

연구노트

기후재난 대응을 위한 취약성·준비성 넥서스 측정 및 조사: 대도시 폭염재난 대응을 중심으로*

황선재** · 박두진*** · 임서연**** · 김현*****

본 연구는 기후변화와 함께 가속화되고 있는 폭염재난에 대응하기 위한 정책적 수단으로서의 ‘취약성·준비성 넥서스’(vulnerability-readiness nexus)를 측정하고, 이를 경험적으로 조사한 방법과 과정을 공유하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해, 우선 취약성·준비성 넥서스가 무엇인지 설명하고, 이를 어떻게 기후재난 및 폭염재난 대응을 위한 정책도구로 활용할 수 있는지에 대해 논의한다. 다음으로, 취약성·준비성 넥서스 수준을 지역별로 측정하기 위해 개발한 지표체계의 개발과정을 설명하는데, 이는 지표체계 개발과정에 대한 상술과 개발된 지표체계를 실제 사례 분석에 적용한 예시를 포함한다. 마지막으로 개발된 지표체계를 기준으로, 폭염재난 취약성·준비성 관점에서 관심이 필요한 한국의 7개 대도시 자치구를 선정하여 수행한 추가적인 양적·질적 조사(서베이 및 초점집단면접)의 방법과 과정을 보여준다. 본 연구를 통해 기후재난 시대에 점차 심화되고 있는 폭염재난에 대한 전반적인 관심을 환기하고, 이에 대한 실질적·정책적 대응 수단으로서의 취약성·준비성 넥서스 측정 및 조사의 함의를 함께 고민해볼 수 있기를 기대한다.

주제어: 기후위기, 폭염재난, 취약성·준비성 넥서스, 혼합방법론

* 이 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 이루어졌습니다. (NRF-2020S1A5A2A03043565).

** 충남대학교 사회학과 부교수(sunjaeh@cnu.ac.kr), 제1저자.

*** 충남대학교 사회학과 석사(soziologic@naver.com), 공동저자.

**** The University of Massachusetts-Amherst 사회학과 박사과정(seoyeonlim@umass.edu), 공동저자.

***** 충남대학교 행정학부 부교수(hkim0128@cnu.ac.kr), 교신저자.

I. 들어가는 말

21세기 기후위기는 더 이상 미래의 위협이 아닌 현재진행형의 재난이다. 특히 폭염은 기후변화가 일상생활에 미치는 가장 뚜렷하고 파괴적인 형태 중 하나로, 인명 피해와 건강악화는 물론, 사회적 불평등을 심화시키는 기후재난으로 주목받고 있다. 세계보건기구(WHO)는 폭염을 ‘가장 치명적이지만 과소평가된 자연재해’로 지목하며, 전 세계적으로 매년 수만 명의 조기 사망을 초래하고 있다고 경고한다(WHO 2021). 미국 시카고에서는 1995년 단 5일간의 폭염으로 700여 명이 사망하였으며, 유럽 전역을 강타한 2003년 폭염은 7만 명 이상의 사망자를 발생시켰다(Klinenberg 2002; Robine et al. 2008). 이러한 피해는 단순히 기온 상승 때문만이 아니라, 폭염에 노출되는 사회구성원의 구조적 조건에 따라 심화된다는 점에서 ‘기후불평등’의 전형적 사례라 할 수 있다.

한국에서도 폭염은 빠르게 기후재난의 중심 문제로 대두되고 있다. 기상청에 따르면 지난 10년간 한반도의 연평균 폭염 일수는 1980년대에 비해 두 배 이상 증가했으며, 특히 도시를 중심으로 온열질환자가 급증하고 있다. 서울의 경우, 폭염주의보 및 경보 발령일 수가 연평균 15일 이상으로 집계되고 있으며, 고령층·저소득층·1인가구 등 사회경제적 취약계층에서 사망률과 건강악화 지표가 높게 나타나고 있다(이나영 외 2014; Kim et al. 2023). 도시 집중화, 고령화, 사회적 고립의 경향이 지속되는 한국의 도시 환경은 폭염 피해의 지역 간 및 지역 내 불평등성을 더욱 심화시키고 있다.

기존의 폭염 대응 정책은 주로 단기적·물리적 대응에 치우쳐 있었다. 무더위쉼터 설치, 폭염특보 발령, 살수차 운영 등은 일차적 대응수단이지만, 이는 사회적 취약성에 따른 불균등한 피해를 해소하기에는 역부족이다(Ford & King 2015). 이에 따라 최근 기후재난 대응 담론에서는 단순한 물리적 적응을 넘어, 사회적·제도적 차원의 회복탄력성과 적응 역량을 함께 고려해야 한다는 요구가 커지고 있다(Moser & Boykoff 2013; IPCC 2014). 특히 ‘취약성(vulnerability)’과 ‘준비성(readiness)’의 개념을 결합한 ‘취약성·준비성 넥서스(vulnerability-readiness nexus)’는 기후재난에 대한 종합적 진단과 실질적 대응 전략을 수립하기 위한 분석 프레임워크로 주목받고 있다(Kim et al. 2021).

취약성은 기후재난에 노출된 사회의 위험 수준을 구성하는 주요 변수인 노출도, 민감성, 적응역량 등으로 구성되며(IPCC 2001), 이와 같은 취약성 분석은 기후정책의 타겟 지역과 계층을 선별하는 데 유용하다. 그러나 실제 정책 실행과의 연결에는 한계가 있으며, 이에 대응하는 준비성은 해당 지역 사회의 정책 집행 역량, 경제적 여건, 사회적 자본, 거버넌스 수준 등을 평가하는 지표로서 기능한다. Ford와 King(2015)은 이러한 이중적 평가들을 통해 기후재난의 예방 및 회복을 동시에 가능케 하는 통합적 접근의 필요성을 제기하였다.

본 연구는 이러한 이론적 논의에 기반하여, 한국의 7대 대도시를 중심으로 폭염재난 대응을 위한 취약성·준비성 넥서스를 계량적으로 측정할 수 있는 지표체계를 개발하고, 이를 활용한 실증조사와 정책 분석을 통해 도시 지역의 대응역량을 진단하고자 한다. 본 연구의 지표체계는 지역 수준의 취약성과 준비성을 측정할 수 있는 복수의 세부지표로 구성되며, 각 지표는 IPCC(2014)의 프레임워크, ND-GAIN 지수, 국내 보건·기상자료 등을 종합하여 설계되었다. 또한 계량지표 분석의 한계를 보완하기 위해 서베이와 초점집단면접(FGI)을 병행하여, 지표체계와 지역 실태 간의 정합성을 검토했다.¹⁾

결론적으로, 본 연구는 기후위기 대응이 단순한 환경 문제를 넘어 건강·불평등·시민역량이라는 사회 전반의 구조적 전환을 요구하는 과제임을 강조한다. 특히 폭염이라는 국지적 재난에 대해 ‘어느 지역이 더 위험한가’(취약성), ‘어느 지역이 더 준비되어 있는가’(준비성)를 동시에 진단하고, 이를 통해 ‘누가 더 보호받을 수 있는가’를 실질적으로 설계하는 데 기여하고자 한다. 본 연구는 기후재난 대응 정책의 타당성과 형평성을 제고하고, 향후 기후정책 수립의 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

II. 연구 배경 및 필요성

1. 기후변화, 폭염재난, 그리고 기후위기 대응

1) 본 연구를 수행하는 과정에서 각 단계별로 다양한 실증분석 역시 이루어졌다. 그중 일부는 본 원고에 포함하기도 하였으나(예. 제III장 제2절), 필수적인 경우를 제외하고는 연구의 방법과 과정에 집중하여 서술함으로써 ‘연구노트’의 취지를 살리고자 하였다.

기후변화는 대량이주, 물 부족, 건강위협, 식량부족, 무력 충돌 등을 일으키는 원인으로 여겨져 왔다(National Research Council 2013). 따라서 국가 간에 기후변화(또는 기후변화에 따른 재난)에 적응 또는 대응하려는 다양한 활동이 진행되고 있다. 국내에서도 기존의 국가(중앙정부 중심) 주도의 기후재난 적응접근과 더불어 지역공동체 또는 커뮤니티 단위 중심의 적응정책이나 회복탄력성을 향상하려는 움직임이 있다 (Kim & Marcouiller 2019; Kim et al. 2020; Moser & Boykoff 2013).

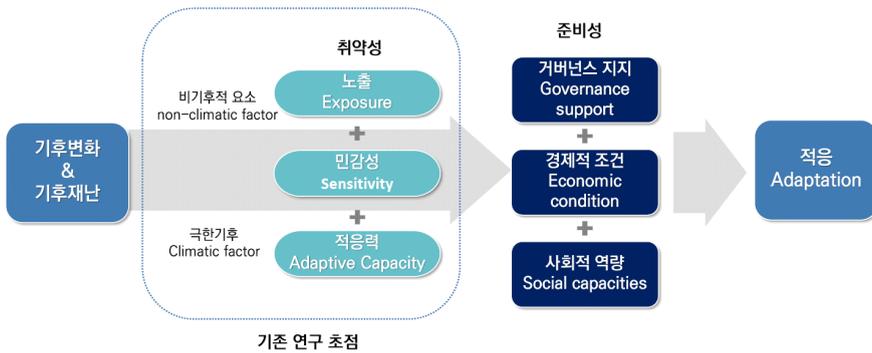
기후위기로 유발되는 기후재난 중에서도 폭염재난이 최근 전 세계적으로 도시환경이나 커뮤니티에서 사회적·환경적 이슈로 부각되고 있다(Kim et al. 2023). 예를 들면, 폭염으로 인해 1995년 7월 단 5일 만에 미국의 일리노이주 Cook county에서는 700명이 넘는 사상자가 발생하였다. 사상자 수는 특히 부유하지 못한 가정, 사회적 연결망이 약한 저소득층에서 더욱 많은 것으로 드러났다(Klinenberg 2015; Mitchell & Chakraborty 2015; Wilson & Chakraborty 2019). 국내에서도 2019년 7월에는 7월 상순기온으로는 80년 만에 가장 높은 수치를 기록하며 온열질환자가 급증하였고(이수경 외 2020), 서울을 대상으로 한 연구에서도 열지수가 높아질수록 호흡기계 또는 심혈관계질환 사망자가 증가하였다(이나영 외 2014).

