주요성과: 동파예보단계(4단계)별 보도자료를 배포하고, 아리수 앱 알림, 문자안내 등을 통한 적극적 조치 시행

② 개선·보완사항

○ 풍수해 취약지역 유지관리

- 장기적으로 침수취약지역 34개 정비가 완료(2022년 완료 예상)된 이후의 정비지역 확대 측면을 고려할 필요(자연재해저감종합계획(舊 풍수해저감종합계획)에 의한 재해유형별 위험지구 등)

○ 겨울철 수도계량기 동파예방 추진

- 사업소와 협업하여 보온취약구역에 대한 조사를 실시하고, 보온관리대상 설정 필요
- 이전 동파 발생지역에 대하여 보온조치 여부 검토

세부이행과제	개선·보완사항
[Ⅲ-1-1] 풍수해 취약지역 유지관리	• 침수취약지역 정비가 완료된 이후 정비지역 확대 고려
[Ⅲ-1-2] 겨울철 수도계량기 동파예방 추진	• 보온취약구역에 대한 사업소와 조사 협업을 통한 보온 관리대상 설정

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

○ [Ⅲ-1-1] 풍수해 취약지역 유지관리 (기존보완)

- 사업내용: 우선순위에 따라 연차별 침수 해소사업을 지속적으로 추진. 하수관거 정비, 펌프장 신·증설, 저류조 신설, 하천 단면확장 등 침수취약지역 시설개선 등 실시

추진 계획	2022	길동일대 침수 해소사업 완료(31개소 완료)					
	2023	강남역, 망원일대, 사당천 확장 등 침수해소사업 완료 (34개소 완료)					
	중장기	- 이수~과천 복합터널 추진('23년~'28년) - 망원일대 및 길동일대 저류조 신설('27년~'30년) - 하수관로 정비사업 계속 시행('22년~'30년)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 침수취약지역 해소 완료 (개소)	30	31	34	-	-	-
〈산출 근거〉 침수취약지역 해소사업 완료지역 개소(수) 〈지표 유형〉 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	11,634	1,338	2,219	2,494	2,596	2,987

○ [Ⅲ-1-2] 겨울철 수도계량기 동파예방 추진 (기존)

- 사업내용: 동파에 취약한 복도식 아파트와 연립, 다세대 계량기의 보온 미비 수전에 대한 보온재 등을 설치하여 동파 예방. 대부분의 계량기 동파는 보온 미비 등 관리 부주의에서 발생하는 것으로 수도계량기에 대한 홍보 강화
- 수도계량기 보온조치(계량기함 PE보온재, 계량기함 보온덮개, 계량기 자체보온재 등 설치), 동파취약세대에 동파안전계량기 설치, 동파예방 사전 홍보 및 동파예보 단계별 홍보, SNS 동파예방 시민참여 이벤트 추진, 수도조례 개정을 통한 수도사업자의 급수설비 관리의무 강화 등

추진 계획	2022 ~ 2026 (연간 계속 추진)	• 동파취약세대 수전에 대한 보온조치 및 동파안전계량기 설치 - 매년 동파취약세대 수전 305,000개소에 보온재 설치, 보온덮개 배부 및 동파된 수전에 동파안전계량기 설치 - 동파예방 사전 홍보 및 동파예보 단계별 홍보 - SNS 동파예방 시민참여 이벤트 추진 - 수도조례 개정을 통한 수도사업자의 급수설비 관리의무 강화 등					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 동파안전 계량기 설치 (설치율 %)	100	100	100	100	100	100
	<산출 근거> 동파 계량기수 예측이 불가능하여 목표 지표를 동파된 계량기에 대해 100% 동파안전 계량기 설치로 설정 <지표 유형> 정성 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	2,400	480	480	480	480	480

④ 기대효과

세부이행과제	기대효과
[Ⅲ-1-1] 풍수해 취약지역 유지관리	• 상습침수취약지역을 점차적으로 해소하여 시민의 생명과 재산 보호
[Ⅲ-1-2] 겨울철 수도계량기 동파예방 추진	• 겨울철 동파예방에 대한 시민 관심 증대 및 주요 정보 제공 • 동파 취약지역의 선제적 예방조치로 동파 발생 최소화

**시설물 관리
(도시공간)**
[Ⅲ-2] 도시기반시설의 기상재난 대처능력 제고
(1) 과제 개요
① 배경 및 필요성

- 도시활동이 정상적이고 지속적으로 이루어지는데 필수적인 토대를 형성하는 기반시설은 막대한 규모의 공공서비스 자산이며, 시민들의 삶의 질 향상과 지속가능한 도시발전을 위한 핵심적인 요소임
- 기상재난으로 인해 도시기반시설에 피해가 발생하면 일상생활, 산업경제 등 2차 피해로 확산될 수 있어서 기반시설 관리의 중요성은 더욱 높아지고 있음
- 특히 도로시설물의 경우, 전체 시설물 중 면적 비중이 매우 높고 유지관리비용 측면에서도 지출비중이 높은 시설물(김두연·김병일, 2015)이므로 보다 적극적인 관리가 필요함
- 서울에 산재하는 교량, 터널, 상하수도 등의 시설물 중 사용연수 30년 이상의 노후화 비율이 20년 후 급증하여 파손·붕괴를 비롯한 위험은 더욱 커질 전망이므로 기상재난에 대비하여 체계적 관리 및 투자지원 확대가 필요함
- 도시기반시설의 노후화에 따른 위험에 안정적으로 대비하고 시설물 붕괴 등 기후변화로 인한 재난을 예방하기 위해 전략적인 유지관리체계 개선과 함께 초기 대응체계 구축이 필요함

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[Ⅲ-2-1]	도로시설물 안전관리	신규	도로시설과	단기 (‘22~’26)	구조적· 비구조적· 사회적 대책
[Ⅲ-2-2]	원격제설시설 설치 확대	기존	도로관리과	중장기 (‘22~)	구조적 대책
[Ⅲ-2-3]	도시관리계획 환경성검토 실시	신규	시설계획과	중장기 (‘22~)	비구조적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 L01, L02, L05, L06, L07, L08, L13 내용과 연계
 - (L01) 폭우로 인한 저지대 침수 위험 증가
 - (L05) 폭우로 인한 도시 침수 피해 증가
 - (L06) 폭우, 폭설로 인한 육상교통 운행 중단 및 사고 증가
 - (L07) 기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 현상 증가
 - (L08) 폭염으로 인한 철도레일 변형 및 탈선위험 증가
 - (L09) 이상 기상 현상(강풍, 폭우, 폭설)로 인한 항만시설, 공항 시설물의 파손 및 운영 정지
 - (L11) 강우패턴 변화로 인한 배수시설 기능 저하
 - (L12) 폭설, 강풍으로 인한 노후 불량 건축물 파손 증가
 - (L13) 폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 물관리 부문 ‘② 지역중심 기후탄력성 관리기반 확대 및 강화’, ‘③ 사회기반시설·건축물 적응능력 제고’ 세부과제와 내용 연계
 - (3-2-3) 지역 맞춤형 재해예방 확대
 - 3-2-1-4 재해예방형 도시계획 수립을 위한 교육 강화
 - (3-2-3) 지역 맞춤형 재해예방 확대
 - (3-2-3-1) 급경사지 붕괴위험지역 관리 및 풍수해 생활권 종합정비사업
 - (3-3-1) 사회기반시설 기후변화 대응력 확보
 - (3-3-1-1) 사회기반시설 기후 위험관리 방안 마련
 - (3-3-1-2) 이상기후 대응 도로시설 점검·정비 강화

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[Ⅲ-2-1] 도시시설물 안전관리	L06, L07, L08	3-2-3-1 급경사지 붕괴위험지역 관리 및 풍수해 생활권 종합정비사업 3-3-1-2 이상기후 대응 도시시설 점검·정비 강화
[Ⅲ-2-2] 원격제설시설 설치 확대	L06, L07	3-3-1-1 사회기반시설 기후 위험관리 방안 마련 3-3-1-2 이상기후 대응 도시시설 점검·정비 강화
[Ⅲ-2-3] 도시관리계획 환경성검토 실시	L01, L05, L06, L07, L08, L09, L11, L12	3-2-1-4 재해예방형 도시계획 수립을 위한 교육 강화 3-3-1-1 사회기반시설 기후 위험관리 방안 마련

④ 지역리스크와의 연계성

- 시설물 관리(도시공간) 부문 ‘[Ⅲ-2] 도시기반시설의 기상재난 대처능력 제고’ 전략의 3개 세부이행과제는 시설물 관리(도시공간) 부문 8개 지역리스크 중 아래 4개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 4) 극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가
 - (리스크 5) 극한기상(폭염, 폭우, 강풍, 폭설)으로 인한 에너지(전력, 도시가스) 및 통신시설 피해위험(정전, 도시가스 공급중단, 통신 마비 등) 증가
 - (리스크 6) 극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 도시교통(도로, 도시철도) 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가
 - (리스크 7) 기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 위험 증가

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
Ⅲ-2-1	신규	-	• 집중호우폭염폭설 등 기후변화로 인한 재난재해 및 건설된 지 30년 이상 노후화된 도시시설물 증가에 대비하여 적기에 안전점검을 실시로 선제적으로 손상부분을 사전 발견하여 보수보강함으로써 공중의 안전 확보 및 시설물 내구성 증진

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
Ⅲ-2-2	기존	제설·결빙 취약구간에 제설제 사전 살포 등 초기 대응 능력을 향상하였으며, 원격조종을 통한 상황 대처가 가능하며, 교통 정체 시 교통 혼잡 해소	- 제설 취약구간 538개소에 원격제설시설(자동염수분사장치, 도로열선) 설치 - 자동염수분사장치 121개소, 도로열선 113개소
Ⅲ-2-3	신규	-	- 지속가능한 친환경적 도시관리를 위해 우선적으로 도시관리계획 차원에서 이를 관리할 수 있는 방안 마련 - 관리계획 환경성검토서상 기후환경 및 자연생태환경 등 검토·의견 제시 - 도시계획 정책활용성 개선 위한 생태면적률 기준 정비 용역 실시 - 생태면적률 기준 개정 추진

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

- [Ⅲ-2-2] 원격제설시설 설치 확대
 - 사업내용: 강설 시 한강 교량 램프, 입체 교차로 등 도로 결빙 예방을 위하여 자동 액상살포장치 설치
 - 추진실적: 목표대비 실적 250% ('21년 기준), 220% (5년 평균)

구분	자동액상살포장치 설치 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	26	7	5	2	2	10
실적	25	7	5	2	11	25

- 주요성과: 제설·결빙 취약구간에 제설제 사전 살포 등 초기 대응 능력을 향상하였으며, 원격조종을 통한 상황 대처가 가능하며, 교통 정체 시 교통 혼잡 해소

② 개선·보완사항

세부이행과제	개선·보완사항
[Ⅲ-2-1] 도로시설물 안전관리	• 신규사업
[Ⅲ-2-2] 원격제설시설 설치 확대	• 지형, 교통, 기하구조 등을 고려하여 제설·결빙 취약구간 지정
[Ⅲ-2-3] 도시관리계획 환경성검토 실시	• 신규사업

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

○ [Ⅲ-2-1] 도로시설물 안전관리 (신규)

- 사업내용: 2020년 12월 기준 서울시에서 관리 중인 597개 도로시설물의 노후화에 대비하여 안전점검을 실시하고, 선제적으로 손상부분을 발견하여 보수·보강. 집중호우폭염·폭설 등 기후변화로 인한 재난·재해 및 건설된 지 30년 이상 노후화된 도로시설물 증가에 대비하여 적기에 안전점검을 실시로 선제적으로 손상부분을 사전 발견하여 보수보강함으로써 공중의 안전 확보 및 시설물 내구성 증진

계	한강교량	일반교량	고가차도	입체교차	터널	지하차도	지하보도	보도육교	공동구	기타*
597	21	237	83	41	36	116	-	-	8	55

* 복개구조물 74개소, 언더패스 6개소

자료: 서울시 내부자료(2020)

추진 계획	2022	- 정기점검 및 취약시기 안전점검 실시: 7회/년 - 정기점검 2회(상·하반기), 취약시기 5회(설날, 해빙기, 우기, 추석절, 동절기) - 정밀안전점검, 정밀안전진단: 342개소(예정) - 정밀안전점검 322개소, 정밀안전진단 20개소 - 스마트 유지관리 시범 플랫폼 구축: 청담대교(시범실시) 3D 입체모델(BIM) 구축, 빅데이터 분석시스템과 BIM 연계하여 시설물 이력정보 관리					
	2023	(계속 추진) 정기점검 및 취약시기 안전점검 실시: 7회/년 (계속 추진) 정밀안전점검, 정밀안전진단: 285개소(예정) - 정밀안전점검 258개소, 정밀안전진단 27개소					
	2024	(계속 추진) 정기점검 및 취약시기 안전점검 실시: 7회/년 (계속 추진) 정밀안전점검, 정밀안전진단: 340개소(예정) - 정밀안전점검 319개소, 정밀안전진단 21개소					
	2025	(계속 추진) 정기점검 및 취약시기 안전점검 실시: 7회/년 (계속 추진) 정밀안전점검, 정밀안전진단: 295개소(예정) - 정밀안전점검 270개소, 정밀안전진단 25개소					
	2026	(계속 추진) 정기점검 및 취약시기 안전점검 실시: 7회/년 (계속 추진) 정밀안전점검, 정밀안전진단: 331개소(예정) - 정밀안전점검 309개소, 정밀안전진단 22개소					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 도로시설물 정기점검 및 취약시기 안전점검 실시 (회)	7	7	7	7	7	7
	지표 2. 도로시설물 정밀점검 및 정밀안전진단 실시 (회)	267	342	285	340	295	331
	〈산출 근거〉 - 지표1: 도로시설물 정기점검 및 취약시기 안전점검 실시(회) - 지표2: 도로시설물 정밀점검 및 정밀안전진단 실시(회) 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	85,759	13,780	15,960	19,380	17,110	19,529

○ [Ⅲ-2-2] 원격제설시설 설치 확대 (기존)

- 사업내용: 제설 취약구간 538개소(시도 283개소, 구도 255개소)에 대하여 원격제설시설(자동염수분사장치, 도로열선) 설치·운영

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	- 원격제설시설 설치 매년 13개소 - 사업대상 : 제설 취약구간 538개소 (시도 283개소, 구도 255개소) - 사업내용 : 원격제설시설(자동염수분사장치, 도로열선) 설치 - 추진방법 : 제설기관 예산 재배정 후 기관별 설치					
	중장기	취약구간 전구간 원격제설시설 설치					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
	지표 1. 원격제설시설 설치 (개소)	11	'22	'23	'24	'25	'26
	<산출 근거> 원격제설시설 설치 개소 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	7,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500

○ [Ⅲ-2-3] 도시관리계획 환경성검토 실시 (신규)

- 사업내용: 지구단위계획, 정비사업, 기반시설 설치 계획 등 도시관리계획 입안의 관련부서 협의 단계에서 환경성검토서 의견 제시
- UPIS 기후환경 공간유형도 등을 활용하여 대상지 현황 및 도시관리계획 시행이 기후환경 및 자연생태환경 등에 미치는 영향 검토

구분		기본항목	선택항목
자연생태환경		비오톱	생태네트워크, 동·식물상, 자연환경자산
생활환경	토지환경	토지이용	토양, 지형·지질
	물환경	물순환	수질, 수리·수문
	기후대기 환경	-	바람, 열, 대기질·미세먼지, 악취, 온실가스
	기타	-	친환경적 자원순환, 에너지, 소음·진동, 경관, 휴식 및 여가공간, 일조, 보행친화공간, 전파장애
사회경제환경		-	인구, 주거, 산업

자료: 서울특별시 도시관리계획 환경성검토 업무지침(2021.11)

추진 계획	2022	- 도시관리계획 환경성검토서상 기후환경 및 자연생태환경 등 검토·의견 제시 - 도시계획 정책활용성 개선 위한 생태면적률 기준 정비 용역 실시					
	2023	- 도시관리계획 환경성검토서상 기후환경 및 자연생태환경 등 검토·의견 제시 - 생태면적률 기준 개정 추진					
	2024~2026 (연간 계속 추진)	도시관리계획 환경성검토서상 기후환경 및 자연생태환경 등 검토·의견 제시					
	중장기	- 기후변화 대응 도시계획기법 가이드라인 지속 보완 - 적정계획 기법의 현장 활용성 제고위한 효과분석 및 신기술 추가 제시 등					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
	지표1. 도시관리계획 환경성검토 협의 (건)	60	'22	'23	'24	'25	'26
	〈산출 근거〉 도시관리계획 환경성검토 협의 건수 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
	총계 (시비)	200	'22	'23	'24	'25	'26
			200	-	-	-	-

④ 기대효과

세부이행과제	기대효과
[Ⅲ-2-1] 도로시설물 안전관리	공중 안전 확보 및 시설물 내구성 증진
[Ⅲ-2-2] 원격제설시설 설치 확대	초동 제설로 강설에 따른 안전사고 예방 및 교통 혼잡 해소
[Ⅲ-2-3] 도시관리계획 환경성검토 실시	환경적으로 건전하고 지속가능한 도시 조성

**시설물 관리
(도시공간)**
[Ⅲ-3] 기상재난에 대응한 위기관리 시스템 강화
(1) 과제 개요
① 배경 및 필요성

- 기상재난에 대응하여 기본적인 위기관리 시스템은 공공이 적극적으로 나서서 담당하고 지원하는 한편, 주민들의 책임과 참여 또한 강화해야 함
- 주민들의 책임 강화와 참여를 위해 지역공동체 의식 및 대응역량을 강화하고 주민활동을 활성화하기 위한 프로그램을 개발할 필요가 있으며, 이러한 활동들에 대한 공공의 지원이 필요함
- 따라서 최근 새롭게 제기되는 기상재난 이슈와 시민들의 높아진 도시안전 요구를 보다 적극적으로 반영하여 기후변화에 대응하기 위한 대책들을 발굴하고 시민 중심의 대응 시스템을 유도하되, 공공은 긴급구조, 복구, 정보제공, 안내 및 상담 지원 등을 수행함
- 서울시는 ‘10만 안전파수꾼’ 양성, ‘자율방재단’, ‘안전보안관’, ‘더안전시민모임’ 등 위기상황과 관련한 시민참여 기반의 각종 프로그램을 추진하여 시민들의 초기대응역량을 제고함
- 대형화·다양화되고 있는 기후위기 영향에 공공과 민간이 주체적이고 유기적으로 참여할 수 있도록 네트워크 및 협력체계를 구축하여 기후변화 대응 능력의 향상 필요함

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[Ⅲ-3-1]	재해지도 작성 및 활용	기존	차수안전과	중장기 (‘22~)	비구조적 대책
[Ⅲ-3-2]	10만 안전파수꾼	기존	소방재난본부 안전지원과	단기 (‘22~’26)	사회적 대책
[Ⅲ-3-3]	민간제설기동반 구성 및 운영	기존	도로관리과	중장기 (‘22~)	비구조적 대책
[Ⅲ-3-4]	취약계층 풍수해 보험 도입 및 활성화	기존	차수안전과	중장기 (‘22~)	비구조적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 L01, L02, L05, L06 내용과 연계
 - (L01) 폭우로 인한 저지대 침수 위험 증가
 - (L03) 폭우, 해일, 파랑, 해수면상승으로 연안지역 침수범람 위험 증가
 - (L05) 폭우로 인한 도시 침수 피해 증가
 - (L06) 폭우, 폭설로 인한 육상교통 운행 중단 및 사고 증가
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 물관리 부문 ‘① 국토·연안 기후재해 대응 기반 강화’, ‘② 지역 중심 기후탄력성 관리기반 확대 및 강화’ 세부과제와 내용 연계
 - (3-1-2) 기후재해 대응을 위한 정보제공 강화
 - (3-1-2-1) 시민참여 기반 기후 재해정보 플랫폼 구축
 - (3-2-1) 지자체 주도 기후탄력성 제고
 - (3-2-1-2) 지자체 재해대응 관리기반 강화
 - (3-3-1) 사회기반시설 기후변화 대응력 확보
 - (3-3-1-1) 사회기반시설 기후 위험관리 방안 마련

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[Ⅲ-3-1] 재해지도 작성 및 활용	L01, L02	3-2-1-2 지자체 재해대응 관리기반 강화
[Ⅲ-3-2] 10만 안전파수꾼	L01, L02, L05, L06	3-1-2-1 시민참여 기반 기후 재해정보 플랫폼 구축
[Ⅲ-3-3] 민간제설기동반 구성 및 운영	L06	3-3-1-1 사회기반시설 기후 위험관리 방안 마련
[Ⅲ-3-4] 취약계층 풍수해 보험 도입 및 활성화	L01, L05	3-2-1-2 지자체 재해대응 관리기반 강화

④ 지역리스크와의 연계성

- 시설물 관리(도시공간) 부문 ‘[Ⅲ-3] 기상재난에 대응한 위기관리 시스템 강화’ 전략의 4개 세부이행과제는 시설물 관리(도시공간) 부문 8개 지역리스크 중 아래 7개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 1) 폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가
 - (리스크 2) 폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가
 - (리스크 3) 폭우로 인한 시가지 비탈면(옹벽·축대, 인공·자연 비탈면) 붕괴위험 증가
 - (리스크 4) 극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가
 - (리스크 6) 극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 도시교통(도로, 도시철도) 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가
 - (리스크 7) 기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 위험 증가
 - (리스크 8) 폭염으로 인한 도시철도 레일 변형 및 탈선위험 증가

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
Ⅲ-3-1	기존	침수피해 발생 시 재난관리기금 등을 활용하여 침수피해지역 지도 작성	- 침수피해 발생시 재난관리기금 등 활용 침수피해지역 지도 작성 - 재해 발생시 대피요령, 대피소 및 대피경로 등 피난에 관한 정보 제공 - 침수 예측정보, 침수사실 정보 및 병원 위치 등 각종 방재정보 제공
Ⅲ-3-2	기존	2015년부터 지속적으로 운영하는 사업으로 정책의 지속성을 위해 조례를 마련하였으며, 조례를 기반으로 안정적인 교육 제공	재난초기대응 교육 운영을 통한 안전 파수꾼 지속 양성
Ⅲ-3-3	기존	민간제설기동반 구성·운영으로 낙상사고 예방 및 보행자 안전 확보	25개 자치구에서 민간인력을 활용한 제설기동반을 구성하여 강설 시 소집하여 취약구간 등 제설작업 실시 후 비용 지급
Ⅲ-3-4	기존	주택과 온실을 대상으로 풍수해 보험 사업을 시행하였으나, 은평구를 서울시 소상공인 풍수해보험 시범사업 구로 선정하며 상가 공장으로 지원대상을 확대하였으며 소상공인도 풍수해 보험에 가입할 수 있도록 지원	- 풍수해보험 가입 지속 지원 - 서울 소재 주택(동산 포함), 온실(비닐하우스 포함), 상가·공장(소상공인)에 대하여 총 보험료의 70~92%를 지원

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

- [Ⅲ-3-1] 재해지도 작성 및 활용
 - 사업내용: 침수피해 발생 시 침수흔적도 작성
 - 추진실적: 침수피해 지역 및 대피경로 등 정보를 제공하고 있으나, 침수피해지역 미발생 연도는 침수흔적도 작성 대상이 아님

구분	재해지도 제작 활용					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	-	침수피해 발생시 침수피해지역 지도 작성				
실적	-	-	-	-	-	-

- 주요성과: 침수피해 발생 시 재난관리기금 등을 활용하여 침수피해지역 지도 작성

○ [Ⅲ-3-2] 10만 안전파수꾼

- 사업내용: 시민안전아카데미 운영, 대학 내 안전교양과목 운영, 민관 협치를 통한 고등학생, 대학생 파수꾼 양성 교육 운영을 통해 시민안전파수꾼 양성. 8시간 동안 초기대응에 관한 기본 교육을 실시하며 교육이수자를 중심으로 주민자율위기대응 커뮤니티 구축

교육과목	세부과목	교육시간
위기상황판단	안전의식 함양	2시간
	위기상황판단	
응급처치	심폐소생술(CPR)	3시간
	그 밖의 응급처치	
표준행동요령	재난대응기본원칙	3시간
	초기대처요령	



[그림 6-4] 시민안전교육 운영 사례

- 추진실적: 목표대비 실적 146% ('21년 기준), 113% (5년 평균)

구분	10만 안전파수꾼 (명)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	75,300	30,000	30,000	10,000	3,500	1,800
실적	77,971	30,149	30,145	11,534	3,515	2,628

- 주요성과: 2015년부터 지속적으로 운영하는 사업으로 정책의 지속성을 위해 조례를 마

련하였으며, 조례를 기반으로 안정적인 교육 제공

○ [Ⅲ-3-3] 민간제설기동반 구성 및 운영

- 사업내용: 민간 제설기동반을 구성하여 강설시 지정된 지역에서 제설작업, 도로결빙 지역에 제빙 작업, 제설함 내 자재 비치 여부 확인 등 실시



[그림 6-5] 민간제설기동반 운영 사례

- 추진실적: 목표대비 실적 90% ('21년 기준), 155% (5년 평균)

구분	민간 제설기동반 구성 운영 자치구 수 (개)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	75	7	5	25	18	20
실적	80	15	16	15	16	18

- 주요성과: 민간제설기동반 구성·운영으로 낙상사고 예방 및 보행자 안전 확보

○ [Ⅲ-3-4] 취약계층 풍수해 보험 도입 및 활성화

- 사업내용: 풍수해로 인한 사유재산피해에 대해 보험료의 일부를 지원
- 추진실적: 목표대비 실적 144% ('21년 기준), 100% (5년 평균)

구분	풍수해보험 가입건수 (건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	31,130	6,700	6,700	6,730	7,000	4,000
실적	29,942	7,367	4,791	6,862	5,151	5,771

- 주요성과: 주택과 온실을 대상으로 풍수해 보험사업을 시행하였으나, 은평구를 서울시 소상공인 풍수해보험 시범사업 구로 선정하며 상가 공장으로 지원대상을 확대하였으며 소상공인도 풍수해 보험에 가입할 수 있도록 지원


행정안전부

홍수해 보험 가입 대상은?

상가/공장, 주택의 소유자 및 세입자, 은실 소유자 누구나 가능합니다.

예기치 못한 자연재해 피해를 보상해 드립니다.

상 가
공 장
주 택
주 입 자
은 실

얼마나 지원 받을 수 있나요?

홍수해 및 지진 등 자연재해로 인한 재산 피해를 실질적으로 보상하고, 형인부와 지자체가 보험료의 70% 이상을 지원합니다.



총 보험료의 70~92%를 지원하고 지자체별 추가지원

예: 서울 70%, 부산 75%, 대구 78%, 인천 80%, 광주 82%, 대전 85%, 울산 88%, 세종 90%, 충북 92%

(2021년 기준)

가입방법은

5개 보험사 또는 국민재난안전포털 사이트에서 확인하세요!

홍수해보험 > 가입과 사고신고 > 보험사 소개

DB손해보험
한화생명
삼성생명
KB손해보험
NA손해보험

2021년부터 총 보험료의 '70%' 이상을 지원하는 홍수해보험

지금 바로 웹툰으로 쉽고 재미있게 확인하세요!

예기치 못한 홍수해·지진재해는

홍수해보험 가입으로 대비하세요!



[그림 6-6] 홍수해 보험 홍보 포스터

○ [Ⅲ-3-2] 10만 안전파수꾼 (기존)

- 사업내용: 위기상황 등에서 자신을 보호하고 남을 도울 수 있게 안전에 대한 기본소양을 갖춘 시민인 “시민안전파수꾼” 양성

추진 계획	2022	• 시민안전파수꾼 1,800명 양성 - 재난초기대응 교육 운영을 통한 안전파수꾼 지속 양성					
	2023~2026 (연간 계속 추진)	• 시민안전파수꾼 매년 2,000명 양성 - 재난초기대응 교육 운영을 통한 안전파수꾼 지속 양성					
	중장기	• 서울시민 대상 시민안전파수꾼 양성 교육 지속 추진					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 시민안전파수꾼 양성 교육인원 (명)	100,000	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
	<산출 근거> 시민안전파수꾼 교육인원(명) • 연간 교육인원의 합 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	750	150	150	150	150	150

○ [Ⅲ-3-3] 민간제설기동반 구성 및 운영 (기존)

- 사업내용: 상습결빙지역, 고갯길 등 취약구간에 대한 제설능력을 향상하고 보도 및 이면도로의 제설인력 수급 부족을 해소하며, 강설 시 빠른 초기 대응을 위하여 25개 자치구의 민간인력을 활용한 제설기동반 구성 및 운영

추진 계획	2022	• 민간제설기동반 구성·운영 자치구 18개 구					
	2023	• 민간제설기동반 구성·운영 자치구 20개 구					
	2024	• 민간제설기동반 구성·운영 자치구 22개 구					
	2025	• 민간제설기동반 구성·운영 자치구 25개 구					
	2026	• 민간제설기동반 구성·운영 자치구 25개 구					
	중장기	• 전 자치구에서 민간제설기동반 구성·운영					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 민간 제설기동반 운영 (자치구 수)	16	18	20	22	25	25
	<산출 근거> 민간제설기동반 구성·운영 자치구 수 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (구비)	2,500	500	500	500	500	500

○ [Ⅲ-3-4] 취약계층 풍수해 보험 도입 및 활성화 (기존)

- 사업내용: 저렴한 보험 가입으로 예기치 못한 풍수해나 지진재해에 시민 스스로 대처할 수 있도록 지원

추진 계획	2022	• 풍수해보험 가입건수 5,800건					
	2023	• 풍수해보험 가입건수 6,200건					
	2024	• 풍수해보험 가입건수 6,500건					
	2025	• 풍수해보험 가입건수 6,800건					
	2026	• 풍수해보험 가입건수 7,100건					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 풍수해보험 가입건수 (건)	5,771	5,800	6,200	6,500	6,800	7,100
예산 계획	<산출 근거> 풍수해보험 가입건수 • 출처 : 국가재난관리정보시스템 풍수해보험 가입건수 <지표 유형> 정량 지표						
	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	370	100	63	66	69	72

④ 기대효과

세부이행과제	기대효과
[Ⅲ-3-1] 재해지도 작성 및 활용	• 침수피해지역을 표시하여 신속하게 주민이 대피할 수 있는 재난정보 제공
[Ⅲ-3-2] 10만 안전파수꾼	• 위기상황에서 시민 스스로 생각하고 재난에 대응하는 시민대응능력 향상 • 민간분야 안전의식 개선 및 참여 기회 확대
[Ⅲ-3-3] 민간제설기동반 구성 및 운영	• 강설시 낙상사고 예방 및 보행자 안전 확보 • 보도 및 이면도로의 원활한 제설작업으로 교통 혼잡 해소
[Ⅲ-3-4] 취약계층 풍수해 보험 도입 및 활성화	• 재난발생시 풍수해보험 가입자 스스로 대처할 수 있는 능력 배양

3) 세부이행과제 예산계획 및 성과목표

(1) 세부이행과제 예산계획

[표 6-11] 서울시 기후위기 적응대책(2022~2026) 시설물 관리(도시공간) 부문 세부이행과제 예산계획

세부이행 과제	구분	총계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
Ⅲ-1-1	총계 (시비)	11,634	1,338	2,219	2,494	2,596	2,987
Ⅲ-1-2	총계 (시비)	2,400	480	480	480	480	480
Ⅲ-2-1	총계 (시비)	85,759	13,780	15,960	19,380	17,110	19,529
Ⅲ-2-2	총계 (시비)	7,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Ⅲ-2-3	총계 (시비)	200	200	-	-	-	-
Ⅲ-3-1	총계 (시비)	-	-	-	-	-	-
Ⅲ-3-2	총계 (시비)	750	150	150	150	150	150
Ⅲ-3-3	총계 (구비)	2,500	500	500	500	500	500
Ⅲ-3-4	총계 (시비)	370	100	63	66	69	72

(2) 세부이행과제 성과목표

[표 6-12] 서울시 기후위기 적응대책(2022~2026) 시설물 관리(도시공간) 부문 세부이행과제 성과목표

세부이행 과제	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
Ⅲ-1-1	침수취약지역 해소 완료 (개소)	30	31	34	-	-	-
Ⅲ-1-2	동파안전 계량기 설치율 (%)	100	100	100	100	100	100
Ⅲ-2-1	도로시설물 정기점검 및 취약시기 안전점검 실시 (회)	7	7	7	7	7	7
	도로시설물 정밀점검 및 정밀안전진단 실시 (회)	267	342	285	340	295	331
Ⅲ-2-2	원격제설시설 설치 (개소)	11	13	13	13	13	13
Ⅲ-2-3	도시관리계획 환경성검토 협의 (건)	60	65	70	75	80	80
Ⅲ-3-1	재해지도 제작 활용	발생시	발생시	발생시	발생시	발생시	발생시
Ⅲ-3-2	시민안전파수꾼 양성 교육인원 (명)	100,000	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Ⅲ-3-3	민간제설기동반 운영 (자치구 수)	16	18	20	22	25	25
Ⅲ-3-4	풍수해보험 가입건수 (건)	5,771	5,800	6,200	6,500	6,800	7,100

4 • 건강

1) 세부시행계획 총괄

(1) 수립절차

- 제2차 기후변화 적응 세부시행계획 건강 부문 이행평가 이후 사업의 연속성, 지속성을 고려하여 계속 수행여부 검토
- 관계부처 합동으로 수립한 ‘제3차 국가 기후변화 적응대책’ 건강 부문에서 다루어야 할 핵심내용 검토 및 반영
- 서울시 조례와 주요 계획, 시행 중인 정책 및 사업, 향후계획 등을 종합적으로 검토하여 세부시행계획의 수행가능성 여부를 확인하고, 계획의 연계성, 서울시 특성을 고려하여 최종적으로 서울특별시 기후위기 적응대책(2022-2026)의 건강 부문 세부시행계획 마련
 - 건강 부문 세부시행계획과 연계하여 ‘2050 서울시 기후행동계획’, ‘제7기 서울특별시 지역보건의료계획(2019-2022)’, ‘공중위생관리 종합계획(2021)’ 등 유관계획과 ‘서울특별시 알레르기 질환의 예방 및 관리에 관한 조례’, ‘서울특별시 미세먼지 저감 및 관리에 관한 조례’, ‘서울특별시 대기오염 예보 및 경보에 관한 조례’ 등을 검토하여의 건강 부문 전략 및 주요 사업내용 도출
 - 서울시 관련 부서의 정책비전, 추진방향, 정책과제, 주요사업내용을 고려하여 건강 부문 이행 전략 및 세부사업 도출⁵³⁾

(2) 추진방향 및 목표

- (추진방향) 기후변화로 인한 건강 영향의 취약성을 제고하여 기후 관련 질환으로부터 서울 시민의 건강을 보호
- (목표) 기후위험으로부터 시민의 건강 적응력 향상

53) 2021년 기준 서울시에서 발표한 주요업무 보고자료와 관련 사업 내용을 참조하였음

(3) 추진전략

- 기후변화 건강위험 적응
- 기후변화에 따른 감염병 대응 강화
- 폭염 취약 시민 건강 보호
- 대기오염으로 인한 건강영향 관리

(4) 세부이행과제

- 기후변화 건강위험 적응 5개, 기후변화에 따른 감염병 대응 강화 4개, 폭염 취약 시민 건강 보호 4개, 대기오염으로 인한 건강영향 관리 7개로 총 4개 전략 20개 세부이행과제로 구성
 - 부문별 세부시행과제는 국외 유사계획 검토와 서울시 진행 사업 및 유관계획과의 연계성 등을 고려하여 제시하였으며, 현재 추진정책에 대한 점검 및 정비 등의 과정을 통해 2차 기후변화 적응대책의 세부이행과제에 대해 수정·보완을 반영함
 - 3차 국가 기후변화 적응대책 지침에 따라 기존, 기존보완, 신규로 구분하여 사업 유형을 분류함
 - (기존) 2차 적응대책에서 운영된 과제로 3차에서도 지속적인 추진이 필요한 과제
 - ※ 단순 과제명 변경은 기존으로 분류
 - (기존보완) 2차 적응대책에 포함되어 운영된 과제이나 여건변화, 서울시의 사업 보완 등을 고려하여 내용적으로 변경한 과제
 - ※ 과제 내용 및 추진실적 작성 시 2차 기후변화 적응대책 실적을 바탕으로 하였으며, 성과 지표 보완과제의 경우 해당 사업 또는 유사사업의 내용으로 작성함
 - (신규) 기존 서울시에서 시행하고 있는 사업이나 2차 적응대책에 포함되지 않은 과제로 추가가 필요한 과제

[표 6-13] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 건강 부문 세부이행과제 총괄표

추진전략	세부이행과제	사업 유형	주관부서 (협조부서)
[V-1] 기후변화 건강위험 적응	[V-1-1] 폭염·한파 정보전달 체계 및 저감시스템 운영 강화	기존보완	안전지원과
	[V-1-2] 폭염대비 시민행동요령·폭염취약현장 행동매뉴얼 보급 및 교육 활성화	기존	안전지원과
	[V-1-3] 자동심장충격기 구비 및 관리 강화	기존	보건의료정책과
	[V-1-4] 한파, 폭염 대응 거리노숙인 보호대책 추진	기존	자활지원과
	[V-1-5] 스마트 헬스케어 시스템 활용 기후재난 정보 제공	신규	보건의료정책과
[V-2] 기후변화에 따른 감염병 대응 강화	[V-2-1] 감염병 감시 및 예방관리 강화	기존보완	감염병관리과
	[V-2-2] 기후변화 대비 감염병 대응체계 구축	기존	감염병관리과
	[V-2-3] 식중독 발생 신속대응 체계 강화	기존	식품정책과
	[V-2-4] 식중독 발생 우려지역 집중 관리	기존	식품정책과
[V-3] 폭염 취약시민 건강 보호	[V-3-1] 무더위쉼터 운영	기존보완	어르신복지과
	[V-3-2] 여름철 쪽방촌 주민과 거리노숙인 보호 및 지원체계 운영	기존	자활지원과
	[V-3-3] 계절별 기후이상(폭염·한파) 대비 방문건강 관리	기존	건강증진과
	[V-3-4] 건설공사장 근로자 보호대책 강화	기존	도시기반시설본부
[V-4] 대기오염으로 인한 건강영향 관리	[V-4-1] 대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교	기존보완	감염병관리과
	[V-4-2] 미세먼지 집중관리구역 운영	기존보완	대기정책과
	[V-4-3] 대기오염 예·경보제 운영	기존보완	대기정책과
	[V-4-4] 대기오염 측정망 구축 및 운영	기존보완	대기정책과
	[V-4-5] 고농도 미세먼지 비상저감조치 이행	기존보완	대기정책과
	[V-4-6] 미세먼지 저감을 위한 도로먼지 흡입 및 물청소	기존	생활환경과
	[V-4-7] 어린이 활동공간 환경안전 관리점검 및 교육·홍보	기존보완	감염병관리과

(5) 기대성과

- 폭염 및 한파에 따른 건강 위험에 대비하여 정보전달 체계 강화 및 시민행동요령 활성화 등을 통해 이상기후에 따른 질환 예방
- 감염병과 식중독에 대한 예방 및 대응 체계 구축으로 전염병으로부터 서울시민 건강과 안전 보호
- 여름철 폭염 및 고온 현상이 증가함에 따라, 특히 폭염에 취약한 시민을 대상으로 맞춤형 온열 질환 발생을 관리
- 미세먼지 발생원 관리와 대기오염 정보 전달 체계 구축을 통해 서울시민의 대기오염 노출 및 피해 최소화

2) 전략별 세부이행과제

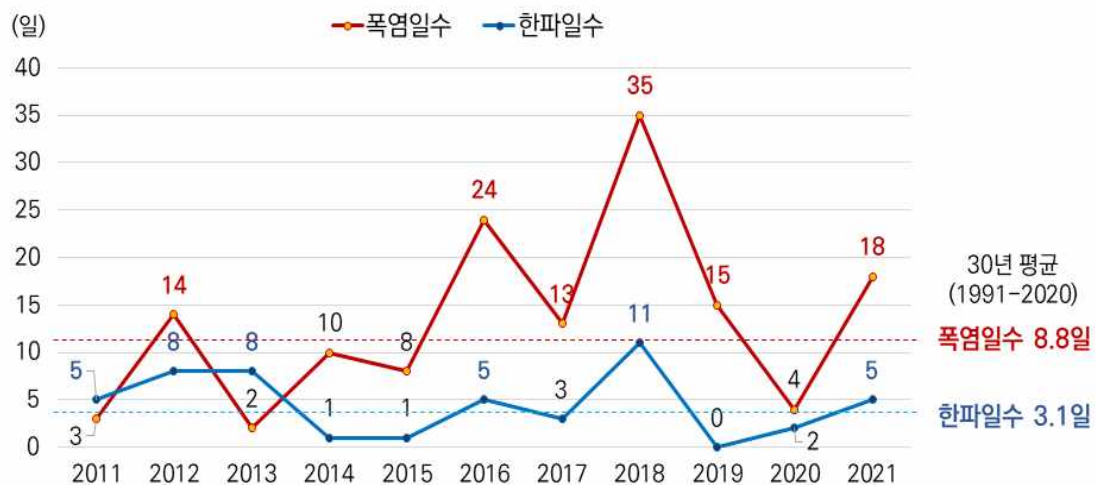
건강

[V-1] 기후변화 건강위험 적응

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

- 서울의 최근 30년간 폭염일수 평균값은 8.8일이고, 평균 한파일수는 3.1일이었으며, 최근 10년간 폭염과 한파 발생 경향을 살펴보면, 각각 여섯 해씩 평년 평균을 웃돌았음. 특히 2018년도에는 폭염과 한파가 모두 극심했던 해로 기록됨



[그림 6-7] 서울의 폭염일수와 한파일수

자료: 기상청 기상자료개방포털

*폭염일수: 일 최고기온이 33℃ 이상인 날의 수

한파일수: 아침(03:01~09:00) 최저기온이 영하 12도 이하인 날의 수

- 기온의 상승 또는 하락과 기온 변동 폭의 증가는 각종 질환에 영향을 미치며 대표적으로 여름철 온열질환이 그에 해당함. 서울 폭염일수가 35일로 가장 많았던 2018년도에 온열질환 환자가 616명 발생하였음
- 기온 상승 및 폭염 지속일과 사망자 증가 관계에 관한 연구결과에 의하면, 기온이 29.9℃ 이상에서 1℃ 오르면 사망자가 3% 증가하고(기상청 보도자료, 2012.7.31), 7일 이상 폭염이 이어

지면 사망자가 9% 증가함(김소연, 2004). 특히, 도시화가 많이 이루어진 지역일수록 폭염에 의한 사망자 수가 더욱 증가함. 기상청이 1991년에서 2005년까지 15년간 6대 도시의 폭염에 의한 초과사망률을 추정한 자료에 따르면, 서울은 인구 천만 명당 19.8명으로 인천에 이어 두 번째로 높으며, 대구(6.9명)의 2.9배에 달함

- 또한, 한파가 건강에 미치는 영향을 분석한 결과(2001~2009년 겨울 자료, 서울) 순환기계 질환 사망자수는 -8.6°C 이하인 날이 되면 3~4일 후 7.53% 증가하며, 뇌혈관 질환은 13.9% 증가하는 것으로 나타났다. -8.6°C 이하인 날이 되면 (당일보다) 6일 후에 심혈관계 질환에 의한 응급실 방문자 수가 증가함(정연화, 2013)
- 서울에 폭염과 한파 등 극한 이상기후 현상이 증가함에 따라 이상기후에 따른 서울시민의 건강 위험을 최소화하기 위한 대비가 필요함

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[V-1-1]	폭염·한파 정보전달 체계 및 저감 시스템 운영 강화	기존보완	안전지원과	단기 (‘22~’26)	비구조적 대책
[V-1-2]	폭염대비 시민행동요령·폭염취약현장 행동매뉴얼 보급 및 교육 활성화	기존	안전지원과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[V-1-3]	자동심장충격기 구비 및 관리 강화	기존	보건의료정책과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[V-1-4]	한파, 폭염 대응 거리노숙인 보호대책 추진	기존	자활지원과	단기 (‘22~’26)	사회적 대책
[V-1-5]	스마트 헬스케어 시스템 활용 기후 재난 정보 제공	신규	보건의료정책과	중장기 (‘22~)	사회적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 H4-H6, H8-H13 내용과 연계
 - (H4) 대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가
 - (H5) 기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가

- (H6) 기온변동폭 증가로 인한 심뇌혈관계 질환 증가
 - (H8) 대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가
 - (H9) 대기오염에 의한 정신건강 질환 증가
 - (H10) 기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가
 - (H11) 폭염에 의한 정신건강 질환 증가
 - (H12) 폭염에 의한 신장질환 증가
 - (H13) 폭염에 의한 온열질환 증가
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 건강 부문 ‘① 기후변화 건강영향 감시 및 평가 체계 구축’ 세부과제와 내용 연계
 - (5-1-1) 기후변화 건강영향 감시 체계 운영
 - (5-1-1-2) 극한기상 대비 건강영향 감시·관리 플랫폼(앱 등) 개발
 - 제3차 국가 기후변화 적응대책 기후변화 제고 기반 마련의 ‘② 기후변화 취약계층 중점 보호 강화’ 세부과제와 내용 연계
 - (8-5-2) 사회·경제적 취약계층 지원 강화
 - (8-5-2-3) 맞춤형 기후변화 취약계층 지원 사업 확대

세부이행과제	관련 국가리스크	국가 적응대책 및 내용
[V-1-1] 폭염·한파 정보전달 체계 및 저감시스템 운영 강화	H11-H13	(5-1-1-2) 극한기상 대비 건강영향 감시·관리 플랫폼(앱 등) 개발
[V-1-2] 폭염대비 시민행동요령·폭염취약현장 행동매뉴얼 보급 및 교육 활성화	H11-H13	(5-1-1-2) 극한기상 대비 건강영향 감시·관리 플랫폼(앱 등) 개발
[V-1-3] 자동심장충격기 구비 및 관리 강화	H5, H6	(5-1-1-2) 극한기상 대비 건강영향 감시·관리 플랫폼(앱 등) 개발
[V-1-4] 한파, 폭염 대응 거리노숙인 보호대책 추진	H6, H12, H13	(5-1-1-2) 극한기상 대비 건강영향 감시·관리 플랫폼(앱 등) 개발 (8-5-2-3) 맞춤형 기후변화 취약계층 지원 사업 확대
[V-1-5] 스마트 헬스케어 시스템 활용 기후재난 정보 제공	H4-H6, H8-H10	(5-1-1-2) 극한기상 대비 건강영향 감시·관리 플랫폼(앱 등) 개발 (8-5-2-3) 맞춤형 기후변화 취약계층 지원 사업 확대

④ 지역리스크 연계성

- 건강 부문의 '[V-1] 기후변화 건강위험 적응' 전략의 5개 세부이행과제는 건강 부문 9개 지역리스크 중 4개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크3) 기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가
 - (리스크4) 기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가
 - (리스크5) 폭염에 의한 온열 질환 증가(중점리스크)
 - (리스크6) 폭염에 의한 정신건강 질환 증가

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
V-1-1	기존 보완	• 기존 계획에서는 '폭염' 사업만 포함 • 폭염 특보 시 폭염대책종합상황실 가동 및 SNS 운영, 25개 자치구 및 유관 기관과의 협업 하에 취약계층 보호와 취약시설물의 점검 등 각종 피해 예방 대책을 추진하여 폭염으로 인한 피해 예방 • 신속한 재난 문자전송, 무더위 쉼터 및 그늘막 확대, 야간쉼터 운영, 폭염 저감시설 점검, 취약계층 보호활동 강화 등 폭염으로부터 시민 보호활동 강화	• 폭염 및 한파 특보 시 종합상황실 가동 및 SNS 운영을 통한 취약계층 보호 등 (연간 계속 추진)
V-1-2	기존	• 폭염에 대한 시민 행동요령 등 정보를 신속하고 선제적으로 전파함 • 폭염취약시설에 현장점검 강화, 취약계층 돌봄 서비스 실시, 폭염저감시설 상시 점검 등으로 폭염으로 인한 시민 피해를 최소화함	• 폭염대비 시민행동요령·폭염취약현장 행동매뉴얼 보급 및 교육 활성화 (연간 계속 추진)

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
V-1-3	기존	- 자동심장충격기 보급을 확대하여 심장 지라는 응급상황 발생 시 신속하게 사용할 수 있도록 하여 심정지 환자 생존율 향상에 기여 - 자동심장충격기 체계적 관리 시스템을 구축을 통해 자동심장충격기의 작동 상태 관리 및 유효기간이 경과 된 소모품을 교체하여 심정지 환자 발생시 항시 사용할 수 있도록 유지 관리	- 폭염 및 이상기후가 잦아짐에 따라 심정지 환자 발생 가능성이 증가하여 자동심장충격기 보급 사업을 건강 부문 사업으로 유지함 - 기존 경로당 교체설치 및 신규 경로당 등 설치 (연간 계속 추진) - 자동심장충격기 보급 확대 및 적정 유지 관리체계 구축 (연간 계속 추진)
V-1-4	기존	(한파 대응) 겨울철 거리노숙인 특별 보호대책 추진('20. 11. 15. ~ '21. 3. 15.), 노숙인 거리상당 45개조 92명 운영(특보시 54개조 114명), 응급 구호물품 지원(침낭 612개, 핫팩 28,678개 등), 노숙인 위기대응콜(1600-9582) 24시간 운영, 중증질환자 125명 관리 (폭염 대응) 무더위쉼터 16개소 연인원 1,288명 이용(사위실 489명), 거리상당 3개 지역 54명 편성, 지역별 2~12회 주간 순찰, 구호물품 지원(생수 28,670병, 의류 등 기타 30,87점), 고령 및 중증질환자 61명 선정 집중 관리, 이동목욕차량 2대 4개소 운영(1일평균 9명 이용)	- 거리노숙인 겨울철 응급잡자리 운영 - 거리노숙인 여름철 무더위쉼터 운영
V-1-5	신규	-	- 건강모니터링 플랫폼(DB시스템) “서울형 스마트 헬스케어시스템” 구축 - 스마트 헬스케어 시스템 활용, 기후위기 취약계층에 기후재난 정보 신속 제공

