

지자체 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향 분석:

17개 광역자치단체를 중심으로*

Analysis of The Impact of Local Government Capacity on Disaster Resilience: Focusing on 17 Metropolitan Local Governments

이가을** · 변병설***

Ga-eul Lee · Byung-seol Byun

요약: 본 연구는 자연재해 중 호우를 중심으로 지자체 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향을 분석하는 것을 목적으로 한다. 지자체 역량을 경제적, 물리적, 인적 역량으로 구분하고, 어떠한 지자체 역량이 호우로 인한 재난 회복탄력성 비용 지수를 감소시키는지 밝히고자 하였다. 이를 위해 17개 광역자치단체를 대상으로 2009년부터 2018년까지 10년간의 패널 데이터를 구축하고, STATA 통계프로그램을 사용하여 패널회귀분석을 실시하였다. 분석결과, 물리적 역량 중 도시공원과 하천의 면적비율이 높을수록 재난 회복탄력성 비용 지수는 작아지며, 재난 회복탄력성은 커지는 것으로 밝혀졌다. 한편, 경제적 역량과 인적 역량은 재난 회복탄력성에 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 밝혀졌다.

핵심주제어: 재난 회복탄력성, 회복탄력성 비용 지수, 재난관리, 지자체 역량, 패널회귀분석

Abstract: The purpose of this study is to analyze the effect of local government capacity on disaster resilience, focusing on heavy rains during natural disasters. It is intended to categorize local government capabilities into economic, physical, and human components, and to clarify which local government capabilities reduce the disaster resilience cost index caused by heavy rain. To this end, we constructed panel data for 10 years, from 2009 to 2018, for 17 metropolitan local governments, and conducted panel regression analysis using the STATA statistical program. According to the analysis, the higher the ratio of urban parks and river area, the smaller the resilience cost index, and the greater the disaster resilience. Meanwhile, we found that economic capacity and human capacity did not significantly affect disaster resilience.

Key Words: Disaster Resilience, Resilience Cost Index, Disaster Management, Local Government Capacity, Panel Regression Analysis

* 본 논문은 한국정책학회 학술발표논문 '지자체 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향'을 수정·보완하여 학술지 형태로 재구성한 글임을 밝힌다.

** 주저자, 인하대학교 행정학과 석사과정

*** 교신저자, 인하대학교 행정학과 교수

I. 서론

오늘날 지구는 평균기온이 지속적으로 증가하여 이상기후 현상이 빈번히 발생하고 있다. 이러한 현상은 호우, 폭설, 폭염 등 자연재난의 유형을 다양화시키고, 그 피해 규모 또한 증가시키고 있다(박소연, 2016). 우리나라 역시 자연재난으로 인한 재산 및 인명 피해가 꾸준히 발생하고 있으며, 원인별 기상재해 현황을 살펴보면 자연재난 중에서도 호우와 태풍으로 인한 피해가 심각한 것으로 나타났다(행정안전부, 2019). 특히 우리나라의 기록적인 집중호우는 하수관거에 적용되어온 설계빈도의 한계치를 훨씬 넘어서 도심침수의 원인이 되고 있다. 행정안전부에서 공개한 2020년 재난관리평가 국민체감도 설문조사에 따르면 거주 지역 위험요소¹⁾로 ‘미세먼지, 폭염 등 기후재난’에 이어 ‘호우, 태풍 등 자연재난’이 2위를 차지한 한편, 전년도 재난 또는 사고 경험 유형²⁾으로는 ‘호우, 태풍 등 자연재난’이 가장 높은 것으로 나타났다(행정안전부, 2020). 최근 발생하고 있는 재난 유형이 기후변화와 도시화로 인해 예측하기 어렵고, 대형화·복잡화됨에 따라 재해로부터 부정적 충격을 최소화하고 재해 발생 후 원상태로 돌아갈 수 있는 능력인 회복탄력성(resilience)이 중요해졌다.³⁾ 이에 본 연구는 자연재해 중 재산 및 인명피해가 가장 큰 호우를 중심으로 지자체 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향을 분석한다. 선행연구를 통해 지자체 역량을 경제적·물리적·인적 역량으로 구분하고, 어떠한 지자체 역량이 재난 회복탄력성 비용 지수를 감소시키는지 밝히고자 하였다.⁴⁾ 이를 위해 17개 광역자치단체를 공간적 범위로 설정하고 2009년부터 2018년까지 10년간의 패널데이터를 구축하여 패널회귀분석을 실시하였다.

1) <설문문항> A1. “귀하께서는 본인의 거주 지역에서 위험하다고 생각하는 요소는 무엇이라고 생각하십니까?”.

2) <설문문항> B5-1. “(B5의 재난/사고 경험 있음 응답자에게만 질문) 귀하께서 경험하신 재난이나 사고 유형은 무엇입니까?”.

3) 이가를 등(2020) 연구의 문장을 인용함.

4) 본 논문은 이가를 등(2020) 연구를 수정·보완한 것으로 연구목적이 동일함.

II. 이론 및 선행연구 검토

최근 발생하고 있는 재난 유형은 기후변화와 도시화의 확대에 의해 예측하기 어렵고, 그 피해가 대형화·복잡화 되어가고 있다. 이에 모든 재난에 완벽하게 대응하는 것은 불가능하다는 인식하에 재해 발생 후 원상태로 돌아갈 수 있는 능력인 회복탄력성(이하 resilience)에 대한 중요성이 부각되고 있다(박창열, 2019).

재난 회복탄력성에 대한 선행연구는 세 가지 유형으로 구분된다. 첫째, 재난 회복탄력성 개념에 관한 연구, 둘째, 재난 회복탄력성 이론적 모형에 관한 연구, 셋째, 재난 회복탄력성 영향요인에 관한 연구이다. 본 연구에서는 재난 회복탄력성 개념에 관한 선행연구 검토를 통하여 재난 회복탄력성을 조작적 정의 하고, 측정 방법에 대하여 논의한다. 또한, 지자체 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 재난 회복탄력성 영향요인에 관한 선행연구 검토를 통해 독립변수를 선정한다.

