

Classification of Vulnerable Communities by Natural Hazards Type Considering Climate Change Scenarios and Social Characteristics

Dal Byul Lee¹⁺, Hye Min Na²

¹ Department of Fire Administration, Dong-eui University, Busanjin-gu, Busan, Korea

² Department of Urban Engineering, Pusan National University, Geumjeong-gu, Busan, Korea

Abstract

In Korea, Natural Hazards Management Act and Comprehensive City Plans fail to consider the danger from future natural hazards and social characteristics in the community, which makes it difficult to establish actual and sustainable mitigation policies. This study aims to classify vulnerable communities according to the types of natural hazards (rainfall, wind, snow and storm) considering both climate change and social characteristics. The results show that vulnerable communities against the past natural hazards are different from those against the future hazards which are expected to create an impact on more communities. In addition, many vulnerable communities have characteristics of high social vulnerability and low social capacity. Thus, local governments would need to develop various policies tailored to social characteristics in the community in response to future natural hazards.

Key words: natural hazards, climate change, social vulnerability, social capacity, community classification

1. 서론

최근 기후변화로 인해 갑작스러운 폭우나 대설로 인해 피해를 입는 지역이 증가하고 있으며 불확실한 자연재해 발생 빈도와 강도가 증가하고 있는 추세이다. 2014년 2월에는 경주에서 폭설로 인해 75cm의 적설량으로 하중을 견디지 못한 리조트 강당이 붕괴되는 사건이 발생하였다. 부산에서는 2014년 8월, 금정구에서만 시간당 245mm의 기록적인 폭우로 대피하지 못한 4명이 숨지고, 주거지역 일대가 침수되는 상황이 발생하였다. 기후변화로 인해 예상치 못한 기습·기록적인 자연

재해로 인구가 집중된 도시에서 인명피해가 발생하고 경제적 손실이 커지고 있다.

우리나라에서는 자연재해에 대처하기 위해 지역별 풍수해저감종합계획을 수립하고 있으며 재해별 위험지구를 선정하여 저감대책을 논의하고 있다. 또한, 기후변화에 대응하기 위한 방안으로 지역별 재해취약성 평가를 실시하고 있으며, 도시·군 기본계획과 관리계획에 이를 반영하도록 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 의해 지정하고 있다. 그러나 풍수해저감종합계획에서는 과거 재해이력을 기준으로 방재기준에 미달되는 지역을 대상으로 저감대책을 집중적으로 수립하는 반

⁺ Corresponding author: Dal Byul Lee, Tel. +82-51-890-4293, Fax. +82-505-182-6850, e-mail. moon@deu.ac.kr

면, 미래의 기후변화에 의한 자연재해 증가 및 이로 인한 피해 확대에 대한 정책 대안을 제시하지 못하고 있다(Korea Ministry of Government Legislation, 2013). 재해취약성 평가는 기후변화 시나리오에 의한 재해 취약지역은 평가하지만 지역이 가진 사회적 특징을 반영하지 못한 점을 알 수 있다.

따라서 기후변화로 인한 불확실성이 증가함에 따라 지역별로 취약한 재해에 따라 다양한 예방, 대비 및 대응이 필요하며 지역이 가진 특성에 적합한 방재계획을 수립할 수 있는 방안이 요구된다. 기후변화에 따른 자연재해에 효과적으로 대응하기 위해, 먼저 과거뿐 아니라 미래 재해에 취약한 지역을 파악하고, 취약지역의 사회적 특성에 따라 지역을 유형화하여 지역 특성에 따른 다양한 대응 정책을 수립하는 것이 우선적인 과제라고 할 수 있다.

이에 이 연구에서는 과거 재해이력 및 기후변화 시나리오에 의한 미래 재해 위험성을 기반으로 재해 유형별 취약지역을 파악하고, 이들 지역을 사회적 취약성 및 사회적 역량에 따라 유형화하여 지역 특성을 고려한 방재정책 수립의 기반을 제공하는 것을 목적으로 한다.

II. 선행연구

1. 기후변화 대응

전 세계적으로 불확실한 기후변화에 대응하기 위한 정책과 범지구적인 조약 및 협약을 통해 자연재해로부터의 피해를 저감하기 위한 노력이 진행 중이다. 그 일환으로, 지역 특성을 고려한 정책을 수립하는 것이 기후변화 대응적 차원에서 저감, 적응 및 지속가능한 개발을 위한 중요한 연결고리 역할을 할 수 있다는 인식이 증가하고 있다(Biesbroek, *et. al.*, 2009). 특히 이러한 계획은 기후변화에 대응할 수 있는 핵심적 역할을 수행하며 기후변화에 대한 적합한 계획은 지속가능한 커뮤니티를 위해서 필수 불가결한 요소로 여겨지고 있다(Davoudi, *et. al.*, 2009; Davoudi, *et. al.*, 2010). 이에 따라 각 나라별로 미래 자연재해로부터의 피해를

저감하는 목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 세부 실행계획을 수립하고 있다.

기후변화로 인한 자연재해는 피해지역에 건물 및 사회간접자본의 붕괴 등 물리적인 영향뿐만 아니라 인명 피해 및 갑작스런 지역변화 등 사회적인 영향을 미친다(French, *et. al.*, 2010; Masterson, *et. al.*, 2014). Masterson, *et. al.*(2014)의 '재해영향모델(The Disaster Impacts Model)'은 커뮤니티의 특성에 따른 재해별 특징과 영향을 시간에 따라 예측하고 이에 대응하기 위한 계획의 역할에 대한 기본 개념을 제시한다. 자연재해에 대응하기 위한 재해 발생 전·재해당시·후의 모든 과정에서 계획이 적절한 역할을 수행하도록 설계되었으며, 이를 보다 체계적으로 운영하기 위한 가이드라인을 제시한다.

재해영향모델에서 확장하여 기후변화에 대응하기 위한 전략 중에서 중요하게 고려되어야하는 부분은 전략적 지역 정책이다(Davoudi, *et. al.*, 2009; Masterson, *et. al.*, 2014). 기후변화의 영향이라도 지역의 다양한 요소에 의해 각각 다른 결과로 나타날 수 있기 때문에 '장소 중심적인 접근'이 필요하다는 것이다(Kim, *et. al.*, 2013). 이는 기후변화에 효과적으로 대응하기 위한 특정 지역의 정책은 그 지역의 특성을 반영함을 의미한다.

