

## 부처별 재해위험지도 비교를 통한 기후위험지도 방향성 모색 연구

백지원<sup>\*,\*\*</sup> · 김지연<sup>\*\*\*</sup> · 노순아<sup>\*\*\*</sup> · 김수련<sup>\*\*\*\*</sup> · 진형아<sup>\*\*\*\*\*</sup> · 오윤영<sup>\*\*\*</sup> · 서도현<sup>\*</sup> · 임철수<sup>\*\*\*\*\*</sup> · 유명수<sup>\*\*\*\*\*</sup> · 박찬<sup>\*\*\*\*\*†</sup>

<sup>\*</sup>국립환경과학원 지구환경연구과 전문연구원, <sup>\*\*</sup>서울시립대학교 일반대학원 조경학과 박사과정,  
<sup>\*\*\*</sup>국립환경과학원 지구환경연구과 연구사, <sup>\*\*\*\*</sup>서울시립대학교 도시공학과 연구교수, <sup>\*\*\*\*\*</sup>국립환경과학원 지구환경연구과 연구관,  
<sup>\*\*\*\*\*</sup>국립환경과학원 지구환경연구과 과장, <sup>\*\*\*\*\*</sup>국립환경과학원 기후대기연구부 부장, <sup>\*\*\*\*\*</sup>서울시립대학교 조경학과 부교수

### A study on comparison of natural hazard maps prepared by ministries to find ways to climate risk map

Baek, Jiwon<sup>\*,\*\*</sup> · Kim, JiYeon<sup>\*\*\*</sup> · Roh, Soon-A<sup>\*\*\*</sup> · Kim, SuRyeon<sup>\*\*\*\*</sup> · Jin HyungAh<sup>\*\*\*\*\*</sup> · Oh, YunYeong<sup>\*\*\*</sup> · Seo DoHyun<sup>\*</sup> · Lim, CheolSoo<sup>\*\*\*\*\*</sup> · Yoo, MyungSoo<sup>\*\*\*\*\*</sup> and Park, Chan<sup>\*\*\*\*\*†</sup>

<sup>\*</sup>Research Fellow, Global Environment Research Division, National Institute of Environmental Research (NIER), Incheon, Korea

<sup>\*\*</sup>Ph.D. Student, Department of Landscape Architecture, University of Seoul, Seoul, Korea

<sup>\*\*\*</sup>Researcher, Global Environment Research Division, NIER, Incheon, Korea

<sup>\*\*\*\*</sup>Research Professor, Department of Urban Planning & Design, College of Urban Sciences, University of Seoul, Seoul, Korea

<sup>\*\*\*\*\*</sup>Senior Researcher, Global Environment Research Division, NIER, Incheon, Korea

<sup>\*\*\*\*\*</sup>Director, Global Environment Research Division, NIER, Incheon, Korea

<sup>\*\*\*\*\*</sup>Director General, Climate & Air Quality Research Department, NIER, Incheon, Korea

<sup>\*\*\*\*\*</sup>Associate Professor, Department of Landscape Architecture, University of Seoul, Seoul, Korea

### ABSTRACT

Many natural disaster are caused by climate change, and the climate crisis situation continues to grow. In order to respond to climate risks, it is necessary to establish measures through analysis of potential climate risk areas. Climate risks have much in common with natural disaster, except for the effects of rising temperatures and rising sea levels. Korea already has a well-established natural disaster response system, and hazard maps are being produced to respond to natural disasters. In this study, we sought to find the direction of climate risk maps needed to respond to climate risks by analyzing flood hazard map, drought vulnerability map, landslide hazard map, forest fire vulnerability map, and coastal hazard map. In the case of climate risk response, the results of analysis of climate hazard factors are basically used, so the information characteristics of the risk map needed to respond to the climate crisis were analyzed, the characteristics and limitations of each disaster risk map were analyzed. We found that the natural hazard maps prepared by each ministries evaluated vulnerabilities and risks on the basis of various risk factors of hazards. Most map and data update cycles were not specified, the evaluation results were provided administrative district and basin unit, and the subjects of map disclosure were different. Moreover, none of the maps when assessment vulnerabilities and risks used climate change scenarios. Considering the characteristics and limitations of the ministry-prepared natural hazard maps, any newly prepared climate risk map should evaluate vulnerabilities and risks according to various risk factors. Additionally, active data provision to people and updates are needed to utilize, and maps with a spatial resolution higher than the administrative district or basin unit should be provided. Finally, the climate risk map must be based on climate change scenarios (RCP/SSP). This study provides direction for climate risk map, and it is expected that local governments will be able to preemptively prevent such risks by establishing long-term climate crisis adaptation measures and an effective adaptation base.