1. 재난 회복탄력성 개념에 관한 연구

리질리언스(resilience)는 본래 ‘jump back’의 의미를 가진 라틴어 ‘resilio’에서 유래되었으며, 일반적으로 ‘이전상태로 되돌아가는 능력’을 의미한다. 리질리언스(resilience) 개념은 Holling(1973)에 의해 논의되기 시작하였다. Holling은 회복탄력성을 ‘시스템의 지속 능력(persistence of systems) 및 외부 변화와 교란(change and disturbance)을 흡수(absorb)하여 현 상태와 동일한 관계를 유지하는 능력’이라 정의하였다(이대웅, 2019). 재난 분야에서는 Timmerman(1981)에 의해 리질리언스 개념이 도입되었으며, ‘위험한 사건(hazardous event)의 발생을 흡수(absorb)하고 복구(recover)하는 역량’이라 정의하였다(이대웅, 2019). Timmerman이 처음으로 자연재해 분야에 Resilience 개념을 사용한 이래로 연구 영역과 대상 그리고 방법에 따라 ‘회복탄력성’에 대한 정의가 다양하게 나타나고 있다(이대웅, 2019). 그밖에 정의를 살펴보면 ‘재난으로 인한 사회분열을

최소화하고 재해위험의 영향을 완화하는 사회구성단위의 능력(Bruneau et al., 2003)', '손실로부터 저항하거나 복구하는 능력(Norris et al., 2008)', '재난으로부터 반응하고 복구하기 위한 사회적 시스템의 능력(Cutter et al., 2008)'으로 정의되었으며, 충격을 흡수하고 사건에 대응할 수 있게 하는 본질적인 구성요소를 포함⁵⁾하는 개념으로 보기도 하였다. Vugrin et al.(2011)은 회복탄력성 비용을 제시하였는데 '재난으로 인한 시스템의 피해영향을 최소화하고 손상된 시스템을 복구하는데 드는 노력을 최소화하는 지역의 역량'이라고 정의하였다(이대웅, 2019). 이처럼 회복탄력성에 대한 정의는 다양하나 기존의 방식이 아닌 지역 자체의 대응력과 회복력을 강조했다는 데 공통점이 있다.

본 연구에서는 '재난 회복탄력성(disaster resilience)을 위험 요인(hazards) 발생으로 인한 충격을 흡수(absorb)하고 복구(recover)하는 대처능력(capability)'으로 정의하고, 지자체의 역량(capacity)을 통해 재난으로 인한 피해영향과 그 복구비용을 최소화할 수 있다고 본다.

〈표 1〉 재난 회복탄력성 개념에 관한 연구

연구자	정의
Holling (1973)	시스템의 지속 능력, 외부 변화를 흡수하여 현 상태와 동일한 관계를 유지하는 능력
Timmerman (1981)	위험한 사건의 발생을 흡수하고 복구하는 역량
Bruneau et al. (2003)	재난으로 인한 사회분열을 최소화, 재해위험의 영향을 완화하는 사회구성단위의 능력
Norris et al. (2008)	손실로부터 저항하거나 복구하는 능력
Cutter et al. (2008)	재난에 반응 및 복구하기 위한 사회적 시스템 능력
Vugrin et al. (2011)	재난으로 인한 시스템의 피해영향을 최소화하고 손상된 시스템을 복구하는데 드는 노력을 최소화하는 지역의 역량

5) Cutter et al.(2008) 연구의 리질리언스 정의를 인용함.

재난 회복탄력성은 성과(outcome)와 과정(process) 두 가지 요소를 포함하고 있는데, 재난 회복탄력성의 측정 문제는 연구자가 재난 회복탄력성 개념 가운데 어디에 중점을 두는가에 따라 달라진다(Manyena, 2006). 구조적 접근법은 시스템의 구조와 일반적 행태를 관찰함으로써 시스템의 회복탄력성을 설명하며, 성과기반 접근법에서는 양적으로 시스템의 성과를 측정함으로써 재난 회복탄력성을 측정한다(Biringer et al, 2013). 이들 연구에서는 회복탄력성의 구성요소를 외부 충격을 견디는 흡수력(absorptive capacity)과 피해에 적응하는 적응력(adaptive capacity), 빠르고 쉽게 복구할 수 있는 시스템 역량이 복구력(restorative capacity)으로 보고 회복탄력성 비용을 산출한다(Vugrin et al., 2011; 유순영, 2011; 유순영 등, 2014; 이대웅, 2019). 특히 Vugrin et al.(2011)은 회복탄력성 요소에 근거하여 <식 1>과 같이 회복탄력성 비용(resilience cost)을 산출하였다. 여기서 SI(system impact)는 시스템 영향, TRE(total recovery effort)는 총 복구노력, α 는 가중치와 단위 환산을 위한 계수다. 여기서 시스템 영향(SI)은 <식 2>와 같이 TSP(target system performance)와 SP(system performance)간의 간격을 통해 측정 가능하며, 총복구노력(TRE)은 <식 3>과 같이 복구 기간 투입된 자원의 양을 의미한다. 재난으로 인해 기존 시스템 성능의 목표치(TSP)에서 현재 시스템 성능(SP)간의 간격이 크고 오래 지속될수록, 재난으로 인해 새롭게 나타난 복구노력(RE)의 면적이 크고 오래 지속될수록 회복탄력성은 낮으며 회복탄력성 비용은 높은 것이다(Vugrin et al., 2011, pp.281-283).

$$RC = SI + \alpha \times TRE \quad (1)$$

$$SI = \int_{t_0}^{t_f} [TSP(t) - SP(t)] dt \quad (2)$$

$$TRE = \int_{t_0}^{t_f} [RE(t)] dt \quad (3)$$

유순영은 Vugrin et al.(2011)의 연구를 기반으로 국가와 지역사회 재난

취약성을 평가하기 위해 다음 〈식 4〉와 같이 회복탄력성 비용지수를 개발하였다. 산정식에서 $L(t)$ 는 피해액, $R(t)$ 는 복구액, $V(t)$ 는 노출인자이며, t_0 와 t_f 사이에 발생한 피해액과 이를 복구하기 위해 소요된 복구비용의 합으로 이해할 수 있다(유순영 등, 2014).

$$\text{회복탄력성 비용지수} = \frac{\int_{t_0}^{t_f} L(t)dt + \int_{t_0}^{t_f} R(t)dt}{\int_{t_0}^{t_f} V(t)dt} \quad (4)$$

본 연구에서는 Vugrin et al.(2011) 연구를 기반으로 유순영 등(2014)이 제시한 회복탄력성 비용지수를 사용하여 재난 회복탄력성을 산출한다. 재난 회복탄력성은 Vugrin et al.(2011)이 말한 시스템 영향(system impact) 지표인 총 피해액과 총 복구노력(total recovery effort) 지표인 총 복구액의 합을 노출인자인 인구수로 나눈 값으로 재난 회복탄력성 비용지수(Resilience Cost Index)를 나타낸다. 따라서 재난 회복탄력성 비용이 클수록 재난 회복탄력성은 작아지며, 재난 회복탄력성 비용이 적을수록 재난 회복탄력성은 커진다고 해석할 수 있다.