또한, 기후변화 대응에 있어서 유사한 취약성을 지닌 지역이라도 지역별 방재역량에 따라 다양한 접근방법을 모색해야 한다. 방재역량은 레질리언스(Resilience)라고 불리는 회복력의 개념이다. 자연재해와 관련된 레질리언스의 개념은 예상치 못한 재해 발생 후, 재해 이전의 상태로 회복하는 능력이라고 정의되어진다(Masterson, *et. al.*, 2014). Peacock, *et. al.*,(2011)에 의하면 지역단위에서의 레질리언스는 사회 시스템의 역량을 의미하며, 공동체와 사회를 구성하는 요소로, 자연재해에 대한 영향을 줄이고 흡수하는 능력, 미래의 취약성을 줄일 수 있는 적응 전략이라고 정의하였다. 또한, 지역사회에서 사회적, 정치적, 경제적 영향력과 관습을 그 사회에서 취약성이라고 보며, 이 요소들

에 따라 재난의 위험과 레질리언스는 다르게 나타난다(Naim, *et. al.*, 2012; Oliver-smith, 2004). 취약성과 레질리언스는 재해의 이전과 이후에 각각 나타나는 요소이지만 재해 발생 이전으로 돌아가려는 복구과정에서 취약성을 감소시킬 수 있다는 점에서 상호 보완적이라 할 수 있다(Zakour & Gillespie, 2013). 따라서 기후변화로 야기되는 자연재해로부터 안전한 지역을 만들기 위해서는 지역이 가진 취약성의 요소뿐 아니라 취약성을 보완할 수 있는 방재역량요소를 함께 고려하여야 한다.

2. 재해취약지역 선정

우리나라에서 재해취약지역을 선정해 관리하는 방법에는 풍수해저감종합계획 수립을 통한 시·군·구 단위에서의 정책과 도시 기후변화 취약성 분석을 통한 도시계획 수립방향 제시 방법이 있다. 풍수해저감종합계획은 풍수해의 예방과 저감을 위하여 「자연재해대책법」에 따라 시·도 및 시·군·구가 수립해야 하는 계획이다. 풍수해저감종합계획은 지역 단위로 실시되는 종합계획으로 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 광역도시계획, 도시·군기본계획, 도시·군관리계획 수립 시 반영하도록 법으로 규정되어있다. 이 계획에서 풍수해 위험후보지 선정기준은 과거의 이력과 주민설문, 대응이 불가능한 후보지를 대상으로 잠재적 위험을 평가한다. 재해 유형별 기초자료를 통해 정량적 분석을 실시하면서 설문조사 및 현장답사를 통해 정성적 평가로 위험 지구를 선정해 관리하고 있다. 하지만 현재 풍수해저감종합계획의 세부수립기준에서는 미래에 해당 지역에서 발생할 수 있는 기후변화로 인한 재해의 위험성을 반영하지 못하고 있다(Korea Ministry of Government Legislation, 2013).

Korea Ministry of Public Safety and Security (2013)에서 발표한 도시 기후변화 재해 취약성 분석은 기후변화에 대응하기 위해 재해취약성평가를 현재와 미래로 분류하여 실시하고 있다. 또한, 기후변화 등급을 기준 삼아 지자체별로 상대 평가하여 재해취약지역

을 선정한 뒤 방재계획에서 적용하는 매뉴얼을 제시하고 있다. 그러나 재해 취약성 분석을 실시한 뒤 계획의 수립 방향을 제시하고자 했음에도 불구하고 재해에 취약한 정도를 정량적으로 측정하였고, 취약성 평가과정에서 인구지표만 사용하여 지역의 사회적 취약성을 나타낼 수 있는 다양한 지표들을 사용하지 않고 있다. 현재와 미래의 도시민감도에 대한 자료는 과거 데이터의 분석만으로 이루어져 기후변화 시나리오에 의한 재해별 피해양상이 커지게 만드는 영향을 고려하지 못하여 재해취약지역의 특성을 파악할 수 없다. 또한, 재해 취약성 평가는 지역이 가진 방재역량에 대한 고려가 없어 취약성에 대처할 수 있는 능력을 반영하지 못하고 있는 실정이다.

III. 연구방법 및 자연재해 피해 현황

1. 연구방법

기후변화 대응을 위한 정책 수립과 지역 단위에서의 방재역량 및 재해취약성 평가의 중요성과 관련한 선행 연구를 바탕으로 우리나라에서 현재 실시되고 있는 지역별 재해취약지역의 방재대책의 미비한 점을 살펴본다. 본 연구에서는 이들 정책과 차별화되는 두 가지를 제시하고자 한다. 먼저 풍수해저감종합계획에서 반영하지 못한 기후변화 시나리오를 고려하여 자연재해의 유형별(강우, 강풍, 강설, 폭풍우) 재해취약지역을 선정한다. 이 과정에서 물리적, 사회적 취약성 등의 다양한 요소를 반영하여 지역을 유형화한다. 두 번째로는 풍수해저감종합계획 및 도시계획에서 재해취약성평가 시 고려하지 못한 방재역량에 대한 사회적 지표를 반영하여 지역의 취약성을 구분한다.

재난 후 지역의 복원탄력성과 관련한 많은 연구들에 따르면, 그 지역의 인구구성, 특히 재해약자로 분류되는 인구의 비율이 재해 취약성뿐 아니라 재난의 피해를 극복하는 데 중요한 요인으로 작용한다(Lee, 2012; Pais & Elliott, 2008). 또한, 사회경제적 피해를 효과적으로 복구하여 재난 이전의 상태를 회복하는 데 있어

지방정부의 재정적 역량 및 지역 공동체의 결속력이 중요한 역할을 하는 것으로 분석되었다. 따라서 재해유형별 취약지역이 사회취약성과 사회역량을 기준으로 어떻게 분류되는지를 살펴보고자 한다.

전국 시·군·구를 기본 단위로 하여 과거 6년간(2007~2012년) 자연재해유형별 평균 피해액과 미래 기후변화 시나리오 RCP 4.5를 활용한 확률강우량, 확률 적설량, 기본 풍속도의 자료를 사용하여 4가지 자연재해유형별(강우, 강풍, 강설, 폭풍우) 재해취약지역을 선정하였다. 이 취약지역을 사회적 취약성과 사회적 역량을 기준으로 4가지 유형으로 분류하였다. 사회적 취약성을 나타내는 지표로는 65세 이상 인구, 5세 미만 인구, 여성가장 인구 비율, 장애인 비율, 외국인 비율, 기초생활수급자 비율을 선정하였으며 사회적 역량을 나타내는 지표에는 시민단체 수와 재정자립도를 선정하였다. 사회적 취약성지표는 선행연구와 요인분석 시 포함되었던 지표 중에서 빈도수가 높게 포함된 지표를 고려하였다.