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

- [V-1-1] 폭염·한파 정보전달 체계 및 저감시스템 운영 강화
 - 사업내용: 신속한 상황전파를 통해 시민을 폭염 노출로부터 적극 보호
 - ※ 2017~2021 계획에서는 ‘폭염’ 사업만 포함됨
 - 성과지표: 서울시 안전지원과에서 시행하는 ‘폭염 종합지원상황실 운영’을 대상으로 하며, 성과지표는 ‘폭염특보시 재난도우미에게 문자서비스 제공 건수’로 제시함
 - 추진실적: 목표대비 실적 100% (‘21년 기준), 100% (5년 평균)

구분	폭염특보시 재난도우미에게 문자서비스 제공 건수(건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	27,210	2,682	4,132	2,880	732	16,784
실적	27,210	2,682	4,132	2,880	732	16,784

- 주요성과
 - 폭염 특보 시 폭염대책종합상황실 가동 및 SNS 운영, 25개 자치구 및 유관 기관과의 협업 하에 취약계층 보호와 취약시설물의 점검 등 각종 피해 예방 대책을 추진하여 폭염으로 인한 피해 예방
 - 신속한 재난 문자전송, 무더위 쉼터 및 그늘막 확대, 야간쉼터 운영, 폭염저감시설 점검, 취약계층 보호활동 강화 등 폭염으로부터 시민 보호활동 강화
- [V-1-2] 폭염대비 시민행동요령·폭염취약현장 행동매뉴얼 보급 및 교육 활성화
 - 사업내용: 폭염대비 교육과 홍보를 통한 시민 적응능력 강화
 - 폭염대비 행동요령·건강관리 매뉴얼 보급
 - 취약계층별, 취약지역별 맞춤형 폭염대비 매뉴얼 개발
 - 성과지표: 서울시 안전지원과에서 담당하는 사업으로, 성과지표는 ‘폭염대비 시민행동요령 홍보 건수’로 제시함
 - 추진실적: 목표대비 실적 165% (‘21년 기준), 138% (5년 평균)

구분	폭염대비 시민행동요령 홍보 건수(건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	45,000	5,000	10,000	10,000	10,000	10,000
실적	63,900	5,000	10,000	16,200	16,200	16,500

- 주요성과

- 폭염에 대한 시민 행동요령 등 정보를 신속하고 선제적으로 전파함
- 폭염취약시설에 현장점검 강화, 취약계층 돌봄 서비스 실시, 폭염저감시설 상시 점검 등으로 폭염으로 인한 시민 피해를 최소화함

○ [V-1-3] 자동심장충격기 구비 및 관리 강화

- 사업내용: 서울시 심장정지 환자 증가 추세이나 생존율이 낮음. 심정지 발생 시 심폐소생술만 시행했을 경우 생존율이 2배 증가하고, 심폐소생술과 동시에 자동심장충격기를 사용했을 경우 생존율 9배 증가함에 따라 자동심장충격기 체계적인 관리 시스템을 구축하고 운영
- 성과지표: 서울시 보건의료정책과에서 담당하는 사업으로, 성과지표는 '자동심장충격기 설치 대수'로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 110% ('21년 기준), 104% (5년 평균)

구분	자동심장충격기 설치 대수(대)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	42,880	8,300	8,400	8,500	8,800	8,880
실적	44,736	8,300	8,400	8,775	9,531	9,730

- 주요성과

- 자동심장충격기 보급을 확대하여 심정지라는 응급상황 발생 시 신속하게 사용할 수 있도록 하여 심정지 환자 생존율 향상에 기여
- 자동심장충격기 체계적 관리 시스템을 구축을 통해 자동심장충격기의 작동 상태 관리 및 유효기간이 경과 된 소모품을 교체하여 심정지 환자 발생시 항시 사용할 수 있도록 유지 관리

○ [V-1-4] 한파, 폭염 대응 거리노숙인 보호대책 추진

- 사업내용: 한파 및 폭염 발생시 지원시설 운영을 통해 무더위쉼터 운영과 겨울철 응급잠자리 제공, 샤워·세탁·의류 등 생활편의 제공, 노숙인 거리상담 등을 추진
- 성과지표: 서울시 자활지원과에서 담당하는 사업으로, 성과지표는 '거리노숙인 응급잠자리 제공건수'로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 37% ('21년 기준), 80% (5년 평균)
 - 코로나19 등의 영향으로 노숙인 응급잠자리 내 밀집도를 최소화하여 운영, 1일 평균 취침 인원이 500명으로 목표인원 대비 감소

구분	거리노숙인 응급잠자리 제공건수(건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	3,750	750	750	750	750	750
실적	3,005	786	740	705	500	274

- 주요성과

(한파 대응)

- 겨울철 거리노숙인 특별보호대책 추진('20. 11. 15. ~ '21. 3. 15.)
- 노숙인 거리상담반 운영: 45개소 92명 운영(특보시 54개소 114명)
- 응급구호물품 지원: 침낭 612개, 핫팩 28,678개 등 지원
- 노숙인 위기대응콜(1600-9582) 24시간 운영
- 중증질환자 관리(125명): 21건 조치(시설입소 10, 병원연계 9, 의류지원 55)

(폭염 대응)

- 무더위쉼터 16개소 연인원 1,288명 이용(샤워실 489명)
- 거리상담 3개 지역 54명 편성, 지역별 2~12회 주간 순찰
- 구호물품 지원: 31,757건(생수 28,670명, 의류 등 기타 30,87점)
- 고령 및 중증질환자 관리: 61명 선정 집중 관리
- 이동목욕차량 운영: 2대 4개소(1일평균 9명 이용)

② 개선·보완사항

- 기후변화에 의한 건강위험을 대비하기 위해 '폭염'에 국한되었던 사업에 '한파'를 포함하여 겨울철 건강위험에 대한 대비를 보강

세부이행과제	개선·보완사항
[V-1-1] 폭염·한파 정보전달 체계 및 저감시스템 운영 강화	• (기존보완) 폭염 정보전달 체계 및 저감시스템 운영 강화였으나, 폭염에 의한 건강 위험뿐 아니라 한파에 따른 건강 위험 대비를 위해 '한파'를 포함
[V-1-2] 폭염대비 시민행동요령·폭염취약현장 행동매뉴얼 보급 및 교육 활성화	• (기존) 지자체 위기경보 판단기준에 따라 단계별 재대본 구성 운영을 강화하고, 스마트 에코 폭염·한파 쉼터 설치 추가
[V-1-3] 자동심장충격기 구비 및 관리 강화	• (기존) 구비의료기관 설치 장비 점검을 연 1회 실시하였으나 연 2회(상·하반기) 점검으로 장비 관리 강화 등 유지관리 시스템 구축

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	- 기존 경로당 교체설치 및 신규 경로당 등 설치 - 보건복지부 지침에 따라 우선지원기관 및 자치구 자체 기준에 따라 설치 지원 - 자동심장충격기 보급 확대 및 적정 유지 관리체계 구축 - 구비의무기관 및 구비의무기관 외 설치 자동심장충격기 점검 관리					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 자동심장충격기 설치 (대)	9,703	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
<산출 근거> 중앙응급의료센터 응급의료인트라넷 자동심장충격기 등록 현황 <지표 유형> 정량 지표							
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	1,170	234	234	234	234	234
	국비	585	117	117	117	117	117
	시비	350	70	70	70	70	70
	구비	235	47	47	47	47	47

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	- 거리노숙인 겨울철 응급잠자리 및 여름철 무더위쉼터 운영 - 노숙인 거리상담, 겨울철 응급잠자리, 샤워·세탁·의류 등 생활편의 제공, 무더위쉼터 운영 등 - 지원시설 운영 및 거리상담 지원 - 거리노숙인 지원시설 및 자치구별 관할구역 내 노숙인이 발견되는 지역을 중심으로 아웃리치 코스를 정하여 아웃리치 활동 실시, 노숙인 시설 안내 및 구호물품 지급, 건강취약자 치료 지원 등 조치					
		성과지표명 (단위)	현재 수준	목표			
성과 지표	지표1. 거리노숙인 겨울철 응급잠자리 최대 수용인원 (명)	785	'22	'23	'24	'25	'26
	지표2. 거리노숙인 지원 무더위쉼터 운영 개소 (개소수)	10	10	10	10	10	10
	〈산출 근거〉 겨울철 및 여름철 거리노숙인 지원을 위한 응급잠자리, 무더위쉼터 운영 현황						
	〈지표 유형〉 정량 지표						

예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	56,984	10,924	11,176	11,399	11,627	11,858
	국비	476	65	100	102	104	105
	시비	56,508	10,859	11,076	11,297	11,523	11,753

○ [V-1-5] 스마트 헬스케어 시스템 활용 기후재난 정보 제공 (신규)

추진 계획	2022	• 건강모니터링 플랫폼(DB시스템) “서울형 스마트 헬스케어시스템” 구축 사전준비					
	2023~2026 (연간 계속 추진)	• 건강모니터링 플랫폼(DB시스템) “서울형 스마트 헬스케어시스템” 구축 • 스마트 헬스케어 시스템 활용, 기후위기 취약계층에 기후재난 정보 신속 제공					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			’22	’23	’24	’25	’26
	지표1. 스마트 헬스케어 사업 참여자 (만명, 누적)	-	5	10	15	30	60
	〈산출 근거〉 스마트 헬스케어 사업 참여자 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			’22	’23	’24	’25	’26
	총계 (시비)	31,884	3,522	10,206	6,052	6,052	6,052

④ 기대효과

- 이상기후 현상이 증가함에 따라 여름철 폭염과 겨울철 한파에 대비하여 서울시민의 건강상 위험을 보호

세부이행과제	기대효과
[V-1-1] 폭염·한파 정보전달 체계 및 저감시스템 운영 강화	온열 및 한랭 질환자 감소, 폭염과 한파로부터 안전하게 시민 보호
[V-1-2] 폭염대비 시민행동요령· 폭염취약현장 행동매뉴얼 보급 및 교육 활성화	신속한 상황전파를 통해 시민을 폭염 노출로부터 적극 보호

세부이행과제	기대효과
[V-1-3] 자동심장충격기 구비 및 관리 강화	자동심장충격기 보급 확대 및 적정유지 관리 시스템 구축을 통한 심정지 환자 생존율 향상 기대
[V-1-4] 한파, 폭염 대응 거리노숙인 보호대책 추진	- 거리노숙인 자립 및 지역사회 복귀 지원을 통한 감소 유도 - 여름철·겨울철 특별보호대책 수립 추진을 통해 폭염 및 한파 등 기후변화로 인한 질병 예방 조치
[V-1-5] 스마트 헬스케어 시스템 활용 기후재난 정보 제공	ICT를 활용한 모바일 기반의 비대면 건강관리 서비스를 통해 이상기후로 인한 건강 위험 정보 제공과 기후재난에 대해 시민의 자발적인 자가건강관리 습관 도모

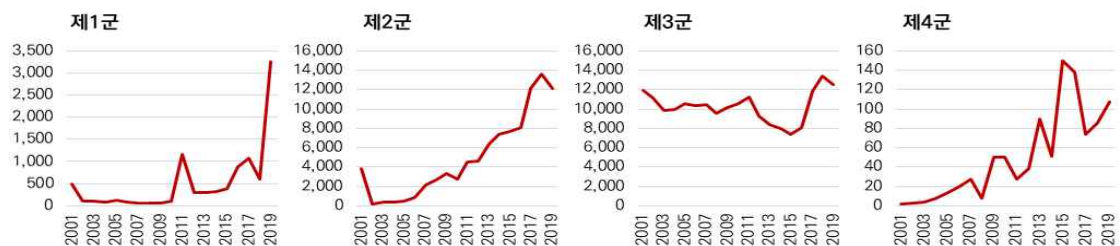
건강

[V-2] 기후변화에 따른 감염병 대응 강화

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

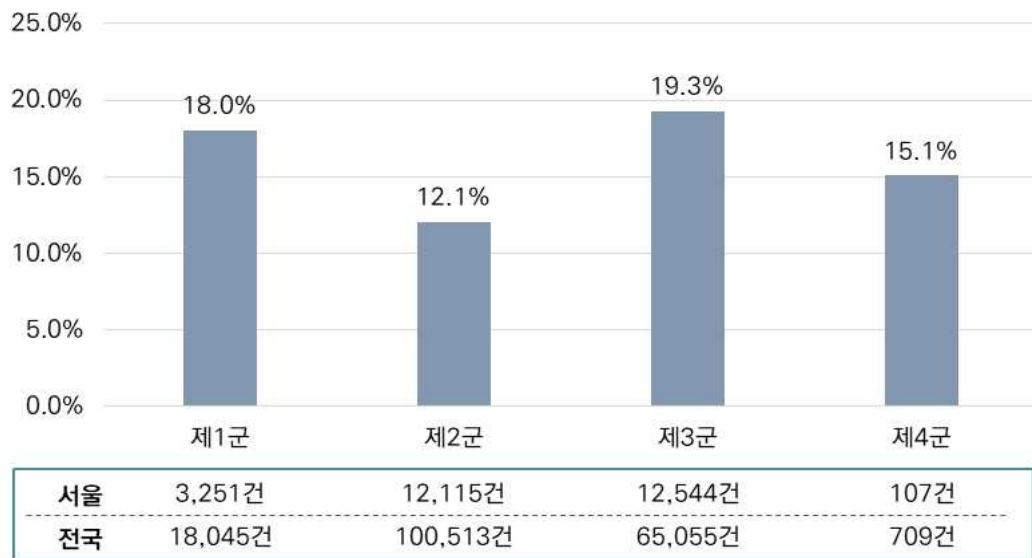
- 전 세계는 2019년에 시작된 코로나19 팬데믹으로 인해 감염병의 위험을 직접적으로 경험하고 있음. 코로나19 이외에도 다양한 감염병이 동시다발적으로 발생하고 있음. 법정감염병군별 대표적인 감염병은 (제1군) A형간염, 세균성이질, (제2군) 폐렴구균, 수두, (제3군) 레지오넬라증, 말라리아, (제4군) 라임병, 뎅기열, 신종감염병증후군 등이 있음
- 서울의 법정감염병 발생 추이를 살펴보면, 제1군 감염병이 2019년에 크게 증가했음을 볼 수 있음
 - 2019년 서울에서 발생한 제1군 감염병 발생건수는 총 3,251건이었고 이 중, A형간염이 3,139건으로 제1군 감염병의 97%에 육박했음
 - 2001년에서 2019년까지 20년 동안 제1군 감염병 평균 발생건수는 503건인 것을 감안했을 때, 급작스러운 증가로 볼 수 있음. 같은 기간에 제2군 감염병은 지속적으로 증가하는 추세임이고, 제3군은 2015년도 이후 급격한 증가세를 보였음. 제4군도 20년 추세로 보았을 때 지속적으로 증가하고 있음
 - 제4군 감염병에 속하는 신종감염병증후군이 2009년과 2010년에 각각 약13만 건과 약 1만 5천 건 발생하였으나, 급격한 발생건수는 제4군 감염병 발생 추이를 파악하는데 왜곡을 일으킬 수 있어, 2009년과 2010년도 제4군 감염병 데이터는 제외하고, 2009년과 2010년은 해당 연도 발생건수를 제외한 20년간 평균값으로 대체함



[그림 6-8] 서울 연도별 법정감염병 발생건수

자료: KOSIS, 감염병 발생현황

- 2019년도 법정감염병군별 전국 대비 서울 발생건수를 보았을 때, 약 12~20%가 서울에서 발생함. 서울 인구를 고려했을 때, 높은 비율이 아닐 수 있으나, 개별 감염병의 발생률을 살펴보면, 세균성이질(제1군), 폐렴구균(제2군), 레지오넬라증(제3군), 라임병(제4군), 뎅기열(제4군) 발생의 25% 이상이 서울에서 발생하였음. 코로나19뿐만 아니라 각종 감염병에 대한 예방과 대응이 필요하다는 것을 확인할 수 있음



* 2019년 법정감염병군별 서울시 감염병 발생 건수 (발생 건수, 전국대비 서울 발생률)

- 제1군 : A형간염(3,139건, 17.8%), 세균성이질(51건, 33.8%) 등
- 제2군 : 폐렴구균(134건, 25.5%), 유행성이하선염(2,033건, 12.7%), 수두(9,783건, 11.8%) 등
- 제3군 : 레지오넬라증(147건, 29.3%), 말라리아(100건, 17.9%) 등
- 제4군 : 라임병(10건, 43.5%), 뎅기열(74건, 27.1%) 등

[그림 6-9] 2019년 전국대비 서울 법정감염병 발생 비율

자료: KOSIS, 감염병 발생현황

- 기후변화 및 식생활 소비패턴이 다양해짐에 따라 식중독 발생 위험요소도 증가하고 있음. 기온이 높은 여름철에는 세균성 식중독 발생이 높고, 기온이 낮은 겨울철에는 바이러스성 식중독 발생이 높게 나타남. 기후변화로 인해 서울의 여름철 기간이 길어지고 있어 고온에 의한 식중독 발생 가능성도 높아짐에 따라 관리가 필요함
- 식중독 발생은 기온과 큰 관련이 있으며, 이상기후로 인해 계절 내에서도 기온 변동 폭이 커짐에 따라 식중독 예방에 기후정보에 대한 고려가 중요해지고 있음. 더욱이 집단급식시설이나 음식점에서 식중독이 발생하게 될 경우, 대형사고의 가능성이 높다는 점을 고려하여 식재료를

납품하는 업체에 대한 정기적인 지도·점검활동 등 사전 예방적 관리를 강화하는 것도 필요함

- 서울은 대도시의 인구 및 업무 밀집 특성상, 감염병 확산의 다양한 경로가 중첩되어 지역감염의 위험도가 큼. 이에 따라, 감염병과 식중독의 발생 자체를 방지 할 수 있는 감시 및 예방관리 체계가 필요하며, 발생된 감염병과 식중독의 확산을 차단할 수 있는 신속한 대응체계가 매우 중요함

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[V-2-1]	감염병 감시 및 예방관리 강화	기존보완	감염병관리과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책· 사회적 대책
[V-2-2]	기후변화 대비 감염병 대응체계 구축	기존	감염병관리과	중장기 (‘22~)	비구조적 대책
[V-2-3]	식중독 발생 신속대응 체계 강화	기존	식품정책과	단기 (‘22~’26)	사회적 대책
[V-2-4]	식중독 발생 우려지역 집중 관리	기존	식품정책과	단기 (‘22~’26)	비구조적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 H1~H3 내용과 연계
 - (H1) 기온 상승에 의한 매개체 질환 증가
 - (H2) 기온 상승에 의한 수인성 질환 증가
 - (H3) 기후·환경 변화로 인한 신종 감염병 발생 증가
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 건강 부문 ‘① 기후변화 건강영향 감시 및 평가 체계 구축’ 세부과제와 내용 연계
 - (5-2-2) 감염병 감시·대응 체계 운영
 - (5-2-2-1) 감염병 사건기반 감시체계(EBS, event-based surveillance) 운영
 - (5-2-2-3) 수인성·식품매개 감염병 감시 (Enter-Net) 및 대응체계 운영
 - (5-2-2-4) 감염병 매개체 종합감시체계 (Vector-Net) 운영

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[V-2-1] 감염병 감시 및 예방관리 강화	H1, H3	(5-2-2-1) 감염병 사건기반 감시체계(EBS, event-based surveillance) 운영
[V-2-2] 기후변화 대비 감염병 대응 체계 구축	H3	(5-2-2-1) 감염병 사건기반 감시체계 (EBS, event-based surveillance) 운영 (5-2-2-4) 감염병 매개체 종합감시체계 (Vector-Net) 운영
[V-2-3] 식중독 발생 신속대응 체계 강화	H3	(5-2-2-3) 수인성·식품매개 감염병 감시 (Enter-Net) 및 대응체계 운영
[V-2-4] 식중독 발생 우려지역 집중 관리	H2, H3	(5-2-2-3) 수인성·식품매개 감염병 감시 (Enter-Net) 및 대응체계 운영

④ 지역리스크와의 연계성

- 건강 부문 ‘[V-2] 기후변화에 따른 감염병 대응 강화’ 전략의 4개 세부이행과제는 건강 부문 9개 지역리스크 중 아래 2개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 1) 기온 상승에 의한 매개체 질환 증가
 - (리스크 2) 기온 상승에 의한 수인성 질환 증가

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
V-2-1	기존 보완	• 법정 감염병 감시체계 운영 • 질병정보 모니터링 및 기동감시 대응 체계 운영 • 모기예보제 보완 및 운영관리 용역 추진으로 업무 개선 • '21년 코로나19 대응 및 장기화 중 예도 감염병 대응 감시 체계 유지	• 급·만성 감염병 대응 역량강화와 감시체계 구축 • 감염병 매개 모기방제 및 감시, DMS(Digital Mosquito Monitoring System, 디지털 모기 모니터링 시스템) 매년 50대 가동 • 레지오넬라증 예방관리, 레지오넬라균 검사 매년 1,000건 • 주요감염병 표본감시사업

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
V-2-2	기존	- 역학조사관 및 역학조사요원 역량강화 교육과정 운영 - 의료기관 감염관리 컨설팅 및 교육 - 시 역학조사단 및 자치구 역학조사지원반 운영 지원 - 해외 오염지역 입국자 추적조사	- 감염병 정보 분석 및 확산 예측을 통한 상시 감시체계 구축 - 신종 감염병 대응 훈련 연 2회 이상 실시 - 역학조사관 및 역학조사요원 역량 강화
V-2-3	기존	학교식중독 발생신고사항에 대한 현장 식중독대책협의회 구성 운영을 통한 역학조사 실시	- 식중독 관리업무 유관기관 간 “식중독 대책협의회” 구성 운영 - 연 2회 식중독대책협의회 (정기운영) 및 학교시설에서 식중독 발생시 - 식중독대책협의회 (수시운영)
V-2-4	기존	- 소비자식품위생감시원을 집단급식소 위생 점검 요원으로 활용 - 식품위생감시 조력분야의 상비 예비인력인 소비자식품위생감시원에 대한 전문교육의 정기추진으로 전문성 강화	- 식중독발생 우려시설 집중관리 - 식중독발생시 대형사고 발생 개연성이 높은 시설들을 중심으로, 연중 지속적인 지도·점검 실시 및 홍보·교육을 통한 선제적 사전예방 활동

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

- [V-2-1] 감염병 감시 및 예방관리 강화
 - 사업내용: 급·만성 감염병 대응 역량강화와 감시체계 구축, 매개모기 방제 및 감시, 주요 감염병 표본감시 사업
 - 성과지표: 서울시 감염병 관리과에서 담당하는 사업으로, 성과지표는 ‘감염병 대응 역학조사반 구성’과 ‘레지오넬라균 검사 건수’로 제시함
 - 추진실적: 목표 대비 실적 감염병 대응 역학조사반 구성 반 수 100% ('21년 기준), 100% (5년 평균), 레지오넬라검사 건수 42% ('21년 기준), 87% (5년 평균)
 - 법정 감염병 감시체계 운영 총 218,191건 (1급 206,227, 2급 10,328, 3급 1,636, 웹보고 시스템 발생보고 및 사례조사)
 - 의료 관련 감염병(다제내성균 6종) 감시결과 모니터링 및 웹보고 (총 8,030건, 전수감시 2종, 표본감시 4종)
 - 질병정보 모니터망 운영: 1,690개소(병·의원, 약국, 학교, 복지시설 등)

- 레지오넬라증 예방관리를 위한 검사: 108개소 634건
- 매개모기 감시를 위한 유문등 채집 및 분석의뢰: 1,450건
- 모기예보제 보완 및 운영관리 용역 추진

구분	감염병 대응 역학조사반 구성 반 수 (개반)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	130	26	26	26	26	26
실적	130	26	26	26	26	26

구분	레지오넬라검사 건수 (건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	7,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
실적	6,494	1,680	1,730	1,806	644	634

- [V-2-2] 기후변화 대비 감염병 대응 체계 구축
 - 사업내용: 감염병 매뉴얼 및 위기관리대책 수립, 유관기관 및 인접 시도간 실무 협력체계 구축, 실전대응 훈련, 보건소 역량강화
 - 성과지표: 서울시 감염병관리과에서 담당하는 사업으로, 성과지표는 ‘감염병 대응 상시 대응 체계 구축 일수’로 제시함
 - 추진실적: 목표 대비 실적 100% (‘20년 기준), 100% (5년 평균)
 - 2020년 3월 서울시 조직개편에 따라 시민건강국 산하에 감염병연구센터(자체기구) 신설, 감염병 정책 연구, 분석, 평가 등 관리
 - ‘20년 서울시 역학조사관 및 역학조사요원 역량강화 교육과정 운영
 - 의료기관 감염관리 컨설팅 및 교육
 - 시 역학조사단 및 자치구 역학조사지원반 운영 지원
 - 해외 오염지역 입국자 추적조사: 104명(71%)

구분	감염병 대응 상시 대응 체계 구축 일수 (일)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	1,826	365	365	365	366	365
실적	1,461	365	365	365	366	미제출

- [V-2-3] 식중독 발생 신속대응 체계 강화
 - 사업내용: 식중독 관리업무 유관기관간 ‘식중독대책협의회’ 구성 운영, 연 2회 식중독대책협의회 (정기운영) 및 학교시설에서 식중독 발생시 식중독대책협의회 운영(수시운영)

- 성과지표: 서울시 식품정책과에서 담당하는 사업으로, 성과지표는 ‘식중독 대책협의체 구성 및 운영 횟수(회)’로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 100% (‘21년 기준), 100% (5년 평균)
 - ’21년 서울지역 식중독발생 신고는 총 34건이며, 이중 학교에서의 식중독발생 신고는 총 4건임

구분	식중독 대책협의체 구성 및 운영 횟수 (회)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	10	2	2	2	2	2
실적	10	2	2	2	2	2

- 주요성과
 - 학교식중독 발생신고사항에 대한 현장 “식중독대책협의체” 구성 운영을 통한 역학조사 실시
 - 서울시를 중심으로 한 “식중독대책협의체”의 정기·수시운영으로 식중독 예방관리 업무의 컨트롤 타워 확립

○ [V-2-4] 식중독 발생 우려지역 집중 관리

- 사업내용 :식중독발생시 대형사고 발생 개연성이 높은 시설들을 중심으로, 연중 지속적인 지도·점검실시 및 홍보·교육을 통한 선제적 사전예방 활동
- 성과지표: 서울시 식품정책과에서 담당하는 사업으로, 성과지표는 ‘집중관리업소 지도점검 실적(집단급식소 및 식품판매업)’으로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 61% (‘21년 기준), 78% (5년 평균)
 - 집중관리시설에 대한 관리강화로 목표로 점검을 강화하고자 하였으나, 2020년과 2021년에는 지속되는 코로나19 확산으로 인해 대면 지도점검 불가하였음

구분	식중독 발생 우려지역 집중관리 (건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	46,120	9,200	9,200	9,200	9,250	9,270
실적	35,817	9,859	9,234	8,276	2,704	5,744

- 주요성과
 - 식중독사고 발생시 대형사고의 가능성이 높은 집단급식시설 및 집단급식소에 식재료를 납품하는 업체에 대한 정기적인 지도·점검활동으로 사전 예방적 관리강화

② 개선·보완사항

- 감염병 예방을 강화하기 위해 지표를 추가하고, 내실 있는 감염병 대응을 위해 역학조사관 및 조사요원의 역량을 강화하고, 식중독 발생을 대비해 관련 시설을 지속적으로 관리

세부이행과제	개선·보완사항
[V-2-1] 감염병 감시 및 예방관리 강화	• (기존보완) 지표를 보완하기 위해 '디지털 모기 모니터링 시스템 가동'을 추가함
[V-2-2] 기후변화 대비 감염병 대응 체계 구축	• (기존) 감염병 관리시스템 구축, 서울시 역학조사관 및 역학조사요원 역량강화 교육과정 운영, 집단감염 차단을 위한 의료기관 및 요양시설 교육 컨설팅 강화
[V-2-3] 식중독 발생 신속대응 체계 강화	• (기존) 식중독대책협의회 지속 운영 및 학교시설 외 노숙인 대상 무료급식시설 등 상대적으로 규모가 큰 집단급식시설에 대한 식중독대책협의회 수시 운영
[V-2-4] 식중독 발생 우려지역 집중 관리	• (기존) 봄·가을 신학기 대비 학교급식시설 등 합동점검 및 집단급식소 등 집중관리업체 상시 지도점검

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

- [V-2-1] 감염병 감시 및 예방관리 강화 (기존보완)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)						
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 모기 모니터링 시스템(DMS) 가동 (대)	50	50	50	50	50	50
	지표2. 레지오렐라균 검사 (건)	115	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	〈산출 근거〉 • 지표1: 모기매개감염병 관리 계획 • 지표2: 레지오렐라균 검사 결과 보고 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	3,805	761	761	761	761	761
	국비	335	67	67	67	67	67
	시비	3,470	694	694	694	694	694

○ [V-2-2] 기후변화 대비 감염병 대응 체계 구축 (기존)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	- 감염병 정보 분석 및 확산 예측을 통한 상시 감시 체계 구축 - 신종 감염병 대응 훈련 실시(2022년 연 1회, 2023~2026년 연 2회) - 역학조사관 및 역학조사요원 역량 강화					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
	지표1. 감염병 감시체계 운영 (일)	365	'22	'23	'24	'25	'26
	* 산출근거: 특보 발령시 재난도우미에게 문자서비스 제공 (정량지표)						
예산 계획	없음						

○ [V-2-3] 식중독 발생 신속대응 체계 강화 (기존)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	식중독 대책협의회 개최(연 2회)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
	지표1. 식중독 대책협의회 개최 (회)	2	'22	'23	'24	'25	'26
	〈산출 근거〉 식중독 대책협의회 개최 횟수 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
	총계 (시비)	975	'22	'23	'24	'25	'26
			195	195	195	195	195

○ [V-2-4] 식중독 발생 우려지역 집중 관리 (기존)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	집중관리업소 지도점검 실적					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
	지표1. 집중관리업소 지도점검 실적 (회)	5,744	'22	'23	'24	'25	'26
	〈산출 근거〉 식중독 집중관리업소 지도점검 실적 건수 〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
	총계 (시비)	975	'22	'23	'24	'25	'26
			195	195	195	195	195

④ 기대효과

- 감염병과 식중독 예방 및 대응 체계를 갖추어 시민건강보호

세부이행과제	기대효과
[V-2-1] 감염병 감시 및 예방관리 강화	• 감염병 감시와 예방을 위한 상시 감시체계를 구축하고 해외 유입 감염병 조기발견을 통한 확산 방지 및 시민건강보호, • 감염매개모기 모니터링 및 방제 활동을 통한 감염병 확산 방지
[V-2-2] 기후변화 대비 감염병 대응 체계 구축	• 흩어져있던 각종 감염병 정보를 하나의 시스템으로 통합·관리하여 신속한 감염병 위기 대응 체계 구축 • 감염병 대응 역량 강화로 감염병 적기 대응 도모
[V-2-3] 식중독 발생 신속대응 체계 강화	• 식중독 의심 신고시 선제적 대응을 통한, 언론사의 가십성 보도자료 차단 및 유관 기관간 공동 역학조사 참여로 기관 이기주의 배척 등
[V-2-4] 식중독 발생 우려지역 집중 관리	• 대형 식중독발생 우려 업소에 대한 지도·점검활동 강화로 식중독발생 사전 예방

건강

[V-3] 폭염 취약시민 건강 보호

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

- 폭염이 건강에 미치는 영향은 지역의 기온, 인구 집단의 적응력 등에 따라 다르며, 특히, 폭염은 취약 인구집단에게 미치는 건강 영향이 상당함. 여름철 폭염 및 고온에 의한 건강 질환은 노인 및 영유아, 만성질환자, 사회경제적 지위가 낮은 집단, 야외 노동 등 특정 직업에 종사하는 집단에게 더욱 위험함
- 2018년도 서울의 온열질환 신고 현황을 살펴보면, 65세 이상이 296명으로 48%의 비중을 차지했음(질병관리본부, 2019)
 - 특히, 폭염 시 전 연령 사망률이 평균 8% 증가하는 가운데, 75세 이상은 16%로 2배 증가했음(우경숙 외2인, 2019). 나이가 들에 따라 뇌하수체의 체온중추 기능이 떨어져 체온 조절이 잘 되지 않으며, 체온이 올라도 바로 체감하지 못하고, 자연적으로 땀이 나며 열을 식히는 작용이 잘 이뤄지지 않아 사망 위험이 높아짐
 - 2020년 12월말 기준 서울시의 65세 이상 인구는 전체 인구의 15.4%를 차지함(서울열린데이터광장, 2020). 더욱이, 서울 인구 추계 자료의 전망에 따르면 2030년에 65세 이상 인구는 서울 전체 인구의 24.2%, 2035년에는 28.4%를 차지할 것으로 예측함(서울열린데이터광장, 2020). 고령화 가속화에 따라, 노인층의 인구비율만 보더라도 서울에서 폭염에 취약한 인구 집단의 비중이 결코 적지 않음
- 또한, 폭염 시에 당뇨와 고혈압과 같은 질환을 겪고 있는 만성질환자는 열스트레스로 인해 기존 질환이 악화될 수 있으며, 열사병 및 합병증에 더욱 쉽게 영향을 받게 됨. 더욱이, 만성질환자인 동시에 노인이거나 사회경제적 지위가 낮은 집단에 속하는 등 폭염 취약시민에 대한 다양한 지원이 필요함
- 여름철 고온과 폭염 지속일이 증가함에 따라, 야외 근로자에 대한 보호 조치도 강화 되어야 함. 2015~2019년 5년간 온열질환에 의한 산업재해는 총 153건이었고, 이 중 근로자 27명이

사망함. 사망자 중 19명은 야외노동을 하는 업종에 속했음(송혜미, 2020)

- 폭염 취약시민의 인구집단이 다양함에 따라, 집단별 건강 상황과 생활환경, 근로 환경 등을 고려하여 맞춤형 폭염 취약시민 건강 보호가 추진되어야 함

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[V-3-1]	무더위쉼터 운영	기존보완	어르신복지과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[V-3-2]	여름철 쪽방촌 주민과 거리노숙인 보호 및 지원체계 운영	기존	자활지원과	단기 (‘22~’26)	사회적 대책
[V-3-3]	계절별 기후이상(폭염·한파) 대비 방문건강 관리	기존	건강증진과	중장기 (‘22~)	비구조적·사회적 대책
[V-3-4]	건설공사장 근로자 보호대책 강화	기존	도시기반시설 본부	단기 (‘22~’26)	구조적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 H5-H6, H10-H13 내용과 연계
 - (H5) 기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가
 - (H6) 기온변동폭 증가로 인한 심뇌혈관계 질환 증가
 - (H10) 기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가
 - (H11) 폭염에 의한 정신건강 질환 증가
 - (H12) 폭염에 의한 신장질환 증가
 - (H13) 폭염에 의한 온열질환 증가
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 건강 부문 ‘③ 기후변화 취약계층 건강 보호’ 세부과제와 내용 연계
 - (5-3-1) 기후변화 취약계층 안전망 구축
 - (5-3-1-2) 취약계층 안전망 구축 및 보호사업 연구

- 제3차 기후변화 적응대책 기후변화 제고 기반 마련의 ‘② 기후변화 취약계층 중점 보호 강화’ 세부과제와 내용 연계
 - (8-5-2) 사회·경제적 취약계층 지원 강화
 - (8-5-2-1) 취약계층 주거 환경 개선사업
 - (8-5-2-2) 무더위·한파 쉼터 운영 확대
 - (8-5-2-3) 맞춤형 기후변화 취약계층 지원 사업 확대
 - (8-5-3) 작업장 취약계층 보호 강화
 - (8-5-3-1) 근로자 보호 가이드라인 강화·홍보
 - (8-5-3-4) 이동노동자 쉼터(트레일러) 설치 사업 강화

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[V-3-1] 무더위쉼터 운영	H5, H6, H10-H13	(5-3-1-2) 취약계층 안전망 구축 및 보호사업 연구 (8-5-2-2) 무더위·한파 쉼터 운영 확대
[V-3-2] 여름철 폭방촌 주민과 거리 노숙인 보호 및 지원체계 운영	H5, H6, H10-H13	(5-3-1-2) 취약계층 안전망 구축 및 보호사업 연구 (8-5-2-1) 취약계층 주거 환경 개선사업
[V-3-3] 계절별 기후이상(폭염·한파) 대비 방문건강 관리	H5, H6, H10-H13	(5-3-1-2) 취약계층 안전망 구축 및 보호사업 연구 (8-5-2-3) 맞춤형 기후변화 취약계층 지원 사업 확대
[V-3-4] 건설공사장 근로자 보호대책 강화	H5, H6, H10-H13	(5-3-1-2) 취약계층 안전망 구축 및 보호사업 연구 (8-5-3-1) 근로자 보호 가이드라인 강화·홍보 (8-5-3-4) 이동노동자 쉼터(트레일러) 설치 사업 강화

④ 지역리스크와의 연계성

- 건강 부문 ‘[V-3] 폭염 취약시민 건강 보호’ 전략의 4개 세부이행과제는 건강 부문 9개 지역 리스크 중 아래 3개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 3) 기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증
 - (리스크 4) 기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가
 - (리스크 5) 폭염에 의한 온열 질환 증가

- (리스크 6) 폭염에 의한 정신건강 질환 증가

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
V-3-1	기존 보완	수도권 사회적거리두기 4단계 격상과 폭염특보발령이 겹치면서 무더위쉼터 운영이 중단되었으나, 자치구 및 유관 기관의 협조로 운영재개함	- 여름철 극한 기상에 대비하여 폭염 취약계층인 어르신들의 건강과 안전 보호 (상시) 일반쉼터 → (폭염특보발령) 연장·야간쉼터 연계 운영
V-3-2	기존	- 코로나19 상황에도 정부 방역지침을 반영하여 거리노숙인 및 쪽방촌주민 지원대책 적극 추진하고, 지원시설 운영중단 없이 지속 운영 - 위기 거리노숙인 발굴자원을 강화하기 위해 자치단체 특별조정교부금을 확보, 자치구 거리상담반을 확대 운영하여 거리노숙인 감소 유도	- 쪽방촌 지역 주간 순찰활동 강화(1일 2회), 건강취약 주민 특별보호, 무더위쉼터 운영('21년 12개소), 폭염특보 발령시 소화전 살포 등 - 거리노숙인 주간 순찰활동 강화(1일 4회 이상), 건강취약 거리노숙인 선별 특별관리, 노숙인 무더위쉼터 운영('21년 10개소), 이동목욕차량 (2대) 운영 등
V-3-3	기존	- 하절기 취약계층 방문건강관리서비스 제공 및 안전교육 실시 - 취약계층 고위험군 건강상태 기록 및 안전확인	- 폭염에 취약한 계층(독거어르신, 장애인, 만성질환자, 쪽방촌 거주자 등)에 대한 집중 건강관리 - 취약계층 가정방문 및 안부전화로 건강관리, 지역사회 자원연계 등 - 건강 고위험군 파악 및 사전 건강 체크, 집중사례관리 건강서비스 실시 - 폭염 발령상황 전파 및 폭염대비 행동요령 교육
V-3-4	기존	'폭염 영향예보' 적용으로 건설현장에서는 폭염대비 일일 작업계획 조정이 비교적 신속히 이루어져, 공사장 운영 관련 위험 리스크가 경감됨	- 폭염 대비 행동요령 등 폭염대책 각 건설공사장 전파 - 건설근로자 작업중 휴식시간제 운영 - 그늘막 설치 등 휴식공간 마련 - 공사장별 매일 자체 교육 실시

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

○ [V-3-1] 무더위쉼터 운영

- 사업내용: 주민센터, 관공서, 복지관, 도서관, 은행 등을 무더위쉼터로 지정하여 운영하고, 저소득, 취약 어르신 등을 위한 여름나기 냉방물품 지원 강화
- 성과지표: 서울시 어르신복지과에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 ‘무더위쉼터 운영 개소 수’로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 161% (‘21년 기준), 108% (5년 평균)
- 코로나19 장기화에 경로당 등 기존 실내형 무더위쉼터의 운영축소 및 중단에 대한 대응방안으로 안전숙소, 야외쉼터 등 무더위쉼터 대체시설 운영

구분	무더위쉼터 운영 개소 수 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	15,589	3,229	3,230	3,230	3,400	2,500
실적	16,404	3,234	3,342	3,769	2,026	4,033

○ [V-3-2] 여름철 쪽방촌 주민과 거리노숙인 보호 및 지원체계 운영

- 사업내용: 기후변화에 취약한 거리노숙인 및 쪽방촌주민에 대한 보호체계 구축 운영
- 성과지표: 서울시 자활지원과에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 ‘연간 거리노숙인 상담 수’와 ‘쪽방주민 생활안정지원건수’로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 ‘연간 거리노숙인 상담 수’ 113% (‘21년 기준), 130% (5년 평균), ‘쪽방주민 생활안정지원건수’ 418% (‘21년 기준), 274% (5년 평균)

구분	거리노숙인 상담건수 (건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	254,000	50,000	50,000	50,000	52,000	52,000
실적	328,855	61,362	70,876	71,727	66,118	58,772

구분	쪽방촌주민 지원건수 (건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	1,015,000	200,000	200,000	200,000	205,000	210,000
실적	2,800,342	211,381	411,498	491,806	807,640	878,017

○ [V-3-3] 계절별 기후이상(폭염·한파) 대비 방문건강 관리

- 사업내용: 독거노인, 장애인, 쪽방촌 등 취약계층에 대한 폭염 대비 건강관리
- 성과지표: 서울시 건강증진과에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 '폭염취약계층 방문건강관리(진)'로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 84% ('21년 기준), 98% (5년 평균)
 - 하절기 취약계층 방문건강관리서비스 제공 및 안전교육 실시
 - 취약계층 고위험군 건강상태 기록 및 안전 확인

구분	폭염대비 방문건강관리 건수 (건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	1,813,000	370,000	371,000	372,000	350,000	350,000
실적	1,770,054	363,907	348,068	340,716	424,515	292,848

○ [V-3-4] 건설공사장 근로자 보호대책 강화

- 사업내용: 기온상승 및 폭염특보 일수 증가에 따라 폭염 취약계층인 건설근로자에 대한 보호조치, 폭염 대비 행동요령 등 폭염대책 각 건설공사장 전파, 건설근로자 작업중 휴식시간제 운영
- 성과지표: 서울시 도시기반시설본부에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 '건설근로자 보호 적용대상 건설공사장 개소 수(개소)'로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 286% ('21년 기준), 137% (5년 평균)
 - 폭염특보 발령시 건설현장에서 안전사고예방(건설현장 근로자 보호조치 등)을 위해 체계적인 3단계(사전→준비→실행)로 현장점검을 실시하여 사고예방 효과는 높이면서도 시행사에 게 부담은 최소화하였음

구분	건설공사장 개소 수 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	301	36	75	61	70	59
실적	411	36	75	61	70	169

② 개선·보완사항

세부이행과제	개선·보완사항
[V-3-1] 무더위쉼터 운영	• (기존보완) 코로나19로 경로당, 3종 복지관 등 기존 무더위 쉼터로 지정된 시설의 운영중단 및 축소에 대비한 대체시설 발굴 필요
[V-3-2] 여름철 쪽방촌 주민과 거리 노숙인 보호 및 자원체계 운 영	• (기존) 노숙인 쪽방촌 거주민, 독거노인 대상 여름철 특별 보호대책 강화 방향으로 사업방향 수정 필요 • 예산계획 대비 집행률이 다소 낮아, 예산 수립시 적정규모 반영필요
[V-3-3] 계절별 기후이상(폭염·한파) 대비 방문건강 관리	• (기존) 생물학적 취약계층 및 사회경제적 취약계층을 포괄하는 밀착형 건강관리 대상 확대 (기초생활보장 대상자, 한부모가정, 다문화가정 등)
[V-3-4] 건설공사장 근로자 보호대책 강화	• (기존) 실제 건설현장수(공공 또는 민간건설현장)를 고려하여 현장점검 건수 설정, '폭염 영향예보제' 지속 도입 등을 통해 공사현장과의 대응협력체계 개선 및 강화

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

○ [V-3-1] 무더위쉼터 운영 (기존보완)

추진 계획	2022~2024 (연간 계속 추진)	• 무더위쉼터 3,400개소 운영					
	2025~2026 (연간 계속 추진)	• 무더위쉼터 3,450개소 운영					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 무더위쉼터 운영 현황 (개소)	3,355	3,400	3,400	3,400	3,450	3,450
	지표 2. 무더위쉼터 홍보실적 (건)	3,355	3,400	3,400	3400	3,450	3,450
	<산출 근거> 무더위쉼터 운영 개소 및 홍보실적 • 자치구에서 자료취합 및 재난관리업무포털 입력자료 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	22,145	4,259	4,259	4,259	4,684	4,684

○ [V-3-2] 여름철 쪽방촌 주민과 거리노숙인 보호 및 지원체계 운영 (기존)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	• 쪽방촌주민 및 거리노숙인 여름철 특별보호대책 추진 • 노숙인 및 쪽방촌 주민 무더위쉼터 운영					
	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
성과 지표			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 쪽방촌주민, 거리노숙인 무더위쉼터 운영 (개소)	22	22	22	22	22	22
	<산출 근거> 매년 여름철 쪽방촌 주민 및 거리노숙인 무더위쉼터 운영 개소수 확인 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	2,137	411	419	427	435	445
	쪽방촌 주민	시비	735	141	144	147	150
		재난 기금	61	12	12	12	13
	거리 노숙인	시비	1,231	237	241	246	251
		재난 기금	110	21	22	22	23

④ 기대효과

세부이행과제	기대효과
[V-3-1] 무더위쉼터 운영	• 무더위쉼터에 대한 적극적 홍보를 통해 무더위쉼터 이용률 제고 • 코로나19 방역 지침 준수 등 철저한 시설관리를 통한 안전한 쉼터 제공
[V-3-2] 여름철 쪽방촌 주민과 거리 노숙인 보호 및 지원체계 운영	• (거리노숙인 보호) 폭염 시 급식, 응급잠자리, 샤워·의류·위생관리 등을 지원하여 노숙인 보호 • (쪽방주민 보호) 폭염 시 쪽방촌 주민 생활 지원시설 설치 등 생활여건개선을 통해 취약계층 보호강화
[V-3-3] 계절별 기후이상(폭염·한파) 대비 방문건강 관리	• 방문건강관리 전문인력 확보로 신속하고 효과적인 취약계층 현장밀착형 건강관리 강화 • 폭염 고위험군 발굴 및 집중 건강관리 강화에 따른 건강이상자 조기발견 및 대처로 폭염으로 인한 피해정도 최소화
[V-3-4] 건설공사장 근로자 보호대책 강화	• 철저한 사전준비 및 폭염 특보 발령 시 휴식시간·공간 제공을 통한 건설 공사장 근로자 안전 확보

건강

[V-4] 대기오염으로 인한 건강영향 관리

(1) 과제 개요

① 배경 및 필요성

- 기후변화에 의한 대기정체 및 대기안정도 증가는 미세먼지, 오존 등 대기오염의 고농도 현상을 증가시킴. 고농도 미세먼지가 빈번하게 발생함에 따라 대기질 악화뿐만 아니라, 시민들의 건강에 대한 우려가 커지고 있음. 대기오염은 성인의 경우 허혈성 심장질환과 뇌졸중을, 아동은 폐기능 감소 및 호흡기 질환 등을 유발함
- 세계보건기구(WHO)에 의하면 대기오염은 흡연과 동등한 수준으로 질병을 일으키며, 국제암연구소(IARC)에서는 2013년에 미세먼지를 1급 발암물질로 규정함. 2016년 기준, 대기오염으로 인한 전 세계 연간 사망자 수는 420만 명으로 추정됨(WHO, 2021)
- 특히, 기후환경의 변화로 인한 대기오염의 증가 등으로 인해, 호흡기계·알레르기 질환을 악화시키는 요인이 증가하고 있음. 유아기에서부터 발병률이 높은 호흡기계·알레르기 질환은 노인이 될 때까지 전 생애에 걸쳐 지속되며 삶의 질을 저하시킴
- 서울의 미세먼지 발생 특성을 살펴보면, 계절적 요인과 국내외 영향으로 겨울에서 봄철 고농도 미세먼지 발생이 집중됨. 2018년~2020년 3년간 12월~3월 동안 초미세먼지(PM_{-2.5}) 평균농도는 31.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 4월~11월 평균농도인 18.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 1.7배에 달하고, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하는 고농도 일수의 80%(43일)가 12월~3월에 해당함. 이에 따라, 미세먼지 시준제 및 집중관리구역 지정을 지속 관리할 필요가 있음