*Key words: Climate Crisis, Vulnerability, Risk, Climate Change Scenario (RCP/SSP), Adaptation*

†Corresponding author : chaneparkmomo7@uos.ac.kr (Baebong Hall #6223, 163 Seoulsiripdaero, Dongdaemun-gu, Seoul, 02504, Korea. Tel. +82-2-6490-2849

ORCID 백지원 0000-0002-5422-2288  
김지연 0000-0001-5999-2188  
노순아 0009-0001-3622-938X  
김수련 0000-0002-2326-432X  
진형아 0009-0001-6573-1985

오윤영 0000-0002-9115-814X  
서도현 0000-0001-9528-2060  
임철수 0000-0001-5870-3868  
유명수 0009-0007-1705-5197  
박 찬 0000-0002-4994-6855

## 1. 서론

최근 몇 년간 기후위기 현상이 전 세계적으로 많이 증가하고 있다(Myung, 2023). 북미 대륙을 덮친 재난급 폭염으로 기온이 48.6도까지 상승하였고('21) (BBC, 2021), 동남아 지역에서 5월에 이례적인 폭염으로 40도가 넘는 역대 최고기온을 갱신하였다('23) (KMA, 2023a). 국내에서도 기후재난이 지속해서 발생해 사회·경제·생태계에 피해를 유발하였다(Gasper et al., 2011). 수도권에 집중호우가 내려 도시 침수가 발생하고('22.8), 태풍으로 인해 포항시 냉천이 범람해 주요 산업시설 가동이 중단되고('22.9), 울진과 강릉에 최대 면적의 산불 피해가 발생하고('22), 전남과 광주 지역에 역대 최장기간의 가뭄이 올봄까지 지속되면서('22.11 ~ 23.5) 국민은 큰 피해를 보게 되었다(Cooperative Multi-ministry, 2023). 기후변화로 인해서 재해와 같은 기후위기가 많이 발생하고 있으며, 향후 피해 양상은 더욱 대형화, 다양화될 것으로 전망하고 있다(Han and Pyo, 2022).

기후변화로 인한 재해의 위험을 감소시키기 위해 기후위험평가(climate risk assessment)를 진행하고 있고, 이는 기후위기 적응에 있어 중요한 역할을 한다(IPCC, 2001, 2007; UNFCCC, 2004). 그뿐만 아니라, 기후위험평가 결과를 지도화하는 것은 더욱 중요하다(Preston et al., 2011). 공간자료로 구축된 기후위험평가 결과는 토지이용 및 도시 계획 등과 같은 공간계획을 지원하여 기후위기에 따른 재해를 감소하기 위한 적응정책 수립에 기여할 수 있다(Clark et al., 1998; NRC, 2007). 이에 더해 지도는 기후변화가 인간 및 환경에 미칠 수 있는 영향에 대하여 대중에게 쉽게 정보를 제공하는 데 기여할 수 있고, 위험 및 재난 관리에 도움을 줄 수 있다(Preston et al., 2009).

우리나라에서도 기후위험지도 구축의 중요성이 커지고 있다. 얼마 전 발표된 제3차 국가 기후위기 적응 강화대책(2023 ~ 2025)의 주요 과제 중 “과학적 기후 감시/예측 및 적응 기반 고도화”에서는 기후위험지도 작성과 관련한 부분이 강화되었다. 특히 타 부처 지도들과 연계한 기후위험지도 구축, 적응주체의 이용성 증대와 관련한 부분이 보완되었다(Cooperative Multi-ministry, 2023).

기후위험에 따른 재해 피해가 증가함에 따라 부처별로 재해에 대응하기 위한 지도를 구축하고 있다. Sugathapala and Munasinghe (2019)에 따르면, 재해위험지도는 과학적 방법론을 통해 취약성과 위험도의 공간적, 시간적 분포를 나타낸 지도라 할 수 있다. 그런데 현재 부처별로 재해 관

리를 위하여 작성하고 있는 지도도 이와 유사한 특징을 지닌다. 그러므로 본 연구에서는 부처별로 작성된 지도를 재해위험지도라고 정의하였다. 재해위험지도는 홍수, 가뭄, 산림 등에 발생하는 재해로부터 사전 예방 및 신속한 대응을 가능하게 한다는 장점도 있지만(Lee et al., 2021), 재해로 인한 복합적인 영향과 이에 따른 관리 방향을 반영하지 못해 활용하기에 한계가 존재한다(Shin, 2020). 그러므로 효과적인 재해예방 및 대응을 위하여 앞으로는 현재 재해위험지도의 한계점을 개선한 지도 작성이 필요하다(Lee and Kang, 2022). 또한, 이전에 발생하지 않은 수준의 다양한 기후위기에 적극적으로 대응하기 위해서는 기존의 재해위험뿐만 아니라 기후와 관련된 요소를 폭넓게 고려한 기후위험지도 구축이 필요하다.

본 연구에서는 이미 구축된 부처별 재해위험지도의 특징을 비교 분석해 향후 작성될 기후위험지도의 방향성에 대해 모색한다.

## 2. 재해위험지도 현황

본 연구에서는 부처별 소관 업무 중 재해에 대하여 취약성 및 위험도를 평가한 지도를 대상으로 하였다. ① 환경부 한강홍수통제소 홍수위험지도, ② 환경부 가뭄취약지도, ③ 산림청 산사태위험지도 ④ 산림청 산불취약지도, ⑤ 해양수산부 연안재해지도, 총 다섯 가지 지도가 비교분석 대상이다.