2. 자연재해 유형별 피해 현황

Korea Ministry of Public Safety and Security (2012)에 따르면(〈Figure 1〉의 (1) 참조), 2007년부터 2012년까지 강우에 의한 총 피해액은 총 10억여 원이었다. 2007년 강우 피해액이 약 39백만 원이었으나 차차 증가하여 2011년 5억2천만 원의 피해액이 발생하였고, 그 후 2012년에는 피해액이 급격히 감소하였다. 전국 시·군·구 지역 중 피해액이 가장 많은 지역은 경기도 포천시로 6년 평균 강우 피해액이 1억여 만 원이었고, 경기도 연천군이 7천5백만 원으로 그 뒤를 이었다. 강우 위험성이 특히 높은, 상위 10위까지의 지역 중 경기도에 위치한 지역이 7개 지역(포천시, 연천군, 광주시, 파주시, 양주시, 가평군, 양평군)을 차지하였고, 경기도를 제외한 지역 중 가장 큰 강우 피해를 입은 지역은 전북 완주군, 경북 봉화군, 경남 하동군이었다. 상위 30위 지역 중에서도 경기도에 속한 지역은 12곳으로 전체의 40%를 차지하였다. 이는 2011년 집중호우의 피해가 경기지역에 집중되어 약 3억 원의 피해액이 발생되었기

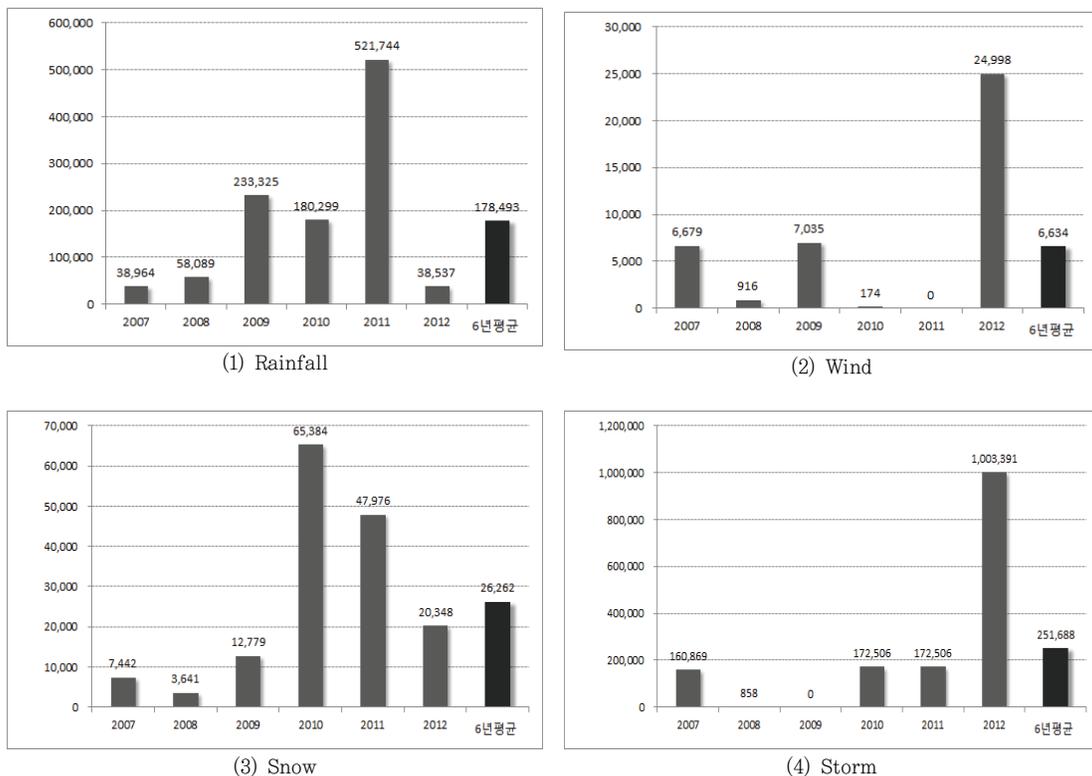


Figure 1. Changes of damages from natural hazards between 2007 and 2012 (₩1,000)

※ Source: Korea Ministry of Public Safety and Security(2012).

때문이다.

2007년에서 2012년 사이 우리나라에서 발생한 강풍에 의한 피해액의 변화 추이를 보면(〈Figure 1〉의 (2) 참조), 2~3년에 한 번꼴로 크고 작은 피해가 발생하는 것으로 나타났다. 강풍으로 인한 피해를 가장 많이 입은 지역은 충남 서천군과 제주도의 제주시가 각각 매년 평균 피해액 1백여 만 원과 74만 원으로 가장 순위가 높은 것으로 나타났다. 그 외 지역은 피해액에 있어 큰 차이를 보이지 않고 있다. 강풍 피해 위험이 높은 지역 중 많은 지역이 해안과 접해 있거나(충남 서천군, 제주도 제주시, 전남 해남군, 전남 진도군, 인천 강화군, 전북 군산시 등) 산악지대에 위치하고(경북 예천군, 경남 산청군, 경남 하동군 등) 있다.

강설의 경우 2010년 이후로는 피해액이 이전에 비해 증가하는 경향을 보인다(〈Figure 1〉의 (3) 참조). 강설의 경우, 강원도 강릉시가 6년간 평균 피해액이 2백 여 만원으로 가장 취약하고, 전남 영암군과, 경북 포항시, 강원 삼척시, 충북 청원군, 경북 울진군이 평균 피해액이 1백만 원 이상으로 그 뒤를 따르고 있다. 피해액 규모 상위 30위까지의 지역의 대부분은 경남을 제외한 전국 곳곳의 도시화가 상대적으로 더딘 지역들을 포함한다. 특이한 점은 부산 강서구가 7위로 강설에 가장 취약한 지역 중 하나라는 사실이다. 이는 이 지역이 평균 강설량이 작아 이에 대비한 시설이나 설비가 제대로 갖춰져 있지 않은 상황을 반영한 것으로 보인다.

