연구논문 「환경정책」 제29권 제1호 2021. 3: 183-210
DOI http://dx.doi.org/10.15301/jepa.2021.29.1.183
pISSN 1598-835X eISSN 2714-0601

# 지역의 사회적 자본이 기후변화 취약성에 미치는 영향*

## The Impact of Local Social Capital on Climate Change Vulnerability

리금강** · 홍철*** · 윤순진****
Jingang Li · Zhe Hong · Sun-Jin Yun

**요약**: 이 연구에서는 거시적 차원에서 지역사회의 사회적 자본이 기후변화 취약성에 미치는 영향을 살펴보기 위해 한국 229개 시군구를 대상으로 다중회귀모형을 이용하여 분석하였다. 먼저, 엔트로피 기법으로 기후변화 취약성 지수를 산출하여 공간 분포에 따라 기후변화 취약성 수준에 편차가 크다는 것을 확인하였다. 또한 다중 회귀분석을 통해 지역 수준의 사회적 자본이 기후변화 취약성 완화에 긍정적인 영향을 주는 것을 확인하였다. 특히 사회적 자본 유형 가운데 이웃 네트워크 변수의 영향이 가장 큰 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과는 지역주민들의 사회적 자본을 중심으로 장소 기반 기후변화 대응 전략을 수립하고 이행할 필요가 있음을 시사한다.
**핵심주제어**: 기후변화 취약성, 사회적 자본, 지역 수준, 엔트로피 기법, 다중 회귀분석

**Abstract**: This study analyzed 229 cities and counties in Korea using multiple regression models in order to examine the impact of social capital climate change vulnerability on a macro level. We initially used the entropy weight method to evaluate the climate change vulnerability index, then subsequently applied a multiple regression model. The results indicate that there is a large deviation in the level of climate change vulnerability which depends on spatial distribution. They also show that local social capital plays a positive role for reducing climate change risks. In particular, the neighboring network variables have the largest impact among social capital types in reducing climate change vulnerability. These findings suggest the need to establish and implement a location-based climate change response strategy around local residents' social capital.
**Key Words**: Climate Change Vulnerability, Social Capital, Local Level, Entropy Method, Multiple Regression

* 이 논문은 서울대학교 지속가능발전연구소와 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 5120200113713)을 받아 수행된 연구 결과임.
** 주저자, 서울대학교 환경대학원 환경계획학과 박사수료, 4단계 BK21사업 참여연구원
*** 공동저자, 서울대학교 환경대학원 환경계획학과 박사과정
**** 교신저자, 서울대학교 환경대학원 환경계획학과 교수, 4단계 BK21사업(대전환기 지속가능도시 혁신인재양성사업단) 사업단장, 지속가능발전연구소(ISD) 소장

# I. 서론

지구온난화가 가속화되어 인한 폭염, 폭우, 폭설, 가뭄, 한파 등과 같은 극단적인 환경문제가 빈발하면서 세계 거의 모든 국가에서 기후위기를 핵심적인 국가의제로 다루고 있다. 아시아개발은행(Asian Development Bank, ADB) 보고서(2014)에서는 기후변화로 인한 경제적 비용이 2100년에는 연간 GDP의 4%대에 이를 수 있다고 추정하였다. 한국환경정책·평가연구원(KEI)의 채여라 등(2012)은 전 세계가 기후변화 완화를 위한 노력을 하지 않을 경우 발생할 누적 피해비용이 2100년에 약 2,800조 원에 달할 것이라 추정하기도 하였다. 기후변화 영향은 식량, 물 부족 등으로 인한 자원 갈등, 에너지 전략, 국가안보, 난민, 강제이주 등 국제이슈와 서로 연계되어 있으며, 기후변화로 인한 피해는 경제뿐만 아니라, 사회, 건강, 복지 등 다양한 측면에 막대한 영향을 미치고 있다.

이미 대기 중에 배출되어 누적된 온실기체가 지속적으로 온실효과를 야기하여 기후변화를 유발하기에 기후변화로 인한 위험과 피해를 최소화하기 위해서는 탄소 배출 감축을 위한 완화(mitigation) 노력에만 머물러서는 곤란하다. 기후변화 취약성을 평가하고 국가와 지역사회의 적응능력(adaptive capacity)을 제고할 필요가 있다(Blaikie et al., 2005).

선행연구(Barnett et al., 2003; Pelling et al., 2005; McLeman et al., 2006; Yohe et al., 2002)들에서는 기후변화 적응능력을 보다 포괄적인 관점에서 접근하여 기후변화 위험과 피해에 대한 효과적인 관리·대처 능력으로 이해한다. 여기에는 경제적·인적 자원뿐 아니라 공공서비스 공급, 위기 대처시스템, 위기관리 프로그램, 기술적 대안 가능성, 공공기관에 대한 신뢰, 사회적 관계망, 상호호혜성 등 다양한 구성요소들이 포함된다. 특히 기후변화의 불확실성과 복잡성 때문에 기존의 물리적인 인프라 구축 위주의 하향식 접근(top-down approach)이 한계를 드러내면서, 최근에는 기후변화 취약성 완화에 대한 환경 거버넌스와 사회자본의 효과에 주목하고 있다.[1] 지역주민들이 지역 자원 활용을 통해 지역공동체의 기후변화 완화

와 적응에 직접 참여하고 소통하는 역할이 보다 강조되고 있다(O'Brien et al., 2010; 고재경·이우평, 2015; Petzold and Ratter, 2015; Paul et al., 2016).

그런데 기존연구들은 서구를 대상으로 한 기후변화 취약성 측정과 평가가 대부분이었다. 한국을 대상으로 지역사회의 사회적 자본과 기후변화 취약성 사이의 관계를 직접 파악하고 어떤 영향을 미쳤는지 분석한 실증연구는 아직 미흡한 상태다. 한국을 대상으로 한 연구들에서는 기후변화 적응에 있어서 사회적 자본의 잠재적 중요성은 인식했지만, 현재까지 사회적 자본의 효과에 대한 논의는 대부분 이론이나 사례분석 중심으로 진행되어 왔고 실증분석이 상대적으로 부족한 실정이다.

이러한 맥락에서 이 연구는 한국 시군구를 대상으로 지역사회의 사회적 자본이 기후변화 취약성에 어떤 영향을 미치는지 살펴보고자 한다. 특히 사회적 자본을 신뢰, 참여, 사회연결망으로 구분하여 이들이 지역의 기후 취약성에 미치는 효과를 실증적으로 분석할 것이다. 이를 위해서 229개 시군구를 대상으로 다중회귀모형을 활용하여 사회적 자본이 기후 취약성에 미치는 효과를 추정하고자 한다.

## II. 이론적 논의와 선행연구 검토

### 1. 기후변화 취약성

기후변화 취약성은 기후변화의 특성, 규모와 속도, 기후변화에 대한 민감도와 적응능력 등에 따라 다양하게 평가되고 있다. 고재경·김희선(2009)에서는 적응을 기후변화에 대한 취약성을 줄이는 과정과 극한기상 현상에

1) 현재 사회적 자본에 대해 구조적 관점의 개인 단위에서 접근하는지, 아니면 관계적 관점의 사회 단위에서 접근하는지에 따라 거시적 차원과 미시적 차원으로 구분할 수 있다(오선정, 2017). 이 연구에서는 거시적 차원에서 사회적 자본을 지역사회의 사회적 특징으로 간주하여 "사회적 자본이란 공통목표의 달성을 위한 협력과 협동을 촉진시키는 연결망, 규범, 사회적 신뢰와 같은 사회조직의 특징"(Putnam, 1995)으로 정의한다.

대응하는 능력으로 개념화하고 있다. 해당 연구에서는 온실가스 배출 감축을 위해 온실가스 배출원 정보를 담고 있는 인벤토리 구축이 중요하듯이, 적응정책을 수립하려면 먼저 기후변화가 지역에 어떤 영향을 미치고 어디가 가장 취약한지를 평가하여 적응의 범위와 우선순위를 도출할 필요성을 제기하였다. 그 이유는 기후변화 영향의 범위와 규모가 점점 증가하는 반면 한정된 자원으로 이러한 영향에 한꺼번에 대처하기 어렵기 때문이다.

