

PART 3 : 기후변화 연구사례

- 국가, 도시지역, 정책평가 모형

A. 선행연구 검토

1. 기후변화 리스크 분석 연구
2. 국토환경 리스크 선행사례 분석
3. 기후변화 적응형 공간계획 및
정책분석 사례
4. 종합 및 시사점

1. 기후변화 리스크 분석 연구

*선행연구 동향

- 기후변화 리스크 평가 관련 연구는 초기 연구 단계이며, 특히 물과 관련된 도시 침수, 홍수, 태풍으로 인한 리스크 연구가 집중적으로 수행되고 있음
- 선행연구 분석 결과, 기후변화로 인한 리스크 평가 연구는 ① 영향 지표 설정 후 통계 자료 수치를 적용하거나 모델링 이용하여 점수 산정하는 방법, ② 전문가 설문에 의한 정성/정량 리스크 평가를 수행하는 방법, ③ 설문조사에 의한 사회/경제적 측면의 리스크를 평가하는 방법, ④ 특정 종속변수에 의한 평가지표간 영향 관계를 도출하는 방법의 연구로 구분됨

1. 기후변화 리스크 분석 연구

*선행연구 동향

구분	주요 내용	방법론
최충익(2003)	- 도시개발행위로 인한 도시적 토지이용의 증가가 도시의 재해 취약성에 미치는 영향 정도 분석	- 자연재해피해함수모형 설정 및 반로그 모형 수정 회귀분석
유환희 등(2005)	- 도시지역의 재해요소를 도출하고 이들의 위험도를 평가하여 등급을 부여/종합하여 종합 위험도 평가	- 각 위험도별 등급을 산출하여 위험도 평가
박종용 등(2012)	- 기후학적 인자와 사회경제적인 인자에 대한 여러 가지 통계자료를 이용하여 우리나라 가뭄 위험도 평가	- 가뭄 위험도 지수를 개발하여 위험도 평가
손민수 등(2013)	- 서울시를 대상으로 홍수에 대한 도시환경의 적응 역량과 기준을 평가하고 지표화하여 재난발생 시 위험도를 파악할 수 있는 도시환경 평가지표를 개발 - 도시환경의 위험도 평가지표를 그레이 인프라와 그린 인프라로 구분하여 홍수 재난 발생 위험도 측정	- GIS 중첩 분석 - 클러스터 분석
Aerts and Botzen (2011)	- 기후변화 영향으로 인한 네델란드의 홍수 보험 문제점을 분석하고 장기 홍수 보험을 위한 추정액을 분석함 - 기후변화 시나리오와 토지이용 시나리오를 이용하여 홍수 가능성과 피해량을 구하고 최종 리스크 정도 추정	- 기후변화 모델링 - 피해액 산정식 적용
Veronesi et al.(2014)	- 결합 함수관계 범람(CSOs) 리스크를 저감을 목표로 한 지불의사액을 추정함 - 기후변화에 대한 인식, 폐수시스템 이해, 폐수 범람 관심도, 환경적 영향, 발생 가능성, 정치적 성향 등을 설명 변수로 설정하여 결과 값 도출	- WTP, 선택실험법
Bär et al.(2015)	- DPSIR(Driver→Pressure→State→Impact→Response)을 적용하여 농업용 수자원 취약성 모델을 개발함 - 개발된 모형으로 흑해 주변 나라들의 농업용 수자원 취약성 점수를 도출함	- 기후변화 모델링
van der Linden(2015)	- 인식적, 경험론적, 사회 문화적 요인들을 통합함으로써 기후변화 리스크 인식에 대한 상세 사회 심리학적 모델(CCRPM)을 개발함	- 요인분석

2. 국토환경 리스크 선행사례 분석

*국토환경 리스크 분석 시 내용적 범위, 방법 선정 측면

■ 리스크 평가 사례 1

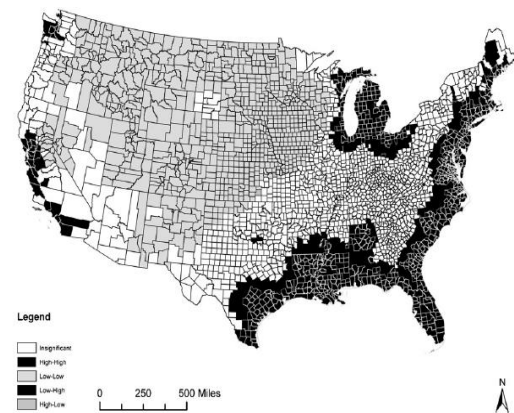
■ 연구자 : Brody et al.(2008)

■ 연구 내용 : 기후보호 프로그램(CCP)
참여 여부에 따른 카운티별 리스크,
기회, 스트레스 변화를 분석함/리스크 지도 도출

■ 연구 대상지역: 미국 전역(카운티 단위)

■ 연구 방법 : 로지스틱 회귀분석, GIS 맵핑

■ 변수 설정 : 종속변수(CCP 참여 여부/ 0, 1), 독립변수(리스크: 해안 접근성, 극한 날씨에 의한 사상자수, 예상 기온 변화), 기회(경 교통수단, 1인당 탄소가스 배출량, 탄소집중사업수), 스트레스(비영리 환경단체, 대학 교육 받은 사람, 태양열 에너지 사용)



2. 국토환경 리스크 선행사례 분석

*국토환경 리스크 분석 시 내용적 범위, 방법 선정 측면

리스크 평가 사례 2

최종 리스크 맵(홍수 가능성, 기능, 구조 등의 손실값, 금전적 가치 환산)

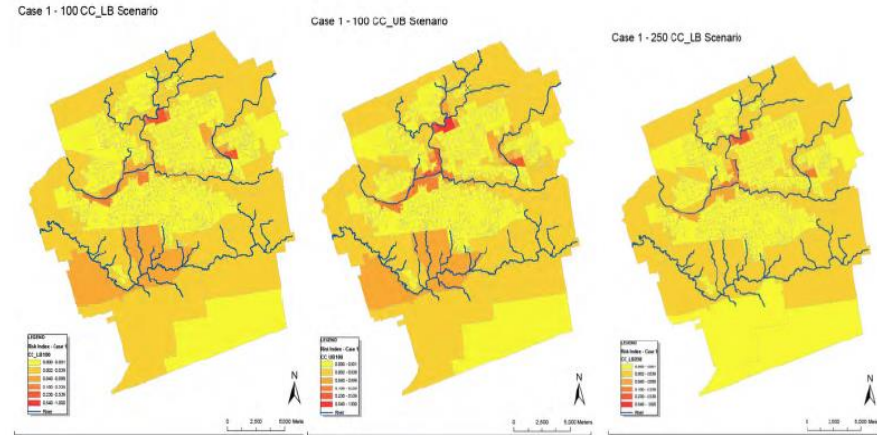
연구자 : Bowering et al.(2010)

연구 내용 : 홍수에 의한 인프라스트럭처 리스크 평가

연구 대상지역: 런던 지역

수행체계 : 입력데이터 투입 → 기후변화 시나리오 적용 → 강우유출변화(수문모델링) → 홍수 맵핑(수압모델링) → 리스크 평가

결과 도출: 리스크 레벨에 기반한 우선순위 인프라스트럭처 대상 선정에 주안점을 둠



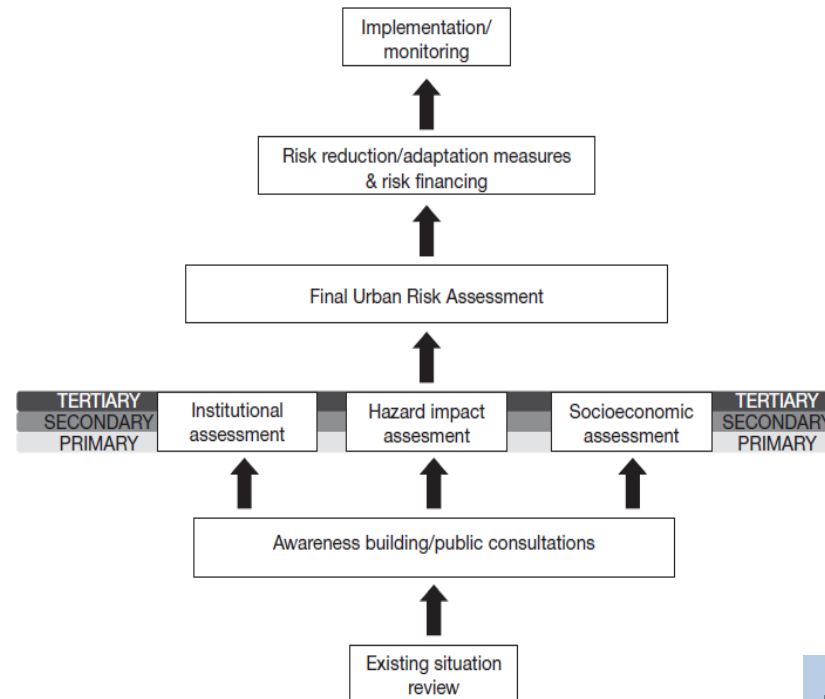
2. 국토환경 리스크 선행사례 분석

*국토환경 리스크 분석 시 내용적 범위, 방법 선정 측면

리스크 평가 사례 3

연구자 : Dickson et al.(2012)

연구 내용 : 도시 리스크 평가를 위한 과정 및 방법을 소개하고 리스크 저감을 위한 도시 관리 방향을 제시



2. 국토환경 리스크 선행사례 분석

*국토환경 리스크 분석 시 내용적 범위, 방법 선정 측면

■ 리스크 평가 사례 3

■ 주제/단계별 리스크 평가 방법

구분	분석 초점	단계별 평가 내용		
		1단계	2단계	3단계
위해평가	- 위해 경향을 파악하고 기후 변화 변동성으로 인한 미래의 위해 및 영향의 리스크에 있는 인구/물리적 자산 확인	- 설정된 지역에 위해의 영향을 보여주는 간단한 지도를 기반으로 현재 인구 및 자산 내용과 함께 역사적 재난/재해 위치 표시	- 단순화된 손실 모델을 기반으로 선택된 위해 시나리오에 피해 영향을 측정	- 위해의 정도로부터 인구/경제적 손실 잠재정도를 보여주기 위한 확률적 리스크 모델 도출
제도평가	- 재난과 기후변화 리스크를 관리하기 위한 기관의 효율적 정책을 개발	- 재난과 기후변화 리스크 관리의 모든 측면을 책임져야 할 기관/조직들을 파악	- 기술적 역량, 서비스, 정책, 프로젝트 등의 계획 수단 인벤토리 개발	- 현재 도시 서비스, 관리 기법, 정책, 프로그램 등에서 평가 차이 분석
사회경제적 평가	- 지리적 위치와 도시 거주민들의 취약성 정도 파악	- 재난과 기후변화 리스크 관련 가난/궁핍과 환경저하를 이해하기 위하여 인구통계, 가구, 복지 등을 파악	- 해당 지역 내 정량적으로 구성된 변수들에 기반하여 지역의 상대적 등급 개발	- 위해 및 취약성 주제의 지역주민 설문조사를 기반으로 지역사회(커뮤니티) 레벨에서 보다 상세한 분석

3. 기후변화 적응형 공간계획 및 정책분석 사례

가. 기후변화 적응형 공간계획

홍수에 대한 기후변화 적응형 공간계획 기법

동인	기후변화 적응형 공간계획 기법	참고 문헌
홍수	· 물관리 시설(댐, 저장시설, 배수)확보, 다양한 용도의 제방 시설 확보, 자연적 배수 시설 확보(레인가든), 옥상녹화 확대,	a
	· 홍수 저감 시설 확대, 수변지역 식생대 확보, 건물의 지상층 높이기, 위험지역 토지이용 규제	b
	· 그린인프라 계획(투수성 포장, 그린웨이 조성, 담장 허물기 사업, 옥상녹화, 침수취약성이 높고 물이 모이는 지역으로 공원 조성)	c
	· 공공시설투자(하수관거 등 방재시설물 개선, 확충), 도로 등 기반 시설(도로, 공원), 건축물(지하층, 주거시설 설치 제한, 필로티 구조권정, 우수배제시설 설치 의무, 대지 경계 침투시설)	d
	· 공동개발(지하주택 등 소규모 필지 개발 유도, 하수관거와 연계된 저류시설 설치)	
	· 공개공지(공개공지, 전면공지 등에 투수성 포장 등 침투시설 조성), 지역 협의체(주민, 전문가, 시민단체, 지자체로 구성된 거버넌스 구축)	e
	· 급경사, 저지대 등 재해 발생 우려지역과 상습침수지역 등 재해발생지역에 입지 지양, 피난시 이동거리 고려한 피난로 및 피난처 설계, 저류조 설치, 학교숲 조성	
	· 아케이드 설치, 우수 시 미끄러운 보도블럭 개선, 투수성 포장을 활용한 보차 분리, 좁은 골목 개선, 주차환경 개선 및 주차공간 바닥에 그린 인프라 도입, 작은 공터 활용을 통한 경제활동 지원, 사계절 활용 주민쉼터 조성, 옥상정원 개선 및 네트워크 구성	f

*자료 : 국내/외 기후변화 적응형 공간계획 기법 참고 문헌은 다음과 같다.

a: London Climate Change Partnership(2006), b: Ministry of Land, Japan(2010), c: 강정은 외(2011), d: 고태규와 이원영(2012),

e: 권영상 외(2013), f: 김동현 외(2014)

3. 기후변화 적응형 공간계획 및 정책분석 사례

가. 기후변화 적응형 공간계획

태풍 및 폭염에 대한 기후변화 적응형 공간계획 기법

동인	기후변화 적응형 공간계획 기법	참고 문헌
태풍	· 지하층은 홍수 시 호환될 수 있는 공간으로 활용할 것, 배수시스템 구축, 저지대나 연못과 같은 장소에서 자연적 버퍼 유지, 저지대에 홍수방지(flood proof) 건물 증축, 배수 관리 위한 주민 교육	g
폭염	· 자연등 활용, 천연자원활용(태양열)	h
	· 주민들에게 열사병과 같은 고열에 대한 대응 방법 교육, 자연적 환기가 가능한 건물 설계	i
	· 녹지 확보, 나무의 수종과 캐노피 고려	j
	· 대중교통형 도시 설계, 다양한 지역적 녹지 확보, 천연자원이용시설 확보	k
	· 바람길 조성을 위한 녹지네트워크의 조성, 주풍향을 고려한 건축물 배치, 건축물 외피 녹화 사업, 주차장 녹화 사업, 옥상정원 설치	l
	· 해풍을 이용한 바람길 조성, 쿨루프조성, 수변공간의 환경친화적 조성, 도시 환기, 열섬대책	m
	· 녹지확보, 옥상보다는 지상에 식재하는 것 권고, 초화류 보다는 교목류 권고	n
	· 녹지확보, 서쪽 창으로 건물 건축, 창문에 그늘 만들기, 나무 캐노피의 밀도보다는 모양 중요	o
	· 건물(green wall, green roof, 바람이 잘 통하도록 할 것, 남서쪽으로 창을 낼 것)	
	· 자연풍 조성 바람길 조성, 가로 방향 조절로 햇빛 세기 조정, 신규 개발 시 녹색 공간 확보	p
	· 낙엽 가로수 식재가 가능한 가로폭 확보	
	· 반사율이 높고 복사율이 낮은 투수성 가로 포장재 사용	

g: Toronto Environment Office(2008), h: Tokyo Metropolitan Government(2007), i: Toronto Environment Office(2008), j: Bowler et al.(2010), k: Wende et al.(2010), l: 김용진 외(2011), m: 부산발전연구원(2011), n: Ng et al.(2012), o: Kleerekoper et al.(2012), p: 부산발전연구원(2013).

3. 기후변화 적응형 공간계획 및 정책분석 사례

가. 기후변화 적응형 공간계획

가뭄, 해수면상승, 폭설에 대한 기후변화 적응형 공간계획 기법

동인	기후변화 적응형 공간계획 기법	참고 문헌
가뭄	· 상수도 공급, 토지이용, 지표수 공급, 하수도 보급, 저수율, 산림축적량, 관개수로, 지표수 공급수원 확보	w
	· 물재활용 시스템 확보, 댐과 같은 물 저장 기반 시설 확보 · 수원지 보전 용도 부여, 빗물이용시설 설치, 오수 처리 및 재활용, 하천유수용지 확보	r
	· 지속가능 배수시스템, 우수 및 중수 활용, 비점오염원관리	t
해수면상승	· 연안경사, 지형, 연안표고 고려	w
	· 범람하는 물을 펌프 할 수 있는 비상 전력시설 확보, 연안지역 식재 확대, 해변의 암석관리, 해안가 침식 방지 시설 도입, 피난처 확보	u
	· 해수면 상승을 고려한 연안 이격, 해수면 상승 예상지역 개발 제한 · 방풍림 조성, 주민거주가 적은 해안가 신규개발 억제·보전, 하천변 및 연안변 이격(setback) 및 완충지대 조성	r
	· 태풍/쓰나미에 대한 예보 활성화, 비상전력 확보, 펌핑 시설 확보, 해수면 상승에 대한 방어시설 확보 · 해안 침식 방지 토지이용 계획, 물을 흡수 할 수 있는 공원등 녹지 확보 · 건물 입지별 위험도 관한 새로운 법 제도 마련 필요	x
	· 건물 지붕의 재료를 워터프루프(water proof)로 조성	y

r: 한국산업개발연구원(2013), s: 송봉근(2014), t: 반영운 외(2015), u: City of Vancouver(2014), v: EPA(<http://www.epa.gov>), w: 심

배 외(2013), x: Rosenzweig et al.(2011), y: City of Copenhagen(2011)),

3. 기후변화 적응형 공간계획 및 정책분석 사례

나. 시스템 다이내믹스 기반 기후변화 연구사례

기후변화에 대한 연구는 건강, 농업, 산림, 수자원, 생태계, 산업, 인간 정주지, 사회 등 분야별로는 많은 연구가 있었으나, 통합적 관점에서 상호관련성을 감안한 연구는 많지 않음

구분	선행연구	내용
피해 및 적응	Simonovic, S & Li, L(2003)	-홍수피해 방지 시스템 평가를 위한 시스템다이내믹스 모델을 구축 -홍수피해 방지 시스템은 미래에 발생할 기후변화 즉, 홍수 피해로부터 상당한 수준의 효과가 있다고 평가
	Langsdale, S at. el.(2007)	-물 자원에 대한 평가를 위해 시스템다이내믹스 모델 구축 -최악의 시나리오인 기후변화와 인구 성장이 같이 일어났을 경우라는 사실 도출 -물 부족에 대한 적응노력은 문제 개선에 큰 도움을 주지 않는다는 결과 도출
	이상은 외 (2009)	-가뭄 현상에 대한 적응형 관리 시스템다이내믹스 모델 구축 -광동댐의 수자원 부족은 약 256억 원의 피해를 가지고 올 것 -제한적인 수자원의 최적 용수배분방식과 용수전용댐의 최적 운영방식을 적용하였을 때 해당 사례의 피해는 반 이상 감소
	김지숙 (2015)	-기후변화로 인한 영향과 변화를 동태적인 시스템으로 보고, 시스템 다이내믹스와 GIS를 활용하여 시공간적 통합모델 구축 -방어 대안, 순응 대안, 후퇴 대안 모두 해수면 상승으로 인한 영향을 감소시키는 효과가 있음
정책 평가 및 개선	Fiddaman, T (2002)	-기후변화 정책과 관련하여 에너지, 경제, 기후 등의 통합 모델 구축 -탄소 세금 정책이 탄소 배출권 정책보다 우위에 있는 정책임을 파악
	서민아 (2014)	-제품의 생산·사용·폐기 단계의 HFCs 배출량을 효과적으로 감소시킬 수 있는 정책방안을 시스템다이내믹스 모형으로 분석 -HFCs 연간 배출량과 누적 배출량의 감축을 위해서 'HFCs 생산·수입량 규제' 도입 검토와 '회수율 제고' 정책 도입 시 회수된 냉매를 냉동공조기 등에 재사용 할 수 있도록 유도하는 것이 더 비용효과적이라는 사실 도출
경제적 파급효과	송재호 (2007)	-기후변화협약에 따른 경제적 파급효과 분석 -GDP는 BAU 대비 탄소세 부과액 증가에 따라 감소하였고, 거두어들인 탄소세를 재투자 할 경우에 회복되는 추세 -이산화탄소 배출량의 경우 탄소세를 부과함으로써 감소하였고, 재투자 시 다른 경제변수 상승에도 배출량이 증가되지 않는 효과 -에너지원별 사용비율은 탄소세로 인한 에너지가격의 상승률과 탄소배출계수에 의해 각 에너지원마다 증감하는 현상

4. 종합 및 시사점

*리스크 평가 방법론 및 정책분석 종합 및 시사점

■ 리스크 평가 사례 연구 분석을 통하여, 본 연구에서는 미래 반영, 국토 유형 구분에 따른 관심 지역 평가 및 영향 지표 도출을 위한 통계 분석, 결과를 기반으로 한 정책적 시사점 제시

구 분	기간		반영 범위		방법 유형		통계기법		정책고려		공간 분석	
	단기	중장기	국가	지역	정성	정량	유	무	유	무	유	무
리스크 평가 사례 1(Brody et al., 2008)	○		○			○	○		○		○	
리스크 평가 사례 2(Bowering et al., 2010)	○	○		○		○		○		○	○	
리스크 평가 사례 3(Dickson et al., 2013)	○	○	○	○	○	○		○	○		○	

B. 국가 수준 연구사례

1. 분석의 틀 설정
2. 기후변화 영향 동인 설정
3. 관심지역(*hot spot*) 진단 지표 설정
4. 국토 전역의 기후변화 관심지역 진단
5. 시기에 따른 관심지역 변화 진단

1. 분석의 틀 설정(국토환경진단)