일찍이 고령화 사회 진입, 1인가구 증가, 소득 양극화, 대도시로의 인구유입 및 집중 현상이 만연하고 있는 국내에서는 폭염재난으로 인한 도시 취약계층의 생활안전 문제는 더욱 심각해질 것으로 예상된다. 이런 취약성 또는 사회불평등은 건강에 부정적 영향을 주기도 한다. 이에 기후위기와 건강의 연결고리를 Corburn(2021)은 건강의 사회적 결과물(social determinants of health)로 강조하기도 하였다. 이러한 커뮤니티 생활안전 문제는 기후정의의 제대로 갖추지 못한 도시환경에서 기후변화로 인한 직·간접적 환경, 사회경제적 변화와 더불어 환경(부)정의 형태로 나타날 수 있다(Kim et al. 2022; 2024). 이와 관련된 문제에 대응하기 위해서는 무엇보다 국가나 지역 수준에서 폭염재난의 영향을 측정하고, 이에 대응하기 위한 사회·정책적 방안에 대한 고민이 요구된다. 이에 본 연구에서는 폭염재난이라는 구체적인 기후위기 상황에 적용할 수 있는 취약성·준비성 넥서스 프레임워크를 제시하여, 향후 다양한 기후재난 유형이나 복합 재난에의 적용 가능성을 검토하고자 한다.

2. 폭염재난 대응을 위한 취약성·준비성 넥서스 프레임워크

폭염재난에 대응하기 위해서는 지역공동체 또는 지역, 국가 단위의 면밀한 ‘취약

성(vulnerability)’ 확인 및 진단뿐만 아니라, 취약성을 줄이기 위한 정책적 수단 및 정책적 실행 조건으로서의 ‘준비성(readiness)’과의 결합(nexus)이 중요하다(Kim et al. 2021; 2023). 기존 기후재난 적응 관련 연구들은 대부분 기후변화에 따른 재난의 위험에서 해당 지역이나 국가의 취약성 관련 지표산출 또는 분석에 중점을 두었다(Oh et al. 2017; Regan et al. 2019). 여기서 취약성은 특정 지역이 기후재난의 위험에 대응하기에 어려움이 있는 정도를 나타내는 개념으로, 노출(exposure), 민감성(sensitivity), 그리고 적응력(adaptive capacity)의 영역을 포함한다(IPCC 2001) (<그림 1> 참조).



<그림 1> 기후재난 대응을 위한 취약성·준비성 넥서스 프레임워크

먼저, ‘노출’은 특정 지역이 기온, 강수량 등의 기후에 노출되는 정도를 의미하고, ‘민감성’은 인구, 사회기반시설, 지형 등이 기후변화 영향에 민감한 정도를 나타낸다. 이런 노출과 민감성에 반해 ‘적응력’은 기술, 재정 등 기후변화에 적응할 수 있는 역량을 뜻한다. 이 취약성 측정을 위하여 2010년대 IPCC(2014)에서는 기후위험 평가를 위해(hazard), 노출(exposure), 취약성(vulnerability), 그리고 영향(impacts)의 요소로 파악하기도 했다. 특히 폭염재난과 관련있는 노출과 관련 요소로는 폭염수준, 열대야수준 등이 해당한다. 그리고 민감성은 사회적 취약성과 밀접한 관련이 있는, 영·유아계층, 노인층, 장애인 수, 빈곤층 등이 해당한다고 할 수 있다. 적응력에는 온열질환자를 수용할 수 있는 병원 병상 수, 병원 종사자 수 등을 들 수 있다. 이런 기후위기나 기후변화에 따른 취약성 평가는 기후위기나 재난에 따른 지역이나 국가 등 공간이나 장소가 가지는 대응 역량을 진단하고, 기후위기나 재난에

따른 피해를 줄이는 데 중요한 역할을 한다. 하지만 이 취약성 평가는 다소 구체적 인 지역이나 국가에 적절한 정책실행이나 정책수단을 제시하기에는 한계가 있다(Ford & King 2015; Kim et al. 2023). 더구나 취약성 분석만으로는 정책실행의 시 차를 확인하고 능동적이고 선제적으로 기후위기에 대응하기에는 한계가 있다(Ford & King 2015; Kim et al. 2023).

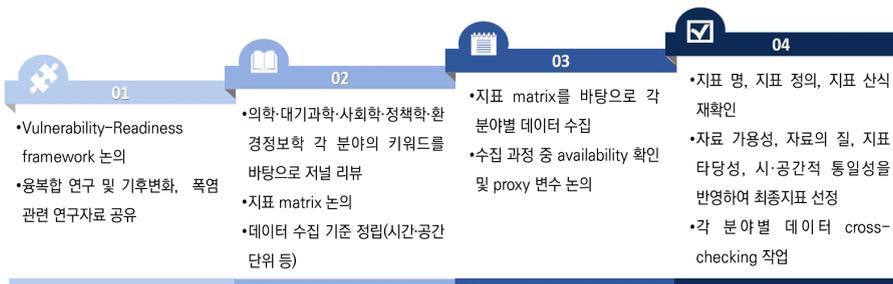
이러한 한계의 극복을 위해서는 ‘준비성’이 필요하다. 이 준비성은 취약성을 줄이기 위한 정책적 변화나 정책실행을 위한 일반적 조건을 의미한다(Ford & King 2015; Otto et al. 2021). 이와 유사하게 Amegavi et al.(2021), Tilleard & Ford(2016)는 취약성 평가와 결부하여 적응정책 과정과 실행을 강조하는 적응 준비프레임워크(adaptation readiness framework)를 제안하기도 했다. 준비성은 기후재난 적응력 향상을 위해서 경제적 조건(economic condition), 사회적 역량(social capacities), 거버넌스 지원(governance support) 등 세부조건이 필요하다. 구체적으로 경제적 조건은 정책실행이나 준비성을 갖추기 위한 지역총생산, 총사업체 수 등 지역이나 국가 차원의 경제적 역량을 의미하고, 사회적 역량은 지역이나 국가의 사회불평등, ICT 인프라, 교육체계, 혁신 정도를 나타낸다(Chen et al. 2015). 거버넌스 지원은 정치적 안정성, 부패 정도, 양질의 규제나 법 등이 해당한다(Chen et al. 2015). 특히 폭염 재난과 결맞는 준비성 관련 세부지표 산출은 제Ⅲ장에서 설명할 예정이다. 이 준비성 역할은 앞서 설명한 취약성 진단이 선행하고 그에 적합한 준비성 연결이 이루어져야 더욱 부각될 수 있다. 이는 취약성 평가에 이어서 준비성 평가를 진행하고 두 측정용 결합한 ‘취약성-준비성 넥서스’(vulnerability-readiness nexus) 측정 단계가 필요함을 시사한다. 즉, 취약성 평가로 얻은 결과(수준)에 준비성 평가로 얻은 결과(수준)를 결합하여, 해당 지역이나 국가차원의 기후위기대응을 위해 보완할 부분 도출이 가능하고, 이는 기후위기대응 정책실행에도 상당한 도움이 된다. 급변하고 날로 심해져 가는 기후변화와 정책변화에 발맞추고, 정책실행의 다양한 관점이 가미한 준비성 접근이 필요하다.

이에 본 연구는 ‘취약성-준비성 넥서스’ 프레임워크에 기초한 폭염재난 대응 지표체계를 개발하고, 관련 조사(서베이 및 초점집단면접)를 실시하여, 증가하는 폭염재난 위협에 한국의 도시와 지역이 선제적으로 대응할 수 있도록 하는 모델을 개발하는 기초자료를 제공하고자 한다.

Ⅲ. 폭염재난 대응을 위한 취약성·준비성 넥서스 측정: 지표체계 개발 및 적용

1. 취약성·준비성 넥서스 측정을 위한 지표체계 개발과정

대도시 폭염재난 대응을 위한 취약성·준비성 넥서스 측정 지표체계 개발과정은 다음과 같다(<그림 2> 참조). 먼저 해당 지표체계가 대도시의 폭염재난과 지역(건강)불평등의 연결고리를 발견하고 실질적·정책적 의미를 가질 수 있도록 지표체계를 뒷받침 할 수 있는 이론적 프레임워크를 정립했다. 다음으로, 국내외 문헌검토를 통해 기존 지표들을 검토하고, 이를 기후, 건강, 사회 영역으로 구분하여 ‘후보지표’ 목록을 도출했다. 이어서 후보지표들에 대한 각종 통계 및 데이터를 파악, 타당성과 자료 가용성 관점에서 본 연구의 목적에 부합하는 ‘예비지표’ 목록을 추려냈다. 마지막으로, 자료 가용성, 자료의 질 및 타당성, 시공간적 통일성 등을 고려하여 ‘최종 지표’를 선정했다.



<그림 2> 폭염재난 대응을 위한 취약성·준비성 넥서스 측정 지표체계 개발과정

1) 후보 지표체계

우선 취약성·준비성 넥서스 측정을 위한 ‘후보 지표체계’는 관련 선행연구 검토 및 연구진의 전문성(정책학, 환경정보학, 대기과학, 의학, 사회학, 인구학 등)에 기초하여 구성되었다(<표 1> 참조). 연구진은 기후정의, 기후재난, 폭염 관련 취약성

및 적응정책, 기상변화 및 관련 질환을 다룬 총 24개의 선행연구를 선정하였으며, 이를 정책학(7개), 사회학(6개), 대기과학 및 환경정보학(5개), 의학(6개) 분야로 분류하여 면밀히 리뷰했다. 이 선행연구에서 도출된 지표체계 주요 영역을 기후, 건강, 사회로 설정하고, 이를 다시 8개의 하위 부문(폭염, 환경, 온열 질환, 인구특성, 경제, 사회, 정책, 시설)으로 분류했다. 이후, 본 연구작업의 주요 목적 중 하나인 ‘폭염으로 인한 도시 지역 불평등 및 정책적 대응’을 가장 타당하게 반영할 수 있는 요인들을 중심으로 54개 지표들을 선정했다. 선정과정에서 대기환경적, 사회적, 정책적, 의학적 대응을 반영할 수 있는 가장 적합한 지표를 도출할 수 있도록 하기 위하여 정책학, 의학, 대기과학 및 환경정보학, 사회학 분야의 전문성을 확보한 연구진들의 논의를 거쳤다. 이렇게 선정된 세부지표들은 직접성 및 상대적 중요성 등을 중심으로 우선순위가 부여되었다.