[표 6-14] 서울 미세먼지 발생 현황

구 분	12~3월	4~11월
최근 3년간 PM _{-2.5} 농도	31.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
최근 3년간 PM _{-2.5} 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과일수	43일	11일

자료: 서울특별시 대기환경정보 웹사이트, 2021.12.09. 검색

- 국내 대기오염물질 발생 요인으로 난방 및 발전이 가장 큰 비중을 차지하고, 다음으로 자동차에 의한 영향이 큼. 서울의 대기오염물질 배출량 현황을 살펴보면, 2017년도에 전체 오염물질 중 도로이동오염원이 34%를 차지했음(서울시 보건환경연구원, 2020)
- 대기오염에 의한 건강 영향을 최소화하기 위해서는 대기오염 발생의 계절적 특성과 서울의 주요 발생원을 고려하여 대기오염 발생 자체를 줄이고, 대기오염 발생 시에는 시민들이 건강상의 피해를 최소화할 수 있도록 관련 정보를 신속하게 전달하는 체계를 갖추어야 함. 더불어, 시민들에게 생활 속에서 미세먼지 저감을 위한 실천 방법 및 고농도 미세먼지 발생 시 시민 대처 방법을 익힐 수 있도록 관련 사업을 추진해야 함

② 세부이행과제 총괄

과제번호	과제명	과제유형	주관부서	추진기간	과제성격
[V-4-1]	대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교	기존보완	감염병관리과	단기 (‘22~’26)	사회적 대책
[V-4-2]	미세먼지 집중관리구역 운영	기존보완	대기정책과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[V-4-3]	대기오염 예·경보제 운영	기존보완	대기정책과	단기 (‘22~’26)	사회적 대책
[V-4-4]	대기오염 측정망 구축 및 운영	기존보완	대기정책과	단기 (‘22~’26)	비구조적 대책
[V-4-5]	고농도 미세먼지 비상저감조치 이행	기존보완	대기정책과	단기 (‘22~’26)	사회적 대책
[V-4-6]	미세먼지 저감을 위한 도로먼지 흡입 및 물청소	기존	생활환경과	단기 (‘22~’26)	구조적 대책
[V-4-7]	어린이 활동공간 환경안전 관리점검 및 교육·홍보	기존보완	감염병관리과	단기 (‘22~’26)	사회적 대책

③ 상위계획과의 연계성

- 국가리스크 H4, H8-H9 내용과 연계
 - (H4) 대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가
 - (H8) 대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가

- (H9) 대기오염에 의한 정신건강 질환 증가
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 국토 부문 ‘③ 사회기반시설·건축물 적응능력 제고’ 과제와 내용 연계
 - (3-3-2) 건축물 기후 적응 체계 강화
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 건강 부문 ‘① 기후변화 건강영향 감시 및 평가 체계 구축’ 세부과제와 내용 연계
 - (5-1-1) 기후변화 건강영향 감시 체계 운영
 - (5-1-1-2) 극한기상 대비 건강영향 감시·관리 플랫폼(앱 등) 개발
- 제3차 국가 기후변화 적응대책의 정책방향_종합 감시체계 적응대책의 ‘② 기후변화 유발물질 감시 역량 강화’ 과제와 내용 연계
 - (7-2-1) 온실가스 및 단기체류 기후변화 유발물질 감시 역량 강화
 - (7-2-2) 온실가스 감시정보의 활용체계 개선
- 제3차 국가 기후변화 적응대책 기후변화 제고 기반 마련의 ‘② 기후변화 취약계층 중점 보호 강화’ 세부과제와 내용 연계
 - (8-5-2) 사회·경제적 취약계층 지원 강화

세부이행과제	관련 국가리스크	관련 국가 적응대책 및 내용
[V-4-1] 대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교	H8	(5-1-1-2) 극한기상 대비 건강영향 감시·관 리 플랫폼(앱 등) 개발
[V-4-2] 미세먼지 집중관리구역 운영	H4, H8-H9	(7-2-1) 온실가스 및 단기체류 기후변화 유발 물질 감시 역량 강화 (8-5-2) 사회·경제적 취약계층 지원 강화
[V-4-3] 대기오염 예·경보제 운영	H4, H8-H9	(7-2-2) 온실가스 감시정보의 활용체계 개선
[V-4-4] 대기오염 측정망 구축 및 운영	H4, H8-H9	(7-2-1) 온실가스 및 단기체류 기후변화 유발 물질 감시 역량 강화
[V-4-5] 고농도 미세먼지 비상저감조치 이행	H4, H8-H9	(7-2-1) 온실가스 및 단기체류 기후변화 유발 물질 감시 역량 강화
[V-4-6] 미세먼지 저감을 위한 도로먼지 흡입 및 물청소	H4, H8-H9	(7-2-1) 온실가스 및 단기체류 기후변화 유발 물질 감시 역량 강화
[V-4-7] 어린이 활동공간 환경안전 관리점검 및 교육·홍보	H4, H8-H9	(3-3-2) 건축물 기후 적응 체계 강화 (8-5-2) 사회·경제적 취약계층 지원 강화

④ 지역리스크와의 연계성

- 건강 부문 ‘[V-4] 대기오염으로 인한 건강영향 관리’ 전략의 7개 세부이행과제는 건강 부문
9개 지역리스크 중 아래 3개 리스크를 관리하기 위해 선정됨
 - (리스크 7) 대기오염에 의한 정신건강 질환 증가
 - (리스크 8) 대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가
 - (리스크 9) 대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가

⑤ 기존 추진실적과 제3차 대책 추진계획 요약

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
V-4-1	기존 보완	아토피·천식 안심학교 운영으로 지속적인 교육홍보를 통해 질환에 대한 올바른 인식 고취	- 기후환경의 변화로 인한 대기오염의 증가 등으로 인해, 호흡기계·알레르기 질환을 악화시키는 요인이 증가하고 있음. 유아기에서부터 발병률이 높은 호흡기계·알레르기 질환은 노인이 될 때까지 전 생애에 걸쳐 지속되며 삶의 질을 저하시킴에 따라 사업을 유지함 - 소아·청소년기에 적절히 관리되지 않은 알레르기 질환은 성인기 중증 알레르기 질환으로 이행하여 성인기 경제적 부담과 손실 초래하므로, 초등학교, 유치원, 어린이집을 대상으로 아토피·천식 예방 관리 사업을 실시 - 서울시 아토피·천식 안심학교 운영 - 서울시 아토피·천식 교육정보센터 운영(민간위탁)
V-4-2	기존 보완	어린이, 노인 등 미세먼지 취약계층 보호	(초)미세먼지 연간 평균농도가 환경기준*을 초과하고, 취약계층이 이용하는 시설이 집중된 지역에 대하여 집중관리구역 내 미세먼지 배출저감 및 노출저감 사업 추진
V-4-3	기존 보완	- 신속한 상황 전파로 고농도 대기오염으로부터 노출 피해 최소화 - 어린이, 고령자, 야외 작업자 등 취약계층의 건강 보호 강화	- 신속한 예·경보 상황전파로 고농도 대기오염으로부터 노출저감을 통한 시민들의 건강을 보호 - 신속한 상황전파, 사업장·공사장 배출저감, 도로청소, 노출저감 등 조치사항 이행 - 경보 발령 후 15분 이내 신속한 전파(홈페이지, 공문, 문자, 카카오톡 등)

과제 번호	과제 유형	기존 추진실적('17~'21)	제3차 대책 추진계획('22~'26)
V-4-4	기존 보완	- 대기오염물질 측정, 평가 및 실시간 대기질 정보 제공 - 대기오염측정망 운영실태 점검 및 장애상황 발생 시 복구 - 대기오염측정망 이전 및 설치, 시설물 유지보수 등 - 내부 정도관리, 외부 정도검사, 등가성 평가를 통한 측정망 신뢰도 향상	- 대기오염물질에 대한 감시체계 구축 및 대기질 개선을 위한 기초 자료 확보로 궁극적으로 대기오염으로부터 시민의 건강을 보호 - 대기질 측정·분석 전문기관인 보건환경연구원에서 대기오염측정망 관리 및 대기질 평가 수행
V-4-5	기존 보완	- 대기배출사업장·비산먼지 발생 건설공사장 배출 저감 - 시·자치구 행정·공공기관 주차장 폐쇄(2부제), 배출가스 5등급 차량 운행제한 - 도로 청소 강화, 노출저감(취약계층 보호, 어린이집·유치원·학교의 휴업·휴원 권고 등)	- 고농도 초미세먼지가 일정시간 지속하거나 예상될 때 단기간으로 초미세먼지 배출량을 줄이기 위한 비상수단으로 환경부 위기경보 발령에 따라 시·도지사가 비상저감조치 시행 - 시장을 본부장으로 하는 미세먼지 재난안전대책본부 운영 및 시·구, 산하기관 등 전 기관(부서)의 대응체계 구축 - 연중 24시간 대기질 모니터링 및 미세먼지 비상저감조치 상황실 운영
V-4-6	기존	- 서울클린데이 운영 시 도로 청소 병행 - 미세먼지계절관리제 운영에 따른 도로 청소 강화	- 친환경 도로청소차의 지속적인 보급으로 도로 재비산 먼지 발생 억제 - 연중 계속적인 도로청소 실시로 도로 먼지 제거를 통한 대기질 개선계절관리제 연계 집중관리도로 지정하여 도로 청소 집중 - CNG청소차 등 친환경 도로청소차 확대 보급
V-4-7	기존 보완	어린이 활동공간 및 환경건강취약계층 주변 유해인자로부터 안전한 환경을 조성하여 시민 건강보호	- 어린이활동공간(어린이집보육시설, 어린이놀이시설) 주변에 다양하게 분포하는 환경호르몬 등 각종 환경유해인자로부터 어린이 건강 보호 - 어린이활동공간 환경안전점검: 시설 마감재, 도로의 중금속 검사 등 - 환경유해인자 예방 교육 등

(2) 과제 내용 및 추진계획

① 추진실적 및 성과(2017~2021)

- [V-4-1] 대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교
 - 사업내용: 서울시 아토피·천식 안심학교 운영 및 지원 및 알레르기 질환 예방관리 교육 진행
 - 성과지표: 서울시 감염병관리과에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 ‘아토피·천식 안심학교 운영(개소)’와 ‘알레르기 질환 예방관리 교육(건)’으로 제시함
 - 추진실적: 목표대비 실적 ‘아토피·천식 안심학교 운영(개소)’ 112% (‘21년 기준), 108% (5년 평균), ‘알레르기 질환 예방관리 교육(건)’ 76% (‘21년 기준), 98% (5년 평균)
 - 코로나19로 인해 학교개학 및 등교 연기로 알레르기 질환 예방관리 교육 사업이 저조하였음.
 - 2020년 하반기부터는 알레르기질환 예방교육을 비대면 교육으로 전환하여 사업을 수행함

구분	아토피·천식 안심학교 운영 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	3,050	700	550	600	600	600
실적	3,277	691	654	655	606	671

구분	알레르기 질환 예방관리 교육 (건)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	3,400	660	670	680	690	700
실적	3,308	870	782	801	326	529

- [V-4-2] 미세먼지 집중관리구역 운영
 - 사업내용: 미세먼지 농도가 높으며 어린이, 노인 등 미세먼지 취약계층 이용시설이 밀집한 지역을 ‘미세먼지 집중관리구역(안심구역)’으로 지정·운영
 - 성과지표: 서울시 대기정책과에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 ‘미세먼지 집중관리구역 운영 개소 수(개소)’로 제시함
 - 추진실적: 목표대비 실적 100% (‘21년 기준), 100% (5년 평균)
 - 취약계층 이용시설이 많고 대기 배출사업장이 밀집한 3개 구역(관악구, 광진구, 성동구)을 미세먼지 집중관리구역으로 신규 지정
 - 시-자치구-민간 협업을 통해 지역맞춤형 미세먼지 저감, 취약계층 보호 사업 추진으로 시민만족도를 제고하는 토대 마련

구분	미세먼지 집중관리구역 운영 개소 수 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	9	-	-	3	3	3
실적	9	-	-	3	3	3

○ [V-4-3] 대기오염 예·경보제 운영

- 사업내용: 관련 법령 「대기환경보전법」에 따른 대기오염물질 예보 및 고농도 시 경보 발령·전파, 대기오염 통합 경보관리시스템 운영을 통해 신속한 전파를 목표로 함
- 성과지표: 서울시 대기정책과에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 ‘15분 이내 전파율(%)’로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 100% (‘21년 기준), 100% (5년 평균)
 - 대기오염 예보와 고농도 대기오염 발생 시 경보상황을 15분 이내 전파 완료, ‘21년 총 784회 발령 중 784회 성과 달성

구분	15분 이내 전파율 (%)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	-	예·경보제 운영	예·경보제 운영	15분 이내 전파	15분 이내 전파	15분 이내 전파
실적	-	예·경보제 운영	예·경보제 운영	99.9% 달성	100% 달성	100% 달성

○ [V-4-4] 대기오염 측정망 구축 및 운영

- 사업내용: 초미세먼지 등 대기오염물질에 대한 신뢰성 높은 감시체계 구축 및 대기질 개선을 위한 기초자료 확보와 시민 건강 보호를 위해 대기오염측정소 및 대기오염전광판 시설 유지 보수, 노후 측정장비 유지보수, 교체 및 보강 등을 추진
- 성과지표: 서울시 대기정책과에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 ‘유효 가동율(%)’로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 104% (‘21년 기준), 104% (5년 평균)
 - 서울시 대기환경정보 홈페이지(cleanair.seou.go.kr) 및 대기오염전광판 (12개소), 버스정도단말기(BIT) 등을 통한 측정자료 공개

구분	유효 가동율 (%)					
	평균	2017	2018	2019	2020	2021
목표	95%	95%	95%	95%	95%	95%
실적	99%	99%	99%	99%	99%	99%

○ [V-4-5] 고농도 미세먼지 비상저감조치 이행

- 사업내용: 고농도 초미세먼지(PM-2.5)가 일정기간 지속되거나 예상될 때 단기적으로 초미세먼지를 줄이기 위한 비상저감수단
- 성과지표: 서울시 대기정책과에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 ‘비상저감조치 이행율(%)’로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 100% ('21년 기준), 100% (5년 평균)
· '17.7월에 최초로 시행된 이후 '20년까지 총 22회 시행

구분	비상저감조치 이행율 (%)					
	평균	2017	2018	2019	2020	2021
목표	100%	-	100%	100%	100%	100%
실적	100%		100%	100%	100%	100%

○ [V-4-6] 미세먼지 저감을 위한 도로먼지 흡입 및 물청소

- 사업내용: 친환경 도로청소차의 지속적인 보급으로 도로 재비산 먼지 발생 억제, 연중 계속적인 도로청소 실시로 도로 먼지 제거를 통한 대기질 개선
- 성과지표: 서울시 생활환경과에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 ‘도로청소 길이(천km)’로 제시함
- 추진실적: 목표대비 실적 91% ('21년 기준), 103% (5년 평균)
· 작업거리 : 3,067,915km(고압 살수차 : 803,089km, 분진흡입차 : 1,162,155km, 노면청소차 1,102,671km)

구분	도로 청소 길이 (천km)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	12,170	1,100	1,250	2,950	3,500	3,370
실적	12,287	1,233	1,322	3,350	3,315	3,067

○ [V-4-7] 어린이 활동공간 환경안전 관리점검 및 교육·홍보

- 사업내용: 생활환경 변화에 따라 일상 생활속에 환경호르몬 노출빈도가 높아지면서 환경성 질환이 증가하는 추세로 체계적 관리가 필요해짐에 따라, 어린이활동공간(어린이집 보육시설, 어린이놀이기구) 주변에 다양하게 분포하는 환경호르몬 등 각종 환경유해인자로부터 어린이 건강 보호를 위해 어린이 활동공간의 시설 마감재, 도료의 중금속 검사 등 환경안전점검과 환경유해인자 예방 교육을 실시
- 성과지표: 서울시 감염병관리과에서 시행하는 사업으로, 성과지표는 ‘어린이 활동공간 환

경안전 지도점검 개소 수(개소)'로 제시함

- 추진실적: 목표대비 실적 144% ('21년 기준), 128% (5년 평균)
- 어린이활동공간 환경안전관리 점검 강화: 4,318개소 점검
- 코로나19로 인해 환경유해인자 안전 교육 및 환경유해인자 예방 인형극 공연 미실시

구분	환경안전관리 지도점검 (개소)					
	총계	2017	2018	2019	2020	2021
목표	17,000	4,000	4,000	3,000	3,000	3,000
실적	21,746	4,988	4,970	4,065	3,405	4,318

② 개선·보완사항

세부이행과제	개선·보완사항
[V-4-1] 대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교	• (기존보완) 어린이집, 보육원 대상 교육서비스 확대, 교육 콘텐츠 다양화 (기후변화와 환경보건 관련 다양한 콘텐츠 제작 및 보급 등) 필요
[V-4-2] 미세먼지 집중관리구역 운영	• (기존보완) 미세먼지 집중관리구역에 관한 사업이 잘 추진되고 있으며 기존 사업의 지속유지가 필요함
[V-4-3] 대기오염 예·경보제 운영	• (기존보완) 신속한 대기오염 예·경보 시스템이 운영되고 있으며 기존 사업의 지속유지가 필요함
[V-4-4] 대기오염 측정망 구축 및 운영	• (기존보완) 지난 5년간 대기오염 측정망 구축이 추진되었으며 구축된 측정망을 활용한 지속 운영이 필요함
[V-4-5] 고농도 미세먼지 비상저감조치 이행	• (기존보완) 고농도 미세먼지 비상저감 조치가 잘 이행되고 있으며, 기존 사업의 지속유지가 필요함
[V-4-6] 미세먼지 저감을 위한 도로먼지 흡입 및 물청소	• (기존) 도로의 미세먼지 저감 및 먼지 흡입을 위해 물청소 차량의 추가 확보가 필요하며, 특히 친환경 도로청소차량을 확대 보급할 예정
[V-4-7] 어린이 활동공간 환경안전 관리점검 및 교육·홍보	• (기존보완) 2020년의 경우 코로나19로 인해 보육시설 등 등원 연기 및 대면 교육의 어려움 등으로 환경유해인자 예방인형극 공연을 실시하지 못함. 비대면교육 방법 등을 모색하여 교육 실시 예정

③ 연도별 추진계획(2022~2026)

- [V-4-1] 대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교 (기존보완)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	- 아토피·천식 안심학교 운영: 연간 600개소 - 알레르기 질환 예방관리 교육: 연간 500건					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 아토피·천식 안심학교 운영 (개소)	671	600	600	600	600	600
	지표2. 알레르기 질환 예방관리 교육 (건)	529	500	500	500	500	500
	<산출 근거> • 지표1: 아토피·천식 안심학교 운영 실적/아토피·천식 안심학교 운영 목표×100 (아토피천식 교육정보센터로부터 운영 실적 수집) • 지표2: 알레르기 질환 예방관리 교육(건)실적/ 알레르기 질환 예방관리 교육(건)목표×100 (아토피천식 교육정보센터로부터 교육 실적 수집) <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	1,950	390	390	390	390	390
	시비	975	195	195	195	195	195
	구비	975	195	195	195	195	195

- [V-4-2] 미세먼지 집중관리구역 운영 (기존보완)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	미세먼지 집중관리구역 연간 9개 구역 운영					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 집중관리구역 운영실태 점검 (구역)	9	9	9	9	9	9
예산 계획	<산출 근거> 집중관리구역 운영실태 점검(구역별 1회) <지표 유형> 정량 지표						
	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	960	960	-	-	-	-

○ [V-4-3] 대기오염 예·경보제 운영 (기존보완)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	- 신속한 상황전파, 사업장·공사장 배출저감, 도로청소, 노출저감 등 조치사항 이행 - 경보 발령 후 15분 이내 신속한 전파(홈페이지, 공문, 문자, 카카오톡 등)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 15분 이내 전파율 (%)	100	100	100	100	100	100
	<산출 근거> $15\text{분 이내 전파율}(\%) = \frac{15\text{분 이내 전파 횟수}}{\text{총 전파 횟수}} \times 100$ 대기오염 통합 경보관리시스템 (http://98.29.35.243) <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	1,050	210	210	210	210	210

○ [V-4-4] 대기오염 측정망 구축 및 운영 (기존보완)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	- 대기오염측정망 구축 및 운영을 통한 시민 건강 보호 및 알 권리 충족 - 측정소 및 기기 유지관리로 대기오염물질 측정기기의 유효 가동율 향상					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 유효 가동률 (%)	99	95 ↑	95 ↑	95 ↑	95 ↑	95 ↑
	<산출 근거> $\text{유효 가동률}(\%) = \frac{\text{유효 측정시간 수}}{\text{총 측정시간 수}} \times 100$ 유효 가동율 산출근거 : 서울시 TMS 시스템 (실시간 모니터링 시스템) <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계 (시비)	14,900	2,980	2,980	2,980	2,980	2,980

○ [V-4-6] 미세먼지 저감을 위한 도로먼지 흡입 및 물청소 (기존)

추진 계획	2022	(계속사업) 계절관리제 연계 집중관리도로 지정하여 도로 청소 집중 - 친환경 도로청소차량 확대: 총 20대 (CNG도로청소차 18대, 전기포터살수차 2대)					
	2023	친환경 도로청소차량 확대: 총 15대(기존 경유 차량을 CNG 및 전기 차량으로 교체 및 신규 보급)					
	2024	친환경 도로청소차량 확대: 총 15대(기존 경유 차량을 CNG 및 전기 차량으로 교체 및 신규 보급)					
	2025	친환경 도로청소차량 확대: 총 22대 (기존 경유 차량을 수소차량으로 교체 및 신규 보급)					
	2026	친환경 도로청소차량 확대: 총 30대 (기존 경유 차량을 수소차량으로 교체 및 신규 보급)					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 도로 먼지흡입·물청소 실적 (천 km)	1,581	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900
	〈산출근거〉 - 차량별 작업거리(km)/일×차량대수×작업일수×가동률 - 작업거리기준: 50km/대·일(분진), 28km/대·일(물) - 분진청소차량 130대, 물청소차 185대('21.10.월 기준) - 작업일수: 262일(5년 평균 강우일수104일 제외) '21.1~9월 청소차 평균 가동률(분진 50%, 물 76%) 〈산 출 식〉 - 분진청소: 848천km(50km/일·대×130대×261일×0.5) - 물 청 소: 1,027천km(28km/일·대×185대×261일×0.76) ※ 이상 기후변화(강우, 눈 등) 및 요소수 수급 등 외부 요인에 따라 도로청소 실적 변동폭이 크게 나타남						
	〈지표 유형〉 정량 지표						
예산 계획	구분	합계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
	총계	66,200	5,600	6,300	7,500	19,800	27,000
	시비	49,300	2,800	3,960	5,100	15,840	21,600
	구비	16,900	2,800	2,340	2,400	3,960	5,400

○ [V-4-7] 어린이 활동공간 환경안전 관리점검 및 교육·홍보 (기존보완)

추진 계획	2022~2026 (연간 계속 추진)	• 어린이활동공간 환경안전관리 지도·점검 연간 3,000개소					
성과 지표	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			'22	'23	'24	'25	'26
	지표1. 환경안전관리 지도점검 (개소)	1,419	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
	<산출근거> 지도점검 실적/ 목표×100 • 지도점검 실적을 각 자치구로부터 수집 후 취합 <지표 유형> 정량 지표						
예산 계획	※ 비예산 사업						

④ 기대효과

세부이행과제	기대효과
[V-4-1] 대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교	• 아토피·천식 안심학교 운영으로 지속적인 교육홍보를 통해 질환에 대한 올바른 인식 고취. 코로나19 유행상황 지속에 따른 비대면 교육 등 교육방법 다양화로 알레르기 질환 예방관리교육 활성화
[V-4-2] 미세먼지 집중관리구역 운영	• '19~'22년(4년간) 매년 3개소씩 확대 지정 운영으로 미세먼지 취약계층 건강피해 예방 및 최소화
[V-4-3] 대기오염 예·경보제 운영	• 신속한 상황전파로 고농도 대기오염으로부터 시민의 건강 보호
[V-4-4] 대기오염 측정망 구축 및 운영	• 95% 이상의 측정망 유효 가동율 달성 및 측정결과의 대시민 공개를 통한 시민 노출 저감 기대
[V-4-5] 고농도 미세먼지 비상저감 조치 이행	• 단기간의 초미세먼지 배출량 저감을 통한 시민들의 노출 저감 및 건강 보호
[V-4-6] 미세먼지 저감을 위한 도로 먼지 흡입 및 물청소	• 도로재비산 먼지 발생 최소화로 대기질 향상
[V-4-7] 어린이 활동공간 환경안전 관리점검 및 교육·홍보	• 어린이 활동공간 및 환경건강취약계층 주변 유해인자로부터 안전한 환경을 조성하여 시민 건강보호

03

예산계획 및 성과목표

1) 세부이행과제 예산계획

[표 6-15] 서울시 기후위기 적응대책(2022~2026) 건강 부문 예산계획

세부이행 과제	구분	총계	예산계획 (백만원)				
			'22	'23	'24	'25	'26
V-1-1	-	-	-	-	-	-	-
V-1-2	-	-	-	-	-	-	-
V-1-3	총계	1,170	234	234	234	234	234
	국비	585	117	117	117	117	117
	시비	350	70	70	70	70	70
	구비	235	47	47	47	47	47
V-1-4	총계	31,884	3,522	10,206	6,052	6,052	6,052
	국비	476	65	100	102	104	105
	시비	56,508	10,859	11,076	11,297	11,523	11,753
V-1-5	총계 (시비)	31,884	3,522	10,206	6,052	6,052	6,052
V-2-1	총계	3,805	761	761	761	761	761
	국비	335	67	67	67	67	67
	시비	3,470	694	694	694	694	694
V-2-2	-	-	-	-	-	-	-
V-2-3	총계 (시비)	975	195	195	195	195	195
V-2-4	총계 (시비)	975	195	195	195	195	195
V-3-1	총계 (시비)	22,145	4,259	4,259	4,259	4,684	4,684
V-3-2	총계	2,137	411	419	427	435	445
	시비	1,966	378	385	393	401	409
	재난기금	171	33	34	34	34	36
V-3-3	-	-	-	-	-	-	-
V-3-4	-	-	-	-	-	-	-
V-4-1	총계	1,950	390	390	390	390	390
	국비	975	195	195	195	195	195
	시비	975	195	195	195	195	195
V-4-2	총계 (시비)	960	960	-	-	-	-
V-4-3	총계 (시비)	1,050	210	210	210	210	210
V-4-4	총계 (시비)	14,900	2,980	2,980	2,980	2,980	2,980
V-4-5	-	-	-	-	-	-	-
V-4-6	총계 (시비)	66,200	5,600	6,300	7,500	19,800	27,000
	국비	49,300	2,800	3,960	5,100	15,840	21,600
	시비	16,900	2,800	2,340	2,400	3,960	5,400
V-4-7	-	-	-	-	-	-	-

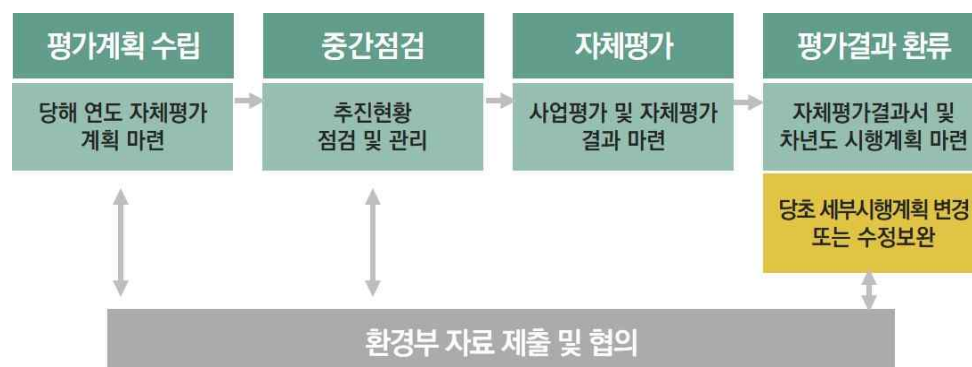
2) 세부이행과제 성과목표

[표 6-16] 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026) 건강 부문 성과목표

세부이행 과제	성과지표명 (단위)	현재 수준	목표				
			2022	2023	2024	2025	2026
V-1-1	특보발령 시 문자 서비스 제공률 (&)	100	100	100	100	100	100
V-1-2	폭염대비 시민행동요령 홍보건수 (건)	1	1	1	1	1	1
V-1-3	자동심장충격기 설치 (대)	9,703	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
V-1-4	거리노숙인 겨울철 응급잠자리 최대 수용인원 (명)	785	785	785	785	785	785
	거리노숙인 지원 무더위쉼터 운영 개소 (개소수)	10	10	10	10	10	10
V-1-5	스마트 헬스케어 사업 참여자 (만 명 누적)	-	5	10	15	30	60
V-2-1	모기 모니터링 시스템(DMS) 가동 (대)	50	50	50	50	50	50
	레지오넬라균 검사 (건)	115	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
V-2-2	감염병 감시체계 운영 (일)	-	365	365	365	365	365
V-2-3	식중독 대책협의회 개최 (회)	0	2	2	2	2	2
V-2-4	집중관리업소 지도점검 (회)	0	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
V-3-1	무더위쉼터 운영 (개소)	3,355	3,400	3,400	3,400	3,450	3,450
V-3-2	쪽방촌주민, 거리노숙인 무더위쉼터 운영 (개소)	22	22	22	22	22	22
V-3-3	취약계층 폭염·한파 대비 방문건강 관리 (천건)	292	300	310	320	330	340
V-3-4	건설공사장 폭염 대응 (개소)	-	소관 공사장	소관 공사장	소관 공사장	소관 공사장	소관 공사장
V-4-1	아토피·천식 안심학교 운영 (개소)	671	600	600	600	600	600
	알레르기 질환 예방관리 교육 (건)	529	500	500	500	500	500
V-4-2	집중관리구역 운영 점검 (구역)	9	9	9	9	9	9
V-4-3	15분 이내 전파율 (%)	100	100	100	100	100	100
V-4-4	유효 가동률 (%)	99	95 ↑	95 ↑	95 ↑	95 ↑	95 ↑
V-4-5	비상저감조치 이행률 (%)	100	95 ↑	95 ↑	95 ↑	95 ↑	95 ↑
V-4-6	도로 먼지흡입·물청소 실적 (천 km)	1,581	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900
V-4-7	환경안전관리 지도점검 (개소)	1,419	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000

04 이행평가 및 모니터링 계획

- 환경부 「지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 이행평가 지침」(2020.개정)은 이행상황에 대한 자체 평가방법과 절차, 계획 시행의 적정성 확인을 위한 자료 등 이행평가에 필요한 사항을 규정하고 있음. 지자체는 지침에 따라 기후변화 적응대책 세부시행계획(5개년)의 연도별 이행 사항을 체계적이고 종합적으로 점검·평가·환류해야 하며, 아래 평가체계 및 방법은 지침을 바탕으로 정리함
- 이행평가는 ‘자체평가계획 수립’, ‘중간점검’, ‘자체평가’, ‘평가결과 환류’의 단계로 실시하며, 평가결과서 작성, 평가보고회 개최, 평가결과서 및 차년도 시행계획 제출 등의 절차를 포함함
 - 주관부서인 환경정책과는 평가일정, 평가대상 및 방법 등 평가계획을 수립하여 소관부서에 통보함
 - 중간점검은 집행실적 및 상황변화(사업, 예산 및 성과지표 등)를 모니터링하여 적정 조치 및 관리를 통한 당초 성과목표 달성의 효율성을 도모하는 과정으로, 소관부서는 집행실적, 상황변화 등을 파악하여 환경정책과에 제출하고, 환경정책과는 점검결과를 마련하여 소관부서에 통보함
 - 자체평가는 당해 연도 부문별 세부사업 추진결과에 대한 성과목표 달성도, 집행실적, 사업성과 및 미흡·보완사항 등을 종합 진단·평가하고 그 결과를 차년도 시행계획에 반영하기 위한 과정으로, 소관부서는 추진실적 및 평가결과를 환경정책과에 제출하고, 환경정책과는 평가결과서를 작성하고 평가보고회 등을 개최한 뒤 평가결과를 통보해야 하며, 소관부서는 조치계획과 이를 반영한 차년도 시행사업을 환경정책과에 제출함
 - 환경정책과는 자체평가결과서 및 차년도 시행계획을 확정하여 환경부에 제출함



[그림 6-10] 적응대책 세부시행계획 이행평가 절차

- 세부사업에 대한 평가는 정량·정성 지표로 구분하며 정량지표는 성과목표가 계량적인 실적치이고, 정성지표는 성과목표가 비계량적인 것임
 - 정량지표(계량)는 세부사업의 성과 목표치(예: 개소, 재배면적, 저감율 등)에 대한 실적치 및 예산집행 실적 정도에 따른 평가를 진행함
 - 목표 달성 노력(달성률) = 실적치/목표치(%)
 - 예산 집행노력(예산 집행률) = 실적예산/계획예산(%)
 - 정성지표(비계량)는 세부사업의 성과 목표(예: 조례 제정, 계획수립, 제도 연구 등)에 대한 노력 정도 및 예산집행 실적 정도에 따른 평가를 진행함
 - 목표 달성 정도 = 성과목표 대비 달성 정도
 - 예산 집행노력(예산 집행률) = 실적예산/계획예산(%)
- 지표별 목표 달성률과 예산 집행률을 산출하여 매우우수, 우수, 보통, 미흡으로 등급화함
 - 매우우수(20점): 목표 달성률과 예산 집행률이 각각 90% 이상인 경우
 - 우수(15점): 목표 달성률과 예산 집행률이 각각 90% 미만~80% 이상인 경우
 - 보통(10점): 목표 달성률과 예산 집행률이 각각 80% 미만~65% 이상인 경우
 - 미흡(5점): 목표 달성률과 예산 집행률이 각각 65% 미만인 경우

【표 6-17】 기후변화 적응 목표달성과 예산집행 정도에 따른 평가등급 산출기준표

〈목표달성〉				
매우 우수 (20점)	12.5	15	17.5	20
우수 (15점)	10	12.5	15	17.5
보통 (10점)	7.5	10	12.5	15
미흡 (5점)	5	7.5	10	12.5
구분	미흡(5점)	보통(10점)	우수(15점)	매우 우수(20점)
〈예산집행〉				

※ 미흡(7.5점 이하), 보통(7.5점 초과~12.5점 이하), 우수(12.5점 이상~17.5점 이하), 매우 우수(17.5점 초과)

- 평가 결과, 미흡 및 개선·보완사항과 미추진·변경·추가사업에 대해서는 조치 및 관리계획을 마련하고 이를 차년도 사업에 반영하여 시행함. 다만, 급격한 정책여건 및 상황변화 등 불가피한 사유로 인하여 내용의 일부 조정이 필요한 경우 당초 세부시행계획을 변경하여 수립할 수 있음

참고문헌

[단행본]

- 국립환경과학원, 2021, 「2019년도 기준 전국오염원조사 보고서」
- 기상청, 2011, 「지역기후변화보고서 서울」
- 기상청, 2018, 「서울특별시 기후변화 전망분석서」
- 기상청, 2017~2021, 「2016~2020년 이상기후 보고서」
- 기상청, 2021, 「우리나라 109년(1912~2020년) 기후변화 분석보고서」
- 김성은·강원삼·백종락, 2021, 「유역특성 기반의 서울시 침수위험성 분석」, 서울연구원
- 김소연, 2004, 「기후변화로 인한 여름철 폭서현상이 사망률에 미치는 영향」, 박사학위논문, 아주대학교
- 김영란·진정규, 2018, 「서울시 물순환정책 진단과 개선방안」, 서울연구원
- 김익재 외, 2016, 「물이용 지속성의 평가와 미래 전망」, 한국환경정책·평가연구원
- 김혜애 외, 2021, 「서울특별시 기후환경분야 거버넌스 운영성과와 과제」
- 관계부처합동, 2020, 「제3차 국가 기후변화 적응대책」
- 명수정 외, 2010, 「기후변화 적응 강화를 위한 사회기반시설의 취약성 분석 및 대응방안 연구 II」, 한국환경정책·평가연구원
- 서울시, 2015a, 「2015 서울시 도시생태현황도 정비」
- 서울시, 2015b, 「(기후변화 대응을 위한) 서울의 약속」
- 서울시, 2015c, 「원전하나줄이기2 에너지살림도시 서울」
- 서울시, 2015d, 「지역에너지 기본계획」
- 서울시, 2016, 「서울시 기후환경에너지 지도 제작」
- 서울시, 2017, 「서울특별시 야생생물 보호 세부계획(2017~2021)」
- 서울시, 2018a, 「서울특별시 도시안전 기본계획(안전도시 서울플랜)」
- 서울시, 2018b, 「제8차 한강생태계 조사 연구」
- 서울시, 2019, 「2019 기후변화백서」
- 서울시, 2020a, 「도시생태현황도 정비 및 정책 활용방안」
- 서울시, 2020b, 「서울시 차량통행속도 보고서」
- 서울시, 2020c, 「서울통계연보」
- 서울시, 2020d, 「해외도시 에너지계획 사례」
- 서울시, 2021a, 「2019년도 서울시 온실가스 배출 현황」
- 서울시, 2021b, 「2020년 4/4분기 서울특별시 주민등록인구통계」
- 서울시, 2021c, 「2040 물순환회복 플랜」
- 서울시, 1986~2017, 「제1차~제8차 한강생태계 조사 연구」

- 서울시도심권50플러스센터, 2019, 「서울시 하천 생태 모니터링 보고서」
- 서울연구원, 2013, 「지도로 본 서울 2013」
- 서울시 보건환경연구원, 2020, 「2019년 서울 대기질 평가보고서」
- 송인주·윤초롱, 2019, 「서울시 공원녹지 생물다양성 지표 개발과 적용방안」, 서울연구원
- 송인주·윤초롱, 「서울시 생태계서비스 평가체계 구축과 활용방안」, 서울연구원
- 신호성·이수형·박봉희, 2009, 「건강형평성 강화를 위한 의료서비스 전달체계 개선방안」, 한국보건사회연구원
- 온실가스종합정보센터, 2021, 「국가 온실가스 인벤토리(1990-2019)」
- 에너지경제연구원, 각해년도, 「지역에너지통계연보」
- 에너지경제연구원, 2021, 「2019년 기준 시군구 에너지수급통계」
- 유정민·김정아, 2020, 「2050 서울시 탄소배출 제로를 위한 비전과 추진전략」, 서울연구원
- 이은석 외, 2017, 「신 기후체제 대비 건축물 분야 기후변화 취약성 진단 연구」, 건축도시공간연구소
- 이은석 외, 2019, 「자연재해·재난 대응을 위한 탄력적 도시설계 연구」, 건축도시공간연구소
- 이정찬, 2019, 「뉴욕시 그린뉴딜 정책 및 시사점: One NYC 2050 및 기후활성화법(Climature Mobilization Act)을 중심으로」, 국토연구원
- 질병관리본부, 2019, 「2018년도 폭염으로 인한 온열질환 신고현황 연보」
- 한국시설안전공단, 2021, 「2020 시설물 통계연보」
- 한국에너지공단, 각해년도, 「신·재생에너지 보급통계」
- 한국에너지공단, 2020, 「2019년도 에너지사용량 통계」
- 행정안전부, 각년도, 「재해연보」
- 황인창·김고운·백종락, 2020, 「파리협정 이행 위한 서울시 '2050 탄소중립' 전략」, 서울연구원
- 환경부, 2014, 「한국 기후변화 평가보고서 2020: 기후변화 영향 및 적응」
- 환경부, 2020, 「지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 이행평가 지침」
- 환경부, 2021, 「제3차 국가 기후변화 적응대책(2021~2025) 세부시행계획」
- 환경부, 2021, 「지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립지침」

City of Paris, 2018, *Paris Climate Action Plan*

C40 Cities Climate Leadership Group, 2018, *Climate Action Planning Programme*

European Commission, 2020a, *Climate-neutral and smart cities*

European Commission, 2020b, *Proposed mission: 100 climate-neutral cities by 2030 – by and for the citizens*

- Greater London Authority, 2018a, *London Environment Strategy*
- Greater London Authority, 2018b, *Zero carbon London: A 1.5°C compatible plan*
- IPCC, 2018, *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*
- IPCC, 2021: *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis*
- New York City, 2019, *OneNYC 2050: A LIVABLE CLIMATE*
- OECD, 2018, *Climate-resilient Infrastructure*, OECD Environment Policy Paper No.14

[국문논문]

- 공우석 외, 2007, “뜨뜻가무시증의 시·공간적 분포와 환경생태요인”, 『대한지리학회지』, 42권 6호, pp.835~958.
- 김두연·김병일, 2015, “기후변화 영향을 고려한 도로시설 유지관리 비용변동성 예측 이항분석모델”, 『대한토목학회 논문집』, 35(5), pp.1165~1171
- 김지영 외 2인, 2009, “한국 주요도시의 폭염에 대한 기후 순응도 특성”, 『대기』, 19권 4호, pp. 309~318, 한국기상학회
- 김호성 외, 2018, “기후변화를 고려한 도시구역의 유출량 변화율 분석”, 『대한토목학회 논문집』, 38권 5호, pp.645~654, 대한토목학회
- 성현찬·황소영, 2013, “도시공원녹지의 생태성 및 기후변화 대응성 평가 기초 연구”, 『한국환경복원기술학회 지』, 16권 3호, pp.107~117, 한국환경복원기술학회
- 우경숙·김대은·채수미, 2019, “고온이 사망에 미치는 영향에 대한 메타분석”, 『보건사회연구』, 39권 2호, pp.10~36, 한국보건사회연구원
- 유지영 외, 2015, “가뭄해갈 가능성을 고려한 가뭄사상의 결정 및 확률 가뭄심도 산정”, 『한국수자원학회 논문집』, 49권 4호, pp.275~282, 한국수자원학회
- 반영운 외, 2015, “통합적 기후변화 대응 도시 조성 전략 우선순위 선정”, 『도시행정학보』, 28(1)-제28집1호, pp.147~158, 한국도시행정학회
- 박효석 외, 2014, “도시 그린인프라 확충에 따른 탄소저감 증진효과 분석”, 『도시행정학보』, 27(4), pp.1~23
- 오충현, 2021, “기후변화시대 도시림의 중요성”, 『한국환경정책학회 학술대회논문집』, pp.137~138
- 윤중석·반영운·백종인, 2014, , 한국도시행정학회 학술발표대회 논문집, pp.381~391
- 원주성 외, 2020, “기후변화 취약성을 고려한 쇠퇴도시 진단지표 산정 개선 연구 - 폭염재해 취약성을 중심으로

- , 「한국생태환경건축학회 논문집」, 20권 6호, pp.147~158, 한국생태환경건축학회
- 이병재 외, 2018, “기후변화 홍수에 대한 국토 취약성 변화 분석 연구”, 「한국방재학회 논문집」, 18권6호, pp.27~33, 한국방재학회
- 이주현 외, 2015, “우리나라 과거 가뭄사상의 정량적 특성 분석 -5대강 유역의 가뭄빈도분석을 중심으로-”, 「한국수자원학회 논문집」, 48권 12호, pp.1011~1021, 한국수자원학회
- 전상민 외, 2012, “기후변화에 따른 설계홍수량의 변화 분석”, 「한국수자원학회 2012년도 학술발표회」, pp.405
- 전시영 외, 2015, “Hidden Markov Chain 모형과 이변량 코플라함수를 이용한 가뭄빈도분석”, 「한국수자원학회 논문집」, 48권 12호, pp.969~979, 한국수자원학회
- 조현곤·김광섭, 2016, “추계학적 강우모형을 이용한 한강유역에 강우사상의 구조적인 변동특성 분석”, 「한국방재학회 논문집」, 16권 2호, pp.103~111, 한국방재학회
- 최옥연 외, 2017, “수질오염총량관리 대상물질 확대를 위한 한강수계 하천수질 경향 및 수질특성 분석”, 「한국물환경학회지」, 33권 1호, pp.15~33, 한국물환경학회
- 한대건 외, 2016, “기후변화 대응을 위한 경안천 유역의 홍수저감 대안 선정”, 「한국습지학회지」, 18권 2호, pp.154~165, 한국습지학회
- 한우석 외, 2015, “Dyna-CLUE를 이용한 기후 및 토지이용변화를 고려한 미래 홍수 유출 분석 방법”, 「한국방재학회 논문집」, 15권 6호, pp.267~278, 한국방재학회
- 한정윤 외, 2018, “기후변화에 따른 미계측 도시유역의 확률홍수량 변화에 관한 연구”, 「한국수자원학회 논문집」, 51권 5호, pp.395~404, 한국수자원학회
- 황석환·함대현, 2014, “BLRPM을 이용한 서울지점 시단위 강우의 월별 경년변화 연구”, 「한국방재학회 논문집」, 14권 4호, pp.267~278, 한국방재학회
- Muhammad Nouman Sattar 외, 2019, “기후변화에 따른 한강 유역의 확률론적 가뭄 전이 분석”, 「대한토목학회 논문집」, 39권 1호, pp.155~163, 대한토목학회

[영문논문]

- Ahn, Y., & Chae, Y., 2018, “Analyzing spatial equality of cooling service shelters, Central district of Seoul metropolitan city, South Korea”, *Spatial Information Research*, 26(6), pp.619~627.
- Chae, Y., & Park, J., 2021, “Analysis on Effectiveness of Impact Based Heatwave Warning Considering Severity and Likelihood of Health Impacts in Seoul, Korea”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), pp.2380.
- Löhmus, M., 2018, “Possible biological mechanisms linking mental health and heat—a

contemplative review", *International journal of environmental research and public health*, 15(7), pp.1515.

d'Amato, G., Rottem, M., Dahl, R., Blaiss, M. S., Ridolo, E., Cecchi, L., ... & Annesi-Maesano, I., 2011, "Climate change, migration, and allergic respiratory diseases: an update for the allergist", *World Allergy Organization Journal*, 4(7), pp.121~125.

Kim, J. G., 2020, "Influence of Climate Factors on the Occurrence of Pathogenic Escherichia coli Food Poisoning in Korea", *Journal of Environmental Health Sciences*, 46(3), pp.353~358.

Kim, J. G., Kim, J. S., & Kim, J. G., 2020, "Characteristics of Norovirus Food Poisoning Outbreaks in Korea in the 2000s Norovirus Food Poisoning in Korea", *Journal of Food Protection*, 84(3), pp.472~480.

Kim, S. H., & Jang, J. Y., 2010, "Correlations between climate change-related infectious diseases and meteorological factors in Korea", *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 43(5), pp.436~444.

Kim, Y. O., Lee, W., Kim, H., & Cho, Y., 2020. "Social isolation and vulnerability to heatwave-related mortality in the urban elderly population: a time-series multi-community study in Korea", *Environment International*, 142, 105868.

Lee, H., Kim, J. E., Lee, S., & Lee, C. H., 2018, "Potential effects of climate change on dengue transmission dynamics in Korea", *PLoS One*, 13(6), e0199205.

Lee, J. Y., Lee, W. S., Ebi, K. L., & Kim, H., 2019, "Temperature-related summer mortality under multiple climate, population, and adaptation scenarios", *International journal of environmental research and public health*, 16(6), pp.1026.

Lee, W. K., Lee, H. A., Lim, Y. H., & Park, H., 2016, "Added effect of heat wave on mortality in Seoul, Korea", *International journal of biometeorology*, 60(5), pp.719~726.

Lim, J. S., Kwon, H. M., Kim, S. E., Lee, J., Lee, Y. S., & Yoon, B. W., 2017, "Effects of temperature and pressure on acute stroke incidence assessed using a Korean nationwide insurance database", *Journal of stroke*, 19(3), pp.295.

Lee, S. W., Lee, K., & Lim, B., 2018, "Effects of climate change-related heat stress on labor productivity in South Korea", *International journal of biometeorology*, 62(12), pp.2119~2129.

Lim, Y. H., So, R., Lee, C., Hong, Y. C., Park, M., Kim, L., & Yoon, H. J., 2018, "Ambient

temperature and hospital admissions for acute kidney injury: a time-series analysis”, *Science of The Total Environment*, 616, pp.1134~1138.

Park, M. S., Park, K. H., & Bahk, G. J., 2018, “Combined influence of multiple climatic factors on the incidence of bacterial foodborne diseases”. *Science of the total environment*, 610, pp.10~16.

Son, J. Y., Lane, K. J., Lee, J. T., & Bell, M. L., 2016, “Urban vegetation and heat-related mortality in Seoul, Korea”, *Environmental research*, 151, pp.728~733.

Son, J. Y., Lee, J. T., Lane, K. J., & Bell, M. L., 2019. “Impacts of high temperature on adverse birth outcomes in Seoul, Korea: Disparities by individual-and community-level characteristics”, *Environmental research*, 168, pp.460~466.

Song, Y. J et al, 2018, Kim, C. M., Yun, N. R., Kim, S. W., Han, M. A., & Kim, D. M., 2016, “Effect of latitude and seasonal variation on scrub typhus, South Korea, 2001–2013”, *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 94(1), pp.22.

Song, Y. J., Cheong, H. K., Ki, M., Shin, J. Y., Hwang, S. S., Park, M., ... & Lim, J., 2018, “The epidemiological influence of climatic factors on shigellosis incidence rates in Korea”. *International journal of environmental research and public health*, 15(10), pp.2209.