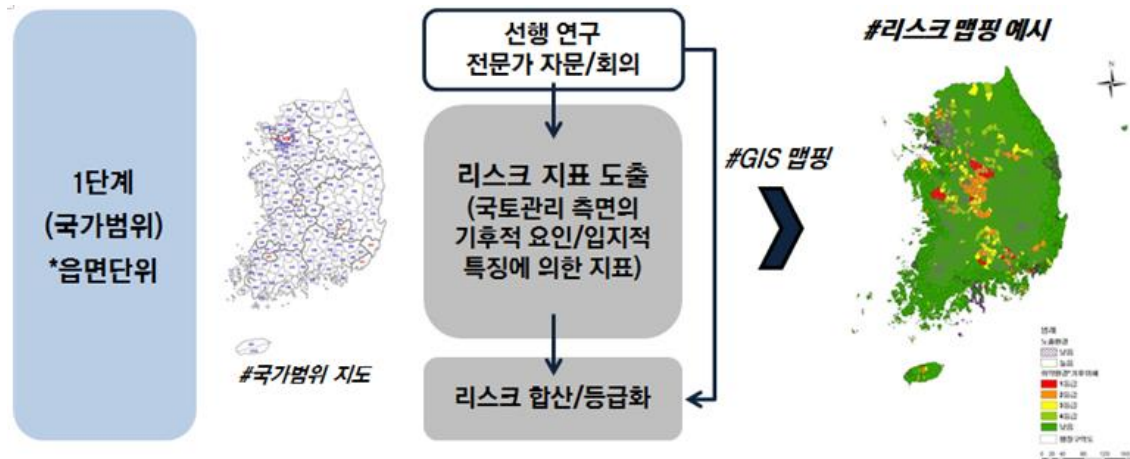
상위 항목	하위 항목		설정 근거 및 수행 과정	최종 반영 내용
분석의 틀	기후변화 동인 설정		· 1차년도 연구 결과와 선행 연구를 종합하여 본 연구 분석의 미래 변화 동인 설정	· 폭염(기온 요인) · 폭우(강수 요인) · 해수면 상승
	공간 단위		· 선행 연구를 참고하여 국토 전역 단위 분석 시 적합한 최종 공간 단위 설정	· 읍면 단위(3481개)
	시나리오 설정		· IPCC 제공의 범용적 시나리오 설정 및 기후변화 영향 비교에 적합한 시간 범위 적용 · 2030년 - RCP 8.5만 적용, 2050년 - RCP 4.5, 8.5 적용	· RCP 시나리오(4.5, 8.5) · 현재, 중기 미래(2030), 장기 미래(2050)
	리스크 지표		· IPCC(2014)의 노출, 취약성, 위해 값을 리스크 대응변수로 설정 · 기후 동인별 노출 환경, 취약 환경, 기후 위해의 세부 지표값 설정 · 노출 환경은 인간계, 자연계로 구분	· 노출 환경 세부지표: 자연계(7개)/인간계(9개) · 취약 환경 세부지표: 폭우(4), 폭염(3), 해수면 상승(4) · 위해 환경 세부지표: 폭우(2), 폭염(2), 해수면상승(1)
리스크 기반 국토환경 맵 작성	관심지역(hot spot) 결과 값 산정		· 노출, 취약성, 위해 각 지표값을 표준화한 후 합산 · 합산 값을 재표준화하여 반영	· 읍면별 기후 동인, 시간 범위에 따른 고유 값 산출
	관심지역(hot spot) 등급화	노출/취약성/위해 관심지역(hot spot)	· 상위 16%에 해당하는 지역을 상대적 위험이 높은 지역으로 인식	· 16%(1%, 5%, 10%, 16%)와 나머지 부분으로 총 5단계 구성
주요 관심지역 (hot spot) 지역 특성 분석	주요 관심지역(hot spot) 지역 군집		· 동인별 주요 리스크 지역(10%)에 해당하는 지역의 군집분석을 통해 특징 분석	· 주요 리스크 지역 특징 분석 및 시사점
국토 유형별 관심지역(hot spot) 분석 연계	2차 분석 대상지 선정		· 국토 유형별 관심지역(hot spot) 분석을 위한 대상지 선정 시 주요 리스크(상위 16%)에서 선정	· 도시, 농촌별 리스크 분석 대상지 선정
	국토 유형별 리스크 분석 지표 선정		· 노출 환경, 기후 위해 지표 국토전역 분석과 동일하게 반영 · 취약 환경 지표 세분화	· 국토계획변수를 중심으로 취약 환경 지표 설정(선행연구 반영)

16/100

1. 분석의 틀 설정(국토환경진단)

■ 국토전역 관심지역(hot spot) 도출 방법

- 지표선정: 노출(인간계,자연계), 취약성, 위해 (읍면동 단위)
- 표준화 방법: $z = \frac{x-m}{\delta}$, 값 보정 방법: $X + 1 + |\text{최소값}|$
- 리스크 분석방법: $Risk = Hazard(\text{기후위해}) \times Vulnerability(\text{취약성})$ 그리고 $Exposure(\text{노출})$
- 베이스라인 선정: 현재 값 기준. 현재에서 미래 등급 변화 분석
- 관심지역 등급(정규 분포 근거 및 선행연구(손민수 외, 2013; 김명진, 2014))
참고하여 상위 16%(1%, 5%, 10%, 16%)를 관심지역으로 선정(총 5등급)



2. 기후변화 영향 동인 설정

1차년도 연구 결과(리스크 목록)에서 변화 동인 추출/ 선행 연구 분석을 통해 최종 미래 변화 동인(폭우, 폭염, 해수면 상승) 설정

- 1차년도 연구에서 도출된 리스크 목록 중 국토공간 측면에서 영향을 줄 수 있는 동인으로 선정
- 선행 연구에서 국토공간에 주요 영향을 미치는 영향 동인 검토

연구자	주요 내용	기후변화 영향
Ranrow et al (2010)	• 기후변화 시 발생할 수 있는 11가지 주요 영향에 대한 노출, 민감성 데이터를 구축하여 기후변화로 인한 잠재 영향 지역을 도출하고 경제적 시사점을 제시함	• 태풍, • 폭염, • 폭우, • 홍수, • 산불
강영은 외(2011)	• 그린인프라 정책의 효과, 그린인프라의 홍수저감 효과에 초점을 맞추어 그린인프라의 정책 효과를 실증적으로 분석함	• 홍수
김용진 등(2011)	• 맑은 날, 흐린 날의 도시열섬현상을 설명시키는 주요 변인을 도출하고 기후변화 적응형 공간계획 방안을 제시함	• 도시열섬현상
고태규와 이원영(2012)	• 저층지역 대상으로 지형적인 접근성(가용성)이 집중호우에 대비할 수 있는 시기 지 정보방안을 제시함	• 홍수
Camarasa-Belmonte and Soriano-Garcia (2012)	• 홍수 해저도와 국제단위의 노출 평가에 기반하여 홍수 리스크가 큰 지역 및 특성을 분석하고, 향후 홍수 대비 방안에 시사점을 제시함	• 홍수
송민수 등(2013)	• 기후변화에 대응하기 위한 도시지역의 재해 피해 위험도를 산출하기 위하여 다양한 도시환경의 영향과 분석을 정량화하고 경제적 시사점을 제시함	• 홍수
심우배 등(2013)	• 국내외 기후변화 재해 취약성 분석 사례를 고찰하고, 기후변화 재해 취약성 분석 지표 설정 및 적용을 통한 도시 환경 계획 취약지역 분석	• 폭우, • 폭염, • 폭설, • 가뭄, • 강풍, • 해수면 상승

(1) 1차년도 연구 리스크 목록 참고

기후환경 리스크 요인	발생가능성 평균(표준편차)	파괴 평균
13 인구고밀화, 가혹해적 등에 따른 기후변화 취약계층 증가	4.48(1,127)	4.45
14 저출산으로 인한 기후변화 적응능력 약화	3.63(1,177)	3.55
15 도시인구집중으로 인한 기후변화 피해 심화	3.94(1,172)	4.11
16 대기 오염 및 수인성 질병의 증가	4.29(1,092)	4.31
17 정신건강 위협요소의 증가	3.79(1,208)	3.74
18 환경성 질환의 증가	4.23(1,137)	4.06
19 폭염 및 고온으로 인한 온열질환 및 사망 위험 증가	4.60(1,063)	4.53
20 사회기반시설 및 공공서비스 기능저하 및 손상	3.65(1,132)	4.00
21 도시열섬현상으로 인한 도시기능 저하	3.90(1,274)	4.02
22 기후스트레스로 인한 범죄 및 폭력적 갈등 현상의 증가	3.23(1,234)	3.38
23 기후환경변화 가치관의 대립 및 갈등 심화	3.65(1,256)	3.77
24 국가간 인도적 지원요청의 증가	4.18(1,017)	4.18
25 글로벌 거버넌스 체계의 약화 및 부진	3.57(1,024)	3.85
26 홍수, 태풍 등 기후재해로 인한 저지대 인명, 재산 피해의 증가	4.90(1,112)	4.92
27 연안 침식 및 연안지역 범람/침수 피해 심화	4.66(1,280)	4.80
28 대기오염으로 인한 건강피해의 증가	4.24(1,250)	4.45
29 농사 및 어업생산성 저하	4.48(1,149)	4.66
30 가뭄 등 기후재해로 인한 생태계 손실 증가	4.59(1,006)	4.66
31 생태계서비스의 감소 및 생태계서비스의 급속한 변화	4.63(1,075)	4.65

(2) 문헌연구를 통한 변화 동인 추출

• 도시인구집중
• 폭염 및 고온
• 도시열섬현상
• 기후스트레스
• 홍수, 태풍
• 대기오염
• 황사 및 미세먼지

• 홍수
• 폭서
• 공기질
• 토지피복
• 토지이용

• 국토환경 리스크와 연관된 변화 동인 추출
• 유사대용 그룹화

최종 변화 동인 선정

폭우

폭염

해수면상승

3. 관심지역(hot spot) 진단 지표 설정

*대용변수 설명

- 리스크 개념 자체의 불확실성, 다양한 변수에 의하여 영향을 받을 수 있는 특성 때문에, 리스크 정량화를 위한 다양한 대용 변수 및 지표 설정이 필수적임
- 선행 연구들 (Australia greenhouse office, 2006; Brody et al., 2008; 윤용균, 2011; Defra, 2012; Zhou et al., 2012; Chen and Chu, 2014; IPCC, 2014; Xu et al, 2015)에서는 리스크 개념 설명을 위해 노출, 취약성, 발생가능성, 기회, 위험, 피해 등의 대용 변수를 설정
- 최종 리스크 값 산정은 도출된 각 지표별 수치 통일, 가중치 계상 등의 과정을 통한 총 합산 혹은 평균값으로 도출하는 특징을 나타냄

3. 관심지역(hot spot) 진단 지표 설정

*국토전역 관심지역(hot spot) 진단 지표 설정(다수의 참고문헌, 전문가 자문 반영)

구분		폭우	폭염	해수면 상승
1	기후 위해 지표	연평균 80mm/ 일 이상 강수 일수	일 최고기온이 33도 이상인 날의 횟수	연평균 해수면 상승률
		1일 최대 강수량	열파 지속 지수	
2	취약 환경 지표	산사태 위험 등급	평균 고도(-)	면적별 10m 이하 저지대 비율
		면적별 10m 이하 저지대 비율	열사병, 일사병으로 인한 사망자 수(인간계)	해안 평균 경사도
		지역 평균 경사도	기후 취약종(자연계)	해수면으로부터 거리(-)
		홍수로 인한 침수 면적		연안 침식률
		면적당 인구 비율	면적당 인구 비율	면적당 인구 비율
3	노출 환경 지표 (인간계)	독거노인(65세 이상) 비율	독거노인(65세 이상) 비율	독거노인(65세 이상) 비율
		기초 생활수급자 비율	기초 생활수급자 비율	기초 생활수급자 비율
		산업단지 면적	산업단지 면적	산업단지 면적
		도로 면적	도로 면적	도로 면적
		철도 면적	철도 면적	철도 면적
		항만 면적	항만 면적	항만 면적
		공항 면적	공항 면적	공항 면적
		방조 설비 면적	방조 설비 면적	방조 설비 면적
	노출 환경 지표 (자연계)	종풍부도	종풍부도	종풍부도
		국립공원 면적	국립공원 면적	국립공원 면적
		습지 보호지역 면적	습지 보호지역 면적	습지 보호지역 면적
		상수원 보호지역 면적	상수원 보호지역 면적	상수원 보호지역 면적
		천연 보호구역 면적	천연 보호구역 면적	천연 보호구역 면적
		농업 진흥지역 지정 면적	농업 진흥지역 지정 면적	농업 진흥지역 지정 면적
		국립공원 특별 보호구역 면적	국립공원 특별 보호구역 면적	국립공원 특별 보호구역 면적

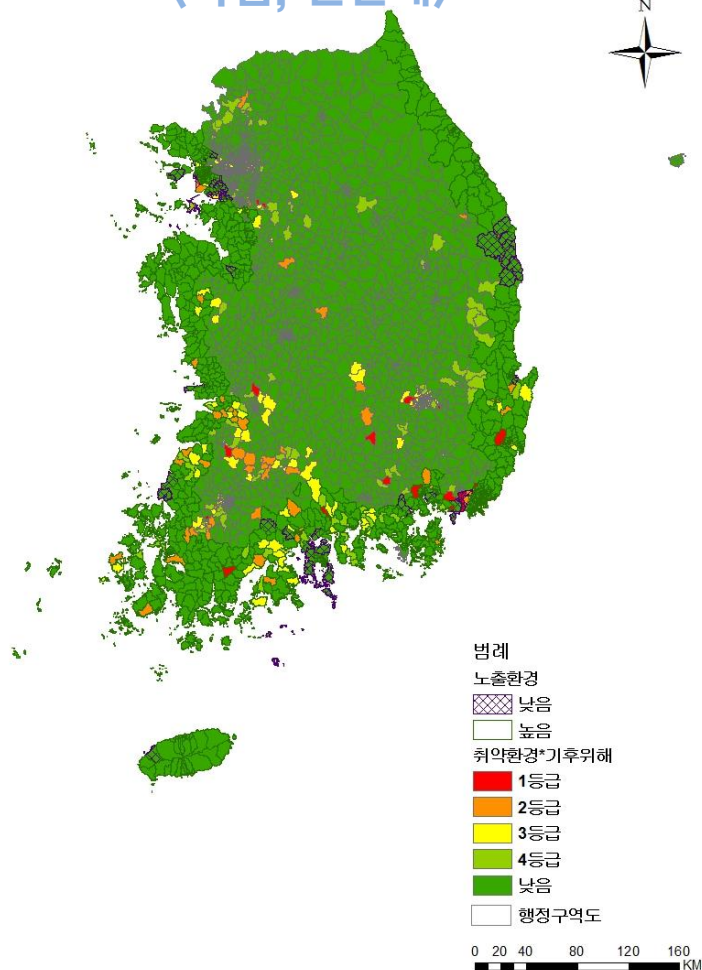


4. 국토 전역의 기후변화 관심지역(hot spot) 진단

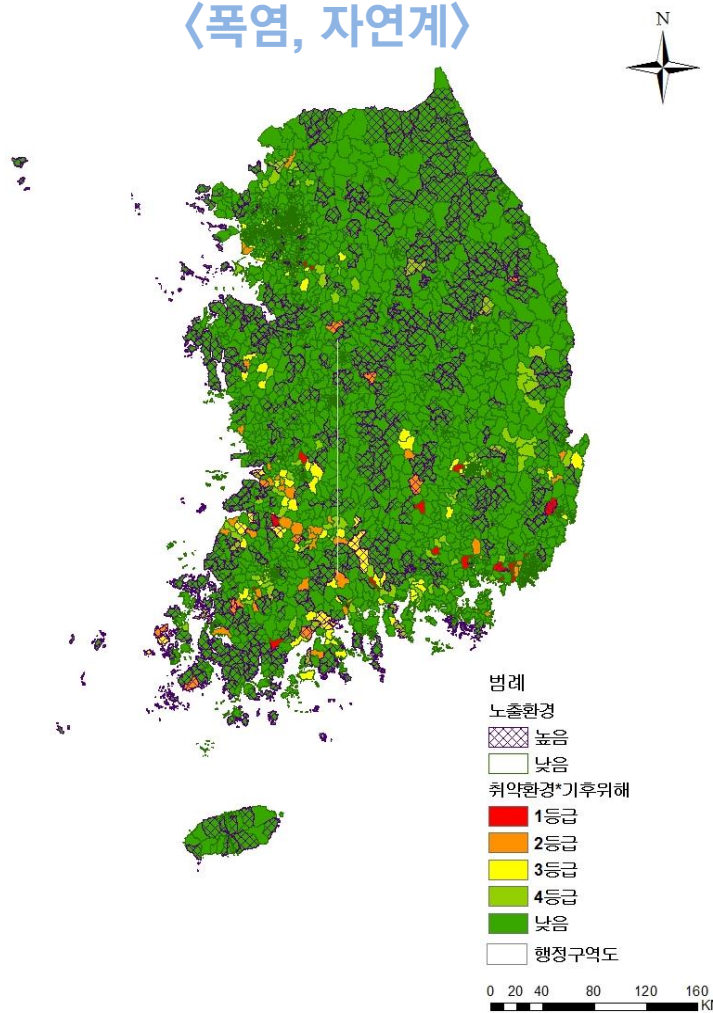
가. 관심지역 특성분석

■ 현재(관측값)를 적용한 핫스팟 분석 결과(폭염)

〈폭염, 인간계〉



〈폭염, 자연계〉

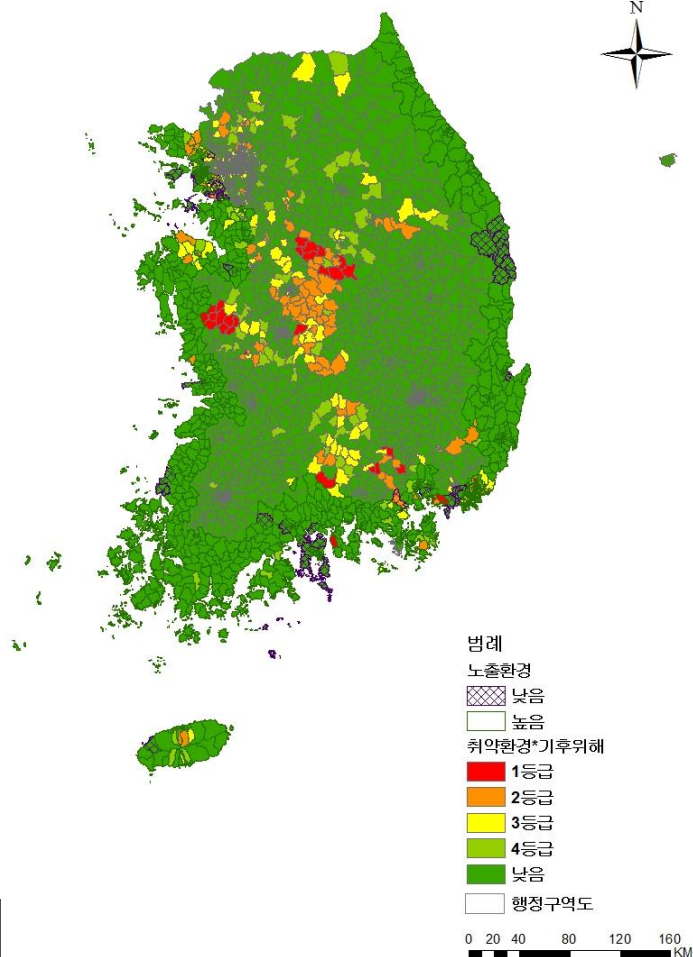


4. 국토 전역의 기후변화 관심지역(hot spot) 진단

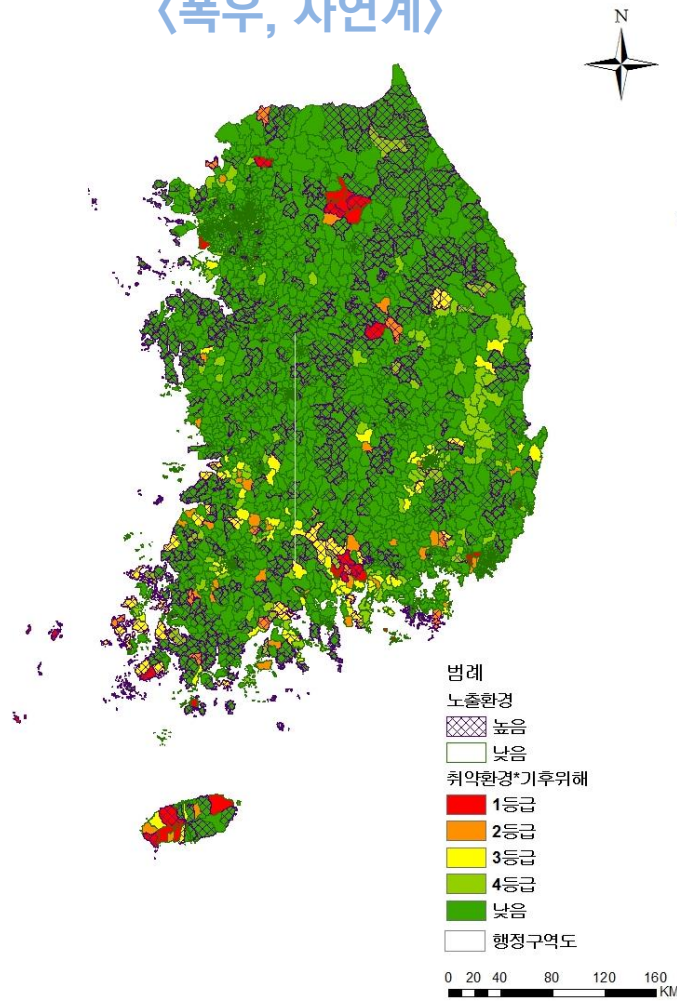
가. 관심지역 특성분석

■ 현재(관측값)를 적용한 핫스팟 분석 결과(폭우)

〈폭우, 인간계〉



〈폭우, 자연계〉

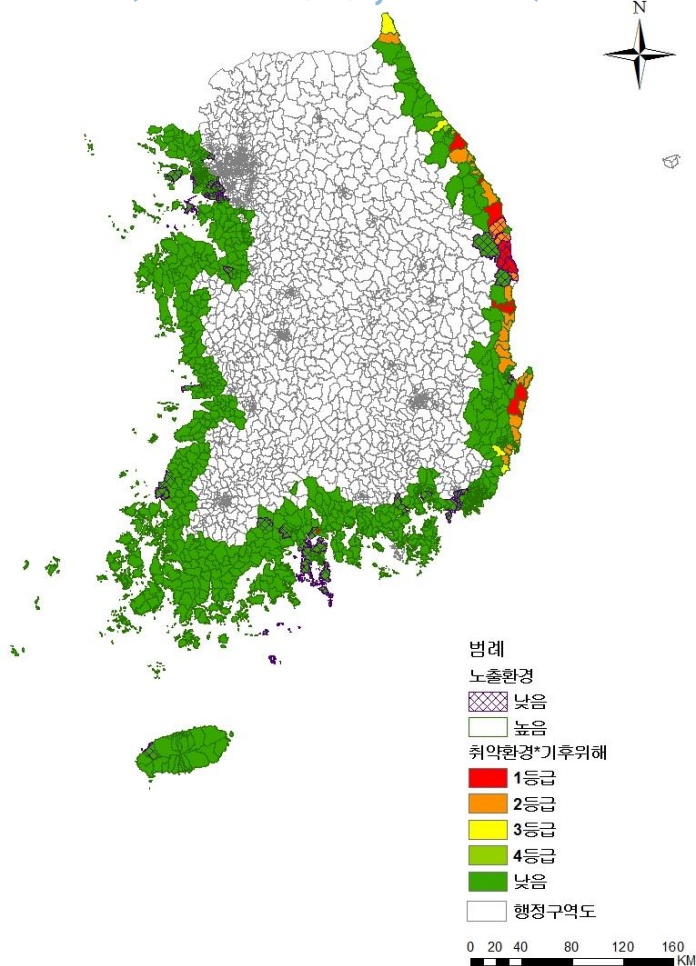


4. 국토 전역의 기후변화 관심지역(hot spot) 진단

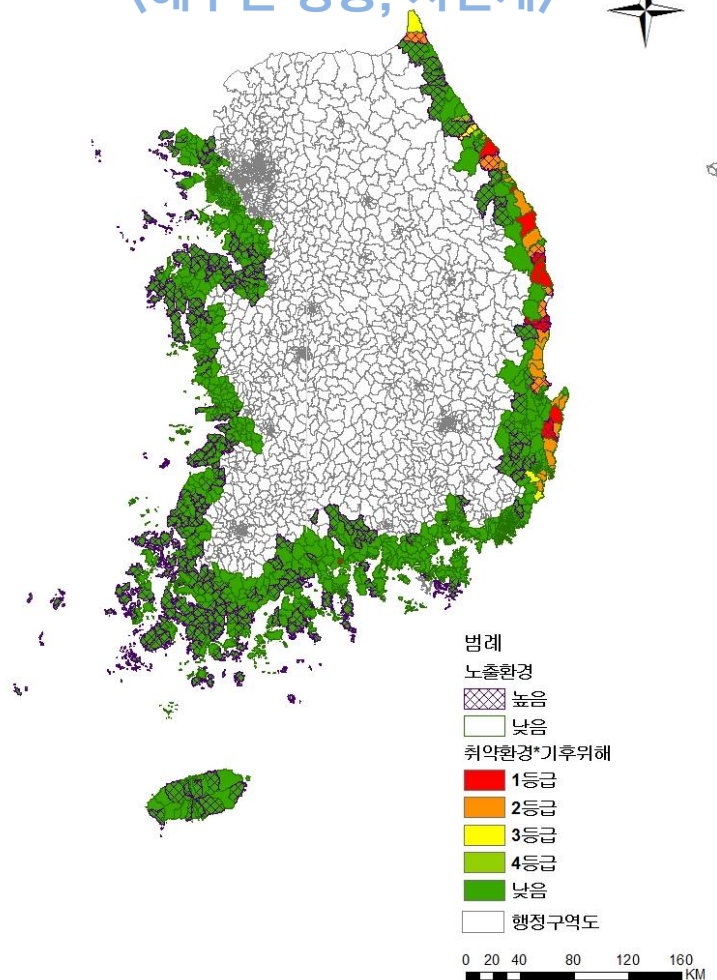
가. 관심지역 특성분석

■ 현재(관측값)를 적용한 핫스팟 분석 결과(해수면 상승)