또한, 김철희 등(2011)은 기후변화 적응과 연관된 문헌을 조사하여 지역별 기후변화 취약성 지수를 산정하여 공간 분포 결과를 파악하였다. 그러나 기후변화 취약성을 직접 산정할 수 없어서 주로 대리변수로 측정하였다. 이외에 Yusuf and Francisco(2009), 김지수 등(2013)의 홍수 취약성 평가, 조형진 등(2015)의 홍수위험의 사회적 취약성 평가, 신호성 등(2011)의 시군구 기후 취약성 평가, 김영규 등(2012)의 기후변화 취약성 및 적응역량 분석, 신호성 등(2014)의 기후변화 취약성에 대한 공간적 분석 등 다수 연구들이 있다. 이들이 사용한 평가지표 및 산출방법을 요약하면 〈표 1〉과 같다.

**〈표 1〉 기후변화 취약성 평가에 관한 선행연구**

| 연구자 | 기후 노출 | 민감도 | 적응도 | 산출방법 |
|---|---|---|---|---|
| 고재경·김희선 (2009) | 강수량, 기온, 해수면 상승 | 지리적 특성, 인구 특성, 기반시설, 산업 | 경제적 능력, 물적 인프라, 제도적 역량, 사회적 자본 | 계층화 분석 (AHP) |
| Yusuf and Francisco (2009) | 가뭄, 홍수, 산사태, 해수면 상승 | 인구밀도, 보호지역 | 사회경제적 요인, 기술, 인프라 | 전문가 의견수렴 (Expert Opinion Polling) |
| 신호성 등 (2011) | 기온, 강수량 | 질환 분포, 환경 영향, 취약계층 | 사회여건, 건강발현요소, 보건의료체계 | 계층화 분석 (AHP) |
| 김영규 등 (2012) | 일최대강수량, 지면유출, 여름철 강수량 | 10 m 이하 저지대면적, 제방사용면적율, 인구밀도, 총인구, 경사도, 도로면적 비율, 홍수피해 규모 | 재정자립도, 인 구당 공무원 수, GRDP, 물리적 시설 | 델파이 기법 (Delphi method) |
| 이상혁 등 (2015) | 일 최고기온, 강수량, 오존농도 | 65세 이상 인구, 13세 이하 인구, 독거노인, 기초생활 수급자, 장애인, 도로면적, 자동차 등록대 수 | GRDP, 재정자립도, 교육수준, 보건의료예산, 의사 수, 응급의료기관 수, 보건소 인력, 환경예산, 환경공무원 인력, 녹지면적 비율 | 엔트로피 기법 (Entropy method) |
| 조형진·김경배 (2015) | 유아 및 아동 인구, 고령인구 | 저학력 인구와 외국인 인구 비율 | 임대가구 비율, 노후 주택 비율 | 엔트로피 기법 (Entropy method) |

## 2. 사회적 자본의 개념 및 구성 요소

사회적 자본은 다양한 이론과 접근을 통해 학술적으로 계속 발전되어 왔는데 한 가지 개념으로 간단하게 정의하기는 어렵다. 사회적 자본을 연구한 대표적인 학자들로는 Bourdieu, Coleman, Putnam 등이 있는데 이들의 논의를 통해 사회적 자본 개념을 이해해볼 수 있다.

Bourdieu(1986)는 사회적 자본을 "지속적인 연결망을 통해 개인이 얻을 수 있는 실질적 혹은 잠재적인 자원의 총합"이라고 정의하였다. 즉 사회적 자본을 넓은 사회관계 속에서 다양한 연결망을 통해 개인이 사용가능한 자원으로 본 것이다. Bourdieu는 경제학적 관점에서 사회적 자본을 경제적 자본의 다른 형태(사유재)로 보고 특별한 사회적 위치나 관계에 의해 실현된다고 사회적 자본의 관계적 특성을 강조하였다.

Coleman(1994)은 사회적 자본을 "사회조직의 공동이익을 효율적으로 확보하기 위해 구성원들의 행위를 촉진하는 사회적 구조"로 정의하였다. Coleman은 기능주의적 관점에서 사회적 자본을 조직 구성원들의 행위를 유도하는 기능들의 총합으로 보고, 폐쇄된 사회연결망과 전유할 수 있는 사회조직을 주목하였다. 폐쇄된 사회연결망은 효과적인 규범과 신뢰 형성에 도움이 되고, 전유할 수 있는 사회조직은 특정 목표 달성에 도움이 된다고 보았다.

Putnam(1993)은 사회자본을 "사회적 연결망, 규범, 신뢰와 같은 사회조직의 한 형태로서 지역사회의 구성원들 간의 상호이익을 위한 사회적 특성"으로 정의하였다. 그는 사회적 자본을 개인 수준이 아니라 거시적인 관점에서 사회공동체, 시민적 참여와 연결망 등 공공재적 성격의 지역사회의 역량으로 접근해야 한다고 주장하였다.

사회적 자본의 개념은 해당 사회의 맥락이나 학자에 따라 서로 다르게 이해되지만, 종합적으로 볼 때 사회적 자본의 주요 구성요소로서 신뢰, 규범, 연결망 등이 언급되고 있다. 우선, 신뢰는 타인이나 조직에 대한 주관적 기대나 믿음을 의미한다. 신뢰는 한편으로 사회적 자본의 원인이기도 하지만, 또 한편으로 사회적 자본의 결과이기도 하다. 신뢰가 증가하면 개

인들의 호혜적인 관계가 더욱 돈독해지는 동시에, 신뢰가 다시 증진되기 때문이다. 일반적으로 신뢰는 사적 신뢰(personalized trust), 보편적 신뢰(generalized trust), 제도적 신뢰(institutional trust)의 세 가지 유형으로 구분된다. 여기서 사적 신뢰란 가족이나 친척 등에 대한 신뢰를, 보편적 신뢰는 알지 못하거나 처음 만난 사람에 대한 신뢰를, 제도적 신뢰는 공공제도 및 기관에 대한 신뢰를 의미한다.

다음으로 규범은 오랫동안 지역사회에서 호혜성(diffusive reciprocity)을 기반으로 사회 구성원들 간에 서로 인정되는 행동 기준이나 공유된 가치를 말한다(권경희, 2003). 이러한 규범이 장기적으로 지속되면 두터운 상호신뢰가 형성하고 사회문제를 해결하는 데에 중요한 역할을 한다.

마지막으로, 연결망은 지역사회 내에서 특정 집단의 참여를 통해 형성된 사회관계를 뜻한다(Putnam, 1995). 특히 연결망은 호혜성의 규범을 확고하게 증진시키고, 개인이나 집단 간의 협력과 의사소통을 용이하게 하여 신뢰수준을 높여준다는 점에서 중요하다. Putnam은 연결망을 결속형 연결망(bonding network)와 가교형 연결망(bridging network)으로 구분하기도 한다. 여기서 결속형 연결망은 강한 연결(strong tie)로 배타적 정체성을 갖는 동질적 집단, 즉 가족이나 친척과 같은 혈연관계를 통해 정서적 위로를 줄 수 있으며, 가교형 연결망은 약한 연결(weak tie)로 광범위한 정체성과 호혜성을 갖는 이질적 집단, 즉, 이웃이나 동료, 친구와 같은 비혈연 관계를 통해 다양한 정보와 도움을 제공할 수 있다.

### 3. 사회적 자본과 기후변화 취약성 간의 관계

일반적으로 사회적 자본은 적응능력 강화를 통해 위험이나 피해에 대한 사회적 취약성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Bott et al., 2020; Rowan and Kwiatkowski, 2020; Vincent and Cull, 2010). 사회적 자본이 낮으면 공동체 의사결정 과정이나 자원 접근성에서 배제되어 사회적 취약성이 높아지는 데 비해, 사회적 관계망이나 상호호혜성의 수준이 높을수록 사회 적응능력이 향상되고 기후변화 피해를 최소화하며 재해로부터의

회복력(resilience)을 증진하면서, 건강에 긍정적 영향을 미치는 것으로 확인되었다(MacGillivray, 2018; O'Brien and Wolf, 2010). 특히 기후변화의 잠재적 위험에 대처하기 위해서는 정부의 물질적 지원이 필요하지만, 개인과 지역사회(혹은 공동체)의 사회적 자본이 비물질적인 자원으로서 중요한 역할을 발휘한다.