홍수위험지도는 「수자원의 조사/계획 및 관리에 관한 법률」 제7조에 의거하여 작성되며, 하천제방의 설계빈도를 초과하는 홍수가 발생하여 제방 붕괴, 제방월류 등 극한의 상황이 발생한다는 가정하에 하천 주변 지역의 침수 위험도를 나타낸 지도이다. 홍수위험지도는 하천범람지도와 도시침수지도로 구분하여 작성하고 있다.

가뭄취약지도는 「수자원의 조사/계획 및 관리에 관한 법률」 제7조, 같은 법 시행령 제5조 제2항과 제5항에 의거하여 작성되며, 해당 지역의 잠재적 가뭄 발생 가능성과 가뭄 발생 시 사회·경제적 피해 영향 정도, 피해를 줄일 수 있는 능력 등을 종합적으로 고려하여 취약성을 산출하고 이를 공간정보로 표출한 지도이다.

산사태위험지도는 「산림보호법」 제45조의2에 의거하여 산사태 예방을 위해 지형, 지질, 임상 등 9개 산사태 유발 인자를 분석해 전국 산지의 산사태 위험도 정보를 제공하는 지도이다.

산불취약지도는 「산불통합관리규정」 5조에 의거하여

지역별 산불취약지역의 특성을 고려한 예방 대책 수립 및 지속적인 위험관리 체계 구축에 도움을 주고자 산불 발생 시 피해위험을 평가한 지도이다(NIFOS, 2019).

연안재해지도는 「연안관리법」 제34조의2, 제34조의6에 의거하여 연안에서 자연재해에 노출되어 부정적인 영향을 받는 취약한 정도를 나타낸 지도이다(KHOA, 2015, 2022).

### 3. 연구 방법

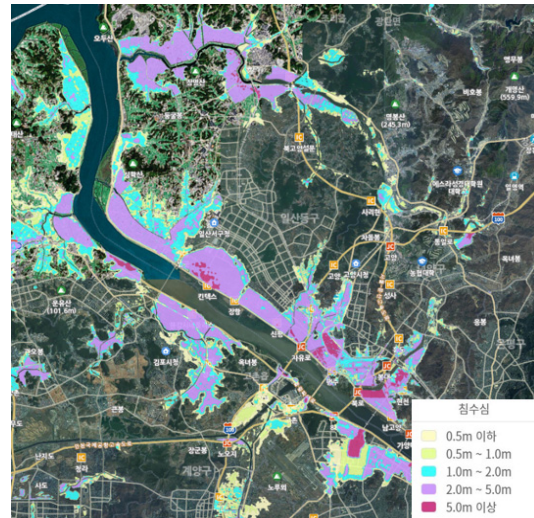
다섯 가지의 재해위험지도 특성을 비교하기 위하여 관련 선행연구, 보도자료, 연구기관 보고서를 검토하고, 자료가 충분하지 않은 경우에는 재해위험지도 담당자에게 관련 내용을 질의하여 확인하였다. 이를 바탕으로 ① 평가 방법 및 결과, ② 지도 갱신 주기, ③ 공간해상도, ④ 서비스 제공 현황, ⑤ 기후변화 시나리오 활용, 총 다섯 가지 기준에 따라 결과를 정리하였다.

### 4. 재해위험지도 비교분석 결과

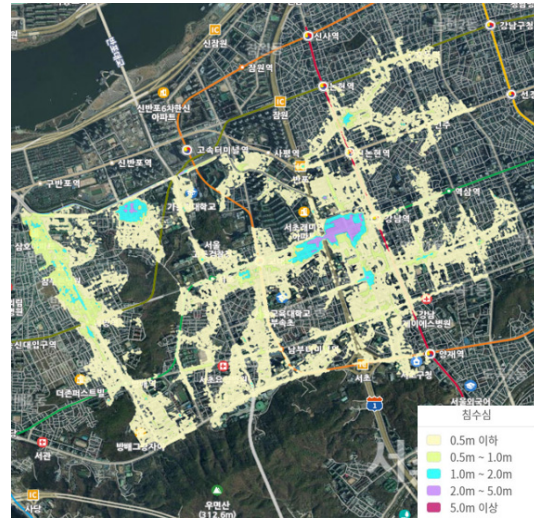
#### 4.1. 평가 방법 및 결과 비교

홍수위험지도는 홍수 발생 기작 및 홍수 규모에 대한 기상시나리오(유역 조건/홍수 규모/홍수 범람)를 활용하여 홍수 범람을 모의하여 결과를 평가한다. 이때 기상시나리오 오는 기초자료, 지형자료 등을 활용하여 작성한다. 홍수위험지도는 하천범람지도와 도시침수지도 두 가지로 구분된다. 하천범람지도는 외수 범람을 분석한다. 범람 흐름의 유형에 따라 1차원 부등류를, 도심지와 같은 2차원 계산 격자망을 이용하여 부등류를 해석한다(Jeon, 2021). 도시침수지도는 도시지역의 침수위험도를 평가한다. 이를 위하여 도시지역의 하수도시스템 및 지형지물을 고려한 도시유출해석모형(SWMM)과 침수분석모형(TUFLOW)을 활용한다(Jeon, 2021). 하천범람지도와 도시침수지도는 침수심을 기준으로 총 5등급으로 구분하여 평가 결과를 제시한다(Fig. 1).