〈해수면 상승, 인간계〉



〈해수면 상승, 자연계〉

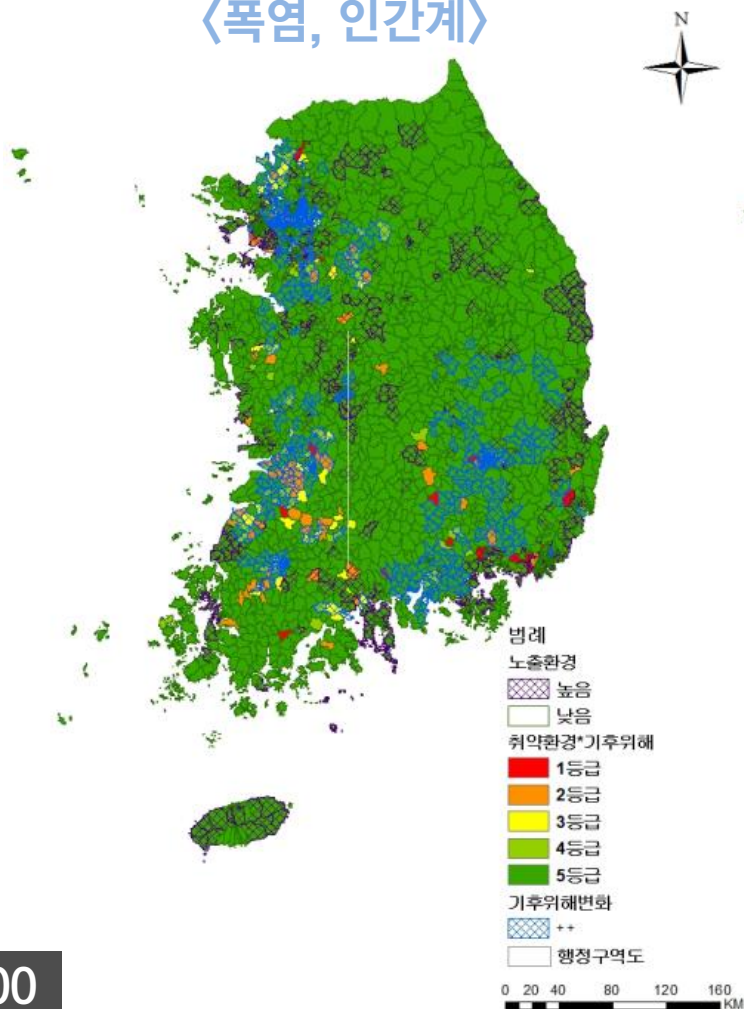


4. 국토 전역의 기후변화 관심지역(hot spot) 진단

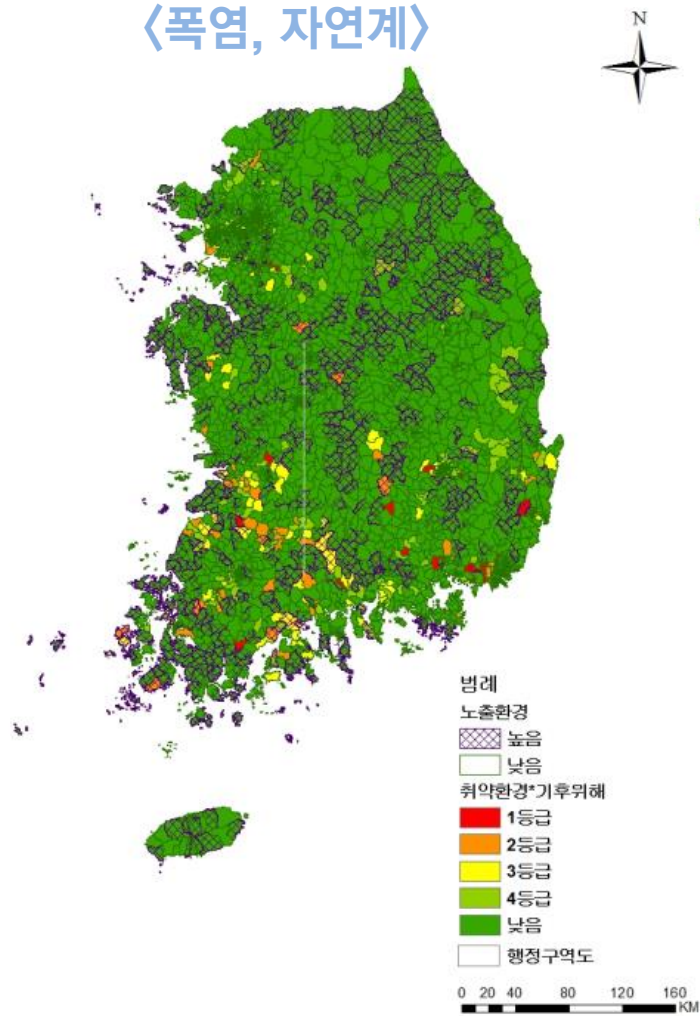
가. 관심지역 특성분석

■ RCP 8.5, 2030년대, 핫스팟 분석 결과(폭염)

〈폭염, 인간계〉



〈폭염, 자연계〉



가. 관심지역 특성분석

〈폭우, 인간계〉

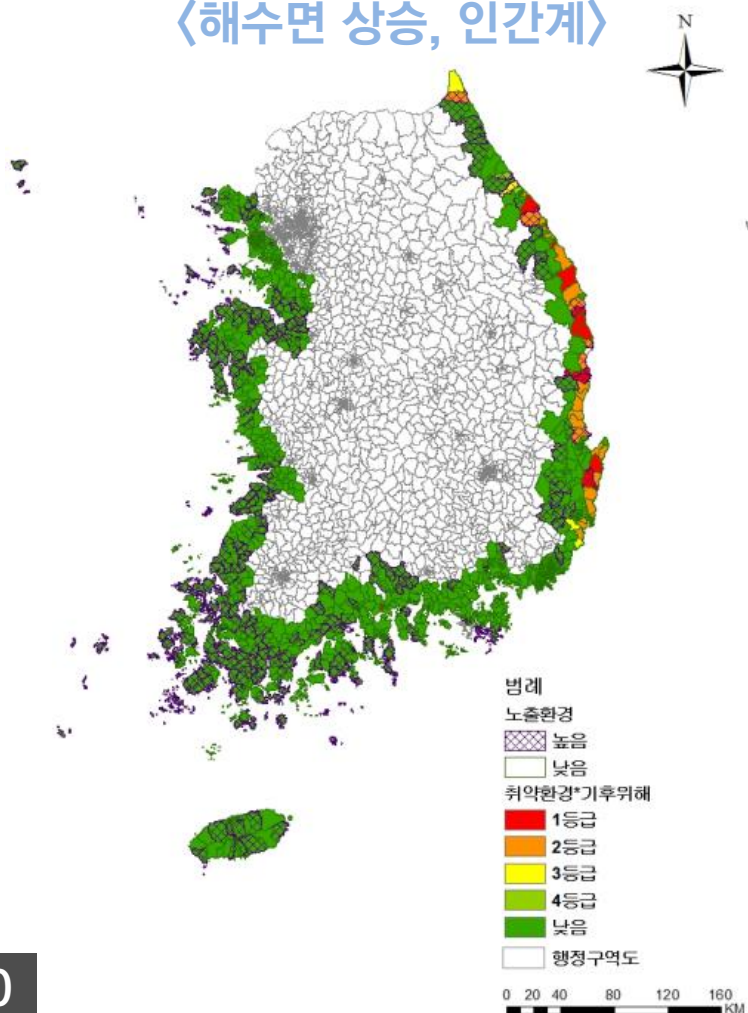


4. 국토 전역의 기후변화 관심지역(hot spot) 진단

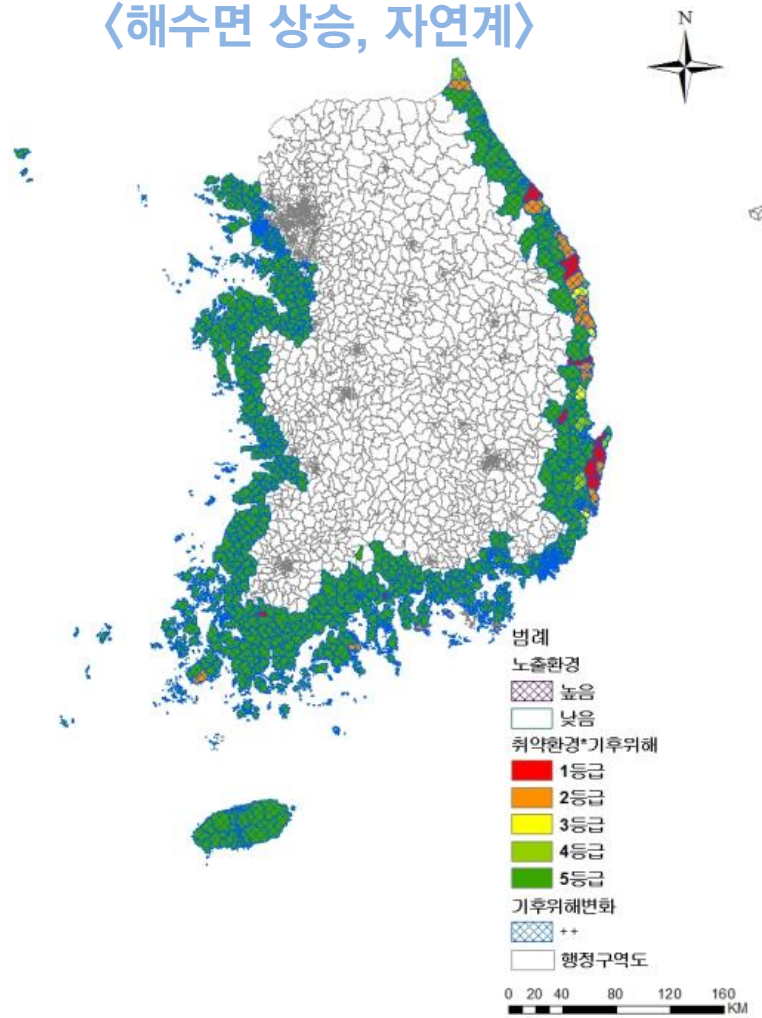
가. 관심지역 특성분석

■ RCP 8.5, 2030년대, 핫스팟 분석 결과(해수면 상승)

〈해수면 상승, 인간계〉



〈해수면 상승, 자연계〉

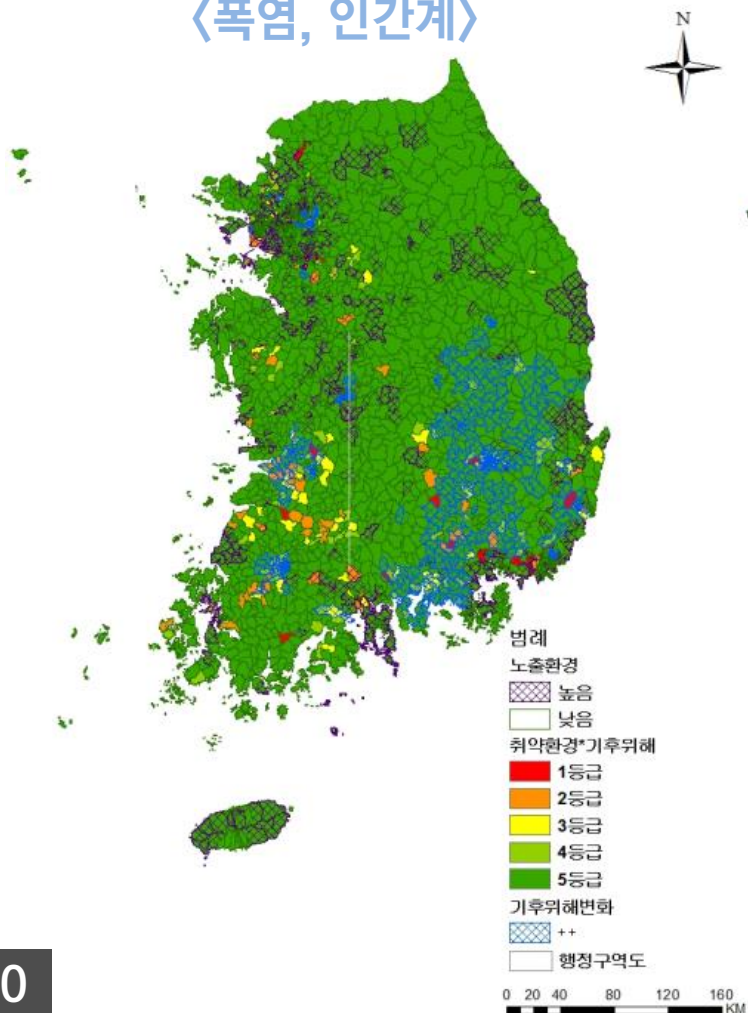


4. 국토 전역의 기후변화 관심지역(hot spot) 진단

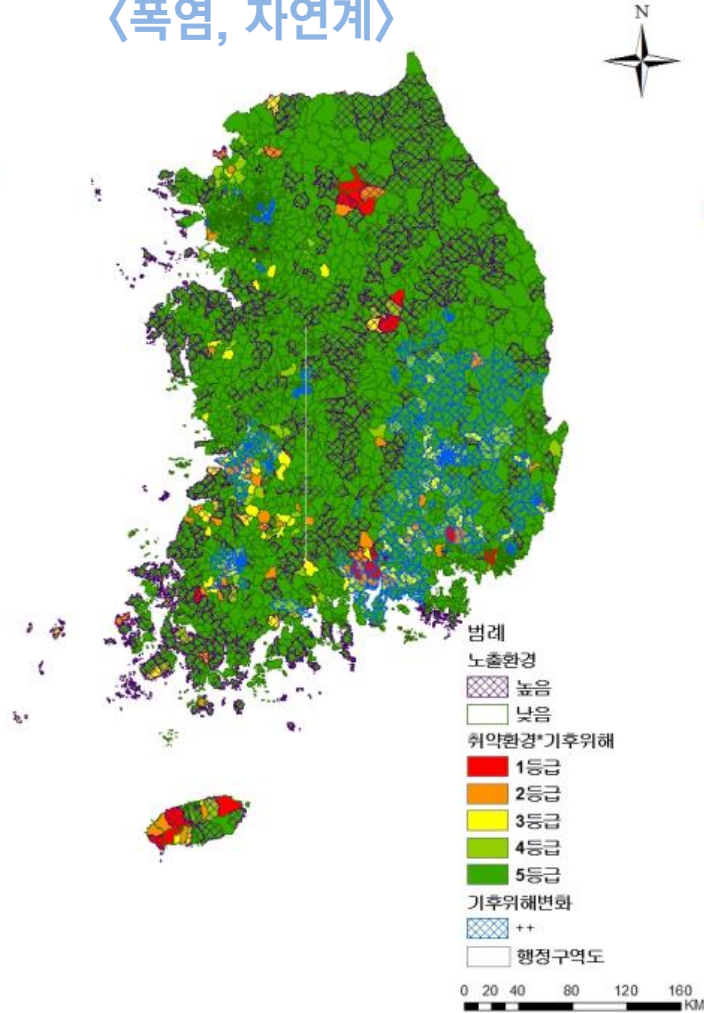
가. 관심지역 특성분석

■ RCP 4.5, 2050년대, 핫스팟 분석 결과(폭염)

〈폭염, 인간계〉



〈폭염, 자연계〉

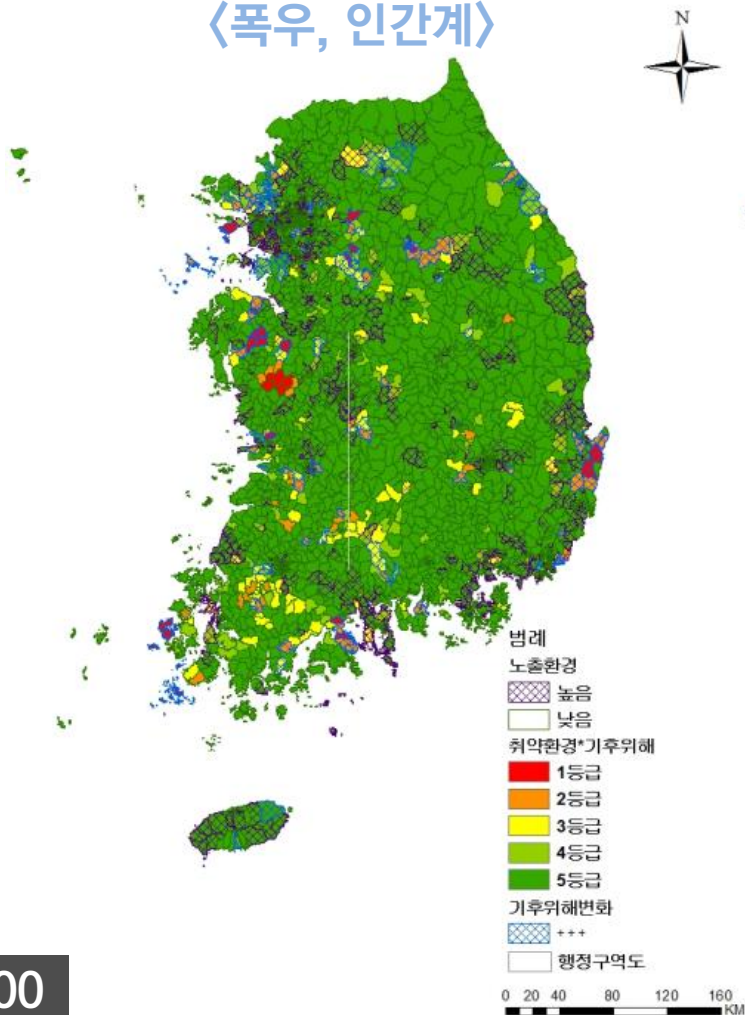


4. 국토 전역의 기후변화 관심지역(hot spot) 진단

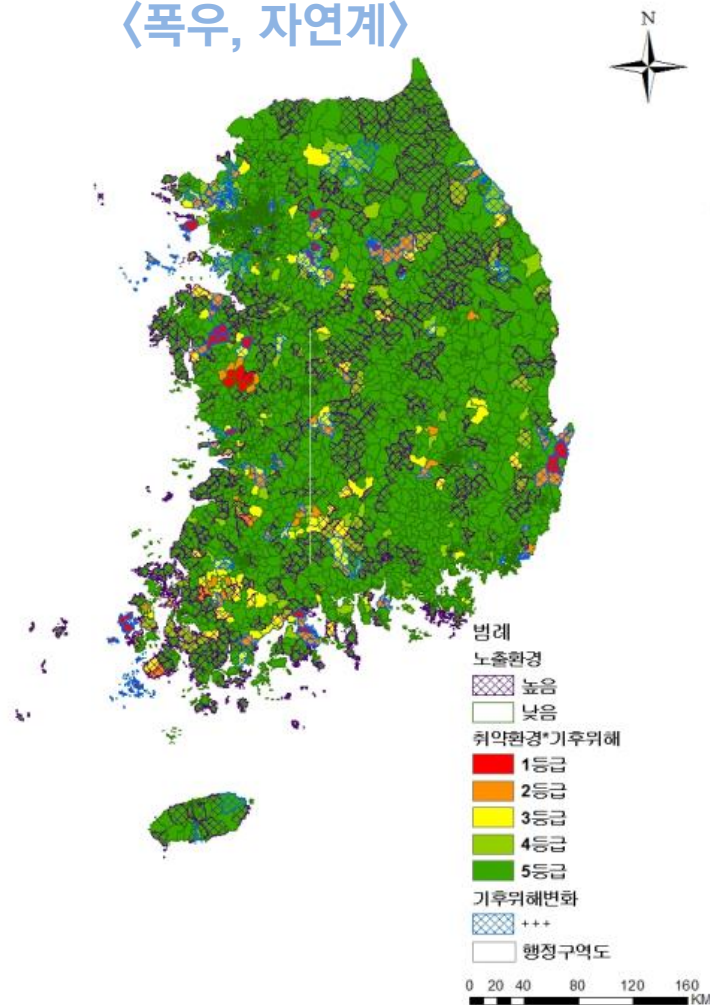
가. 관심지역 특성분석

■ RCP 4.5, 2050년대, 핫스팟 분석 결과(폭우)

〈폭우, 인간계〉



〈폭우, 자연계〉

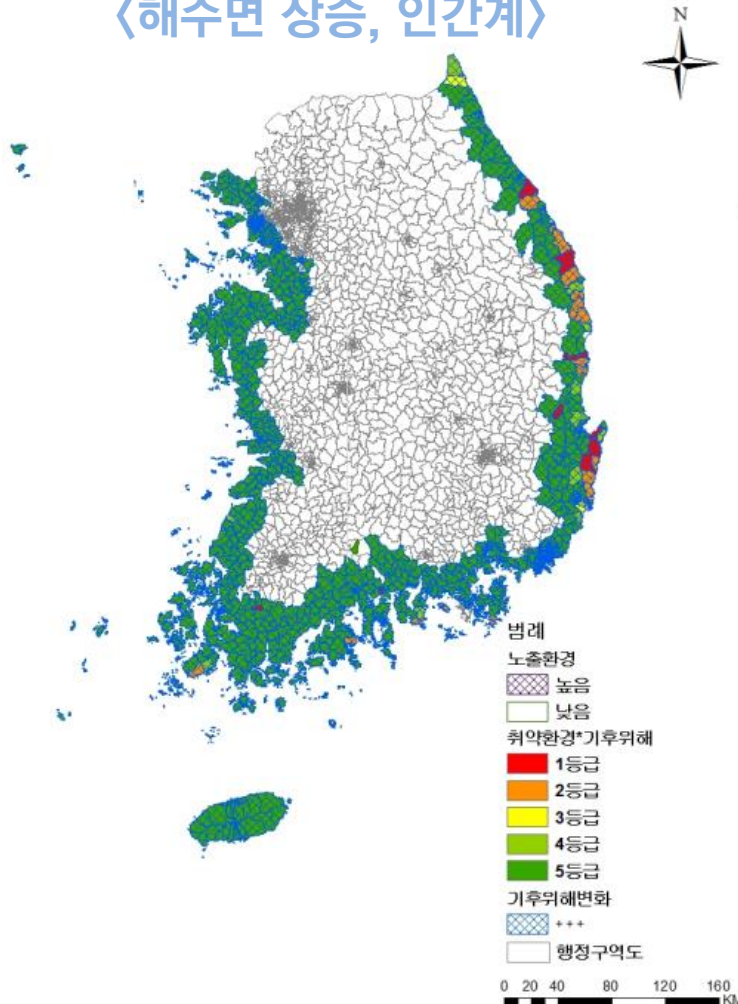


4. 국토 전역의 기후변화 관심지역(hot spot) 진단

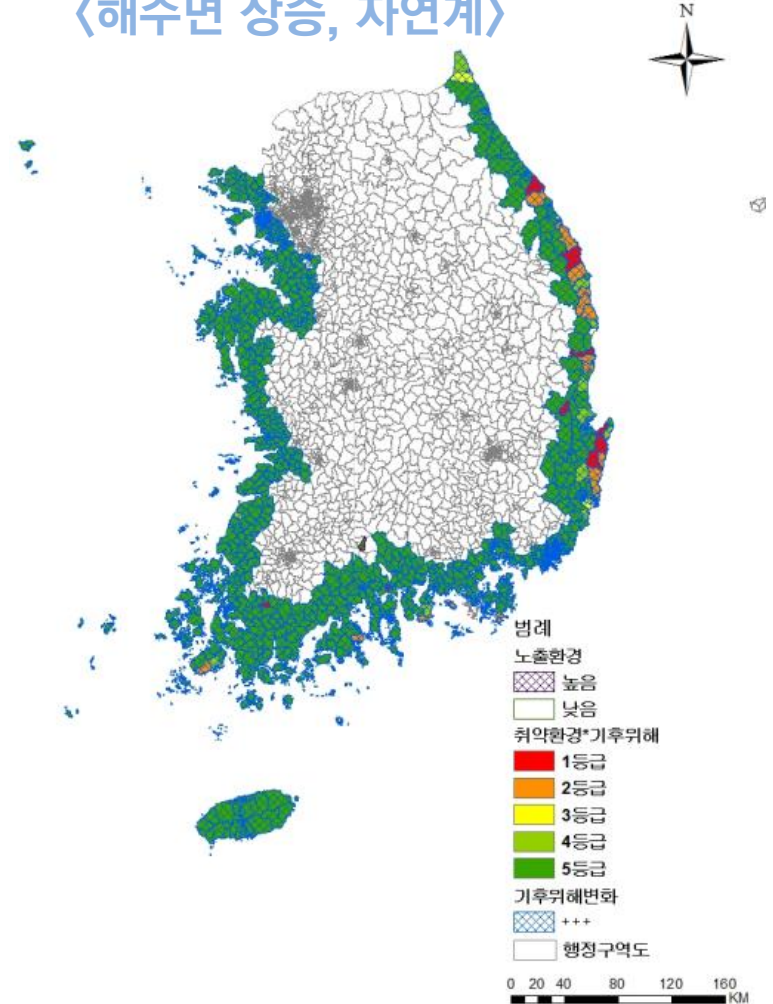
가. 관심지역 특성분석

■ RCP 4.5, 2050년대, 핫스팟 분석 결과(해수면 상승)