하지만 사회적 자본과 기후변화 취약성 간의 관계를 직접 논의한 연구가 아직 많지 않고 기후변화 취약성에 대한 인식과 대응행동 등 유사 주제를 다룬 몇몇 연구들이 있다. 외국의 경우 Jones et al.(2012)은 그리스 사례를 통해 사회적 자본이 기후변화 위험 인식에 긍정적인 효과를 미치고 있음을 밝혔다. Paul et al.(2016)은 케냐 농촌 지역의 주민들을 대상으로 사회적 자본이 주민들의 기후변화 적응 행동에 미치는 영향에 대해 다루었다. 분석 결과, 이들은 인적·물적 자원뿐만 아니라, 비공식·공시적 연결망과 신뢰 등을 포함한 사회적 자본까지 기후변화 완화와 적응능력을 강화하는 데 매우 중요함을 발견하였다. 특히 신뢰가 개인적 행동과 달리, 집단적 기후 적응 행동에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 강조하였다. Abid et al.(2017)은 파키스탄 농민들을 대상으로 사회연결망이 기후변화에 대한 적응에 어떤 효과를 미쳤는지를 살펴봤는데, 다양한 종류의 파트너들과의 사회연결망과 협력관계는 이들이 기후변화에 더 잘 적응하는 데에 효과가 있음을 시사하였다. Petzold and Ratter(2015)은 섬지역의 집단행동, 규범, 신뢰와 같은 밀집된 사회적 연결망이 기후변화 적응에 긍정적인 효과가 있음을 제시하였다. 이들은 사회적 자본이 공공재로서 지역사회의 의사결정, 집단의식과 시민사회의 적응대책 수립에 긍정적인 영향을 미치고, 기후변화 대응에 대한 공동체의 회복력을 촉진할 수 있다고 주장하였다.

국내의 경우 고재경·이우평(2016)는 한국 기후변화 취약지역 주민들을 대상으로 기후변화 적응행동의 촉진요인을 살펴보았다. 해당 연구에서는 신뢰, 파트너십이 기후변화 위험 경감을 위한 적응 투자와 비용 부담 의사에 긍정적인 효과가 있음을 확인하였다. 한비야 등(2019)은 필리핀 현지

행위자들의 인터뷰를 통해 재난 발생 시 사회자본이 인적 손실에 미치는 영향을 연구하였는데, 조기 경보와 대피 단계에서 재난위험 감소에 사회자본이 인적 손실을 낮추는 중요한 요인임을 발견하였다.

### 4. 연구의 차별성

앞서 살펴본 선행연구들과 이 연구의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 연구대상과 분석 단위에서 차별적이다. 대부분의 선행연구는 특정 집단에 초점을 두고 기후변화 취약성에 대한 인식과 대응 행동을 분석하였다. 하지만 이 연구는 지역별 기후변화 취약성을 평가했다는 점에서 선행연구와 유사하나, 지역 수준의 사회적 자본이 최종목표인 기후변화 취약성에 미치는 영향을 분석했다는 점에서 차별성을 가진다.

둘째, 분석방법에 있어서 차별적이다. 대부분의 연구들이 특정 사례에 국한해서 질적 연구를 중심으로 진행하여 양적 분석이 상대적으로 부족한 실정이다. 이러한 연구 공백을 메우고자 이 연구는 사회적 자본과 기후변화 취약성의 관계를 양적 방법을 활용하여 실증분석했다는 점에서 기존 연구와 차별성이 있다.

## Ⅲ. 분석방법 및 자료

### 1. 분석방법

이 연구에서는 한국 229개 시군구를 대상으로 2015년의 횡단면 자료를 활용하여 기후변화 취약성을 평가하고, 사회적 자본과 기후변화 취약성 간의 관계 파악을 위해서 다중 회귀분석(multiple regression analysis)을 실시하였다. 자료에 대한 가공 및 통계분석 패키지는 주로 Stata 15를 활용하였으며, 분석 과정은 크게 2단계로 나누어진다.

### 1) 취약성 지표 산출

기후변화 취약성을 평가하는 방법은 주관적 방식과 객관적 방식으로 구분할 수 있다.[2] 이 연구에서는 기후변화 취약성을 평가한 기존 연구들(김지수 등, 2013; 신호성·이수형, 2014; 조형진·김경배, 2015; 이상혁 등, 2015)을 참고하여 엔트로피 가중치(entropy weight)를 이용하여 시군구별 기후변화 취약성 지수를 산출하였다. 엔트로피 기법을 선택하는 이유는 엔트로피 방법이 전문성이 요구되는 계층화 분석(AHP)방식보다 상대적으로 복잡하지 않으며, 특히 연구자의 주관적 판단이 들어가지 않아 데이터 기반으로(data-driven) 가중치를 산정하기 때문에 보다 객관적으로 가중치를 산정할 수 있기 때문이다. 엔트로피 기법을 통해 가중치를 산정하는 과정은 크게 기후변화 취약성 구성요소의 데이터 변환, 구성요소별 엔트로피 산정과 지표들 사이의 가중치 결정으로 이루어진다(조형진·김경배, 2015).

우선, 구성요소별 데이터의 속성값을 변환해야 하는데, 가장 보편적으로 사용되는 변환방법에는 Z-score 법, Ranking 법, Min-Max 법 등이 있다. 일반적으로 Z-score 법은 지표의 관측치와 평균값과의 차이를 표준편차로 나눠서 분석대상의 상대적 위치를 파악하는 데에 유용하지만, 이상치(outlier)의 영향을 크게 받으며 각 구성요소가 최종지표에 미치는 (긍정/부정적인) 영향의 방향성을 통제하기 어려운 단점이 있다.

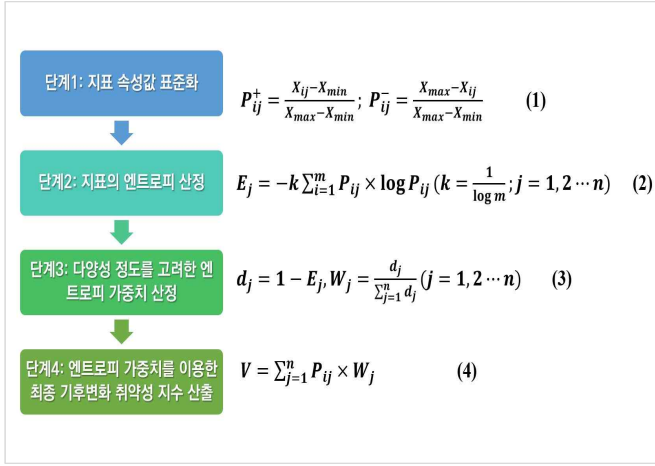
이 연구에서는 UNDP(2006)가 사용한 표준화 방법인 Min-Max 법을 이용하여 구성요소의 속성값을 변하였다. 여기서 $m$은 분석대상의 개수를 의미하며, $n$은 평가지표의 개수를 의미한다. 특히 기후변화 취약성 지표를 노출, 민감도, 적응능력으로 분류하고, 적응능력 지표의 표준화된 속성값을 노출 및 민감도 지표와 기후변화 취약성에 미치는 영향이 같아지도록 전환하였다. 즉, 노출과 민감도 지표는 식 (1)의 $P_{ij}^{+}$로, 적응능력 지표

2) 가중치 평가 방법 중 주관적 방식은 계층화 분석, 전문가 의견 수렴, 델파이 기법 등이 있고 객관적 방식에 엔트로피 기법, 주성분 분석 등이 있다.

는 $P_{ij}^{-}$로 표준화하였다.

다음은 표준화된 데이터($P_{ij}$)를 사용하여 속성별 엔트로피 지수($E_j$)를 산정하고, 이를 이용하여 다양성 정도($d_j$)를 통하여 평가지표별 가중치($w_j$)를 도출한 후, 마지막으로 산출된 가중치를 각 구성요소에 적용하여 시군구별 기후변화 취약성 지수($V$)를 산출하였다. 구체적인 산출과정은 〈그림 1〉과 같다.

〈그림 1〉 기후변화 취약성 지수 산출과정




## 2) 모형 설정

이 연구에서는 관심변수인 사회적 자본을 신뢰, 규범, 사회연결망으로 구분하여 이들 요소가 기후변화 취약성과 가지는 관계를 파악하기 위해서 다중 회귀모형을 이용하였다. 다중 회귀분석은 종속변수를 설명하기 위하여 두 개 이상의 독립변수를 사용하여 추정한 선형모형이다. 사용한 다중 회귀모형을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 SP_i + \beta_2 X_i + \epsilon_i,$$
$$\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2),\ i = 1, 2, \cdots n \qquad (1)$$

여기서, $y_i$는 $i$지역의 기후변화 취약성 지수를, $\beta_0$는 상수항이며, $SP_i$는 $i$지역의 사회적 자본을 나타내는 벡터(vector)인데, 신뢰, 규범, 연결망을 포함한다. $X_i$는 다음 절에서 기술할 환경예산, 경제수준, 인구밀도 등을 포함한 통제변수의 벡터를 의미한다. $\beta_1$, $\beta_2$는 추정모형의 모수를 의미한다. $\epsilon$는 평균이 0이고, 분산이 $\sigma^2$인 정규분포를 따른 오차항이다.