[인터넷사이트]

<https://open.eais.go.kr> (건축데이터개방 홈페이지)

<https://cloud.eais.go.kr/> (건축행정시스템 세움터 홈페이지)

<http://kosis.kr/> (국가통계포털 홈페이지)

<https://stat.molit.go.kr/portal/main/portalMain.do> (국토교통부 통계누리 홈페이지) p.310

<https://blcm.go.kr/cmm/main/mainPage.do> (국토교통부 건축물 생애이력 관리시스템)

<https://tmacs.kotsa.or.kr> (교통안전정보관리시스템 홈페이지)

<https://www.greentogether.go.kr>(그린투게더 홈페이지)

<https://data.kma.go.kr> (기상자료개방포털 홈페이지)

<https://vestap.kei.re.kr> (기후변화 취약성 평가지원 도구 시스템 홈페이지)

<http://nationalatlas.ngii.go.kr/> (대한민국 국가지도집 홈페이지)

<https://www.bigkinds.or.kr> (빅카인즈 홈페이지)

<https://safecity.seoul.go.kr/index.do> (서울안전누리 홈페이지)

<https://news.seoul.go.kr/env/environment/climate-energy/2050-ggrs> (서울시 홈페이지)

<https://news.seoul.go.kr/traffic/archives/285> (서울시 홈페이지)

<https://news.seoul.go.kr/env/archives/514374> (서울시 홈페이지)

<https://data.seoul.go.kr/dataList/10592/S/2/datasetView.do> (서울열린데이터광장 홈페이지)

<https://data.seoul.go.kr/dataList/10818/S/2/datasetView.do> (서울열린데이터광장 홈페이지)

<https://data.seoul.go.kr/dataList/418/S/2/datasetView.do> (서울열린데이터광장 홈페이지)

<http://www.index.go.kr/main.do?cate=6> (e-나라지표 홈페이지)

<https://www.e-gen.or.kr/egen/main.do> (응급의료포털 홈페이지)

<http://www.eum.go.kr/web/am/amMain.jsp> (토지이음 홈페이지)

<https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/default.htm> (CDC 홈페이지)

www.climatejust.org.uk/messages/adapting-buildings (Climate Just 홈페이지)

https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/how-horizon-europe-was-developed_en (European Commission 홈페이지)

<https://www.london.gov.uk/coronavirus/londons-recovery-coronavirus-crisis/recovery-context/green-new-deal#acc-i-61476> (Mayor of London 홈페이지)

<https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/climate-change/surface-water/london-sustainable-drainage-action-plan> (Mayor of London 홈페이지)

<https://www.paris.fr/pages/nouveau-plan-climat-500-mesures-pour-la-ville-de-paris-5252#adoption-definitive-du-plan-climat-air-energie-de-paris> (PARIS 홈페이지)

<https://www.paris.fr/pages/nouveau-plan-climat-500-mesures-pour-la-ville-de-paris-5252#adoption-definitive-du-plan-climat-air-energie-de-paris> (PARIS 홈페이지)

<https://www.ubc-sustainable.net/news/v%C3%A4xj%C3%B6-frontrunner-towards-climate-neutrality> (UBC 홈페이지)

<https://en.viablecities.se/nytt/europas-frsta-klimatkontrakt-signerade-i-sverige-idag> (Viable Clties 홈페이지)

<https://zerotracker.net/> (Net Zero Tracker 홈페이지)

[언론기사]

국무조정실 보도자료, 2016.12.6., "신기후체제 출범에 따라 효율적 기후변화대응을 위한 국가차원의 중장기 전략과 정책방향 제시,

["https://www.opm.go.kr/opm/news/press-release.do?mode=view&articleNo=85896](https://www.opm.go.kr/opm/news/press-release.do?mode=view&articleNo=85896)

고재원, 2021.04.05., "호주 산불, 기후변화가 원인이었다", 동아사이언스,

<https://www.dongascience.com/news.php?idx=45408>

권선미, 2020.12.14., "[다가온 기후위기] ③"기후위기 못 막으면 '제2의 코로나' 확산할 것", 연합뉴스,

<https://www.yna.co.kr/view/AKR20201211101500501>

기상청 보도자료, 2021.08.08., "기후위기 대응을 위한 시간 얼마 남지 않았다"

<https://www.kma.go.kr/kma/news/press.jsp?bid=press&mode=view&num=1194043>

김세원, 2021.3.11., "[기후 칼럼] 전 세계 이상기후, 기후위기인가?", 시사오늘,

<https://www.sisaon.co.kr/news/articleView.html?idxno=124951>

배민욱, 2020.8.2., "서울 건축물 절반이 사용연한 30년 넘었다...50년 초과 17%", 뉴시스,

https://newsis.com/view/?id=NISX20200801_0001115299

서울시 보도자료, 2020.10.29., "2019년 서울지역 에너지다소비사업자 온실가스 배출량 전년대비 약 5% 증가", https://www.seoul.go.kr/news/news_report.do#view/326744?tr_code=snews

서울시 보도자료, 2020.12.30., "서울시, 국내 처음으로 '2050 온실가스 감축 추진계획' C40 제출",

https://www.seoul.go.kr/news/news_report.do#view/330903?tr_code=snews

서울시 보도자료, 2021.09.01., "서울시 수돗물 사용 분석...서울시민 한 명 하루 물 사용량 10년 간 3% 늘어", https://www.seoul.go.kr/news/news_report.do#view/346374?tr_code=snews

송혜미, 2020.8.18., "5년간 폭염에 27명 사망... 땀벌에 일하는 현장근로자 건강 '비상'", 동아일보,

<https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20200818/102524506/1>

정상호, 2020.08.21., "54일간의 슈퍼 장마가 남긴 경고 '시사직격'", 아이뉴스24,

<http://www.inews24.com/view/1292359>

환경부 보도자료, 2018.7.24., "2030 온실가스 감축 로드맵 수정안 및 2018~2020년 배출권 할당계획 확정",

<http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?menuId=286&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&boardId=886420>

환경부 보도자료, 2021.08.31., "2050 탄소중립을 향한 경제·사회 전환 법제화 탄소중립기본법 국회 통과"

<http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=1&boardId=1473295&menuId>

=286

Matthew Taylor, 2018.12.11., "London mayor unveils plan to tackle 'climate emergency'", The Guardian,

<https://www.theguardian.com/uk-news/2018/dec/11/london-mayor-sadiq-khan-city-climate-emergency>

Omri Wallach, 2021.06.08., "Race to Net Zero: Carbon Neutral Goals by Country",

<https://www.visualcapitalist.com/race-to-net-zero-carbon-neutral-goals-by-country/>

Shirley Rodrigues, 2020.12.15., "A Green New Deal for London, UK100",

<https://www.uk100.org/blog/2020/12/green-new-deal-london>

Vjosa Isai, 2021.09.20., "Climate change was supposed to be a big issue this election. It wasn't.", The New York Times,

<https://www.nytimes.com/2021/09/20/world/canada/climate-change-election.html>

WHO, 2021.9.22., "Ambient (outdoor) air pollution",

[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

부록

1_기후변화 취약성 평가

01 기후변화 취약성 평가

1 • 물관리

1) 취약성 평가 항목

- 물관리 부문 취약성 평가는 홍수 2개, 물순환 2개, 물환경 3개 등 총 7개 리스크를 대상으로 기후변화 영향 및 취약성 평가를 수행함

[표 부록-1] 물관리 부문 기후변화 취약성 평가 항목

대분류	항목	번호
홍수 (리스크-1)	집중호우로 인한 돌발홍수 발생 등 홍수 발생 및 피해 증가	리스크 1-1
	집중호우로 인한 물관리 시설물(제방, 우수관로, 빗물펌프장 등) 취약성 증가	리스크 1-2
물순환 (리스크-2)	유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손	리스크 2-1
	가뭄으로 인한 물(생활용수, 농업용수 등) 부족	리스크 2-2
물환경 (리스크-3)	수온상승과 폭우시 비점오염물의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화	리스크 3-1
	집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생	리스크 3-2
	하천의 생태 및 환경적 기능(자정작용, 생태서식처, 경관 및 친수)저하	리스크 3-3

2) 취약성 평가 결과

(1) 리스크 1-1 “집중호우로 인한 돌발홍수 발생 등 홍수 발생 및 피해 증가”

① 평가 지표

- 기후노출 평가는 집중호우와 관련하여 강수량 지표를 사용함
- 민감도 평가는 홍수 발생 및 피해와 연관된 경사도, 저지대, 지하공간, 지역 내 총생산(GRDP), 취약인구 지표를 활용함
 - ‘지역 평균 경사도’는 경사도가 낮을수록 홍수 발생 및 피해가 증가하는 것으로 간주하여 1-경사도로 산정함
 - ‘지역 평균 경사도’와 ‘10m이하 저지대 면적’은 국토지리정보원(2015)의 수치표고모델(DEM)을 바탕으로 산출함
 - ‘지하공간 면적’은 김성은 외(2021)⁵⁴연구에서 분석한 자료를 이용함
- 적응능력 평가는 공무원, 공공기관, 의료시설과 관련된 지표 이외에도 내수 배제시설, 우수지, 산림을 지표로 선정함
 - ‘면적당 물관리 공무원 수’는 물관리 특성상 다양한 부서가 연계·협력함을 고려하여 자치구별 ‘면적당 공무원 수’로 대체하며, 서울시 공무원통계(2019) 자료를 활용함
 - ‘우수지면적비’는 서울시 2020년 우수지 현황 자료를 활용함
 - ‘행정구역 면적별 산림면적 비율’은 서울시 도시생태현황도(2020)의 산림지 바이오톱 면적을 활용하여 산출함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.37, 민감도 0.30, 적응능력 0.33이며, 세부 지표별 가중치는 집중호우로 인한 홍수 발생 및 피해에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

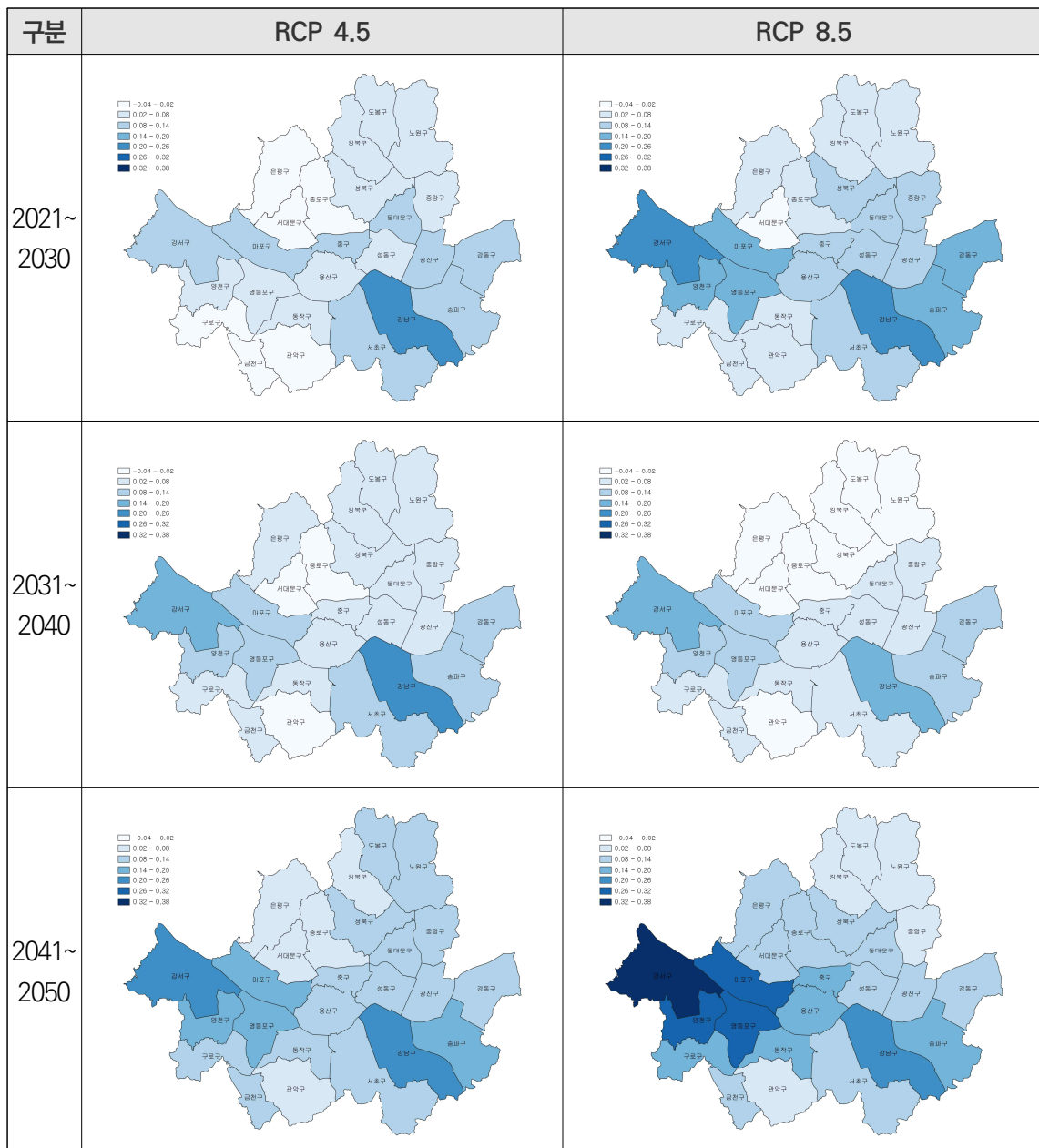
54) 김성은, 강원삼, 백종락. 2021. 유역특성 기반의 서울시 침수위험성 분석. 서울연구원.

[표 부록-2] 물관리 부문 취약성 평가 지표_ 리스크1-1. 집중호우로 인한 돌발홍수 발생 등 홍수 발생 및 피해 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	여름철(6~9월) 강수량(mm)	0.37	0.13	VESTAP
	일 강수량이 110mm 이상인 날의 횟수(회)		0.25	VESTAP
	1일 최대 강수량(mm)		0.63	VESTAP
기후변화 민감도	지역 평균 경사도(1-경사도)(도)	0.30	0.11	국토지리정보원(2015)
	10m이하 저지대 면적(ha)		0.12	
	지역 내 총생산(GRDP)		0.26	VESTAP
	10m이하 저지대 가구(가구)		0.12	VESTAP
	지하공간면적(km ²)		0.12	김성은 외(2021)
	65세 이상 5세 미만 인구(취약연령층)(명)		0.27	VESTAP
적응능력	면적당 (물관리) 공무원 수(명/km ²)	0.33	0.10	서울시 공무원통계(2019)
	1만명당 공무원 수(명/만명)		0.10	
	관공서 및 공공기관 수(개)		0.05	김성은 외(2021)
	의료시설 수(병원, 보건소)(개)		0.05	
	내수 배제시설 배수 능력(m ³ /분)		0.20	서울시 내부자료(2020)
	유수지면적비(%)		0.20	
	행정구역 면적별 산림면적 비율(%)		0.30	서울시 도시생태현황도(2020)

② 평가 결과

- 서울의 서남권, 동남권 등 한강 이남 지역에서 상대적으로 취약성이 높게 나타나고 있으며, 2040년 이후부터는 강서구, 양천구, 마포구, 영등포구 등 서울시 한강 하류에 인접한 지역의 취약성이 증가하는 것으로 분석됨



[그림 부록-1]물관리 부문 취약성 평가 결과_ 리스크1-1. 집중호우로 인한 돌발홍수 발생 등 홍수 발생 및 피해 증가

(2) 리스크 1-2 “집중호우로 인한 물관리 시설물(제방, 우수관로, 빗물펌프장 등) 취약성 증가”

① 평가 지표

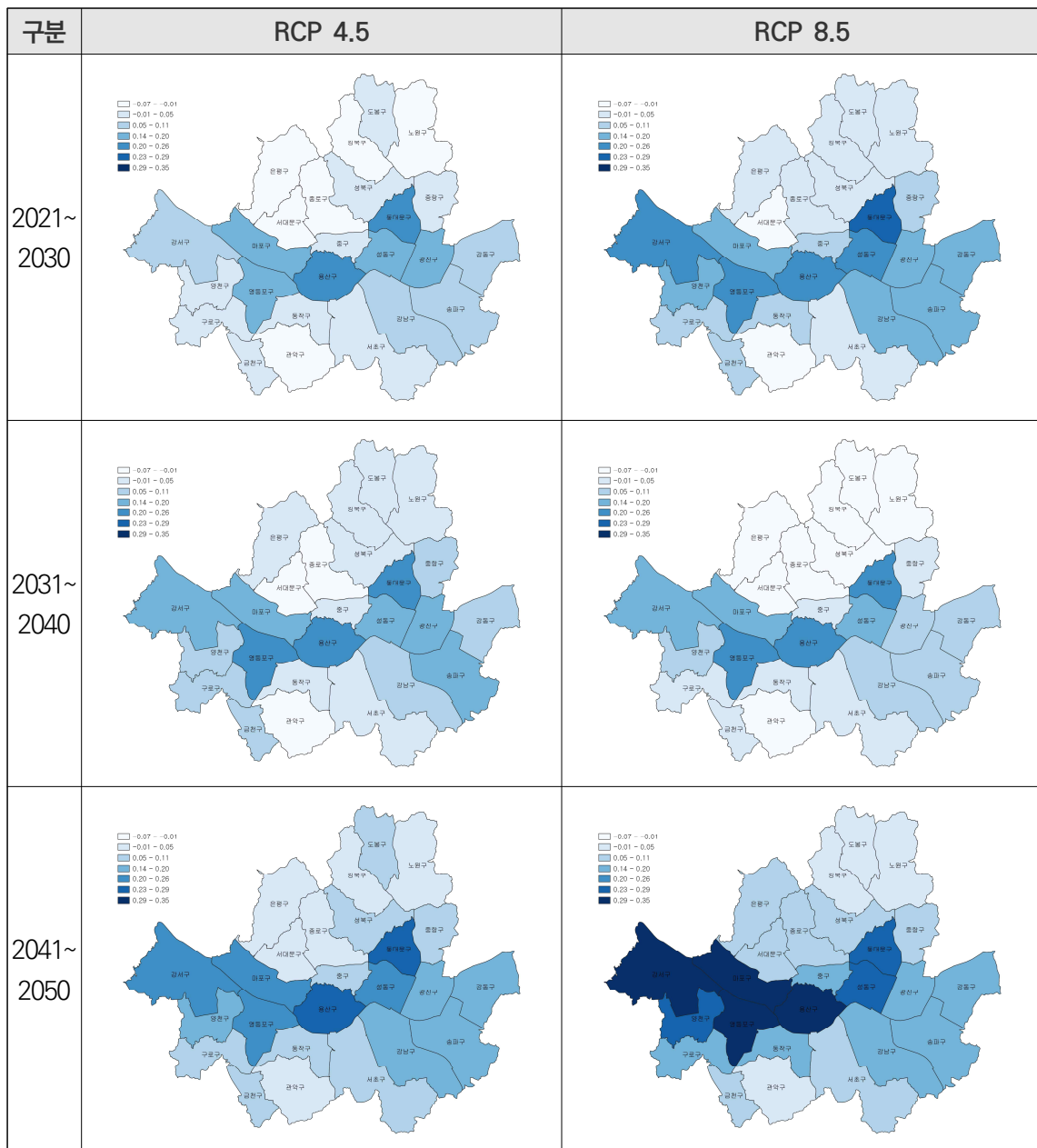
- 기후노출 평가는 집중호우와 관련하여 강수량 지표를 사용함
- 민감도 평가는 물관리 시설물의 취약성과 연관된 제방, 통수능력 부족 관거, 맨홀, 빗물펌프장과 경사도, 저지대에 대한 지표를 활용함
 - ‘지역 평균 경사도’와 ‘10m이하 저지대 면적’은 국토지리정보원(2015)의 수치표고모델(DEM)을 바탕으로 산출함
 - ‘제방면적 비율’은 김성은 외(2021) 연구에서 분석한 자료를 이용함
 - ‘통수능력 부족 관거 비율’은 서울시 풍수해저감종합계획(2016) 자료를 활용함
 - ‘맨홀 밀도’, ‘빗물펌프장 시설 수’는 서울시 2020년 현황자료를 활용함
- 적응능력 평가는 공무원, 내수 배제시설, 우수지, 산림에 대한 지표를 선정함
 - ‘면적당 공무원수’, ‘1만명당 공무원 수’는 서울시 공무원통계(2019) 자료를 활용함
 - ‘내수 배제시설 배수 능력’, ‘우수지면적비’는 서울시 2020년 현황자료, ‘행정구역 면적별 산림면적 비율’은 서울시 도시생태현황도(2020)를 활용함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.34, 민감도 0.33, 적응능력 0.33이며, 세부 지표별 가중치는 집중호우로 인한 물관리 시설물 취약성에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-3] 물관리 부문 취약성 평가 지표_ 리스크1-2. 집중호우로 인한 물관리 시설물 취약성 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	여름철(6~9월) 강수량(mm)	0.34	0.13	VESTAP
	일 강수량이 110mm 이상인 날의 횟수(회)		0.25	VESTAP
	1일 최대 강수량(mm)		0.63	VESTAP
기후변화 민감도	지역 평균 경사도(1-경사도)(도)	0.33	0.10	국토지리정보원(2015)
	10m이하 저지대 면적(ha)		0.10	
	제방 면적 비율(%)		0.20	김성은 외(2021)
	통수능력 부족 관거 비율(%)		0.20	서울시 풍수해저감 종합계획(2016)
	맨홀 밀도(개/㎡)		0.10	서울시 내부자료(2020)
	빗물펌프장 시설(수)		0.30	
적응능력	면적당 (물관리) 공무원 수(명/㎢)	0.33	0.20	서울시
	1만명당 공무원 수(명/만명)		0.10	공무원통계(2019)
	내수 배제시설 배수 능력(㎡/분)		0.20	서울시 내부자료(2020)
	우수지면적비(%)		0.20	
	행정구역 면적별 산림면적 비율(%)		0.30	서울시 도시생태현황도(2020)

② 평가 결과

- 서울의 한강변 도심권에서 취약성이 비교적 높게 나타나고 있으며, 2030년 이후부터 서울시 한강 하류지역의 취약성이 점차 증가하여 2040년 이후에는 한강하류, 홍제천하류, 안양천하류 지역 등 서남권의 취약성이 크게 증가하는 것으로 예측됨



[그림 부록-2] 물관리 부문 취약성 평가 결과_ 리스크1-2. 집중호우로 인한 물관리 시설물 취약성 증가

(3) 리스크 2-1 “유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손”

① 평가 지표

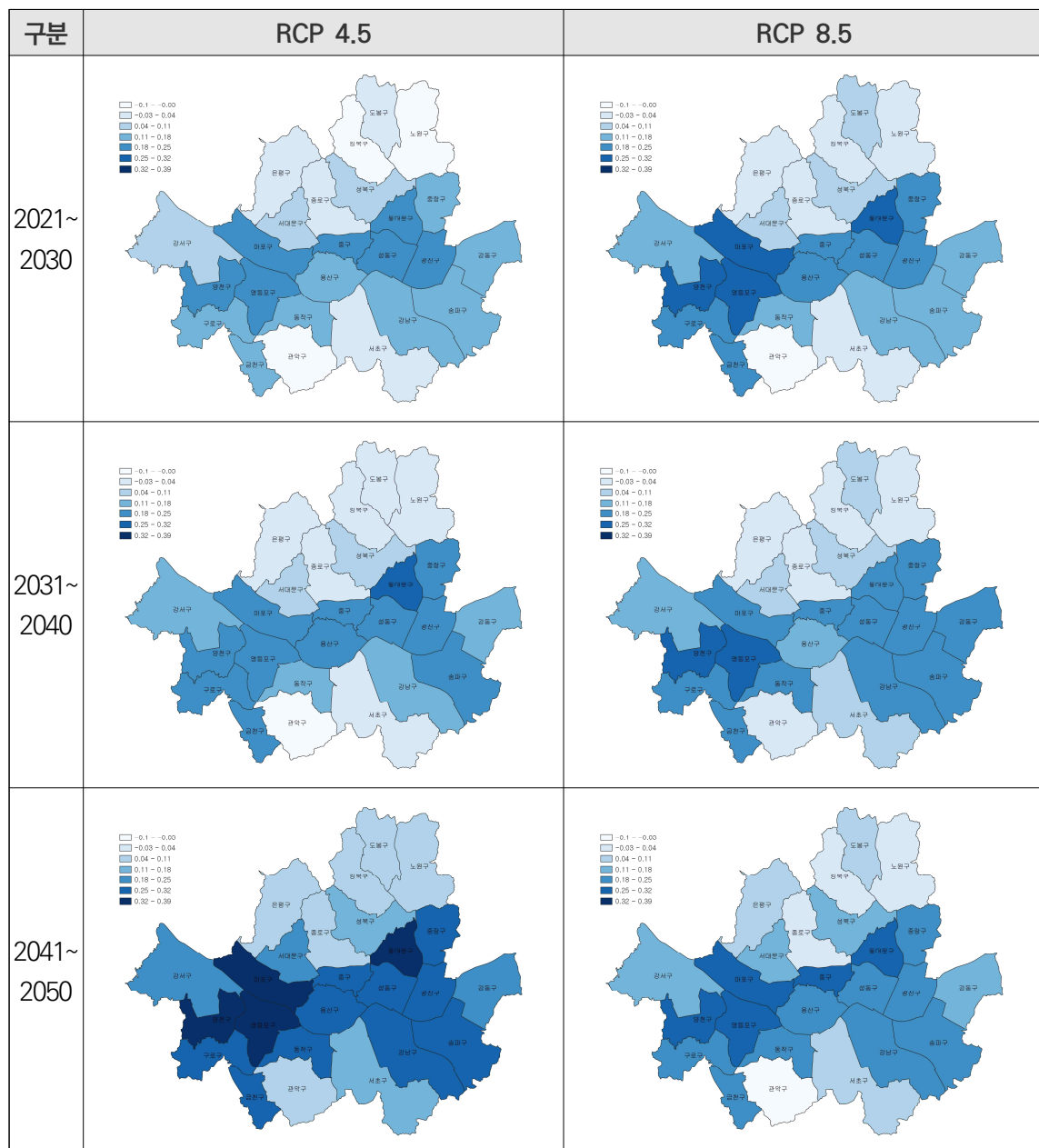
- 기후노출 평가는 물순환과 관련하여 강수량, 무강수 일수 지표를 사용함
- 민감도 평가는 유역내 물과 연관된 하천수, 지하수, 총 용수사용량과 자연적인 물순환과 관련한 불투수면적, 건폐율, 시가화면적, 지하유출 지표를 활용함
 - ‘불투수면적비’, ‘시가화면적 비율’은 환경부 토지피복지도(2017)를 바탕으로 산출함
 - ‘건폐율’은 김성은 외(2021) 연구에서 분석한 자료를 이용함
- 적응능력 평가는 물재이용량, 지하수 가용량, 녹지에 대한 지표를 선정하고, VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표를 적용함
 - ‘물재이용량’은 하수도통계(2019)의 ‘빗물이용시설 연간사용량’, ‘중수도 이용량’, ‘하수처리수 재이용량’의 합으로 산정함
 - ‘녹지면적비율’, ‘행정구역 면적별 산림면적 비율’은 서울시 도시생태현황도(2020)의 산림지 비오톱 면적을 활용하여 산출함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.30, 민감도 0.35, 적응능력 0.35이며, 세부 지표별 가중치는 물순환에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-4] 물관리 부문 취약성 평가 지표_ 리스크2-1. 유역내 물의 자연적인 순환의 균형 훼손

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	여름철(6~9월) 강수량(mm)	0.30	0.21	VESTAP
	3~5월 강수량(mm)		0.27	VESTAP
	12~2월 강수량(mm)		0.24	VESTAP
	연속적인 무강수 일수의 최대값(회)		0.28	VESTAP
기후변화 민감도	하천수 이용량(㎥/년)	0.35	0.09	VESTAP
	지하수 이용량(천㎥/년)		0.08	VESTAP
	총 용수사용량(천㎥/년)		0.15	VESTAP
	불투수면적비(%)		0.18	환경부, 토지피복도(2017)
	시가화면적 비율(%)		0.17	김성은 외(2021)
	건폐율(%)		0.18	김성은 외(2021)
	지하 유출(mm/일)		0.15	VESTAP
적응능력	물재이용량(천㎥)	0.35	0.24	하수도통계(2019)
	지하수 가용량(천㎥/년)		0.23	VESTAP
	녹지면적비율(%)		0.27	서울시
	행정구역 면적별 산림면적 비율(%)		0.26	도시생태현황도(2020)

② 평가 결과

- 전반적으로 한강변에 위치한 도심권에서 취약성이 높게 나타나고 있으며, 2030년 이후 탄천 하류지역, 중랑천 하류지역, 안양천 하류지역 등 주요 지류하천의 하류지역에 위치하고 불투수율 및 인구밀도가 높은 지역을 중심으로 취약성이 점차 증가하여 2040년 이후에는 양천구, 영등포구, 마포구, 동대문구의 취약성이 크게 증가하는 것으로 예측됨



[그림 부록-3] 물관리 부문 취약성 평가 결과_ 리스크2-1. 유역내 물의 자연적인 순환의 균형 훼손

(4) 리스크 2-2 “가뭄으로 인한 물(생활용수, 농업용수 등) 부족”

① 평가 지표

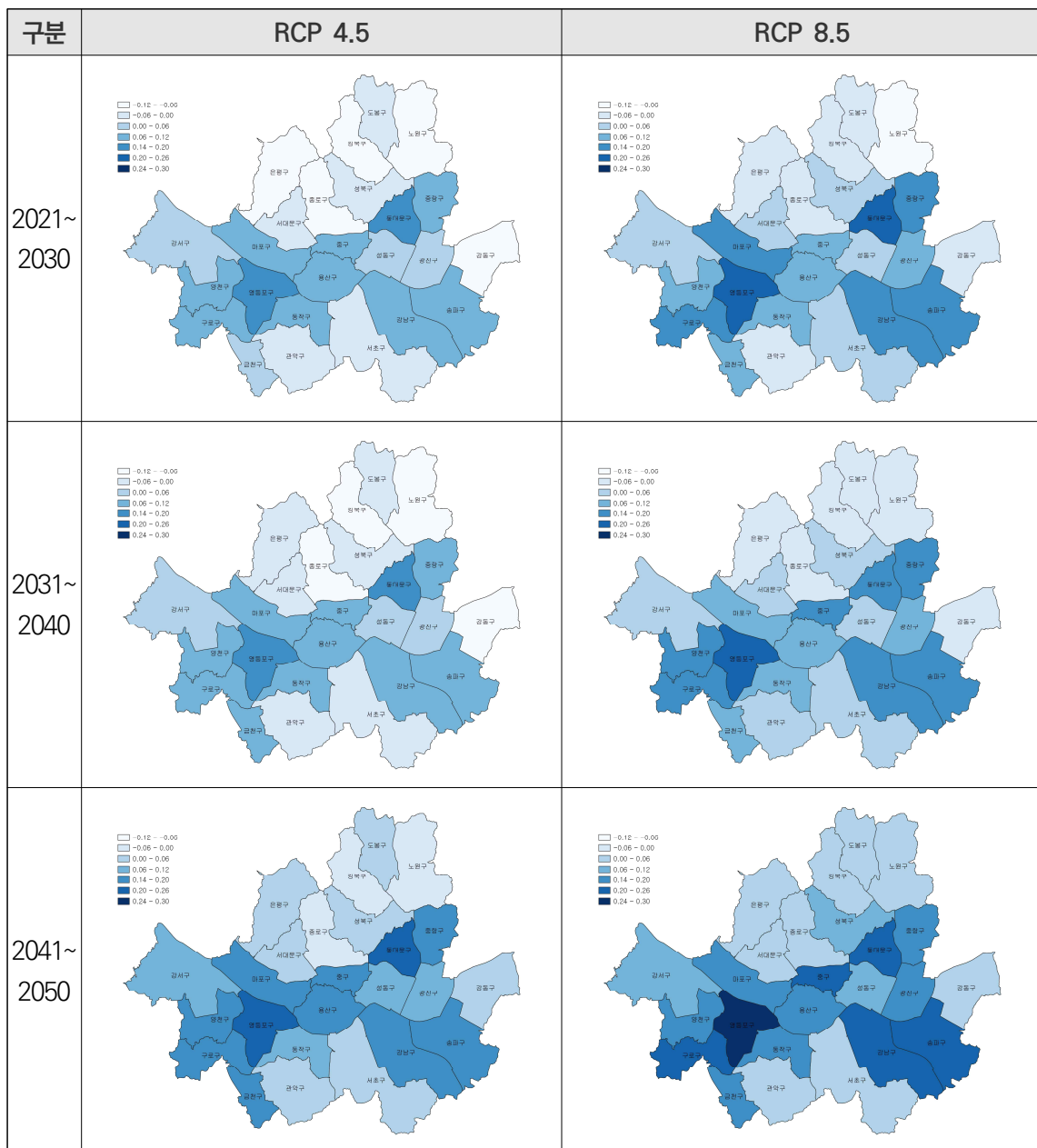
- 기후노출 평가는 가뭄과 관련하여 강수량, 가뭄지수, 증발산량 지표를 사용함
 - 가뭄지수는 증발수요 가뭄지수(Evaporative Demand Drought Index, EDDI)와 표준 강수지수(Standardized Precipitation Index, SPI)를 활용함
- 민감도 평가는 물 부족과 연관된 하천수, 지하수, 총 용수 이용량, 상수도 급수량, 인구 및 밀도에 대한 지표를 활용함
 - ‘총 용수사용량’은 상수도관을 통해 공급되는 수돗물에 대한 서울시 상수도사업본부의 ‘상수도 급수 사용량’(2020)으로 대체함
- 적응능력 평가는 물재이용량, 지하수 가용량, 비상급수 보유량, 상수원 최대저수량, 산림면적에 대한 지표를 선정함
 - ‘물재이용량’은 하수도통계(2019)의 ‘빗물이용시설 연간사용량’, ‘중수도 이용량’, ‘하수처리수 재이용량’의 합으로 산정함
 - ‘행정구역 면적별 산림면적 비율’은 서울시 도시생태현황도(2020)의 산림지 비오톱 면적을 활용하여 산출함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.25, 민감도 0.25, 적응능력 0.50이며, 세부 지표별 가중치는 가뭄으로 인한 물 부족에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-5]물관리 부문 취약성 평가 지표_ 리스크2-2. 가뭄으로 인한 물 부족

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	여름철(6~9월) 강수량(mm)	0.01	VESTAP
	3~5월 강수량(mm)	0.08	VESTAP
	12~2월 강수량(mm)	0.07	VESTAP
	연속적인 무강수 일수의 최대값(회)	0.11	VESTAP
	연간 6개월 EDDI-1 이하인 날 수(회)	0.14	VESTAP
	연간 6개월 SPI-1 이하인 날 수(회)	0.18	VESTAP
	연간 3개월 EDDI-1 이하인 날 수(회)	0.14	VESTAP
	연간 3개월 SPI-1 이하인 날 수(회)	0.18	VESTAP
	12~2월 증발산량(mm)	0.03	VESTAP
	3~5월 증발산량(mm)	0.06	VESTAP
기후변화 민감도	하천수 이용량(㎥/년)	0.16	VESTAP
	지하수 이용량(천㎥/년)	0.15	VESTAP
	총 용수사용량(천㎥/년)	0.22	서울시, 열린데이터광장
	총 인구(명)	0.16	VESTAP
	인구밀도(명/㎢)	0.17	VESTAP
	1인당 1일 상수도 급수량(ℓ)	0.14	VESTAP
적응능력	물재이용량(천㎥)	0.20	하수도통계(2019)
	지하수 가용량(천㎥/년)	0.20	VESTAP
	비상급수 보유량(톤/ha)	0.20	VESTAP
	상수원 최대저수량(백만㎥)	0.30	VESTAP
	행정구역 면적별 산림면적 비율(%)	0.10	서울시 도시생태현황도(2020)

② 평가 결과

- 리스크 2-1 “유역내 물(하천에서 흐르는 물, 지하수 등)의 자연적인 순환의 균형 훼손”의 취약성 예측과 거의 유사하게 예측되는 것으로 나타남



[그림 부록-4] 물관리 부문 취약성 평가 결과_ 리스크2-2. 가뭄으로 인한 물 부족

(5) 리스크 3-1 “수온상승과 폭우시 비점오염물의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화”

① 평가 지표

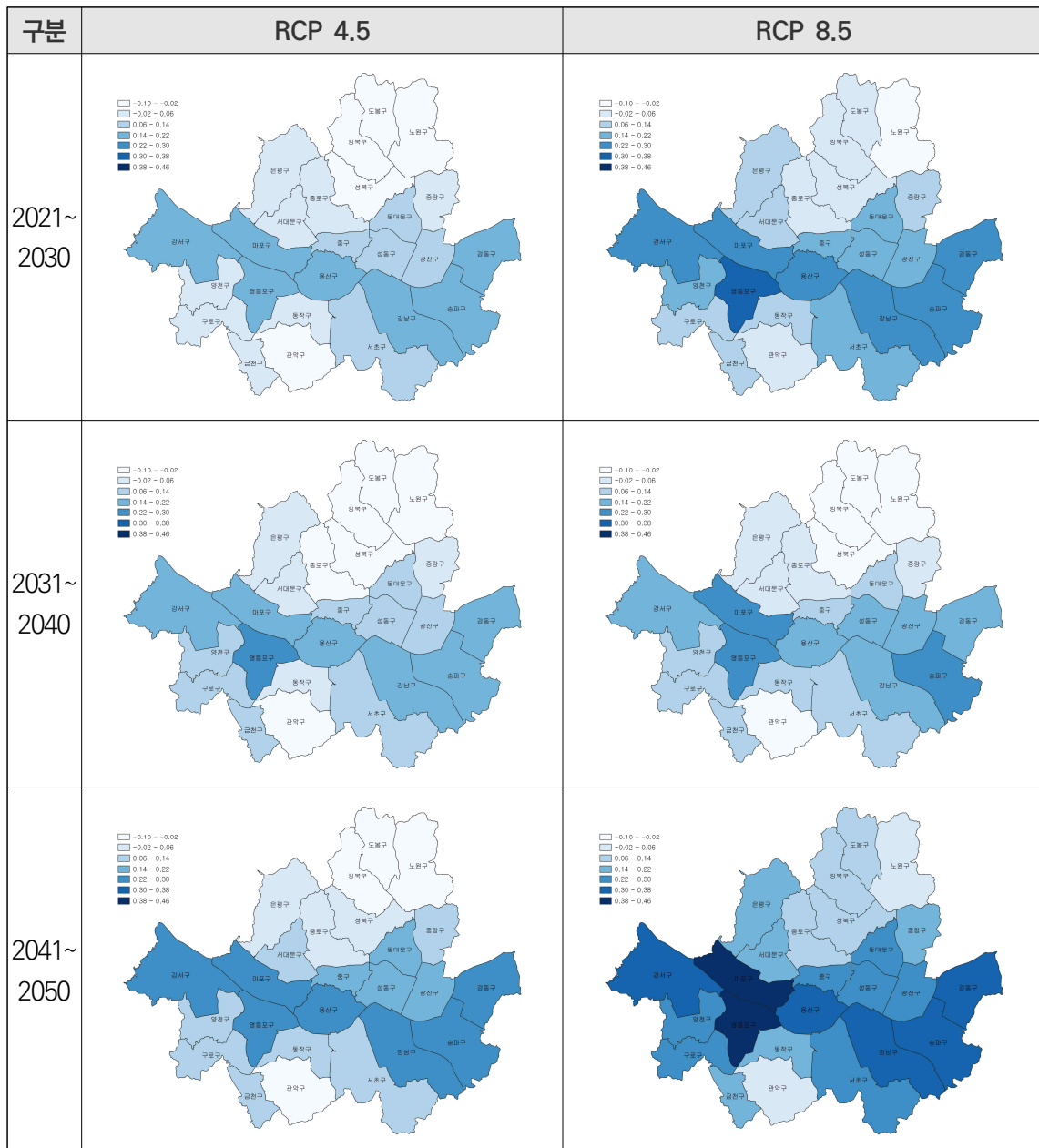
- 기후노출 평가는 수온상승 및 폭우와 관련하여 기온 및 강수량 지표를 사용함
- 민감도 평가는 비점오염물 유입과 연관된 오염부하량, 급수량과 불투수면적, 도로면적, 수면적, 하상노출지에 대한 지표를 활용
 - ‘불투수면적비’는 환경부 토지피복지도(2017)를 바탕으로 산출함
 - ‘행정구역 면적별 도로면적 비율’은 김성은 외(2021) 연구에서 분석한 자료를 이용함
 - ‘수면적’, ‘하상노출지 면적’은 서울시 도시생태현황도(2020)의 하천 및 습지 바이오툼 면적을 활용하여 산출함
- 적응능력 평가는 하수종말처리 처리용량, 비점오염원 저감가능량, 습지 및 산림면적에 대한 지표를 선정함
 - ‘비점오염원 저감가능량’은 서울시 수질오염총량관리 기본계획(2013)의 BOD, T-P 삭감 목표량을 바탕으로 산정함
 - ‘습지면적’은 서울시 도시생태현황도(2015)의 하천 및 습지 바이오툼 면적, ‘행정구역 면적별 산림면적 비율’은 산림지 바이오툼 면적을 바탕으로 산출함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.35, 민감도 0.40, 적응능력 0.25이며, 세부 지표별 가중치는 수온상승과 폭우시 비점오염물 유입으로 인한 하천 수질오염 악화에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-6] 물관리 부문 취약성 평가 지표_ 리스크3-1. 수온상승과 폭우시 비점오염물의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	일 최저기온이 25℃이상인 날의 횟수(회)	0.35	0.19	VESTAP
	일 최고기온이 33℃이상인 날의 횟수(회)		0.19	VESTAP
	일 최고기온의 연간 평균값(℃)		0.21	VESTAP
	일강수량이 80mm 이상인 날의 횟수(회)		0.21	VESTAP
	1일 최대 강수량(mm)		0.20	VESTAP
기후변화 민감도	불투수면적비(%)	0.40	0.10	환경부 토지피복지도(2017)
	행정구역 면적별 도로면적 비율(%)		0.10	김성은 외(2021)
	오염부하량(점+비점)(kg/일)		0.20	VESTAP
	1인당 1일 상수도 급수량(ℓ)		0.10	VESTAP
	수면적(㎡)		0.40	도시생태현황도(2020)
	하상노출지 면적(㎡)		0.10	도시생태현황도(2020)
적응능력	하수종말처리 처리용량(천㎡/일)	0.25	0.20	VESTAP
	비점오염원 저감가능량(kg/일)		0.30	서울시 수질오염총량관리 기본계획(2013)
	습지 면적(㎡)		0.20	도시생태현황도(2020)
	행정구역 면적별 산림면적 비율(%)		0.30	

② 평가 결과

- 한강변에 위치한 지역의 취약성이 전반적으로 높게 나타나고 있으며, 2040년 이후에는 한강하류를 포함한 안양천하류, 홍제천하류에서 취약성이 증가하는 것으로 예측됨



[그림 부록-5] 물관리 부문 취약성 평가 결과_ 리스크3-1. 수온상승과 폭우시 비점오염물의 유입으로 인한 하천 수질오염 악화

(6) 리스크 3-2 “집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생”

① 평가 지표

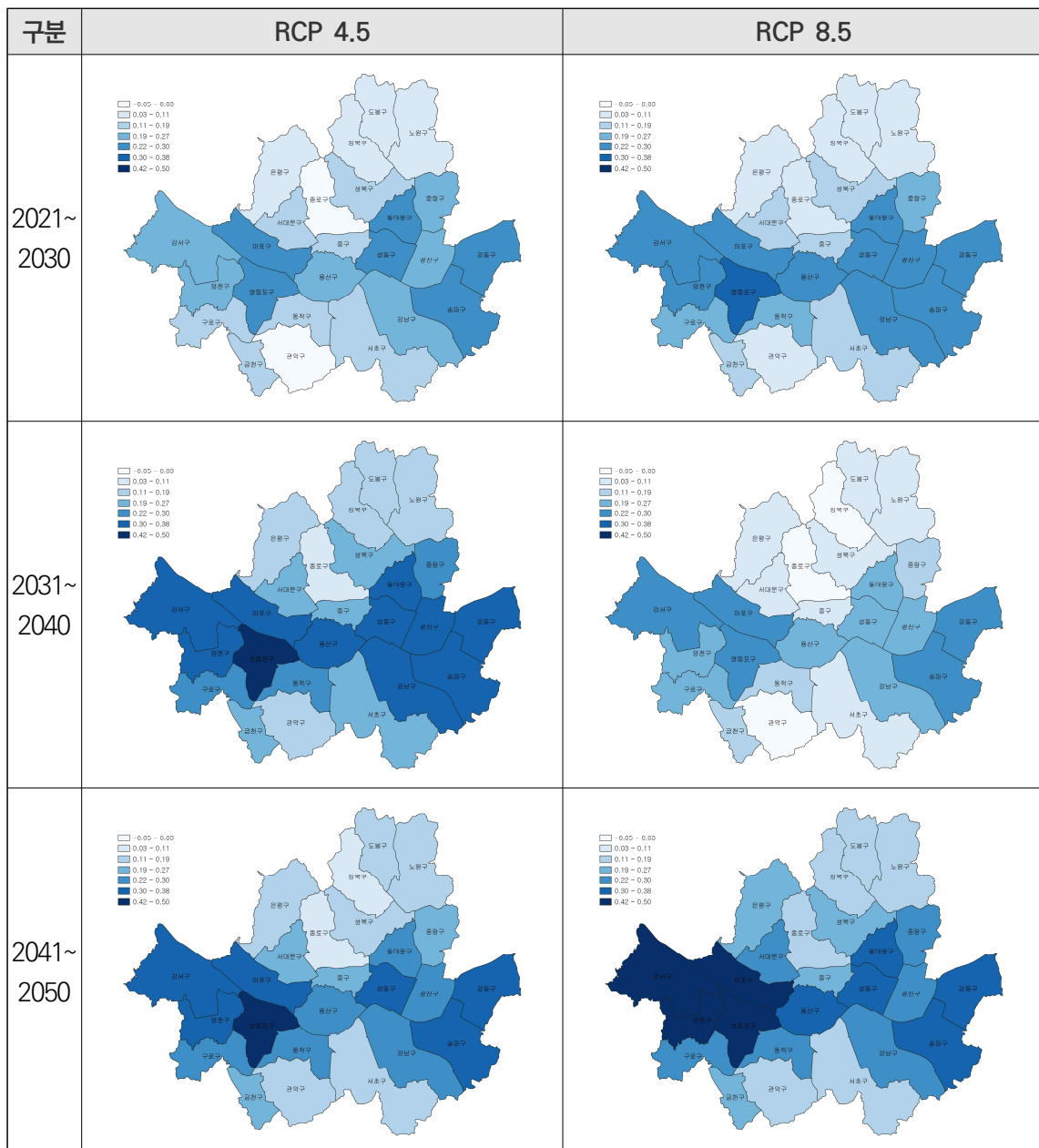
- 기후노출 평가는 집중호우와 관련하여 강수량 지표를 사용함
- 민감도 평가는 물 부족과 연관된 불투수 및 시가화 면적, 수면적, 하천경작지, 인구에 대한 지표를 활용함
 - ‘불투수면적비’, ‘시가화면적비율’은 환경부 토지피복지도(2017)를 활용하여 산출함
 - ‘수면적’, ‘하천경작지 면적’은 서울시 도시생태현황도(2020)의 하천 및 습지 비오톱 면적을 바탕으로 산출함
- 적응능력 평가는 공무원, 산림에 대한 지표를 선정함
 - ‘면적당 공무원수’, ‘1만명당 공무원 수’는 서울시 공무원통계(2019) 자료를 활용함
 - ‘행정구역 면적별 산림면적 비율’은 서울시 도시생태현황도(2020)의 산림지 비오톱 면적을 바탕으로 산출함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.30, 민감도 0.50, 적응능력 0.20이며, 세부 지표별 가중치는 집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-기] 물관리 부문 취약성 평가 지표_ 리스크3-2. 집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	일강수량이 80mm 이상인 날의 횟수(회)	0.30	0.17
	1일 최대 강수량(mm)		0.34
	여름철(6~9월) 강수량(mm)		0.49
기후변화 민감도	불투수면적비(%)	0.50	0.10
	시가화면적비율(%)		0.20
	인구밀도(명/km ²)		0.10
	총 인구(명)		0.10
	수면적(m ²)		0.40
	하천경작지 면적(m ²)		0.10
적응능력	면적당 물관리 공무원 수(명/km ²)	0.20	0.30
	1만명당 공무원 수(명/만명)		0.30
	행정구역 면적별 산림면적 비율(%)		0.40

② 평가 결과

- 탄천하류와 안양천하류, 중랑천하류 등 주요 지류하천 하류에 위치한 지역을 중심으로 취약성이 점차 증가하여, 2040년 이후에는 한강 하류지역의 강서구, 마포구, 양천구, 영등포구에서의 취약성이 크게 증가하는 것으로 예측됨



[그림 부록-6] 물관리 부문 취약성 평가 결과_ 리스크3-2. 집중호우시 하천으로 유입되는 재난폐기물의 증가 및 악취 발생

(7) 리스크 3-3 “하천의 생태 및 환경적 기능(자정작용, 생태서식처, 경관 및 친수)저하”