2007년에서 2011년 사이 우리나라는 폭풍우로 인한 피해를 크게 겪지 않았으나 2012년 파괴적인 폭풍우에 의해 10억 원의 피해가 발생하였다(〈Figure 1〉의 (4) 참조). 6년간 폭풍우로부터 가장 영향을 많이 받은 지역은 제주도의 제주시, 충남 서산시, 전남 완도군, 충남 태안군 등이다. 이 시기의 폭풍우 피해는 위에서 언급한 바와 같이 태풍 볼라벤과 산바의 영향이 컸다고 할 수 있다. 특히, 태풍 볼라벤이 이례적으로 서해안을 따라 북상하여, 서해안에 위치한 지역의 피해액이 상대적으로 컸던 것으로 나타났다.

IV. 자연재해 유형별 위험도 및 사회적 특성을 기준으로 한 지역 분류

1. 자연재해별 위험도에 따른 취약지역

〈Figure 2〉는 재해유형별 취약지역을 나타낸 것이다. 과거재해이력에 따른 취약지역은 6년간 재해별 피해액 평균값을 z값으로 표준화한 값을 지역별로 비교하여 나타내었다(〈Figure 2〉의 (1) 참조). z값이 최솟값인 경우 4개의 재해유형이 유사한 값을 가지며, 그 값이 -0.50 전후로 평균으로부터 크게 벗어나지 않음을 알 수 있다. 반면, 최댓값은 4개의 재해유형에서 큰 차이를 보이며, 그 값이 평균으로부터 크게 벗어나 있음을 알 수 있다. 강풍의 경우 최댓값이 11.01로 가장 크고, 강우에 있어 최댓값이 6.60으로 가장 작다. 이는 지난 6년간 대부분의 지역에서 자연재해로부터 큰 피해를 입지 않았고, 소수 특정 지역이 재해로부터 집중 피해를 입었음을 의미한다.

재해 유형별 z값이 0.5 이상인 지역을 해당 재해에 상대적으로 취약한 지역으로 간주하였다. 이에 해당하는 지역은 강우 37개, 강풍 24개, 강설 28개로, 폭풍우 29개로 총 288개 시군구 중 10~16%가 자연재해에 상대적으로 취약한 것으로 나타났다. 재해 유형별로 극단적으로 취약한 지역을 z값 3.0 이상으로 설정하고, 이에 해당하는 지역은 강우 6개(경기 포천시, 경기 연천군, 경기 광주시, 경기 파주시, 전북 완주군, 경기 양주시, 이상 z값 내림차순), 강풍 2개(충남 서천군, 제주도 제주시), 강설 7개(강원 강릉시, 전남 영암군, 경북 포항시, 강원 삼척시, 충북 청원군, 경북 울진군, 부산 강서구), 폭풍우 5개(제주도 제주시, 충남 서산시, 전남 완도군, 충남 태안군, 전남 고흥군) 지역이었다.

국민안전처에서 제공하는 재해유형별 미래 취약지역은 미래 기후변화 시나리오 예측자료를 바탕으로 분석한 확률강우량(빈도), 확률적설량(빈도), 기본풍속도(빈도)를 활용하여 미래의 예상 피해를 반영하여 나타내었다. 이를 위해 기후변화 시나리오 중 RCP 4.5 강도에 해당하는 재해발생 빈도 증감율의 z값을 활용하였