<표 1> 폭염재난 대응 취약성·준비성 넥서스 측정: 후보 지표체계

영역	부문	지표	우선순위
기후	폭염	일 최고 기온 33도 이상인 날의 횟수	1순위
		일 최저 기온 25도 이하인 날의 횟수	2순위
		열파 지속지수	2순위
		8월의 연평균 기온	2순위
		폭염 일수	1순위
		여름 해당 일자	2순위
		열대야 일수	2순위
		불쾌지수	1순위
		상대습도	2순위
		열지수	2순위
		체감온도	2순위
		환경영향지수(ESI)	2순위
		카타지수(KATA Index)	2순위
		Wet Bulb Globe Temperature Index(WBGTI)	1순위
		Heat Stress Index(HSI)	1순위
		환경	시가지 면적률(녹지비율)

건강	온열 질환	65세 이상 호흡기계 및 심혈관계 질환 사망자 수	1순위	
		온열 질환 상병자 수	1순위	
		온열 질환 의료비용 지출	2순위	
인구 특성		5세 미만 인구 비율	1순위	
		야외노동자 인구 비율	1순위	
		고령 인구 비율	1순위	
		독거노인 수	1순위	
		기초생활수급자 비율	1순위	
		건강보험 혜택을 받지 못하는 인구	1순위	
		건강이 좋지 않은 노인 수	1순위	
		장애인 수	1순위	
		소득 없는 노인 비율	2순위	
		가구주 직업	1순위	
사회	경제	지역 내 총생산	2순위	
		재정자립도	2순위	
		적용 관련 예산 비율	1순위	
		1인당 평균 요양급여비용 총액	1순위	
		재난, 환경교육 관련 지자체 교육비 지출 비율	1순위	
	사회	시민의 기후변화 대응 역량	1순위	
		사회적 네트워크	1순위	
		공동체 의식	1순위	
		정책	기후변화 대응 조직 및 부서	1순위
			재난관리정책 수준	1순위
기후변화에 대한 지자체장의 관심	1순위			
민관협력	1순위			
시설	대피시설 접근성		1순위	
	의료보건시설 접근성	1순위		
	녹지휴식공간 접근성	1순위		
	문화복지시설 접근성	1순위		

대피시설 수	1순위
도로 살수 시행 거리	2순위
의료시설 확보율	1순위
무더위쉼터 설치 수	1순위
냉난방기기 보유 실태	1순위
무더위쉼터 방문 점검	2순위
사전예방 시스템	1순위
독거노인 안전확인	2순위
비상근무 행정인력	1순위

2) 예비 지표체계

후보 지표체계에 이어 작성한 ‘예비 지표체계’는 후보 지표체계상의 영역, 부문, 지표들을 상술한 취약성·준비성 넥서스 프레임워크 속에 선택적으로 재배치한 결과물이다(<표 2> 참조). 후보 지표체계 구성 시와 마찬가지로, 기후재난 대응 취약성·준비성 넥서스 관련 선행연구 및 참여 연구진들의 전문성에 기초하여 예비 지표체계를 구성했다.

먼저 상술한 바와 같이 지역의 취약성(vulnerability) 영역은 세 개의 하위 범주(노출, 민감성, 적응력)로 구성되어 있다. 첫째, 노출(exposure)은 기후변화에 대한 지역의 노출 정도를 의미하는 것으로, 폭염 재난과 밀접한 관련이 있는 기후요소 등을 반영할 수 있는 지표로 구성했다. 기존 기후변화 취약성 평가 선행연구들과 달리 본 연구에서는 폭염과 관련된 요인들만을 중점적으로 선택했다. 둘째, 민감성(sensitivity)은 지역의 사회경제적 조건, 환경적 조건, 건강·보건 조건을 반영할 수 있는 지표로 구성했다. 기후위기에 얼마나 민감하게 반응하는가는 지역의 지형적 요인뿐 아니라 인구 집단의 특성, 인프라 시설 등 사회·경제적 요인의 특성에 따라 차이를 보이며, 지역을 구성하는 수자원, 산업, 생태계 등에 따라 다르게 나타난다(고재경 외 2010). 본 연구에서는 폭염이 도시라는 지역에 미치는 영향을 측정하는 것뿐 아니라 도시의 건강불평등과의 관계에도 방점을 두었기 때문에, 지역의 인구적 특성과 건강 영역도 함께 고려했다. 마지막으로, 적응력(adaptive capacity)은 폭염재난에 대한 지역의 대응 역량을 평가할 수 있는 항목들로 구성했다. 이는 다시 구조적 조건과 비구조적 조건으로 구분하여, 구조적 조건은 지역사회가 가진 물적 인프라에 초점을 맞추고, 비구조적 조건은 폭염재난 발생 시 위기관리 대응을 위한

행정능력 등을 평가할 수 있는 항목으로 구성했다.

<표 2> 폭염재난 대응 취약성·준비성 넥서스 측정: 예비 지표체계

영역 범주	부문	지표	활용* 이유**		
노출	폭염	일 최고 기온 33도 이상인 날의 횟수	○		
		일 최저 기온 25도 이하인 날의 횟수	○		
		열파지속 지수	○		
		8월의 연평균 기온	○		
		폭염주의보 일수	○		
		폭염경보 일수	○		
		여름 해당 일자	○		
		열대야 일수	○		
		불쾌지수	○		
		상대습도	○		
		열지수	○		
		체감온도	○		
		취약성		환경영향지수(ESI)	× B
카타지수(KATA Index)	× B				
Wet Bulb Globe Temperature Index(WBGTI)	× B				
Heat Stress Index(HSI)	× B				
민감도	사회 <표 2> 폭염재난 대응 취약성·준비성 넥서스 측정: 예비 지표체계·경제			5세 미만 인구 비율	○
				야외노동자 인구 비율	○
				고령 인구 비율	○
				독거노인 수	○
				기초생활수급자 비율	○
				건강보험혜택을 받지 못하는 인구	○
		건강이 좋지 않은 노인 수	× D		
		장애인 수	× B		
		소득 없는 노인 비율	× B		
		가구주 직업	× A		
환경적		1인당 녹지비율	○		

건강·보건	65세 이상 호흡기계 및 심혈관계 질환 사망자 수	○	
	온열질환 상병자 수	○	
	온열질환 의료비용 지출	○	
적응력	구조	대피시설 접근성	×
		의료보건시설 접근성	× C
		녹지휴식공간 접근성	× C
	문화복지시설 접근성	× C	
	대피시설 수	△ B	
	의료시설 확보율	△ D	
	무더위쉼터 설치 수	○	
	비구조	냉난방기 보유 실태	× C
		무더위쉼터 방문 점검	× C
		사전예방 시스템	× C
독거노인 안전확인		○	
경제적 조건	비상근무 행정인력	○	
	지역내 총생산	○	
	재정자립도	○	
	재난재해 관리 기금	○	
	1인당 평균 영양급여비용 총액	○	
준비성	사회적 역량	재난, 환경교육 관련 지자체 교육비 지출 비율	× C
		시민의 기후변화 대응 역량	△ D
	사회적 네트워크	△ D	
	공동체 의식	△ D	
거버넌스 지지	기후변화 대응 조직 및 부서 역량	△ D	
	재난관리정책 수준	△ E	
	기후변화에 대한 지자체장의 관심	△ E	
	민관협력	△ E	

주: * ○ 그대로 활용, △ 수정, × 삭제

** A: 적합하지 않음, B: 중복지표, C: 통계자료없음/측정불가, D: 지표구체화 및 재정의, E: 조사방법 전환

다음으로 준비성(readiness) 영역 및 그 지표들은 특정 지역이 변화하는 기후환경에 대한 적응 능력을 높이기 위한 준비가 잘 되어 있는지를 평가하고, 지역 특성에 맞는 구체적인 폭염 적응 정책 대안을 생산할 수 있도록 하기 위해 본 연구에서 특별히 고안한 지표들이다. 준비성 영역에 포함된 지표와 변수에 대해서는 참고할 기존 문헌이 없었기 때문에, 후보 지표체계를 참고하여 각 분야의 전문성을 확보한 연구진들의 중점적인 논의를 통해 구성했다. 그 결과 준비성 영역을 경제적 조건, 사회적 역량, 거버넌스 지지 등 3개의 부문으로 구분하고, 지역의 정책 및 제도적 요인들을 평가할 수 있는 지표들을 포함시켰다. 취약성 지표가 데이터 과학의 관점에서 선정된 지표라면, 준비성 지표는 정책적 대응의 관점에서 선정된 지표라 할 수 있다.

3) 최종 지표체계

마지막으로 ‘최종 지표체계’는 예비 지표체계를 바탕으로 각 지표의 대표성, 자료 가용성, 정량적 평가 가능성 등을 중점적으로 고려하여 재구성한 결과이다(<표 3> 참조). 이때 준비성 영역의 지표들은 취약성 영역의 지표들에 비해 정량적인 평가가 어려운 항목이 많아 선정에 어려움이 있었으나, 아래의 기준들을 통해 최종 지표체계를 확정했다.

<표 3> 폭염재난 대응 취약성·준비성 넥서스 측정: 최종 지표체계

영역	범주	부문	지표
취약성	노출	폭염	일 최고 기온 33도 이상인 날의 횟수
			일 최저 기온 25도 이하인 날의 횟수
			열파지속 지수
			8월의 연평균 기온
			폭염주의보 일수
			폭염경보 일수
			평균풍속
			여름 해당 일자
			상대습도
			체감온도

민감도	사회·경제	5세 미만 인구 비율
		고령인구 비율
		독거노인 수
		기초생활수급자 비율
		건강보험 적용 인구
	환경	녹지비율
		1인당 녹지비율
	건강·보건	65세 이상 호흡기계 및 심혈관계 질환 사망자 수
		온열질환 상병자 수
		온열질환 청구 수
온열질환 의료비용 지출		
적응력	구조	의료시설(병원 수, 병상 수, 의원 수, 보건소 인력) 수
		무더위쉼터 설치 수
	비구조	독거노인 안전확인
비상근무 행정인력		
준비성	경제적 조건	지역내 총생산
		재정자립도
		재난재해 관리 기금
	사회적 역량	1인당 평균 요양급여비용 총액
		시민의 사회안전 인식
		사회단체 참여 비율
		자원봉사활동 참여 비율
거버넌스 지지	안전관련 부서 소속 공무원 수	

첫째, 이론적으로는 포함되어야 하는 지표이나 데이터 수집에 어려움이 있는 지표들을 삭제 및 대체하는 작업을 진행했다. 대표적으로, 민감성 지표 중 ‘야외노동자 인구 비율’ 지표는 폭염재난 피해와 상당한 연결고리가 있음에도 불구하고, 실질적인 데이터 수집이 어려워 삭제하게 되었다. 또한, 적응력 지표 중 ‘대피시설 접근성’, ‘의료보건시설 접근성’, ‘녹지휴식공간 접근성’, ‘문화복지시설 접근성’ 역시 폭

염재난 적응력과 관련된 중요한 지표들임에도 불구하고, 이들에 대한 정량적 데이터를 수집할 방법이 부족하여 삭제되었다. 대신, ‘의료시설 확보율’ 지표가 대체할 수 있을 것이라 판단되어 이를 채택하였다.