〈해수면 상승, 인간계〉



〈해수면 상승, 자연계〉

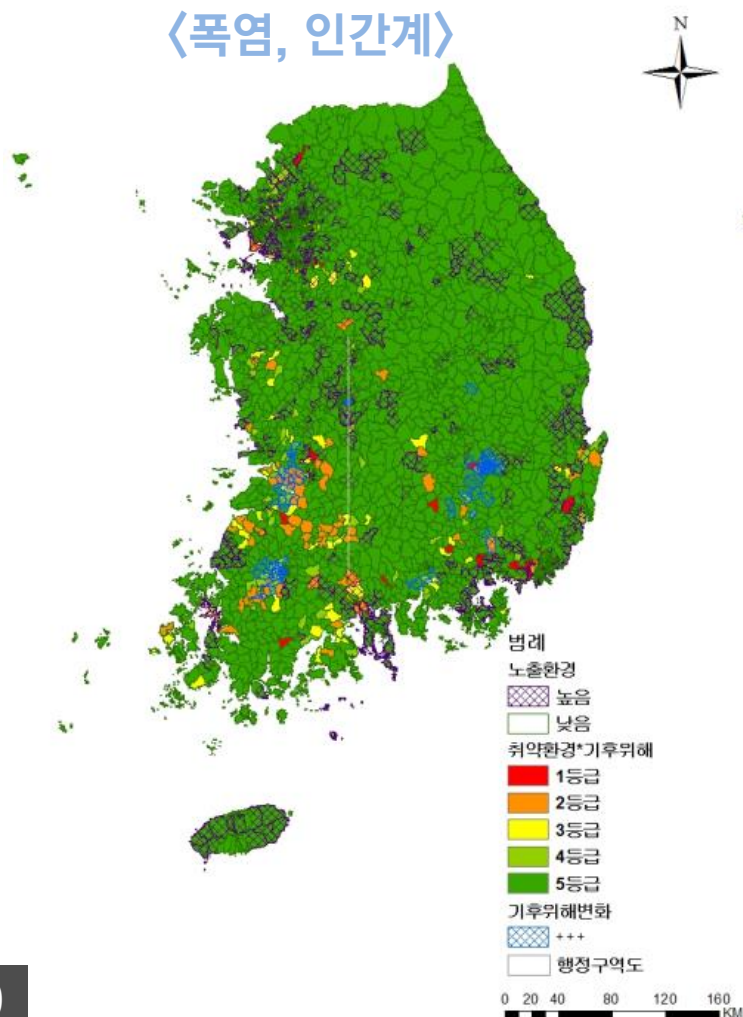


4. 국토 전역의 기후변화 관심지역(hot spot) 진단

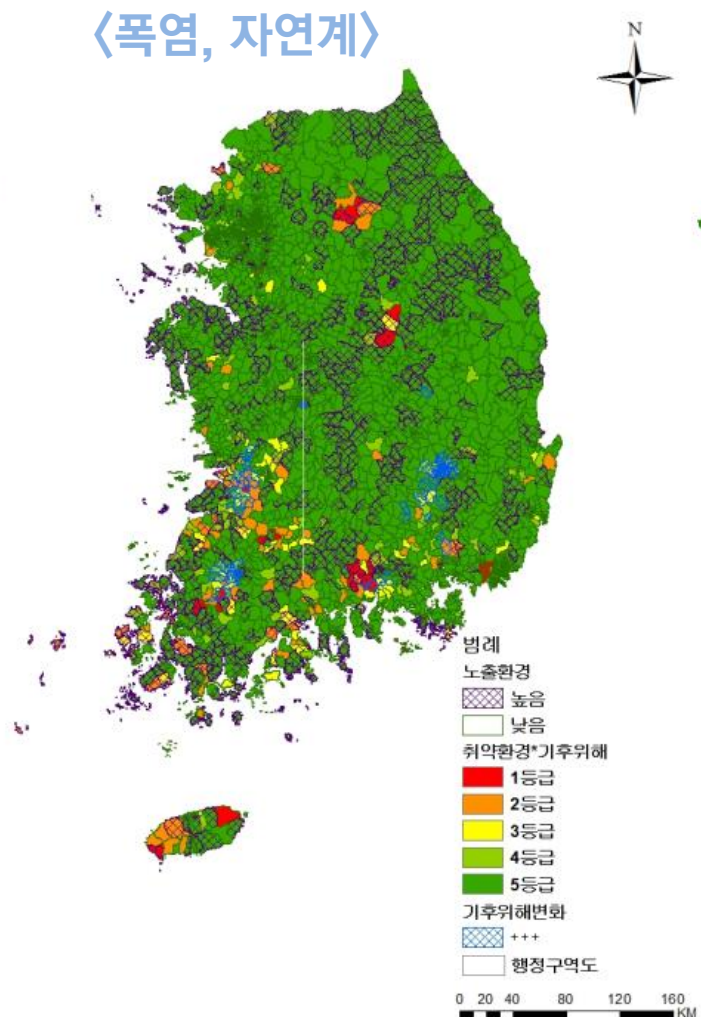
가. 관심지역 특성분석

RCP 8.5, 2050년대, 핫스팟 분석 결과(폭염)

〈폭염, 인간계〉

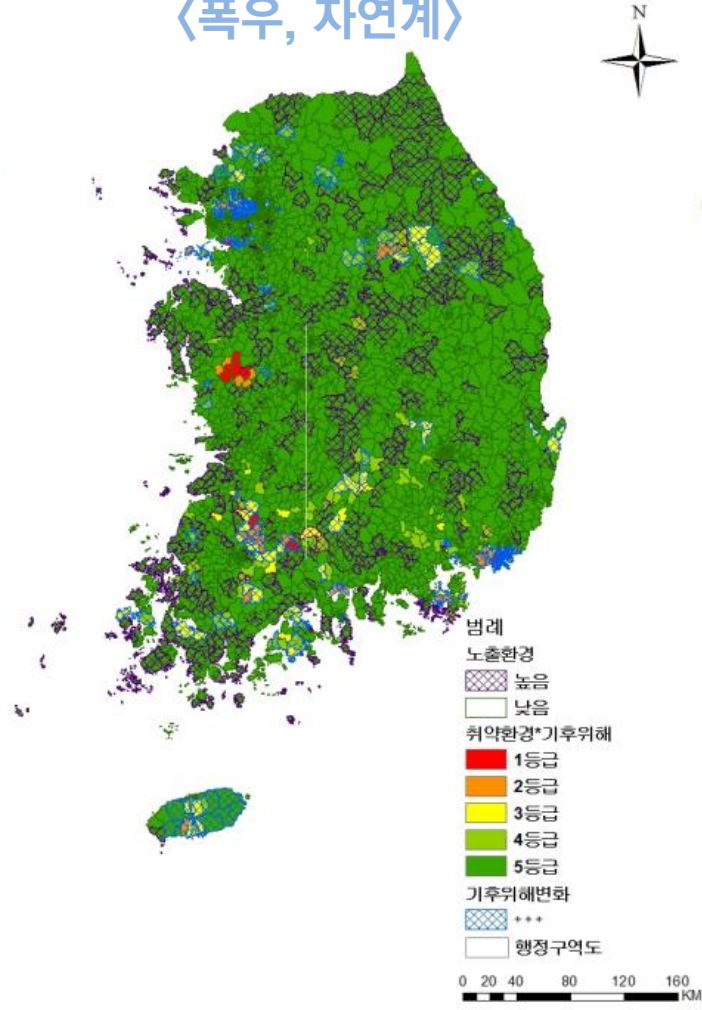


〈폭염, 자연계〉



가. 관심지역 특성분석

〈폭우, 인간계〉

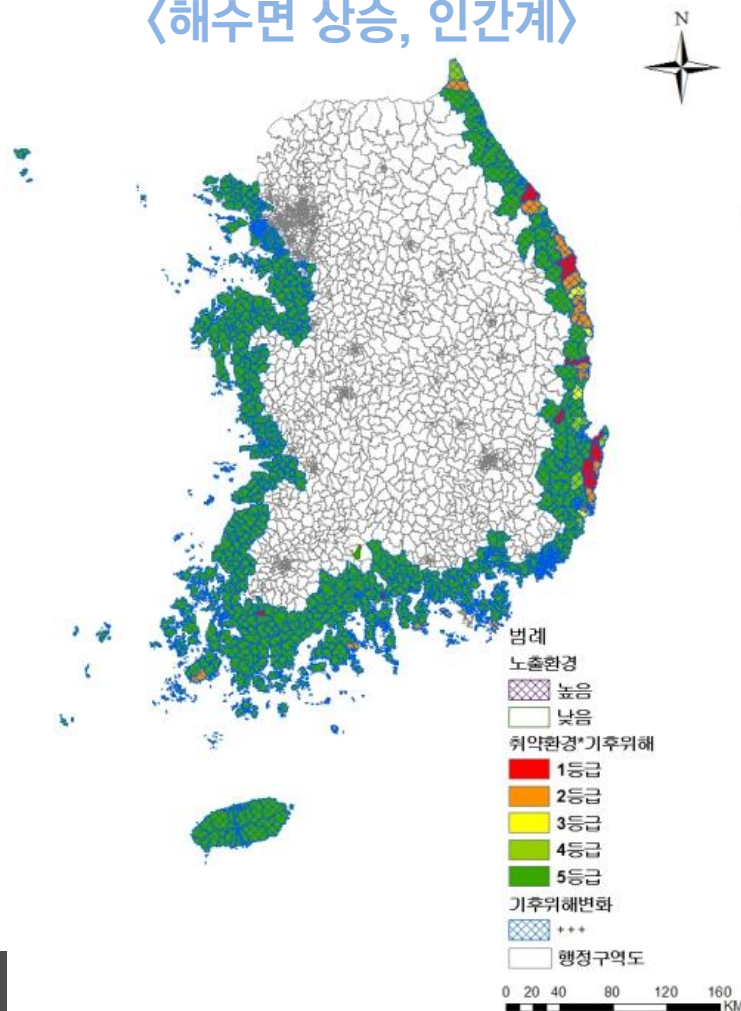


4. 국토 전역의 기후변화 관심지역(hot spot) 진단

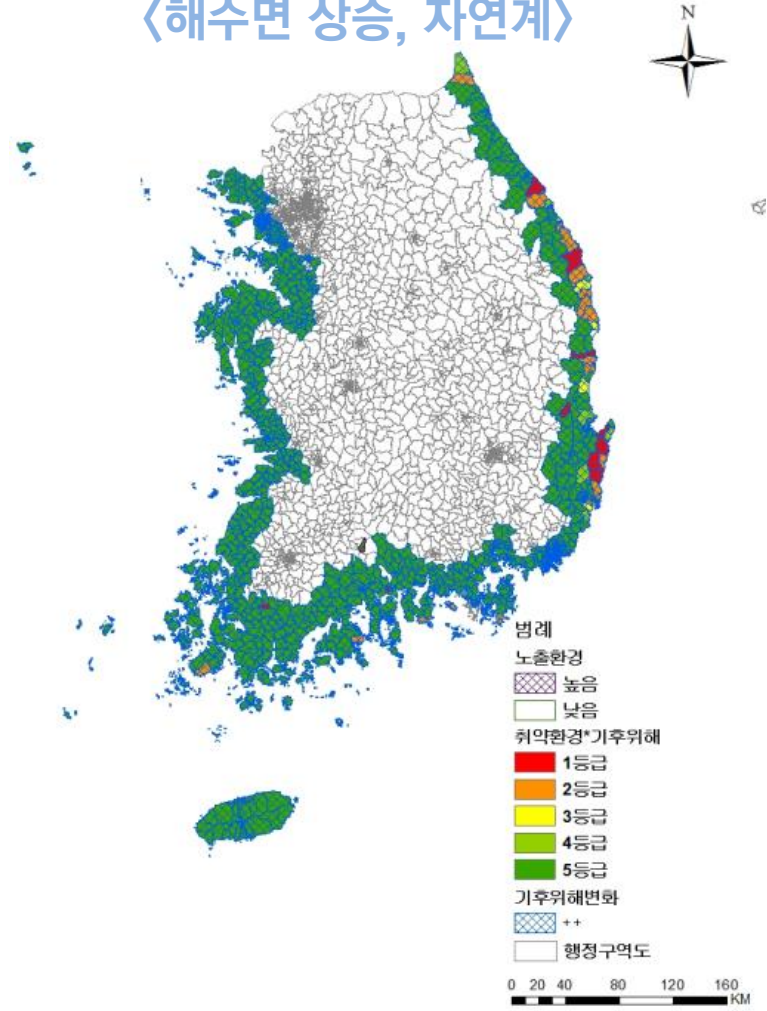
가. 관심지역 특성분석

■ RCP 8.5, 2050년대, 핫스팟 분석 결과(해수면 상승)

〈해수면 상승, 인간계〉



〈해수면 상승, 자연계〉



5. 시기에 따른 관심지역(hot spot) 변화 진단

■ 기후 위해 기준 시기별 변화(기준 1)

■ 현재 관심지역 상위 16%값을 분모로 설정하고, 2030년대 읍면별 데이터 값을 분자 값으로 설정하여 결과값이 1 이상이 된 지역 및 수 도출

■ 기준 값(재난안전연구원, 2013)의 위해 등급 기준(1~2, 2~3, 3이상)에 따라 위해 기준 설정

표기	산출 값	산출 식
+	1~2	$\frac{\alpha}{\beta}$ <p>β: 현재 기준 hot spot 최저값 α 시기별 읍면별 기후 위해*취약 환경</p>
++	2~3	
+++	3이상	

5. 시기에 따른 관심지역(hot spot) 변화 진단

기후 위해 기준 시기별 변화(기준 1)

시기	시나 리오	폭염			폭우			해수면 상승		
		1~2/2~3/3~4			1~2/2~3/3~4			1~2/2~3/3~4		
		표시	수	비율	표시	수	비율	표시	수	비율
2030	rcp 8.5	+	2313	66.5	+	1982	57.0	+	0	0
		++	1152	33.1	++	797	22.9	++	1209	100
		+++	0	0	+++	206	5.9	+++	0	0
2050	rcp 4.5	+	2761	79.3	+	2079	59.8	+	0	0
		++	710	20.39	++	1129	32.5	++	0	0
		+++	0	0	+++	221	6.4	+++	1209	100
	rcp 8.5	+	817	23.5	+	1915	55.0	+	0	0
		++	2415	69.4	++	743	21.4	++	0	0
		+++	246	7.1	+++	572	16.4	+++	1209	100

5. 시기에 따른 관심지역(hot spot) 변화 진단

■ 관심지역(hot spot) 시기별 등급 변화(기준 2)

- 현재의 관심지역(hot spot)의 4등급(상위 1%, 5%, 10%, 16%)을 기준으로 시기별(2030, 2050) 위험 등급 변화 추이를 파악
 - 현재의 관심지역 등급을 기준으로 설정하고 등급이 더 높아지는 경우만을 부상 관심지역으로 인식하여 1단계부터 4단계 등급 변화까지 변화 정도(수) 파악 및 변화 지역 가시화(맵핑)

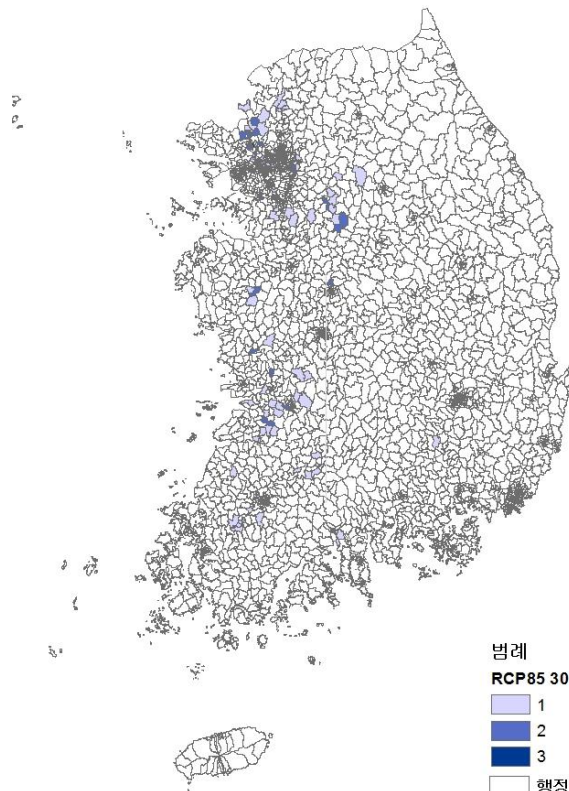
시기	시나리오	단계 변화	폭염				폭우		해수면 상승	
			인간계		자연계					
			수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)	수	비율 (%)
2030	RCP 8.5	1단계 증가	211	6.1	215	6.2	171	4.9	70	5.8
		2단계 증가	50	1.4	92	2.6	130	3.7	13	1.1
		3단계 증가	3	0.1	11	0.3	127	3.4	2	0.2
2050	RCP 4.5	1단계 증가	136	3.9	186	5.3	183	5.2	74	6.1
		2단계 증가	15	0.4	29	0.8	141	4.1	7	0.6
		3단계 증가	2	0.1	6	0.2	115	3.2	2	0.2
	RCP 8.5	1단계 증가	163	4.7	187	5.4	210	6.0	12	1.0
		2단계 증가	35	1.0	54	1.6	158	4.5	49	4.0
		3단계 증가	3	0.1	12	0.3	98	2.8	62	5.1

5. 시기에 따른 관심지역(hot spot) 변화 진단

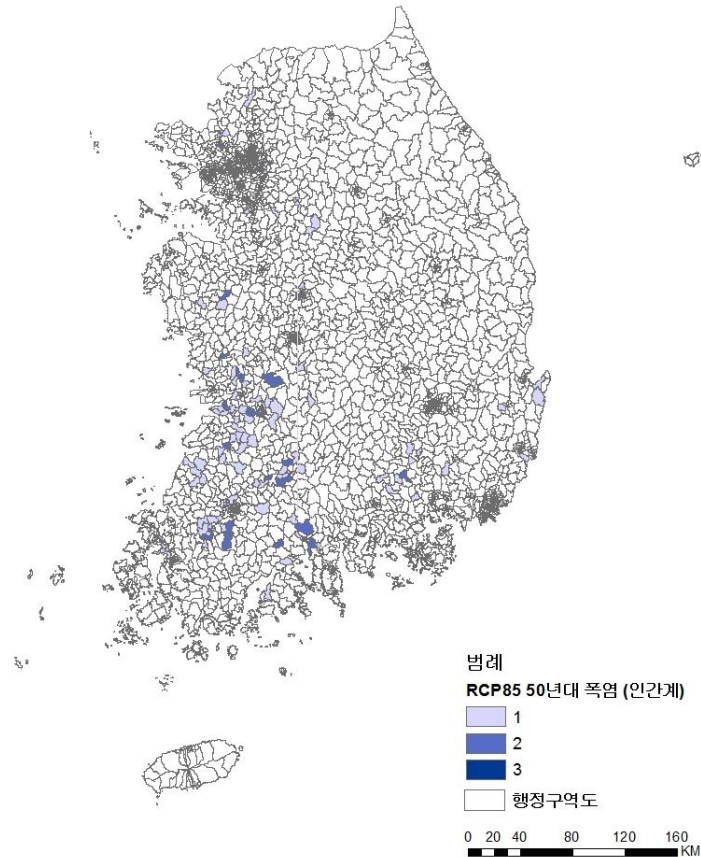
■ 관심지역(hot spot) 시기별 등급 변화(기준 2)_부산 핫스팟 지역

*폭염, 인간계 예시

〈RCP8.5 30년대〉



〈RCP8.5 50년대〉



B. 도시지역 연구사례

1. 사례지역 선정 및 유형구분

■ 도시지역 대상지 선정

국토전역 핫스팟 분석 시, 관심지역에 해당 및 각종 재난관리에 미흡한 지자체로 선정된 인천광역시7)를 대상지로 선정(국민안전처, 2014)



1. 사례지역 선정 및 유형구분

도시지역 유형 구분

인천시 토지이용현황을 기준으로 유형 구분의 근거 마련

(단위: 개, km², %)

구분	행정동	행정구역면적	도시지역 면적						비도시지역면적
			합계	주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	미지정	
인천광역시	125	1,138.66(100.0)	570.39 (50.1)	114.66 (20.1)	21.01 (3.7)	58.38 (10.2)	285.37 (50.0)	90.97 (15.9)	568.28 (49.9)
중구	10	141.62 (12.4)	141.62 (100.0)	12.43 (8.8)	5.83 (4.1)	12.64 (8.9)	110.47 (78.0)	0.25 (0.2)	-
동구	11	7.61 (0.7)	7.61 (100.0)	2.40 (31.5)	0.46 (6.0)	3.75 (49.3)	0.91 (12.0)	0.09 (1.2)	-
남구	21	24.84 (2.2)	24.84 (100.0)	14.54 (58.5)	3.22 (13.0)	2.64 (10.6)	4.45 (17.9)	- (-)	-
연수구	12	118.98 (10.4)	118.98 (100.0)	19.36 (16.3)	3.58 (3.0)	1.29 (1.1)	21.34 (17.9)	73.41 (61.7)	-
남동구	19	70.43 (6.2)	70.43 (100.0)	15.45 (21.9)	1.98 (2.8)	11.32 (16.1)	27.73 (39.4)	13.95 (19.8)	-
부평구	22	31.90 (2.8)	31.90 (100.0)	14.30 (44.8)	1.90 (6.0)	5.20 (16.3)	10.50 (32.9)	- (-)	-
계양구	11	45.55 (4.0)	45.55 (100.0)	8.17 (17.9)	0.64 (1.4)	1.99 (4.4)	34.75 (76.3)	- (-)	-
서구	19	126.43 (11.1)	108.97 (86.2)	26.09 (23.9)	3.20 (2.9)	15.70 (14.4)	60.80 (55.8)	3.18 (13.8)	17.46 (13.8)

자료: 인천광역시 통계연보(2013)