2. 재난 회복탄력성 영향요인에 관한 연구

재난 회복탄력성 영향요인을 분석한 연구는 크게 재난 복원탄력성에 관한 연구와 지역차원의 회복력에 관한 연구로 구분할 수 있다. 먼저, 재난 복원탄력성에 관한 선행연구에서는 주로 사회적, 경제적, 제도적, 물리적, 생태적 차원의 지표를 통해 연구되어 왔다(Cutter et al., 2008; Shaw et al., 2010; Burton, 2012; 강상준 등, 2013; 김연수, 2016; 이대웅, 2019). 재난 복원탄력성 영향요인에 관한 연구의 특징은 도시시스템에 부정적 영향을 미치는 기후변화를 고려한 연구가 이루어졌다는 점이다(Shaw et al., 2010; 심우배 등, 2011; Typer et al., 2014). 충북 지역의 집중호우에 관

해 분석한 연구에 따르면, 2010년대 이후 기후변화로 인하여 장마전선 등의 성질이 변화함에 따라 피해 규모와 집중호우 발생 양상이 변하고 있는 추세로 나타났다(김가영 등, 2020). 따라서 기후변화를 고려한 재난 회복탄력성 연구가 이루어질 필요가 충분하다고 본다. 이에 본 연구는 기후변화 기반의 재난 복원탄력성을 연구한 Shaw et al.(2010) 연구 등 재난 복원탄력성의 영향요인을 분석한 선행연구를 통하여 경제적, 물리적 차원의 지자체 역량을 독립변수로 설정한다.

선행연구에서 물리적 요인을 소방시설이나 의료시설의 수, 공공주택 비율, 도로연장 등 시설 및 인프라로 접근한 것과 달리 본 연구에서는 토지이용 측면에서 방재기능이 있는 녹지, 도시공원, 하천, 저류지의 비율을 물리적 역량 지표로 사용했다는 점이 선행연구와 차별된다.

〈표 2〉 재난 복원탄력성에 관한 선행연구

연구자	연구주제	영향 요인
Cutter et al. (2008)	재난 복원탄력성	사회적, 경제적, 제도적 탄력성, 사회기반시설, 사회 자본
Shaw et al. (2010)	기후변화 기반의 재난 복원탄력성	물리적, 사회적, 경제적, 제도적, 자연적 요소
Burton (2012)	재난 복원탄력성	사회적, 경제적, 제도적 탄력성, 사회기반시설, 사회 자본, 환경시스템
강상준 등 (2013)	회복탄력성 지표의 재분류	사회적, 경제적, 인프라/물리적 차원, 환경시스템 회복력/생태적 차원
김연수 (2016)	한국형 복원탄력성	물리적, 사회·경제적, 제도적, 자연적 범주
이대웅 (2019)	재난 회복탄력성	물리적, 행정·정책적, 사회·경제적 요인 재난취약 요인(기후, 지형, 인적), 공간효과

다음으로 지역 회복력에 관한 선행연구는 경제구조 등 경제적 요인, 인적자본 등 인구·사회적 요인, 사회적 취약계층 등 지역사회 역량의 지표를 통해 연구되어 왔다. 이들 연구의 특징은 지역경제 회복력에 대한 논의가 이루어졌다는 점에 있다(Foster, 2010; Advantage West Midland, 2010; Ekosgen, 2011; 하수정 등, 2014; 박주언, 2017; 전은영·변병설, 2017). 지역경제의 회복력이 연구관심사가 된 주된 이유는 경제적 충격

이후 지역경제가 회복되는 시간이 지역마다 상당히 다르다는 점 때문이다(하수정 등, 2014). 따라서 지역 회복력을 다루는 연구들은 외부충격에 따른 회복반응 정도의 차이를 설명하거나 지역 내 산업구조, 지역경제 개방성, 인적자본과 노동시장, 지역을 구성하는 가구, 주택시장 등 지역 경제의 속성과 요인들을 파악하고 있다(하수정 등, 2014). 산업구조가 크고 지역경제가 활성화된 지역은 높은 인구밀도를 보이며, 청장년층 인구가 많아 재난 발생 시 복구인력으로 활용할 수 있다. 또한, 지역 커뮤니티가 잘 갖춰진 지역은 사회참여와 네트워크가 활발하여 많은 자원봉사가 이루어질 것이다. 따라서 지역경제 회복력에 영향을 미칠 수 있는 인적 역량 또한 독립변수로 설정한다.

본 연구에서는 위에서 살펴본 선행연구를 바탕으로 지자체의 역량을 경제적, 물리적, 인적 역량으로 보고, 재난 회복탄력성의 독립변수로 선정하였다. 한편, 자연재난으로 인해 발생하는 피해와 투입되는 복구비용은 발생하는 자연재난의 빈도와 규모에 의해 강한 영향을 받음(Cutter et al., 2008)에 따라 재난 회복탄력성에 영향을 줄 수 있는 기후적 요인, 지형적 요인, 재난규모를 통제하여 지자체 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향을 분석한다.

〈표 3〉 지역 회복력에 관한 선행연구

연구자	연구주제	영향 요인
Foster (2010)	지역 회복력 지표	경제적(경제구조), 인구사회적(인적자본) 요인, 지역사회
Advantage West Midland(2010)	지역 회복력 지표	경제적, 인구사회적(노동시장), 물리적(장소) 요인, 지역사회역량(사회적 취약계층)
Ekosgen (2011)	지역 회복력 지표	경제적(경제구조/기업), 인구사회적(인적자본), 물리적(환경), 지역사회역량(사회적 취약계층)
하수정 등 (2014)	지역 회복력 지표	인적자본, 물적자본, 혁신자본, 경제자본, 사회·문화자본
박주언 (2017)	지역차원의 복원탄력성 지표	사회환경(사회기반, 생활기반), 경제환경(경제자립), 생산환경, 생활환경(자연, 문화, 보건)
전은영·변병설 (2017)	커뮤니티 리질리언스 평가지표	사회적, 경제적(기업), 제도적, 인프라 요인, 커뮤니티 역량, 환경적 요인

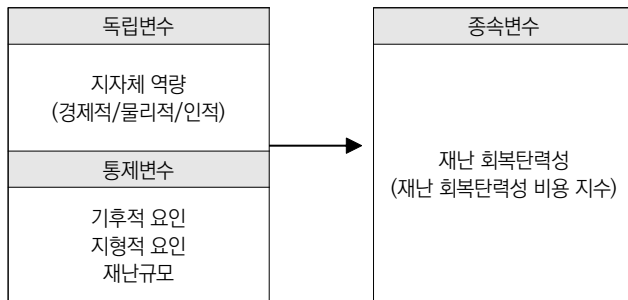
III. 연구설계

1. 분석의 틀

본 연구는 지자체의 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향을 분석하는 것을 목적으로 한다. 선행연구를 통해 독립변수를 지자체의 경제적, 물리적, 인적 역량으로 설정하였으며, 그 외 영향요인이 될 수 있는 기후적 요인, 지형적 요인, 재난규모는 통제변수로 설정하였다. 종속변수인 재난 회복탄력성은 Vugrin et al.(2011)이 말한 시스템 영향(system impact) 지표인 총 피해액과 총 복구노력(total recovery effort) 지표인 총 복구액의 합을 노출인자인 인구수로 나눈 값으로 재난 회복탄력성 비용 지수(Resilience Cost Index)를 나타낸다. 공간적 범위는 17개 광역자치단체이며, 시간적 범위는 2009년부터 2018년까지 10년간이다.