가뭄취약지도는 IPCC 제4차 평가보고서에 기반한 취약성 지도이다(IPCC, 2007). “노출특성(기후요소) + 민감도(취약요소) - 적응능력” 산식을 활용하는 지표평가법으로 취약성을 분석한다. 노출특성(기후요소)은 가뭄빈도, 심도 등의 잠재적 가뭄 발생 확률과 관련한 지표로 구성되고, 민감도(취약요소)는 인구, 산업별 생산액 등의 사회



(a) Stream flooding map



(b) Urban flood inundation map

Fig. 1. Flood hazard map

\* source : Flood Hazard Map Information System

경제적 인자와 관련한 지표로 구성된다. 적응능력은 용수 공급능력 및 수자원 확보 계획 등의 물수급 안정성과 관련한 지표로 구성된다. 평가결과는 가뭄대응능력, 노출도, 민감도, 보조수원능력과 같은 주제도와 이를 종합적으로 산출한 취약성 지도로 구축된다. 주제도는 결과의 특성에 맞게 행정-유역변환비(인구비, 면적비)를 적용하여 가중산술평균을 통해 결과를 산출하고, 취약성 지도는 주제도의 값을 점수화 및 계수화하여 취약성을 평가한다. 모든 지도는 총 10개의 색 범례로 구분해서 지도를 작성하되, 취약성 지도는 총 5개 등급(매우 낮은 취약/낮은 취약/보통 취약/높은 취약/매우 높은 취약)으로 구분해 가뭄 취약도

를 산출하고 있다(Fig. 2).

산사태위험지도는 전국 산림의 산사태 발생 이력자료 (2천 개소)를 활용하여 로지스틱 회귀분석을 통해 인자별 영향력에 따라 가중치를 부여하여 산사태 발생확률을 평가한다. 다양한 산사태 발생 인자 중 영향이 큰 9개 인자 (임상, 경급(나무지름크기), 사면경사, 사면방위, 사면길이, 사면곡률, 모암, 토심, 지형습윤지수(TWI))를 산사태 위험지도의 입력자료로 활용하여 산사태 위험등급을 평가한다. 또한, 도로, 건물, 송전탑, 임도, 절성토, 풍력발전단지, 태양광발전단지, 체육시설(골프장, 스키장), 산사태 발생지, 산불피해지, 벌채지 등과 같은 인위적으로 변화된 지역을 보정 인자로 적용하여 산사태 위험도를 1~5등급으로 제공한다(Fig. 3).

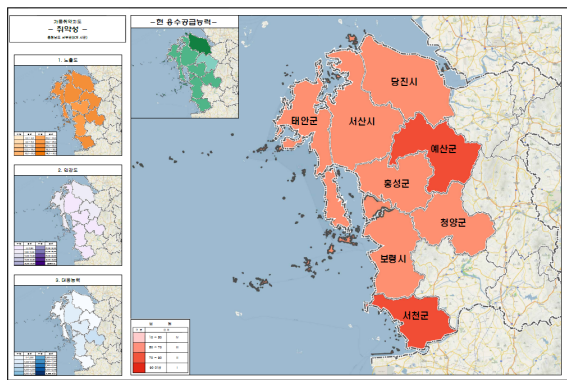


Fig. 2. Drought vulnerability map

\* source : National Drought Information Portal

산불취약지도는 산불 발생위험도와 산불 피해위험도의 값을 중첩해 점수화한 산불취약지수의 결과값을 통해 산불취약지역을 평가한다. 산불 발생위험도는 1991년부터 2017년까지 발생한 산불 위치정보를 Kernel 밀도함수 분석기법으로 평가한다(NIFOS, 2019). 산불 피해위험도는 국내외 문헌조사를 통해 주요 취약성 지표를 도출하고, 이를 공간정보로 구현한 후 지표별로 가중치를 부여해 위험도를 산출한다. 지표는 크게 사회·경제적 지표(5개), 생태적 지표(3개), 산불위험관련 지표(1개)로 구성되고, 가중치는 시설의 중요도에 따라 산출하였다(NIFOS, 2019). 위에서 얘기한 산불 발생위험도와 산불 피해위험도의 결과를 중첩해 산불취약도를 계산하고 결과는 A(상위 0~10%), B(상위 10~30%), C(상위 30~60%), D(상위 60~100%)로 구분하여 지도를 도출하고 있다(NIFOS, 2019, Fig. 4).