둘째, 기준이 불명확한 항목과 중복되는 지표들은 수정을 가하고, 측정 항목이 보다 구체화되어야 하는 지표에 대해서는 지표를 세분화하는 작업을 진행했다. 예를 들어, 노출에 포함된 지표 중 ‘불쾌지수’의 경우 개인마다 불쾌감을 느끼는 정도에 명백한 기준이 없어 자료 활용이 어렵다고 판단되어 ‘열지수’ 지표로 대체하였으며, ‘건강이 좋지 않은 노인 수’의 경우도 ‘건강이 좋지 않은 노인’에 대한 명확한 기준점을 잡기 어렵고, 데이터 수집에도 한계가 있어 삭제되었다. 또한 적응력 지표 중 ‘의료시설 확보율’의 경우 평가항목이 세분화되어 있지 않아, 정량적 데이터 수집이 가능하도록 ‘병원 수’, ‘병상 수’, ‘보건소 인력’으로 구체화하였다.

마지막으로, 지표의 속성상 계량화가 어려워 현 지표체계에는 포함시키지 못했으나, 본 연구의 핵심 요인이라 판단되는 지표에 대해서는 이후 추가적으로 수행한 방법론(서베이 및 초점집단면접)에서 그 유용성과 가능성을 타진하고자 했다. 특히 정책 실현 의지나 태도와 같은 지표는 그 속성상 정량적 평가가 어려운 항목인데, 예를 들어 ‘기후변화에 대한 지자체장의 관심’은 정책 실현에 있어서 매우 중요한 항목이지만 정량적인 데이터 수집은 어렵다. 이를 2차년도에 수행한 서베이 및 초점집단면접에서 ‘귀하께서는 우리 지역의 시장(이나 구청장)이 재난/재해나 기후변화에 관심을 가지고 있다고 생각하십니까?’와 같은 문항으로 해당 지표의 유용성과 지표화 가능성을 평가했다.

2. 취약성·준비성 넥서스 지표체계 적용:

한국 7개 대도시 자치구의 폭염재난 취약성·준비성

상기 과정을 통해 개발된 폭염재난 대응 취약성·준비성 넥서스 지표체계의 활용 가능성을 평가하고, 후속 연구에서 수행한 서베이 및 초점집단면접의 대상 지역을 선정하기 위해 한국의 7대 대도시(서울, 부산, 인천, 대구, 대전, 광주, 울산)를 대상으로 실증분석을 수행했다. 이 과정에서 관련 데이터 수집은 기상청, 통계청, 건강보험심사평가원, 보건복지부 등 공공기관들이 제공하는 각 자치구에 대한 공식적인 시계열 데이터를 기반으로 이루어졌다. 예를 들어, ‘상대습도’, ‘체감온도’와 같은 폭염 관련 데이터는 기상청에서 제공하는 각 자치구에 대한 연도별 기상자료를 활

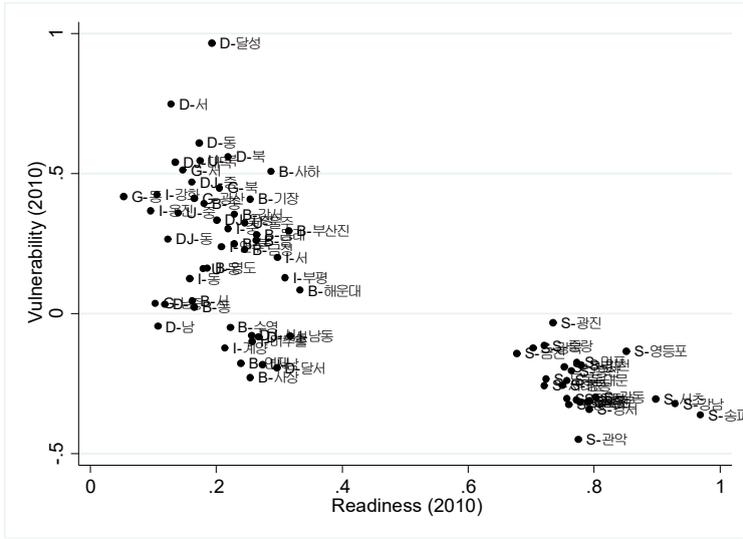
용했다. 취약성 중 민감성, 적응력 관련 지표와 준비성 관련 지표의 측정은 통계청의 e-지방지표와 보건복지부 현행 통계가 주로 활용되었다. 예를 들어, '비상근무 행정 인력'은 통계청 e-지방지표에서 소방공무원, 구조·구급대원 1인당 담당 주민 수 데이터를 활용했고, '시민의 사회안전 인식'의 측정은 통계청 e-지방지표에서 각 자치구에 대해 '13세 이상 인구 중 우리 사회가 자연재해, 범죄 발생 등 사회적 위협에 대해 얼마나 안전하다고 인식하는지에 대한 비율'을 공표한 데이터를 활용했다. 자료 수집 및 분석 단위는 자치구로 설정했으며, 7대 대도시 74개 자치구를 대상으로 2000년부터 20여 년간의 시계열 자료를 수집했다. 이를 통해 지표체계상 지표들의 자료 가용성, 자료의 질, 지표 타당성, 시·공간적 통일성 등을 탐색하고자 했으며, 동시에 취약성 및 준비성 관점에서 특히 주목할 필요성이 있는 자치구를 각 도시별로 1개씩 선정하여 이후 수행한 서베이와 초점집단면접의 연구대상 지역으로 삼았다.

실질적인 분석과정에서는 2010년과 2015년을 주요 지수 평가 및 비교 시점으로 선택했는데, 그 이유는 폭염과 관련된 중요한 기상적, 사회적 변화가 두 시점에서 발생했기 때문이다. Lee et al.(2021)에 따르면, 2010년은 기온 상승에 비해 체감 더위의 강도가 훨씬 강해지기 시작했고, 폭염으로 인한 건강 피해가 본격적으로 증가하기 시작한 시점으로 나타났다. 이로 인해 지표의 유의성이 2010년부터 더욱 의미 있게 나타날 수 있음을 고려하여 이 시점을 선택하였다. 또한 2015년을 추가적으로 선택한 이유는, 이 해가 기존에 6월부터 9월까지 한정적으로 운영되었던 폭염특보를 연중으로 확대하여 운영한 중요한 해였기 때문이다. 이와 같은 정책적 변화는 폭염에 대한 사회적 인식과 대응 방식을 재정비하는 전환점을 의미한다. 따라서, 본 연구는 2010년과 2015년을 폭염 관련 기상지표와 정책의 변화가 중요한 의미를 갖는 해로 판단하고, 두 시점의 데이터로 지수를 평가했다.

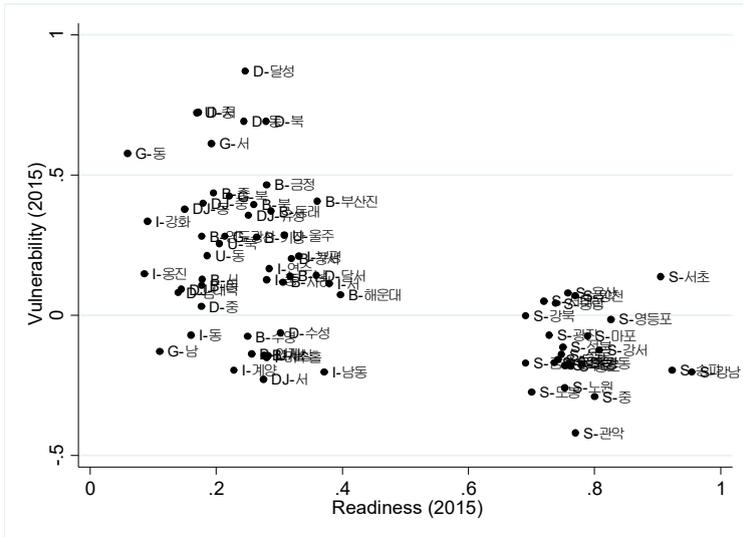
<그림 3>은 7대 대도시 74개 자치구를 대상으로 산출한 취약성 지수(Vulnerability, Y축)와 준비성 지수(Readiness, X축) 간의 상관관계를 보여주는 산점도이다.²⁾ 2010년과 2015년 두 개 연도를 대상으로 분석한 결과, 전반적으로 취약성과 준비성 간에는 반비례 관계, 즉 취약성이 높은 자치구에서 준비성이 낮은 경향성이 있음을 확인할 수 있었다. 특히 대구 지역의 자치구들이 상대적으로 취약성이 높고 준비성

2) 자치구별 취약성 및 준비성 지수는 최종 지표체계상의 지표 값들을 동일 가중치 정규화(equal-weight normalization) 및 최소-최대 변환(min-max transformation)하는 방식으로 산출했다. 이는 취약성과 준비성 지수 작성에 대한 이론적 배경이나 확립된 방법론이 없는 상황에서, 가장 일반적이고 보편적인 지수 시산 방식을 택한 결과이다. 지수 산출 과정과 분석 결과에 대한 상세한 내용은 Kim et al.(2024) 참조.

은 낮은 반면, 서울 지역의 자치구들은 상대적으로 준비성은 높고 취약성은 낮은 경향을 보였다.