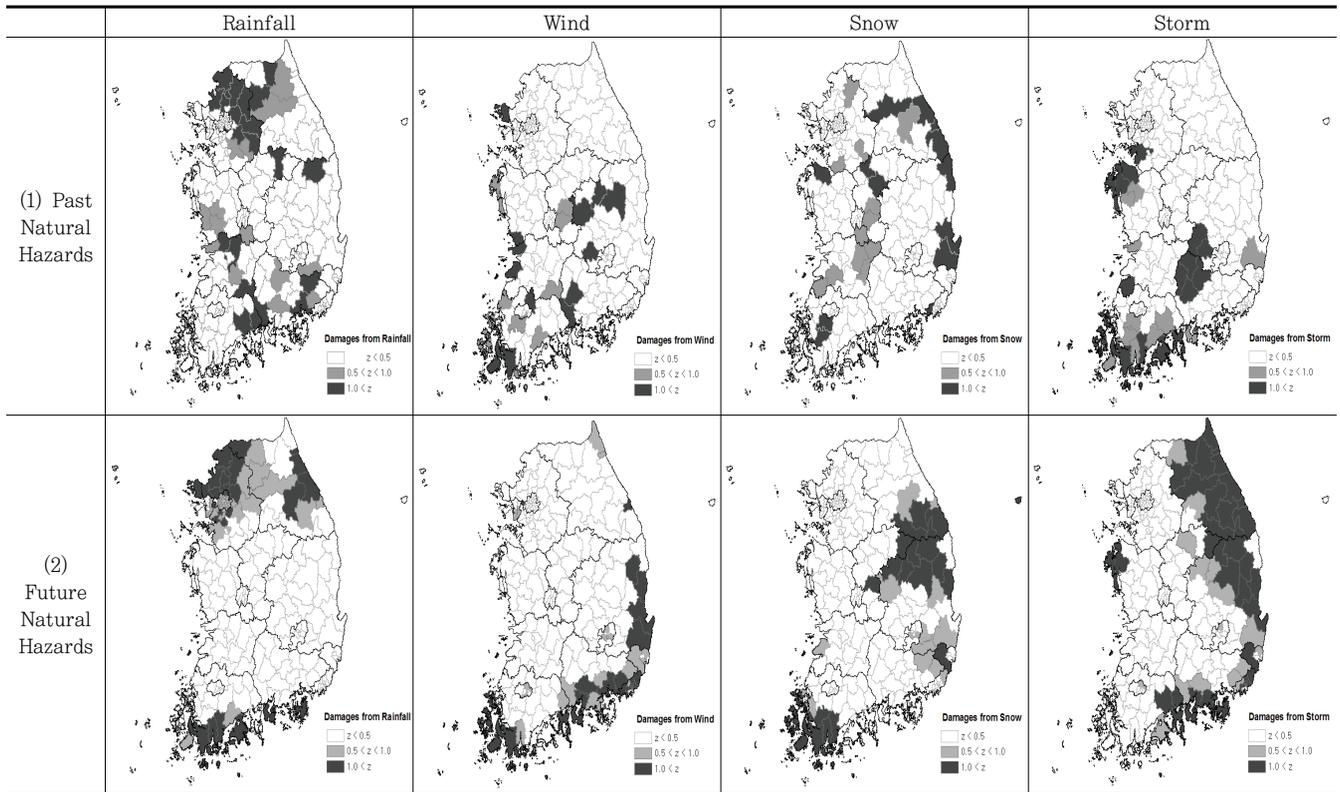


Figure 2. Vulnerable communities from past and future natural hazards

다. 과거 피해액 자료와는 달리 미래 재난 위험성은 z 값의 최댓값이 다양하였으며, 평균값과 차이를 보였다. 최댓값은 z 값 2.17에서 6.91로 큰 차이를 보였다. 강풍의 최댓값이 가장 작았고, 강설의 최댓값이 가장 컸다. 이는 강풍의 경우 미래 발생 빈도가 현재와 크게 차이를 보이는 지역이 많지 않다는 것을 의미하며, 강설은 미래 발생빈도가 현재와 큰 차이를 보이는 지역이 많이 존재한다는 것을 의미한다.

미래 기후시나리오에 따르면(Figure 2)의 (2) 참조 발생빈도의 z 값 0.5 이상에 해당하는 지역의 수가 과거 재해이력 자료에 비해 훨씬 많다. 이는 미래 기후변화에 의한 재해유형별 위험을 많은 지역이 경험하게 될 것이라는 의미이다. z 값 1 이상의 지역은 폭풍우의 경우 41개로 가장 많으며 폭풍설의 경우 가장 적다. 이 중 z 값 2 이상인 지역은 강우 4개(강원 강릉시, 경기 동두천시, 경기 수원시, 인천 강화군), 강풍 6개(전남 여수시, 경북 포항시, 부산의 사하구, 영도구, 부산진구, 사상구), 강설 8개(강원 태백시, 강원 삼척시, 전남

해남군, 경북 울릉군, 전남 강진군, 강원 정선군, 전남 장흥군, 강원 영월군), 폭풍우 11개(경북 봉화군, 강원 태백시, 강원 속초시, 경남 남해군, 강원 삼척시, 강원 동해시, 경북 영양군, 강원 정선군, 강원 양양군, 전남 여수시), 폭풍설 6개(강원 태백시, 강원 삼척시, 전남 해남군, 전남 강진군, 경북 울릉군, 전남 장흥군) 지역이다. 이들 지역은 미래 기후변화에 의한 각 재해 발생 빈도가 현재에 비해 현저히 큰 지역이라 할 수 있다.

과거 재해 피해와 미래 기후변화에 의한 재해 발생 위험도를 동시에 반영하여 재해유형별 취약지역을 도출하였다. (Table 1)은 과거에 사회경제적으로 큰 피해를 경험했으며($z > 0.5$) 미래 기후변화에 의해서도 재해 발생 빈도의 급격한 증가가 예상되는 지역($z > 0.5$)을 정리한 것이다. 과거뿐 아니라 미래에도 강우 위험에 민감한 지역은 12개 지역으로, 대부분이 경기 북부 지역이다. 강풍의 경우 완도군, 해남군, 진도군 등을 포함하는 전라남도의 연안지역이 포함된다. 강설은 6개 지역이 취약한 것으로 나타나는데, 강원도 지역이 3곳으로

Table 1. Vulnerable communities from both of past and future natural hazards

Types of Natural Hazards	Vulnerable Communities
Rainfall	Dongducheon-si(GG), Yangju-si(GG), Yeoncheon-gun(GG), Pocheon-si(GG), Paju-si(GG), Namyangju-si(GG), Gapyeong-gun(GG), Seocho-gu(Seoul), Gwangju-si(GG), Yangpyeong-gun(GG), Chuncheon-si(GW), Hongcheon-gun(GW)
Wind	Wando-gun(JN), Haenam-gun(JN), Jindo-gun(JN), Shinan-gun(JN), Nam-gu(Busan), Hadong-gun(GN)
Snow	Samcheok-si(GW), Yongdam-gun(GW), Boeun-gun(CB), Donghae-si(GW), Geoyongju-si(GB), Peoyongchang-gun(GW)
Storm	Namhae-gun(GN), Yeosu-si(JN), Seosan-si(CN), Suncheon-si(JN), Taean-gun(CN), Gyeongju-si(GB), Goheung-gun(JN)

* Descending sort of z-values of damages from future natural hazards

가장 많다. 폭풍우의 경우 남해안(경남 남해군, 전남 여수시, 전남 고흥군) 및 서해안 지역(충남 서산시, 충남 태안군)이 취약한 것으로 나타난다. 재해 유형 2개 이상에 취약한 지역은 경북 경주시만 해당되어 이 지역은 1개로 강설과 폭풍우에 취약한 것으로 분석되었다.

2. 자연재해 관련 사회적 특성에 따른 지역 분류
지역별 방재역량을 강화해 취약지역을 분류하기 위해 지역의 사회적 취약성과 사회적 역량을 고려하였다. 재난 후 지역의 복원탄력성과 관련한 많은 연구들에 따르면, 그 지역의 인구구성, 특히 재해약자로 분류되는 인구의 비율이 재해 취약성뿐 아니라 재난의 피해를 극

복에도 중요한 요인으로 작용한다. 또한, 사회경제적 피해를 효과적으로 복구하여 재난 이전의 상태를 회복하는 데 있어 지방정부의 재정적 역량 및 지역 공동체의 결속력이 중요한 역할을 하는 것으로 분석되었다. 사회 취약성이 낮으면서 사회역량이 높은 지역은 방재역량이 강하여 재해로 인한 물리적 피해를 입을 가능성이 있다 하더라도 다른 지역에 비해 단기간에 극복해 내는 경향이 있다. 반면 사회취약성이 높으면서 사회역량이 낮은 지역은 재해로부터 대규모 피해를 입지 않더라도 이를 극복해내는 데 오랜 시간이 소요되는 경향이 있다.