연안재해지도는 연안재해취약지도와 연안재해위험지도로 구분하여 평가하고 있다. 연안재해취약지도는 IPCC 제4차 평가보고서에 기반한 취약성의 개념 틀을 기반으로 구성하되(IPCC, 2007), IPCC에서는 포함되지 않은 환경 상태와 기후변화의 영향을 포함하여 그 영향을 적응 및 대응 방안 구축 시 고려하도록 재구성하였다(KHOA, 2022). 이를 바탕으로 연안재해노출지수(CODI, COastal Disaster Index)와 연안민감도지수(COSI, COastal Sensitivity Index)의 합수로 평가되는 연안재해영향지수(CPII, Coastal Potential Impact Index)를 최종지수로 하여 취약성을 평가

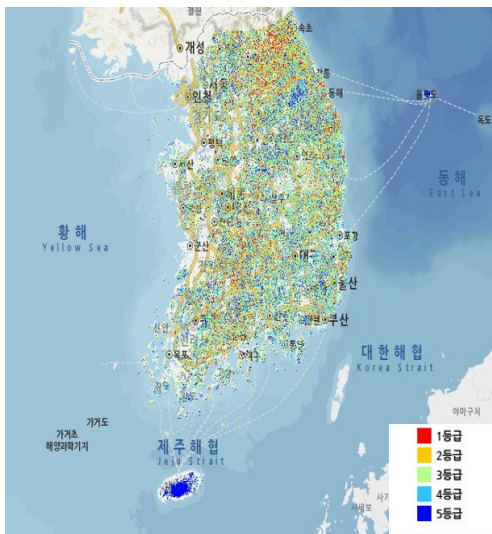


Fig. 3. Landslide hazard map

\* source : Forest Spatial Information Service

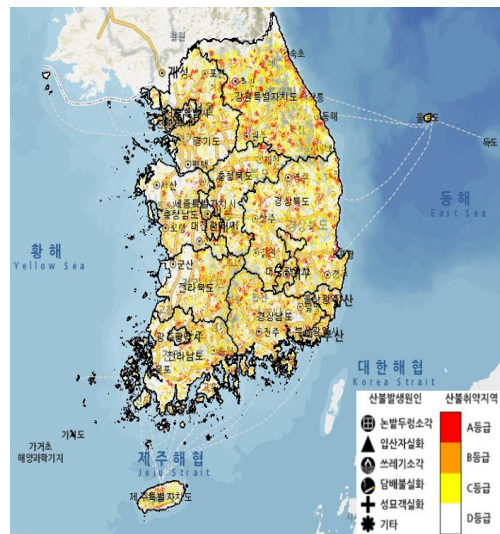


Fig. 4. Forest fire vulnerability map

\* source : National Fire Vulnerability Forecasting System

한다(KHOA, 2022). 평가 결과 CODI, COSI, CPII 모두 1~5까지의 5개 등급으로 구분한다(KHOA, 2015, Fig. 5). 연안재해위험지도는 IPCC 제5차 평가보고서의 기후변화 리스크 개념을 준용하여 평가하기 위한 체계를 2021년부터 개발 중이다(IPCC, 2014).

**4.2. 지도 갱신 주기**

본 연구에서 분석하는 5개의 지도 중 가뭄취약지도와 연안재해지도는 갱신 주기가 명확하게 제시되어 있었다. 가뭄취약지도는 물 관련 상위계획과의 연계를 고려하여 10년을 주기로 제작함을 원칙으로 하되, 5년마다 타당성을 검토하여 필요한 경우 변경될 수 있다. 연안재해지도는 연안재해 저감대책 수립을 위해 매년 조사 및 평가한다. 그 외 재해위험지도는 작성 주기가 명시되어 있지 않았다. 이는 국내에는 재해위험지도 관련 법과 구체적인 재해위험지도 수립 절차가 확립되지 않아 갱신 주기가 명확하게 명시되지 않은 것으로 확인되었다(Kim et al., 2017).

**4.3. 공간해상도**

본 연구에서 다루는 다섯 개의 재해위험지도 모두 행정 구역 단위로 평가 결과를 제공하고 있다. 홍수위험지도(하천범람지도/도시침수지도), 가뭄취약지도, 산사태위험지도, 산불위험지도는 읍면동, 연안재해지도는 연안 인근의

시군 단위로 결과를 제시한다.

또한, 홍수위험지도 중 하천범람지도와 가뭄취약지도는 유역단위로도 평가 결과가 제공된다. 하천범람지도는 국가하천과 지방하천, 가뭄취약지도는 중권역을 기준으로 결과를 제공한다.

**4.4. 서비스 제공 현황**

홍수위험지도는 환경부 홍수위험지도 정보시스템(<http://floodmap.go.kr/public/publicintro.do>)을 통해 별도의 신청 없이 대국민에게 자료가 제공된다. 제작이 완료된 지역에 대한 지도는 확인할 수 있으나, 제작이 완료되지 않아 자료가 제공되지 않는 지역이 존재한다.

가뭄취약지도는 국가가뭄정보포털(<http://drought.go.kr>)에서 관련 법령, 취약성 평가 방법 등 제작과 관련한 정보는 제공하고 있지만, 가뭄취약지도는 자료 구축 중으로 제공하고 있지 않다.

산사태위험지도는 산림청 산림공간정보서비스(<http://map.forest.go.kr>), 산불취약지도는 산림청 국가산불위험예보시스템(<http://forestfire.nifos.go.kr>)에서 관련 정보를 별도의 신청 없이 대국민에게 제공하고 있다. 전국에 대하여 산사태위험지도 및 산불취약지도를 확인할 수 있다.