## 2. 자료 및 변수 측정

이 연구의 공간적 범위는 한국 전체 229개 시군구로 설정하였다. 종속변수는 앞서 설명한 엔트로피 기법을 통해 산출된 기후변화 취약성 지수로 측정하였다. 주요 독립변수인 사회적 자본을 신뢰, 규범, 사회연결망으로 구분하여 2015년 지역사회건강조사(Korea Community Health Survey)를 활용하여 측정하였다.[3] 시군구를 대상으로 사회적 자본을 측정한 사회조사 자료로는 현재 인구주택총조사를 제외하면 지역사회건강조사 자료가 유일하기에 이 자료를 활용하였다. 또한 이 연구를 수행할 당시 원자료를 구할 수 있는 최신자료가 2015년 조사 결과였기에 이를 활용하였다. 해당 자료의 조사기간은 2015년 8월 31일부터 11월 8일까지로, 표본가구 가구원 중 19세 이상 성인을 대상으로 직접 방문하여 1:1 면접 조사방식으로 자료를 수집하였다. 전체 표본인 228,558명에서 이 연구의 주제에 맞춰 측정변수 값을 정제하고(〈표 2〉의 주 참조) 소수의 결측값을 제거한 후 지역별 비율을 산출하여 분석하였다. 연구에 활용된 자료를 바탕으로 변수설정에 대한 구체적인 내용은 〈표 2〉와 같다.

3) 지역사회건강조사는 지역주민 건강수준과 보건의식행태 등을 파악하고 지역 단위 건강통계 데이터베이스 구축을 위해 질병관리본부가 2008년부터 전국 시·군·구에서 거주하는 만 19세 이상 성인을 대상으로 매년 실시하고 있는 대표본 건강조사이다(김영택 등, 2012). 연구주제는 다르지만, 실제 이 자료를 활용해서 사회적 자본을 분석한 선행연구들도 있는데 대표적인 연구들로는 박은주 등(2016), 정현·전희정(2019) 등이 있다.

〈표 2〉 변수의 측정 및 내용

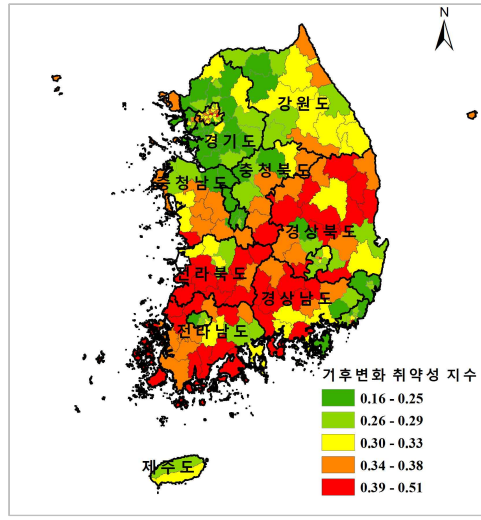
| 구분 | | 측정변수 | 측정내용 | 출처 |
|---|---|---|---|---|
| 종속변수 | | 기후변화 취약성 | 엔트로피 기법으로 산출된 지수(0~1점) | 시군구 통계자료 |
| 사회적 자본 | 신뢰 | 이웃 신뢰감 | 우리 동네 사람들은 서로 믿고 신뢰할 수 있다고 응답한 비율(%) | 지역건강 사회조사(KCHS) |
| | 규범1 | 상호부조 | 우리 동네 사람들은 서로 도움을 주고받는 전통이 있다고 응답한 비율(%) | |
| | 규범2 | 자선단체 활동 | 자선단체에 한 달에 1번 이상 참여한다고 응답한 비율(%) | |
| | 사회연결망1 | 친척 연락빈도 | 친척과 일주일에 1회 이상 보거나 이야기한다고 응답한 비율(%) | |
| | 사회연결망2 | 친구 연락빈도 | 친구와 일주일에 1회 이상 보거나 이야기한다고 응답한 비율(%) | |
| | 사회연결망3 | 이웃 연락빈도 | 이웃과 일주일에 1회 이상 보거나 이야기한다고 응답한 비율(%) | |
| 통제 변수 | 환경정책 | 환경예산 비중 | 일반회계 예산 중 환경 관련 예산이 차지하는 비중(%) | 지방재정연감 |
| | 경제 수준 | 1인당 GRDP | 지역내총생산을 지역 인구수로 나눈 값 (만 원/인) | 지역소득 통계 |
| | 잠재적 환경압력 | 인구밀도 | 전체 인구수를 행정구역면적을 나눈 값 (명/$km^2$) | 인구동향조사 |

주: 사회적 자본 관련 측정변수에 대해서 실제 지역평균 수준을 반영하도록 해당 지역의 주민등록인구 기준으로 성별, 연령별 인구구조 특성을 고려한 보정가중치(correction weighting)를 적용하여 지역별 비율을 산출함. 지역사회건강조사에서 제공한 보정가중치에 대한 내용은 Kang et al.(2015) 등의 연구를 참고 바람

종속변수인 기후변화 취약성은 엔트로피 기법을 통해 산출된 시군구별 기후변화 취약성 지수로 측정하였다. 특히 2절 〈표 1〉에서 제시한 지표 및 평가자료 가용성을 고려하여 최종적으로 20개 하위요소를 선정하여 기후변화 취약성 평가체계를 구성하고, 주로 시군구별 통계 자료를 활용하였다. 기본적으로 기후변화 취약성의 개념 틀은 IPCC(2001) 등에 따라 기후에 대한 노출, 민감도, 적응능력으로 구분하였다. 이어 기후 노출, 민감도, 적응능력 3대 지표에 해당되는 최고기온, 최저기온, 평균 강우량, 고령화인구, 독거노인, 기초생활수급자, 도로면적, 노후주택, 재정자립도, 인구당 공원면적, 생활폐기물 재활용률 등 20개 하위요소를 선정하여 자료를 수집하였고, 이후 표준화 과정을 거쳐 엔트로피 기법으로 시군구별 기후변화 취약성 지수를 계산하였다. 기후변화 취약성에 적용한 가중치는 기후 노출이 0.1322이고, 민감도가 0.6914이며, 적응능력이 0.1764로 산

출되었다. 세부적으로 기후 노출 관련 대리변수의 가중치는 평균 강우량이 0.0436으로 가장 높게 나타났다.

〈그림 2〉 기후변화 취약성의 공간적 분포(2015)




민감도 관련 대리변수 중 도로면적 비율이 0.1827로 가장 높은 가중치를 보였고, 이어 독거노인 비율(0.1003), 기초생활 수급자 비율(0.0988) 순으로 나타났다. 마지막으로 적응능력 관련 하위지표 중 가장 높은 가중치는 자연재해와 관련된 안전등급인데, 0.0642로 나타났다(부록의 〈표 A1〉을 참조).

이렇게 산출된 기후변화 취약성 지수의 현황을 시각화하면 〈그림 2〉와 같다. 전반적으로 살펴보면, 기후변화 취약성이 높은 지역(붉은색)은 전남 고흥군(0.513), 전남 신안군(0.471), 경북 의성군(0.467), 전남 보성군(0.459) 등인데, 비교적 전라남도와 경상북도, 일부 경상남도에 집중되어 있었다. 기후변화에 민감하게 반응하는 기후변화 취약계층(아동, 노인, 장애인)이 비교적 밀집해 있는 지역이 대부분이었다.

독립변수인 사회적 자본은 Putnam(1995)에 따라 사회적 신뢰, 규범, 사회연결망으로 구분하여 측정하였다. 먼저 사회적 신뢰는 2015년 CHS의

설문 문항 중 '우리 동네 사람들은 서로 믿고 신뢰할 수 있는지?'에 대해 전체 응답자 중 '예'라고 응답한 사람이 차지하는 비율로 측정하였다. 이는 Snelgrove et al.(2009) 등의 연구에서 신뢰를 측정한 방식과 같다. 사회적 규범은 호혜성을 이웃 간의 상부상조와 자선단체 활동으로 구분하고, 상부상조에 대해 '우리 동네 사람들은 서로 도움을 주고받는 전통이 있는지?'란 질문에 대해 '예'라고 응답한 비율로, 자선단체 활동에 대해 '자선단체에 한 달에 1번 이상 참여한다'고 응답한 비율로 측정하였다. 사회적 네트워크는 이웃, 친척, 친구 등과의 친밀 정도를 의미하는 것으로 보고, 2015년 CHS의 사회 물리적 환경 영역 문항 중 '친척과 연락빈도', '친구와 연락빈도', '이웃과 연락빈도' 3개 문항에 대하여 '일주일에 최소 한 1회 이상 보거나 연락한다'고 응답한 비율로 측정하였다. 특히 사회적 자본 관련 측정변수에 대해서 실제 지역의 평균 수준을 반영하도록 해당 지역의 주민등록인구 기준으로 성별, 연령별 인구구조 특성을 고려한 보정가중치(correction weighting)를 적용하여 지역별 비율을 산출하였다.