① 평가 지표

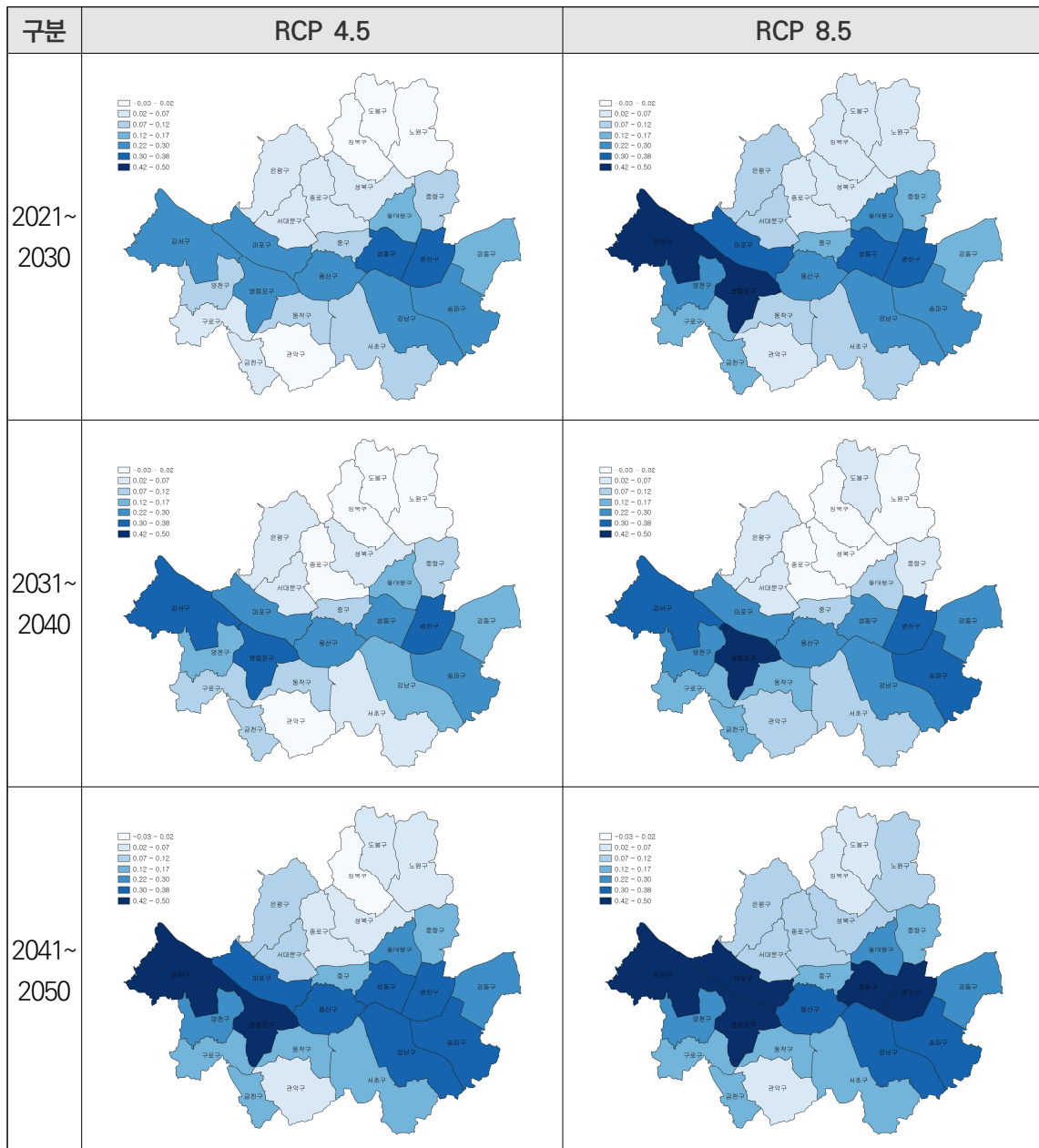
- 기후노출 평가는 하천의 생태 및 환경적 기능과 관련하여 강수량, 기온 지표를 사용함
- 민감도 평가는 생태 및 환경적 기능과 연관된 불투수면적, 하천 나지 및 포장지, 수면적, 오염 부하량, 식물 및 동물종에 대한 지표를 활용함
 - ‘불투수면적비’는 환경부 토지피복지도(2017)를 활용하여 산출함
 - ‘하천나지 및 포장지 면적’, ‘수면적’은 서울시 도시생태현황도(2020)의 하천 및 습지 비오톱 면적을 바탕으로 산출함
- 적응능력 평가는 녹지 및 산림, 습지, 비점오염원 저감가능량에 대한 지표를 선정함
 - ‘비점오염원 저감가능량’은 서울시 수질오염총량관리 기본계획(2013)의 BOD, T-P 삭감 목표량을 바탕으로 산정함
 - ‘행정구역 면적별 산림면적 비율’은 서울시 도시생태현황도(2020)의 산림지 비오톱, ‘하천변 인공녹지’, ‘하천변 자연녹지’, ‘습지’ 면적은 하천 및 습지 비오톱 면적을 활용하여 산출함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.30, 민감도 0.50, 적응능력 0.30이며, 세부 지표별 가중치는 하천의 생태 및 환경적 기능에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-8] 물관리 부문 취약성 평가 지표_ 리스크3-3. 하천의 생태 및 환경적 기능 저하

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	여름철(6~9월) 강수량(mm)	0.11	VESTAP
	3~5월 강수량(mm)	0.11	VESTAP
	12~2월 강수량(mm)	0.11	VESTAP
	연속적인 무강수 일수의 최대값(회)	0.36	VESTAP
	일 최고기온의 연간 평균값(°C)	0.16	VESTAP
	일 최저기온이 25°C이상인 날의 횟수(회)	0.15	VESTAP
기후변화 민감도	불투수면적비(%)	0.10	환경부 토지피복지도(2017)
	하천나지 및 포장지 면적(m ²)	0.10	도시생태현황도(2020)
	수면적(m ²)	0.40	
	오염부하량(점+비점)(kg/일)	0.20	VESTAP
	주요 식물종 분포(건)	0.10	VESTAP
	주요 동물종 분포(건)	0.10	VESTAP
적응능력	녹지면적비율(%)	0.10	VESTAP
	행정구역 면적별 산림면적 비율(%)	0.30	도시생태현황도(2020)
	비점오염원 저감가능량(kg/일)	0.20	서울시 수질오염총량관리 기본계획(2013)
	하천변 인공녹지 면적(m ²)	0.10	도시생태현황도(2020)
	하천변 자연녹지 면적(m ²)	0.20	
	습지면적(m ²)	0.10	

② 평가 결과

- 중랑천하류, 탄천하류를 포함하는 지역에서 취약성이 비교적 높게 나타나고 있으며, 시간이 지남에 따라 한강 하류 영등포구, 강서구의 취약성이 크게 증가하는 것으로 예측됨



[그림 부록-기] 물관리 부문 취약성 평가 결과_ 리스크3-3. 하천의 생태 및 환경적 기능 저하

2 • 산림·생태계

1) 취약성 평가 항목

- 산림·생태계 취약성 평가는 생물종 변화 5개, 생태계 변화 2개, 산림재해 발생 2개, 유지관리 비용 관리 1개로 총 10개 항목에 대하여 평가함

[표 부록-9] 산림·생태계 부문 기후변화 취약성 평가 항목

대분류	항목	번호
생물종 변화	기온 및 강수량 변동에 따른 식물(종, 군락, 식물계절, 분포)변화	리스크 1
	기온 및 강수량 변동에 따른 외래종 증가	리스크 2
	기후변화에 따른 보호종 감소	리스크 3
	기후변화에 따른 생물종(동물) 및 개체수 변화	리스크 4
	기후변화에 따른 병해충 증가(생물종 돌발 대발생 고려)*	리스크 5
생태계 변화	기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소	리스크 6
	기후변화로 인한 습지면적 감소 및 육지화	리스크 7
산림재해 발생	폭우로 인한 산림재해(산사태 등) 증가 및 대형화	리스크 8
	가뭄으로 인한 산림재해(산불 등) 증가	리스크 9
유지관리 비용 관리	극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화 유지관리 비용 증가	리스크 10

*예비리스크 5, 6통합평가 : 생물종 돌발 대발생은 주로 병해충 증가와 관련

2) 취약성 평가 결과

(1) 리스크 1 “기온 및 강수량 변동에 따른 식물(종, 군락, 식물계절, 분포)변화”

① 평가 지표

- 기후노출 평가지표는 식물 변화에 영향을 미칠 수 있는 강수량과 기온자료 사용
- 민감도 평가지표 중 소나무림의 면적은 서울시 도시생태현황도를 기반으로 산정하였으며, 자연성, 서식지 질은 선행연구의 생태계서비스 평가 결과를 활용함
 - 소나무림의 면적 : 서울시 도시생태현황도(2020)의 현존식생유형 중 우점종이 소나무, 소나무토지극상으로 나타난 지역 면적 산출
 - 자연성 : 송인주 외(2019)⁵⁵⁾의 생태계서비스 평가 결과 중 서식지 및 지원서비스의 ‘자연성’ 평가 결과 활용
 - 자연성 : 생물서식에 영향을 미치는 환경의 자연적인(인위적이지 않은) 정도 평가
 - 비오톱 유형을 자연형, 근자연형, 비자연형, 기타로 구분하여 자연형일수록 자연성이 높은 것으로 평가
 - 서식지 질 : 송인주 외(2019)의 생태계서비스 평가 결과 중 서식지 및 지원서비스의 ‘서식지 질’ 평가 결과 활용
 - 서식지 질 : 생태계의 서식지 기능과 희귀한 정도를 바탕으로 한 서식지 질 평가
 - 비오톱 유형의 등급이 높을수록 서식지 질이 높은 것으로 평가
- 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표 적용

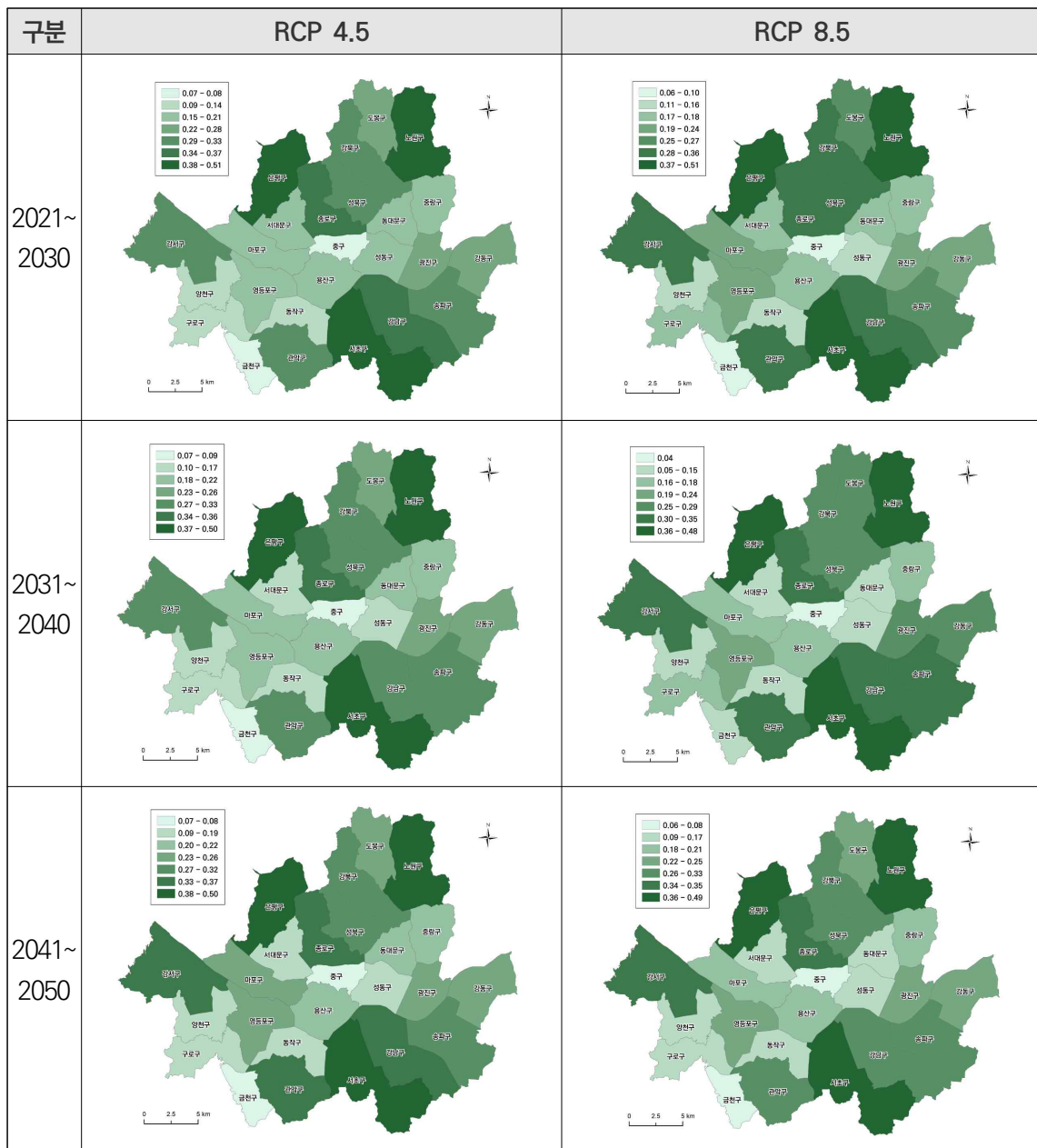
55) 송인주·윤초롱, 2019, 서울시 생태계서비스 평가체계 구축과 활용방안 연구, 서울연구원.

[표 부록-10] 산림·생태계 부문 취약성 평가 지표_ 리스크1. 기온 및 강수량 변동에 따른 식물변화

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	6~8월 강수량(mm)	0.2	VESTAP
	6~8월 일 최고기온의 평균값(°C)	0.2	VESTAP
	일 최고기온이 33°C 이상인 날의 횟수(회)	0.2	VESTAP
	연속적인 무강수일수의 최대값(회)	0.2	VESTAP
	1~3월 평균기온(°C)	0.2	VESTAP
기후변화 민감도	식물 멸종위기종 수(종)	0.25	VESTAP
	소나무림의 면적(ha)	0.25	도시생태현황도(2020) 구별 우점종이 소나무인 면적 산출
	자연성 (생태계서비스)	0.25	송인주 외(2019) (비오톱 유형별 자연성 점수 X 면적(ha))
	서식지 질 (생태계서비스)	0.25	송인주 외(2019) (비오톱 유형별 서식지 질 점수 X 면적(ha))
적응능력	산림 공무원 수(명)	0.2	VESTAP
	재정자립도(%)	0.2	VESTAP
	지역 내 총생산(GRDP)(백만원)	0.2	VESTAP
	침엽수 조림 면적(ha)	0.2	VESTAP
	천연림 보육 면적(ha)	0.2	VESTAP

② 평가 결과

- 식물생장에 영향을 미치는 서식지 질과 자연성에 의해 은평구, 노원구, 서초구 등의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 기후변화에 의해 서울시 외곽 자치구와 남서쪽의 취약성이 약간 증가하는 경향을 보임



[그림 부록-8] 산림·생태계 부문 취약성 평가 결과_ 리스크1. 기온 및 강수량 변동에 따른 식물변화

(2) 리스크 2 “기온 및 강수량 변동에 따른 외래종 증가”

① 평가 지표

- 기후노출 평가지표는 외래종 증가에 영향을 미칠 수 있는 강수량과 기온자료 사용
- 민감도 평가지표 중 동물 생태계교란종 출현은 도시생태현황도의 조사 결과를 활용하였으며, 식물 외래종 출현 비율은 선행연구의 비오톱 유형별 외래식물 조사 결과를 활용함
 - 생태계교란종 출현(동물) : 서울시 도시생태현황도(2015)의 구별 생태계교란종 출현 횟수를 산정함
 - 외래종 출현 비율(식물) : 송인주 외(2017)⁵⁶⁾의 비오톱 유형별 외래식물 출현 비율을 바탕으로 산정함
- 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표 적용

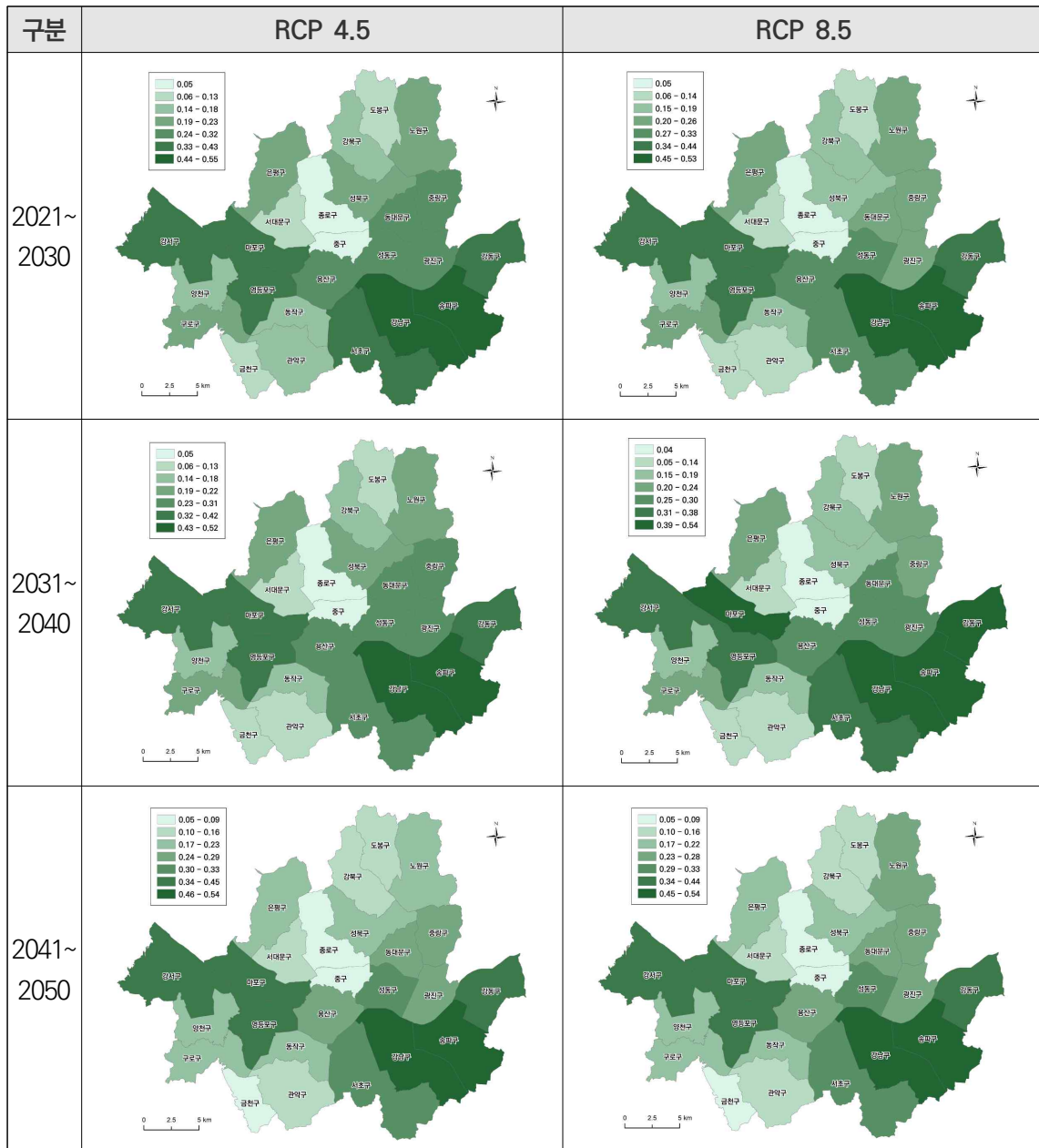
[표 부록-11] 산림·생태계 부문 취약성 평가 지표_ 리스크2. 기온 및 강수량 변동에 따른 외래종 증가

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	6~8월 강수량(mm)	0.17	VESTAP
	6~8월 일 최고기온의 평균값(°C)	0.17	VESTAP
	6~8월 일 최저기온의 평균값(°C)	0.17	VESTAP
	일 최고기온이 33°C 이상인 날의 횟수(회)	0.17	VESTAP
	일 최고기온의 연간 평균값(°C)	0.16	VESTAP
	1월 최저기온(°C)	0.16	VESTAP
기후변화 민감도	생태계교란종 출현 횟수(회)	0.5	도시생태현황도(2015) 구별 생태계교란종 출현 횟수 산정
	외래종 출현 비율(식물)(%)	0.5	송인주 외(2017) 비오톱 유형별 외래식물 출현 비율 산정
적응능력	산림 공무원 수(명)	0.25	VESTAP
	재정자립도(%)	0.25	VESTAP
	지역 내 총생산(GRDP)(백만원)	0.25	VESTAP
	산림병해충 방제면적(ha)	0.25	VESTAP

56) 송인주·윤성경, 2017, 서울시 외래식물 분포특성과 관리방안Ⅲ, 서울연구원, p.58.

② 평가 결과

- 생태계교란종, 외래종 출현 비율이 높은 지역인 강남, 송파, 마포 등의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 기후변화에 의해 서울시 내부에 위치한 자치구의 취약성이 약간 증가하는 경향을 보임



[그림 부록-9] 산림·생태계 부문 취약성 평가 결과_ 리스크2. 기온 및 강수량 변동에 따른 외래종 증가

(3) 리스크 3 “기후변화에 따른 보호종 감소”

① 평가 지표

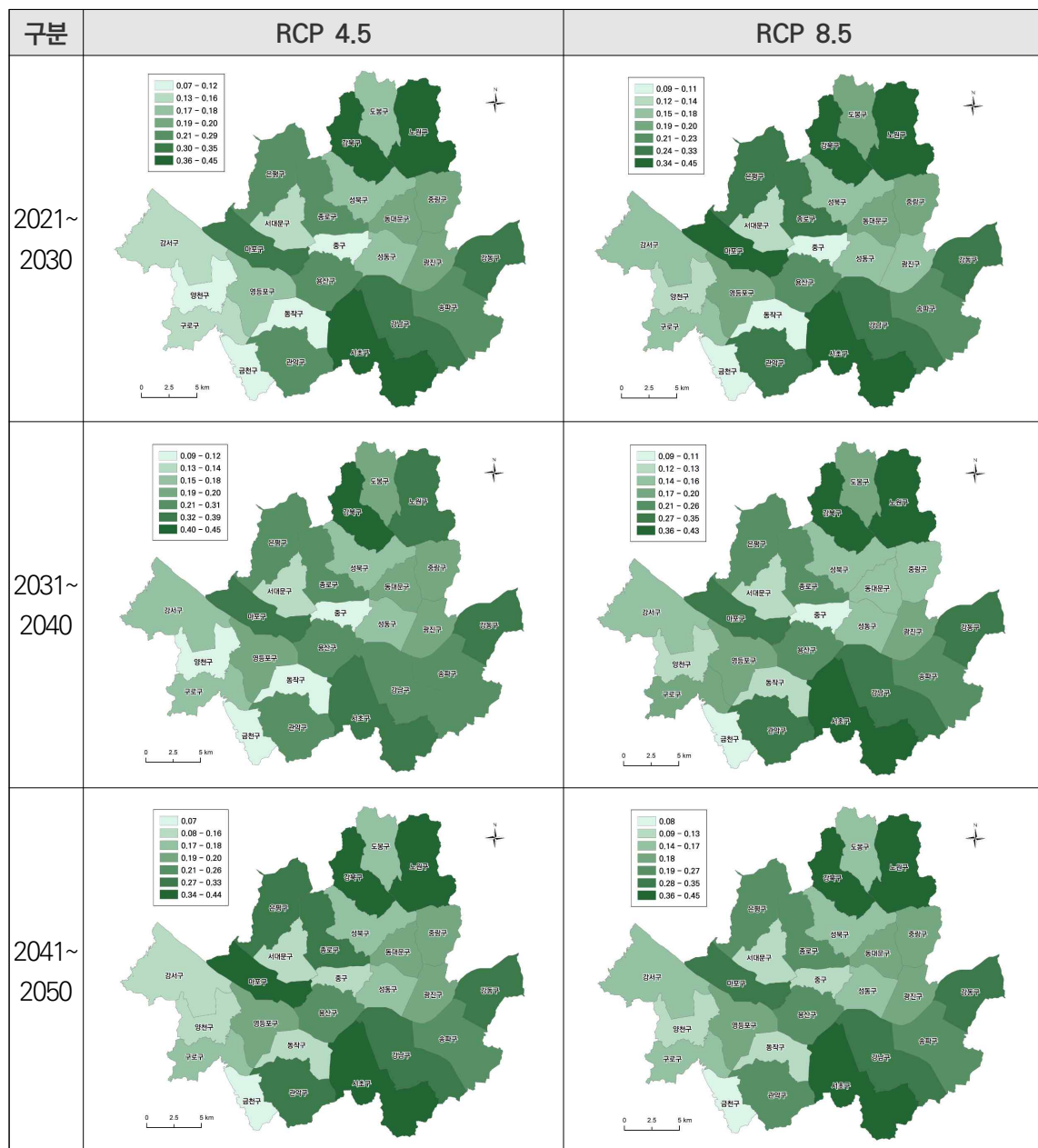
- 기후노출 평가지표는 보호종 감소에 영향을 미칠 수 있는 강수량과 기온자료 사용
- 민감도 평가지표 중 조류·양서파충류·포유류 보호종 출현, 보호가치가 있는 비오톱 면적은 도시생태현황도의 조사 결과를 활용하였으며, 보호종은 선행연구의 생태계서비스 평가 결과를 활용함
 - 조류 보호종 출현 : 서울시 도시생태현황도(2015)의 구별 조류 보호종 출현 횟수를 산정
 - 양서파충류 보호종 출현 : 서울시 도시생태현황도(2015)의 구별 양서파충류 보호종 출현 횟수를 산정
 - 포유류 보호종 출현 : 서울시 도시생태현황도(2015)의 구별 보호종 출현 횟수를 산정
 - 보호가치가 있는 비오톱 면적 : 도시생태현황도(2020)의 구별 비오톱 1등급지 면적 산출
 - 보호종 : 송인주 외(2019)의 생태계서비스 평가 결과 중 서식지 및 지원서비스의 ‘보호종’ 평가 결과 활용
 - 보호종 : 양서파충류, 조류 보호종을 통해 생태환경이 뛰어난 정도 평가
 - 보호종이 많이 나타난 비오톱 유형일수록 민감도가 높은 것으로 평가
- 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표와 선행연구의 생태계서비스 평가 결과를 활용함
 - 자연성 : 자치구의 자연성이 높을수록 보호종 감소에 대한 적응능력이 높은 것으로 평가
 - 서식지 질 : 자치구의 서식지 질이 높을수록 보호종 감소에 대한 적응능력이 높은 것으로 평가

[표 부록-12] 산림·생태계 부문 취약성 평가 지표_ 리스크3. 기후변화에 따른 보호종 감소

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	6~8월 일 최고기온의 평균값(°C)	0.2	VESTAP
	일 최고기온이 33°C이상인 날의 횟수(회)	0.2	VESTAP
	일 최고기온의 연간 평균값(°C)	0.2	VESTAP
	연속적인 무강수일수의 최대값(회)	0.2	VESTAP
	1~3월 평균 기온(°C)	0.2	VESTAP
기후변화 민감도	조류 보호종 출현(회)	0.14	도시생태현황도(2015) 구별 조류 보호종 출현 횟수 산정
	양서파충류 보호종 출현(회)	0.14	도시생태현황도(2015) 구별 양서파충류 보호종 출현 횟수 산정
	포유류 보호종 출현(회)	0.14	도시생태현황도(2015) 구별 포유류 보호종 출현 횟수 산정
	보호가치가 있는 비오톱면적(ha)	0.15	도시생태현황도(2020) 구별 비오톱 1등급지 면적 산출(ha)
	보호종(생태계서비스)	0.15	송인주 외(2019) (비오톱 유형별 보호종 점수 X 면적(ha))
	식물 멸종위기종 수(종)	0.14	VESTAP
	동물 멸종 위기종수(종)	0.14	VESTAP
적응능력	산림 공무원 수(명)	0.2	VESTAP
	재정자립도(%)	0.2	VESTAP
	지역 내 총생산(GRDP)(백만원)	0.2	VESTAP
	자연성(생태계서비스)	0.2	송인주 외(2019) (비오톱 유형별 자연성 점수 X 면적(ha))
	서식지 질(생태계서비스)	0.2	송인주 외(2019) (비오톱 유형별 서식지 질 점수 X 면적(ha))

② 평가 결과

- 보호가치가 있는 비오름 면적이나 보호종 출현 가능성이 높은 자치구의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 기후변화에 의해 산림지 비율이 높은 서울시 외곽 자치구의 취약성이 더욱 증가하는 경향을 보임



[그림 부록-10] 산림·생태계 부문 취약성 평가 결과_ 리스크3. 기후변화에 따른 보호종 감소

(4) 리스크 4 “기후변화에 따른 생물종(동물) 및 개체수 변화”

① 평가 지표

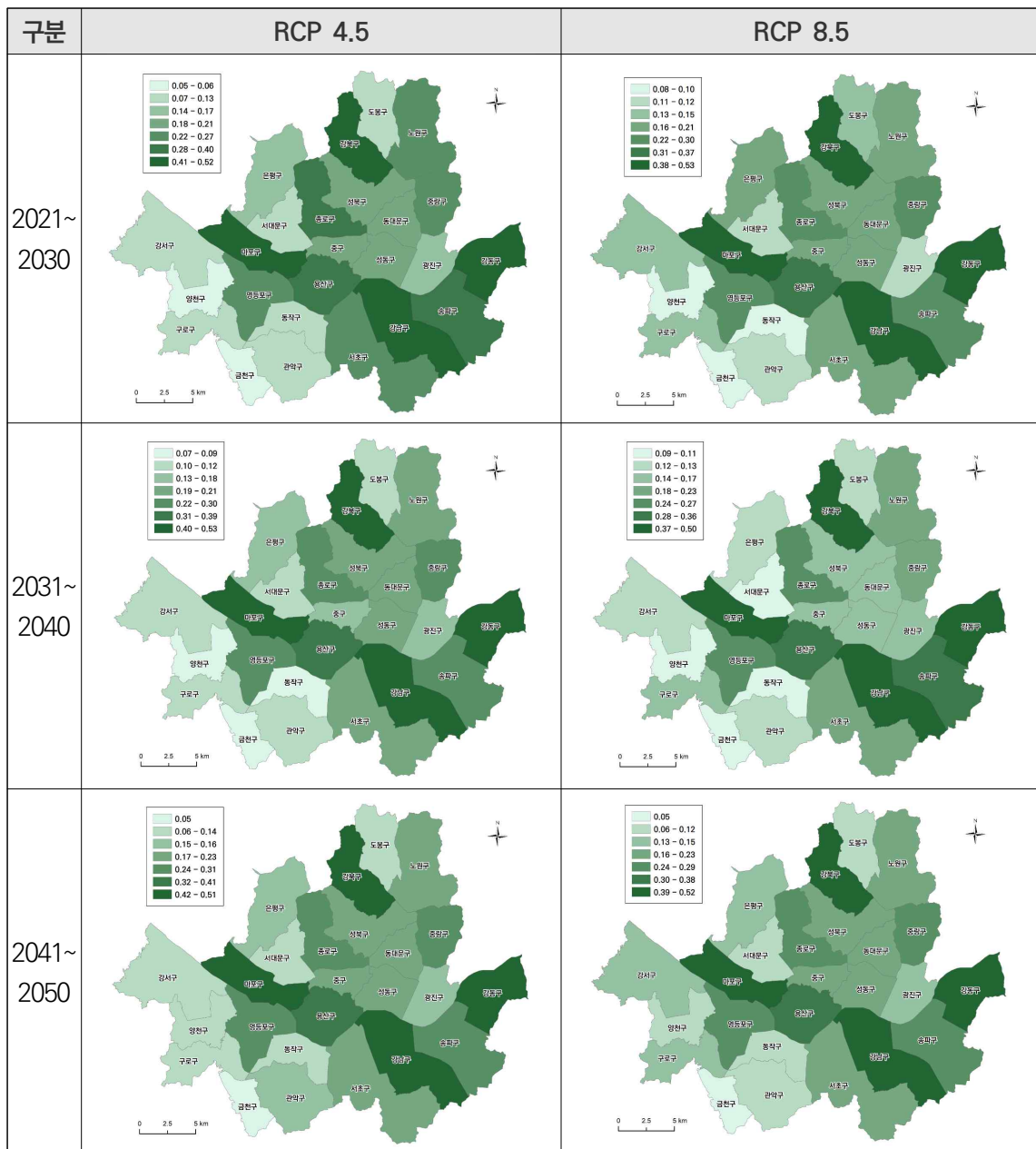
- 기후노출 평가지표는 생물종 및 개체수 변화에 영향을 미칠 수 있는 강수량과 기온자료 사용
- 민감도 평가지표 중 조류·양서파충류·포유류 보호종 출현은 도시생태현황도의 조사 결과를 활용
 - 조류 보호종 출현 : 서울시 도시생태현황도(2015)의 구별 조류 보호종 출현 횟수를 산정
 - 양서파충류 보호종 출현 : 서울시 도시생태현황도(2015)의 구별 양서파충류 보호종 출현 횟수를 산정
 - 포유류 보호종 출현 : 서울시 도시생태현황도(2015)의 구별 보호종 출현 횟수를 산정
- 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표와 선행연구의 생태계서비스 평가 결과를 활용
 - 자연성 : 자치구의 자연성이 높을수록 보호종 감소에 대한 적응능력이 높은 것으로 평가
 - 서식지 질 : 자치구의 서식지 질이 높을수록 보호종 감소에 대한 적응능력이 높은 것으로 평가
 - 수원함양 : 송인주 외(2019)의 생태계서비스 평가 결과 중 공급서비스의 ‘수원함양’ 평가 결과 활용
 - 수원함양 : 생태계로부터 얻을 수 있는 잠재적인 담수 자원의 공급 평가
 - 수원함양이 높은 지역일수록 생물종 및 개체수 변화에 대한 적응능력이 높은 것으로 평가
 - 식물의 층위구조 : 송인주 외(2019)의 생태계서비스 평가 결과 중 서식지 및 지원서비스의 ‘층위구조’ 평가 결과 활용
 - 층위구조 : 생물다양성이 높게 나타나는 층위구조에 따른 생물의 서식지 기능 평가
 - 층위구조가 다양한 지역일수록 서식지 기능이 높으므로 생물종 및 개체수 변화에 대한 적응능력이 높은 것으로 평가

[표 부록-13] 산림·생태계 부문 취약성 평가 지표_ 리스크4. 기후변화에 따른 생물종(동물) 및 개체수 변화

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	6~8월 강수량(mm)	0.2	VESTAP
	6~8월 일 최고기온의 평균값(°C)	0.2	VESTAP
	일 최고기온이 33°C이상인 날의 횟수(회)	0.2	VESTAP
	연속적인 무강수 일수의 최대값(회)	0.2	VESTAP
	1~3월 평균 기온(°C)	0.2	VESTAP
기후변화 민감도	조류 보호종 출현(회)	0.33	도시생태현황도(2015) 구별 조류 보호종 출현 횟수 산정
	양서파충류 보호종 출현(회)	0.33	도시생태현황도(2015) 구별 양서파충류 보호종 출현 횟수 산정
	포유류 보호종 출현(회)	0.34	도시생태현황도(2015) 구별 포유류 보호종 출현 횟수 산정
적응능력	산림 공무원 수(명)	0.14	VESTAP
	재정자립도(%)	0.14	VESTAP
	지역 내 총생산(GRDP)(백만원)	0.14	VESTAP
	자연성(생태계서비스)	0.14	송인주 외(2019) (비오톱 유형별 자연성 점수 X 면적(ha))
	서식지 질(생태계서비스)	0.15	송인주 외(2019) (비오톱 유형별 서식지 질 점수 X 면적(ha))
	수원함양(생태계서비스)	0.15	송인주 외(2019) (비오톱 유형별 수원함양 점수 X 면적(ha))
	식물의 층위구조(생태계서비스)	0.14	송인주 외(2019) (비오톱 유형별 층위구조 점수 X 면적(ha))

② 평가 결과

- 포유류, 조류, 양서파충류 출현빈도가 높은 마포, 강남, 강북, 강동구 등 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 기후변화에 의해 서울시 동부지역에서 취약성이 상대적으로 증가하는 경향을 보임



[그림 부록-11] 산림·생태계 부문 취약성 평가 결과_ 리스크4. 기후변화에 따른 생물종(동물) 및 개체수 변화

(5) 리스크 5 “기후변화에 따른 병해충 증가(생물종 돌발 대발생 고려)”

① 평가 지표

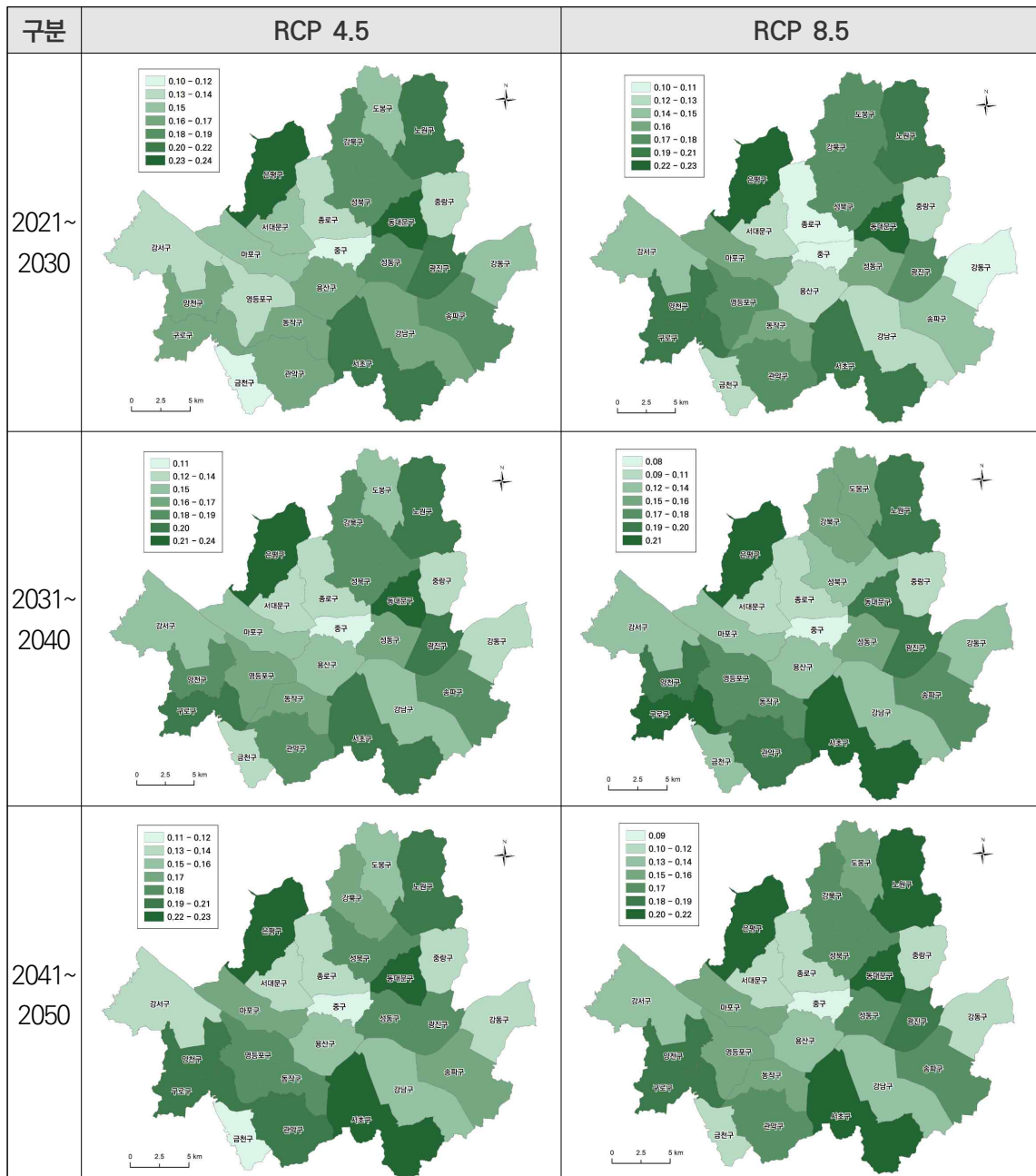
- 기후노출 평가지표는 병해충 증가에 영향을 미칠 수 있는 강수량과 기온자료 사용
- 민감도 평가지표 중 산림면적은 도시생태현황도를 기반으로 산정함
 - 산림면적 : 서울시 도시생태현황도(2020)의 산림지비오톱 면적을 구별로 합산하여 적용
- 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표를 활용함

[표 부록-14] 산림·생태계 부문 취약성 평가 지표_ 리스크5. 기후변화에 따른 병해충 증가

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	6~8월 일 최고기온의 평균값(°C)	0.13	VESTAP
	일 최고기온이 33°C이상인 날의 횟수(회)	0.13	VESTAP
	일 최고기온의 연간 평균값(°C)	0.13	VESTAP
	연속적인 무강수 일수의 최대값(회)	0.12	VESTAP
	4월 평균 상대습도(%)	0.12	VESTAP
	일별 일사량(W/m ²)	0.12	VESTAP
	증발산량(mm)	0.12	VESTAP
	1~3월 평균 기온(°C)	0.13	VESTAP
기후변화 민감도	병해충 발생면적	0.25	VESTAP
	소나무 재선충병 발생 본수(본)	0.25	VESTAP
	산림해충 발생면적(ha)	0.25	VESTAP
	산림 면적(ha)	0.25	도시생태현황도(2020) 구별 산림지비오톱 면적 산정
적응능력	산림 공무원 수(명)	0.17	VESTAP
	재정자립도(%)	0.17	VESTAP
	지역 내 총생산(GRDP)(백만원)	0.17	VESTAP
	산림병해충 방제면적(ha)	0.16	VESTAP
	병해충 방제 면적당 소나무림 비율(%)	0.17	VESTAP
	병해충 방제시기 - 꼬마 배나무이(누적일수) (일)	0.16	VESTAP

② 평가 결과

- 산림면적이 상대적으로 큰 은평, 노원, 서초구 등에서 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 기후변화에 의해 강북대비 강남지역의 취약성이 상대적으로 증가하는 경향을 보임



[그림 부록-12] 산림·생태계 부문 취약성 평가 결과_ 리스크5. 기후변화에 따른 병해충 증가

(6) 리스크 6 “기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소”

① 평가 지표

- 기후노출 평가지표는 산림의 탄소 흡수량에 영향을 미치는 강수량과 기온자료 사용
- 민감도 평가지표는 서울시 도시생태현황도를 기반으로 산림면적을 산정하였으며, 탄소흡수량은 선행연구의 탄소흡수량 산출 방식을 활용하여 재산정함
 - 산림면적 : 서울시 도시생태현황도(2020)의 산림지비오톱 면적을 구별로 합산하여 적용
 - 탄소흡수량 : 송인주 외(2019)⁵⁷⁾ 탄소흡수량 산출방식을 서울시 도시생태현황도(2020)를 기반으로 산출
- 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표를 적용함

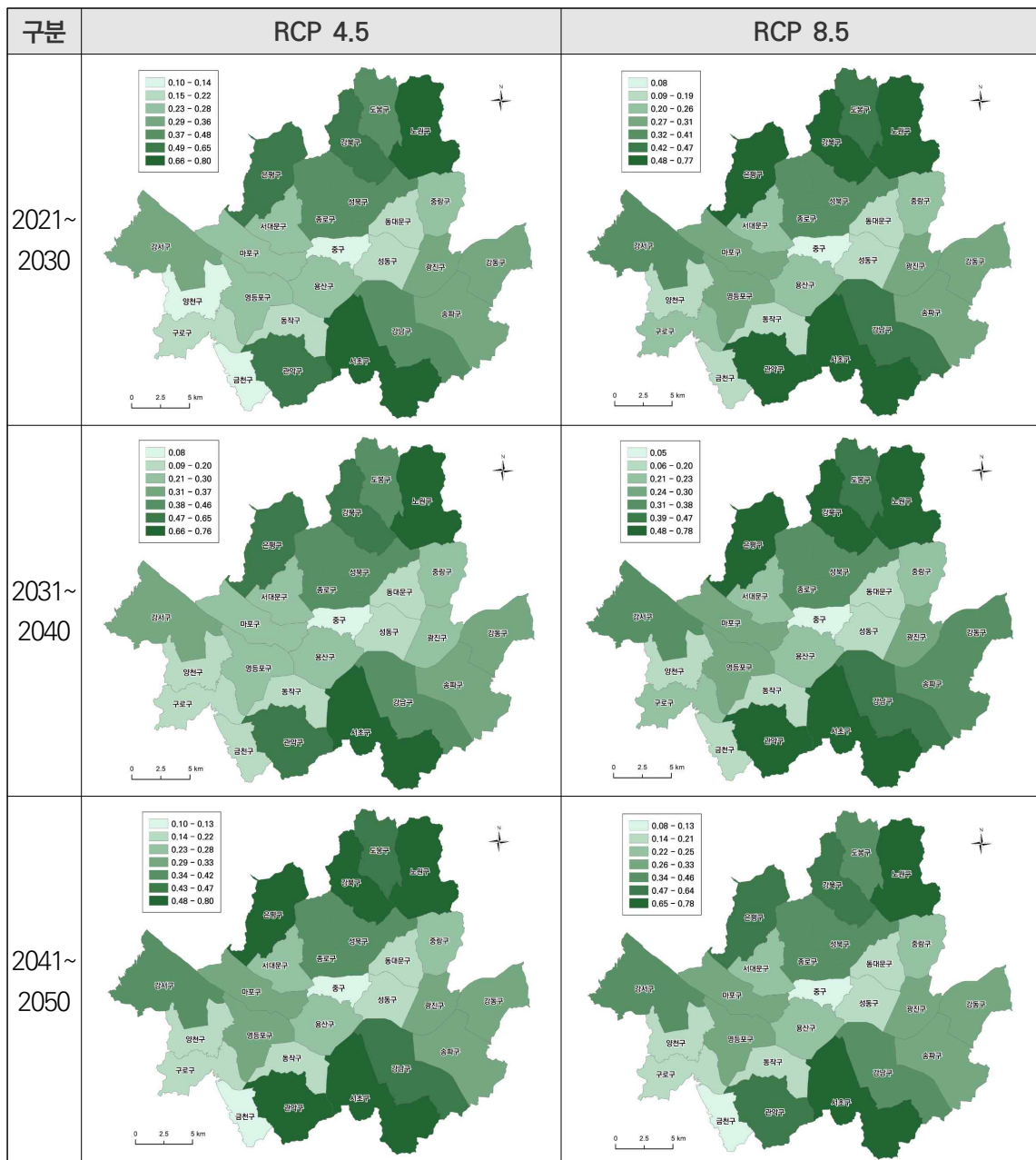
[표 부록-15] 산림·생태계 부문 취약성 평가 지표_ 리스크6. 기후변화에 따른 산림의 탄소 흡수량 감소

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	6~8월 강수량(mm)	0.2	VESTAP
	6~8월 일 최고기온의 평균값(°C)	0.2	VESTAP
	일 최고기온이 33°C이상인 날의 횟수(회)	0.2	VESTAP
	연속적인 무강수 일수의 최대값(회)	0.2	VESTAP
	1~3월 평균 기온(°C)	0.2	VESTAP
기후변화 민감도	산림면적(ha)	0.5	도시생태현황도(2020) 구별 산림지비오톱 면적 산정
	탄소흡수량(톤/ha/년)	0.5	송인주 외(2019) 탄소흡수량 평가 결과 활용(비오톱 유형별 탄소흡수량X면적(ha)X녹지율)
적응능력	산림 공무원 수(명)	0.2	VESTAP
	재정자립도(%)	0.2	VESTAP
	지역 내 총생산(GRDP)(백만원)	0.2	VESTAP
	천연림 보육 면적(ha)	0.2	VESTAP
	침엽수 조림 면적(ha)	0.2	VESTAP

57) 송인주·윤초롱, 2019, 서울시 생태계서비스 평가체계 구축과 활용방안 연구에서 제시하고 있는 탄소흡수량 산출 방식을 사용하였으며, 해당 연구에서는 2015년 기준 도시생태현황도를 활용하였으나, 취약성 평가에서는 2020년 기준 도시생태현황도를 활용하여 재산출하였음

② 평가 결과

- 산림 면적이 크고 자연림이 많은 서울시 외곽(은평, 노원, 관악, 서초 등) 지역의 탄소 흡수량 감소 취약성이 높은 것으로 나타남
- 미래 기후변화에 의해 서울시 외곽의 취약성이 상대적으로 더욱 커지는 경향을 보임



[그림 부록-13] 산림·생태계 부문 취약성 평가 결과_ 리스크6. 기후변화에 따른 산림의 탄소흡수량 감소

(7) 리스크 7 “기후변화로 인한 습지면적 감소 및 육지화”