연안재해지도는 연안재해 취약성 평가체계 CDAS(KHOA, 2023)에서 제공하고 있다. 자료는 연안재해 적응대책 수립 담당 공무원에게만 제공하고 있으며, 담당 기관에 별도 문의 후 회원가입을 하면 자료를 확인할 수 있다. 취약성 평가 자료는 동·서해안 27개 지자체와 남해안 27개 지자체를 통틀어 총 54개 연안의 평가 결과를 확인할 수 있다.

**4.5. 기후변화 시나리오**

본 연구에서 살펴본 다섯 가지의 재해위험지도 중 기후시나리오를 활용하여 미래 기후변화에 따른 재해의 취약성 및 위험도를 평가한 지도는 없다.

**5. 논의 및 결론**

본 연구에서는 이전에 발생한 적 없는 기후위기에 적극적으로 대응하기 위하여 기존 재해위험지도의 특징을 평가 방법 및 결과, 지도 갱신 주기, 공간해상도, 서비스 제공 현황, 기후변화 시나리오 활용으로 구분하여 비교분석하였다(Table 1).

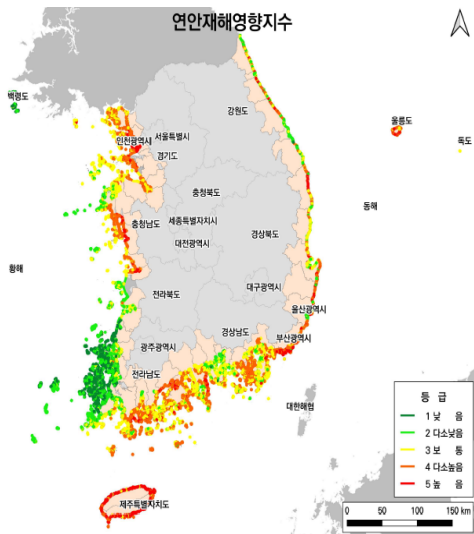


Fig. 5. Coastal disaster vulnerability map of CPII  
\* source : KHOA, 2015

Table 1. Comparison of natural hazard maps prepared by various ministries

Index	Flood Hazard Map		Drought vulnerability map	Landslide hazard map	Forest fire vulnerability map	Coastal hazard map
	Stream flooding Map	Urban flood inundation map				
Method	Uses 1D inequality flow and 2D calculation grid network	XP-SWMM (SWMM + TUFLOW)	Exposure + Sensitivity - Adaptive Capacity	Logistic regression	Overlay values of forest fire hazard and forest fire damage hazard	Vulnerability : CODI, COSI, CPII RISK: hazard x exposure x vulnerability
Result	Grade 5		Thematic map: Color Index Vulnerability map: Grade 5	Grade 5	Grade 4	Grade 5
Regeneration interval	x	x	10 Year (Validity review every 5 years)	x	x	Every year
Spatial resolution	River of State-Local /Eup-Myeon-Dong	Eup-Myeon-Dong	Eup-Myeon-Dong /Medium Influence Areas	Eup-Myeon-Dong	Eup-Myeon-Dong	Si-Gun-Gu
Service	Open		Not open	Open	Open	Available after application by responsible civil servant
Climate change scenario	x	x	x	x	x	x

부처별 재해위험지도의 특징은 다음과 같다. 첫 번째, 정부 부처별로 다양한 재해에 대하여 취약성 및 위험도를 평가한 지도를 구축함에도 불구하고, 지도별로 최종 산출물의 형태가 상이하다. 그러므로 취약성 및 위험도에 대한 직접적인 비교가 어렵다. 최근 들어 재해가 복잡해지고 대형화되는 경향이 있어 재해 발생지역 외, 주변 지역에도 영향을 미칠뿐더러, 복구 기간도 장기화하여 다양한 간접피해가 발생하는 등의 복합재난으로 악화할 가능성이 높다(Shin, 2020). 그러므로 기후위험 요인별 위험도에 대한 종합적인 평가 및 이미 작성된 재해위험지도와의 연계가 필요하다. 두 번째, 재해위험지도는 자료 및 지도의 갱신 주기가 명시되어 있지 않은 경우가 대부분이었다. 일반적으로 지도는 완전성, 위치 정확도, 논리적 일관성, 주제 정확성 및 시간 정확성을 준수해야 한다(Park et al., 2020). 최신자료를 반영한 지도 작성을 고려할 때 갱신주기가 명확하지 않은 자료는 활용에 제약이 있을 수 있다. 그러므로 자료제공 시 자료의 갱신주기를 명시할 필요가 있다. 세 번째, 대부분 지도가 행정구역 및 유역 단위로