〈Figure 3〉은 사회취약성과 사회역량을 기반으로 전국 지자체를 4개 유형으로 분류한 것이다(유형 [I] 취

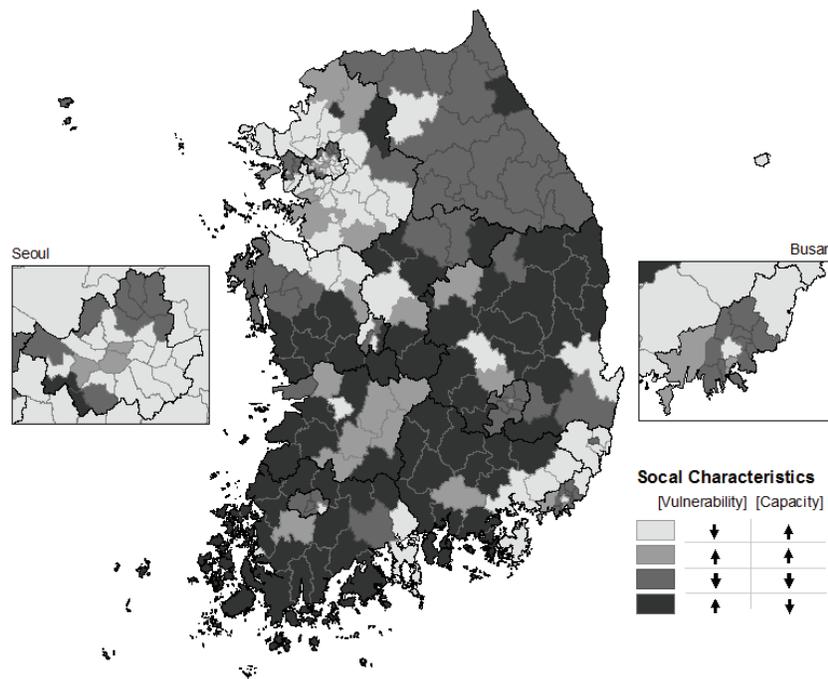


Figure 3. Classification of communities according to social vulnerability and social capacity

약성이 낮고 역량 높은 지역; 유형 [II] 취약성 높고 역량 높은 지역; 유형 [III] 취약성이 낮고 역량 낮은 지역; 유형 [IV] 취약성이 높고 역량 낮은 지역). 4가지 지역 유형 중 가장 많은 지자체가 속한 유형은 유형 [IV]로 사회취약성이 높고 사회역량이 낮은 지역이다. 이 유형에 속한 지역은 재해 발생 시 사회경제적 영향이 클 가능성이 높으므로 지역 특성을 고려한 방재대책이 시급하다. 제주도를 제외한 전국 228개 시군구 중 71개 시군구가 이에 해당한다. 대부분이 1차 산업이 주요 산업 형태인 지역이다. 대표적으로 전남, 경남, 경북의 군지역이 이에 속한다. 두 번째로 많은 유형은 유형 [III]으로, 사회취약성과 사회역량이 모두 낮은 지역이다. 강원도의 대부분 지역과 서울 북쪽 외곽지역을 포함하는 68개 시군구가 이에 속한다. 유형 [II]에 총 64개 지역으로 우리나라 전체 지자체의 28%를 차지한다. 대부분이 서울, 부산, 인천 등 광역시에 속하는 지역 또는 이들 광역시에 인접한, 대도시적 특성을 지닌 지역이다. 가장 적은 시군구가 속한 유형은 취약성과 사회역량이

모두 높은 유형으로, 경기 외곽과 전북지역 등이 포함된다.

3. 재해별 위험도 및 사회적 특성에 따른 지역 분류 <Figure 4>는 재해유형별 취약지역을 사회취약성 및 사회역량을 기준으로 4가지 유형으로 나타낸 것이다. 과거재해이력에 있어, 유형 [IV]에 해당하는 지역은 강우의 경우 15개(전북 중 2개, 전남 중 1개, 경기 중 2개, 충남 중 5개, 경북 중 1개, 경남 2개), 강풍의 경우 26개(충남 1개, 충북 3개, 전남 7개, 전북 3개, 경남 3개, 경북 6개), 강설의 경우 17개(전남 6개, 전북 2개, 충남 1개, 충북 5개, 경북 2개), 폭풍우의 경우, 24개(전남 12개, 전북 1개, 충남 1개, 경남 7개, 경북 3개)의 시·군이 포함되었다.

기후변화 시나리오를 기준으로 살펴보면, 유형 [IV]에 해당하는 지역은 강우의 경우 13개(경기 2개, 전남 6개, 경남 1개, 서울 2개), 강풍의 경우 13개(전남 5개, 경북 2개, 경남 5개, 강원 1개), 강설의 경우 19개(전북