〈그림 1〉 분석의 틀

· 공간적 범위 : 17개 광역자치단체 · 시간적 범위 : 2009~2018년



2. 변수의 선정

1) 경제적 역량과 회복탄력성

지역사회의 경제적 역량은 재난 발생 시 재정자원의 확보를 쉽게 하여, 지역사회의 정상기능을 유지시키며 복구에 영향을 준다(Rose, 2007). 구

체적으로 경제적 요인 가운데 생산기능은 재난과 같은 갑작스러운 외부 충격에도 지방정부에 필요한 재화 및 서비스가 생산될 수 있도록 하는 기반을 의미하며, 지방정부의 재정여건은 재난 시에 안정적인 복구를 위한 예산을 투입할 수 있게 한다(이대웅, 2019). 경제가 활성화되어 있는 지방 정부는 좀 더 높은 회복탄력성을 가지는 것으로 나타났다(Campanella, 2006; Norris et al., 2008; 이대웅, 2019). 따라서 본 연구에서는 지역사회의 경제적 역량을 나타내는 지표로 1인당 지방세 부담액, 지역내총생산(GRDP)을 활용하고, 재난이나 재해에 대비하기 위해 조성되는 기금인 재난관리기금과 재해구호기금을 합한 재난재해기금 지표를 사용한다.

2) 물리적 역량과 회복탄력성

불투수면적의 비율이 높은 도시지역에서 다양한 형태의 녹지들은 지표면의 우수유출을 감소시키고 토지의 자연적인 빗물 침투능력을 활용함으로써 홍수와 같은 재해의 대응책으로 활용될 수 있다(Laura, 2010; ARUP, 2014). 이에 녹지면적과 도시공원면적이 지역면적에서 차지하는 비율을 물리적 역량을 나타내는 지표로 활용하였다. 하천의 경우 정비와 관리가 잘 된다면 배수 및 방재기능을 하며, 하천 주변의 수변공간은 도시 내에서의 중요한 그린인프라로 작용한다. 지역 내 저류시설은 저수지 등 지역 외 저류시설에 비해 저류할 수 있는 용량은 작지만, 이미 개발된 도시지역에서는 지역 내 저류시설을 활용하는 것이 보다 경제적이고 실용적인 방안으로 볼 수 있다(김소윤, 2016). 이에 하천면적과 저류지면적이 지역면적에서 차지하는 비율을 지표로 활용하였다.

3) 인적 역량과 회복탄력성

국토교통부에 따르면 2019년 기준 도시지역에 거주하는 인구는 4천 760만 명으로 우리나라 전체 인구의 91.8%가 도시지역에 거주하고 있다. 인구가 많은 지역은 재난에 노출된 취약인자가 크기도 하지만, 동시에 재

난 시 동원할 수 있는 복구자원이나 복구인력이 많을 수 있다(유순영 등, 2014). 따라서 인구밀도를 인적 역량 변수로 설정하여 분석해본다. 다음으로 ‘위험의 불평등성’이란 말이 있듯이 재난으로 인한 위험은 사회적 약자들에게 더욱 집중된다(이대웅, 2019). 지방정부 내 고령자를 비롯한 사회적 취약인구는 재난에 대한 사전 준비가 상대적으로 미흡하여 재난 발생 시 신속한 대응이 어렵다. 이에 재난취약자를 나타내는 변수로 65세 이상 고령인구비율 지표를 투입한다. 또한, 재난 이후 원래 상태로 시스템을 복구하기 위해서는 지역사회 내 주민 참여와 주민 간 신뢰 및 네트워크가 중요하다(이대웅, 2019). 특히 주민 간 신뢰와 네트워크는 재난 이후 복구를 위한 자원 동원 거래비용을 감소시켜 복구의 시간과 비용을 감소시킨다(Putnam, 1993). 따라서 시민사회 참여 차원에서 자원봉사자 비율을 인적 역량을 측정하는 변수로 활용한다.

4) 통제변수: 기후적 요인, 지형적 요인, 재난규모

자연재난으로 인해 발생하는 피해와 투입되는 복구는 발생하는 자연재난의 빈도와 규모에 의해 강한 영향을 받는다(Cutter et al., 2008). 따라서 기후적 요인, 지형적 요인, 재난규모는 재난 회복탄력성의 영향요인이 될 수 있다. 다음 IV장의 상관분석 결과에서 기후적 요인인 강수량, 지형적 요인인 지역면적과 하천연장, 재난규모인 호우피해액은 종속변수인 재난 회복탄력성과 재난 회복탄력성의 영향요인이 되는 독립변수들에 대하여 상관성을 보임과 동시에 이들 지표 사이에도 다소 높은 상관관계($r=\pm 0.3\sim 0.7$)를 보여 이것들을 통제변수로 설정함이 적합한 것으로 나타났다.

5) 종속변수: 재난 회복탄력성

2장에서 논의한 바와 같이 재난 회복탄력성은 ‘위험 요인(hazards) 발생으로 인한 충격을 흡수(absorb)하고 복구(recover)하는 대처능력(capability)’을 의미한다. 재난 회복탄력성의 측정은 Vugrin et al.(2011) 연구를 기반으

로 유순영 등(2014)이 제시한 회복탄력성 비용지수를 사용하여 재난 회복탄력성을 산출한다. 재난 회복탄력성은 Vugrin et al.(2011)이 말한 시스템 영향(system impact) 지표인 총 피해액과 총 복구노력(total recovery effort) 지표인 총 복구액의 합을 노출인자인 인구수로 나눈 값으로 재난 회복탄력성 비용 지수(Resilience Cost Index)를 나타낸다. 따라서 재난 회복탄력성 비용이 클수록 재난 회복탄력성은 작아지며, 재난 회복탄력성 비용이 적을수록 재난 회복탄력성은 커진다고 해석할 수 있다.

〈표 4〉 변수의 선정

구분	변수		측정 지표
종속변수	재난 회복탄력성		재난 회복탄력성(비용 지수)=(피해액+복구액)÷인구수(명)
독립변수	경제적 역량	지방세	1인당 지방세 부담현황(천원)
		GRDP	지역 내 총생산(백만원)
		재난재해기금	재난재해관리기금(백만원)=재난관리기금+재해구호기금
	물리적 역량	녹지비율	녹지비율(%)=(녹지면적÷지역면적)×100
		도시공원비율	도시공원비율(%)=(도시공원조성면적÷지역면적)×100
		하천비율	하천비율(%)=(하천면적÷지역면적)×100
		저류지비율	저류지비율(%)=(저류지면적÷지역면적)×100
	인적 역량	인구밀도	인구밀도(명/km ²)=(전체인구수÷지역면적)×100
		재난취약자	고령인구비율(%)=(65세이상인구수÷인구수)×100
		자원봉사자	자원봉사자비율(%)=(자원봉사자수÷인구수)×100
통제변수	기후적 요인	강수량	연간 강수량(mm)
	지형적 요인	지역면적	지역면적(km ²)
		하천연장	하천길이(m)
	재난 규모	호우피해액	호우로 인한 피해액(천원)