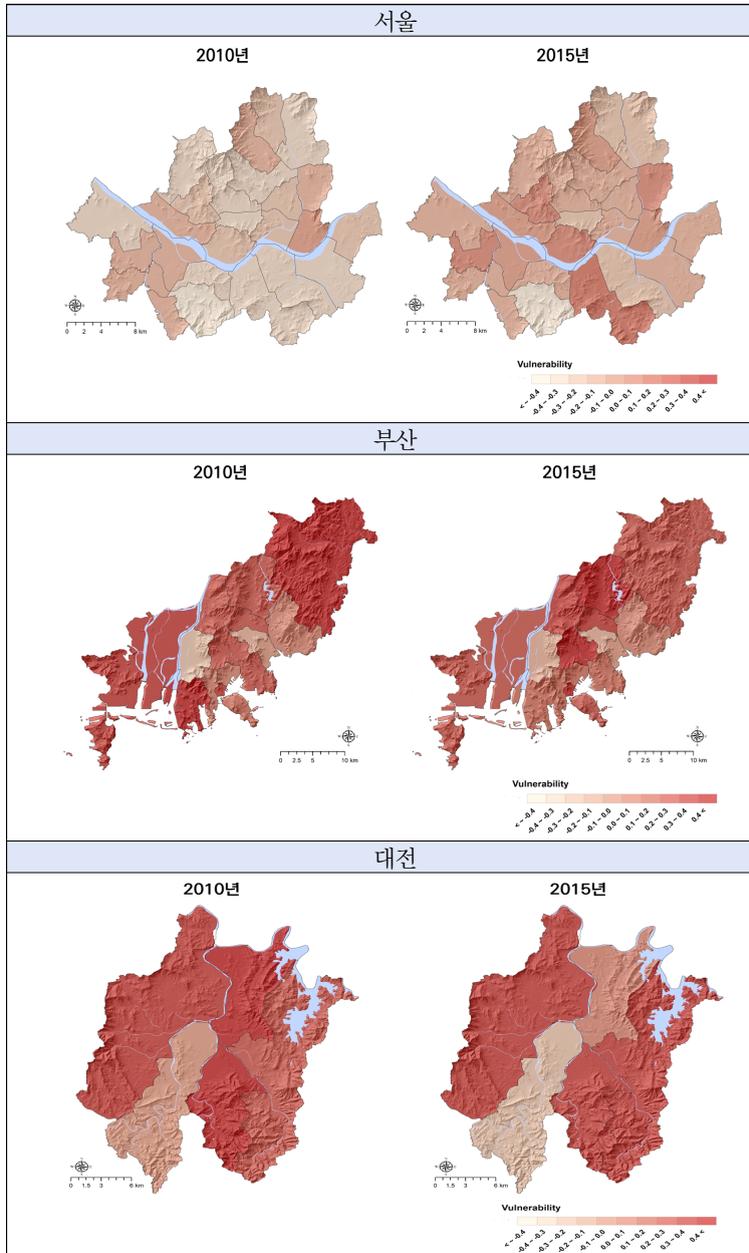


2010년



2015년

<그림 3> 한국 7대 대도시 자치구의 취약성 및 준비성 지수: 2010년, 2015년
 주: S-서울, B-부산, I-인천, D-대구, DJ-대전, G-광주, U-울산



<그림 4> 서울, 부산, 대전의 취약성 지수 변화: 2010년, 2015년

<그림 4>는 7개 대도시 중 서울, 부산, 대전 자치구의 취약성 변화 정도를 지도

상에서 보여주고 있다. 이러한 변화는 전 지역에 걸쳐 관찰되었는데, 이 중 각 도시에서 취약성 수준이 높거나, 최근 들어 취약성 수준이 높아진 자치구, 또는 준비성이 현저히 낮은 자치구 등을 각 1개씩 선정하여 이후 수행한 서베이와 초점집단면접 조사의 대상으로 삼았다. 이렇게 선정된 7개 자치구는 서울시 서초구, 부산시 금정구, 인천시 부평구, 대구시 달서구, 대전시 동구, 광주시 동구, 울산시 중구 등이다.

IV. 폭염재난 대응을 위한 취약성·준비성 넥서스 조사: 서베이 및 초점집단면접³⁾

1. 서베이 및 초점집단면접 개요

전술한 바와 같이 기존 폭염재난 관련 연구 및 조사는 정책 수립과 대응에 요구되는 준비성 및 대응 역량에 대해서는 충분히 논의하지 못하고 있는 한계를 보인다. 이러한 문제의식 아래 본 연구는 지역의 취약성과 준비성을 함께 측정할 수 있는 지표체계를 개발했다. 하지만 개발된 지표체계 역시 자료 가용성 등의 문제로 인해 특정 지역의 객관적인 상태나 양적인 수준에 집중할 수밖에 없었던 한계를 보인다. 즉, 지표체계만으로는 해당 지역에 거주하는 실제 사람들이 기후변화, 폭염재난, 정책적 대응 등에 대해 느끼고 생각하는 구체적인 태도나 인식을 측정하기 어렵다. 지표체계가 노정한 이러한 한계를 보완하고, 그 내용과 관점을 확장하기 위해 본 연구는 지표체계 개발이 완료된 후 국내 특정 지역(7개 대도시의 1개 자치구)을 선별하여 기후변화와 폭염재난과 관련된 후속 조사(서베이 및 초점집단면접)를 수행하여 ‘지표체계개발-양적·질적조사’로 이어지는 상호보완적 연구체계를 실험적으로 수행했다.

먼저 양적 조사로서 서베이는 선정된 지역에서 할당표집을 통해 추출된 표본을 대상으로 기후변화, 폭염재난, 정책 대응과 관련된 전반적인 인식과 태도를 측정했다. 설문지는 ‘기후위기 인식’, ‘기후정의와 사회혁신’, ‘폭염과 건강불평등’, ‘폭염 대응방안’, ‘인구사회학적 특성’ 등의 다섯 영역으로 구성되었으며, 각 영역 및 문항

3) 본 장에서는 상기 과정을 통해 개발된 지표체계에 대한 보완적 방법론으로서 서베이와 초점집단면접을 활용한 과정과 방법을 서술하는 데 중점을 두었다. 서베이와 초점집단면접 결과를 분석한 내용은 Kim et al.(2024) 참조.

은 선 개발된 지표체계의 하위 항목과의 연계 속에서 고안되었다. 예를 들어, 건강 불평등 영역은 온열질환 경험, 의료 접근성, 정부 정책 수용성 등과 관련된 지표체계 민감성 지표 영역과 연결되고, 기후정의 및 대응 방안에 관한 문항은 시민의식과 정책 수용성을 측정함으로써 지표체계 준비성 영역을 확장 보완했다. 또한 서베이는 그 대상자를 일반시민과 전문가를 구분하여 시행했는데, 이는 동일한 문항 구조를 바탕으로 시민과 정책 전문가 간의 인식 격차를 교차적으로 분석할 수 있도록 설계한 것이다. 이러한 목적으로 설계된 서베이를 통해 취약성과 준비성 수준에 따른 지역 간, 계층 간 차이를 객관적으로 비교하는 기반을 마련하도록 하고, 나아가 정책 설계 및 평가의 기초자료로 활용할 수 있도록 했다.

이어서 수행된 질적 조사로서 초점집단면접은 지표체계 및 서베이의 연계 속에서 설계되었는데, 양적 자료로는 파악하기 어려운 지역 구성원의 구체적 경험과 인식을 심층적으로 탐색하는 데 목적을 두었다. 예를 들어, 초점집단면접의 민감성 관련 질문은 폭염으로 인한 실질적 피해 경험을 중점적으로 다루었고, 준비성 관련 질문은 참여자들의 정부 정책 및 시민사회에 대한 인식을 중점적으로 다루었다. 이러한 측정 및 조사 구조는 초점집단면접이 지표체계와는 객관적 진단 결과를 공유하고, 서베이와는 동일한 분석 주제를 공유함으로써 상호보완적으로 기능할 수 있도록 했다. 즉, 지표체계는 조사대상 지역을 객관적으로 선별하고 분석할 수 있는 준거틀로서 기능하고 서베이는 해당 지역 구성원이 체감하는 폭염재난의 경험과 인식을 수치화하여 비교 가능한 형태로 제공하며, 초점집단면접은 구성원의 심층적 경험, 정책에 관한 인식, 시민참여 의지 등을 드러내어 정성적으로 보완하는 역할을 수행한다고 볼 수 있다.

2. 서베이의 기획 및 실행

전술한 대로 서베이는 폭염재난과 이에 대한 정책적 대응 방안을 도출하기 위한 기초자료로 활용하고자 실시되었다. 설문지는 연구계획서와 지표체계를 바탕으로 초안이 작성되었으며, 이 초안을 내부 연구진 회의를 통해 검토하고 문항을 조정했다. 이후 사회, 정책, 환경 분야의 외부 전문가 자문을 거쳐 문항의 완성도를 높였다. 이후 파일럿 테스트를 통해 설문지의 신뢰도(reliability)와 타당도(validity)를 제고했다. 특히, 응답자의 문항 이해도, 문항 진행의 흐름 및 편이성, 응답 패턴 등을 종합적으로 점검한 뒤, 이를 보완하여 최종 설문지를 도출했다. 완성된 설문지는 지

표체계 분석 결과에 의해 선정된 7개 자치구의 일반 시민을 대상으로 한 설문과 환경 및 정책 분야 관련 전문가를 대상으로 한 설문으로 구분하여 이원화된 방식으로 실시되었다.⁴⁾

<표 4>에서 볼 수 있듯이, 서베이 문항은 크게 다섯 개 주제로 구성되었다. 먼저, ‘기후위기에 대한 전반적 인식’은 기후위기에 관한 기본적인 지식과 동의 수준을 측정했다. 다음으로 ‘기후정의와 사회혁신에 대한 인식’은 기후위기를 사회적 문제로 인식하는 정도를 파악했다. 이어서 ‘폭염과 건강불평등’은 폭염으로 인한 피해 경험과 대응 실태에 관한 문항으로 구성되었다. 네번째로 ‘폭염 대응방안’은 폭염으로 인한 사회적 문제에 대한 인식과 대응 전략을 물었다. 마지막으로 ‘인구사회학적 문항’은 응답자의 기본 인적 정보를 수집하는 데 목적을 두었다. 모든 문항은 4점 척도로 구성되었으며, 이는 ‘보통이다’라는 중립 응답 항목을 배제하고 ‘강한 부정’, ‘부정’, ‘공정’, ‘강한 긍정’으로 구성함으로써 응답자의 태도나 입장을 상대적으로 명확하게 파악하려는 의도가 반영된 것이다.