① 평가 지표

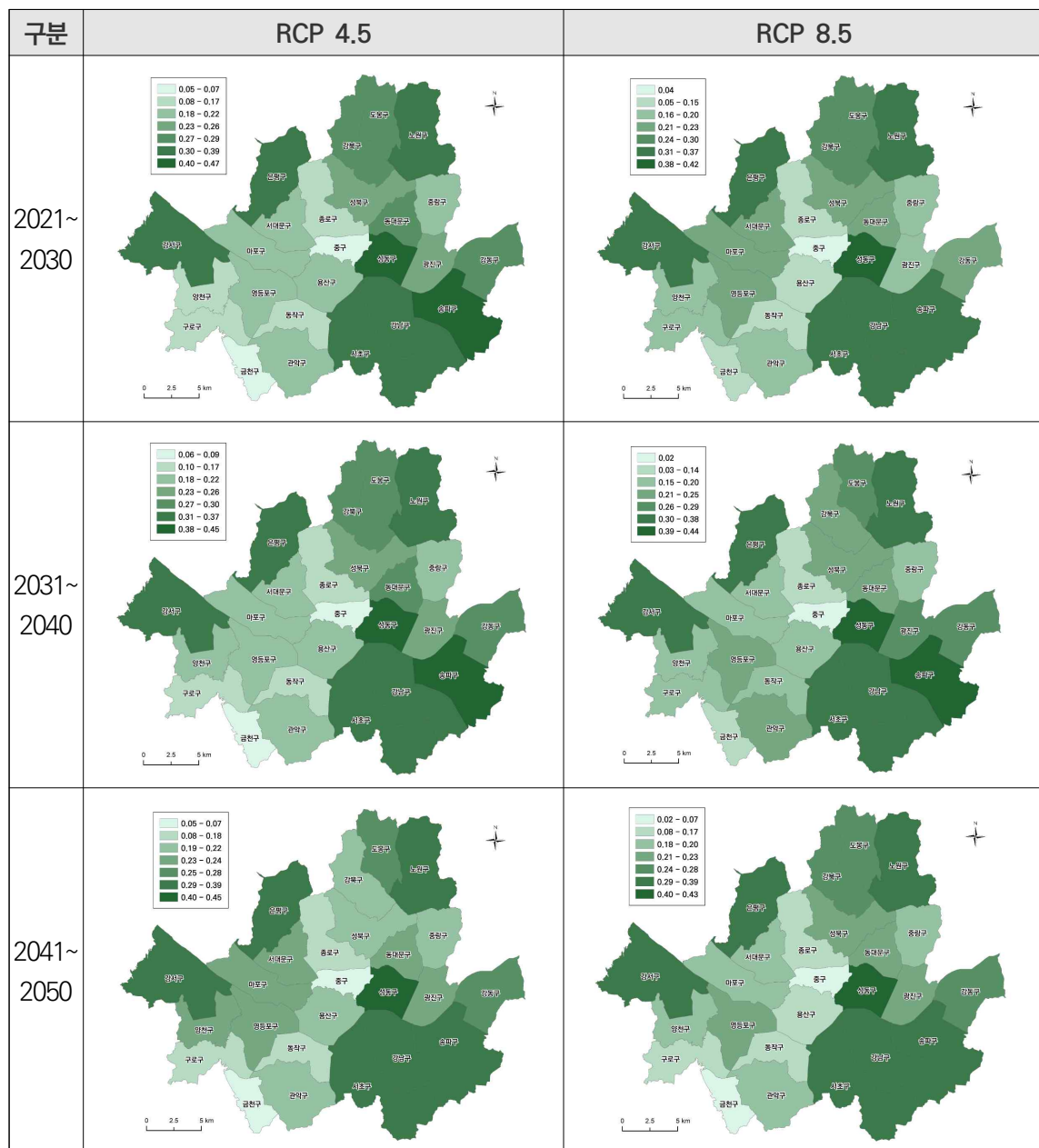
- 기후노출 평가지표는 습지 감소 및 육지화에 영향을 미칠 수 있는 강수량과 기온자료 사용
- 민감도 평가지표 중 습지면적은 도시생태현황도를 활용하였으며, 수원함양은 선행연구의 생태계서비스 평가 결과를 활용함
 - 습지면적 : 서울시 도시생태현황도(2020)의 습지 면적을 구별로 합산하여 적용
 - 수원함양 : 수원함양이 높은 지역일수록 육지화에 민감한 지역으로 평가
- 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표를 활용함

[표 부록-16] 산림·생태계 부문 취약성 평가 지표_ 리스크7. 기후변화로 인한 습지면적 감소 및 육지화

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	연속적인 무강수 일수의 최대값(회)	0.17	VESTAP
	일간 실효습도가 35% 이하인 날의 횟수(회)	0.17	VESTAP
	일 최고기온이 33℃ 이상인 날의 횟수(회)	0.16	VESTAP
	연간 강수량(mm)	0.16	VESTAP
	연간 6개월 SPI -1 이하인 날 수(일)	0.17	VESTAP
	연간 3개월 SPI -1 이하인 날 수(일)	0.17	VESTAP
기후변화 민감도	습지면적(ha)	0.5	도시생태현황도(2020) 구별 습지 면적 산정
	수원함양(생태계서비스)	0.5	송인주 외(2019) (비오톱 유형별 수원함양 점수 X 면적(ha))
적응능력	산림 공무원 수(명)	0.33	VESTAP
	재정자립도(%)	0.34	VESTAP
	지역 내 총생산(GRDP)(백만원)	0.33	VESTAP

② 평가 결과

- 습지가 있거나 수원함양 기능이 높은 자치구인 강서, 송파, 성동구 등의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 기후변화에 의해 강남지역의 취약성이 상대적으로 높으며, 습지가 있는 자치구의 취약성은 지속적으로 높음



[그림 부록-14] 산림·생태계 부문 취약성 평가 결과_ 리스크7. 기후변화로 인한 습지면적 감소 및 육지화

(8) 리스크 8 “폭우로 인한 산림재해(산사태 등) 증가 및 대형화”

① 평가 지표

- 기후노출 평가지표는 폭우와 관련한 강수량 자료 사용
- 민감도 평가지표 중 산지사면 등급과 산사태 위험지역 지정 면적, 산사태 발생 건 수는 서울시 자료를 활용하였으며, 벌채지 및 나지 면적, 아까시나무림·현사시나무림 면적은 도시생태현황도를 활용함
 - 산지사면 등급 : 서울시 산지사면 통계(2019)⁵⁸⁾ 중 산지사면 등급이 C, D, E등급인 개소수 구별 산출
 - 산사태 위험지역 지정 면적 : 서울시 산사태 위험지역(2021)⁵⁹⁾ 중 구별 산사태·토석류 위험지역 지정 면적 산정
 - 산사태 발생 건 수 : 구별 산사태 발생 건 수 통계(2010~2012)⁶⁰⁾를 바탕으로 산정
 - 벌채지 및 나지 면적 : 서울시 도시생태현황도(2020)의 벌채지 및 나지 면적을 구별로 합산하여 적용
 - 아까시나무림, 현사시나무림 면적 : 서울시 도시생태현황도(2020)의 현존식생유형 중 우점종이 아까시나무림, 현사시나무림인 지역 면적 산출
- 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표를 활용함

58) 서울시 사면통계정보(https://news.seoul.go.kr/env/slope_info/slope_total_statistics)

59) 서울시 열린데이터광장(<http://data.seoul.go.kr/dataList/OA-15778/S/1/datasetView.do>)

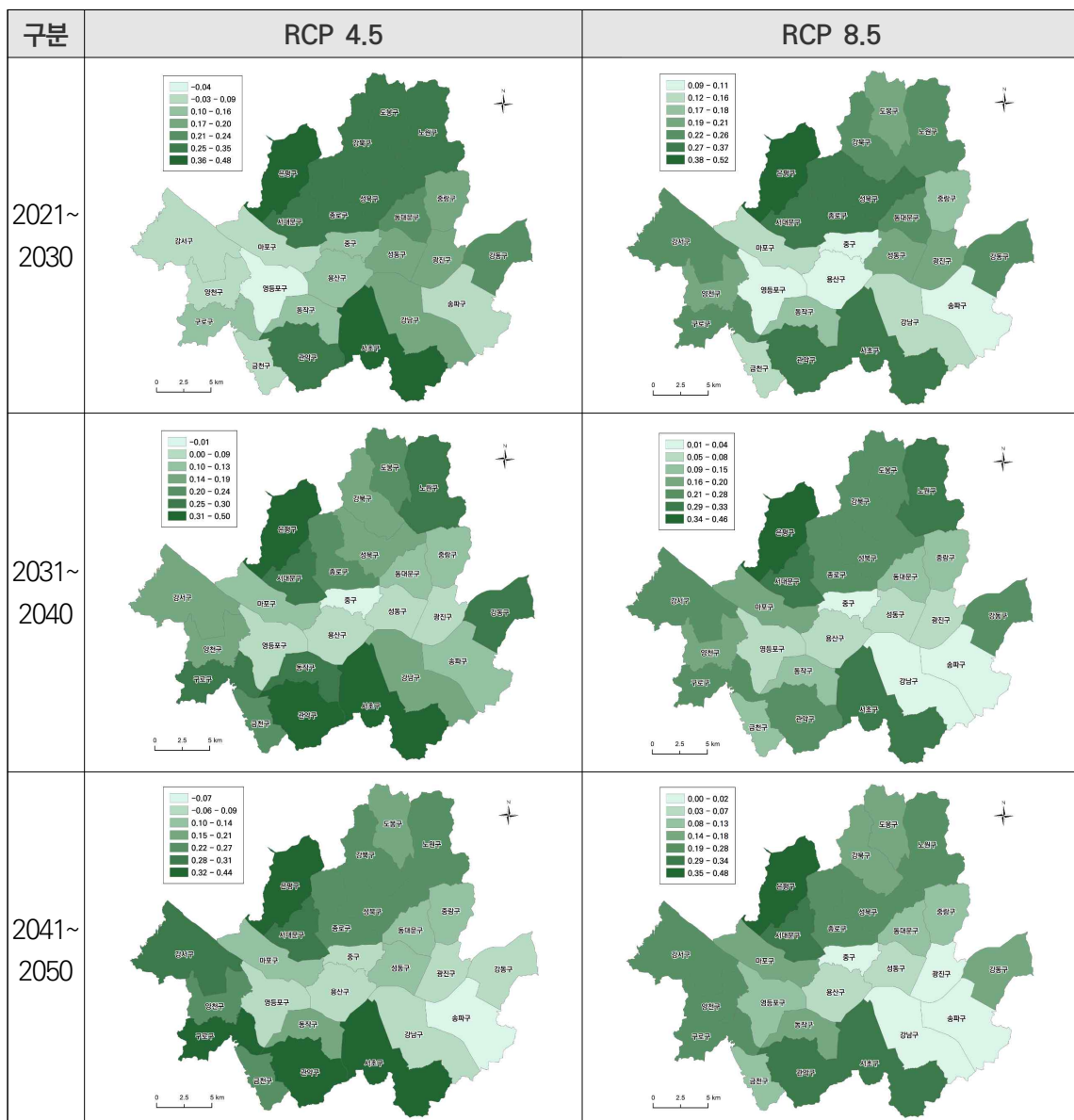
60) 서울시 산사태 발생 통계(https://news.seoul.go.kr/env/slope_info/landslide_statistics)

[표 부록-17] 산림·생태계 부문 취약성 평가 지표_ 리스크8. 폭우로 인한 산림재해(산사태 등) 증가 및 대형화

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	일강수량이 80mm이상인 날의 횟수(회)	0.33	VESTAP
	5일 누적 강수량(mm)	0.33	VESTAP
	1일 최대강수량(mm)	0.34	VESTAP
기후변화 민감도	산지사면 등급 (산지사면 C 이하 등급 개소 수)	0.2	서울시 산지사면 통계(2019) 구별 산지사면 C~E등급인 개소 수 산출
	산사태 위험지역 지정 면적(ha)	0.2	서울시 산사태 위험지역 지정 현황(2021) 구별 산사태·토석류 위험지역 면적 산정
	산사태 발생 건수(건)	0.2	서울시 구별 산사태 발생 건 수 산정
	벌채지 및 나지 면적(ha)	0.2	도시생태현황도(2020) 구별 벌채지 및 나지 면적 산정
	아까시나무림, 현사시나무림 면적(ha)	0.2	도시생태현황도(2020) 구별 우점종이 아까시나무, 현사시나무인 면적 산출
적응능력	산림 공무원 수(명)	0.25	VESTAP
	재정자립도(%)	0.25	VESTAP
	지역 내 총생산(GRDP)(백만원)	0.25	VESTAP
	재난방재관련 공무원 수(명)	0.25	VESTAP

② 평가 결과

- 산사태 위험지역이 많거나 기존 산사태 발생 건수 이력이 높은 자치구(은평, 도봉, 노원, 서초 등)가 취약성이 높음
- 미래 기후변화에 의해 서울시 외곽지역의 취약성이 상대적으로 크며, 강서, 구로 등 남서부 취약성도 증가함



[그림 부록-15] 산림·생태계 부문 취약성 평가 결과_ 리스크8. 폭우로 인한 산림재해(산사태 등) 증가 및 대형화

(9) 리스크 9 “가뭄으로 인한 산림재해(산불 등) 증가”

① 평가 지표

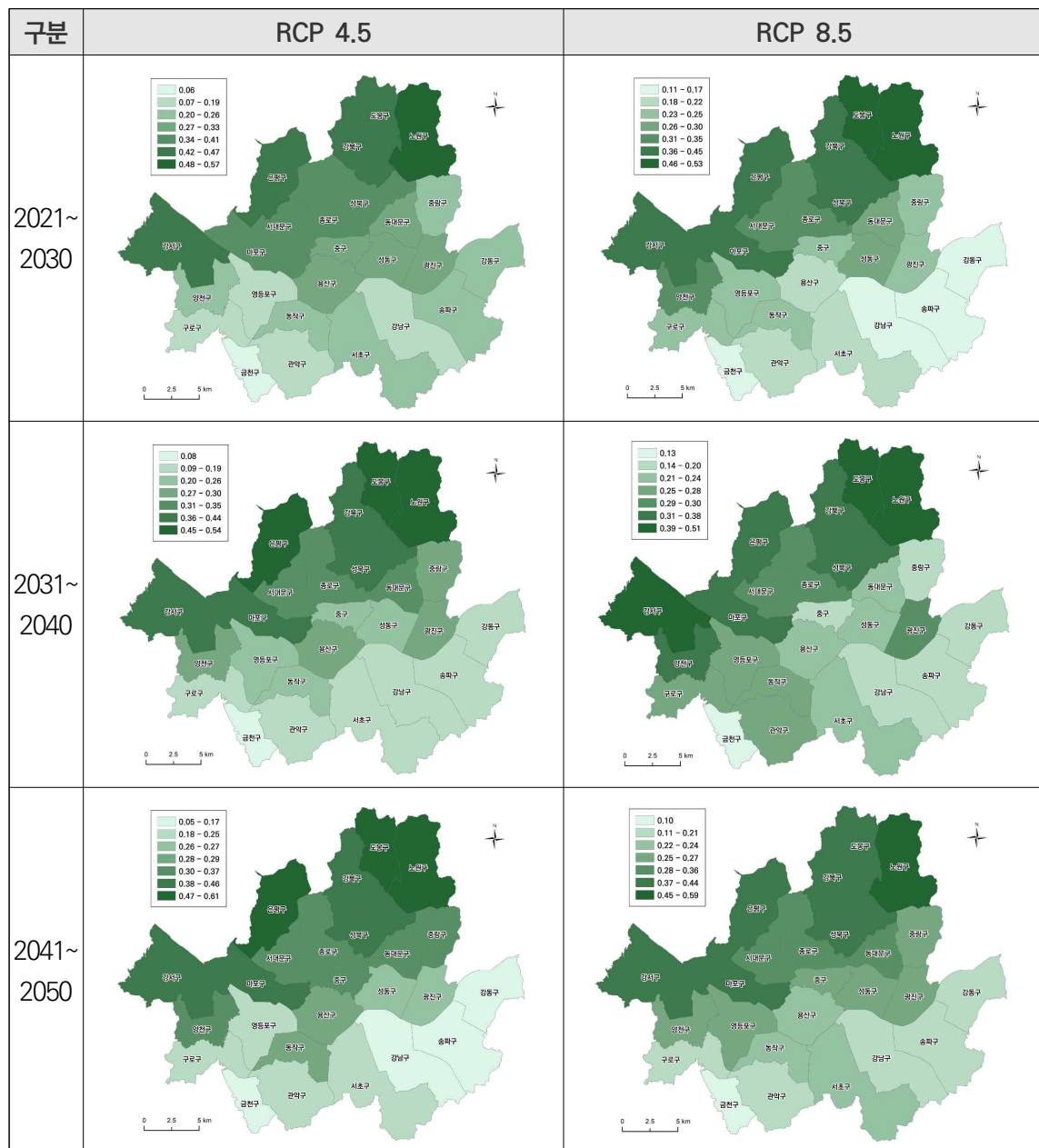
- 기후노출 평가지표는 가뭄과 관련한 강수량, 습도, 풍속 자료 사용
- 민감도 평가지표 중 산불피해 건 수는 서울시 자료를 활용하였으며, 산림면적은 도시생태현황도를 활용함
 - 산불 피해 건 수 : 서울시 최근 3년(2018~2020) 발화지점 기준 구별 산불피해 건 수 산정
 - 산림면적 : 서울시 도시생태현황도(2020)의 산림지비오톱 면적을 구별로 합산하여 적용
- 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표를 활용함

[표 부록-18] 산림·생태계 부문 취약성 평가 지표_ 리스크9. 가뭄으로 인한 산림재해(산불 등) 증가

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	연속적인 무강수 일수의 최대값(회)	0.34	VESTAP
	일간 실효습도가 35%이하인 날의 횟수(회)	0.3	VESTAP
	일 최대풍속이 14m/s이상인 날의 횟수(회)	0.33	VESTAP
기후변화 민감도	토양 수분 10cm(mm)	0.25	VESTAP
	산림대비 산불발생현황(건)	0.25	VESTAP
	산림 면적(ha)	0.25	도시생태현황도(2020) 구별 산림지비오톱 면적 산정
	산불 피해 건 수(건)	0.25	서울시 산불피해 건 수(2018~2020) 발화지점 기준 구별 산불피해 건 수 합산
적응능력	산불 무인감시시스템 또는 산불 감시탑의 수	0.2	VESTAP
	산불 관련 공무원 수(명)	0.2	VESTAP
	산불 감시원의 수(명)	0.2	VESTAP
	재정 자립도(%)	0.2	VESTAP
	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)	0.2	VESTAP

② 평가 결과

- 산불 피해 이력이 있으면서 산림 면적이 큰 강북지역에서 상대적으로 취약성이 높음
- 미래 기후변화에 의해 취약성이 전반적으로 높아지는 경향을 보임



[그림 부록-16] 산림·생태계 부문 취약성 평가 결과_ 리스크9. 가뭄으로 인한 산림재해(산불 등) 증가

(10) 리스크 10 “극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화 유지관리 비용 증가”

① 평가 지표

- 기후노출 평가지표는 도시 내 극한기후와 관련한 강수량, 기온 자료 사용
- 민감도 평가지표 중 건물주변 녹지 면적, 가로수 주수, 아파트 및 학교녹지 면적은 서울시 자료를 활용하였으며, 조경녹지비오톱 면적은 도시생태현황도를 활용함
 - 건물주변 녹지 면적 : 서울시 건물주변 녹지 현황 통계(2019)⁶¹⁾를 바탕으로 문화재 주변, 공공건물 주변, 옥상녹화 구별 면적 산정
 - 가로수 주수 : 서울시 가로수 현황 통계(2020)⁶²⁾를 바탕으로 구별 가로수 수량 산정
 - 아파트 및 학교녹지 면적 : 서울시 아파트 및 학교녹지 현황 통계(2019)⁶³⁾를 바탕으로 구별 아파트 및 학교녹지 면적 산정
 - 조경녹지 비오톱 면적 : 서울시 도시생태현황도(2020)의 조경녹지비오톱 면적을 구별로 합산하여 적용
- 적응능력은 VESTAP에서 기본적으로 제공하는 가장 최신 지표를 활용함

61) 서울시 열린데이터광장(<https://data.seoul.go.kr/dataList/10232/S/2/datasetView.do>)

62) 서울시 열린데이터광장(<https://data.seoul.go.kr/dataList/367/S/2/datasetView.do>)

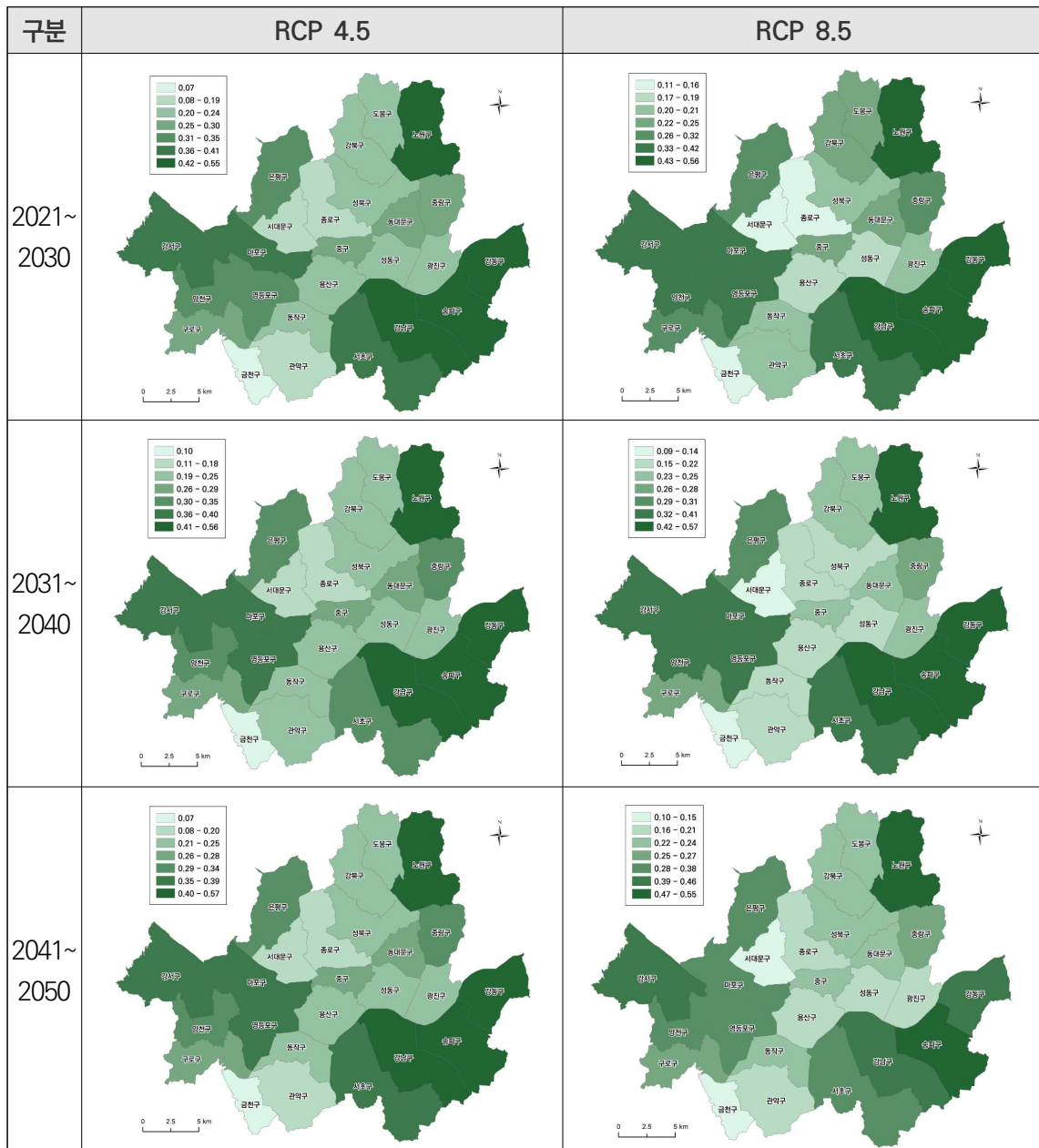
63) 서울시 열린데이터광장(<https://data.seoul.go.kr/dataList/10233/S/2/datasetView.do>)

[표 부록-19] 산림·생태계 부문 취약성 평가 지표_ 리스크10. 극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화
유지관리 비용 증가

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	겨울철 최저기온이 -12도 이하가 2일 이상 지속한 일 수(일)	0.14	VESTAP
	겨울철 최저기온이 전날보다 10도이상 하강 한 일 수(일)	0.15	VESTAP
	겨울철 연속적인 무강수 일수의 최댓값(일)	0.14	VESTAP
	연속적인 무강수 일수의 최댓값(회)	0.14	VESTAP
	일간 실효습도가 35%이하인 날의 횟수(회)	0.14	VESTAP
	연간 3개월 SPI -1 이하인 날 수(일)	0.15	VESTAP
	일 최고기온이 33°C이상인 날의 횟수(회)	0.14	VESTAP
기후변화 민감도	건물주변 녹지 면적(m ²)	0.25	서울시 건물주변 녹지현황 통계(2019) 구별 건물주변 녹지 면적 산정
	가로수 주수(주)	0.25	서울시 가로수 현황 통계(2020) 구별 가로수 수량 산정
	아파트 및 학교녹지 면적(m ²)	0.25	서울시 아파트 및 학교녹지 현황(2019) 구별 아파트 및 학교녹지 면적 산정
	조경녹지비오톱 면적(ha)	0.25	도시생태현황도(2020) 구별 조경녹지비오톱 면적 산정
적응능력	재정 자립도(%)	0.5	VESTAP
	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)	0.5	VESTAP

② 평가 결과

- 조경녹지 면적이 큰 강남, 송파, 서초, 강동, 노원 등의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 기후변화에 의해 상대적인 취약성이 강화되는 것으로 나타남



[그림 부록-17] 산림·생태계 부문 취약성 평가 결과_ 리스크10. 극한 기후에 의한 도시녹지 및 건축물 녹화 유지관리 비용 증가

3 • 시설물 관리(도시공간)

1) 취약성 평가 항목

- 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가는 건축물 4개, 기반시설 4개 총 8개 항목에 대하여 평가를 수행함

[표 부록-20] 시설물 관리(도시공간) 부문 기후변화 취약성 평가 항목

대분류	항목	번호
건축물	폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스증가	리스크 1
	폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가	리스크 2
	폭우로 인한 시가지 비탈면(옹벽·축대, 인공·자연 비탈면) 붕괴위험 증가	리스크 3
	극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가	리스크 4
기반 시설	극한기상(폭염, 폭우, 강풍, 폭설)으로 인한 에너지(전력, 도시가스) 및 통신시설 피해위험(정전, 도시가스 공급중단, 통신 마비 등) 증가	리스크 5
	극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 도시교통(도로, 도시철도) 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가	리스크 6
	기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 위험 증가	리스크 7
	폭염으로 인한 도시철도 레일 변형 및 탈선위험 증가	리스크 8

2) 취약성 평가 결과

(1) 리스크 1 “폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가”

① 평가 지표

- 기후노출 평가는 폭염과 관련하여 기온 및 습도, 열파지수에 대한 지표를 사용함
- 민감도 평가는 주거지역 열 스트레스와 연관된 취약인구, 노후주택, 불투수율 지표를 활용함
 - ‘노후 주택 비율’은 국토교통부 건축물 생애이력 관리시스템⁶⁴⁾의 건축물 통계자료를 바탕으로 2020년 기준 30년 이상(~91년) 건축물의 연면적 데이터를 적용하여 산출함
 - ‘불투수율’은 환경부 토지피복지도(2017)를 바탕으로 산출함
- 적응능력 평가는 공무원, 공공기관, 재정과 관련된 지표 이외에도 녹지, 무더위 쉼터를 지표로 선정함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.42, 민감도 0.42, 적응능력 0.16이며, 세부 지표별 가중치는 폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

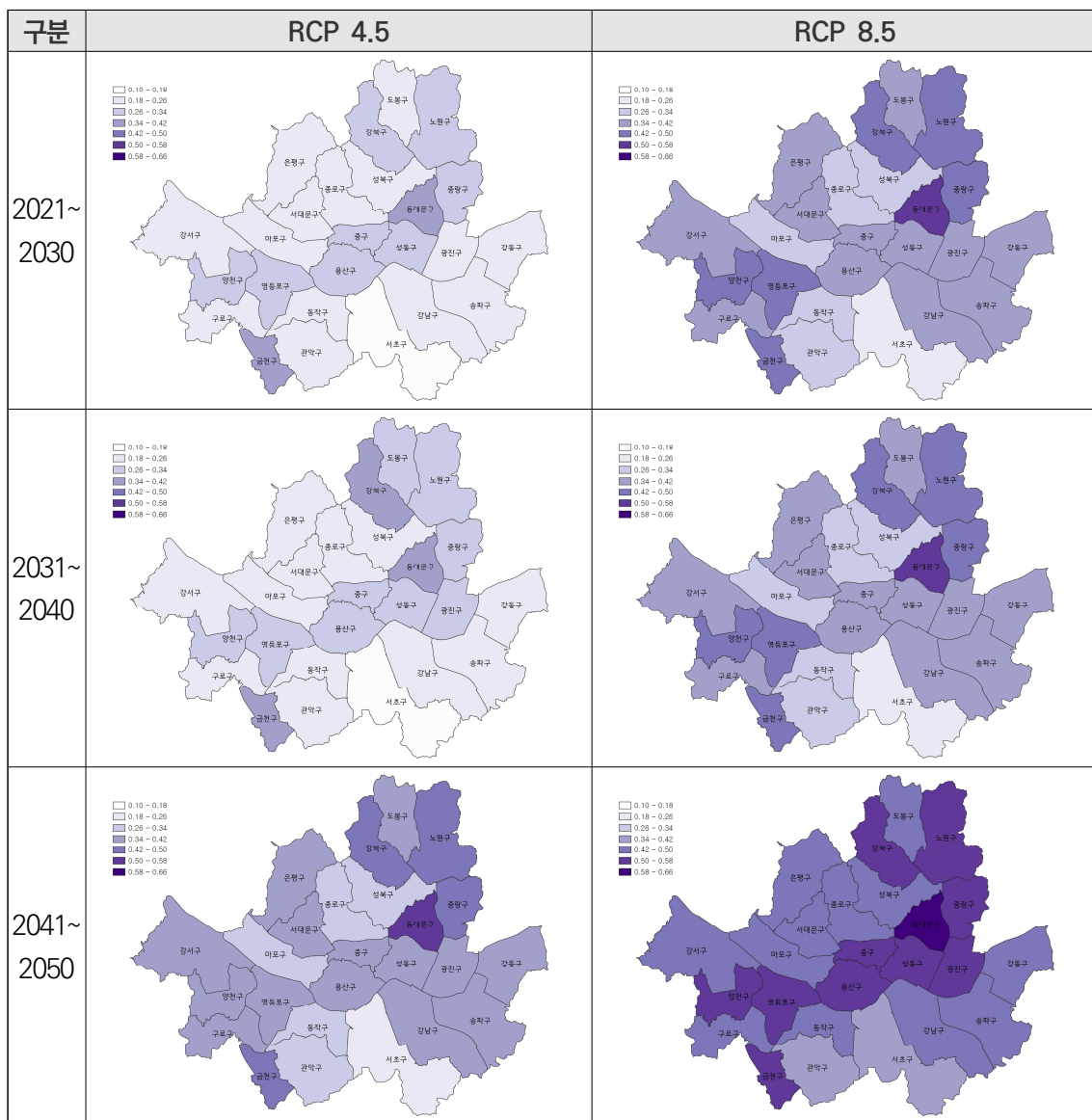
64) <https://blcm.go.kr/>

[표 부록-21] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 지표_ 리스크1. 폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	열파 지속지수(HWDI)(지수)	0.42	0.164	VESTAP
	일 최고기온의 연간 평균값(°C)		0.165	VESTAP
	일 최고기온이 33°C이상인 날의 횟수(회)		0.236	VESTAP
	일 최저기온이 25°C이상인 날의 횟수(회)		0.085	VESTAP
	체감온도(°C)		0.171	VESTAP
	1일 상대습도(%)		0.068	VESTAP
	불쾌지수(온습도지수)(지수)		0.111	VESTAP
기후변화 민감도	기초생활수급자 인구비율(%)	0.42	0.292	VESTAP
	독거노인(65세이상) 비율(%)		0.309	VESTAP
	노후 주택 비율(%)		0.217	국토교통부, 건축물생애이력관리시스템 (2020)
	불투수율(%)		0.182	환경부, 토지피복지도(2014)
적응능력	인구당 보건소 인력(명/만명)	0.16	0.158	VESTAP
	인구당 응급의료 기관수(개/십만명)		0.164	VESTAP
	재정 자립도(%)		0.139	VESTAP
	1인당 녹지면적(m²)		0.133	VESTAP
	1인당 지역 내 총생산 (GRDP)(백만원/인)		0.123	VESTAP
	인구당 소방서 인력(인/천명)		0.158	VESTAP
	무더위 쉼터(개소)		0.125	VESTAP

② 평가 결과

- 취약계층 비율이 높은 강북구, 불투수율이 높은 동대문구, 노후 주택 비율이 높은 노원구 등 동북권 지역의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 기온이 상승하고 폭염일수가 증가할 것으로 전망됨에 따라 모든 자치구의 취약성이 증가함



[그림 부록-18] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 결과_리스크1. 폭염으로 인한 주거지역 열 스트레스 증가

(2) 리스크 2 “폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가”

① 평가 지표

- 기후노출 평가는 폭우와 관련하여 강수량 지표를 사용함
- 민감도 평가는 지하공간과 연관된 저지대, 지하 건축물과 지하철 역사에 대한 지표를 선정하였으며, 침수와 관련한 불투수율 지표 역시 활용함
 - ‘불투수율’은 환경부 토지피복지도(2017)를 바탕으로 산출함
 - ‘지하철 역사 면적’은 서울 열린데이터광장의 2020년 기준 서울교통공사 지하철역사 건축 현황자료를 바탕으로 산정함
- 적응능력 평가는 공무원, 재정 관련 지표 이외에도 침수와 관련된 하수관로, 내수배제시설을 지표로 선정함
 - ‘하수관로연장 비율’은 환경부 하수도통계(2019)의 하수관로 시설 자료를 바탕으로 산출함
 - ‘내수배제시설 배수능력’은 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)⁶⁵⁾의 2019년 기준 행정구역별 내수배제시설 양수량 값을 활용함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.37, 민감도 0.37, 적응능력 0.26이며, 세부 지표별 가중치는 폭우로 인한 지하공간 침수위험에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

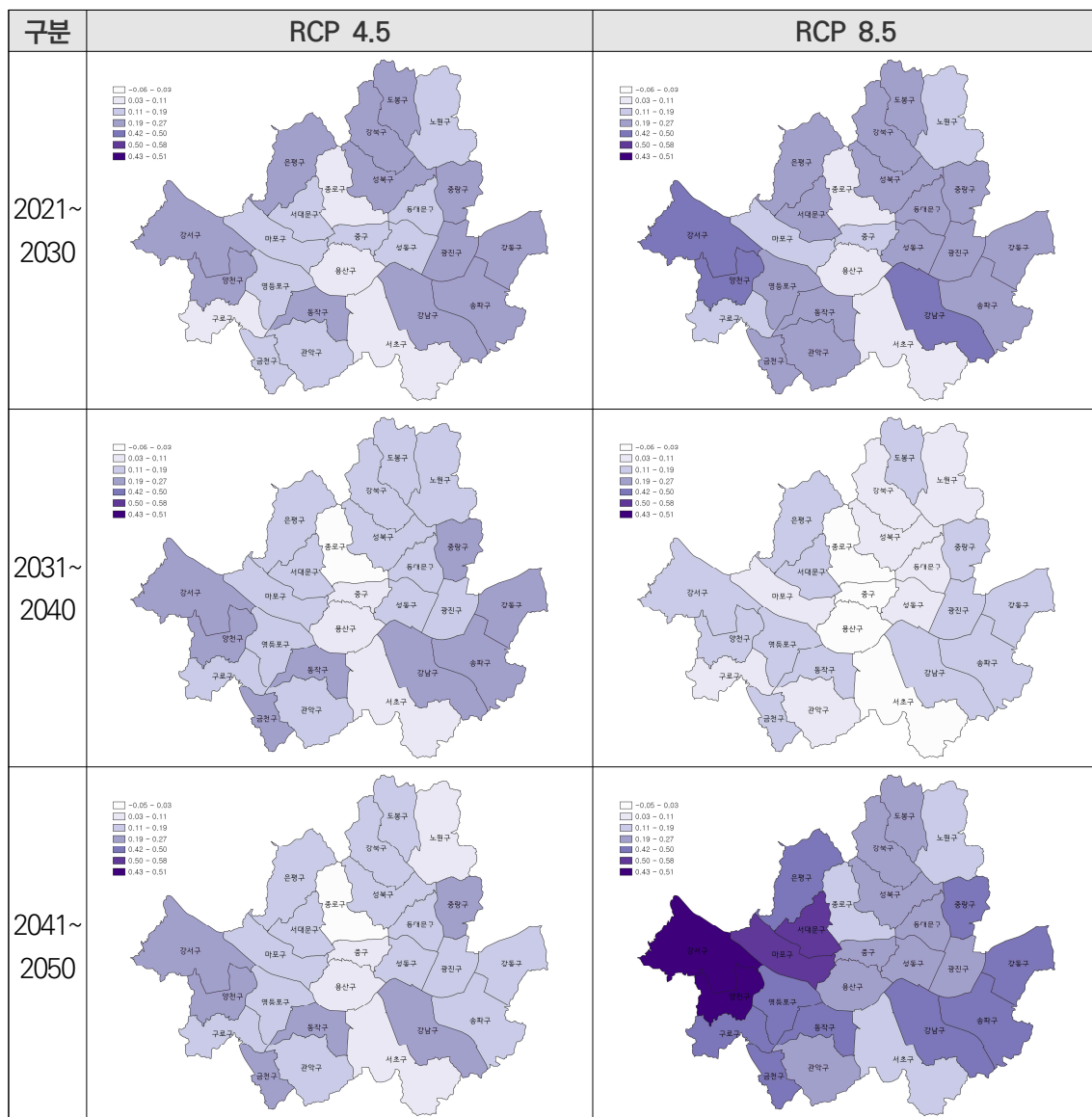
65) <http://www.wamis.go.kr/>

[표 부록-22] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 지표_ 리스크2. 폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	1일 최대 강수량(mm)	0.37	0.590	VESTAP
	일 강수량이 80mm 이상인 날의 횟수(회)		0.410	VESTAP
기후변화 민감도	지하 건축물 비율(%)	0.37	0.390	VESTAP
	불투수율(%)		0.260	환경부, 토지파복지도(2014)
	지하철 역사 면적(m²)		0.110	서울시, 열린데이터광장(2020)
	10m이하 저지대 면적(ha)		0.120	VESTAP
	10m이하 저지대 가구(가구)		0.120	VESTAP
적응능력	하수관로연장 비율(%)	0.26	0.230	환경부, 하수도통계(2019)
	1만명당 공무원 수(명/만명)		0.180	VESTAP
	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)		0.110	VESTAP
	내수배제시설 배수능력(m3/분)		0.210	국가수자원관리통합정보 시스템(WAMIS) (2019)
	재정 자주도(%)		0.270	VESTAP

② 평가 결과

- 저지대 면적과 가구가 많은 강서구, 불투수율이 높은 양천구, 지하건축물 비율이 높은 금천구 등 서남권 지역의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 강수량의 변화로 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 감소했다가 증가하며, 특히 강서구, 마포구, 서대문구 등 서쪽 지역의 취약성이 증가함



[그림 부록-19] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 결과_ 리스크2. 폭우로 인한 지하공간 침수위험 증가

(3) 리스크 3 “폭우로 인한 시가지 비탈면(옹벽·축대, 인공·자연 비탈면) 붕괴위험 증가”

① 평가 지표

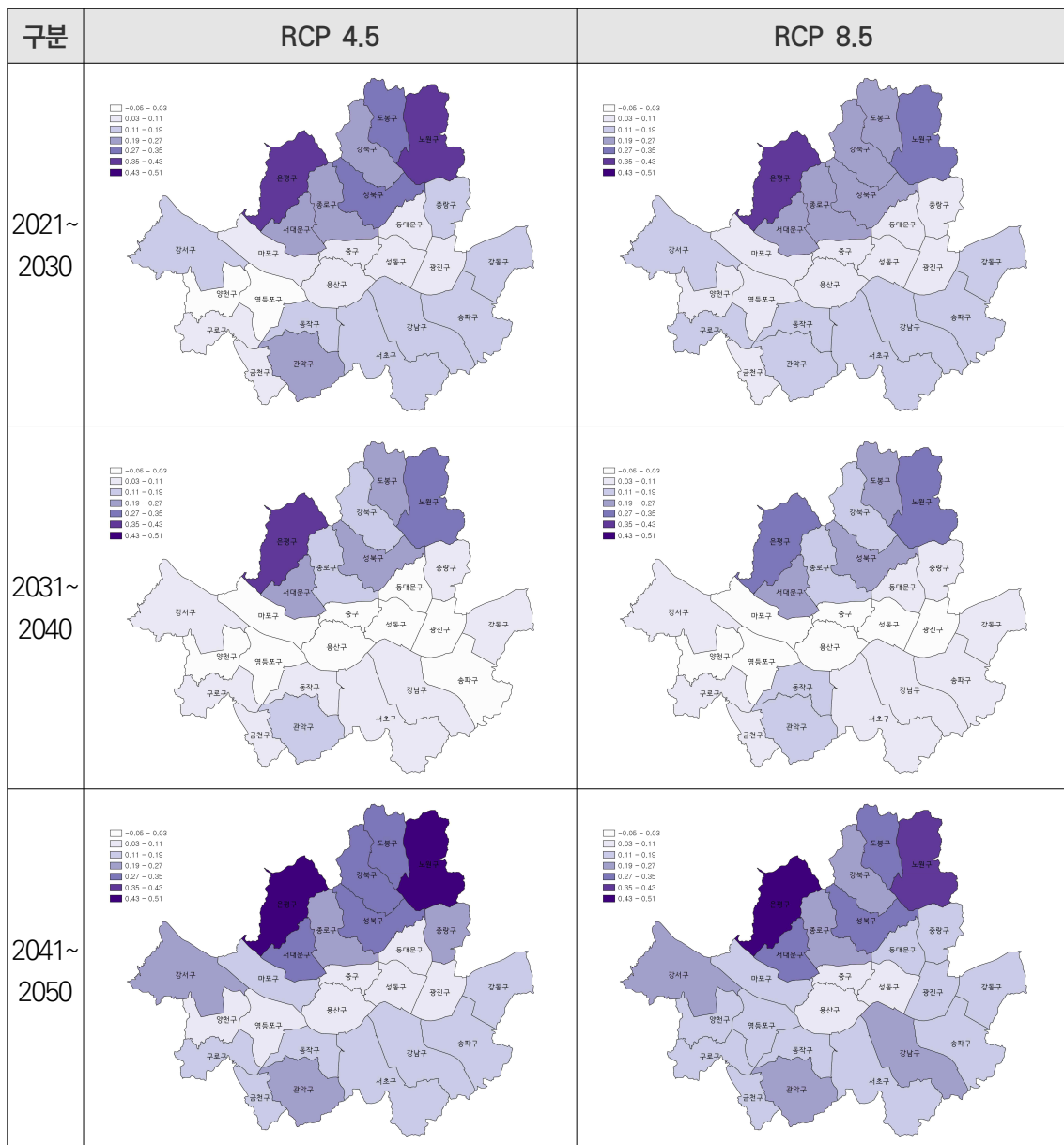
- 기후노출 평가는 폭우와 관련하여 강수량 지표를 사용함
- 민감도 평가는 시가지 비탈면과 연관된 무립 목지와, 산사태 및 토석류 취약지역, 취약 사면, 급경사지에 대한 지표를 활용함
 - ‘산사태 및 토석류 취약지역 면적’은 서울 열린데이터 광장의 2020년 기준 사면관리 시스템에서 관리하는 취약지역 정보를 바탕으로 산출함
 - ‘D등급 이하 도로, 주택, 산지 사면’은 서울 열린데이터광장의 2021년 기준 도로, 주택, 산지 사면 정보를 바탕으로 산출함
- 적응능력 평가는 공무원, 재정 관련 지표와 산사태, 급경사지 위험지역 예방대책 평가에 대한 지표를 선정함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.41, 민감도 0.40, 적응능력 0.19이며, 세부 지표별 가중치는 폭우로 인한 시가지 비탈면 붕괴위험에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-23] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 지표_ 리스크3. 폭우로 인한 시가지 비탈면 붕괴위험 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	1일 최대 강수량(mm)	0.41	0.280	VESTAP
	일 강수량이 110mm 이상인 날의 횟수(회)		0.280	VESTAP
	연속적인 강우일수(회)		0.440	VESTAP
기후변화 민감도	무립 목지 면적(ha)	0.40	0.140	VESTAP
	산사태 위험등급 중 상위2개등급의면적비율(%)		0.140	VESTAP
	산사태 위험지역(1~5등급) 100m이내에위치한건축물수(개)		0.300	VESTAP
	급경사지 수(개)		0.100	VESTAP
	산사태 및 토석류 취약지역 면적(m²)		0.160	서울시, 열린데이터광장(2020)
	D등급 이하 도로, 주택, 산지 사면(개)		0.160	서울시, 열린데이터광장(2021)
적응능력	재정 자주도(%)	0.19	0.250	VESTAP
	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)		0.130	VESTAP
	재난방재관련 공무원 수(명)		0.160	VESTAP
	산사태, 급경사지 위험지역예방대책평가등급(지수)		0.460	VESTAP

② 평가 결과

- 산사태 위험이 큰 은평구, 노원구와 급경사지가 많은 도봉구 등 북부지역의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 강수량의 변화로 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 감소했다가 증가함



[그림 부록-20] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 결과_ 리스크3. 폭우로 인한 시가지 비탈면 붕괴위험 증가

(4) 리스크 4 “극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가”

① 평가 지표

- 기후노출 평가는 폭우와 관련하여 강수량, 강풍과 관련한 풍속, 폭설과 관련한 적설량 지표를 사용함
- 민감도 평가는 노후·불량 건축물과 관련하여 노후 건축물, 취약 건축구조물에 대한 지표를 활용함
 - ‘벽돌, 블록, 목구조 건축물 비율’은 취약 건축구조물에 해당하며, 건축데이터 민간정보개방시스템⁶⁶⁾의 건축물대장(표제부)을 바탕으로 산출함
- 적응능력 평가는 공무원, 재정 관련 지표를 선정함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.36, 민감도 0.36, 적응능력 0.28이며, 세부 지표별 가중치는 극한기상으로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

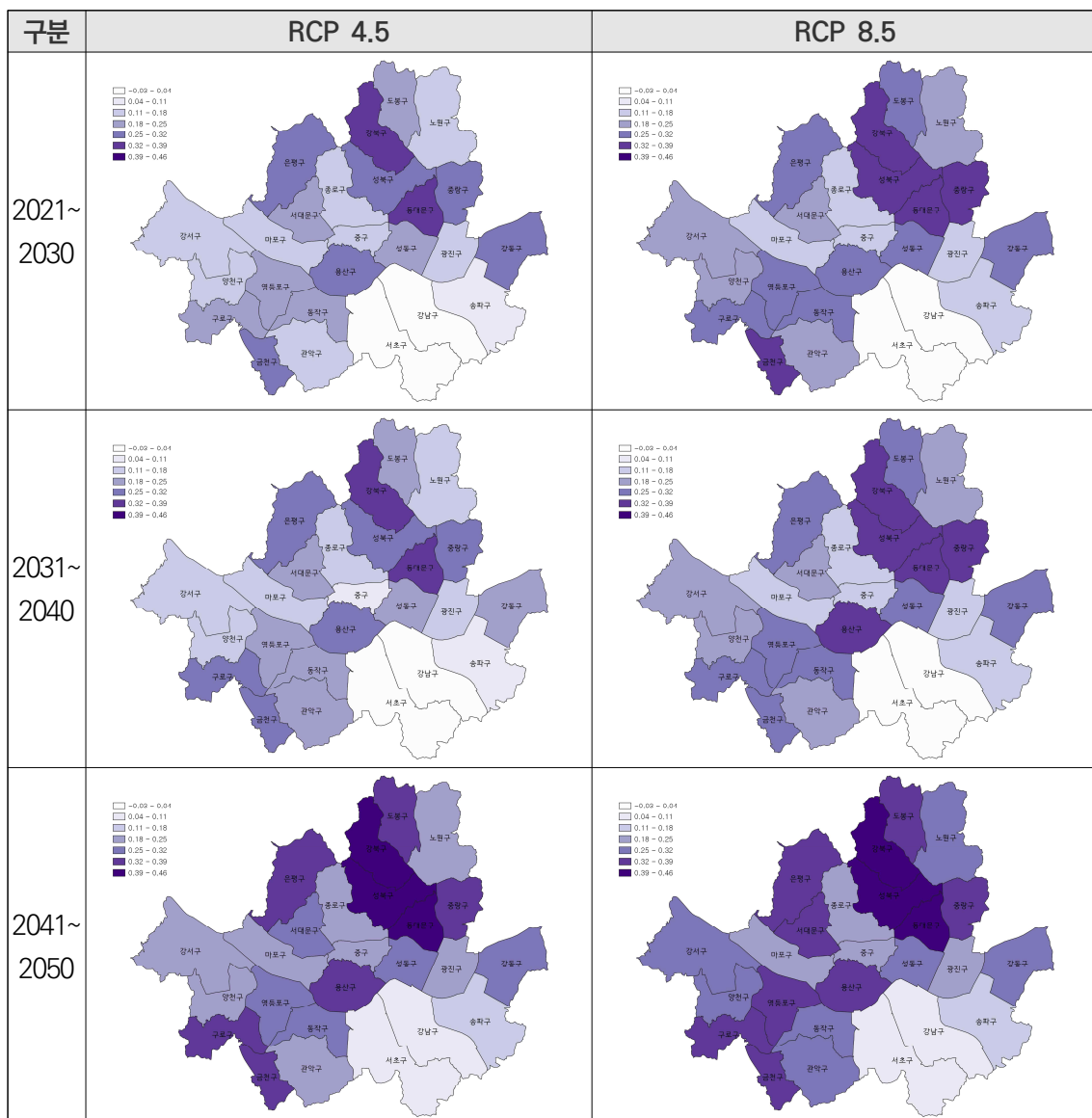
[표 부록-24] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 지표_ 리스크4. 극한기상으로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	1일 최대 강수량(mm)	0.36	0.210	VESTAP
	일 최대풍속이 14m/s이상인 날의 횟수(회)		0.098	VESTAP
	일 강수량이 110mm 이상인 날의 횟수(회)		0.238	VESTAP
	일 최대 풍속(m/s)		0.154	VESTAP
	적설량(kg/m2)		0.300	VESTAP
기후변화 민감도	노후 건축물 비율(%)	0.36	0.550	VESTAP
	벽돌, 블록, 목구조 건축물 비율(%)		0.450	국토교통부, 건축데이터 민간개방 시스템
적응능력	재정 자주도(%)	0.28	0.500	VESTAP
	1인당 지역 내 총생산 (GRDP)(백만원/인)		0.300	VESTAP
	재난방재관련 공무원 수(명)		0.200	VESTAP