또한, 다수의 실증연구(Snelgrove et al., 2009; Kang et al., 2015; 김지수 등, 2013; 신호성·이수형, 2014; 조형진·김경배, 2015)를 토대로 통제변수를 지자체의 경제발전, 잠재적 환경압력, 기후변화 대응을 위한 정부의 환경정책 등으로 구성하여 추정모형에 포함하였다. 구체적으로 경제발전은 1인당 GRDP로, 잠재적 환경압력은 인구밀도로, 환경정책 변수는 최종 예산지출 중 환경예산이 차지하는 비중으로 측정하였다.

## Ⅳ. 분석결과

### 1. 기초통계량 및 상관관계

이 연구에서 사용한 종속변수인 기후변화 취약성과 사회적 자본을 비롯한 독립변수와 통제변수에 대한 기초통계량을 정리하면 〈표 3〉과 같다. 전국 229개 시군구의 평균, 표준편차, 최솟값, 최댓값, 회귀분석의 다중공

선성(multicollinearity)의 진단 결과인 분산팽창지수(Variation Infliation Factor, VIF)를 제시하였다. 일반적으로 VIF 값이 10 이하이면 해당 변수가 심각한 다중공선성이 존재하지 않는 것으로 판단한다. 이 연구의 경우, 독립변수의 VIF가 대부분 5보다 낮게 산출되어 독립변수들 사이에서 다중공선성은 없는 것으로 나타났다.

〈표 3〉 주요 변수의 기초통계량

| Variable | Obs. | Mean | S.D. | Min | Max | VIF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 기후변화 취약성 | 229 | 0.316 | 0.069 | 0.158 | 0.513 | NA |
| 이웃 신뢰감 | 229 | 64.613 | 10.708 | 43 | 96.7 | 3.71 |
| 상호부조 | 229 | 48.096 | 22.267 | 16 | 98.8 | 5.11 |
| 자선단체 활동 | 229 | 8.126 | 2.646 | 3.4 | 19.2 | 1.21 |
| 친척 연락빈도 | 229 | 53.654 | 11.26 | 30.85 | 78.65 | 2.2 |
| 이웃 연락빈도 | 229 | 54.244 | 20.749 | 23.05 | 93.29 | 5.2 |
| 친구 연락빈도 | 229 | 53.851 | 6.983 | 32.3 | 81.83 | 1.27 |
| 환경예산 비중 | 229 | 10.478 | 5.718 | 2.169 | 27.039 | 1.54 |
| 1인당 GRDP | 229 | 3343.589 | 3436.649 | 364.759 | 38087.05 | 1.12 |
| 인구밀도 | 229 | 0.394 | 0.624 | 0.002 | 2.784 | 2.19 |

변수들의 기초통계량을 살펴보면, 종속변수인 기후변화 취약성 지수의 경우에는 전국 평균수준이 0.316점이었다. 대전 유성구(0.158)가 가장 낮았으며, 전남 고흥군(0.513)이 가장 높았다.

사회적 자본의 유형별로 살펴보면, 이웃 신뢰감, 상호부조, 친척 연락빈도, 이웃 연락빈도 비율의 지역 간 편차가 비교적 높았으며, 자선단체 활동 비율이 기타 지표에 비해 낮은 것으로 나타났다. 구체적으로 이웃 신뢰감은 전국 평균이 64.6%었는데, 경기 동두천시(43.0)가 가장 낮게, 전남 고흥군(96.7)이 가장 높게 나타났다. 상호부조의 경우에는 전국 평균이 48.1%로, 인천 연수구(16.0)가 가장 낮게, 전남 고흥군(98.8)이 가장 높게 나타났다. 친척 연락빈도는 전국 평균이 53.7%로, 강원 양양군(30.9)이 가장 낮게, 강원 동해시(78.7)가 가장 높은 것으로 나타났다. 이웃 연락빈도는 전국 평균이 54.2%로, 제주 제주시(23.1)가 가장 낮았으며, 경남 남해

군(93.3)이 가장 높게 나타났다.

마지막으로, 통제변수 중에서 환경예산 비율이 가장 높은 곳은 경기 양주시(27.1)이고, 가장 낮은 곳은 서울 도봉구(2.2)이며, 전국의 평균은 10.5%이었다. 지역의 경제 수준을 나타내는 1인당 GRDP는 전국 평균이 3343.6만/원이었는데, 가장 낮은 지역은 서울 서대문구(364.8)이고, 가장 높은 지역은 전남 장성군(38087.1)이었다. 인구밀도는 평균이 0.394명/$m^2$로, 강원 인제군(0.002)이 가장 낮게, 서울 양천구(2.784)가 가장 높게 나타났다.

기후변화 취약성의 영향요인과 기후변화 취약성 지수 간의 상관관계를 파악을 위해서 피어슨 상관분석(Pearson correlation)을 실행하였다. 대부분 변수는 통계적으로 유의한 상관관계를 가지고 있었다(주요 결과는 부록의 〈표 A2〉 참조). 특히, 사회적 자본의 유형에서는 자선단체 활동과 친구 연락 빈도변수를 제외한 나머지 신뢰, 규범, 네트워크 변수 등이 기후변화 취약성과 통계적으로 유의미한 부(-)의 상관관계(0.50~0.64)가 있음을 확인하였다. 이는 이웃 신뢰감, 상호부조, 친척 연락빈도, 이웃 연락빈도 비율이 높은 지역일수록 기후변화 취약성이 낮아짐을 의미한다.

그러나 상관분석은 유용한 기초분석으로서 기후변화 취약성과 각 독립변수 사이의 단순한 관계를 보여주는 장점이 있지만, 비교하려는 2개 변수를 제외한 다른 변수에 대한 고려가 없으므로 정확한 관계를 파악하기 어렵다는 한계를 지니고 있다. 따라서 다른 변수를 함께 고려한 다중회귀분석이 필요하다.

## 2. 추정결과

다중회귀모형의 분석결과는 〈표 4〉로 제시하였다. 모형 1은 주요 관심인 사회적 자본과 관련된 변수만 투입한 모형이고, 모형 2는 사회적 자본과 통제변수를 모두 고려한 모형이다.

〈표 4〉 다중회귀모형 분석결과

| 변수명 | 모형1 | 모형2 | |
|---|---|---|---|
| | 비표준화 계수 | 비표준화 계수 | 표준화 계수 |
| 이웃 신뢰감 | -0.0003<br>(0.0006) | -0.0003<br>(0.0005) | -0.0400 |
| 상호부조 | -0.0290**<br>(0.0123) | -0.0241**<br>(0.0103) | -0.2188** |
| 자선단체 활동 | -0.0024*<br>(0.0014) | -0.0017<br>(0.0012) | -0.0661 |
| 친척 연락빈도 | -0.0009**<br>(0.0004) | -0.0013***<br>(0.0004) | -0.2010*** |
| 이웃 연락빈도 | -0.0011***<br>(0.0004) | -0.0021***<br>(0.0003) | -0.6228*** |
| 친구 연락빈도 | -0.0001<br>(0.0006) | -0.0002<br>(0.0005) | -0.0243 |
| 환경예산 비중 | - | -0.0013**<br>(0.0006) | -0.1073** |
| 1인당 GRDP | - | 0.0004<br>(0.0052) | 0.0035 |
| 인구밀도 | - | 0.0500***<br>(0.0068) | 0.4506** |
| 상수항 | 0.5460***<br>(0.0456) | 0.5897***<br>(0.0551) | - |
| 관측 수 | 229 | 229 | 229 |
| R-squared | 0.4564 | 0.6248 | 0.6248 |

등분산성 검정(Breusch-Pagan test): Chi2(1): 1.182, p-value: 0.277
정규성 검정(Shapiro-Wilk test): Z: -0.378, p-value: 0.647
Standard errors are in parenthesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

추정결과를 본격적으로 해석하기 전에 다중회귀모형이 기존 가정들을 만족하는지에 대한 검정이 필요하다. 이 연구에서는 잔차의 정규성(normality)과 등분산성(homoscedasticity) 확인을 위해 샤피로 윌크 검정(Shapiro-Wilk test)과 브루쉬-페이건 검정(Breusch-Pagan test)을 실행하였다. 그 결과 잔차가 정규분포를 따르지 않거나, 분산이 같지 않다는 귀무가설을 모두 기각하여 이 연구의 추정모형들이 회귀분석의 주요가정을 만족한 것으로 나타났다.