결과를 제공하고 있다. 그러나 유역 및 행정구역 단위의 자료로는 지역의 현황을 상세하게 보여주지 않아, 지자체에서 직접 활용하기에 한계가 있다(Son, 2022). 특히 우리나라는 좁은 공간에 상대적으로 많은 건축물과 시설들이 공존해 있어(Park et al., 2022), micro-scale에서 기후, 대기 등이 어떻게 변화하는지 파악하는 것이 중요해지고 있다(Ahn et al., 2016; Oke, 2004). 이에 전체적인 특성을 파악하기 위해서는 공간적으로 상세화된 자료가 필요하다(Hong, 2022). 네 번째, 작성된 재해위험지도의 공개 대상의 범위가 다르고, 관련 정보가 개별로 제공되므로 활용에 제약이 있다. 대국민에게 제공하는 지도도 있지만, 자료를 제한적으로 제공하는 지도도 있다. 또한, 대국민 서비스를 진행하고 있음에도 재해위험지도 구축 유무를 모르거나, 정보가 산재되어 있어 필요한 자료를 적절하게 제공받지 못한다(Kim, 2023). 지도의 활용도를 높일 수 있게 대국민 공개 정보를 늘려야 하며, 관련 정보를 일원화된 창구에서 제공하기 위한 방안 마련이 필요하다. 마지막으로, 기후 시나리오를 활용하여 미래 기후변화에 따

른 재해 취약성 및 위험을 고려한 지도는 없다. 기후변화 시나리오는 단순히 미래를 예측하는 것이 아닌 광범위하게 발생할 수 있는 모든 범위의 미래를 고려하여 신뢰할 수 있는 의사결정을 위해 필수적이므로 이를 적용한 지도 구축이 필요하다(KMA, 2023b).

본 연구에서 재해위험지도의 비교·분석을 통해 새롭게 작성될 기후위험지도의 방향성을 도출한 시사점과 제언은 다음과 같다. 첫 번째, 기후위험 요인별 위험도를 종합적으로 대응하기 위해서 이미 작성된 재해위험지도와 기후위험지도의 연계가 필수적으로 고려되어야 할 것이다. 두 번째, 적응주체의 활용성 확대를 위해서는 지도 및 활용되는 DB의 주기적인 갱신이 필요하다. 세 번째, 행정구역 및 유역 단위보다 고해상도 기후위험지도 구축이 필요하다. 네 번째, 기후위험지도의 활용도 제고를 위해서는 대국민을 대상으로 하나의 플랫폼을 통한 자료 제공이 필요하다. 다섯 번째, 기후변화 시나리오(RCP/SSP)를 적용한 기후위험지도 제작이 필요하다. 마지막으로 제3차 국가 기후위기 적응 강화대책에 기후위험지도 구축이 언급되어 있음에도 이에 대한 명확한 정의가 없어 부처별 재해위험지도와 혼란을 줄 수 있어 기후위험지도 작성 시 개념 및 정의를 내리는 것이 필요하다.

본 연구에서 제안한 방향성을 고려한 기후위험지도가 제작된다면, 미래 폭염, 한파, 홍수, 가뭄, 태풍 등의 재해 발생 가능성이 높은 지역 탐지 및 해당 지역에 대한 취약성과 위험도 정도를 파악할 수 있을 것이다. 또한, 기후위험지도를 활용하여 지자체에서는 기후변화에 따른 위험도가 높은 곳에 재정을 투입해 사전 예방 조치를 취할 수 있을 것이다. 마지막으로 기후위험지도를 기반으로 지자체에서 장기 기후위기 적응대책이 수립된다면 미래 기후위험을 선제적으로 예방할 수 있을 것이며, 효과적인 적응 기반을 구축할 수 있을 것이다.

## 사사

본 논문은 환경부의 재원으로 국립환경과학원의 지원을 받아 수행하였습니다(NIER-2022-01-02-148).

## References

Ahn SM, Kim SJ, Lee HC. 2016. A study on the urban area microclimate management direction. Anyang,

Korea: Korea Research Institute for Human Settlements.

BBC. 2021. Why North America's killer heat scares me; [accessed 2023 Sep 27]. <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-57729502>

Clark GE, Moser SC, Ratick SJ, Dow K, Meyer WB, Emani S, Weigen J, Kasperson JX, Kasperson RE, Schwarz HE. 1998. Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms: The case of Revere, MA., USA. *Mitig Adapt Strateg Glob Chang* 3(1): 59-82. doi: 10.1023/A:1009609710795

Cooperative Multi-ministry. 2023. The 3rd national climate crisis adaptation measures for strengthen(2023~2025). Sejong, Korea: Ministry of Environment.

Flood Hazard Map Information System; [accessed 2023 Oct 16]. <http://floodmap.go.kr/public/publicIntro.do>

Gasper R, Blohm A, Ruth M. 2011. Social and economic impacts of climate change on the urban environment. *Curr Opin Environ Sustain* 3(3): 150-157. doi: 10.1016/j.cosust.2010.12.009

Han WS, Pyo HJ. 2022. Implementation of safe land in response to climate change disaster. Sejong, Korea: Korea Research Institute for Human Settlements. KRIHS Issue Report No. 59.

Hong JG. 2022. Climate crisis and city. Daejeon, Korea: Korea Institute of Energy Research. Below 1.5°C No. 3. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Summary for policy makers. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE (eds). Climate change 2007: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. p. 7-22.