본 연구에서 사용되는 변수와 측정방법은 〈표 4〉와 같다. 종속변수는 재난 회복탄력성이며, 재난 회복탄력성 비용 지수의 산출을 통해 측정한다. 독립변수는 경제적 역량에 속하는 지방세, GRDP, 재난재해기금과 물리적 역량에 속하는 녹지비율, 도시공원비율, 하천비율, 저류지비율, 인적 역량에 속하는 인구밀도, 재난취약자, 자원봉사자로 총 10개이다. 기후적 요인

인 강수량과 지형적 요인인 지역면적, 하천연장, 재난규모인 호우피해액은 통제변수로 설정하였다. 선정한 변수들은 각각의 관측치 수가 달라 연구에 사용되는 샘플을 새로 추출하였다. 그 결과 관측치 수(N)는 148개이며, 기술통계량은 <표 5>와 같다. 재난 회복탄력성 비용지수는 평균 18.191(천원)으로 나타났다. 경제적 역량인 지방세와 GRDP, 재난재해기금은 로그를 취한 값을 사용하였으며, 지방세는 평균 13.926(천원), GRDP는 평균 18.012(백만원), 재난재해기금은 평균 11.556(백만원)으로 나타났다. 물리적 역량의 경우 녹지(평균 14.963%), 하천(8.984%), 도시공원(2.875%), 저류지(1.478%) 순으로 지역면적에서 많은 비율을 차지하는 것으로 나타났으며, 인적 역량의 경우 인구밀도는 평균 0.329(명/km²)로 나타났으며, 재난취약자인 고령인구비율은 평균 13.445(%), 자원봉사자비율은 평균 1.722%인 것으로 나타났다. 통제변수인 강수량은 평균 13300.160(mm), 표준편차 3284.972, 지역면적은 평균 1102.442(km²), 표준편차 771.070으로 지역차가 컸다. 하천연장과 호우피해액은 로그를 취한 값을 사용하였으며 하천연장(길이)은 평균 12.880(m), 호우피해액은 평균 14.665(천원)로 나타났다.

<표 5> 기술통계량(N=148)

변수	평균	표준편차	최솟값	최댓값
재난 회복탄력성	18.191	33.717	0.002	220.339
지방세	13.926	0.283	13.285	14.680
GRDP	18.012	0.859	15.693	19.989
재난재해기금	11.556	0.969	6.879	13.989
녹지비율	14.963	20.339	2.630	154.703
도시공원비율	2.875	3.541	0.394	16.697
하천비율	8.984	7.940	0.094	39.115
저류지비율	1.478	3.267	0.071	24.984
인구밀도	0.329	0.357	0.087	1.702
재난취약자	13.445	3.445	6.600	21.900
자원봉사자	1.722	0.646	0.667	4.152
강수량	13300.160	3284.972	5951.000	22064.000
지역면적	1102.442	771.070	140.410	3376.010
하천연장	12.880	2.036	5.521	18.413
호우피해액	14.665	2.976	4.407	19.840

3. 분석대상 및 자료수집

본 연구는 지자체 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향을 확인하기 위하여 전국 17개 광역자치단체를 대상으로 분석였다. 이를 위해 2009년부터 2018년까지 10년간의 패널데이터를 구축하여 분석에 사용하였다. 종속변수에 사용되는 재난 피해액과 복구액은 행정안전부가 제공하는 『2018 재해연보』중 최근 10년간 피해액 및 복구액 현황을 활용하였고(행정안전부, 2018), 그 외 변수들은 KOSIS 국가통계포털(kosis.kr)을 이용하여 수집하였다. 수집된 자료들은 STATA 통계프로그램(버전 14.0)을 사용하여 상관분석 및 패널회귀분석을 실시하였다.

IV. 분석결과

1. 상관분석 결과

본 연구의 종속변수인 재난 회복탄력성과 그 영향요인이 되는 지자체 역량 간의 상관성을 확인하기 위하여 상관관계 분석을 실시하였다.

재난 회복탄력성과 영향요인 간 상관성 분석결과, 재난 회복탄력성은 인적 역량 중 재난취약자($r=.217$, $p<.01$)와 유의미한 양(+)의 상관성이 있으며 강수량($r=.313$, $p<.01$), 하천연장($r=.188$, $p<.05$), 호우피해액($r=.576$, $p<.01$)과도 유의미한 양(+)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 한편 재난 회복탄력성은 경제적 역량 중 지방세($r=-.242$, $p<.01$)와 물리적 역량 중 도시공원비율($r=-.199$, $p<.05$), 인적역량 중 인구밀도($r=-.186$, $p<.05$)와 유의미한 음(-)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 여기서 재난 회복탄력성은 제2장에서 논의한 것과 같이 재난 회복탄력성 비용 지수(Resilience Cost Index)를 의미하며 재난 회복탄력성 비용이 클수록 재난 회복탄력성은 작아지고, 재난 회복탄력성 비용이 적을수록 재난 회복탄력성은 커진다. 따라서 재난 회복탄력성에 대해 재난취약자와 강수량, 하천연장, 호우피해액

이 갖는 양(+)의 상관성은 부정적이며, 재난 회복탄력성에 대해 지방세, 도시공원비율, 인구밀도가 갖는 음(-)의 상관성은 긍정적으로 볼 수 있다.

한편, 기후적 요인인 강수량, 지형적 요인인 지역면적과 하천연장, 재난 규모인 호우피해액은 종속변수인 재난 회복탄력성과 재난 회복탄력성의 영향요인이 되는 독립변수들에 대하여 상관성을 보임과 동시에 이들 지표 사이에도 다소 높은 상관관계($r=\pm 0.3\sim 0.7$)를 보였다. 먼저 강수량의 경우 호우피해액($r=.353$, $p<.01$)과 유의미한 양(+)의 상관성을 보이며, 하천연장($r=-.300$, $p<.01$)과는 유의미한 음(-)의 상관성을 보였다. 두 번째로 지역면적은 하천연장($r=.587$, $p<.01$)과 호우피해액($r=.386$, $p<.01$)과 유의미한 양(+)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 마지막으로 하천연장은 호우피해액($r=.305$, $p<.01$)과 유의미한 양(+)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 자기상관성이 높은 강수량, 지역면적, 하천연장, 호우피해액 4개의 지표를 통제변수로 설정하고, 패널회귀분석을 통하여 재난 회복탄력성과 영향요인 간의 영향력을 밝힌다.