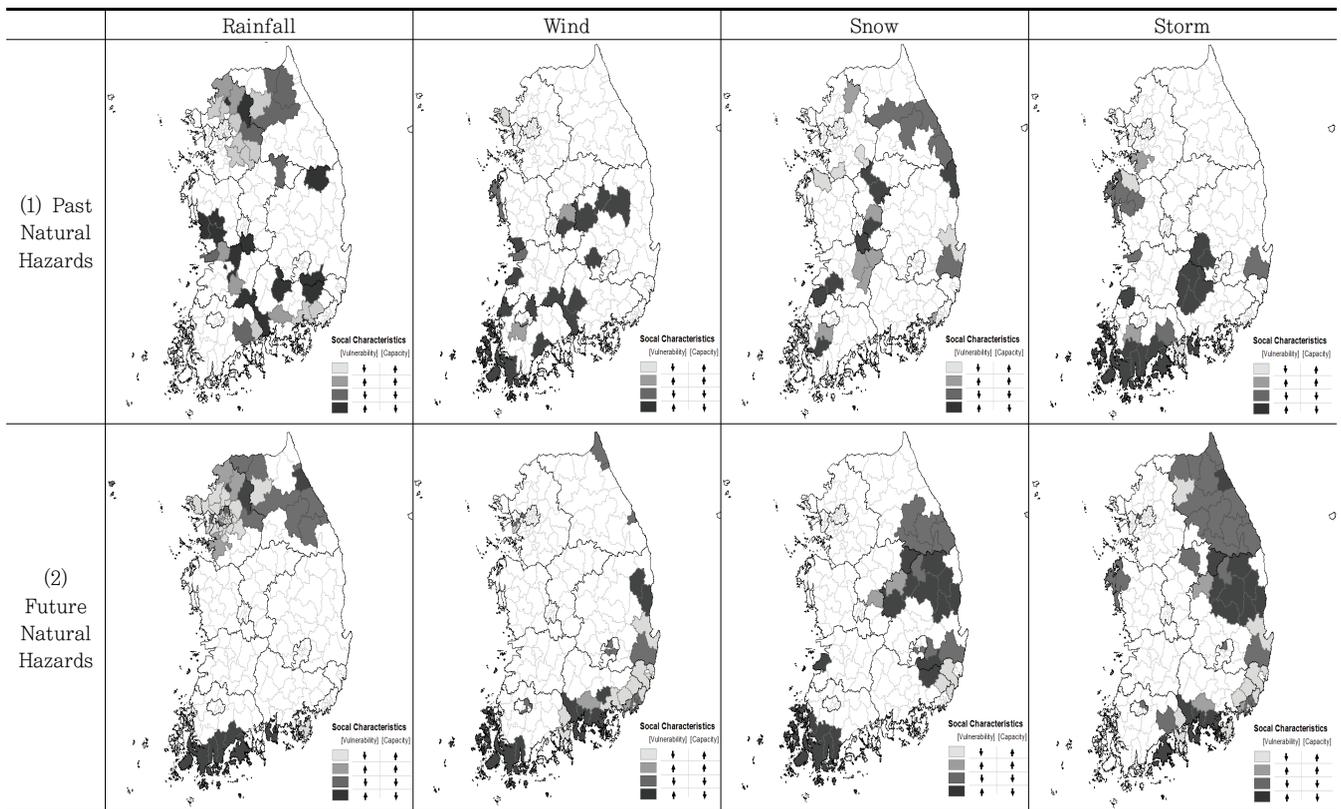


Figure 4. Classification of vulnerable communities from past and future natural hazards according to social vulnerability and social capacity

Table 2. Social characteristics of vulnerable communities from both of past and future natural hazards

Social Characteristics	Rainfall	Wind	Snow	Storm
[I] Vulnerability ↓ Capacity ↑	Yangju-si Paju-si Anyang-si Seocho-gu Gwangju-si Chuncheon-si	-	-	Yeosu-si
[II] Vulnerability ↑ Capacity ↑	Yeoncheon-gun Pocheon-si	-	Boeun-gun	-
[III] Vulnerability ↓ Capacity ↓	Yangpyeong-gun Hongcheon-gun	Wando-gun Haenam-gun Jindo-gun Shinan-gun Hadong-gun	Taebaek-si Donghae-si Gyeongju-si Pyeongchang-gun	Seosan-si Suncheon-si Taeon-gun Gyeongju-si
[IV] Vulnerability ↑ Capacity ↓	Dongducheon-si Gapyeong-gun	-	Yongam-gun	Namhae-gun Goheung-gun

* Descending sort of z-value of damages from future natural hazards

1개, 전남 8개, 충북 1개, 경북 8개, 경남 1개), 폭풍우의 경우 15개(전남 1개, 강원 1개, 충북 1개, 경북 7개, 경남 5개)의 시·군·구가 포함되었다.

〈Table 2〉는 미래 기후시나리오를 기준으로 한 빈도 데이터와 과거 평균 피해액을 시군구별로 z값으로 변환하였을 때 모든 데이터에서 0.5 이상인 지역을 선택하여 사회적 취약성과 사회적 역량을 측정하여 분류한 것이다. 사회적취약성이 높으며 사회적 역량은 낮은 지역은 경기도 동두천시, 가평군으로 나타났다. 특히 유형 [I]에서 경기지역이 강우에 취약한 것으로 드러났었고 이 데이터에서도 동일하게 나타나고 있다. 강풍의 경우, 사회적취약성이 높으며 사회적 역량은 낮은 지역은 유형 [I]에서 강풍에 중점적으로 취약하게 나왔던 전남 지역의 완도군, 해남군, 진도군, 신안군, 경남 하동군으로 나타났다. 강설의 경우, 유형 [IV]에 해당하는 지역은 전남 영암군이다. 강원 태백시, 동해시, 평창군과 경북 경주시는 사회적 취약성과 역량이 모두 낮은 지역으로 나와 피해액은 많은 지역이었으나 전남 영암군은 상대적으로 위험도가 높은 지역이라 할 수 있다. 폭풍우의 경우, 사회적취약성이 높으며 사회적 역량은 낮은 지역은 경남 남해군과, 전남 고흥군으로 나타났다.

V. 결론

본 연구는 과거재해이력과 기후변화시나리오를 반영한 취약지역 분석 및 지역의 사회적 특성을 고려하여 자연재해별 취약지역의 유형화를 목표로 진행되었다. 지역 유형 분류 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 전국 대부분 지역이 과거 재해로부터 비슷한 소규모의 피해를 경험했고, 특정 소수 지역이 지역적 혹은 지형적 특성에 의해 대규모 피해를 입었다. 미래 기후시나리오에 의해 재해 발생 빈도가 증가하여 상대적으로 큰 피해가 예상되는 지역은 과거재해와 비교하여 2배 가까이 증가할 것으로 나타났다. 이는 미래에 재해 발생이 보다 폭넓은 지역으로 확대된다는 것을 의미한다.

둘째, 재해 위험성의 공간적 확대에도 불구하고 특정 재해에 대해 상대적으로 민감한 지역은 공통된 지역적, 지형적 특징을 가진다. 강풍 및 폭풍우의 경우 바다와 인접한 남해안과 서해안지역이, 강우는 경기 북부지역, 강설은 산악지역이 많은 강원도이다. 이는 방재역량을 고려함에 있어 절대적인 물리적 취약성을 필히 고려해야 하는 이유이다.

셋째, 과거 재해 피해가 비도시적 특징을 가진 지역

에 편중되었는데 반해, 기후시나리오에 의해 재해 위험성이 증가한 지역은 대도시적 특징을 가진 지역이 많이 포함되었다. 이는 앞서 언급한 재해발생 위험성의 공간적 확대와 더불어 도시의 무분별한 개발 확산 및 기후변화에 탄력적이지 못한 개발형태와도 깊은 관련이 있는 것으로 파악된다.

넷째, 재해유형별 위험지역을 살펴보면, 사회취약성이 높고 사회역량이 낮은 유형에 상대적으로 많은 지역이 포함되었으나, 미래 시나리오에서 재해 발생지역의 비율은 감소하고 사회취약성이 낮고 사회역량이 높은 지역의 비율은 증가한다. 이는 재해예방시스템이 타 지역과 비교하여 효율적으로 운영되며, 지방정부의 재정 규모가 큰 광역도시권인, 서울, 부산, 인천, 울산 등이 미래 자연재해 위험에 노출되기 때문이다. 사회취약성 및 사회역량에 따른 방재역량 강화 방안을 모색함에 있어 고려되어야 할 부분이다.