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects: Working group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change fifth assessment report. Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9781107415379
- Jeon JB. 2021. Flood risk map preparation technology. *Water Future* 54(8): 15-27.
- Kim CY. 2023 Jul 18. The government released a flood map two years ago, but... 3 out of 10 local governments are not used. *Seoul Economy*.
- Kim S, Kim M, Kim C, Lee, S. 2017. Study on urban policies toward the effective disaster prevention. *J Korean Soc Saf* 32(2): 124-131 (in Korean with English abstract). doi: 10.14346/JKOSOS.2017.32.2.124
- Korea Forest Service. 2023. Forest spatial information service; [accessed 2023 Sep 7]. <https://map.forest.go.kr/forest/?systype=mapSearch&searchOption=landslide&longitude=14180192.1832882&latitude=4350576.8953995&scale=6>
- KHOA (Korea Hydrographic and Oceanographic Agency). 2015. Establishment costal disaster vulnerability assessment system(CDAS). Busan, Korea: Author.
- KHOA (Korea Hydrographic and Oceanographic Agency). 2022. Costal disaster vulnerability(risk) assessment and maintenance. Busan, Korea: Author.
- KHOA (Korea Hydrographic and Oceanographic Agency). 2023. Coastal Disaster Assessment System (CDAS); [accessed 2023 Sep 8]. <http://www.khoa.go.kr/cdas/cdasweb/CDAS/page/pageService.do?id=main>
- KMA (Korea Meteorological Administration). 2023a. Weather data service: Temperature·humidity·sensory temperature trend; [accessed 2023 Sep 27] <https://data.kma.go.kr/climate/windChill/selectWindChillChart.do?pgmNo=111>
- KMA (Korea Meteorological Administration). 2023b. Climate policy; [accessed 2023 Oct 16]. <https://www.weather.go.kr/w/obs-climate/climate/climate-change/climate-change-scenario.do>
- Lee DH, Jun KW, Kim ID. 2021. A study on the production of flooding maps in small stream. *J Korean Soc Disaster Secur* 14(2): 51-59 (in Korean with English abstract). doi: 10.21729/ksds.2021.14.2.51
- Lee SM, Kang DH. 2022 Aug 12. Even though it is a flooded area, there is no indication... Life safety guidance that cannot play its original role. *Seoul Economy*.
- Ministry of Environment. 2023. Flood risk map information system; [accessed 2023 Oct 16]. <https://floodmap.go.kr/public/publicIntro.do>
- Myung HN. 2023. Health adaptation to climate crisis in the community and its implications for policy. *Health Welf Forum* 320: 50-65 (in Korean with English abstract). doi: 10.23062/2023.06.5
- National Drought Information Portal. 2023. National drought information; [accessed 2023 Oct 16]. <https://www.drought.go.kr/menu/m30/m37.do>
- National Fire Vulnerability Forecasting System; [accessed 2023 Oct 16]. <https://forestfire.nifos.go.kr/main.action>
- NRC (National Research Council). 2007. Successful response starts with a map: Improving geospatial support for disaster management. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Oke TR. 2004. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites (Report No. 81). Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization. WMO/TD No. 1250.
- Park JY, Seo MS, Yoo HH, Lee DG, Lee JW. 2022. A study on the spatial interpretation of heat-concentrated areas according to urban spatial structure. *J Korean Soc Geospat Inf Sci* 30(3): 25-35 (in Korean with English abstract). doi: 10.7319/kogsis.2022.30.3.025
- Park YK, Kim BJ, Kang WP, Cho SS. 2020. Development of the HD map updating test system for autonomous vehicles. *J Digit Contents Soc* 21(12): 2143-2149 (in Korean with English abstract). doi: 10.9728/dcs.2020.21.12.2143
- Preston BL, Brooke C, Measham TG, Smith TF, Gorddard R. 2009. Igniting change in local government: Lessons



- learned from a bushfire vulnerability assessment. *Mitig Adapt Strateg Glob Chang* 14(3): 251-283. doi: 10.1007/s11027-008-9163-4
- Preston BL, Yuen EJ, Westaway RM. 2011. Putting vulnerability to climate change on the map: A review of approaches, benefits, and risks. *Sustaina Sci* 6(2): 177-202. doi: 10.1007/s11625-011-0129-1
- Shin JD. 2020. Urban complex disasters and disaster management maps are used to prevent them. *Plan Policy*. 464. 112-113. KRIHS.
- Son JS. 2022. Principles of production and application of national land indicators. *Proceedings of the Korea Geographical Society Annual Conference; 2022 Oct 25~Oct 28; Chanwon Convention Center. Chanwon, Korea: The Geological Society of Korea.*
- Sugathapala KC, Munasinghe DS. 2019. Risk mapping as a tool for disaster risk reduction in urban areas of Sri Lanka. Colombo, Sri Lanka: National Building Research Organisation.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2004. Application of methods and tools for assessing impacts and vulnerability, and developing adaptation responses. Background paper by the UNFCCC Secretariat. Bonn, Germany: Author. FCCC/SBSTA/2004/INF.13.