〈표 6〉 상관분석 결과

변수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1.000														
2	-0.242***	1.000													
3	-0.056	0.241***	1.000												
4	-0.113	0.199**	0.872***	1.000											
5	-0.126	0.313***	-0.296***	-0.452***	1.000										
6	-0.199**	0.383***	0.322***	0.231***	0.515***	1.000									
7	0.054	-0.002	0.108	-0.113	0.225***	0.158*	1.000								
8	-0.086	0.289***	-0.271***	-0.395***	0.761***	0.379***	0.062	1.000							
9	-0.186**	0.224***	0.554***	0.557***	0.027	0.830***	0.059	-0.036	1.000						
10	0.217***	0.033	-0.045	-0.127	-0.20***	-0.285***	0.381***	-0.106	-0.281***	1.000					
11	-0.101	0.072	-0.338***	-0.255***	-0.232***	-0.192**	-0.323***	-0.177**	-0.104	-0.077	1.000				
12	0.313***	-0.079	-0.129	0.018	-0.137*	0.007	-0.219***	-0.238***	0.056	-0.143*	0.151*	1.000			
13	0.124	0.007	0.614***	0.528***	-0.359***	-0.220***	0.067	-0.269***	-0.157*	0.129	-0.343***	-0.040	1.000		
14	0.188**	-0.117	0.425***	0.224***	-0.118	-0.117	0.507***	-0.052	-0.126	0.487***	-0.444***	-0.300***	0.587***	1.000	
15	0.576***	-0.150*	0.207**	0.105	-0.257***	-0.231***	0.174**	-0.313***	-0.163**	0.224***	-0.258***	0.353***	0.386***	0.305***	1.000

* $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$

(분석변수) 1=재난 회복탄력성, 2=지방세, 3=GRDP, 4=재난재해기금, 5=복지비율, 6=도시공원비율, 7=하천비율, 8=저류지비율, 9=인구밀도, 10=재난취약자, 11=자원봉사자, 12=강수량, 13=지역면적, 14=하천연장, 15=호우피해액

2. 연구모형 추정: 패널회귀분석

1) 하우스만(Hausman) 검정

패널 선형회귀모형에서 고정효과인지 확률효과인지 판단할 때 중요한 기준은 오차항에 대한 추론(inference)이다.⁶⁾ 여기서 오차항은 패널 개체의 특성을 의미한다. 패널 개체들이 모집단에서 무작위 추출된 표본이라면 오차항은 확률분포를 따른다고 할 수 있으며, 그렇지 않은 경우 오차항은 확률분포를 따른다고 할 수 없다.⁷⁾

한편 통계적 방법으로는 하우스만(Hausman) 검정을 이용하여 추정모형을 선택할 수 있다. 즉, 고정효과모형의 추정치와 확률효과모형의 추정치를 비교하여, 고정효과모형의 적합성을 검정하는 것이다. 하우스만 검정의 가설은 다음과 같다.

$$H_0 : Cov(x_{it}, u_i) = 0$$

$$H_1 : Cov(x_{it}, u_i) \neq 0$$

귀무가설이 맞으면 확률효과모형이 더 효율적이고, 귀무가설이 틀리면 일치추정량을 얻을 수 있는 고정효과모형을 선택한다. 본 연구의 패널데이터에 대한 하우스만 가설검정 결과, 회복탄력성에 대한 하우스만 검정은 p값이 0.01보다 크기 때문에 귀무가설이 채택되어 확률효과(random effect; RE) 모형을 선택하는 것이 적절한 것으로 나타났다.

6) 조일형 등(2012) 연구의 '하우스만 검정' 부분을 인용함.

7) 이대웅(2019) 연구의 '하우스만 검정' 부분을 인용함.

〈표 7〉 하우스만 검정 결과⁸⁾

	Coefficients			
	(b)	(B)	(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
변수	고정효과(FE)	확률효과(RE)	Difference	S.E.
지방세	-27.508	-9.949	-17.559	45.939
GRDP	120.453	-0.638	121.091	69.909
재난재해기금	26.543	-1.388	27.930	13.377
녹지비율	0.451	0.205	0.247	0.995
도시공원비율	-3.737	-2.596	-1.141	5.102
하천비율	-0.298	-0.596	0.298	0.420
저류지비율	3.031	1.881	1.150	0.950
인구밀도	-254.124	22.530	-276.654	338.796
재난취약자	7.918	1.726	6.191	8.590
자원봉사자	-12.098	2.781	-14.879	16.531
강수량	0.002	0.002	-0.001	0.001
지역면적	0.049	-0.003	0.052	0.103
하천연장	1.719	2.925	-1.206	2.569
호우피해액	6.166	6.052	0.114	0.563

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg

B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$\chi^2(21) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$

= 14.41

Prob> χ^2 = 0.8511

2) 이분산성(Heteroskedasticity) 검정

다음으로 본 연구에서는 구축한 패널데이터가 이분산성이 존재하는지를 검정하기 위해 White의 이분산 검정을 실시하였다. 분석결과 검정통계량의 p값이 0.01보다 작기 때문에 동분산을 가정한 귀무가설을 기각하므로 이분산성이 존재하는 것으로 나타났다.

8) STATA에 의한 하우스만 검정 결과임.

〈그림 2〉 이분산성 검정 결과⁹⁾

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity in fixed effect regression model	chi2(17) = 845.09 Prob>chi2 = 0.0000
H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i	

3) 자기상관(Autocorrelation) 검정

다음은 본 연구에서는 패널 데이터의 자기상관성을 검정하기 위해 Wooldridge 검정을 실시하였다. 분석결과 검정통계량의 p값이 0.01보다 크기 때문에 1차 자기상관이 없다는 귀무가설을 기각하지 못하므로 1차 자기상관이 없는 것으로 나타났다.

〈그림 3〉 자기상관 검정 결과¹⁰⁾

Wooldridge test for autocorrelation in panel data	F(1, 14) = 0.002 Prob > F = 0.9639
H0: no first order autocorrelation	

3. 패널회귀분석 결과

지자체 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향을 밝히기 위한 패널회귀분석(Panel Regression Analysis)을 실시한 결과는 〈표 8〉과 같다. 패널회귀모형은 하우스만(Hausman) 검정을 통해 확률효과모형(Random Effect Model)이 적절한 것으로 도출되었고, 이분산성(Heteroskedasticity)이 존재하며 자기상관(Autocorrelation)은 존재하지 않는 것으로 나타났다.

패널회귀분석 결과, 통제변수인 강수량($\beta=0.002$, $p<.05$), 하천연장($\beta=2.925$, $p<.1$), 호우피해액($\beta=6.052$, $p<.01$)이 재난 회복탄력성에 대하여 유의미한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편, 물리적 역량 중 도시공원비율($\beta=-2.596$, $p<.1$)과 하천비율($\beta=-0.596$, $p<.1$)은 재난 회복

9) STATA에 의한 이분산성 검정 결과임.

10) STATA에 의한 자기상관 검정 결과임.