<표 4> 폭염재난 대응을 위한 서베이: 요약

주제	주요 내용	측정 목표
1. 기후위기에 대한 전반적 인식	기후위기에 대한 위기의식, 정책 인지도 등	기후위기에 대한 인식 수준 및 정책 수용 가능성 파악
2. 기후정의와 사회혁신에 대한 전반적 인식	책임 분담, 공정성, 기후정의 수용성	기후위기를 사회적 문제로 인식하는 동의 정도 분석
3. 폭염과 건강불평등	폭염 피해 경험, 신체적 영향, 취약계층 관련 인식	폭염의 불평등한 영향, 취약성에 대한 경험 수집
4. 폭염 대응방안	개인·지역의 대응 방식, 공공서비스 평가, 기후교육	폭염 대응 역량 및 정책 체감도, 정보 인식 수준 진단
5. 인구사회학적 질문	성별, 연령, 직업, 소득, 건강상태 등 인구사회학적 특성	응답자의 배경 정보 수집 및 특성별 분석 기초자료 수집

4) 서베이에 활용된 최종 설문지는 그 내용이 길고 방대하여, 저자에게 별도 요청 시 공유 가능함.

서베이상의 각 주제별로 구체적인 내용은 다음과 같다. 첫째, ‘기후위기에 대한 전반적 인식’은 총 6개의 문항으로 구성되었으며, 응답자의 기후위기에 대한 인식 수준, 그리고 정부 정책에 대한 인지 여부를 확인하는 데 목적을 두었다. 이를 위해 설문은 기후변화를 위기 상황으로 인식하는지를 묻는 문항으로 시작되며, 이는 이 연구의 전제가 되는 기후위기 상황에 대한 동의 수준을 파악하기 위한 것이다. 이어지는 문항에서는 기후위기가 개인의 일상생활과 사회 전반에 미치는 부정적 영향, 그리고 이에 대한 정부의 대응에 대한 인식 정도를 측정하고자 했다. 이 문항을 통해 응답자의 위기의식과 정책 인지도를 함께 파악하고, 대응 태도 및 정책 수용 가능성의 기반을 진단할 수 있었다.

둘째, ‘기후정의와 사회혁신에 대한 전반적 인식’은 총 8개 문항으로 구성된다. 기후정의는 기후위기를 정의·책임 분담의 문제로 인식하는 수준을 측정하고자 구성되었고, 사회혁신은 기후위기를 사회적 문제로 인식하고 시민사회적 해결을 모색하려는 것에 대한 인식 및 동의 정도를 측정하기 위해 구성되었다. 구체적으로는 사회구성원의 동등한 책임, 미래세대에 대한 책임감, 사회불평등과 기후위기의 연관성에 대한 인식 등을 묻고, 더 나아가 기후 정책 수용 여부, 기후위기 대응 주체에 대한 인식, 개인의 정책 참여 의사 등을 측정했다. 이를 통해 기후정의와 사회혁신에 대한 시민의 태도와 정책 수용성, 그리고 사회적 공감대를 진단할 수 있었다.

셋째, ‘폭염과 건강불평등’은 총 9개 문항으로 구성되었으며, 폭염으로 인한 피해 경험 및 체감 정도를 중심으로 건강 불평등과 사회적 취약성 문제를 진단하는 데 초점을 두었다. 문항은 개인이 경험한 폭염 피해 유형(신체적·심리적), 기저질환 유무, 취약계층에 대한 인식, 정부의 대응 정책에 대한 만족도와 같은 내용으로 구성되었다. 또한 온열질환 발생 가능성과 건강문제에 대한 대응 수준, 의료 및 사회서비스 접근성과 연계된 정보에 관한 질문을 함께 다루었다. 이 문항들을 통해 취약성과 준비성이 낮다고 평가된 지역의 폭염과 건강에 관한 객관적 자료를 수집할 수 있었다.

넷째, ‘폭염 대응방안’은 총 17개 문항으로, 개인과 지역사회 수준에서의 폭염 대응 인식 및 대응 역량을 측정하는 데 중점을 두었다. 주요 문항은 폭염 발생 시 개인의 대응 방식, 폭염에 대한 사전 준비 수준, 피해 발생 시의 대처 경험, 정부와 시민사회의 역할에 대한 인식, 관련 정보 및 교육 경험 등을 포함했다. 특히 이 주제에서는 커뮤니티 기반의 폭염 대응 역량을 종합적으로 파악하기 위한 목적으로 구

성되었다. 이런 질문을 바탕으로 지역이 지닌 대응 역량에 관한 전반적인 정보를 수집할 수 있었다.

마지막으로, 인구사회학적 질문은 응답자 특성에 따른 인식과 경험의 차이를 분석하기 위한 기초 변수 확보를 위해 설계했다. <표 5>에서 확인할 수 있듯 일반 시민 대상 설문에서는 성별, 연령, 최종학력, 기저질환 여부, 거주지역, 거주기간, 주요 활동지와의 이동 소요 시간, 가구원 수, 직업, 월평균 가구소득, 거주지 형태 등의 기본 요소를 질문했다. 응답자의 사회적 특성에 따라 상이한 응답이 나타날 것을 기대했기 때문이다. 이러한 인구사회학적 기초 문항은 향후 서베이 분석에 있어서 특성별 교차분석에 활용되었다. 반면 전문가 대상 설문에서 인구사회학적 문항은 성별, 연령, 최종학력, 소속기관, 전공 분야 등으로 구성했는데, 이는 전문가 응답자의 인구사회학적 특성보다는 전공 분야, 소속기관 등이 분석에 의미있게 활용될 수 있기 때문이다.

<표 5> 서베이 대상에 따른 설문 문항 비교

일반 시민 대상 설문	전문가 대상 설문
성별, 연령, 최종학력, 기저질환 여부, 거주지역, 거주기간, 주요 활동지와의 이동 소요 시간, 가구원 수, 직업, 월평균 가구 소득, 거주지 형태	성별, 연령, 최종학력, 소속기관, 전공 분야

상기 서베이는 총 3차례에 걸쳐 시행되었으며, 온라인 패널을 기반으로 하여 1차 서베이와 2차 서베이는 일반 시민을 대상으로, 3차 서베이는 정책, 환경 유관 분야의 전문가를 대상으로 수행되었다. 일반 시민 대상 서베이의 표본설계는 지표체계 분석에 의해 선정된 7개 자치구를 중심으로 이루어졌다(서울 서초구, 부산 금정구, 인천 부평구, 대구 달서구, 대전 동구, 광주 동구, 울산 중구). 광주 동구의 경우, 온라인 패널을 통한 단독 자치구의 표본 확보가 어려운 점을 고려해 지표체계에서 동구 다음으로 취약성과 준비성이 낮게 측정된 광주광역시 서구를 포함하여 조사를 진행했다.

일반 시민을 대상으로 한 1차 서베이를 통해 총 2,392명의 응답을 확보했다. 표본설계는 두 단계로 이루어졌다. 먼저 자치구별 인구 규모에 비례하여 인구 1,000명당 1명을 원칙으로 표본 수를 배분했고, 다음으로 해당 자치구의 성비 및 연령 분포를 반영하여 할당표집을 진행했다. 이어진 2차 조사는 동일 자치구의 1차 조사 응답자를 대상으로 수행되었으며, 총 1,126명의 응답을 확보하였다. 이는 1차 조사 응답자의 약 47%에 해당한다. 1차 및 2차 서베이는 동일 집단에 대해 시간 간격을 두고 반복적으로 실시된 조사로서 패널데이터의 성격을 지닌다. 이는 조사 시점을 이원화함으로써 폭염 발생 전후의 효과(경험 및 인식 차이)를 시계열적으로 비교·분석할 수 있도록 기획된 것이다. 2차 조사에서는 지역별 표본 수가 1차에 비해 감소하였으나, 패널 유지율을 고려하여 지역 대표성이 최소한으로 확보될 수 있도록 기준이 되는 표본 수를 할당하여 조정하였다. 1·2차 서베이 표본의 구체적 내용은 <표 6>과 같다.

<표 6> 폭염재난 대응을 위한 서베이: 일반인 표본 정보

도시	지역(자치구)	1차 서베이(명)*	2차 서베이(명)**
서울	서초구	478	232
부산	금정구	204	91
대구	달서구	506	243
인천	부평구	541	255
광주	동구·서구	304	138
대전	동구	197	85
울산	중구	162	82

주: * 1차 서베이 시행: 2022년 9월 6~8일, 13~14일.

** 2차 서베이 시행: 2023년 3월 3~10일.

이어서 전문가 대상 서베이는 온라인 패널을 활용하여 진행했다. 전문가 조사는 연구기관, 교육기관, 정부기관 등의 단체에 소속되어 있는 환경, 과학, 정책 유관 분야의 전문가를 대상으로 했다. 온라인 패널을 통해 150명의 응답을 수집하는 목표를 세웠으나, 전문가 대상 서베이는 일반 시민 대상 조사에 비해 응답률이 저조했다. 19일 동안 조사를 진행하였고, 총 103명의 응답을 수집할 수 있었다. 전문가 대

상 서베이에서도 일반 시민 대상 조사와 같은 문항을 사용했다. 이를 통해 일반 시민과 전문가 사이의 경험과 인식의 차이를 비교할 수 있는 기반을 마련하고자 하는 의도가 반영된 것이다.

3. 초점집단면접의 기획 및 실행

상기 서베이가 표준화된 문항과 척도를 통하여 정량적인 인식을 측정하는 것을 목표로 했다면, 초점집단면접은 반구조화된 개방형 질문과 집단 토의를 통해 참여자 사이의 다양한 견해와 심층적 논의를 유도하는 것을 목적으로 했다. 이러한 맥락에서 초점집단면접은 서베이에서 수집하지 못한 지역 구성원의 구체적인 경험과 인식을 파악하기 위해 진행되었다. 초점집단면접은 연구의 연속성 및 서베이의 상호보완성 확보를 위하여 서베이에 참여한 응답자 중 참여 의사가 있는 응답자를 선정하여 진행했다. 초점집단면접의 질문지도 서베이와 동일하게 사전에 내부 연구진의 논의를 통해 설계되었고, 사회, 정책, 환경 분야의 외부 전문가 자문과 파일럿 인터뷰를 통하여 최종적으로 확정했다.⁵⁾ 초점집단면접을 통해 폭염재난에 따른 시민의 실제적인 경험 및 정책 개선 제언을 정성적으로 확보할 수 있었으며, 정부와 시민사회 각각에 대한 인식과 상호인식, 정책 아이디어, 시민과학 활용 등 다양한 측면에서 구체적인 의견을 수집하여 향후 시민참여형 정책 모델 개발의 기반 자료를 마련하고자 했다.