1. 사례지역 선정 및 유형구분

■ 도시지역 유형 구분

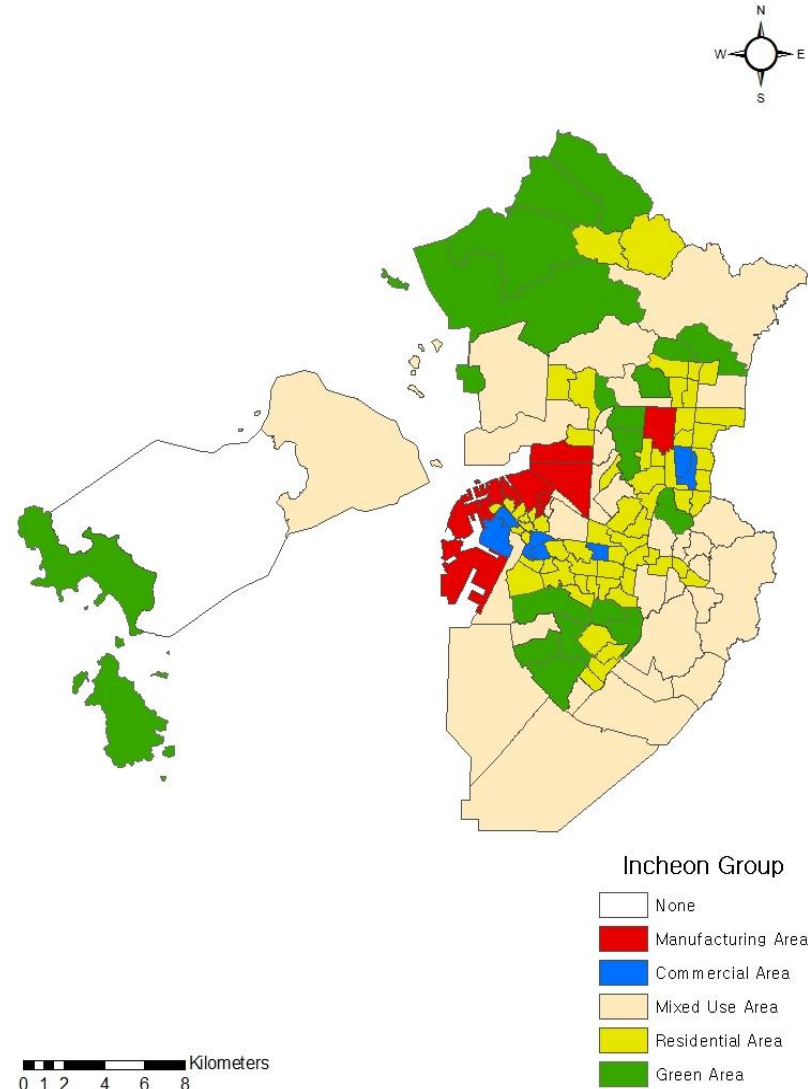
- 대상지를 유형화하기 위해 토지이용현황을 바탕으로 군집분석을 실시함
- 군집분석은 다양한 특성의 유사성을 바탕으로 대상을 동질적인 군집으로 구분하여 각 집단의 성격을 파악함으로써 데이터 전체의 구조에 대해 이해할 수 있음
- 다양한 방법 중 계층적 군집분석의 “Ward 연결법”을 연구에 활용함

1. 사례지역 선정 및 유형구분

■ 도시지역 유형 구분

■ 계층적 군집분석 방법 중 Ward 연결
법으로 군집분석을 실시한 결과 인천
광역시는 총 5개의 유형으로 분석

1) 공업 지역 2) 상업 지역, 3) 혼합지역(주거+
녹지), 4) 주거지역, 5) 녹지지역



2. 관심지역 Hot Spot 지표 설정

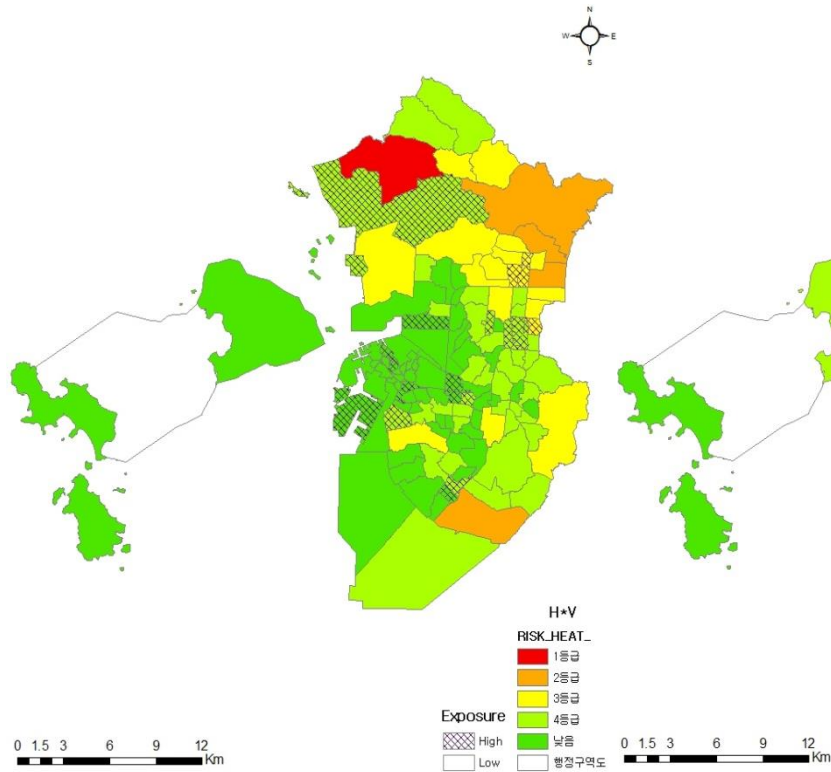
구분			폭염	폭우	해수면상승
기후 위해			열파 지속 지수	연평균 80mm/일 강수일수	평균 해수면 상승률
			일최고기온 33℃이상인 날의 횟수	연평균 시간 최대 강수량	-
취약환경	자연적 환경		평균 풍속	-	-
	물리적 환경		녹지면적	녹지면적	녹지면적
			취약건축물수	취약건축물수	-
			자동차 등록대수	취약건축물수	해수면으로부터의 거리
			하수도 보급률	10m 이하 저지대 면적	해안 평균경사도
			평균고도	평균경사도	연안침식율
			-	지면유출	-
	적응역량	긴급 대응 인프라	의료시설 수	의료시설 수	의료시설 수
			소방시설 수	소방시설 수	소방시설 수
		경제적 여건	재정자립도	재정자립도	재정자립도
			제도적 여건	환경보호예산	환경보호예산
				공무원수	공무원수
노출환경	인구특성		인구밀도	인구밀도	인구밀도
			고용밀도	고용밀도	고용밀도
			취약인구비율	취약인구비율	취약인구비율
	토지 이용 특성		주거지역 비율	주거지역 비율	주거지역 비율
			상업지역 비율	상업지역 비율	상업지역 비율
			공업지역 비율	공업지역 비율	공업지역 비율
	사회 기반 시설 (SOC)		항만면적	항만면적	항만면적
			철도면적	철도면적	철도면적
			제방면적	제방면적	제방면적
			도로면적	도로면적	도로면적

42/100

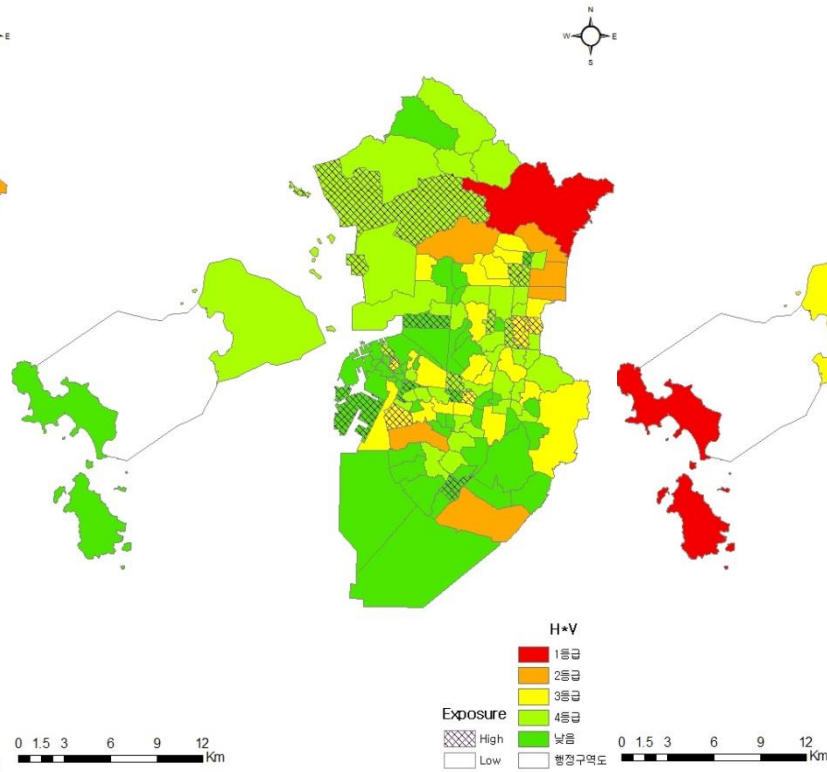
3. 관심지역 Hot Spot 분석

■ 관심지역(hot spot) 분석_현재

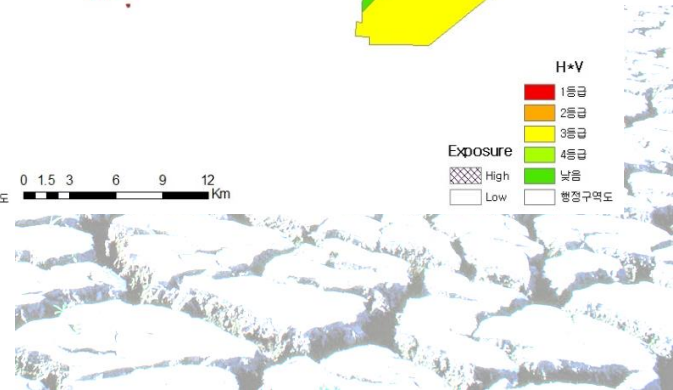
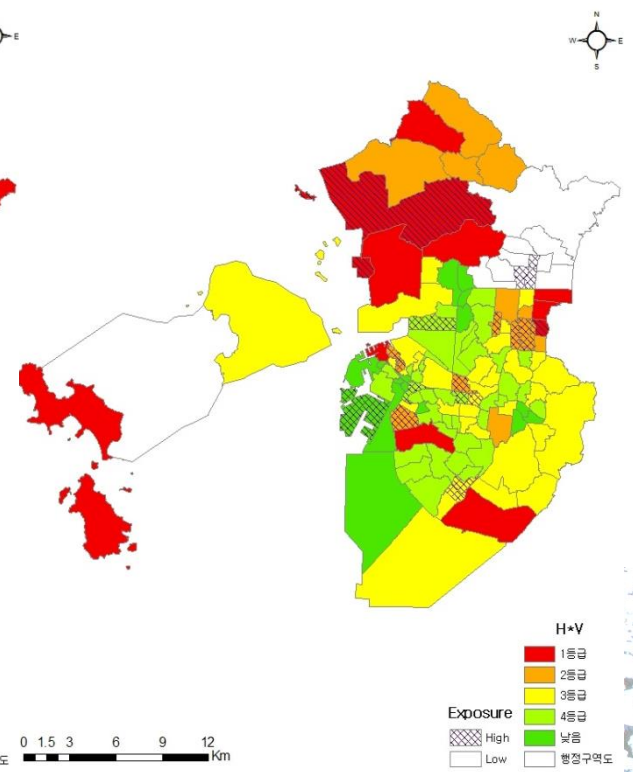
〈폭염〉



〈폭우〉



〈해수면상승〉

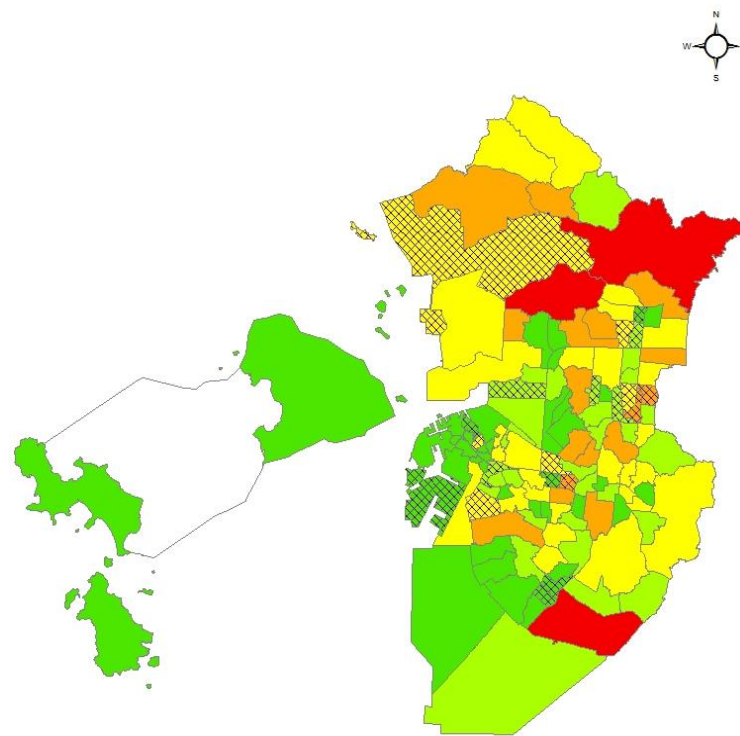
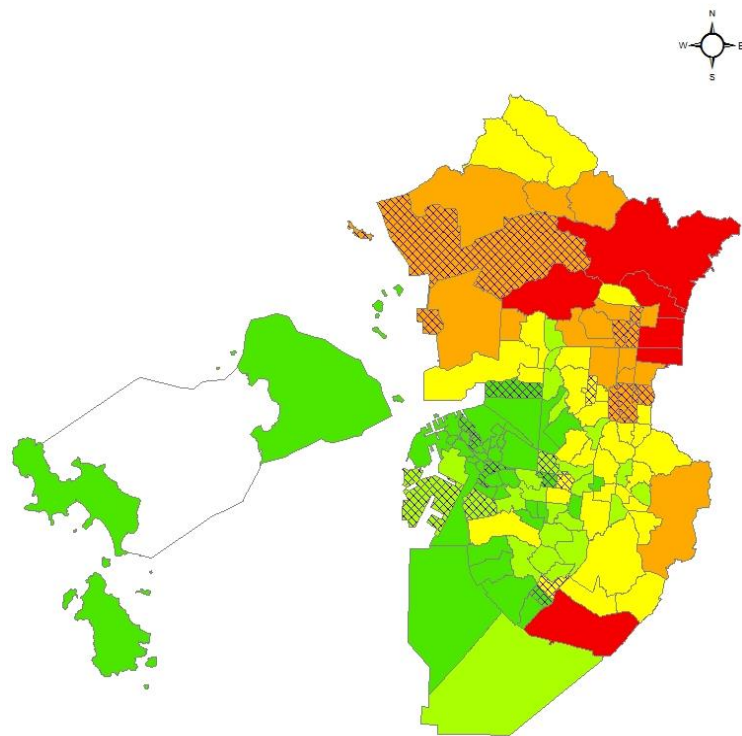


3. 관심지역 Hot Spot 분석

■ 관심지역(hot spot) 분석_ RCP8.5(30년대)

〈폭염〉

〈폭우〉

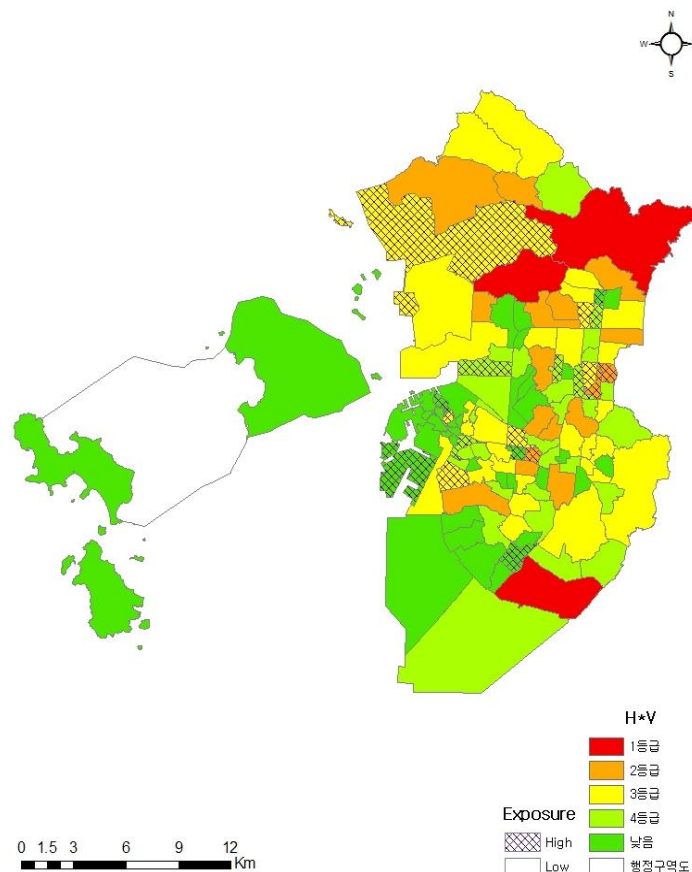
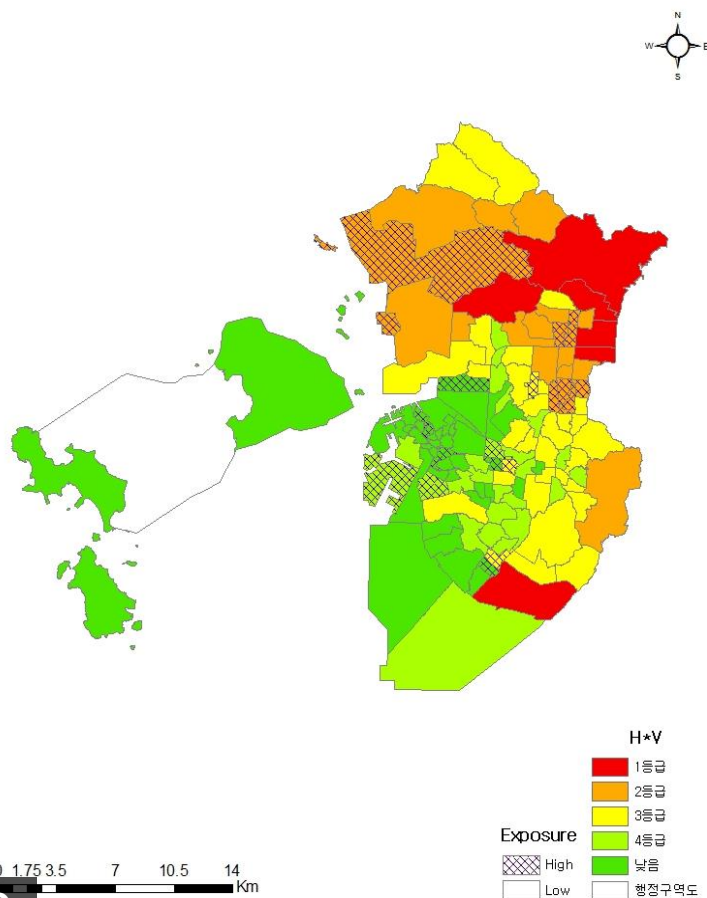


3. 관심지역 Hot Spot 분석

■ 관심지역(hot spot) 분석_ RCP4.5(50년대)

〈폭염〉

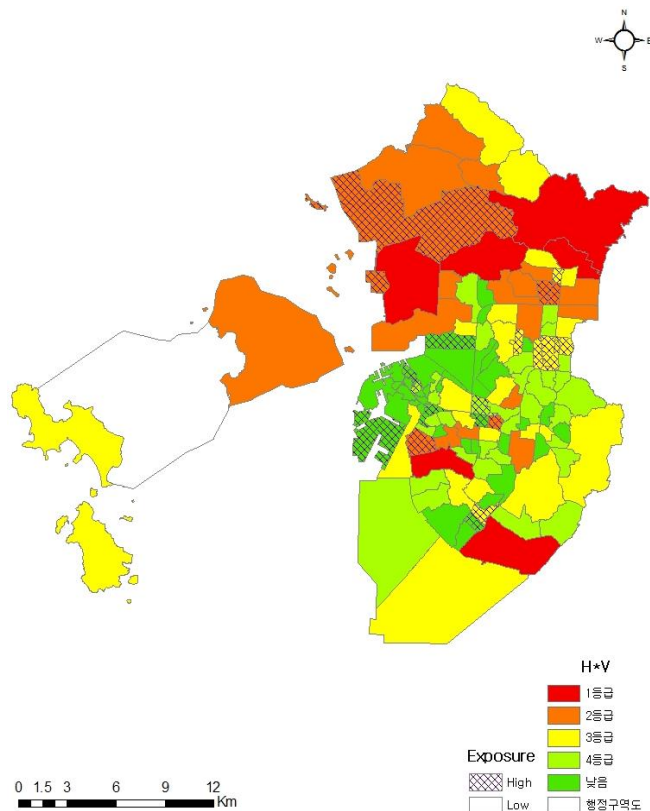
〈폭우〉



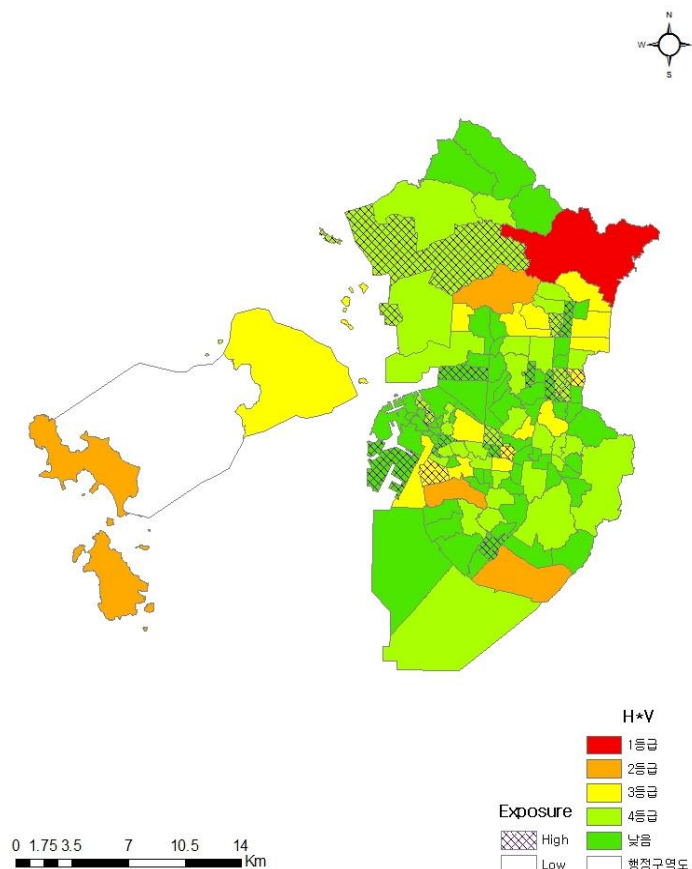
3. 관심지역 Hot Spot 분석

■ 관심지역(hot spot) 분석_ RCP8.5(50년대)