탄력성에 유의미한 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 여기서 재난 회복탄력성은 호우로 인한 피해액과 이를 복구하기 위해 소요된 복구비용의 합을 노출인자인 인구수로 나눈 값으로 재난 회복탄력성 비용 지수(Resilience Cost Index)를 나타내며, 재난 회복탄력성 비용과 재난 회복탄력성은 반대되는 성질을 갖는다. 따라서 강수량이 많을수록, 하천연장이 길수록, 호우피해액이 클수록 재난 회복탄력성 비용은 커지며, 재난 회복탄력성은 작아진다. 반면에 공원비율과 하천비율이 높을수록 재난 회복탄력성 비용은 작아지며, 재난 회복탄력성은 커진다.¹¹⁾ 물리적 역량 중 도시공원의 불투수면적은 빗물 침투기능을 가지고 있어 홍수와 같은 재해피해의 대응책으로 활용될 수 있음(Laura, 2010; ARUP, 2014)을 보여주는 결과이며, 하천의 배수 및 방재기능과 수변공간이 그린인프라로 작용함을 보여주는 결과이다. 한편 지자체 역량 중 경제적 역량과 인적 역량은 재난 회복탄력성에 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 밝혀졌다.

〈표 8〉 패널회귀분석 결과

구분	변수		재난 회복탄력성(비용 지수)
독립변수	경제적 역량	지방세	-9.949(17.757)
		GRDP	-0.638(9.370)
		재난재해기금	-1.388(13.853)
	물리적 역량	녹지비율	0.205(0.234)
		도시공원비율	-2.596(1.483)*
		하천비율	-0.596(0.315)*
		저류지비율	1.881(1.510)
	인적 역량	인구밀도	22.530(18.977)
		재난취약자	1.726(1.322)
		자원봉사자	2.781(6.131)
통제변수	기후적 요인	강수량	0.002(0.001)**
	지형적 요인	지역면적	-0.003(0.005)
		하천연장	2.925(1.763)*
	재난 규모	호우피해액	6.052(1.381)***
	(상수항)		
N			148
R2			0.4805

*p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01 / 괄호 : 표준편차

11) 이가을 등(2020) 연구와 동일한 분석결과임.

V. 결론

최근 발생하고 있는 재난 유형이 기후변화와 도시화로 인해 예측하기 어렵고, 대형화·복잡화됨에 따라 재해로부터 부정적 충격을 최소화하고 재해 발생 후 원상태로 돌아갈 수 있는 능력인 회복탄력성(resilience)이 중요해졌다.¹²⁾ 이에 본 연구는 자연재해 가운데 호우를 중심으로 지자체의 경제적·물리적·인적 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향을 분석하고, 어떠한 지자체 역량이 호우로 인한 재난 회복탄력성 비용 지수를 감소시키는지 밝히고자 하였다.¹³⁾

선행연구를 통해 재난 회복탄력성을 ‘위험 요인(hazards) 발생으로 인한 충격을 흡수(absorb)하고 복구(recover)하는 대처능력(capability)’으로 정의하고, 지자체의 역량(capacity)을 통해 재난으로 인한 피해영향과 그 복구비용을 최소화할 수 있다고 보았다. 재난 회복탄력성의 측정은 Vugrin et al.(2011) 연구를 기반으로 유순영 등(2014)이 제시한 회복탄력성 비용지수를 사용하여 재난 회복탄력성을 산출하였다. 재난 회복탄력성 비용지수는 Vugrin et al.(2011)이 말한 시스템 영향지표인 총 피해액과 총 복구노력 지표인 총 복구액의 합을 노출인자인 인구수로 나눈 값으로 재난 회복탄력성 비용 지수(Resilience Cost Index)를 나타내며 재난 회복탄력성 비용과 재난 회복탄력성은 반대되는 성질을 갖는다.

본 연구의 패널회귀분석 결과 및 시사점은 다음과 같이 정리할 수 있다. 재난 회복탄력성에 대하여 통제변수인 강수량($\beta=0.002$, $p<.05$), 하천연장($\beta=2.925$, $p<.1$), 호우피해액($\beta=6.052$, $p<.01$)이 유의미한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편, 물리적 역량 중 도시공원비율($\beta=-2.596$, $p<.1$)과 하천비율($\beta=-0.596$, $p<.1$)이 유의미한 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 강수량, 하천연장, 호우피해액이 클수록 재난 회복탄력성 비용은 커지며, 재난 회복탄력성은 작아지는 반면, 도시공원비율과

12) 이가을 등(2020) 연구의 문장을 인용함.

13) 본 논문은 이가을 등(2020) 연구를 수정·보완한 것으로 연구목적이 동일함.

하천비율이 높을수록 재난 회복탄력성 비용 지수는 작아지며, 재난 회복탄력성은 커진다.¹⁴⁾ 따라서 재난 회복탄력성을 제고하기 위해서는 도시공원의 토지이용 면적을 늘릴 필요가 있다. 하천면적도 증가시키는 것이 필요한데 복개된 하천을 자연형 하천으로 개량하는 것이 필요하다. 특히 강수량과 같은 기후적 요인은 직접 완화할 수 없기 때문에 빗물 침투가 가능한 투수 면적을 만드는 것이 홍수피해 저감에 도움이 된다.

지금까지 본 연구는 광역자치단체 차원의 지자체 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향을 분석한 연구로 우리나라 자연재난 중 재산 및 인명피해가 크고 지속적으로 발생하고 있는 호우를 중심으로 한 연구라는 점에서 의의가 있다. 하지만, 경제적·물리적·인적 역량 이외의 행정 및 정책 요인, 지역 커뮤니티 역량, 공간효과 등의 지표를 모두 고려하지 못했다는 한계점이 있다. 또한, 데이터의 한계로 17개 광역지자체를 공간적 범위로 연구하였는데 동일 광역지자체이더라도 하위 지자체별로 역량 차이가 큰 점을 고려하여 기초지자체 단위의 연구로 발전시킬 필요가 있다. 후속연구에서는 재난 회복탄력성 측정을 위해 사용되는 지표의 표준화와 측정방법에 관한 논의가 필요하다. 더 나아가 예방·대비·대응·복구의 재난단계별 재난관리에 해당하는 지표연구가 이루어져 홍수 저감·피해·복구의 재난 생애주기별 효과적인 재난관리¹⁵⁾가 가능해지길 바란다.

■참고문헌■

- 강상준·조성한·홍순영, 2013, 『자연재해로부터의 지역사회 회복탄력성 도입방안』, (기본연구: 2013-05), 수원: 경기개발연구원.
- 김가영·변성수·장서운·배민기, 2020, “충북의 집중호우 피해 현황 및 대응 방향,” 『충북 FOCUS』, 184, pp.1-28.
- 김소운, 2016, “도시녹지의 재해피해 저감효과에 대한 연구,” 석사학위논문, 서울대학교 대학원, 서울.

14) 이가을 등(2020) 연구와 동일한 분석결과임.

15) 미세먼지 재난관리 프로세스를 구축한 홍명기 등(2019) 연구를 참고함.