분석 결과를 살펴보면 모형 1에서 대부분 사회적 자본과 관련된 변수는 예상된 방향으로 통계적으로 유의하게 나타났다. 그러나 모형 1은 사회적 자본뿐만 아니라 다른 기후변화 취약성의 영향요인을 함께 고려하지 않는 한계점을 가지고 있으므로 기후변화 대응을 위한 환경정책이나 잠재적인 요소들에 대한 추가적인 통제가 필요하다.

모형 2는 모형 1에 비해 모형의 결정계수인 $R^2$이 0.4564에서 0.6248로 높아져 모형의 설명력이 크게 개선되었다. 기후변화 취약성의 변동이 사회적 자본과 통제변수에 의해서 62.5% 정도 설명된다고 해석할 수 있다. 모형 적합도 검정결과, F 통계량(40.53)이 1% 유의수준에서 매우 유의하게 나타나서 이 연구에서는 최종적으로 모형 2를 중심으로 추정결과를 해석하였다.

모형 2의 추정결과를 살펴보면, 전반적으로 지역 수준의 사회적 자본이 기후변화 취약성 완화에 통계적으로 유의미한 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 이웃 간의 상호부조, 친척과의 연락빈도, 이웃과의 연락빈도의 표준화된 계수추정값($\beta$)은 모두 부(-)의 부호로 각각 0.2188, 0.2010, 0.6228로 나타났다. 즉 이웃 간의 상호부조, 친척과의 연락빈도, 이웃과의 연락빈도가 1단위가 증가할수록 기후변화 취약성 지수는 각각 0.2188, 0.2010, 0.6228씩 낮아진다고 해석할 수 있다.

특히 사회적 연결망이 미치는 영향력은 유형에 따라 차이가 있었는데, 친구 연락빈도는 유의미하지 않았지만, 친척 연락빈도, 이웃 연락빈도 변수는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이는 친척과의 연결망은 강한 연결(strong tie)로 정서적 지원만 아니라 물리적 지원도 하는 관계이기 때문에 기후변화 대응 역량을 강화하여 기후변화 취약성 완화에 긍정적인 효과를 주는 것으로 이해할 수 있다. 또한 약한 연결(weak tie)인 친구와 달리, 비슷한 지역적 상황에 노출되는 이웃은 좋은 유대관계를 통해 해당 거주지의 기후변화 정보를 공유하면서 도움을 줄 수 있으므로 기후변화 대응역량을 강화하여 기후변화 취약성을 낮추는 효과를 주는 것으로 해석할 수 있다.

이러한 분석결과는 지역 수준의 사회적 자본이 공동체 간 상호작용을 통해서 기후변화 취약성을 완화시킬 수 있음을 시사한다. 이 연구의 분석결과는 사회적 자본이 다양한 참여와 소통경로를 통해 기후변화에 대한 적응능력을 강화하여 기후변화의 취약성 완화에 긍정적인 영향을 미친다는 기존 선행연구의 주장과 궤를 같이 한다(O'Brien and Wolf, 2010; Cramb, 2005; Jones et al., 2012; 고경재·이우평, 2015).

통제변수의 경우 환경예산 비중의 표준화된 계수추정값($\beta$)은 부(-)의 부호로 나타났다. 이는 일반적인 환경예산에 기후변화 대응 관련 예산도 포함되어서 전반적으로 환경예산이 기후변화 취약성 완화에 긍정적으로 기여함을 시사한다. 이러한 분석 결과는 환경예산이 증가할수록 지방정부의 기후변화 대응역량이 높아진다는 선행연구들(고재경·김희선, 2009; 이상혁 등, 2015)의 발견을 강화한다.

또한, 잠재적인 환경압력으로서 인구밀도의 표준화 계수추정값이 통계적으로 유의미한 정(+)의 부호로 나타났다. 즉 지역의 인구밀도가 높을수록 기후변화 취약성이 높아짐을 의미한다. 이러한 결과는 피해의 공간적 범위가 같을지라도 전체적으로 인구밀도가 높은 지역은 기후변화로 인한 피해의 심각성이나 잠재적인 위험성 정도가 더 높아질 가능성이 있음을 의미한다. 이러한 결과는 인구밀도가 기후변화 취약성을 높인다는 선행연구들(김영규 등, 2012; 조형진·김경배, 2015)의 연구결과를 지지한다.

그러나 사회적 자본 중 이웃 간의 신뢰, 자선단체 활동, 친구와의 연락빈도 변수는 종속변수인 기후변화 취약성과 부(-)의 관계를 보였으나, 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 이에 대한 정확한 이유를 확인하기 위해서는 향후 추가적인 연구를 실시할 필요가 있다.

### 3. 강건성 분석: 공간회귀모형

지역의 기후변화 취약성에 공간적 상관성이 존재하면, 일반 다중회귀모형의 실증결과에 대한 강건성 문제가 제기될 가능성이 있다(Anselin, 2013; LeSage, 2008). 따라서 이 연구는 공간회귀모형을 이용하여 지역의

사회적 자본과 기후변화 취약성 간의 관계에 대한 강건성 분석을 추가 진행하였다.

공간회귀모형의 분석결과는 〈표 5〉와 같다. 모형 3은 종속변수가 공간적 상관성을 가정한 공간자기회귀모형(Spatial autoregressive model, SAR)이고 모형 4는 연구모형의 오차항에 공간적 상관성을 가정한 공간오차모형(Spatial error model, SEM)이다. SAR과 SEM 중에서 가장 적절한 모형을 판단하기 위하여 Robust LM 검정을 실시하였다.[4] 그 결과, Robust LM(error) 통계량이 1.756으로 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하지 않아(p-value=0.185) SAR이 더 적절한 것으로 나타났다. 또한, SAR의 유사 결정계수(pseudo$R^2$)가 0.6695로 SEM(0.6339)보다 높게, AIC와 BIC도 SEM보다 작게 나타나 SAR 모형이 우수한 것을 확인하였다. 따라서 이 연구에서는 SAR 모형(모형 3)을 최종모형으로 채택하여 분석결과를 논의한다.종속변수의 공간적 상관성을 나타내는 공간시차변수($\rho$)가 1% 유의수준에서 통계적으로 유의미하였다. 이는 기후변화 취약성이 낮은 지역일수록 주변 지역의 기후변화 취약성도 낮게 나타난다는 것을 뜻한다.[5] 기후변화 영향이 해당 지역의 지리적 위치에 영향을 받기에 지리적 공간분포가 유사한 지역 간에 취약성 또한 유사하게 나타남을 의미한다. 특히 주요 관심변수에 있어서 지역 수준의 사회적 자본이 기후변화 취약성에 통계적으로 유의미한 부(-)의 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 구체적으로 이웃 간의 상호부조, 친척과의 연락빈도, 이웃과의 연락빈도가 기후변화 취약성과 부(-)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 지리적 위치

4) 일반적으로 LM 통계량이 유의하지 않을 경우 일반적인 OLS 결과를 그대로 사용하면 되지만, 만약 LM 통계량이 SAR과 SEM에서 모두 통계적으로 유의하게 나타난다면 추가적인 Robust LM 검정을 통해 최종모형을 선택하게 된다.

5) 실제로 2015년을 기준으로 기후재난 관련 주의예보를 기상청과 정부의 공식자료로 살펴보면, 전남과 경북지역의 태풍, 폭염, 폭우 등 극단기후 노출문제가 상대적으로 빈번히 나타나는 경향을 보였다. 태풍의 경우 시간순서로 2015년 7월 7일 '찬홈', 8월 25일 '고니', 9월 '낭카', '두쥐안' 등이 전남과 경북지역에 영향을 주었고 폭염 예보의 경우 주의 2015년 5월 26일, 7월 10일, 7월 29일, 8월 6일, 8월 14일 등 일자에 경상북도와 전라남도 일부지역에 대한 폭염주의 예보가 발표되었다.