먼저 초점집단면접 참여자 정보는 <표 7>과 같다. 초점집단면접의 표본은 각 커뮤니티의 인구구조를 반영한 대표성과 폭염재난에 대한 다양한 인식과 경험을 반영할 수 있도록 구성되었다. 서베이 응답자 중 29명을 선별하여 총 5개 그룹(5인 그룹 1개, 6인 그룹 4개)으로 면접을 실시하였으며, 각 그룹은 연령, 성별, 지역, 직업 등의 특성이 혼합되도록 설계되었다. 이를 통해 참여자 간의 시각과 경험의 교차적 공유가 가능하도록 하였다. 성별은 남성 13명, 여성 16명으로 배분하였고, 연령은 20대 8명, 30대 9명, 40대 7명, 50대 5명으로 세대별 인식 차이를 포착할 수 있는 구조를 갖추었다. 지역은 연구 대상인 7개 대도시의 거주자가 고르게 분포되었으며, 직업군 또한 학생, 제조업·건설업 종사자, 교육 및 공공기관 근무자, 전업주부, 취업준비생 등 다양한 사회적 배경을 반영하여 선정되었다.

5) 초점집단면접에 활용된 질문지는 저자에게 별도 요청시 공유 가능함.

<표 7> 폭염재난 대응을 위한 초점집단면접: 표본 정보

특성	내용
참여자	총 29명
그룹	5개(5인 그룹 1개, 6인 그룹 4개)
성별	남성 14명, 여성 16명
연령	20대 8명, 30대 9명, 40대 7명, 50대 5명
지역	서울 3명, 부산 4명, 대구 5명, 인천 5명, 광주 6명, 대전 3명, 울산 3명
직업	학생, 제조업, 건설업, 교육업, 공공기관 종사자, 전업주부, 취업준비생 등으로 다양

<표 8> 폭염재난 대응을 위한 초점집단면접: 과정 및 내용

단계	주요 내용	목적
인터뷰 이전	핵심 질문 공유, 폭염 대비 사례, 시민과학의 개념 등 안내	인터뷰에 필요한 사전 지식 제공
소개	연구 목적 소개 및 인터뷰 안내	면접 목적과 맥락에 대한 공감대 형성 및 신뢰 확보
시작	무더위 경험, 일상적 대처 방식	참여자의 개인적 경험을 통해 편안한 인터뷰 진술 유도
전환	폭염 심화 인식, 피해 경험 및 피해 계층에 대한 의견	폭염의 구조적 문제 인식 유도 및 참여자 간 공감대 형성
핵심	①시민사회 ②정부 ③상호인식 ④시민과학	초점집단면접을 통한 핵심 주제 공유 및 의견 수집
종결	추가 의견 제시 및 마무리	추가 의견 도출 및 마무리

초점집단면접의 전체 구성과 흐름은 <표 8>과 같았다. 먼저, 연구의 특수성으로 인해 인터뷰 실시 전, 선정된 면접대상자에게 주요 질문, 시민협력형 폭염 대비 사례, 시민과학의 개념 등을 설명하는 사전배포자료를 제공했다. 다음으로 ‘소개’에서는 면접참여자에게 연구의 전반적인 내용과 목적을 설명했다. 진행의 전반적인 흐름을 개괄하는 ‘시작’ 단계에서는 일상적인 무더위 경험과 대처에 대해 질문함으로

써 면접참여자의 경험을 자연스럽게 이끌어내고 원활한 대화를 유도했다. 이어지는 ‘전환’ 단계에서는 폭염이 심화되고 있는 현실에 대한 인식과 피해를 겪는 사회적 취약계층에 대한 문제의식을 공유하면서 연구에 공감대를 형성하고 본격적인 연구 질문에 진입하도록 했다. 본격적인 ‘핵심’ 단계에서는 정부와 시민사회 각각에 대한 인식과 상호인식, 시민과학, 이렇게 네 가지 주제를 중요하게 논의했다. 마지막 ‘종결’ 단계에서는 면접참여자가 인터뷰 중에 진술하지 못한 개인적 의견이나 제언을 자유롭게 제시할 수 있도록 하여, 인터뷰의 균형성과 포괄성을 확보했다.

앞서 언급하였듯이 초점집단면접의 핵심 주제는 총 4가지로 구성되었다. 그중 첫 번째는 시민사회에 관한 질문으로 구성되었다. “폭염으로 인한 사회 문제 해결을 위해 지역 공동체나 시민사회가 어떤 역할을 할 수 있다고 생각하십니까?”와 같은 문항은 시민사회의 대응 경험과 참여 역량에 대한 인식을 파악하려는 목적으로 기획했다. 이 질문은 특히 일상생활과 밀접하게 연결된 지역 기반 조직(예: 사회복지단체, 주민자치회 등)의 역할과 시민 간 비공식적 연대의 가능성을 탐색하는 데 유용했다. 면접참여자가 경험한 공동체 내 폭염 대응 사례, 한계, 제도적 지원의 필요성 등을 구체적으로 토의함으로써, 향후 시민참여형 폭염 대응 체계를 설계하는 데 실질적 통찰을 수집할 수 있었다.

두 번째 핵심 단계는 정부의 폭염 대응 정책에 대한 주민 인식을 평가하는 데 초점을 둔다. “현재 정부나 지방자치단체에서 시행하고 있는 폭염 대응 정책을 알고 계십니까?”, “정책적으로 가장 필요하다고 생각하는 대응은 무엇입니까?”와 같은 질문을 통해, 공공부문의 정책이 실제 주민들에게 어느 정도 체감되고 있는지를 파악하고자 했다. 특히 면접참여자가 정부 정책의 실효성과 한계, 정책의 사각지대, 개선 방향 등에 대해 자유롭게 의견을 진술할 수 있도록 유도하였으며, 이러한 진술은 정책 체감도 및 제도적 신뢰 수준을 정성적으로 파악할 수 있는 기초자료로 활용되었다. 이를 통해 폭염 대응 정책의 현실 적용 가능성과 수용성을 평가하는 데 필요한 근거를 확보했다.

세 번째 핵심 단계는 시민사회와 공공부문 간의 역할 인식 및 참여 가능성을 탐색하는 데 초점을 두어 설계했다. “폭염과 관련된 정책 결정이나 실행에 있어서, 시민과 정부 중 누가 더 중심적인 역할을 해야 한다고 생각하십니까?”와 같은 문항은 면접참여자가 정책 형성과정에서 시민의 위치를 어떻게 인식하고 있는지를 파악하는 데 목적이 있었다. 이를 통해 시민이 자신을 정책 수요자에 머무는 존재로 인식

하는지, 혹은 폭염재난에 능동적인 대응 주체로 인식하는지를 드러낼 수 있으며, 이러한 인식은 시민참여형 정책의 수용 가능성을 평가하는 기초자료로 활용될 수 있다. 아울러 정책 과정에 대한 참여 의지와 그 한계에 대한 인식도 함께 도출됨으로써, 실질적인 참여 기반 정책 설계를 위한 사회적 전제 조건을 검토하는 데 기여할 수 있을 것이다.

마지막으로 진행된 시민과학 관련 질문은 기후위기 대응에서 시민의 역할을 확장하는 실천적 가능성을 점검하는 데 목적이 있으며 시민을 통해 시민참여형 정책 플랫폼에 대한 아이디어를 제공받고자 하는 목적 또한 있었다. “시민이 온도나 기 후 데이터를 측정하고 이를 연구에 활용하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?”, “시민이 과학적 모니터링에 참여할 수 있다면 어떤 방식이 현실적이라고 보십니까?” 등의 문항은 시민과학 개념에 대한 인식 수준을 파악함과 동시에, 참여 조건 과 정책을 구체화하는 데 중점을 두었다. 이 질문은 특히 시민이 과학적 활동에 참여할 수 있는 인프라, 신뢰, 동기 요인을 파악하게 해 주며, 단순 참여를 넘어 지속 가능한 협력 구조로서 시민과학을 어떻게 제도화할 수 있을지를 파악하기 위해 구성했다.

V. 맺음말

폭염은 점차 일상화되고 있는 기후위기의 전형적인 양상 중 하나로, 특히 도시 환경에서 그 심각성이 두드러지고 있다. 이는 단순한 자연현상이 아니라 사회적 취약성과 제도적 준비성의 결합 속에서 불균형하게 발생하고 확산되는, 명백한 ‘사회적 재난’이다. 이에 본 연구는 폭염재난에 대한 실질적이고 지속가능한 대응 전략을 마련하기 위해 ‘취약성·준비성 넥서스(vulnerability-readiness nexus)’라는 개념들을 바탕으로, 정책적 개입이 가능한 실증적 분석 도구를 구축하고자 했다. 취약성 및 준비성 전 영역에 걸쳐 세부지표를 수립하고, 이를 계량적으로 분석하는 한편, 서베이와 초점집단면접을 통해 주민과 전문가의 목소리를 직접 수렴함으로써, 폭염재난 대응의 현황과 과제를 다층적으로 진단했다.

우선 본 연구가 제안한 지표체계는 한국의 7대 대도시를 중심으로 자치구 단위

의 폭염 취약성과 준비성을 계량화하고 비교 가능한 형태로 시각화함으로써, 도시별 대응 격차를 구조적으로 분석할 수 있는 실증 기반을 마련했다. 지표의 분석 결과, 전반적으로 준비성이 높은 지역일수록 상대적으로 취약성이 낮은 경향이 확인되었으며, 일부 자치구는 두 지표 간 불균형이 뚜렷하게 드러나 정책 개입의 우선순위를 재조정할 필요성이 제기되었다. 특히 대구, 인천, 울산 등의 일부 자치구에서는 높은 취약성과 낮은 준비성이 동시에 관찰되어, 기후재난에 대한 제도적 대응여건이 부족함을 보여주었다. 양적 분석 결과를 보완하기 위해 수행된 서베이와 초점집단면접은 시민과 전문가의 인식 차이, 정책 수용성, 정부에 대한 신뢰 수준, 그리고 시민참여 가능성 등에 대한 깊이 있는 통찰을 제공했다.