- 김연수, 2016, “빅 데이터 분석 기법을 이용한 기후변화 복원탄력성 지표 개발,” 박사학위논문, 인하대학교 대학원, 인천.
- 박소연, 2016, “지역 특성이 자연재난회복력에 미치는 영향 분석,” 박사학위논문, 인하대학교 대학원, 인천.
- 박주언, 2017, “시뮬레이션 기법을 이용한 기후변화 복원탄력성 평가-인천광역시를 중심으로-,” 박사학위논문, 인하대학교 대학원, 인천.
- 박창열, 2019, 『제주지역 재해 회복탄력성 강화 방안』, (기본연구: 2019-06), 제주: 제주연구원.
- 심우배·한우석·구형수·지승희, 2011, 『기후변화 적응도시 조성 방안 연구』, (도시의 기후변화 취약성 평가방법 정립 및 취약성평가; 1차년도), 과천: 국토해양부.
- 유순영, 2011, “미래 자원환경지질 분야로서 국가기반시설 리질리언스 연구 동향 분석,” 『자원환경지질』, 44(6), pp.533-539.
- 유순영·안현욱·김성욱·이길하·김진만, 2014, “방재력 비용 지수를 이용한 복구활동의 효과 분석,” 『환경정책』, 22(1), pp.31-54, DOI: 10.15301/jepa.2014.22.1.31.
- 이가을·변병설, 2020, “지자체 역량이 재난 회복탄력성에 미치는 영향: 17개 광역자치단체를 중심으로,” 『한국정책학회 동계학술발표논문집』, 춘천 세종호텔(온라인), pp.37-56.
- 이대웅, 2019, “한국 지방정부의 재난 회복탄력성 영향요인 분석: 자연재해 가운데 호우를 중심으로,” 『한국행정학보』, 53(1), pp.253-283, DOI: 10.18333/KPAR.53.1.253.
- 전은영·변병설, 2017, “기후변화에 대응하기 위한 커뮤니티 리질리언스 평가지표 개발과 적용,” 『국토지리학회지』, 51(1), pp.47-58.
- 조일형·주희진·오정민, 2012, “서울시 환경성질환자 증대의 대기오염원 영향분석,” 『서울행정학회 추계학술대회 발표논문집』, 부산대학교 상남국제회관, p.239.
- 하수정·남기찬·민성희·전성제·박종순, 2014, 『지속가능한 발전을 위한 지역 회복력 진단과 활용 방안 연구』, (국토연: 2014-1), 안양: 국토연구원.
- 행정안전부, 2018, 『2017 재해연보』, 세종: 행정안전부.
- _____, 2019, 『2018 재해연보』, 세종: 행정안전부.
- _____, 2020, 『2020년 재난관리평가 국민체감도 설문조사 결과 보고서』, 세종: 행정안전부.
- 홍명기·반영운·최남희, 2019, “Building a casual Loop of disaster management process for fine dust considering a dynamic life cycle,” 『한국위기관리논집』, 15(6), pp.45-58.
- Advantages West Midlands, 2010, *Community economic resilience index*, UK: England.
- ARUP, 2014, *Cities alive: Rethinking green infrastructure*, UK: London.
- Biringer, B. E., E. D. Vugrin, and D. E. Warren, 2013, *Critical infrastructure system*

- security and resiliency*, Boca Raton: CRC press.
- Bruneau, M., S. Chang, R. Eguchi, G. Lee, T. O'Rourke, and A. M. Reinhorn et al., 2003, "A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities," *Earthquake Spectra*, 19(4), pp.733-752, DOI: 10.1193/1.1623497.
- Burton, C. G., 2012, "The development of metrics for community resilience to natural disasters," Doctoral dissertation, University of South Carolina, Columbia.
- Campanella, T. J., 2006, "Urban resilience and the recovery of New Orleans," *Journal of the American Planning Association*, 72(2), pp.141-146, DOI: 10.1080/01944360608976734.
- Cutter, S. L., L. Barnes, M. Berry, C. Burton, E. Evans, and E. Tate et al., 2008, "A place-based model for understanding community resilience to natural disasters," *Global Environmental Change*, 18(4), pp.598-606, DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013.
- Ekosgen, 2011, *Strengthening local economies: The index of economic resilience 2011*, (Final report for Yorkshire cities), Newcastle.
- Foster, K. A., 2010, *Regional resilience: How do we know it when we see it?*, Retrieved from [http://www.gwu.edu/~gwipp/Foster-Regional Resilience](http://www.gwu.edu/~gwipp/Foster-Regional%20Resilience%20May%202010.pdf) May 2010.pdf.
- Holling, C. S., 1973, "Resilience and stability of ecological systems," *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, pp.1-23, DOI: 10.1146/annurev.es.04.110173.000245.
- Laura, G., 2010, *Multi-Functional urban green infrastructure*, (A CIWEM briefing report), London: Chartered Institution of Water and Environmental Management (CIWEM).
- Manyena, S. B., 2006, "The concept of resilience revisited," *Disasters*, 30(4), pp.434-450, DOI: 10.1111/j.0361-3666.2006.00331.x.
- Norris, F. H., S. P. Stevens, B. Pfefferbaum, K. F. Wyche, and R. L. Pfefferbaum, 2008, "Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness," *American Journal of Community Psychology*, 41, pp.127-150, DOI: 10.1007/s10464-007-9156-6.
- Putnam, R. D., 1993, "The prosperous community," *The American Prospect*, 4(13), pp.35-42.
- Rose, A., 2007, "Economic resilience to natural and man-made disasters: Multidisciplinary origins and contextual dimensions," *Environmental*

- Hazards*, 7(4), pp.383-398, DOI: 10.1016/j.envhaz.2007.10.001.
- Shaw, R., Y. Takeuchi, J. Joerin, G. Fernandez, B. I. Tjandradewi, and E. Wataya et al., 2010, *Climate and disaster resilience initiative capacity-building program*, Geneva: UNISDR.
- Timmerman, P., 1981, *Vulnerability, resilience and the collapse of society: A review of models and possible climatic applications*, Toronto: Institute for Environmental Studies, University of Toronto.
- Vugrin, E. D., D. E. Warren, and M. A. Ehlen, 2011, "A resilience assessment framework for infrastructure and economic systems: Quantitative and qualitative resilience analysis of petrochemical supply chains to a hurricane," *Process Safety Progress*, 30(3), pp.280-290, DOI: 10.1002/prs.10437.
- 국가통계포털, 2020, <https://kosis.kr>.
- STATA, 2020, <http://www.stata.com>.

이가을: 인하대학교 행정학과 석사과정에 재학중이며 도시계획을 부전공으로 하고 있다. 인하대학교 도시계획연구소에서 Resilience City, Green City, Smart Eco City 등 도시 및 환경정책과 관련된 연구 활동을 하고 있다. 관심분야는 도시의 회복탄력성과 환경정책이다(ehfkwl1212@naver.com).

변병설: 미국 University of Pennsylvania에서 도시계획학 박사학위를 취득한 후, 한국환경정책평가연구원의 연구위원을 역임하였다. 현재는 인하대학교 교수이며, 환경부 「그린시티」평가제도를 총괄하고 있다(byun@inha.ac.kr).

투 고 일: 2020년 12월 03일
심 사 일: 2020년 12월 03일
게재확정일: 2020년 12월 07일