66) <https://open.eais.go.kr>

② 평가 결과

- 노후 건축물 비율이 높은 동대문구, 강북구와 취약 건축구조 비율이 높은 성북구 등 동북권 지역의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 강수량, 풍속, 적설량의 변화로 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 증가하는 경향을 보임



[그림 부록-21] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 결과_리스크4. 극한기상으로 인한 노후·불량 건축물 붕괴위험 증가

(5) 리스크 5 “극한기상(폭염, 폭우, 강풍, 폭설)으로 인한 에너지(전력, 도시가스) 및 통신시설 피해위험(정전, 도시가스 공급중단, 통신 마비 등) 증가”

① 평가 지표

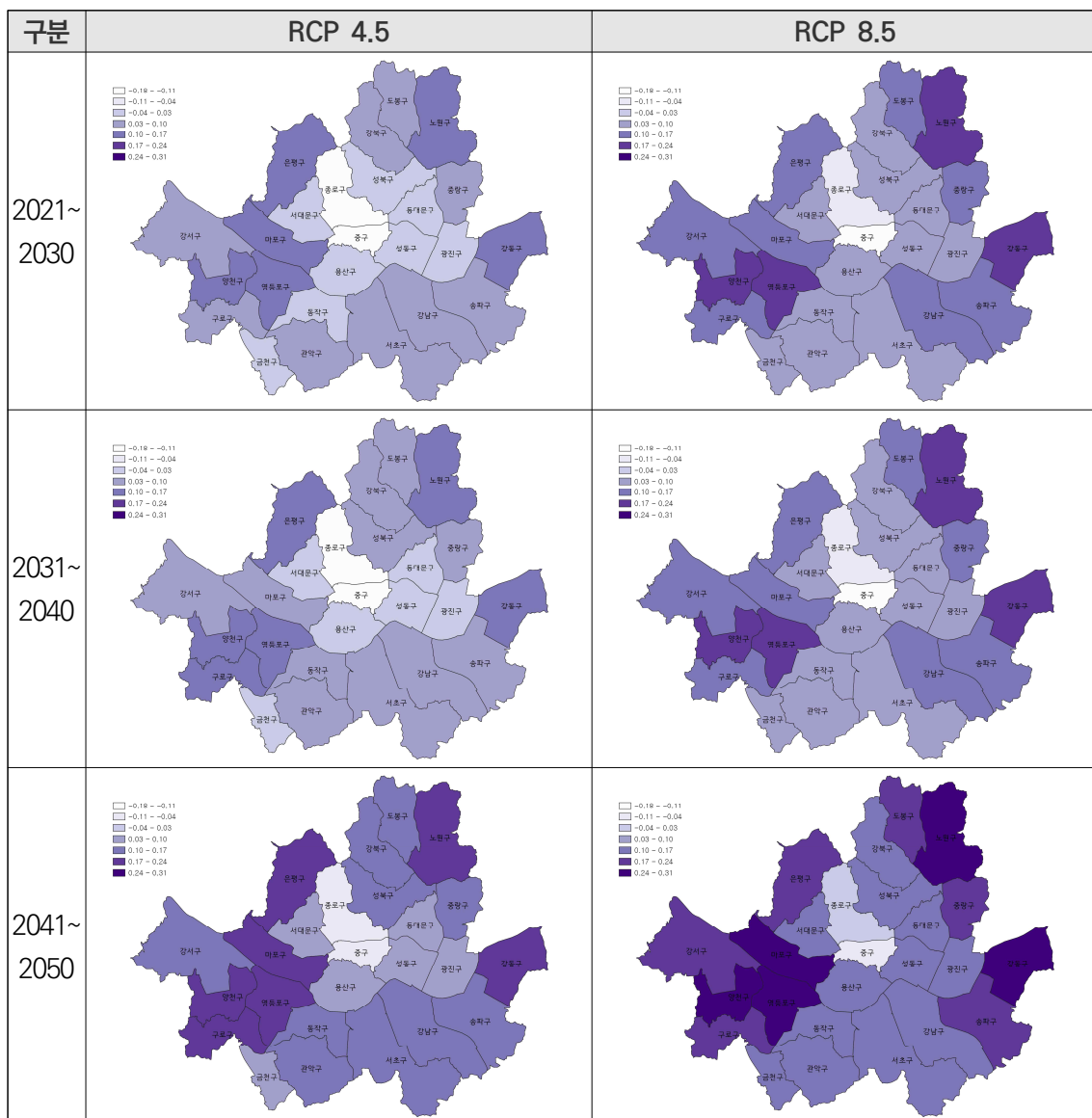
- 기후노출 평가는 폭염과 관련하여 기온, 폭우와 관련한 강수량, 강풍과 관련한 풍속, 폭설과 관련한 적설량 지표를 사용함
- 민감도 평가는 에너지와 관련하여 가스, 열, 유류 및 송유, 전기 설비에 대한 지표를 활용하며, 피해위험과 관련하여 고층 건축물에 대한 지표를 활용함
 - ‘고층 건축물 연면적’은 국토교통부의 건축물 생애이력 관리시스템의 2020년 기준 건축물 통계자료를 바탕으로 30층 이상 건축물의 연면적 데이터를 적용하여 산출함
- 적응능력 평가는 공무원, 재정 관련 지표를 선정함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.34, 민감도 0.34, 적응능력 0.32이며, 세부 지표별 가중치는 극한기상으로 인한 에너지 및 통신시설 피해위험에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-25] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 지표_ 리스크5. 극한기상으로 인한 에너지 및 통신시설 피해위험 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	일 최고기온이 33℃이상인 날의 횟수(회)	0.34	0.217	VESTAP
	일 최저기온이 25℃이상인 날의 횟수(회)		0.117	VESTAP
	1일 최대 강수량(mm)		0.100	VESTAP
	일 최대풍속이 14m/s이상인 날의 횟수(회)		0.047	VESTAP
	일 강수량이 110mm 이상인 날의 횟수(회)		0.113	VESTAP
	일 최대 풍속(m/s)		0.073	VESTAP
	적설량(kg/m2)		0.333	VESTAP
기후변화 민감도	가스 공급설비 면적(m²)	0.34	0.200	VESTAP
	열 공급설비 면적(m²)		0.100	VESTAP
	유류저장 및 송유설비 면적(m²)		0.100	VESTAP
	전기 공급설비 면적(m²)		0.500	VESTAP
	고층 건축물 연면적(m²)		0.100	국토교통부, 건축물 생애이력 관리시스템 (2020)
적응능력	재정 자주도(%)	0.32	0.500	VESTAP
	1만명당 공무원 수(명/만명)		0.200	VESTAP
	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)		0.300	VESTAP

② 평가 결과

- 전기 공급설비 면적이 넓은 영등포구, 양천구와 열 공급설비 면적이 넓은 강동구 등 외곽지역의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 기온, 강수량, 풍속, 적설량의 변화로 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 증가하는 경향을 보임



[그림 부록-22] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 결과_ 리스크5. 극한기상으로 인한 에너지 및 통신시설 피해위험 증가

(6) 리스크 6 “극한기상(폭우, 강풍, 폭설)로 인한 도시교통(도로, 도시철도) 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가”

① 평가 지표

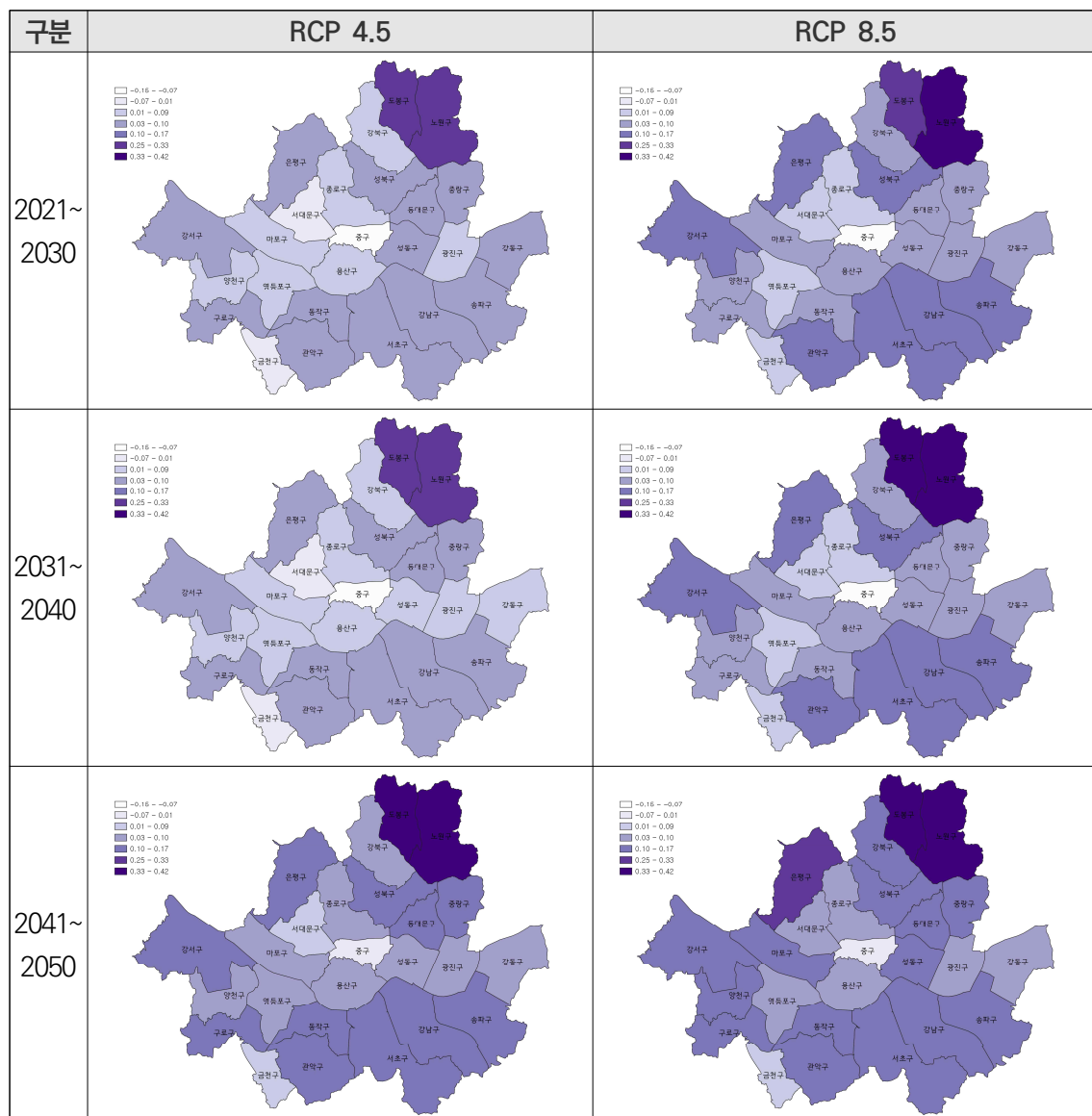
- 기후노출 평가는 폭우와 관련하여 강수량, 강풍과 관련한 풍속, 폭설과 관련한 적설량 지표를 사용함
- 민감도 평가는 도시교통 시설물과 관련하여 포장도로, 철도에 대한 지표를 활용하며, 급경사 급커브, 상습 결빙/폭설구역 등 위험구간에 대한 지표 역시 활용함
- 적응능력 평가는 공무원, 재정 관련 지표와 제설장비 관련 지표를 선정함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.38, 민감도 0.37, 적응능력 0.25이며, 세부 지표별 가중치는 극한 기상으로 인한 도시교통 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-26] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 지표_ 리스크6. 극한기상으로 인한 도시교통 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가 평가 지표

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	1일 최대 강수량(mm)	0.180	VESTAP
	일 최대풍속이 14m/s이상인 날의 횟수(회)	0.084	VESTAP
	일 강수량이 110mm 이상인 날의 횟수(회)	0.204	VESTAP
	일 최대 풍속(m/s)	0.132	VESTAP
	적설량(kg/m ²)	0.400	VESTAP
기후변화 민감도	포장도로 면적(m ²)	0.100	VESTAP
	도로연장 km당 인구(명)	0.100	VESTAP
	급경사 도로(km)	0.220	VESTAP
	급커브 도로(km)	0.100	VESTAP
	철도 면적(m ²)	0.100	VESTAP
	상습 결빙/폭설구역(km)	0.380	VESTAP
적응능력	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)	0.150	VESTAP
	인구당 소방서 인력(인/천명)	0.260	VESTAP
	재난방재관련 공무원 수(명)	0.200	VESTAP
	도로연장km당 제설장비 보유 수(개소)	0.390	VESTAP

② 평가 결과

- 상습 결빙·폭설 구역이 많고 도로연장 당 인구나 급경사 도로가 많은 노원구, 도봉구 등 동북 지역의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 강수량, 풍속, 적설량의 변화로 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 증가하는 경향을 보임



[그림 부록-23] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 결과_ 리스크6. 극한기상으로 인한 도시교통 시설물 파손·붕괴, 운행중단, 사고위험 증가

(7) 리스크 7 “기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 위험 증가”

① 평가 지표

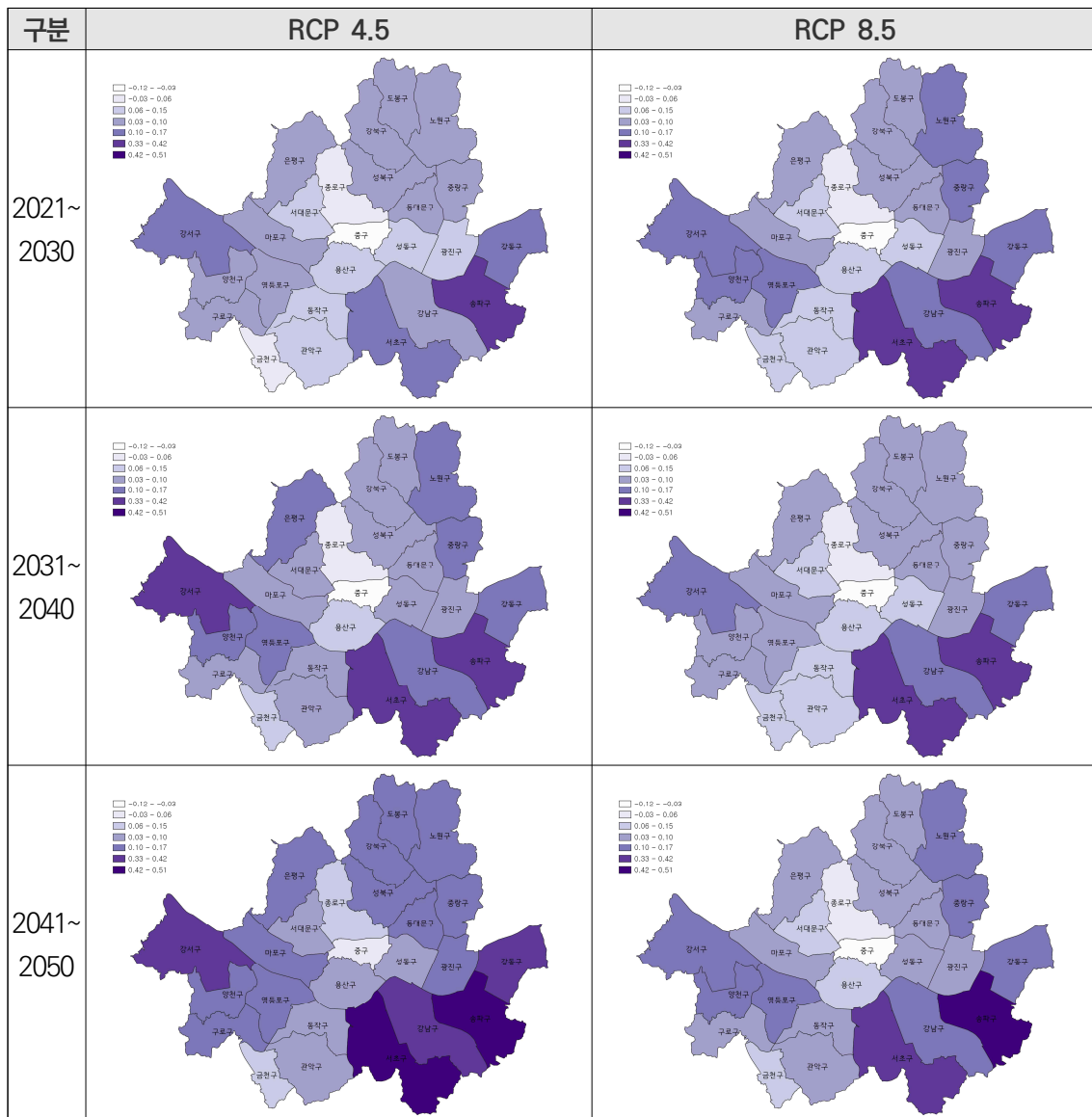
- 기후노출 평가는 기온변동성 증가와 관련하여 최고·최저 기온 지표를 사용함
- 민감도 평가는 노후·불량 건축물과 관련하여 노후 건축물, 취약 건축구조물에 대한 지표를 활용함
 - ‘대형 차량 통행량’은 서울 열린데이터광장의 2020년 기준 서울시 자동차 연간 주행거리 통계자료를 바탕으로, 화물차와 버스에 대한 통행량으로 산정함
- 적응능력 평가는 공무원, 재정 관련 지표를 선정함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.37, 민감도 0.36, 적응능력 0.27이며, 세부 지표별 가중치는 기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 위험에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-27] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 지표_ 리스크7. 기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 위험 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	일 최고기온이 35℃이상인 날의 횟수(회)	0.37	0.500	VESTAP
	일 최저기온이 0℃미만인 날의 횟수(회)		0.500	VESTAP
기후변화 민감도	포장도로 면적(m ²)	0.36	0.700	VESTAP
	대형 차량 통행량(천km)		0.300	서울시, 열린데이터광장 (2020)
적응능력	1만명당 공무원 수(명/만명)	0.27	0.350	VESTAP
	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)		0.650	VESTAP

② 평가 결과

- 포장도로 면적이 넓고, 대형차량이 많이 통행하는 송파구, 서초구, 강남구 등 동남권 지역의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 최고·최저 기온의 변화로 모든 자치구의 취약성이 전반적으로 증가하는 경향을 보임



[그림 부록-24] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 결과_ 리스크7. 기온변동성 증가로 인한 포장도로 조기파손 위험 증가

(8) 리스크 8 “폭염으로 인한 도시철도 레일 변형 및 탈선위험 증가”

① 평가 지표

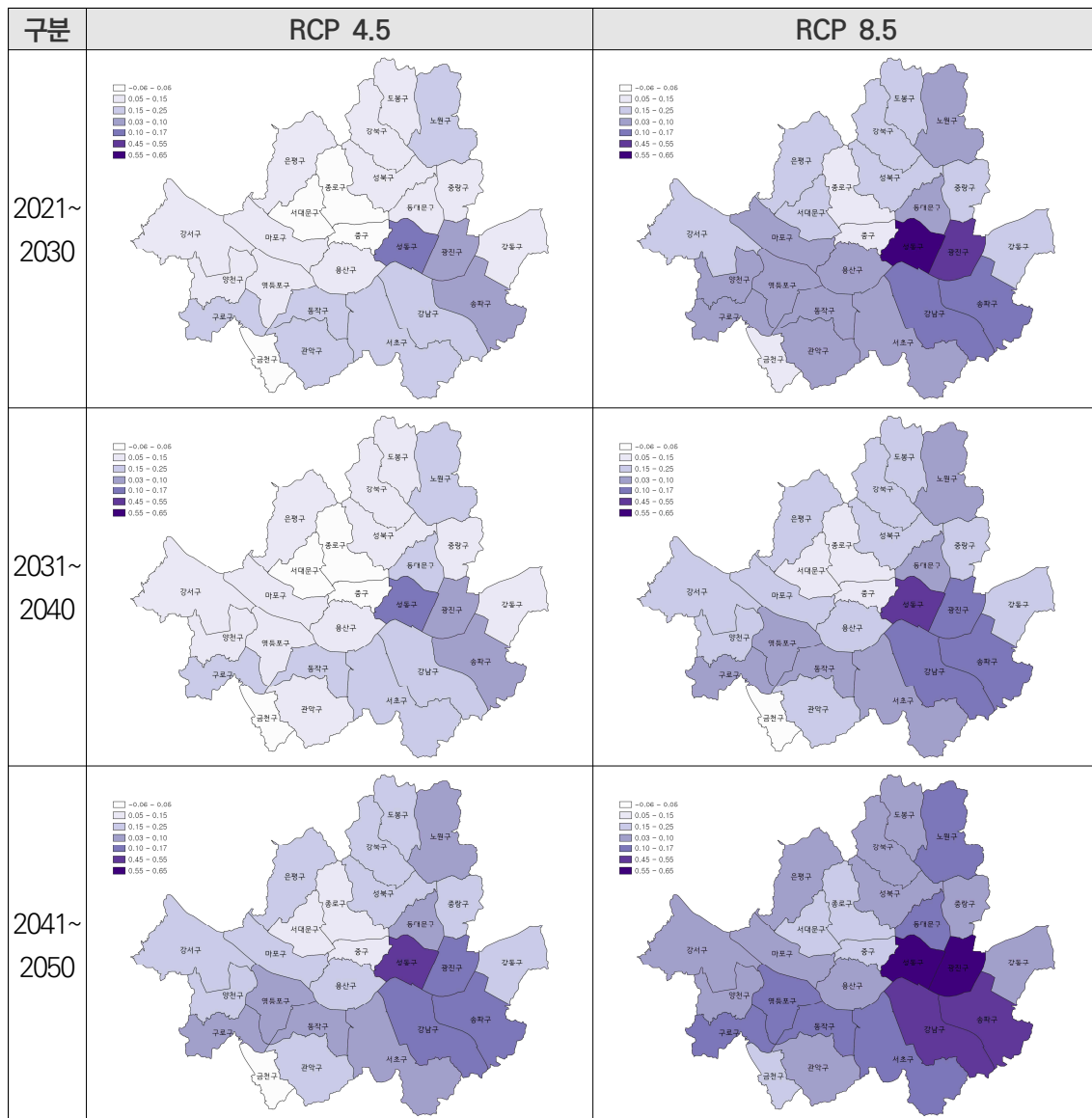
- 기후노출 평가는 폭염과 관련하여 기온 지표를 사용함
- 민감도 평가는 노후·불량 건축물과 관련하여 노후 건축물, 취약 건축구조물에 대한 지표를 활용함
 - ‘지상 철도 연장’은 서울 열린데이터광장의 2020년 기준 역간 거리 정보와 네이버 GIS (지도) 정보를 활용하여 철도의 지상 부분에 대한 연장을 산출함
 - ‘노후 철도 연장’은 서울 열린데이터광장의 2021년 기준 서울도시철도 정보와 역간 거리에 대한 정보를 취합하여, 1~4호선에 해당하는 거리를 지역별로 산정함
- 적응능력 평가는 공무원, 재정 관련 지표를 선정함
- 분야별 가중치는 기후노출 0.40, 민감도 0.39, 적응능력 0.21이며, 세부 지표별 가중치는 폭염으로 인한 도시철도 레일 변형 및 탈선위험에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-28] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 지표_ 리스크8. 폭염으로 인한 도시철도 레일 변형 및 탈선위험 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	일 최고기온이 33℃이상인 날의 횟수(회)	0.40	0.650	VESTAP
	일 최저기온이 25℃이상인 날의 횟수(회)		0.350	VESTAP
기후변화 민감도	지상 철도 연장(km)	0.39	0.700	서울시, 열린데이터광장. 네이버, 위성지도 (2020)
	노후 철도 연장(km)		0.300	서울시, 열린데이터광장 (2021)
적응능력	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)	0.21	0.360	VESTAP
	인구당 소방서 인력(인/천명)		0.500	VESTAP
	1만명당 공무원 수(명/만명)		0.140	VESTAP

② 평가 결과

- 도시철도의 지상 구간이 많은 성동구, 광진구, 송파구와 노후 도시철도 레일이 많은 강남구 등 동남지역의 취약성이 상대적으로 높음
- 미래 기온이 상승할 것으로 전망됨에 따라 모든 자치구의 취약성이 증가함



[그림 부록-25] 시설물 관리(도시공간) 부문 취약성 평가 결과_ 리스크8. 폭염으로 인한 도시철도 레일 변형 및 탈선위험 증가

4 • 건강

1) 취약성 평가 항목

- 건강 취약성 평가는 기온상승에 의한 질환 4개, 폭염에 의한 질환 2개, 대기오염에 의한 질환 3개 총 9개 항목에 대하여 평가함
- 리스크 5. ‘폭염에 의한 온열질환 증가’는 일반시민과 취약시민으로 나누어 취약성평가를 진행함

[표 부록-29] 건강 부문 기후변화 취약성 평가 항목

대분류	항목	번호
기온 상승	기온 상승에 의한 매개체 질환 증가	리스크 1
	기온 상승에 의한 수인성 질환 증가	리스크 2
	기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가	리스크 3
	기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가	리스크 4
폭염	폭염에 의한 온열 질환 증가(일반시민, 취약시민)	리스크 5
	폭염에 의한 정신건강 질환 증가	리스크 6
대기 오염	대기오염에 의한 정신건강 질환 증가	리스크 7
	대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가	리스크 8
	대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가	리스크 9

2) 취약성 평가 결과

(1) 리스크 1 “기온 상승에 의한 매개체 질환 증가”

① 평가 지표

- 리스크 1 “기온 상승에 의한 매개체 질환 증가” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 매개체 질환과 관련하여 기온과 강수량 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 서울시에서 상대적으로 발생률이 높은 매개체 질환에 해당하는 말라리아와 쯤쯤가무시증의 환자 발생 수와 매개체 질환에 상대적으로 취약한 연령층의 인구 통계 자료, 사회·경제적으로 취약군에 해당하는 인구통계 자료를 사용
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 지역 내 총생산 및 재정자립도와 건강 부문에 대하여 기후변화 영향에 대응하거나 감소 역량을 반영할 수 있는 의료기관 및 건강보험 적용 관련 자료를 사용
 - 적응능력 지표 중, ‘인구 당 응급의료 기관수’는 VESTAP 제공 자료에 자치구별 자료가 반영되어있지 않아, 응급의료포털의 응급의료기관 및 응급의료시설 현황과 서울 열린데이터광장의 서울시 구별 주민등록인구 통계 자료를 가공하여 사용함(리스크 2, 3, 4, 5, 8, 9에도 같은 방식으로 자료를 가공하여 적용함)
- 분야별 가중치는 기후노출 0.47, 민감도 0.3, 적응능력 0.23이며, 세부 지표별 가중치는 매개체 질환에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-30] 건강 부문 취약성 평가 지표_ 리스크1. 기온 상승에 의한 매개체 질환 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	1일 최대 강수량(mm)	0.47	0.2	VESTAP
	일 강수량이 80mm 이상인 날 수(일)		0.28	VESTAP
	일 최고기온이 33℃ 이상인 날 수(일)		0.22	VESTAP
	일 최저기온이 25℃ 이상인 날 수(일)		0.3	VESTAP
기후변화 민감도	연간 말라리아 환자 발생 수(명)	0.3	0.26	VESTAP
	연간 쯤쯤가무시증 환자 발생 수(명)		0.25	VESTAP
	14세 이하 인구(명)		0.13	VESTAP
	65세 이상 인구(명)		0.13	VESTAP

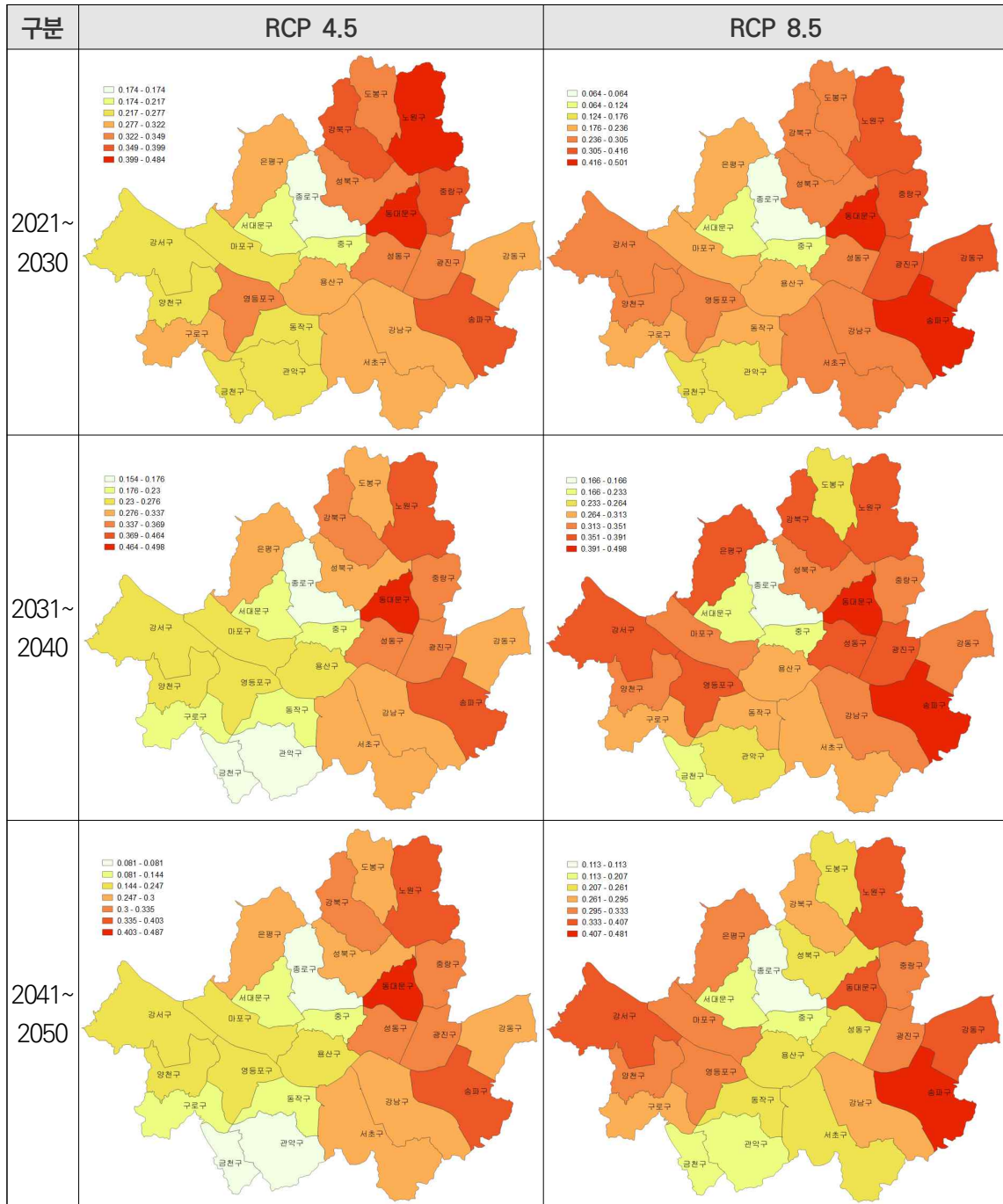
분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
	기초생활수급자 인구 비율(%)	0.1	VESTAP
	독거노인(65세 이상) 비율(%)	0.13	VESTAP
적응능력	지역 내 총생산(GRDP) (백만 원)	0.18	VESTAP
	재정 자립도(%)	0.23	VESTAP
	인구 당 응급의료 기관 수(개/십만 명)	0.18	응급의료포털 데이터 ¹⁾ , 서울 열린데이터광장 ²⁾
	인구 당 보건소 인력(명/만 명)	0.15	VESTAP
	건강보험 적용 인구 비율(%)	0.11	VESTAP
	GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업(백만 원)	0.15	VESTAP

1) 응급의료기관 및 응급의료시설 현황 (2021년 2월)

2) 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)

② 평가 결과

- 리스크 1. “기온 상승에 의한 매개체 질환 증가” 평가 결과
 - RCP4.5 단기, 중기, 장기 시나리오 모두 서울 동북·동남권의 취약도가 높게 분포함
 - RCP8.5 시나리오에서는 단기에 동부에서 취약도가 가장 높은 것으로 나타나고 서부에서도 취약도가 높은 것으로 나타남. 중기와 장기에는 동부의 취약도가 다소 낮아지고, 서부의 취약도가 높아지는 것으로 나타남
 - 기후노출값 자체가 높게 나타나고, 적응능력에 비해 민감도가 높은 지역 중심으로 고취약도가 분포함



[그림 부록-26] 건강 부문 취약성 평가 결과_ 리스크1. 기온 상승에 의한 매개체 질환 증가

(2) 리스크 2 “기온 상승에 의한 수인성 질환 증가”

① 평가 지표

- 리스크 2 “기온 상승에 의한 수인성 질환 증가” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 수인성 질환과 관련하여 기온과 강수량 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 수인성 질환자 수를 직접적으로 반영할 수 있는 수인성 질환자 수와 수인성 질환에 상대적으로 취약한 연령층의 인구통계 자료, 사회·경제적으로 취약군에 해당하는 인구통계 자료를 사용
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 지역 내 총생산 및 재정자립도와 건강 부문에 대하여 기후변화 영향에 대응하거나 감소 역량을 반영할 수 있는 의료기관 및 건강보험 적용 관련 자료를 사용
- 분야별 가중치는 기후노출 0.47, 민감도 0.3, 적응능력 0.23이며, 세부 지표별 가중치는 수인성 질환에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-31] 건강 부문 취약성 평가 지표_ 리스크2. 기온 상승에 의한 수인성 질환 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	1일 최대 강수량(mm)	0.47	0.26	VESTAP
	일 강수량이 80mm 이상인 날 수(일)		0.24	VESTAP
	일 최고기온이 33℃ 이상인 날 수(일)		0.25	VESTAP
	일 최저기온이 25℃ 이상인 날 수(일)		0.25	VESTAP
기후변화 민감도	수인성 질환자 수(명)	0.3	0.19	VESTAP
	14세 이하 인구(명)		0.14	VESTAP
	65세 이상 인구(명)		0.13	VESTAP
	기초생활수급자 인구 비율(%)		0.16	VESTAP
	독거노인(65세 이상) 비율(%)		0.38	VESTAP
적응능력	지역 내 총생산(GRDP) (백만 원)	0.23	0.19	VESTAP
	재정 자립도(%)		0.25	VESTAP

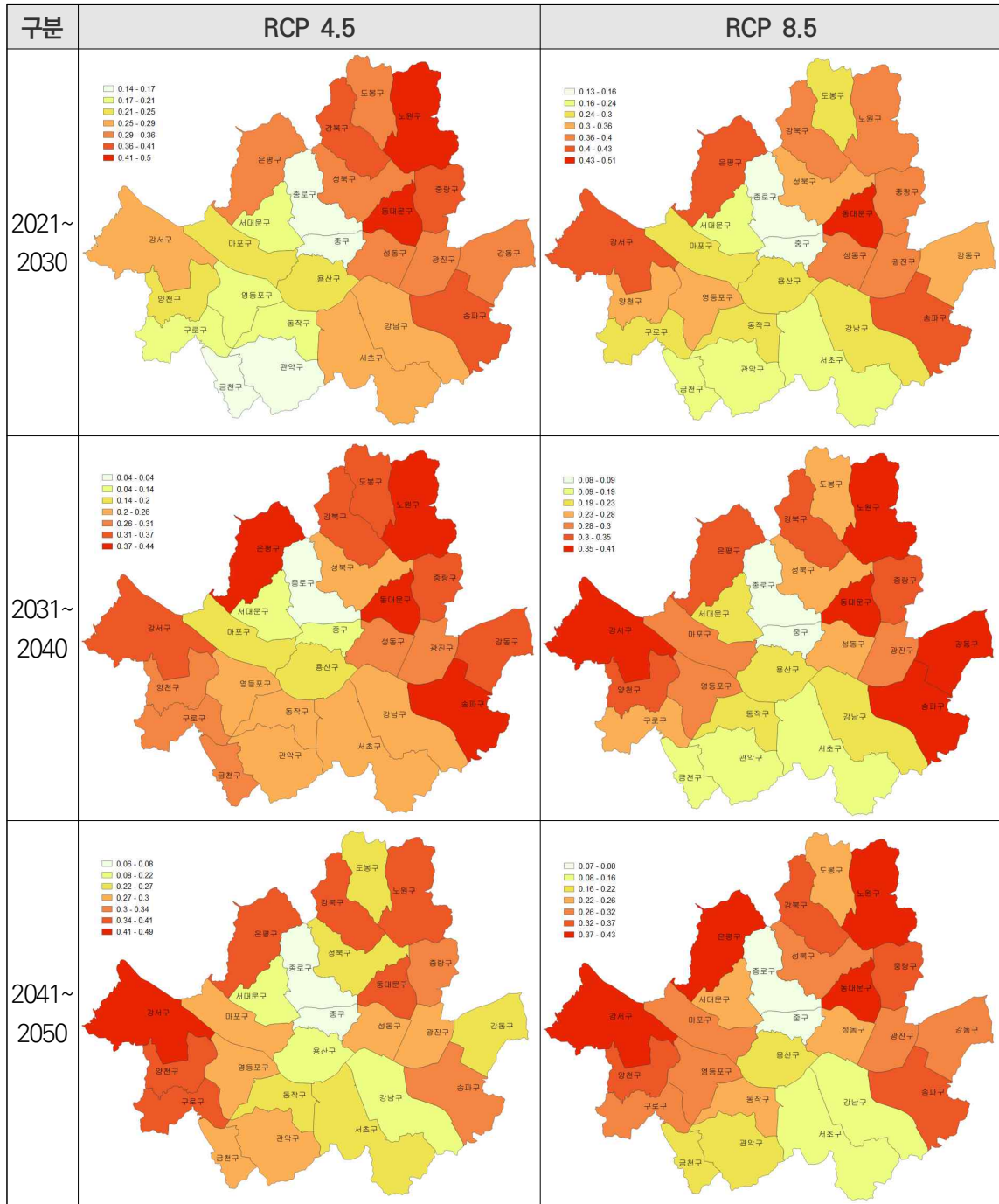
분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
	인구 당 응급의료 기관 수(개/십만 명)	0.14	응급의료포털 데이터 ¹⁾ , 서울 열린데이터광장 ²⁾
	인구 당 보건소 인력(명/만 명)	0.16	VESTAP
	건강보험 적용 인구 비율(%)	0.11	VESTAP
	GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업(백만 원)	0.15	VESTAP

1) 응급의료기관 및 응급의료시설 현황 (2021년 2월)

2) 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)

② 평가 결과

- 리스크 2. “기온 상승에 의한 수인성 질환 증가” 평가 결과
 - RCP4.5 시나리오의 단기 평가 결과에서는 서울 동부와 특히 동북권의 취약도가 높은 것으로 나타나며, 중기에는 서울 중심을 제외와 모든 지역이 상대적으로 취약도가 높은 것으로 나타나며, 장기에는 서부의 취약도가 높은 것으로 나타남
 - RCP8.5 시나리오에서는 단기에 서울 동북권과 서부권의 취약도가 높은 것으로 나타나고, 중기와 장기에는 같은 지역의 취약도가 더욱 높아지는 것으로 나타남



[그림 부록-27] 건강 부문 취약성 평가 결과_ 리스크2. 기온 상승에 의한 수인성 질환 증가

(3) 리스크 3 “기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가”

① 평가 지표

- 리스크 3 “기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환에 영향을 미치는 기온과 강수량 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 심뇌혈관계 질환자 수를 반영할 수 있는 입원환자 수와 심뇌혈관 질환에 상대적으로 취약한 연령층의 인구통계 자료, 사회·경제적으로 취약군에 해당하는 인구통계 자료를 사용
 - 민감도 평가지표 중, ‘뇌혈관 질환 입원환자 수’와 ‘심혈관 질환 입원환자 수’는 VESTAP 제공 자료에 자치구별 자료가 반영되어있지 않아, 서울 열린데이터광장의 서울시 구별 주민등록인구 통계 자료를 가공하여 사용함(리스크 8에도 같은 방식으로 자료를 가공하여 적용함)
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 지역 내 총생산 및 재정자립도와 건강 부문에 대하여 기후변화 영향에 대응하거나 감소 역량을 반영할 수 있는 의료기관 및 건강보험 적용 관련 자료를 사용
- 분야별 가중치는 기후노출 0.47, 민감도 0.3, 적응능력 0.23이며, 세부 지표별 가중치는 기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-32] 건강 부문 취약성 평가 지표_ 리스크3. 기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	1일 최대 강수량(mm)	0.47	0.25	VESTAP
	일 강수량이 80mm 이상인 날 수(일)		0.25	VESTAP
	일 최고기온이 33℃ 이상인 날 수(일)		0.25	VESTAP
	일 최저기온이 25℃ 이상인 날 수(일)		0.25	VESTAP
기후변화 민감도	뇌혈관 질환 입원환자 수(명)	0.3	0.2	VESTAP 자료 가공 ¹⁾
	심혈관 질환 입원환자 수(명)		0.3	VESTAP 자료 가공 ²⁾
	14세 이하 인구(명)		0.11	VESTAP
	65세 이상 인구(명)		0.13	VESTAP
	기초생활수급자 인구 비율(%)		0.13	VESTAP
	독거노인(65세 이상) 비율(%)		0.13	VESTAP

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
적응능력	지역 내 총생산(GRDP) (백만 원)	0.23	0.18	VESTAP
	재정 자립도(%)		0.23	VESTAP
	인구 당 응급의료 기관 수(개/십만 명)		0.18	응급의료포털 데이터 ³⁾ , 서울 열린데이터광장 ⁴⁾
	인구 당 보건소 인력(명/만 명)		0.15	VESTAP
	건강보험 적용 인구 비율(%)		0.11	VESTAP
	GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업(백만 원)		0.15	VESTAP

1) VESTAP에서 제공한 '뇌혈관 질환 입원환자 수' 자료는 서울시 총계로만 취합되어, 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)를 사용하여 자치구별 인구 비율을 조정함

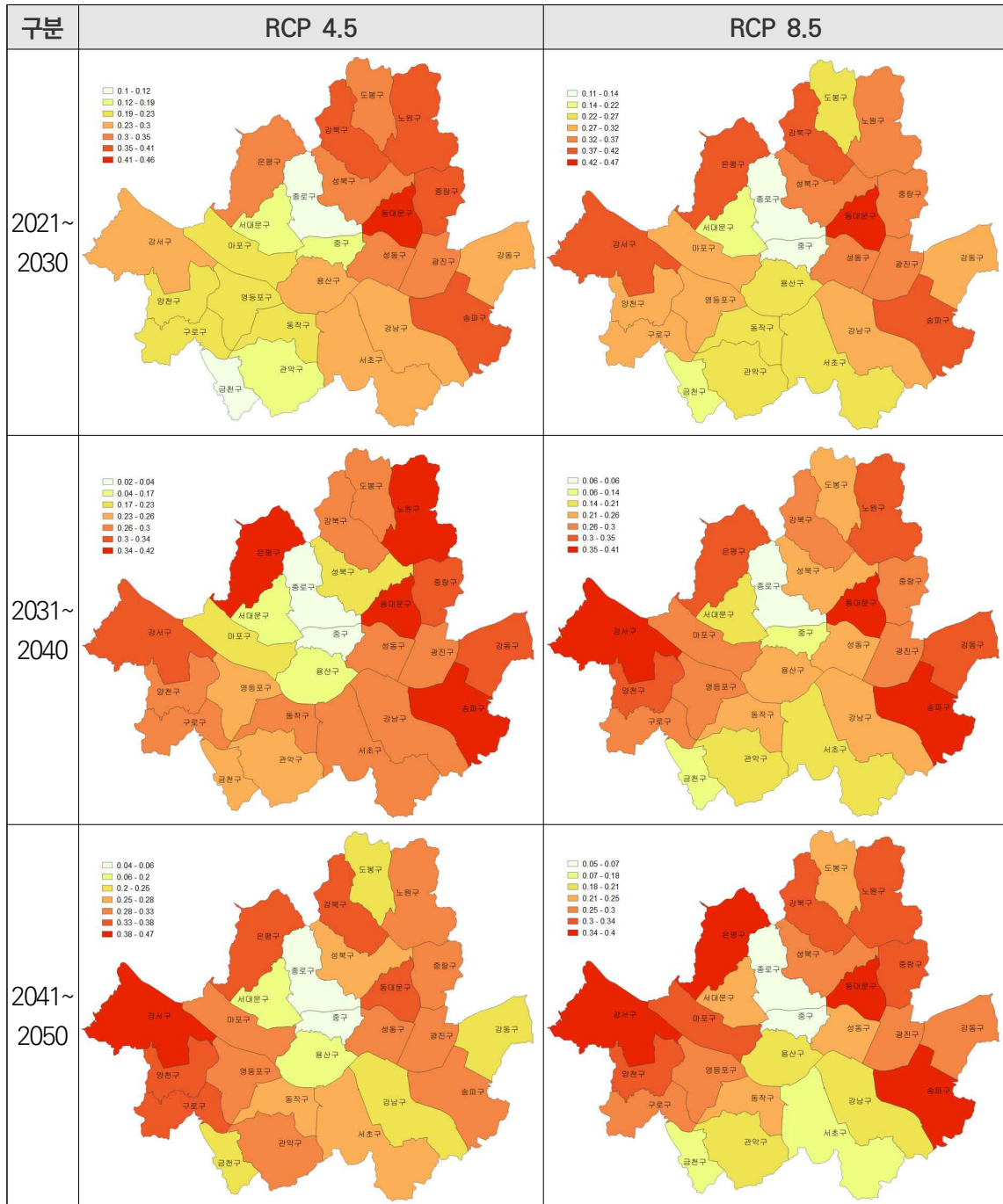
2) VESTAP에서 제공한 '심혈관 질환 입원환자 수' 자료는 서울시 총계로만 취합되어, 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)를 사용하여 자치구별 인구 비율을 조정함

3) 응급의료기관 및 응급의료시설 현황 (2021년 2월)

4) 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)

② 평가 결과

- 리스크 3. “기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가” 평가 결과
 - RCP4.5 시나리오의 단기 평가 결과에서는 서울 동부의 취약도가 높은 것으로 나타나며, 중기와 장기에는 서울 남부와 서부에서도 고취약도가 넓게 분포함
 - RCP8.5 시나리오에서는 단기에 서울 동부와 서부의 취약도가 상대적으로 높게 나타나며, 중기와 장기에 같은 지역에서 고 취약도가 더 많이 분포하는 것으로 나타남



[그림 부록-28] 건강 부문 취약성 평가 결과_ 리스크3. 기온 상승에 의한 심뇌혈관계 질환 증가

(4) 리스크 4 “기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가”

① 평가 지표

- 리스크 4 “기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환에 영향을 미치는 기온과 강수량 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 호흡기계·알레르기 질환자 수를 반영할 수 있는 호흡기 질환 입원환자 수와 천식 및 알레르기성 비염, 아토피피부염 외래방문 건수 자료를 사용하였고, 호흡기계·알레르기 질환에 상대적으로 취약한 연령층의 인구통계 자료, 사회·경제적으로 취약군에 해당하는 인구통계 자료를 사용
 - 민감도 평가지표 중, ‘호흡기 질환 입원환자 수’는 VESTAP 제공 자료에 자치구별 자료가 반영되어있지 않아, 서울 열린데이터광장의 서울시 구별 주민등록인구 통계 자료를 가공하여 사용함 (리스크 9에도 같은 방식으로 자료를 가공하여 적용함)
 - ‘천식 병원 외래방문 건수’, ‘알레르기성비염 외래방문 건수’, ‘아토피피부염 외래방문 건수’는 국민건강보험공단의 환경성질환 DB 자료를 가공하여 사용함
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 지역 내 총생산 및 재정자립도와 건강 부문에 대하여 기후변화 영향에 대응하거나 감소 역량을 반영할 수 있는 의료기관 및 건강보험 적용 관련 자료를 사용
- 분야별 가중치는 기후노출 0.47, 민감도 0.3, 적응능력 0.23이며, 세부 지표별 가중치는 기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-33] 건강 부문 취약성 평가 지표_ 리스크4. 기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가