〈폭염〉



〈폭우〉



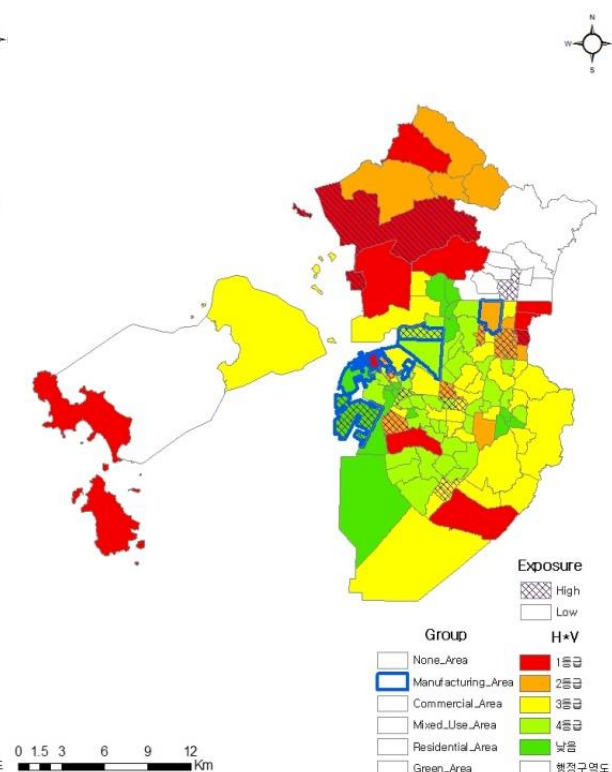
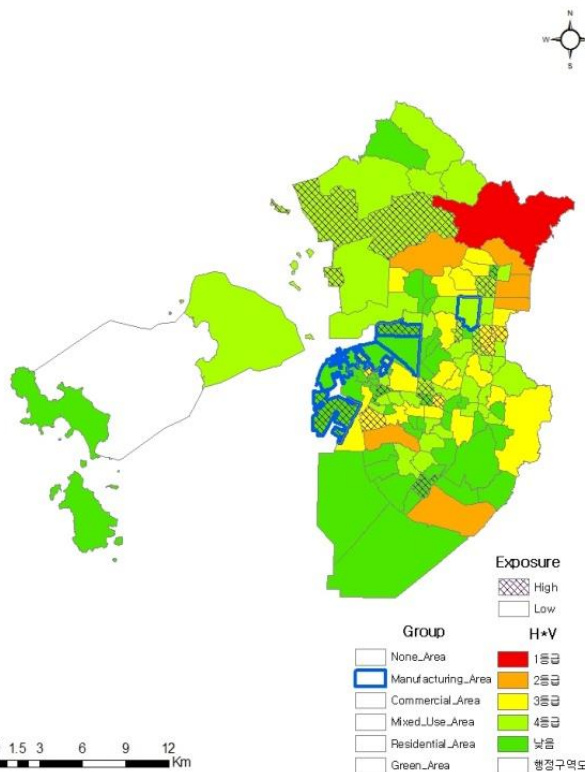
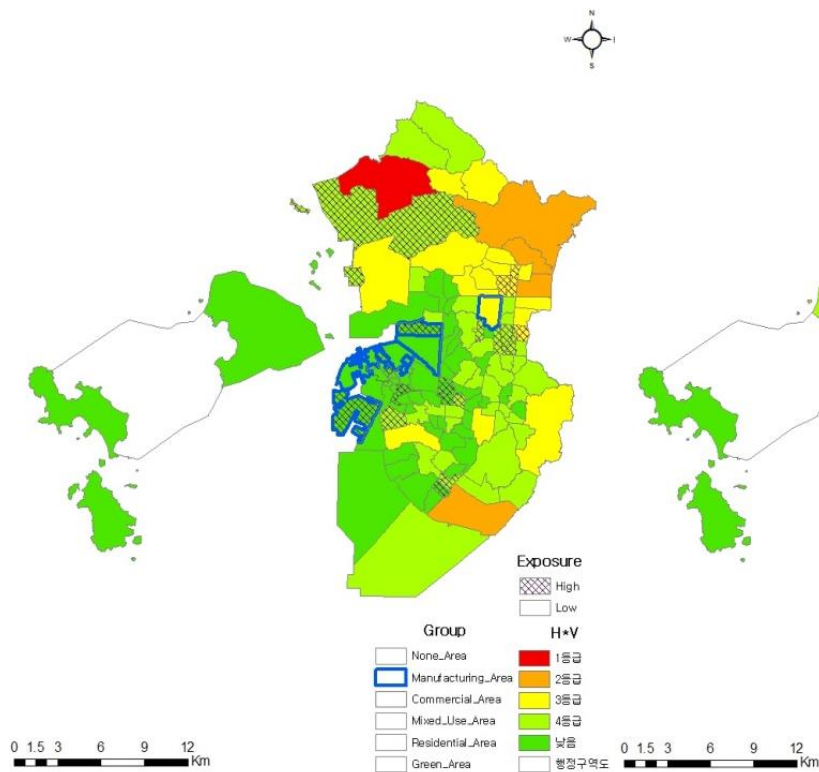
3. 관심지역 Hot Spot 분석

도시지역 관심지역(hot spot) 맵핑 결과(공업지역)

〈폭염〉

〈폭우〉

〈해수면상승〉



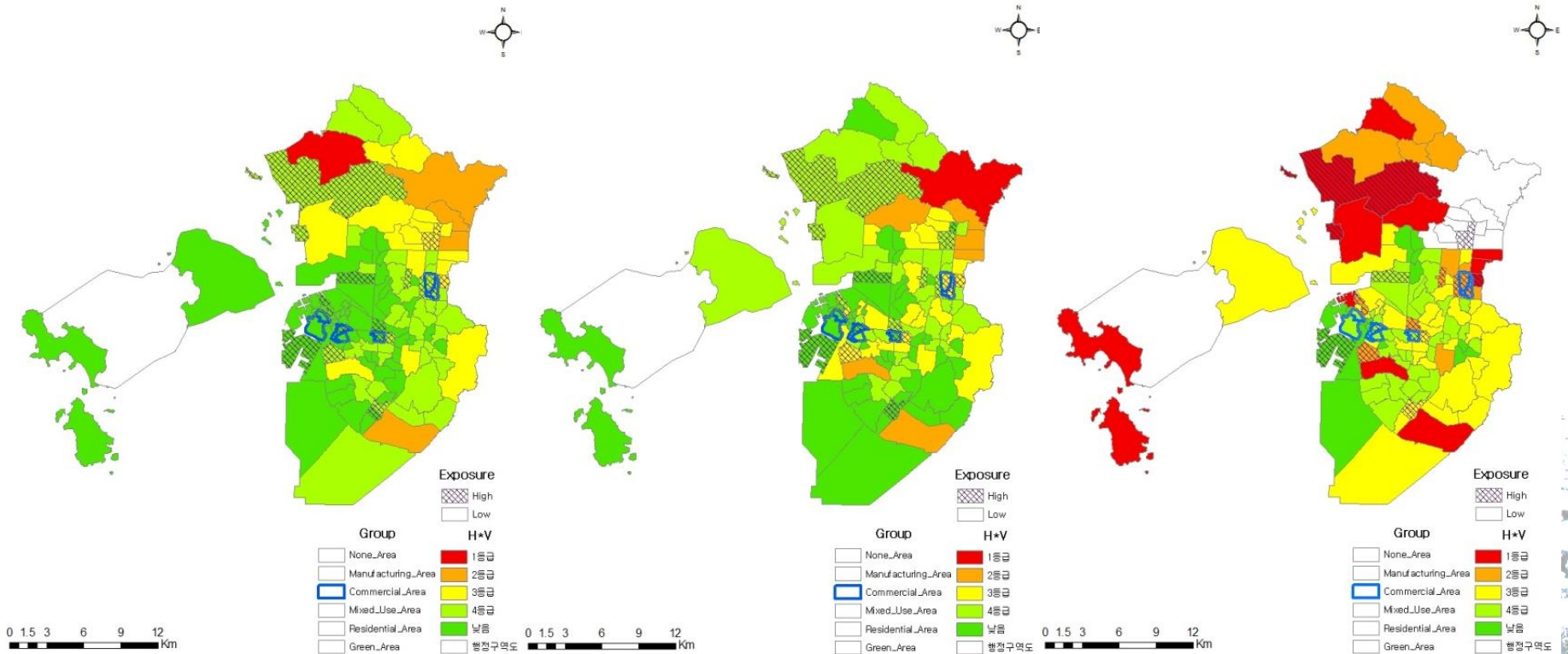
3. 관심지역 Hot Spot 분석

도시지역 유형별 관심지역(hot spot) 맵핑 결과(상업지역)

〈폭염〉

〈폭우〉

〈해수면상승〉



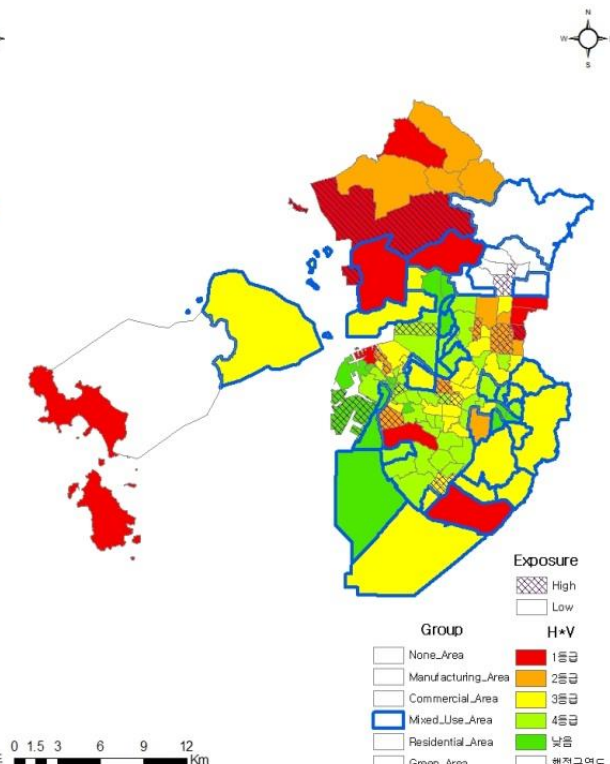
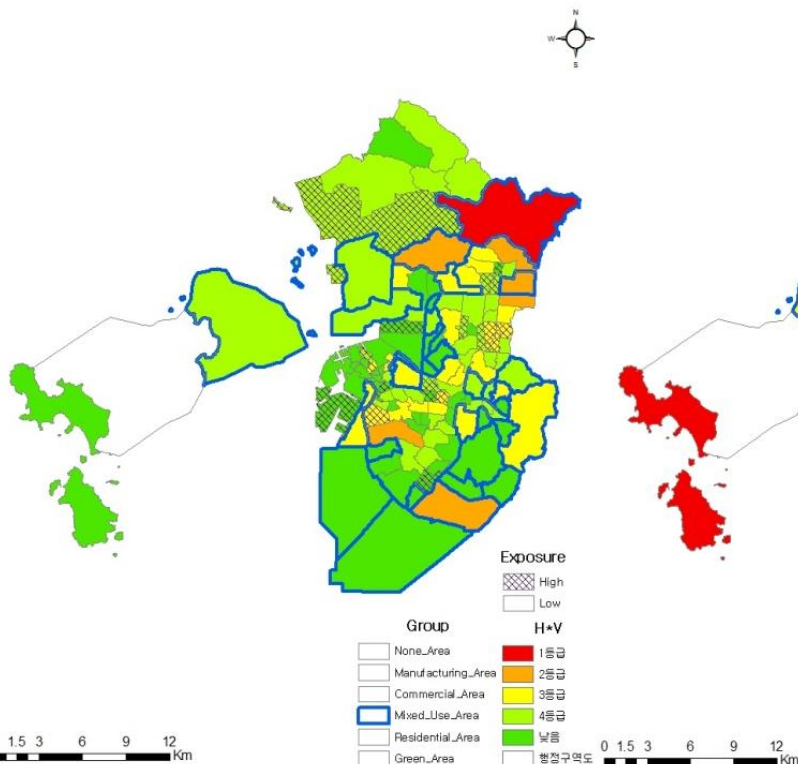
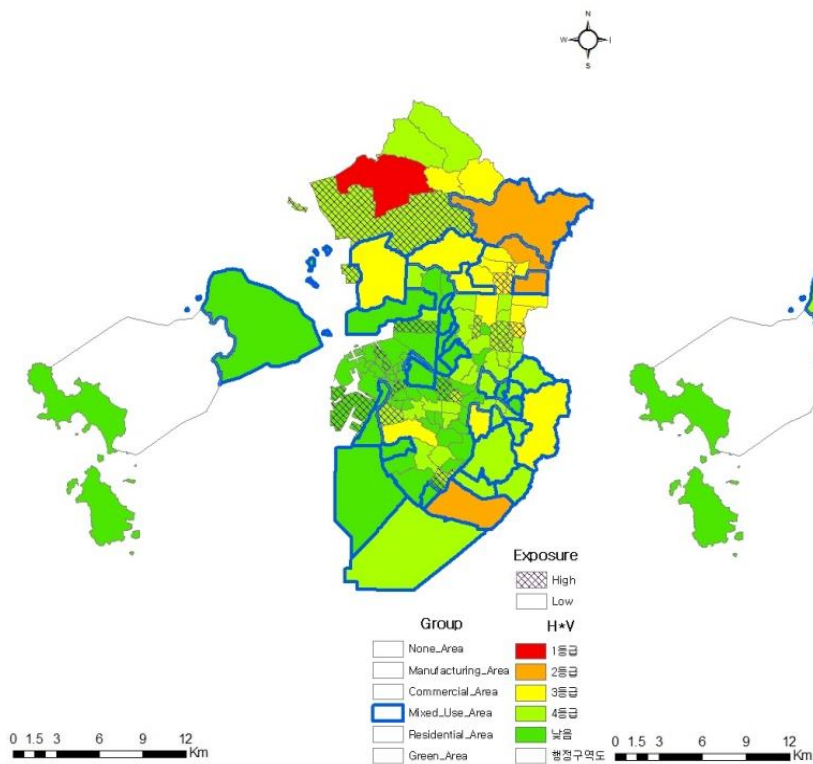
3. 관심지역 Hot Spot 분석

도시지역 유형별 관심지역(hot spot) 맵핑 결과(혼합지역)

〈폭염〉

〈폭우〉

〈해수면상승〉



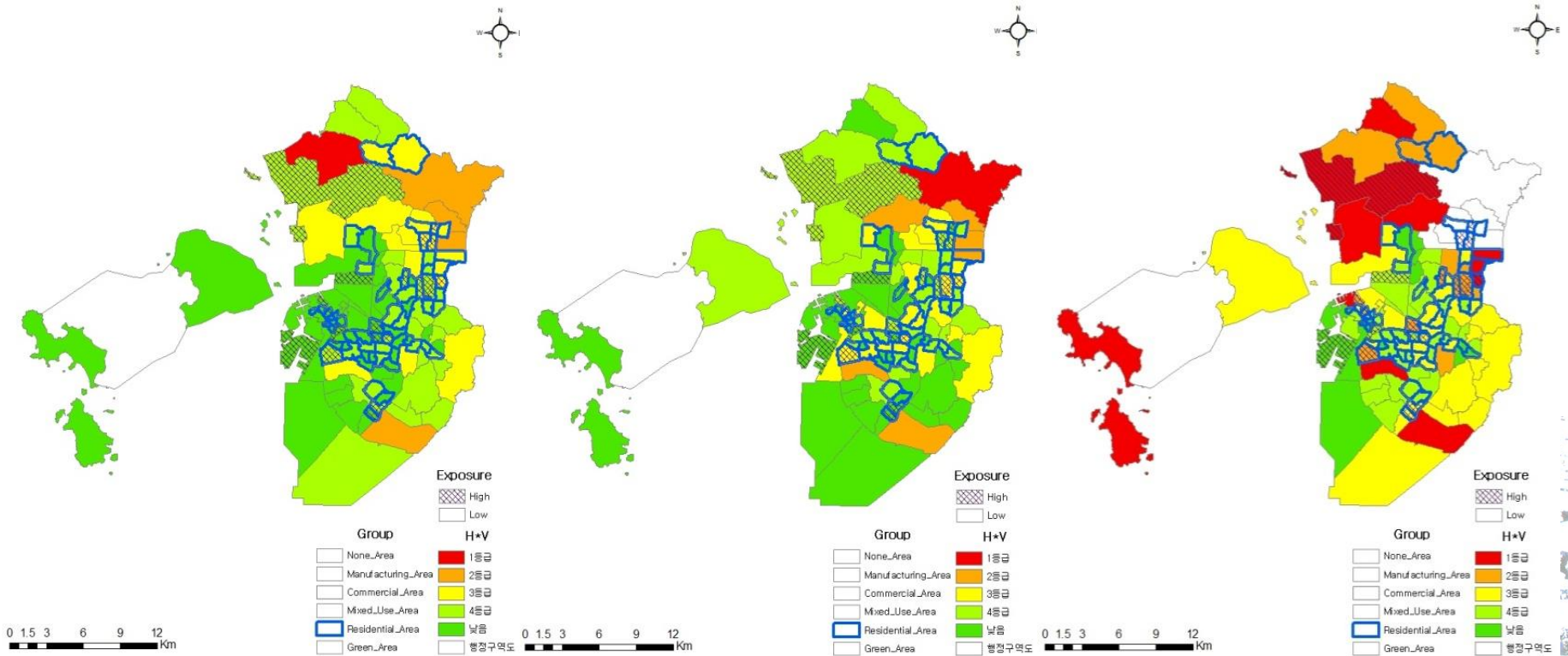
3. 관심지역 Hot Spot 분석

도시지역 유형별 관심지역(hot spot) 맵핑 결과(주거지역)

〈폭염〉

〈폭우〉

〈해수면상승〉



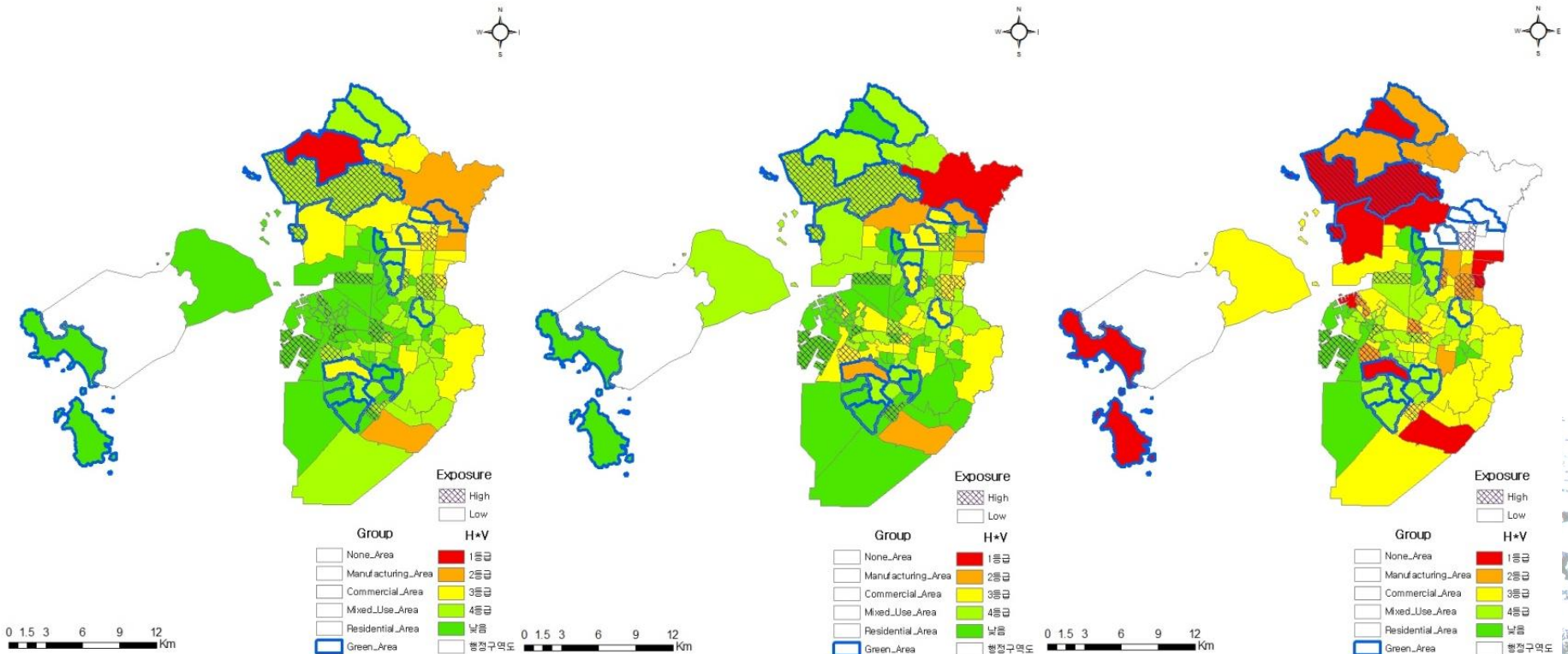
3. 관심지역 Hot Spot 분석

도시지역 유형별 관심지역(hot spot) 맵핑 결과(녹지지역)

〈폭염〉

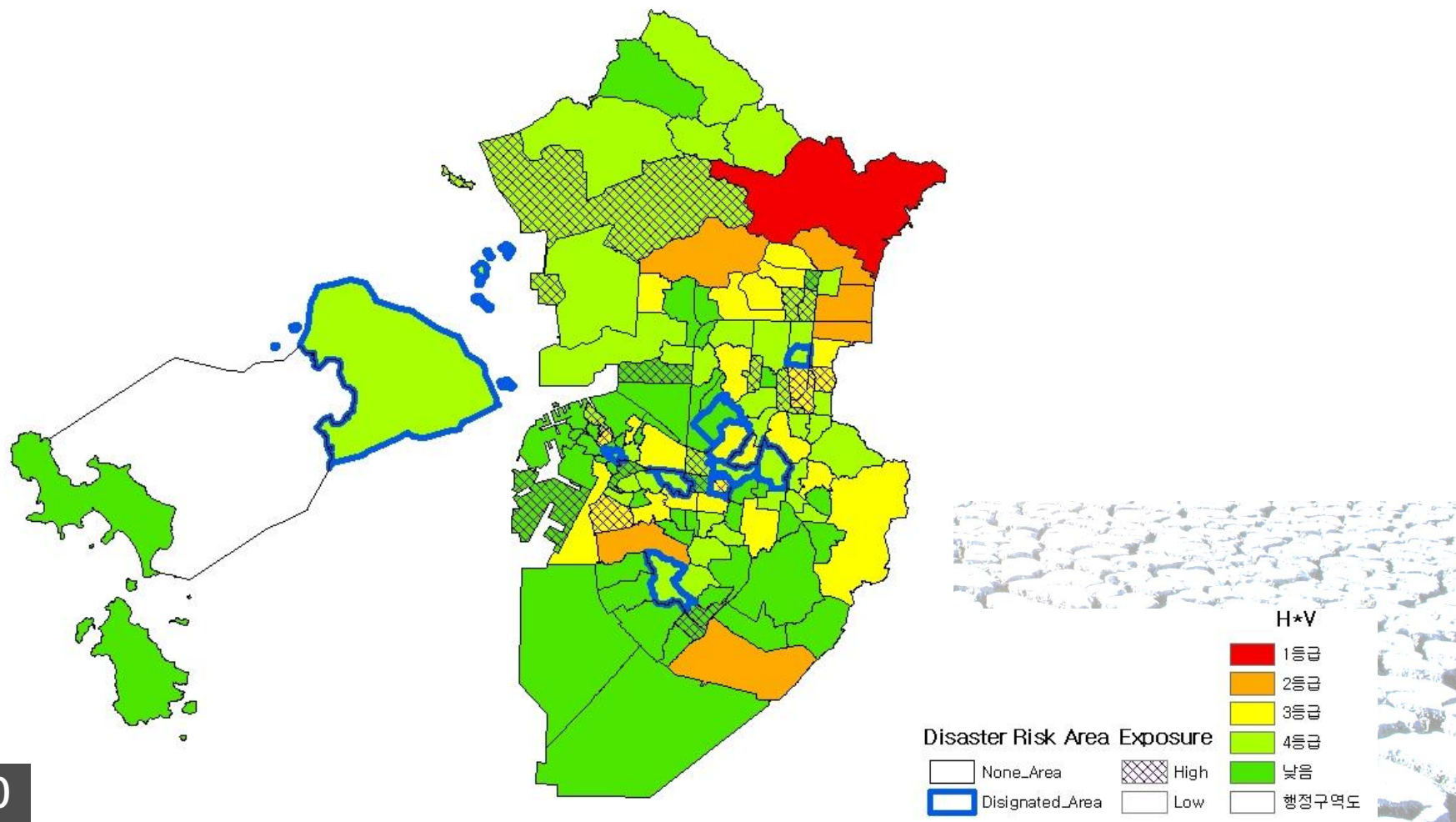
〈폭우〉

〈해수면상승〉



4. 관심지역(Hot Spot)과 자연재해위험지구와의 비교

■ 도시지역 지정 및 해제 자연재해위험지구와 관심지역 결과 비교

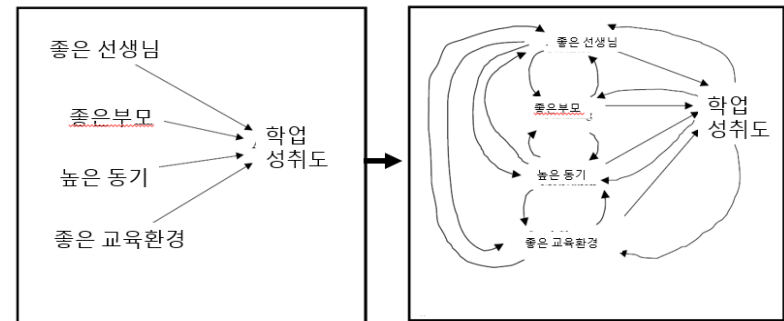


C. 시스템 다이내믹스 기반 정책평가

1. 시스템 다이내믹스 개념과 틀

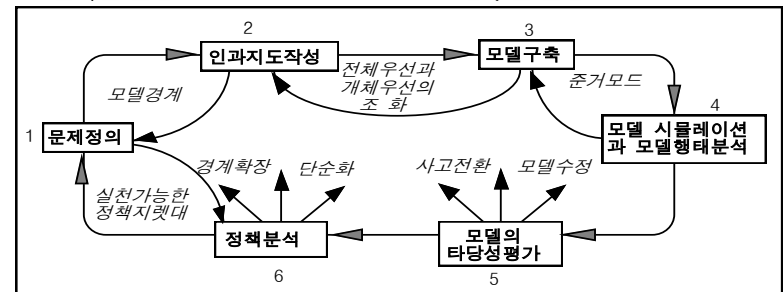
■ 시스템 다이내믹스 시뮬레이션

■ 동태적이고 순환적 인과관계의 시각으로 현상을 이해하고 설명하고 이러한 이해에 기초한 컴퓨터 모델을 구축하여 복잡한 인과관계로 구성된 현상이 어떻게 동태적으로 변해 나가는지를 컴퓨터상에서 실험해 보는 방법론이자 현상을 바라보는 시각이며 준거틀(문태훈, 2007)



*자료: High Performance, 1994, p.25-26.