나 지역의 공간적 특성과 같은 물리적 속성이 유사하다 하더라도 사회적 자본의 수준에 따라 기후변화 취약성이 달라질 수 있음을 시사한다. 또한, 통제변수에 있어서 환경예산 비중이 기후변화 취약성에 부(-)의 영향을, 인구밀도가 기후변화 취약성에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 환경예산 규모가 클수록 기후변화 취약성이 낮아지고, 인구밀도가 높을수록 기후변화 취약성이 높아짐을 의미한다.

**〈표 5〉 공간회귀모형 추정결과**

| 변수명 | 모형 3<br>SAR | 모형 4<br>SEM |
|---|---|---|
| 이웃 신뢰감 | 0.0003<br>(0.0004) | 0.0003<br>(0.0005) |
| 상호부조 | −0.0372***<br>(0.0097) | −0.0362***<br>(0.0096) |
| 자선단체 활동 | −0.0010<br>(0.0011) | −0.0005<br>(0.0011) |
| 친척 연락빈도 | −0.0011***<br>(0.0003) | −0.0012***<br>(0.0003) |
| 이웃 연락빈도 | −0.0014***<br>(0.0003) | −0.0016***<br>(0.0003) |
| 친구 연락빈도 | −0.0005<br>(0.0004) | −0.0004<br>(0.0004) |
| 환경예산 비중 | −0.0011**<br>(0.0006) | −0.0011*<br>(0.0007) |
| 1인당 GRDP | 0.0001<br>(0.0045) | 0.0001<br>(0.0049) |
| 인구밀도 | 0.0432***<br>(0.0060) | 0.0433***<br>(0.0076) |
| $\rho$(Rh0) | 0.3996***<br>(0.0595) | - |
| $\lambda$(Lambda) | - | 0.5044***<br>(0.0766) |
| 상수항 | 0.465*** | 0.5951*** |
| 관측 수 | 221 | 221 |
| 모형 적합도 | | |

| (Pseudo) R-squared | 0.6695 | 0.6339 |
|---|---|---|
| AIC | -794.5391 | -783.561 |
| BIC | -753.7611 | -742.783 |
| Lagrange Multiplier | LM(lag)=50.178*** | LM(error)=34.556*** |
| Robust LM | Robust LM(lag)=17.377*** | Robust LM(error)=1.756 |

주: $\rho$는 종속변수의 공간적 회귀계수를, $\lambda$는 오차항의 공간적 회귀계수를 나타냄
공간가중치 행렬은 인접 여부를 이용한 Queen 방식을 활용하고 공간적으로 인접한 시군구가 없는 8개 지역, 즉 부산 영도구, 인천 옹진군, 강화군, 경북 울릉군, 경남 거제시, 남해군, 제주도 제주시, 서귀포시를 제외함
Standard errors in parentheses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10

전반적으로 공간회귀모형에 활용한 변수들은 일반 다중회귀모형과 비슷하게 영향을 미치는 것으로 나타나 분석결과에 대한 강건성을 확보했음을 보여준다.

## Ⅴ. 결론 및 시사점

이 연구에서는 한국 229개 시군구를 대상으로 2015년의 횡단면 자료를 활용하여 기후변화 취약성을 평가하고, 다중회귀모형과 공간회귀모형을 통해 사회적 자본과 기후변화 취약성 간 관계를 파악하고자 하였다.

분석 결과, 지역의 기후변화 취약성에 공간적으로 상관성이 존재하는 것으로 나타났다. 전반적으로 지역 수준의 사회적 자본이 기후변화 취약성 완화에 통계적으로 유의미한 긍정적인 효과를 준다는 것을 확인하였다. 특히 지역 수준에서 이웃 간 상호부조, 친척과의 연락빈도, 이웃과의 연락빈도가 높아질수록 기후변화 취약성 지수는 낮아지는 것으로 나타났다. 또한, 환경예산 비중이 높을수록 기후변화 취약성이 낮아지고, 인구밀도가 높을수록 기후변화 취약성이 높아진다는 사실을 확인하였다.

이러한 분석결과를 바탕으로 다음과 같은 정책적 시사점을 도출할 수 있다. 첫째, 기후변화는 지자체의 지리적 위치나 공간의 속성에 따라 미치는 영향이 다를 수 있기에 장소 기반 적응 전략을 구축할 필요가 있는데, 연구 결과 기후변화 취약성이 공간적 상관관계가 있는 만큼 기후변화 대

응을 위해 지리적으로 인접한 기초자치단체들 간에 정보를 공유하고 협력한다면 보다 효과적인 대응계획을 수립할 수 있음을 시사한다.

둘째, 사회적 자본의 수준이 높아질수록 기후변화 취약성이 낮아지는 만큼 다양한 사회 프로그램과 사업을 통해 지역사회의 신뢰, 규범, 네트워크 측면에서 사회적 자본을 증진하는 공공정책이 적극적으로 검토되어야 한다. 특히 기후변화 대응에 있어서 사회적 네트워크가 중요하게 작용하는 만큼 이를 강화시킬 수 있는 정책 수단이 확대되어야 한다.

셋째, 환경예산 비중이 높을수록 기후변화 취약성이 낮아지는 경향이 있으므로 중앙정부와 지자체는 효율적인 기후변화 취약성 완화를 위해 환경예산을 확대하면서 특히 기후변화 관련 예산을 확보하는 것이 요청된다.

이 연구에서 도출된 결론은 사회적 자본을 개인 수준의 기후변화 인식이나 행동에만 연계하여 접근한 기존 연구들의 한계를 보완하고 한 발 더 나아가 지역 수준의 사회적 자본과 환경정책까지 고려한 좀 더 실효성 있는 기후변화 취약성 완화 정책을 마련하는 데 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

그럼에도 불구하고 이 연구는 지역 수준의 사회적 자본이 기후변화 취약성을 완화하는 데 구체적으로 어떻게 작동되는지에 대해 세부적으로 다루지 못했다. 또한, 데이터 가용성 때문에 횡단면 자료를 사용하였기에 누락변수의 편이(omitted variable bias) 문제를 제대로 고려하지 못했다. 이를 위해서 시간적 범위를 확대하여 패널모형을 실시할 필요가 있다. 향후 자료가 축적된다면 패널분석을 실시함으로써 보다 풍부한 함의를 도출할 수 있을 것이다.

## ▮참고문헌▮

고재경·김희선, 2009,『경기도 기후변화 취약성 평가 연구』, (정책연구; 2009-37), 수원: 경기개발연구원(현 경기연구원).

고재경·이우평, 2015,『지역의 기후변화 적응 거버넌스 연구』, (기본연구; 2015-07), 수원: 경기연구원.

_____, 2016, “기후변화 적응 행동 촉진요인 연구,”『환경정책』, 24(2), pp.109-136, DOI: 10.15301/jepa.2016.24.2.109.

권경희, 2003, “사회자본의 연구동향과 과제,”『지리학연구』, 23, pp.27-50.

김영규·유정아·정은성, 2012, “기후변화에 따른 우리나라 물 관리의 취약성 평가,”『한국기후변화학회지』, 3(1), pp.1-12.

김영택·최보율·이계오·김호·전진호·김수영 등, 2012, “지역사회건강조사의 조사 기획과 수행,”『대한의사협회지』, 55(1), pp.74-83.

김지수·성효현·최광용, 2013, “도시 홍수 취약성의 공간적 분포: 서울 지역을 중심으로,”『한국지역지리학회지』, 19(4), pp.615-626.

김철희·김은화·송창근·홍유덕·유정아·홍성철, 2011, “한반도 기후 변화 적응을 위한 취약성 지수 산정에 관한 고찰,”『한국환경과학회지』, 20(6), pp.789-798.

박은주·연미연·김철웅, 2016, “한국사회의 지역박탈과 사회적 자본이 주관적 건강수준에 미치는 영향,”『한국산학기술학회논문지』, 17(10), pp.382-395, DOI: 10.5762/KAIS.2016.17.10.382.

신호성·김동진·이수형·고숙자·서성우, 2011,『기후변화녹색성장 종합연구 사회보건분야 기후변화 취약성 평가 및 적응역량 강화(2차년도)_시군구별 기후변화 취약성 지표 산출』, (경제·인문사회연구회 녹색성장 종합연구 총서; 11-02-57, 경제·인문사회연구회 협동연구 총서; 11-25-01, 협동보고서; 2011-1), 서울: 한국보건사회연구원.