이러한 연구 결과는 몇 가지 중요한 정책적 시사점을 제공한다. 첫째, 폭염재난에 대한 대응은 기술 중심, 인프라 중심의 일률적 접근을 넘어서, 지역사회 맥락을 반영한 맞춤형 정책 설계가 필요하다는 점이다. 특히 지역 내에서는 고령층, 저소득층, 1인가구 등 사회적 취약계층에 대한 선별적 보호 정책이 긴요하다. 둘째, 지역 간 격차 관점에서는 지자체의 준비성 강화를 위한 제도적 지원, 즉 거버넌스 체계의 정비, 기후대응 전담 조직의 역량 강화, 예산 구조의 재조정 등이 병행되어야 한다. 셋째, 정책 수립과 집행 과정에 시민사회의 자율적 참여를 유도하고 제도화하기 위한 설계가 요구된다. 이는 단순한 수혜자로서의 시민이 아니라, 공동생산자로서 시민을 포섭하는 기후민주주의 실현의 출발점이기도 하다.

학술적 차원에서도 본 연구는 몇 가지 의의 및 함의를 가진다. ‘취약성·준비성 넥서스’라는 개념적 프레임워크는 기후적응 연구에서 상대적으로 단편화되었던 취약성과 실행역량의 분석을 통합하는 시도를 통해 분석틀의 정합성과 예측력을 제고하였다. 또한 지표체계의 계량적 설계와 질적 조사 방법의 결합은, 기후재난 대응연구에서 정책 현장과 지역 현실을 동시에 고려하는 다학제적 방법론으로 기능할 수 있음을 실증적으로 보여주었다.

물론 본 연구는 한계도 지닌다. 계량지표 분석은 가용 가능한 통계 자료에 제약을 받을 수밖에 없었고, 준비성과 같은 정성적 개념을 완전히 수치화하기 어려웠다. 서베이와 심층면접의 경우에도 특정 지역에 국한된 표본의 대표성과 응답자의 자발성에 따른 편향 가능성을 고려해야 한다. 하지만 이러한 한계에도 불구하고, 본 연구는 기후위기 대응이 기술적 대응의 문제가 아니라 ‘어느 지역이 더 위협하고, 어느 지역이 더 준비되어 있으며, 결과적으로 누가 더 보호받아야 하는가’에 대한 사

회정치적 질문이라는 점을 분명히 했다.

앞으로의 기후재난 대응은 단순한 적응(adaptation)의 차원을 넘어, 구조적 불평등을 재조정하고 사회적 회복력(resilience)을 재구성하는 방향으로 나아가야 한다. 본 연구에서 제시한 취약성·준비성 넥서스 지표체계는 그러한 전환의 기초를 제공하는 실질적 도구가 될 수 있다. 이러한 넥서스 지표체계 구축은 다양한 지역이나 국가 그리고 다양한 재난 유형에도 적용이 가능하여 향후 정규 논문으로의 발전 가능성이 상당하고, 무엇보다 구체적인 기후대응정책 실행에 기여할 것으로 판단한다. 궁극적으로는 이 연구가 폭염을 비롯한 기후재난 대응 정책이 과학적 진단을 바탕으로 하되, 사회정의와 민주주의의 가치를 함께 포괄할 수 있는 통합적 접근으로 발전하는 데 기여할 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- 고재경·김희선. 2010. 지방자치단체 기후변화 취약성 평가에 관한 연구. 《환경정책》 18(2): 79-105.
- 이나영·조용성·임재영. 2014. 폭염으로 인한 기후변화취약계층의 사망률 변화 분석: 서울을 중심으로. 《보건사회연구》 34(1): 456-484.
- 이수경·김선미·유효순·조우경. 2020. 2019년 온열질환 응급실감시체계 운영 결과. 《건강과 질병》 13(30): 2199-2215.
- Amegavi, G.B., Z. Langnel, J.J.Y. Ofori, and D.R. Ofori. 2021. "The Impact of Adaptation on Climate Vulnerability: Is Readiness Relevant?" *Sustainable Cities and Society* 75: 103325.
- Chen, C., I. Noble, J. Hellmann, J. Coffee, M. Murillo, and N. Chawla. 2015. University of Notre Dame Global Adaptation Index. *University of Notre Dame*.
- Corburn, J. 2021. *Cities for Life: How Communities Can Recover from Trauma and Rebuild for Health*. Island Press.
- Ford, J.D. and D. King. 2015. "A Framework for Examining Adaptation Readiness." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 20(4): 505-526.
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press.

- IPCC. 2014. "Climate Change 2014: Synthesis Report." Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the International Panel on Climate Change.
- Kim, H., H. Kim, K.M. Woosnam, C.H. Lim, and G. Seomun. 2023. "Heat Vulnerability, Climate Readiness, and Health Outcomes: Linking Anticipatory Adaptation in Urban Korea." *Journal of Environmental Policy & Planning* 25(4): 459-475.
- Kim, H., H. Kim, K.M. Woosnam, and W. Jang. 2024. "Between Risk Perceptions and Adaptation Policies: Centering Climate Justice and Social Innovation in Heat Vulnerable Cities." *Journal of Environmental Policy & Planning*.
- Kim, H., D.W. Marcouiller, and K.M. Woosnam. 2021. "Multilevel Climate Governance, Anticipatory Adaptation, and the Vulnerability-Readiness Nexus." *Review of Policy Research* 38(2): 222-242.
- Kim, H. and D. Marcouiller. 2019. "Community-based Adaptation to Climate Change in Korea." *Sustainability* 11(12): 3354.
- Kim, H. and D.W. Marcouiller. 2020. "Making Sense of Resilience Planning and Policy in the Pursuit of Sustainable Development and Disaster Risk Reduction." *Climate and Development* 12(3): 228-240.
- Kim, H., D.W. Woosnam, H. Kim, and C.H. Lim. 2022. "Green Infrastructure and Energy Justice in Health Adaptation: Leveraging Climate Policy Innovation and Vulnerability-readiness Nexus." *Journal of Environmental Policy & Planning*. 24(1): 21-38.
- Kim, H., H. Kim, K.M. Woosnam, and W. Jang. 2024. "Between Risk Perceptions and Adaptation Policies: Centering Climate Justice and Social Innovation in Heat Vulnerable Cities." *Journal of Environmental Policy & Planning* 26(4): 434-448. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2024.2356806>.
- Klinenberg, E. 2015. *Heat Wave: A Social Autopsy of Disaster in Chicago*. University of Chicago Press.
- Lee, H., W. Jeon, W. Lee, and H.W. Lee. 2021. "Human-Perceived Temperature Changes in South Korea and Their Association with Atmospheric Circulation Patterns." *Journal of Climate* 34: 1273-1290. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0344.1>.
- Mitchell, B.C. and J. Chakraborty. 2015. "Landscapes of Thermal Inequity: Disproportionate Exposure to Urban Heat in the Three Largest US Cities." *Environmental Research Letters* 10(11): 115005.
- Moser, S.C. and M.T. Boykoff. 2013. *Successful Adaptation to Climate Change: Linking*

- Science and Policy in a Rapidly Changing World*. Routledge: London and New York.
- National Research Council. 2013. "Climate and Social Stress: Implications for Security Analysis. Committee on Assessing the Impacts of Climate Change on Social and Political Stresses." J.D. Steinbruner, P.C. Stern, J.L. Husbands (eds). *Board on Environmental Change and Society, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. The National Academies Press: Washington, DC, USA.
- Oh, K-Y, M-J L, and S-W Jeon. 2017. "Development of the Korean Climate Change Vulnerability Assessment Tool (VESTAP): Centered on Health Vulnerability to Heat Waves." *Sustainability* 9.
- Otto, A., C. Gopfert, and A.H. Thieken. 2021. "Are Cities Prepared for Climate Change? An Analysis of Adaptation Readiness in 104 German Cities." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 26(8): 35.
- Regan, P.M., H. Kim, and E. Maiden. 2019. "Climate Change, Adaptation, and Agricultural Output." *Regional Environmental Change* 19: 113-123.
- Robine, J.M., S.L.K. Cheung, Le S. Roy, Van H. Oyen, C. Griffiths, J.P. Michel, and F.R. Herrmann. 2008. "Death Toll Exceeded 70,000 in Europe during the Summer of 2003." *Comptes Rendus Biologies* 331(2): 171-178.
- Tilleard, S. and J. Ford. 2016. "Adaptation Readiness and Adaptive Capacity of Transboundary River Basins." *Climatic Change* 137(3-4): 575-591.
- WHO. 2021. "Climate Change and Health." World Health Organization.
- Wilson, B. and A. Chakraborty. 2019. "Mapping Vulnerability to Extreme Heat Events: Lessons from Metropolitan Chicago." *Journal of Environmental Planning and Management* 62: 1065-1088.

<접수 2025.05.06; 수정 2025.05.14; 게재확정 2025.05.24>

Measuring the Vulnerability-Readiness Nexus in Climate Disaster Response: Urban Heatwave Adaptation in South Korea

Sun-Jae Hwang

(Chungnam National University)

Dujin Park

(Chungnam National University)

Seoyeon Lim

(The University of Massachusetts-Amherst)

Hyun Kim

(Chungnam National University)

This study aims to measure the ‘vulnerability-readiness nexus’ as a policy tool to respond to the intensifying threat of heatwave disasters amid climate change, and to present the empirical process and methods derived from this approach. First, the study defines the concept of the vulnerability-readiness nexus and explores how it can be applied as an analytical and policy framework for responding to climate-related and heatwave disasters. Next, it details the development of a regionally applicable indicator system designed to measure levels of vulnerability and readiness, including both theoretical justification and a case-based application. Finally, the study reports the processes of follow-up quantitative and qualitative investigations (surveys and focus group interviews) conducted in seven selected districts within major metropolitan cities in South Korea, identified as key areas of concern based on the newly developed framework. Through this research, we aim to draw broader attention to the growing risks of urban heatwaves in the era of climate disaster and reflect on the implications of measuring the vulnerability-readiness nexus as a meaningful and actionable response strategy.

Key words: climate crisis, heatwave disaster, vulnerability-readiness nexus, mixed methods