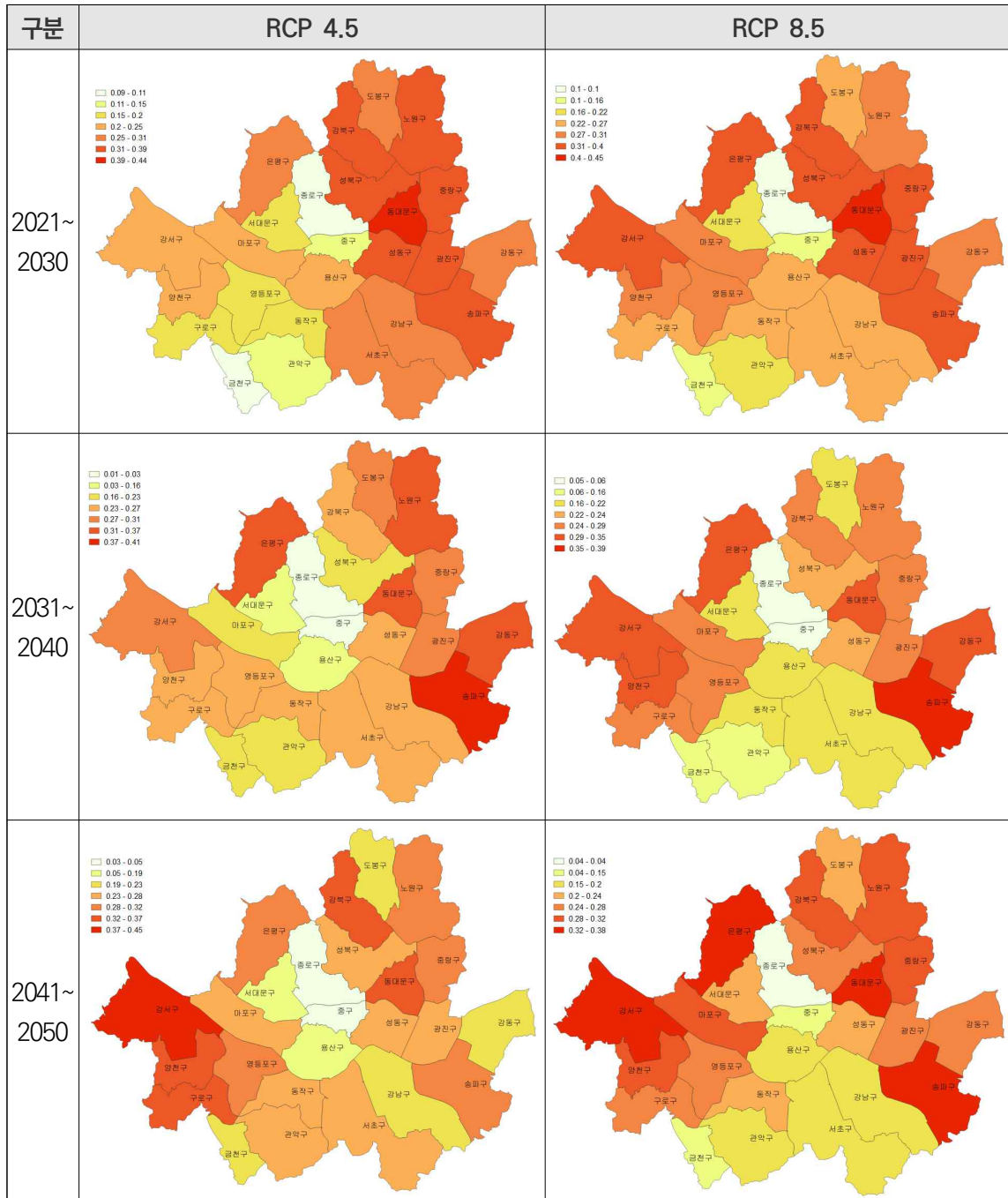
분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	1일 최대 강수량(mm)	0.25	VESTAP
	일 강수량이 80mm 이상인 날 수(일)	0.25	VESTAP
	일 최고기온이 33℃ 이상인 날 수(일)	0.25	VESTAP
	일 최저기온이 25℃ 이상인 날 수(일)	0.25	VESTAP
기후변화 민감도	호흡기 질환 입원 환자 수(명)	0.135	VESTAP 자료 가공 ¹⁾
	천식 병원 외래방문 수(건)	0.135	국민건강보험공단 자료 가공 ²⁾
	알레르기성비염 외래방문 수(건)	0.135	
	아토피피부염 외래방문 수(건)	0.135	

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
	14세 이하 인구(명)	0.13	VESTAP
	65세 이상 인구(명)	0.13	VESTAP
	기초생활수급자 인구 비율(%)	0.1	VESTAP
	독거노인(65세 이상) 비율(%)	0.1	VESTAP
적응능력	지역 내 총생산(GRDP) (백만 원)	0.18	VESTAP
	재정 자립도(%)	0.23	VESTAP
	인구 당 응급의료 기관 수(개/십만 명)	0.18	응급의료포털 데이터 ³⁾ , 서울 열린데이터광장 ⁴⁾
	인구 당 보건소 인력(명/만 명)	0.15	VESTAP
	건강보험 적용 인구 비율(%)	0.11	VESTAP
	GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업(백만 원)	0.15	VESTAP

- 1) VESTAP에서 제공한 ‘호흡기 질환 입원 환자 수’ 자료는 서울시 총계로만 취합되어, 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)를 사용하여 자치구별 인구 비율을 조정함
 2) 국민건강보험공단 환경성질환 DB 자료를 가공함
 3) 응급의료기관 및 응급의료시설 현황 (2021년 2월)
 4) 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)

② 평가 결과

- 리스크 4. “기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가” 평가 결과
 - RCP4.5 시나리오의 단기 평가 결과에서는 서울 동북권의 취약도가 상대적으로 높은 것으로 나타나고, 중기에는 동남권에 높은 취약도가 나타나며 장기에는 서부에 고취약도가 밀집되는 것으로 나타남
 - RCP8.5 시나리오에서는 단기에 서울 동부와 서부의 취약도가 상대적으로 높게 나타나며, 중기와 장기에 같은 지역에서 고 취약도가 더 많이 분포하는 것으로 나타남



[그림 부록-29] 건강 부문 취약성 평가 결과_ 리스크4. 기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가

(5) 리스크 5 “폭염에 의한 온열 질환 증가(일반시민)”

① 평가 지표

- 리스크 5 “폭염에 의한 온열질환 증가(일반시민)” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 폭염에 의한 온열질환에 영향을 미치는 열지수 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 일반시민의 폭염에 의한 온열질환 민감도를 반영하기 위해, 서울시 자치구별 총인구 자료를 사용
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 지역내 총생산 자료와 폭염 발생 시 건강에 미치는 영향에 대응하는 역량을 반영할 수 있는 의료기관 관련 자료를 사용
- 분야별 가중치는 기후노출 0.33, 민감도 0.33, 적응능력 0.34이며, 세부 지표별 가중치는 폭염에 의한 온열질환(일반시민)에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-34] 건강 부문 취약성 평가 지표_ 리스크5. 폭염에 의한 온열 질환 증가(일반시민)

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	열지수 32이상인 날 수(일)	0.33	1	VESTAP
기후변화 민감도	총 인구(명)	0.33	1	VESTAP
적응능력	지역 내 총생산(GRDP) (백만 원)	0.34	0.14	VESTAP
	인구 당 의료 기관 수(개/천 명)		0.24	VESTAP
	인구 당 응급의료 기관 수(개/십만 명)		0.39	응급의료포털 데이터 ¹⁾ , 서울 열린데이터광장 ²⁾
	인구 당 소방서 인력(명/천 명)		0.23	VESTAP

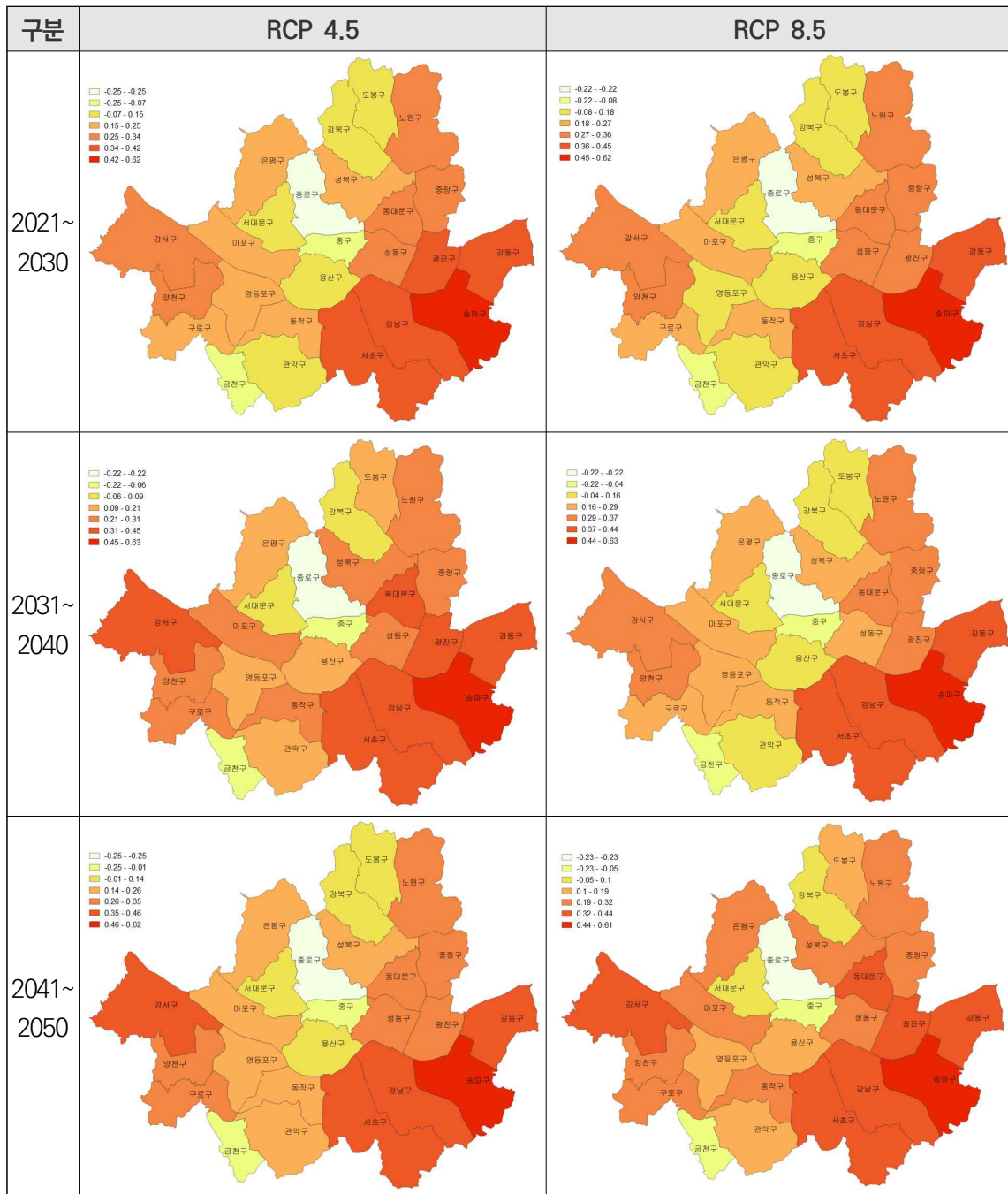
1) 응급의료기관 및 응급의료시설 현황 (2021년 2월)

2) 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)

② 평가 결과

- 리스크 5. “폭염에 의한 온열질환 증가(일반시민)” 평가 결과
 - RCP4.5 시나리오의 단기·중기·장기 모두 동남권의 취약도가 높은 것으로 나타나며, 중기와 장기에는 서부에서도 고취약도가 분포하는 것으로 나타남

- RCP8.5 시나리오에서도 단기·중기·장기 모두 동남권의 취약도가 높은 것으로 나타나며, 장기에 서부에서도 고취약도가 분포하는 것으로 나타남



[그림 부록-30] 건강 부문 취약성 평가 결과_ 리스크5. 폭염에 의한 온열 질환 증가(일반시민)

(6) 리스크 5 “폭염에 의한 온열 질환 증가(취약시민)”**① 평가 지표**

- 리스크 5 “폭염에 의한 온열질환 증가(취약시민)” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 폭염에 의한 온열질환에 영향을 미치는 열지수 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 폭염에 상대적으로 취약한 시민에 대한 통계 자료로, 자치구별 기초생활 수급자 인구비율, 65세 이상 인구비율, 14세 이하 인구 수, 야외노동자 인구비율, 심혈관계 질환 인구비율 지표를 사용함
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 지역내 총생산 자료와 폭염 발생 시 건강에 미치는 영향에 대응하는 역량을 반영할 수 있는 의료기관 관련 자료를 사용
- 분야별 가중치는 기후노출 0.33, 민감도 0.33, 적응능력 0.34이며, 세부 지표별 가중치는 폭염에 의한 온열질환(취약시민)에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-35] 건강 부문 취약성 평가 지표_ 리스크5. 폭염에 의한 온열 질환 증가(취약시민)

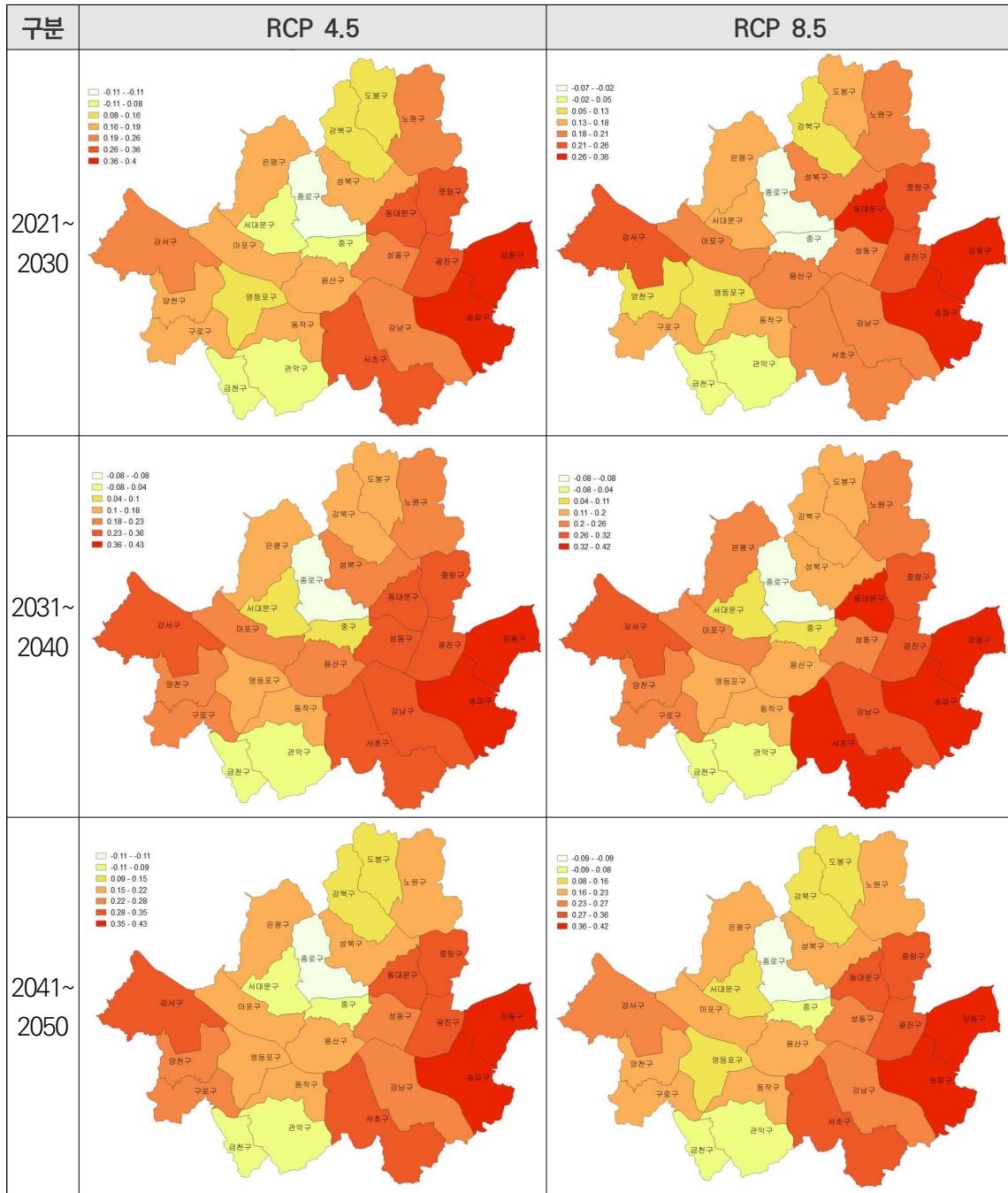
분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	열지수 32 이상인 날 수(일)	0.33	1	VESTAP
기후변화 민감도	기초생활수급자 인구 비율(%)	0.33	0.2	VESTAP
	65세 이상 인구 비율(%)		0.2	VESTAP
	14세 이하 인구 수(명)		0.2	VESTAP
	야외노동자 인구 비율(%)		0.2	VESTAP
	심혈관계 질환 인구 비율(%)		0.2	VESTAP
적응능력	지역 내 총생산(GRDP) (백만 원)	0.34	0.14	VESTAP
	인구 당 의료 기관 수(개/천 명)		0.24	VESTAP
	인구 당 응급의료 기관 수(개/십만 명)		0.39	응급의료포털 데이터 ¹⁾ , 서울 열린데이터광장 ²⁾
	인구 당 소방서 인력(명/천 명)		0.23	VESTAP

1) 응급의료기관 및 응급의료시설 현황 (2021년 2월)

2) 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)

② 평가 결과

- 리스크 5. “폭염에 의한 온열 질환 증가(취약시민)” 평가 결과
 - RCP4.5 단기, 중기, 장기 시나리오 모두 동남권에서 취약도가 높은 것으로 나타나고, 중기와 장기에는 서부 지역에도 고취약도가 분포하는 것으로 나타남
 - RCP8.5 시나리오에서도 단기, 중기, 장기 모두 동부와 특히 동남권의 취약도가 높게 나타나고, 서부에서도 높은 취약도가 나타남
 - 기후노출값 자체가 동남권에서 높게 나타나고, 적응능력에 비해 민감도가 높은 지역 중심으로 고취약도가 분포함



[그림 부록-31] 건강 부문 취약성 평가 결과_ 리스크5. 폭염에 의한 온열 질환 증가(취약시민)

(7) 리스크 6 “폭염에 의한 정신건강 질환 증가”

① 평가 지표

- 리스크 6 “폭염에 의한 정신건강 질환 증가” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 폭염에 의한 정신건강 질환에 영향을 미치는 열파지속지수와 각종 기온자료, 습도 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 정신건강 질환자 수를 반영할 수 있는 인구대비 자살사망자 수와 정신질환 외래치료 건수 자료를 사용하고, 정신질환에 상대적으로 취약한 연령층의 인구통계 자료, 사회·경제적으로 취약군에 해당하는 인구통계 자료를 사용
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 지역 내 총생산 및 재정자립도와 건강 부문에 대하여 기후변화 영향에 대응하거나 감소 역량을 반영할 수 있는 의료기관 및 GRDP 보건업 관련 자료를 사용
 - 적응능력 평가지표 중, ‘1인 당 지역 내 총생산(GRDP)’는 서울 열린데이터광장의 자치구별 1인당 지역 내 총생산 및 수준지수(2018년) 통계 자료를 사용함 (리스크 7에도 같은 자료를 적용함)
- 분야별 가중치는 기후노출 0.501, 민감도 0.282, 적응능력 0.217이며, 세부 지표별 가중치는 폭염에 의한 정신건강 질환에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-36] 건강 부문 취약성 평가 지표_ 리스크6. 폭염에 의한 정신건강 질환 증가

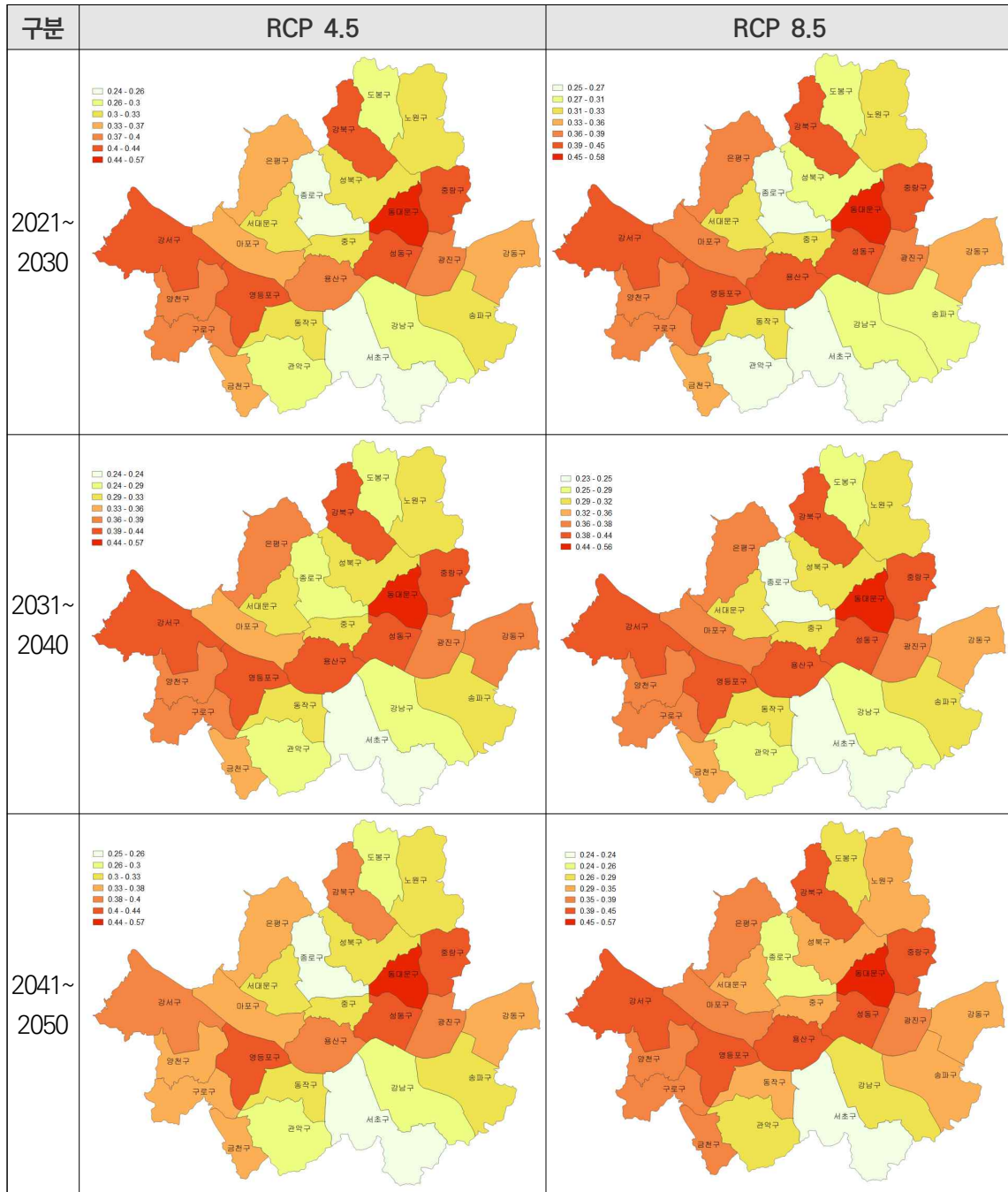
분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	열파 지속지수(HWDI) (지수)	0.501	0.197	VESTAP
	일 최고기온의 연간 평균값(℃)		0.106	VESTAP
	일 최고기온이 33℃이상인 날 수(일)		0.191	VESTAP
	일 최저기온이 25℃이상인 날 수(일)		0.136	VESTAP
	체감온도(℃)		0.128	VESTAP
	1일 상대습도(%)		0.116	VESTAP
	불쾌지수(온습도지수) (지수)		0.126	VESTAP
기후변화 민감도	인구 대비 자살사망자 수(명)	0.282	0.241	VESTAP

	인구 대비 정신질환으로 인한 외래진료 건수(건)		0.233	VESTAP
	65세 이상 인구(명)		0.167	VESTAP
	기초생활수급자 인구 비율(%)		0.175	VESTAP
	독거노인(65세 이상) 비율(%)		0.184	VESTAP
적응능력	1인 당 지역 내 총생산(GRDP) (천 원)	0.217	0.242	서울 열린데이터광장 ¹⁾
	재정 자립도(%)		0.284	VESTAP
	인구 당 보건소 인력(명/만 명)		0.241	VESTAP
	GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업(백만 원)		0.233	VESTAP

1) 자치구별 1인당 지역내총생산 및 수준지수 (2018년)

② 평가 결과

- 리스크 6 “폭염에 의한 정신건강 질환 증가” 평가 결과
 - RCP4.5 단기, 중기, 장기 시나리오 모두 서울 중부와 서부에서 취약도가 높은 것으로 나타나고, 장기에는 서부 지역의 취약도가 다소 낮아지는 것으로 나타남
 - RCP8.5 시나리오에서도 단기, 중기, 장기 모두 서울 중부와 서부에서 취약도가 높은 것으로 나타남



[그림 부록-32] 건강 부문 취약성 평가 결과_ 리스크6. 폭염에 의한 정신건강 질환 증가

(8) 리스크 7 “대기오염에 의한 정신건강 질환 증가”

① 평가 지표

- 리스크 7 “대기오염에 의한 정신건강 질환 증가” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 대기오염에 의한 정신건강 질환에 영향을 미치는 각종 대기오염 배출량 자료와 미세먼지 농도 자료, 기온 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 정신건강 질환자 수를 반영할 수 있는 인구대비 자살사망자 수와 정신질환 외래진료 건수 자료를 사용하고, 정신질환에 상대적으로 취약한 연령층의 인구통계 자료, 사회·경제적으로 취약군에 해당하는 인구통계 자료를 사용
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 지역 내 총생산 및 재정자립도와 건강 부문에 대하여 기후변화 영향에 대응하거나 감소 역량을 반영할 수 있는 의료기관 및 GRDP 보건업 관련 자료를 사용
- 분야별 가중치는 기후노출 0.5, 민감도 0.28, 적응능력 0.22이며, 세부 지표별 가중치는 대기오염에 의한 정신건강 질환에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-37] 건강 부문 취약성 평가 지표_ 리스크7. 대기오염에 의한 정신건강 질환 증가

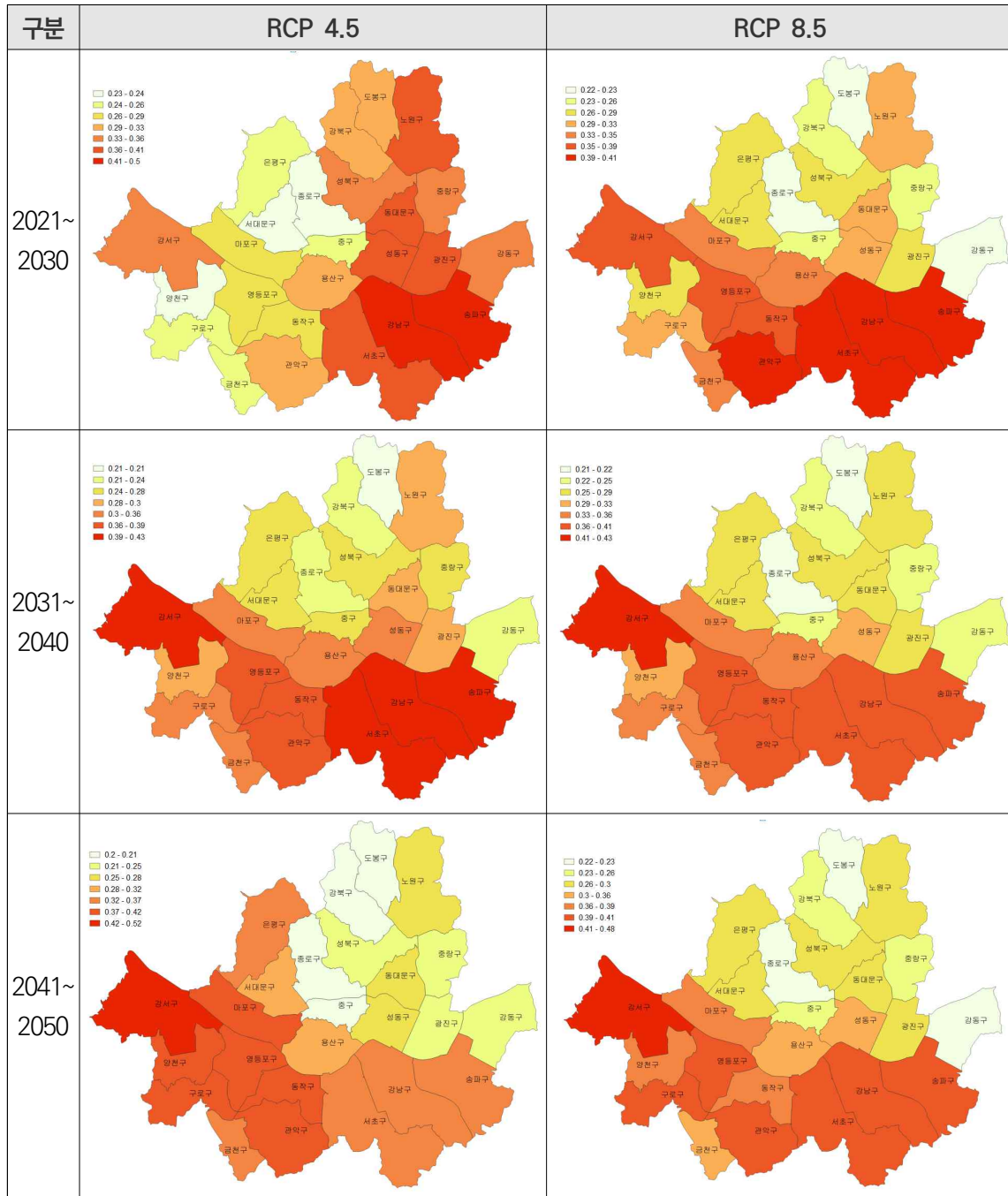
분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
기후노출	CO(비산업 및 주거용 시설 배출량) (kg)	0.052	VESTAP
	CO(산업 및 이동오염원 배출량) (kg)	0.13	VESTAP
	Nox(비산업 및 주거용 시설 배출량) (kg)	0.068	VESTAP
	Nox(산업 및 이동오염원 배출량) (kg)	0.103	VESTAP
	Sox(비산업 및 주거용 시설 배출량) (kg)	0.065	VESTAP
	Sox(산업 및 이동오염원 배출량) (kg)	0.117	VESTAP
	일 최고기온의 연간 평균값(℃)	0.074	VESTAP
	시간 미세먼지농도 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 날 수(일)	0.226	VESTAP
	연평균 미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.165	VESTAP
기후변화 민감도	인구 대비 자살사망자 수(명)	0.241	VESTAP
	인구 대비 정신질환으로 인한 외래진료 건수(건)	0.233	VESTAP

분야	취약성 평가 지표		자료출처
	지표	가중치	
	65세 이상 인구(명)	0.167	VESTAP
	기초생활수급자 인구 비율(%)	0.175	VESTAP
	독거노인(65세 이상) 비율(%)	0.184	VESTAP
적응능력	1인 당 지역 내 총생산(GRDP) (천 원)	0.22	서울 열린데이터광장 ¹⁾
	재정 자립도(%)		VESTAP
	인구 당 보건소 인력(명/만 명)		VESTAP
	GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업(백만 원)		VESTAP

1) 자치구별 1인당 지역내총생산 및 수준지수 (2018년)

② 평가 결과

- 리스크 7 “대기오염에 의한 정신건강 질환 증가” 평가 결과
 - RCP4.5 시나리오의 단기에 서울 동부와 특히 동남권으로 고취약도가 분포하고, 서부에도 일부 고취약도가 나타남. 중기에는 서울 남부와 서부에 고취약도가 밀집되고, 장기에는 서부에 고취약도가 밀집되는 것으로 나타남
 - RCP8.5 시나리오의 단기에 서울 남부에 고취약도가 분포하고 서부에서도 취약도가 높은 것으로 나타남. 중기와 장기에는 서부에서 취약도가 가장 높게 나타나고, 남부에서도 취약도가 높게 나타남



[그림 부록-33] 건강 부문 취약성 평가 결과_ 리스크7. 대기오염에 의한 정신건강 질환 증가

(9) 리스크 8 “대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가”

① 평가 지표

- 리스크 8 “대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환에 영향을 미치는 각종 대기오염 배출량 자료와 미세먼지 농도 자료, 기온 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 심뇌혈관계 질환자 수를 반영할 수 있는 입원환자 수와 심뇌혈관 질환에 상대적으로 취약한 연령층의 인구통계 자료, 사회·경제적으로 취약군에 해당하는 인구통계 자료를 사용
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 재정자립도와 건강 부문에 대하여 기후변화 영향에 대응하거나 감소 역량을 반영할 수 있는 의료기관 및 GRDP 보건업 관련 자료를 사용
- 분야별 가중치는 기후노출 0.33, 민감도 0.33, 적응능력 0.34이며, 세부 지표별 가중치는 대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-38] 건강 부문 취약성 평가 지표_ 리스크8. 대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	CO(비산업 및 주거용 시설 배출량) (kg)	0.33	0.052	VESTAP
	CO(산업 및 이동오염원 배출량) (kg)		0.13	VESTAP
	Nox(비산업 및 주거용 시설 배출량) (kg)		0.068	VESTAP
	Nox(산업 및 이동오염원 배출량) (kg)		0.103	VESTAP
	Sox(비산업 및 주거용 시설 배출량) (kg)		0.065	VESTAP
	Sox(산업 및 이동오염원 배출량) (kg)		0.117	VESTAP
	일 최고기온의 연간 평균값(℃)		0.074	VESTAP
	시간 미세먼지농도 100μg/m³ 이상인 날 수(일)		0.226	VESTAP
	연평균 미세먼지 농도(μg/m³)		0.165	VESTAP
기후변화 민감도	뇌혈관 질환 입원환자 수(명)	0.33	0.2	VESTAP 자료 가공 ¹⁾
	심혈관 질환 입원환자 수(명)		0.3	VESTAP 자료 가공 ²⁾
	14세 이하 인구(명)		0.11	VESTAP

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
	65세 이상 인구(명)		0.13	VESTAP
	기초생활수급자 인구 비율(%)		0.13	VESTAP
	독거노인(65세 이상) 비율(%)		0.13	VESTAP
적응능력	지역 내 총생산(GRDP) (백만 원)	0.34	0.16	VESTAP
	재정 자립도(%)		0.24	VESTAP
	인구 당 응급의료 기관 수(개/십만 명)		0.15	응급의료포털 데이터 ³⁾ , 서울 열린데이터광장 ⁴⁾
	인구 당 보건소 인력(명/만 명)		0.16	VESTAP
	건강보험 적용 인구 비율(%)		0.13	VESTAP
	GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업(백만 원)		0.16	VESTAP

1) VESTAP에서 제공한 '뇌혈관 질환 입원환자 수' 자료는 서울시 총계로만 취합되어, 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)를 사용하여 자치구별 인구 비율을 조정함

2) VESTAP에서 제공한 '심혈관 질환 입원환자 수' 자료는 서울시 총계로만 취합되어, 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)를 사용하여 자치구별 인구 비율을 조정함

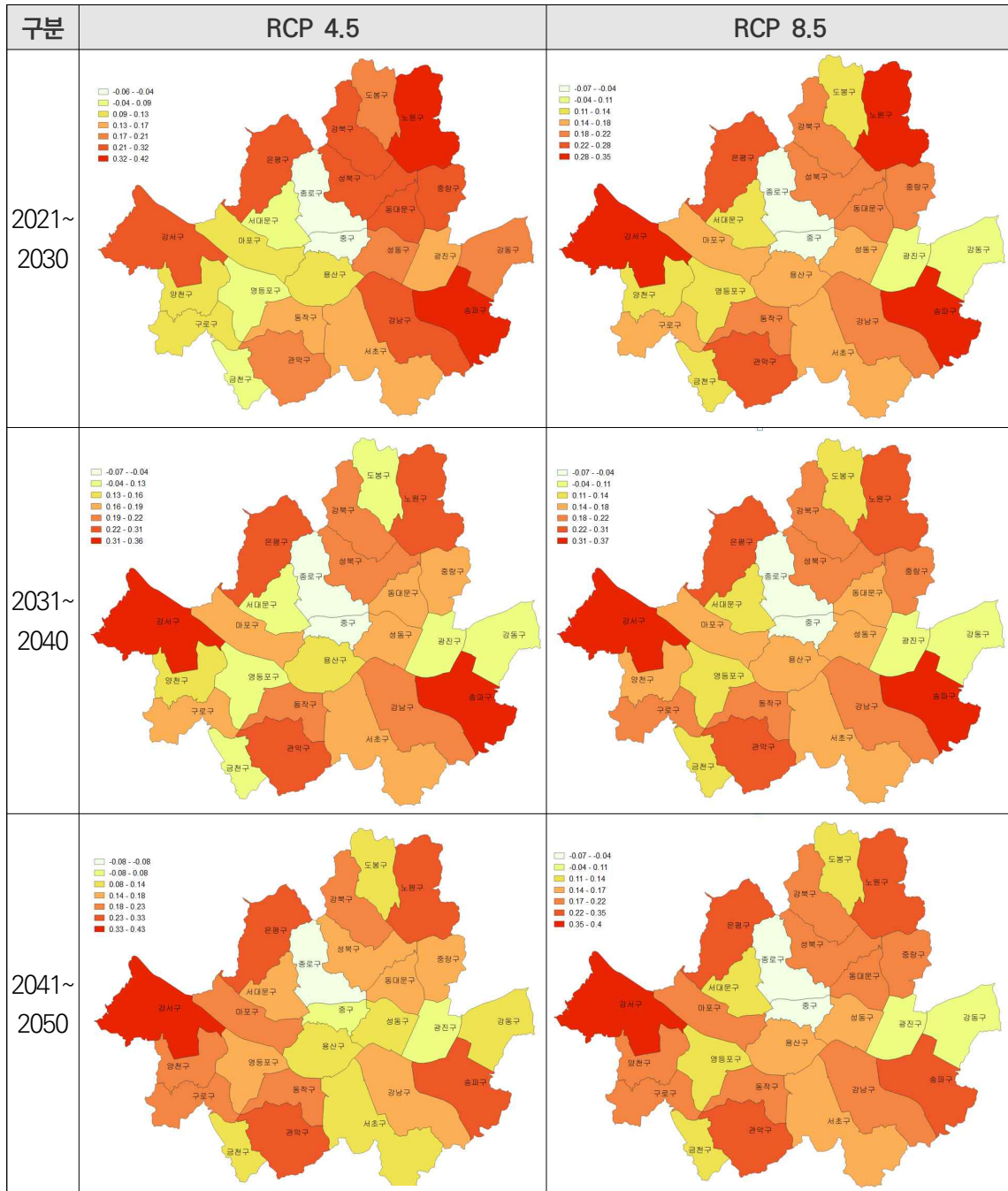
3) 응급의료기관 및 응급의료시설 현황 (2021년 2월)

4) 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)

② 평가 결과

○ 리스크 8 “대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가” 평가 결과

- RCP4.5 시나리오의 단기에 서울 동북권과 동남권에 고취약도가 분포하고, 서부에도 일부 고취약도가 나타남. 중기에는 동남권과 서부에 취약도가 가장 높게 나타나고, 장기에는 서부에 고취약도가 밀집되는 것으로 나타남
- RCP8.5 시나리오의 단기에 서울 동북권과 동남권, 서부에 고취약도가 분포하고, 중기에는 동남권과 서부에 취약도가 가장 높게 나타나며, 장기에는 서부에 고취약도가 밀집되는 것으로 나타남



[그림 부록-34] 건강 부문 취약성 평가 결과_ 리스크8. 대기오염에 의한 심뇌혈관계 질환 증가

(10) 리스크 9 “대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가”

① 평가 지표

- 리스크 9 “대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가” 평가 지표
 - 기후노출 평가지표는 대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환에 영향을 미치는 각종 대기오염 배출량 자료와 미세먼지 농도 자료, 기온 자료를 사용
 - 민감도 평가지표는 호흡기계·알레르기 질환자 수를 반영할 수 있는 호흡기 질환 입원환자 수와 천식 및 알레르기성 비염, 아토피피부염 외래방문 건수 자료를 사용하였고, 호흡기계·알레르기 질환에 상대적으로 취약한 연령층의 인구통계 자료, 사회·경제적으로 취약군에 해당하는 인구통계 자료를 사용
 - 적응능력은 기후변화 적응과 관련하여 경제적 투입 능력을 반영할 수 있는 지역 내 총생산 및 재정자립도와 건강 부문에 대하여 기후변화 영향에 대응하거나 감소 역량을 반영할 수 있는 의료기관 및 건강보험 적용 관련 자료를 사용
- 분야별 가중치는 기후노출 0.33, 민감도 0.33, 적응능력 0.34이며, 세부 지표별 가중치는 기온 상승에 의한 호흡기계·알레르기 질환에 영향을 미치는 정도에 따라 조정함

[표 부록-39] 건강 부문 취약성 평가 지표_ 리스크9. 대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가

분야	취약성 평가 지표			자료출처
	지표	가중치		
기후노출	CO(비산업 및 주거용 시설 배출량) (kg)	0.33	0.052	VESTAP
	CO(산업 및 이동오염원 배출량) (kg)		0.13	VESTAP
	Nox(비산업 및 주거용 시설 배출량) (kg)		0.068	VESTAP
	Nox(산업 및 이동오염원 배출량) (kg)		0.103	VESTAP
	Sox(비산업 및 주거용 시설 배출량) (kg)		0.065	VESTAP
	Sox(산업 및 이동오염원 배출량) (kg)		0.117	VESTAP
	일 최고기온의 연간 평균값(℃)		0.074	VESTAP
	시간 미세먼지농도 100μg/m³ 이상인 날 수(일)		0.226	VESTAP
	연평균 미세먼지 농도(μg/m³)		0.165	VESTAP
기후변화 민감도	호흡기 질환 입원 환자 수(명)	0.33	0.135	VESTAP 자료 가공 ¹⁾

	천식 병원 외래방문 수(건)		0.135	국민건강보험공단 자료 가공 ²⁾
	알레르기성비염 외래방문 수(건)		0.135	
	아토피피부염 외래방문 수(건)		0.135	
	14세 이하 인구(명)		0.13	VESTAP
	65세 이상 인구(명)		0.13	VESTAP
	기초생활수급자 인구 비율(%)		0.1	VESTAP
	독거노인(65세 이상) 비율(%)		0.1	VESTAP
적응능력	지역 내 총생산(GRDP) (백만 원)	0.34	0.16	VESTAP
	재정 자립도(%)		0.24	VESTAP
	인구 당 응급의료 기관 수(개/십만 명)		0.15	응급의료포털 데이터 ³⁾ , 서울 열린데이터광장 ⁴⁾
	인구 당 보건소 인력(명/만 명)		0.16	VESTAP
	건강보험 적용 인구 비율(%)		0.13	VESTAP
	GRDP 보건업 및 사회복지 서비스업(백만 원)		0.16	VESTAP

1) VESTAP에서 제공한 ‘호흡기 질환 입원 환자 수’ 자료는 서울시 총계로만 취합되어, 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)를 사용하여 자치구별 인구 비율을 조정함

2) 국민건강보험공단 환경성질환 DB 자료를 가공함

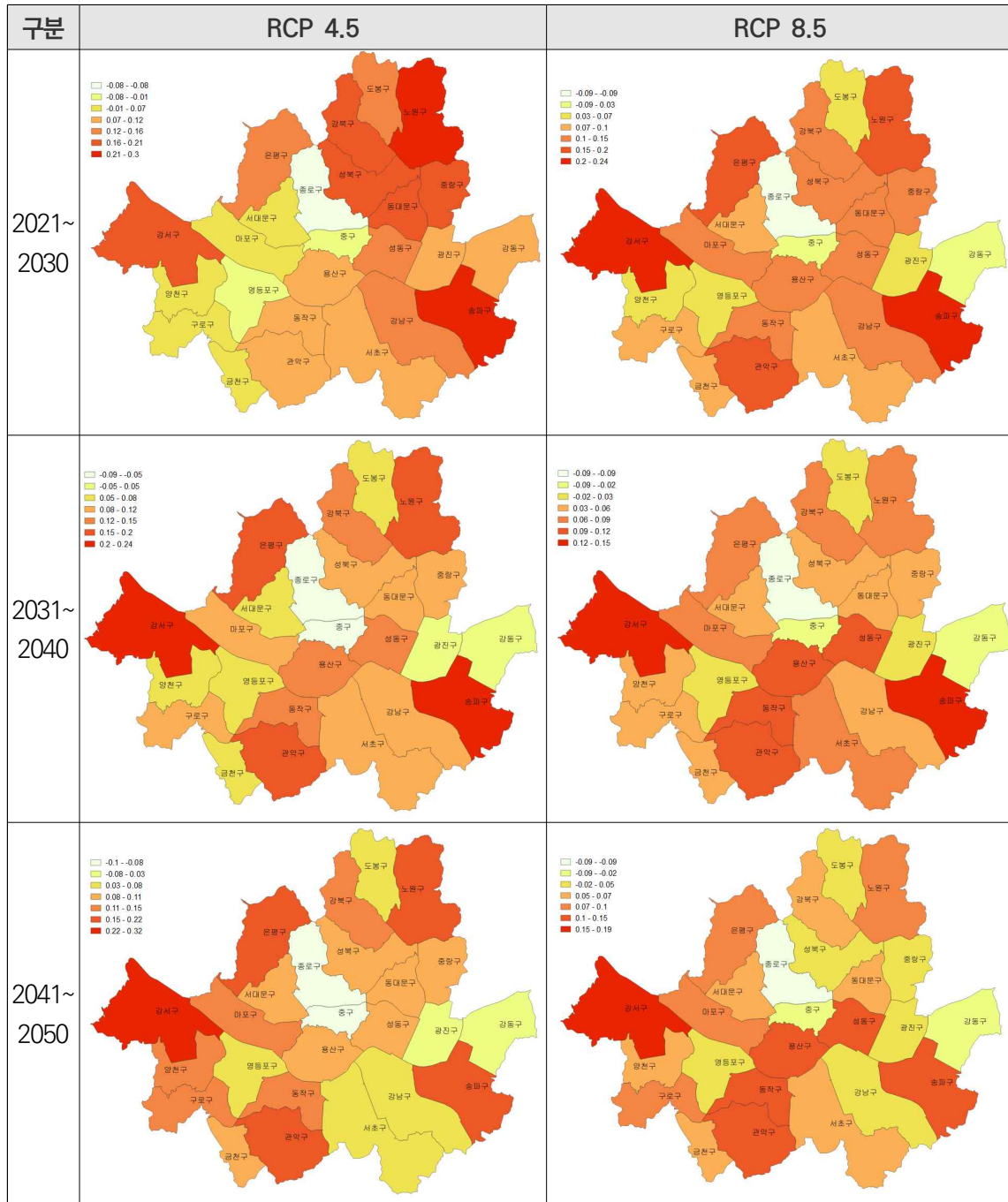
3) 응급의료기관 및 응급의료시설 현황 (2021년 2월)

4) 서울시 구별 주민등록인구 통계 (2020년)

② 평가 결과

○ 리스크 9 “대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가” 평가 결과

- RCP4.5 시나리오의 단기에 서울 동북권과 동남권에 고취약도가 분포하고, 서부에도 일부 취약도가 높게 나타남. 중기에는 동남권과 서부에 취약도가 가장 높게 나타나고, 장기에는 서부에 고취약도가 밀집되는 것으로 나타남
- RCP8.5 시나리오의 단기에 서울 동남권과 서부에 고취약도가 분포하고, 중기에는 동남 서부에 취약도가 가장 높게 나타나며 남부에서도 취약도가 높은 것으로 나타남. 장기에는 서부에 고취약도가 밀집되고, 남부에서도 취약도가 높게 나타남



[그림 부록-35] 건강 부문 취약성 평가 결과_ 리스크9. 대기오염에 의한 호흡기계·알레르기 질환 증가

출판물명	서울특별시 기후위기 적응대책(2022-2026) (안)
판사항	초판 1쇄(2022년)
발행인	서울특별시장 오세훈
발행처	서울특별시 기후환경본부
주소	서울시 중구 덕수궁길 15
판매가격	비매품
연구기관	서울연구원

본 저작물의 저작권은 서울특별시에 있습니다.