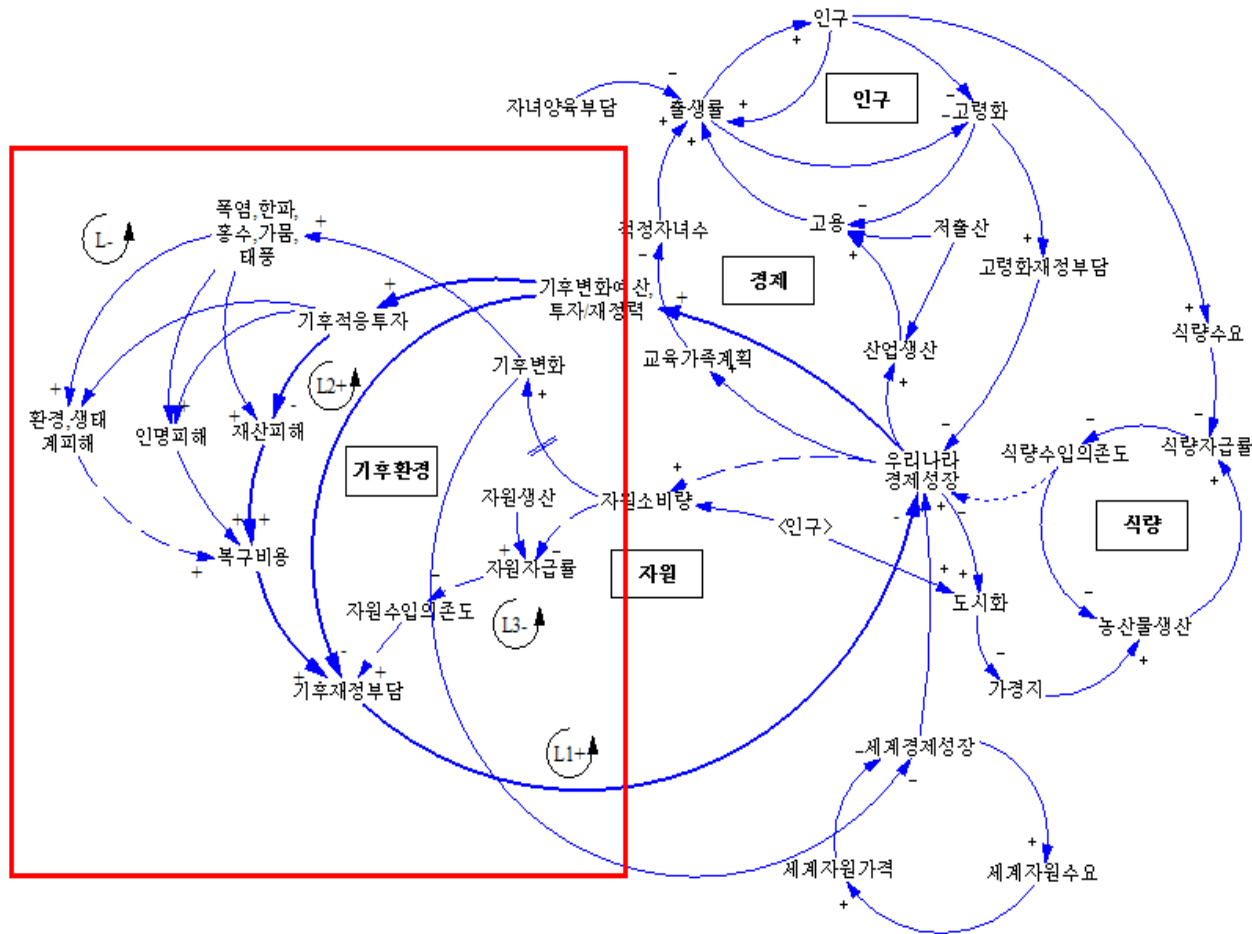
- | | | |
|-------------|-----|----------------|
| 통계학 | vs. | 시스템다이내믹스 |
| • 선형적 | | • 비선형적 |
| • 한방향으로의 영향 | | • 원형의 피드백 인과관계 |
| • 정태적 | | • 동태적 |
| • 빈약한 설명 | | • 풍부한 설명 |



*자료: 김도훈 김동환 문태훈, 1999, 시스템다이내믹스

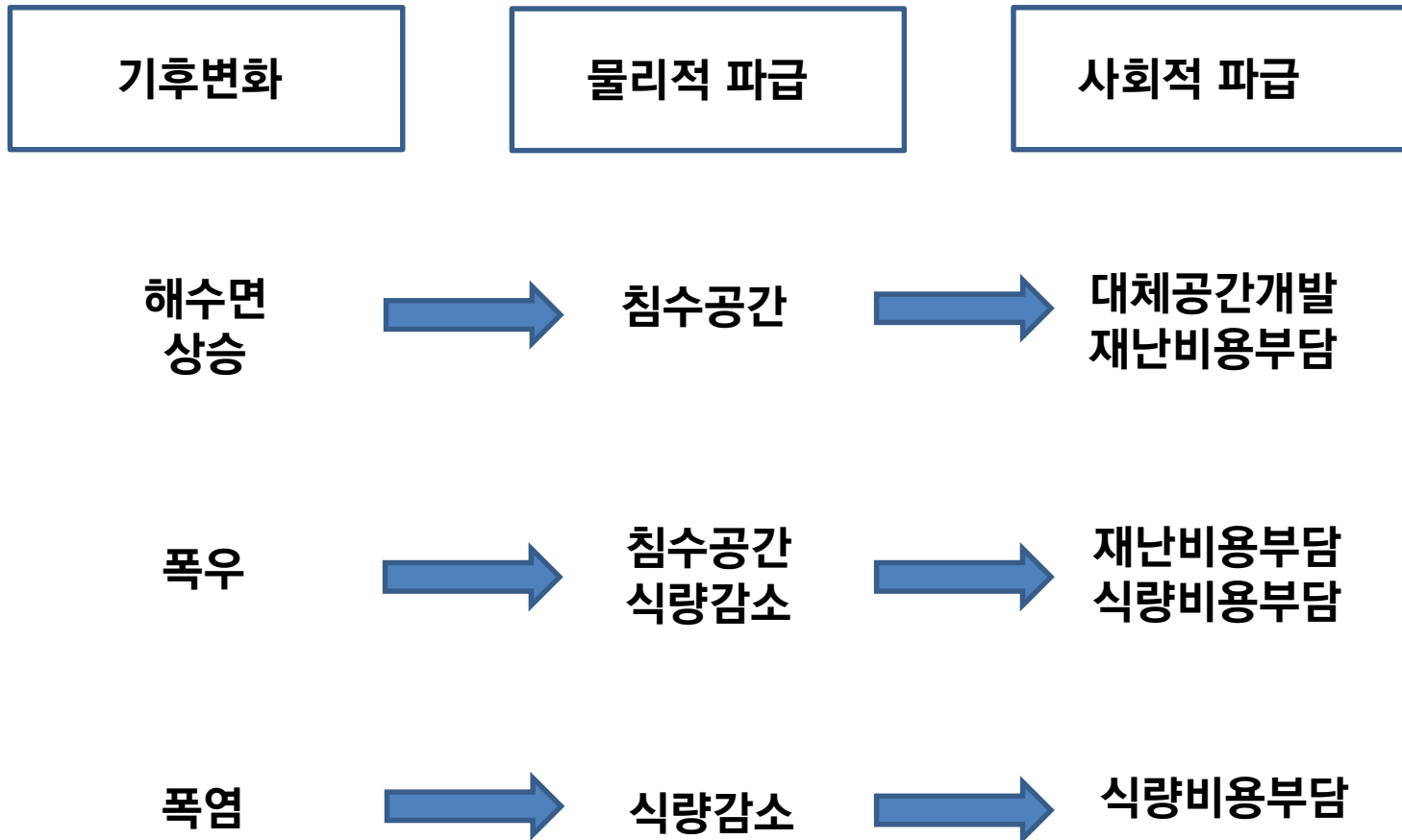
1. 시스템 다이내믹스 개념과 틀

기후변화 전망 시스템 다이내믹스 전체모델 인과지도 개관



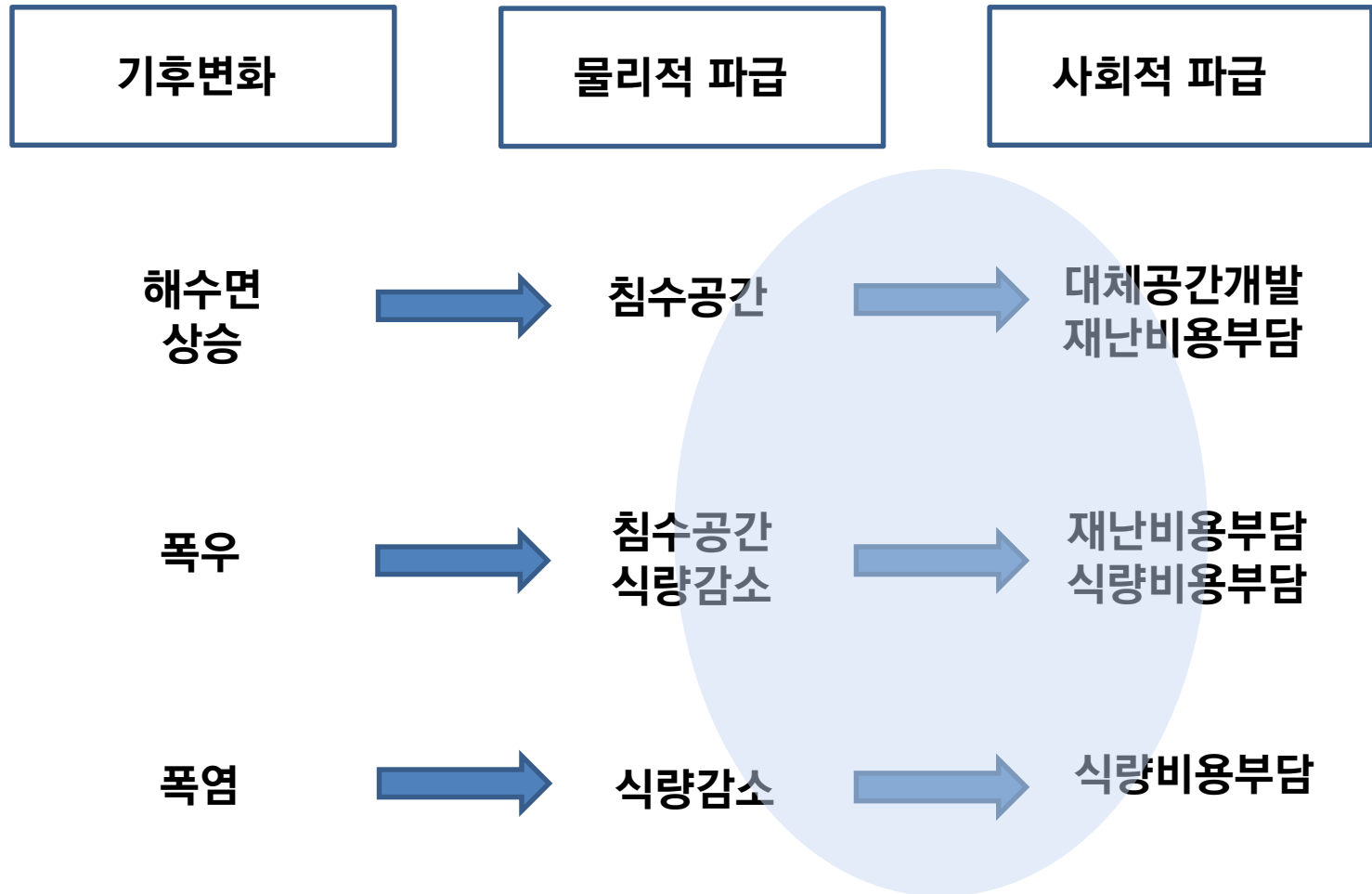
2. 시스템 다이내믹스 기반 적응정책 모의

기후변화의 파급효과: 두 가지 차원



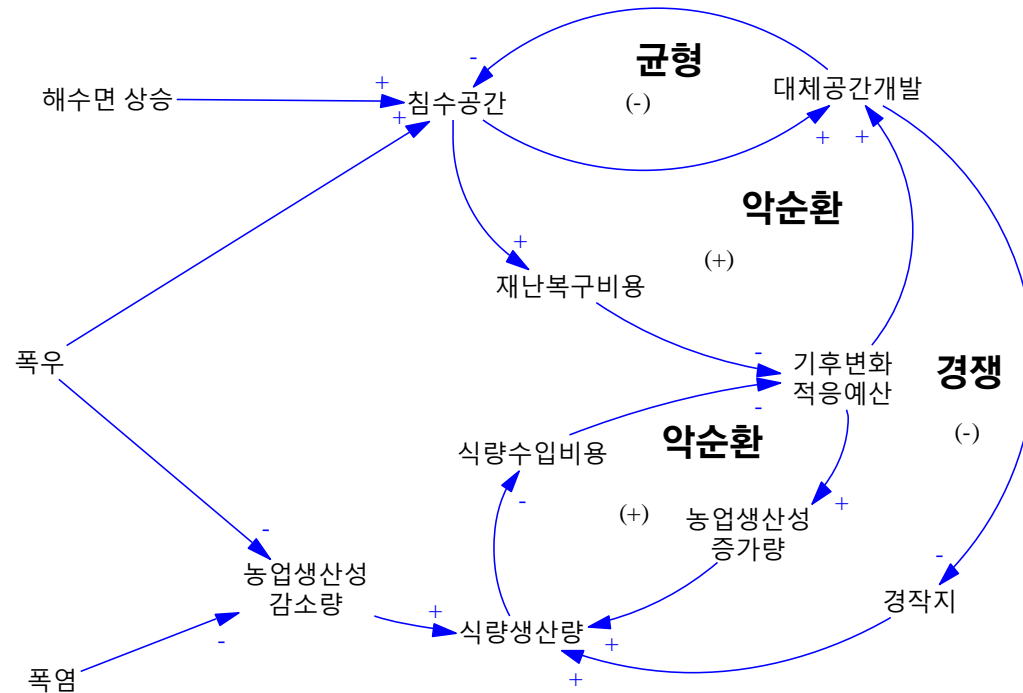
2. 시스템 다이내믹스 기반 적응정책 모의

기후변화의 파급효과: 피드백 루프의 영역



2. 시스템 다이내믹스 기반 적응정책 모의

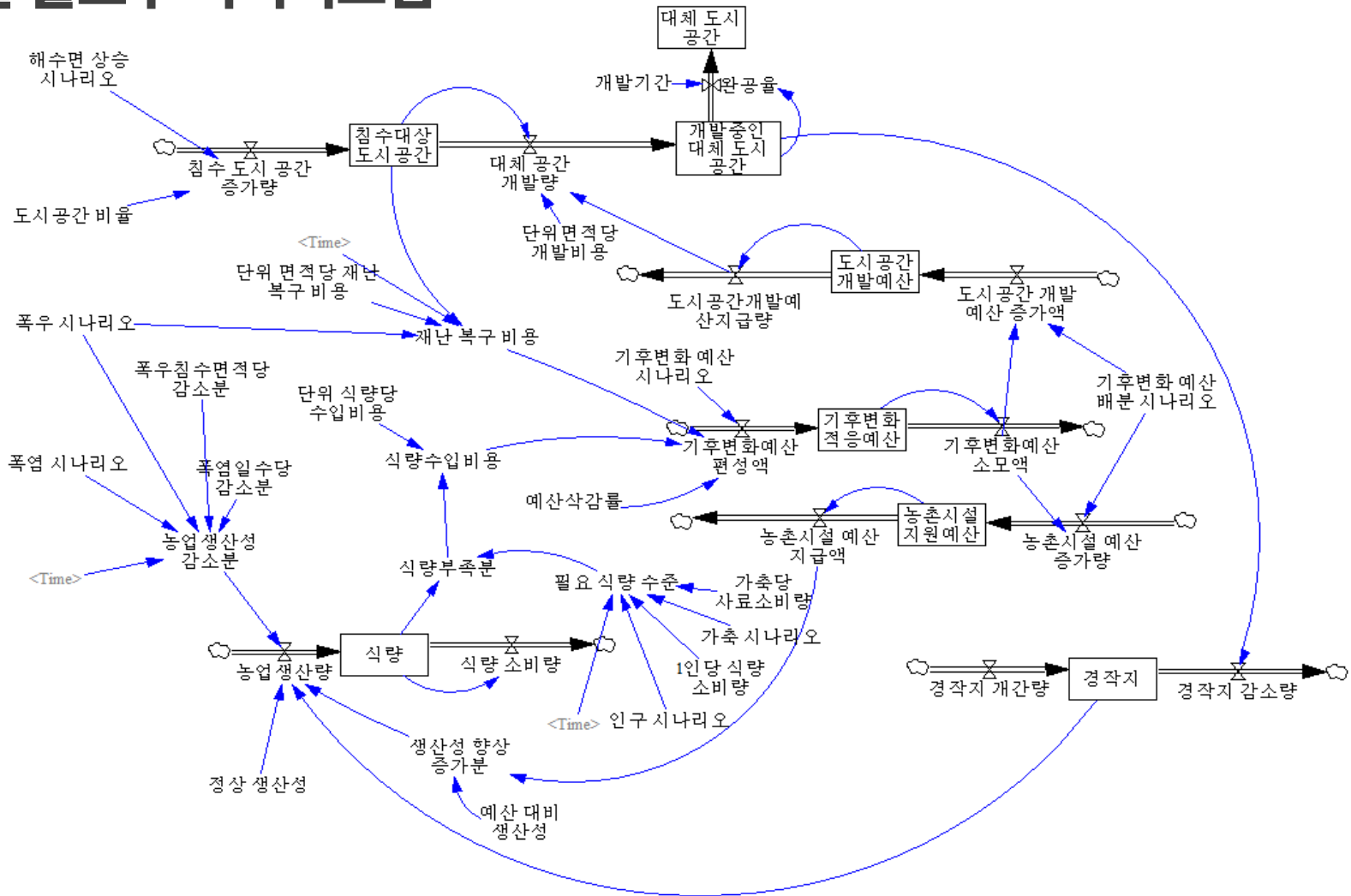
■ 구조



- 상단은 도시공간에 대한 파급효과와 대응, 하단은 농촌공간에 대한 파급효과와 대응
- 침수공간이 커질수록 재난복구비용이 커지고, 이는 기후변화적응예산을 감소시키고, 결과적으로 대체공간의 개발이 축소되면서 침수공간은 더욱 커지는 악순환
- 식량생산량이 줄어들면 식량수입비용이 증가하고, 이는 예산에 부담으로 작용하여 기후변화적응예산을 감소시키고, 기후변화적응예산이 감소되는 경우 농지기반시설에 대한 투자가 감소되어 농업생산성의 증가가 지체되고 결국 식량생산량은 더욱 감소

2. 시스템 다이내믹스 기반 적응정책 모의

■ 모델 플로우 다이어그램



2. 시스템 다이내믹스 기반 적응정책 모의 (모델 파라미터)

부문	지표	파라미터	단위	계산식	출처
도시	단위면적당 개발비용	781.4	십억원/km2	2기 신도시 ¹⁾ 평균 사업비 / 2기 신도시 평균 사업면적	국토교통부 (www.moltt.go.kr)
	개발기간	7.1	년	2기 신도시 평균 개발기간	국토교통부 (www.moltt.go.kr)
	도시공간비율	0.16	비율	2013년 전국 도시지역면적 / 2013년 전국 국토면적	통계청(www.kosis.kr)
	단위 면적당 재난복구비용	79.7	십억원/km2	2000-2013년 도시지역 홍수피해액 ²⁾ 평균 / 2000-2013년 도시지역 홍수피해면적 ³⁾ 평균	국가 재난 정보센터 (www.safekorea.go.kr)
농업	경작지	18,890	km2	경작지 개간량-경작지 감소량	e나라지표(www.indew.go.kr)
	식량 ⁴⁾	23,024,000,000	kg	농업생산량-식량 소비량	e나라지표(www.indew.go.kr)
	정상 생산성	1,178,006.1	kg/km2	2000-2013년 식량 평균 / 2000-2013 경작지 평균	e나라지표(www.indew.go.kr)
	폭염일수당 감소분	0.01	비율	-	가정
	폭우침수면적당 감소분	0.01	비율	-	가정
	가축당 사료소비량	66.3	kg/마리	2000-2013년 사료량 평균 / 2000-2013년 가축수 ⁵⁾ 평균	2014년 농림축산식품 주요통계
	1인당 식량 소비량 ⁶⁾	387.6	kg	2000-2013년 1인당 식량 소비량 평균	e나라지표(www.indew.go.kr)
	단위 식량당 수입비용	0.000000843	십억원/kg	kg당 농산물 수입액*((농산물 수입량/농산물 수입량)+축산물 수입량)+kg당 축산물 수입액*((축산물 수입량/농산물 수입량)+축산물 수입량)	2011-2013년 농림수산물 수출입동향 및 통계
	경작지 개간량	9.7	km2	2000-2012년 경작지 개간량 평균	2000-2013년 농업생산기반정비통계연보