이러한 분석 결과는 미래 자연재해 발생 시 피해지역이 증가할 가능성이 높고, 피해의 양상이 과거와 큰 차이를 보일 수 있음을 나타낸다. 또한, 지역의 방재역량 특성을 활용한 취약지역 분석 시 재해에 취약한 지역 내에서도 지역이 가진 역량에 따라 피해의 규모가 달라질 수 있다는 것을 보여준다. 이는 지역의 방재정책 수립 시 지역이 가진 역량을 파악하여 계획 과정에 적극 반영할 필요가 있음을 의미한다. 따라서 자연재해별, 사회특성별 지역 유형을 구분하고 유형별 특성에 따라 방재계획을 수립하는 것이 중요하다. 특히, 사회취약성 및 사회역량을 적극 반영하여, 상대적으로 취약한 지역을 위한 정책 개발 및 예산 편성이 필요하다.

감사의 글

이 논문은 정부(국민안전처)의 재원으로 재난안전기술개발사업단의 지원을 받아 수행된 연구임 [MPSS-자연-2013-63].

References

- Biesbroek, G. R., R. J. Swart, and W. G. Knaap. 2009. The Mitigation-Adaptation Dichotomy and the Role of Spatial Planning. *Habitat International*. 33(3): 230-237.
- Davoudi, S., et. al. 2010. *The National Country Reports*. United Kingdom.
- Davoudi, S., J. Crawford, and A. Mehmood. 2009. Planning for Climate Change: Strategies for Mitigation and Adaptation for Spatial Planners. *The Town Planning Review*. 81(6): 717-719.
- French, S., D. Lee, and K. Anderson. 2010. Estimating the Social and Economic Consequences of Natural Hazards: Fiscal Impact Example. *Natural Hazards Review*. 11(2): 49-57.
- Kim, Dong Hyeon, et. al. 2013. *Spatial Planning Methods and Applications for Climate Change Adaptation(1)*. Korea Environmental Institution.
- Korea Ministry of Government Legislation. 2013. *A Study on Disaster Related Laws for Adaptation to Climate*.
- Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2013. *Manuel for Cities' Vulnerability from Climate Change*. Korea Research Institute for Human Settlements.
- Korea Ministry of Public Safety and Security. 2010. *Statistical Yearbook of Natural Disaster*.
- Korea Ministry of Public Safety and Security. 2011. *Statistical Yearbook of Natural Disaster*.
- Korea Ministry of Public Safety and Security. 2012. *Statistical Yearbook of Natural Disaster*.
- Lee, Dal Byul. 2012. The Impact of Natural Disasters on Neighborhood Change: Longitudinal Data Analysis. Ph.D. Dissertation. Georgia Institute of Technology.
- Masterson, J. H., W. G. Peacock, S. S. Van Zandt, H. Grover, L. F. Schwarz, and J. T. Cooper. 2014. *Planning for Community Resilience: A Handbook for Reducing Vulnerability to Disasters*. Washington DC: Island Press.
- Naim, K., C. Hawkins, and F. Rivera. 2012. *Disaster Resiliency: Interdisciplinary Perspectives*. Washington DC: Routledge.
- Oliver-Smith, A. 2004. *Mapping Vulnerability: Disaster, Development and People*. London: Earthscan.

Pais, J. and J. Elliott. 2008. Places as Recovery Machines: Vulnerability and Neighborhood Change after Major Hurricanes. *Social Forces*. 86(4): 1415-1453.

Peacock, W. G., et. al. 2011. *The Status and Trends of Population Social Vulnerabilities along the Texas Coast with Special Attention to the Coastal Management Zone and Hurricane Ike: The Coastal Planning Atlas and Social Vulnerability Mapping Tools*. Hazard Reduction & Recovery Center. 1-56.

Zakour, M. J. and D. F. Gillespie. 2013. *Community Disaster Vulnerability: Theory, Research and Practice*. New York: Springer.

Korean References Translated from the English

국민안전처. 2010. 재해연보.

국민안전처. 2011. 재해연보.

국민안전처. 2012. 재해연보.

국토교통부. 2013. 도시 기후변화 취약성 분석. 국토연구원.

김동현 외. 2013. 기후변화 적응형 공간계획방법의 개발과 모의적용 연구(1). 한국환경정책평가연구원.

법제처. 2013. 기후변화 대응을 위한 재난재해 관련 법제에 관한 연구.

Received: Oct. 27, 2016 / Revised: Nov. 22, 2016 / Accepted: Dec. 1, 2016

기후변화 및 사회적 특성을 고려한 자연재해별 취약지역 유형화

국문초록 이 연구는 과거뿐 아니라 미래 재해에 취약한 지역을 사회적 특성에 따라 유형화하여 지역 특성에 따른 방재정책을 수립하기 위한 기반을 마련하는 것을 목적으로 한다. 우리나라는 풍수해저감종합계획 및 도시·군 기본계획의 방재정책 수립 시 기후변화에 따른 미래 재해 위험성 및 지역의 사회적 특성을 충분히 고려하지 않고 있어 실질적이고 지속가능한 자연재해 저감대책을 마련하지 못하고 있다. 이에 자연재해별 과거 피해 경험과 미래 위험성을 반영하여 지역의 사회취약성 및 사회역량에 따라 취약지역을 분류하였다. 분류 결과, 과거 재해이력만을 기준으로 한 취약지역과 기후변화 시나리오를 동시에 고려한 취약지역이 일치하지 않았으며, 미래에 취약지역의 범위가 확대되는 것으로 나타났다. 또한, 취약지역 중 사회취약성은 높고 사회역량은 낮은 유형에 속한 지역이 상대적으로 많이 나타났다. 따라서 방재정책 수립 시 과거뿐 아니라 미래 재해가능성에 취약한 지역에 대한 고려가 필요하며, 특히 사회적 취약성이 높은 지역에 특화된 정책이 개발되어야 한다.

주제어 : 자연재해, 기후변화, 사회취약성, 사회역량, 지역유형화

-
- Profiles **Dal Byul Lee** : She received her Ph.D. in City and Regional Planning from Georgia Institute of Technology, USA in 2012. She is an assistant professor of Department of Fire Administration at Dong-eui University. Her interesting research areas are natural disaster management planning, socioeconomic impacts and environmental justice(moon@deu.ac.kr).
- Hye Min Na** : She is a graduate student of a master program in the Department of Urban Engineering at Pusan National University. Her research lies in disaster recovery, disaster risk reduction and land use planning(na1122@naver.com).