2. 시스템 다이내믹스 기반 적응정책 모의 (모델 파라미터)

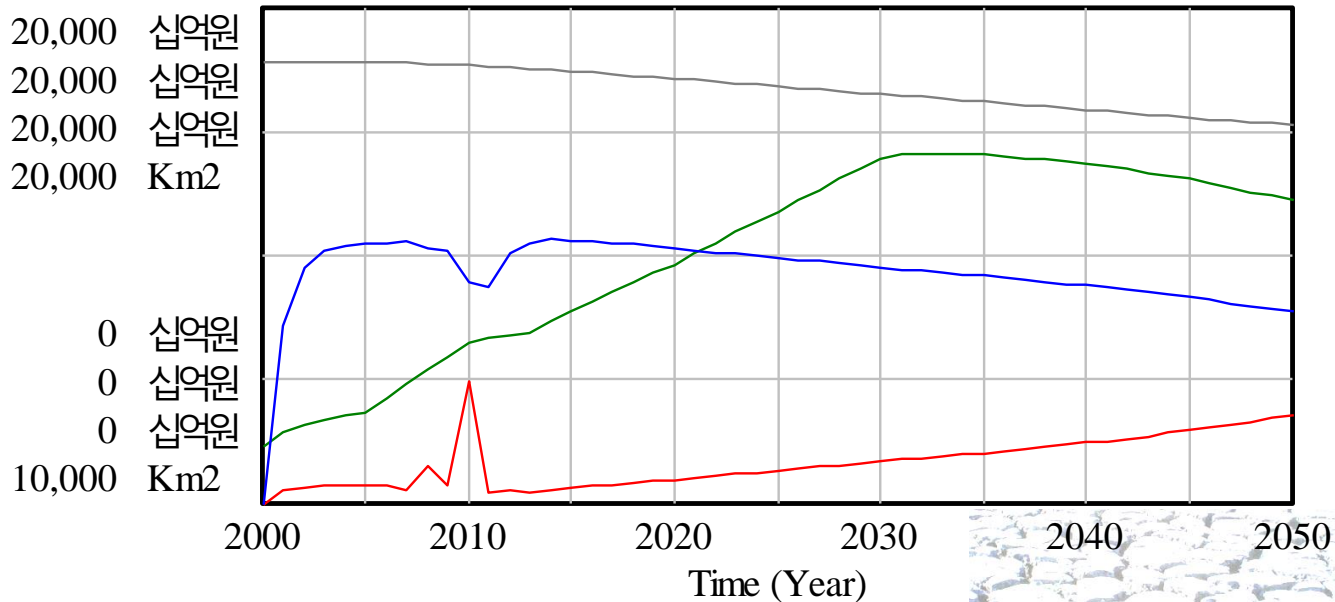
부문	지표	파라미터	단위	계산식	출처
적응 예산	예산삭감률	0.01	비율	-	가정
시나 리오	해수면 상승 시나리오	36.9	km2	2100년 해수면 상승에 의한 범람면적 추정자료를 활용하여 연간범람면적 계산 ⁷⁾	한국환경정책평가연구원(2012), 「국가해수면상승 사회경제적 영향평가II」
	폭우 시나리오	-	km2	2000-2014년 도시지역 홍수피해면적 자료와 선형추세함수를 활용한 2015-2050년 자료 ⁸⁾ 를 통하여 Lookup함수 구축	국가 재난 정보센터 (www.safekorea.go.kr), 가정
	폭염 시나리오	7.5	일	RCP8.5을 기준으로 현재(1986-2005년) 평균 7.5일에서 21세기 중반(2046-2065년) 평균 +7.4일을 활용하여 Lookup함수 구축	국가기후변화적응센터 (www.ccas.kei.re.kr)
	기후변화 예산 시나리오	11,286	십억원	2011-2013년 기후변화적응예산 평균	국가기후변화적응센터 (www.ccas.kei.re.kr)
	기후변화 예산배분 시나리오	0.5	비율	-	가정

- 1) 2기 신도시에는 성남판교, 동탄 1기, 동탄 2기, 김포한강, 파주운정, 광교, 양주, 위례, 고덕 국제화, 인천검단 신도시를 포함
- 2) 도시지역 홍수피해액은 국가 재난 정보센터에서 제공하는 홍수피해액 자료 중 도시지역 홍수피해액으로 판단되는 건물, 선박, 공공시설의 피해액의 합계
- 3) 도시지역 홍수피해면적은 국가 재난 정보센터에서 제공하는 침수면적 중 기타면적
- 4) 식량은 e나라지표에서 제공하는 양곡, 채소, 과일, 축산량의 합계
- 5) 가축수는 2014년 농림축산식품 주요통계에서 제공하는 한우, 젖소, 돼지, 닭의 합계
- 6) 1인당 식량소비량은 e나라지표에서 제공하는 1인당 양곡, 채소, 과일, 축산육류 소비량의 합계
- 7) 한국환경정책평가연구원(2012)에 따르면 2100년 해수면 상승에 의한 범람면적은 3,733km². 해당연구에서는 2100년 범람면적을 2006-2100년 사이의 기간으로 나누어 연간범람면적을 구함. 본 연구에서는 연구 시작연도가 2000년이기 때문에 2100년 범람면적을 2000-2100 사이의 기간으로 나누어 활용
- 8) 2000-2014년 간 도시지역 홍수피해면적의 선형추세함수식을 구하면 $y=0.6588x-0.3427$ 과 같다. 이 선형추세함수식을 활용하여 2050년의 도시지역 홍수피해면적을 구하면 약 33.2km²이다.



3. 모델분석과 정책실험(모델 모의 결과)

초기대응시나리오: 초기부터 기후변화예산 책정하여 대응하는 시나리오



기후변화 적응예산: k5

재난 복구 비용: k5

식량수입비용: k5

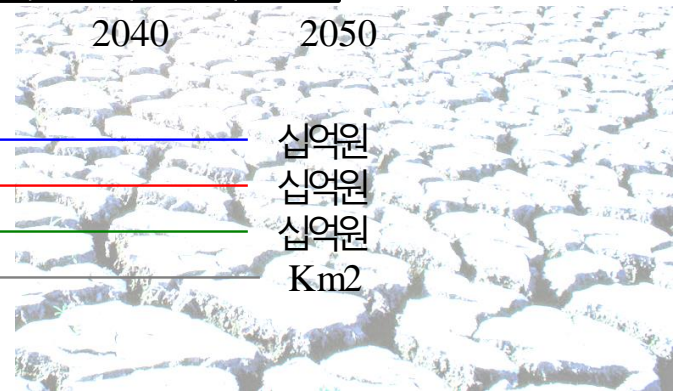
경작지: k5

십억원

십억원

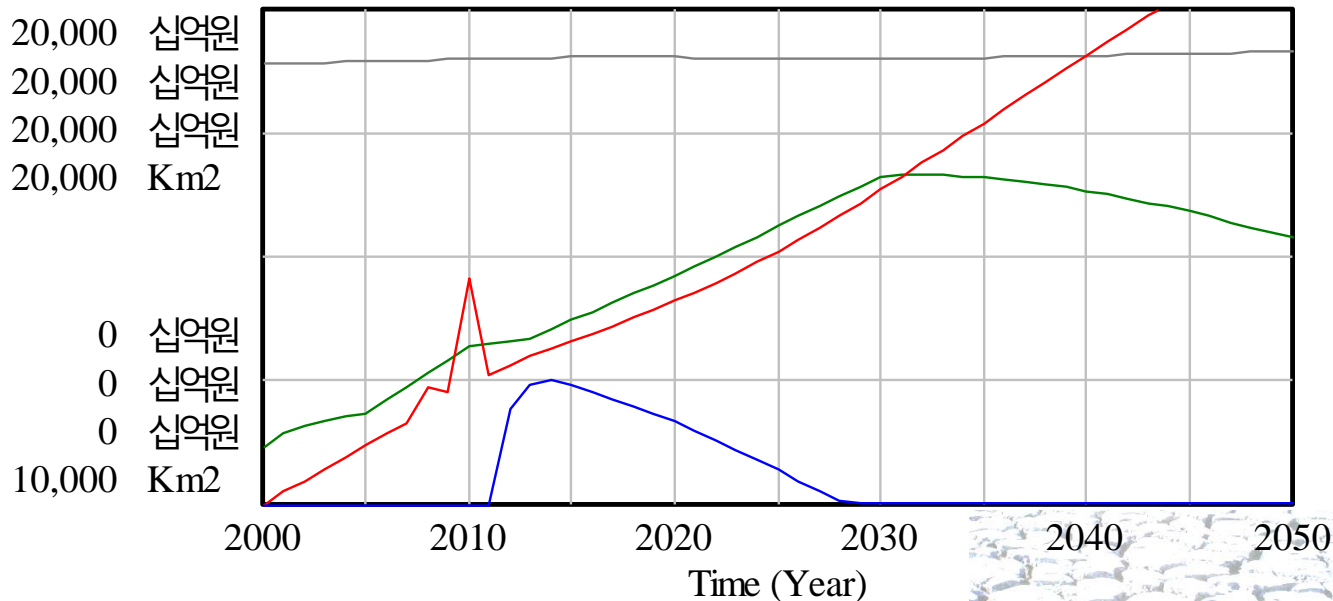
십억원

Km2



3. 모델분석과 정책실험(모델 모의 결과)

■ 대응지연 및 예산증액 시나리오 2011년부터 기후변화 예산 책정하는 시나리오



기후변화 적응예산: k5

재난 복구 비용: k5

식량수입비용: k5

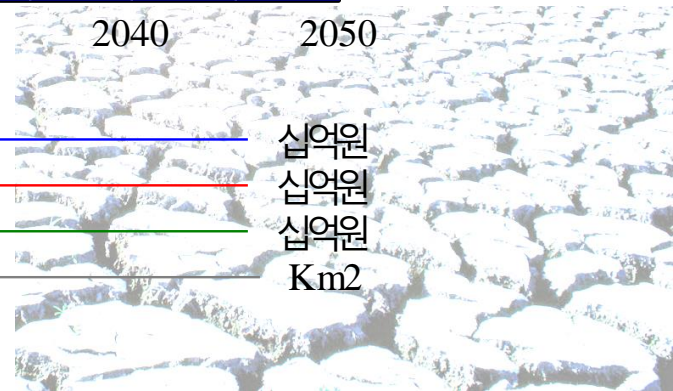
경작지: k5

십억원

십억원

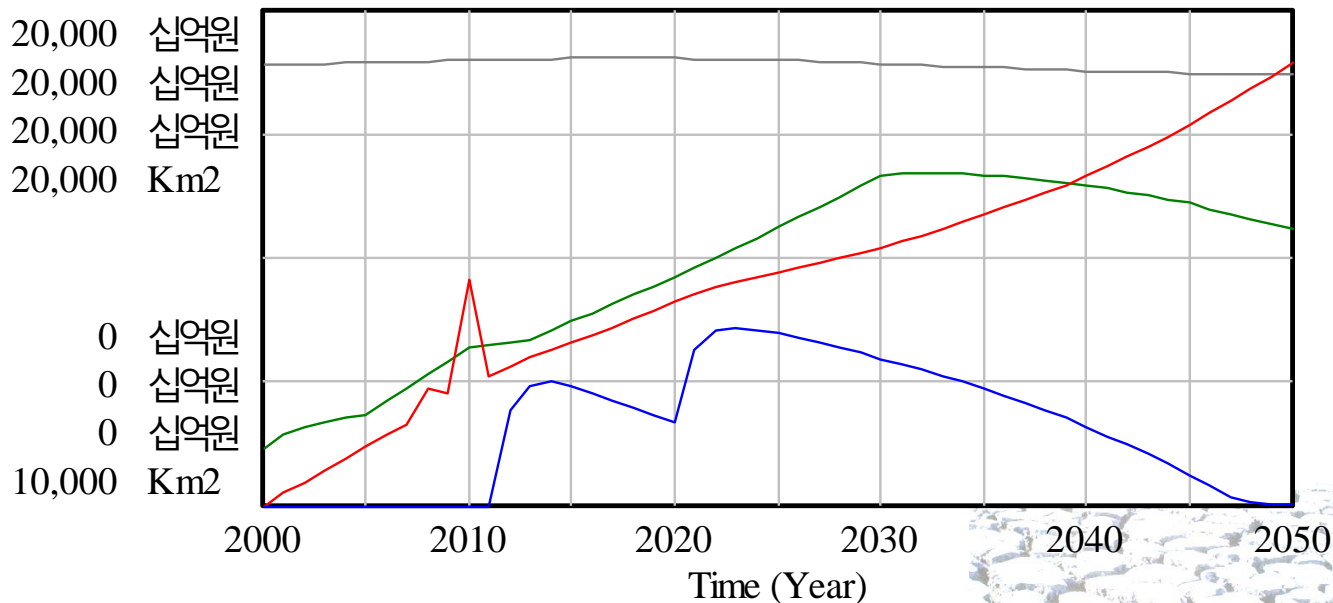
십억원

Km2



3. 모델분석과 정책실험(모델 모의 결과)

대응지연 시나리오:
2011년부터 기후변화 예산 책정하였다가,
2020년부터 기후변화 예산을 5조 증액하는 시나리오
GRAPH_0



기후변화 적응예산: k5

재난 복구 비용: k5

식량수입비용: k5

경작지: k5

십억원

십억원

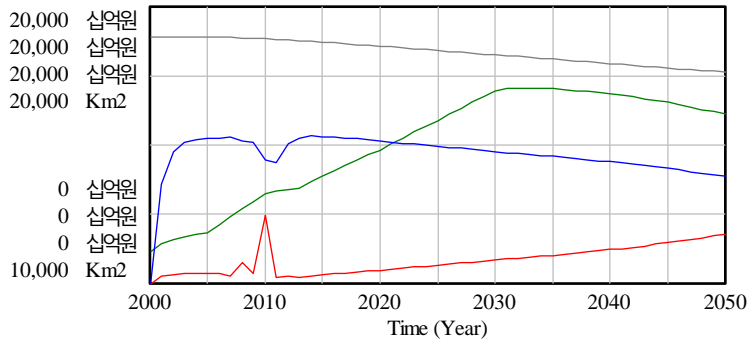
십억원

Km2

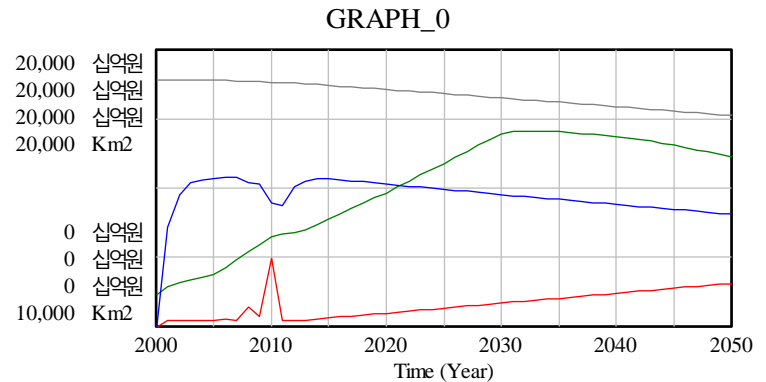
3. 모델분석과 정책실험(모델 모의 결과)

대체공간 예산 비중 증가
대체공간 개발 비용 대 농촌시설지원 예산 비율을
0.5: 0.5 에서 0.9: 0.1 로 변경시키는 시나리오

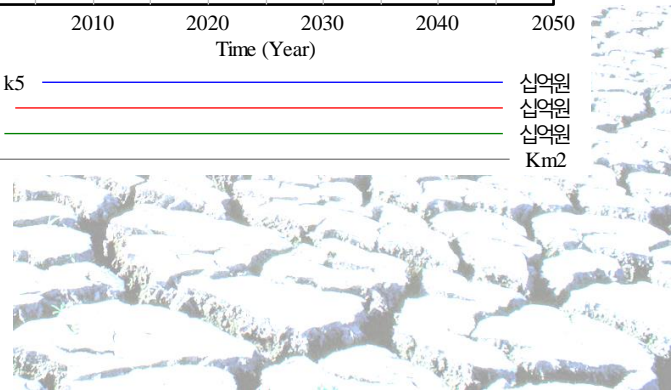
– 초기대응 시나리오에서는 별 다른 차이 없음



기후변화 적응예산: k5 십억원
재난 복구 비용: k5 십억원
식량수업비용: k5 십억원
경작지: k5 Km2



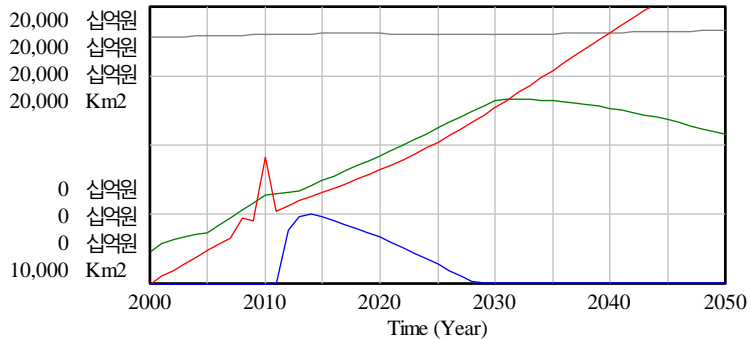
기후변화 적응예산: k5 십억원
재난 복구 비용: k5 십억원
식량수업비용: k5 십억원
경작지: k5 Km2



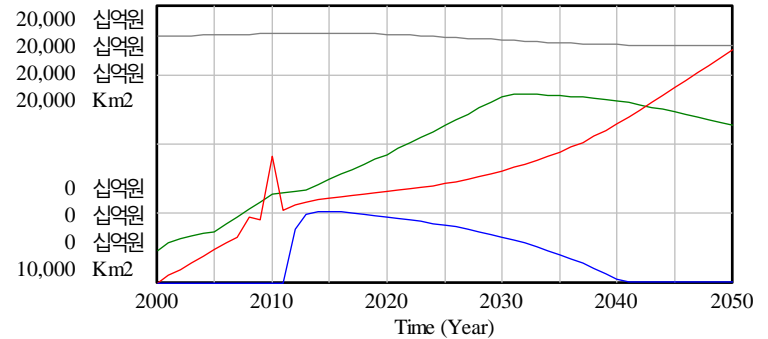
3. 모델분석과 정책실험(모델 모의 결과)

대체공간 예산 비중 증가
대체공간 개발 비용 대 농촌시설지원 예산 비율을
0.5: 0.5 에서 0.9: 0.1 로 변경시키는 시나리오

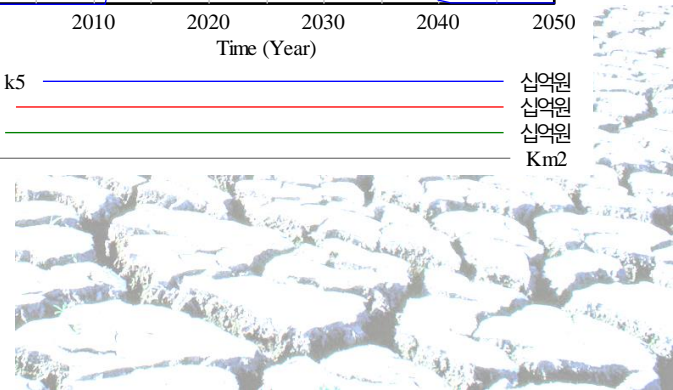
– 대응지연 시나리오에서는 상당한 차이 있음



기후변화 적응예산: k5 십억원
재난 복구 비용: k5 십억원
식량수업비용: k5 십억원
경작지: k5 Km2



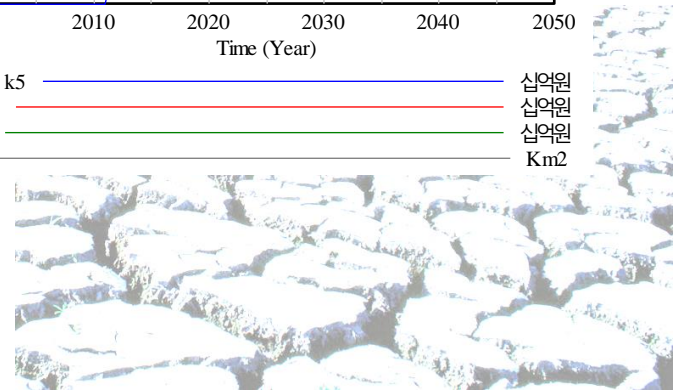
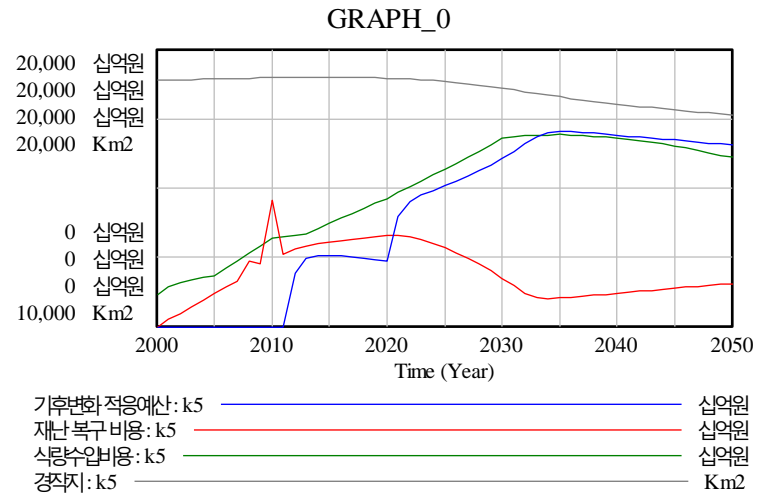
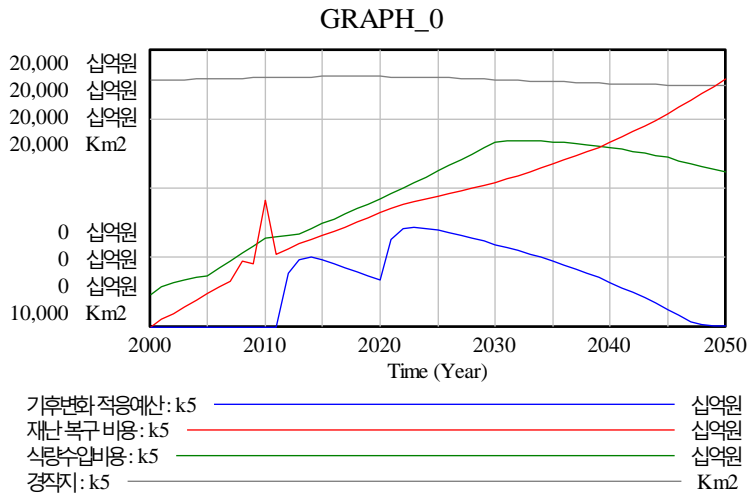
기후변화 적응예산: k5 십억원
재난 복구 비용: k5 십억원
식량수업비용: k5 십억원
경작지: k5 Km2



3. 모델분석과 정책실험(모델 모의 결과)

대체공간 예산 비중 증가
대체공간 개발 비용 대 농촌시설지원 예산 비율을
0.5: 0.5 에서 0.9: 0.1 로 변경시키는 시나리오

– 대응지연 & 예산증액 시나리오에서는 많은 차이를 가져옴



4. 정책적 시사점

**적응정책 모의에 따른 정책적 제언*

첫째, 기후변화 위험에 적절히 대응할 가능성이 있음

둘째, 기후변화 위험에 있어서 초기 대응의 성공이 중요함

셋째, 기후변화 위험에 대한 대응 지연은 예산 증액의 효과를 감소시킴

넷째, 침수공간을 둘러싼 악순환 구도가 식량부족의 악순환 구도보다 강함

다섯째, 초기대응에 실패하는 경우 농촌시설지원보다는 대체공간에 대한 예산 비중을 강화함으로써 효과적인 대응을 할 수 있음

감사합니다.