신호성·이수형, 2014, “기후변화 건강 취약성 평가지표 개발,”『환경정책연구』, 13(1), pp.69-93, DOI: 10.17330/joep.13.1.201403.69.

오선정, 2017,『사회자본과 노동시장 성과: 인적구성을 중심으로』, (정책연구; 2017-01), 세종: 한국노동연구원.

이상혁·강정은·배현주·윤동근, 2015, “엔트로피 가중치를 활용한 대기오염 취약성 평가: 오존을 중심으로,”『한국지역지리학회지』, 21(4), pp.751-763.

정현·전희정, 2019, “근린환경과 지역주민의 신체활동이 사회적 자본에 미치는 영향: 신체활동의 매개효과를 중심으로,”『도시설계』, 20(1), pp.91-110, DOI: 10.38195/judik.2019.02.20.1.91.

조형진·김경배, 2015, “기후변화로 인한 홍수위험의 사회적 취약성 평가 연구,”『기후연구』, 10(4), pp.341-354, DOI: 10.14383/cri.2015.10.3.341.

채여라·조현주·최성윤, 2012,『우리나라 기후변화의 경제학적 분석』, 서울: 한국환경정책·평가연구원.

한비야·브랜단 하우·박민정, 2019, “The impact of social capital upon disaster risk reduction and response,”『국제개발협력연구』, 11(2), pp.73-89, DOI: 10.32580/idcr.2019.11.2.73.

Abid, M., G. Ngaruiya, J. Scheffran, and F. Zulfiqar, 2017, “The role of social

networks in agricultural adaptation to climate change: Implications for sustainable agriculture in Pakistan," *Climate*, 5(4), 85, DOI: 10.3390/cli5040085.

ADB, 2014, *Assessing the cost of climate change and adaptation in South Asia,* Manila: ADB.

Anselin, L., 2013, *Spatial econometrics: Methods and models*, Vol.4, Berlin: Springer Netherlands, Springer Science & Business Media.

Barnett, J. and W. N. Adger, 2003, "Climate dangers and atoll countries," *Climatic Clhange*, 61(3), pp.321-337.

Blaikie, P., T. Cannon, I. Davis, and B. Wisner, 2005, *At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters*, NY: Routledge.

Bott, L. M., B. Pritchard, and B. Braun, 2020, "Translocal social capital as a resource for community-based responses to coastal flooding-Evidence from urban and rural areas on Java, Indonesia," *Geoforum*, 117, pp.1-12, DOI: 10.1016/j.geoforum.2020.08.012.

Bourdieu, P., 1986, *The forms of capital*, New York: Greenwood.

Coleman, J. S., 1994, *Foundations of social theory*, Cambridge, MA: Harvard university press.

Cramb, R. A., 2005, "Social capital and soil conservation: Evidencefrom the Philippines," *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 49(2), pp.211-226, DOI: 10.1111/j.1467-8489.2005.00286.x.

IPCC, 2001, *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability,* (Third Assessment Report), Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Jones, N., J. Clark, and G. Tripidaki, 2012, "Social risk assessment and social capital: A significant parameter for the formation of climate change policies," *The Social Science Journal*, 49(1), pp.33-41, DOI: 10.1016/j.soscij.2011.06.011.

Kang, Y. W., Y. S. Ko, Y. J. Kim, K. M. Sung, H. J. Kim, and H. Y. Choi et al., 2015, "Korea community health survey data profiles," *Osong Public Health and Research Perspectives*, 6(3), pp.211-217, DOI: 10.1016/j.phrp.2015.05.003.

LeSage, J. P., 2008, "An introduction to spatial econometrics," *Revue D'économie Industrielle*, 123, pp.19-44, DOI: 10.4000/rei.3887.

MacGillivray, B. H., 2018, "Beyond social capital: The norms, belief systems, and agency embedded in social networks shape resilience to climatic and geophysical hazards," *Environmental Science & Policy*, 89, pp.116-125, DOI: 10.1016/j.envsci.2018.07.014.

McLeman, R. and B. Smit, 2006, "Migration as an adaptation to climate change,"

*Climatic Change*, 76(1-2), pp.31-53, DOI: 10.1007/s10584-005-9000-7.

O'Brien, K. L. and J. Wolf, 2010, "A values-based approach to vulnerability and adaptation to climate change," *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(2), pp.232-242, DOI: 10.1002/wcc.30.

Paul, C. J., E. S. Weinthal, M. F. Bellemare, and M. A. Jeuland, 2016, "Social capital, trust, and adaptation to climate change: Evidence from rural Ethiopia," *Global Environmental Change*, 36, pp.124-138, DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2015.12.003.

Pelling, M. and C. High, 2005, "Understanding adaptation: What can social capital offer assessments of adaptive capacity?," *Global Environmental Change*, 15(4), pp.308-319, DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2005.02.001.

Petzold, J. and B. M. Ratter, 2015, "Climate change adaptation under a social capital approach-An analytical framework for small islands," *Ocean & Coastal Management*, 112, pp.36-43, DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2015.05.003.

Putnam, R. D., 1993, *Making democracy work: Civic traditions in modern Italy*, Princeton: Princeton University Press.

_____, 1995, "Bowling alone: America's declining social capital," *Journal of Democracy*, 6, pp.65-78, DOI: 10.1353/jod.1995.0002.

Rowan, S. and K. Kwiatkowski, 2020, "Assessing the relationship between social vulnerability, social capital, and housing resilience," *Sustainability*, 12(18), 7718, DOI: 10.3390/su12187718.

Snelgrove, J. W., H. Pikhart, and M. Stafford, 2009, "A multilevel analysis of social capital and self-rated health: Evidence from the British household panel survey," *Social Science & Medicine*, 68(11), pp.1993-2001, DOI: 10.1016/j.socscimed.2009.03.011.

UNDP, 2006, *Human development report,* New York: UNDP.

Vincent, K. and T. Cull, 2010, "A household social vulnerability index (HSVI) for evaluating adaptation projects in developing countries," *PEGNet conference 2010*, Midrand, South Africa, pp.2-3.

Yohe, G. and R. S. Tol, 2002, "Indicators for social and economic coping capacity —moving toward a working definition of adaptive capacity," *Global Environmental Change*, 12(1), pp.25-40, DOI: 10.1016/S0959-3780(01)00026-7.

Yusuf, A. A. and H. Francisco, 2009, *Climate change vulnerability mapping for Southeast Asia,* Singapore: EEPSEA.

〈표 A1〉 시군구별 기후변화 취약성 평가지표 체계

| 지표 | 측정변수 | 내용 | 자료 출처 |
|---|---|---|---|
| 기후 노출 (0.1322) | 최고기온(0.0177) | 연평균 최고기온(℃) | 기상관측통계(AWS) |
| | 최저기온(0.0272) | 연평균 최저기온(℃) | 기상관측통계(AWS) |
| | 평균풍속(0.0436) | 연평균 풍속(km/h) | 기상관측통계(AWS) |
| | 평균 강우량(0.0437) | 연평균 강우량(㎜) | 기상관측통계(AWS) |
| 민감도 (0.6914) | 고령인구비율(0.0689) | (65세 이상 인구/총인구)*100 | 인구동향조사 |
| | 독거노인비율(0.1003) | (1인 노인가구/총인구)*100 | 인구동향조사 |
| | 장애인 비율(0.0512) | (등록장애인 인구/총인구)*100 | 전국장애인현황 |
| | 빈곤인구 비율(0.0988) | (기초생활수급자수/총인구)*100 | 국민기초생활보장수급자현황 |
| | 도로면적 비율(0.1827) | (도로면적/행정구역면적)*100 | 도시계획현황 |
| | 노후주택비율(0.0673) | (30년 이상 노후주택수/전체주택수)*100 | 주택총조사 |
| | 사업체 밀도(0.0902) | 총 사업체수/총인구 | 전국사업체조사 |
| | 자동차 밀도(0.032) | 총 차량등록대수/총인구 | 자동차등록현황 보고서 |
| 적응능력 (0.1764) | 재정자립도(0.021) | 100*(지방세+세외수입)/일반회계 예산 | 지방자치단체 통합재정 개요 |
| | 교원당 학생수(0.0205) | 총 학생수/교육기관 교원수 | 교육기본통계 |
| | SOC예산 비중(0.0376) | (사회복지예산/일반회계 예산)*100 | 지방재정연감 |
| | 1인당 보건소인력 (0.0029) | 보건소 근무자수/총인구 | 지방자치단체 기본통계 |
| | 1인당 공원면적(0.0049) | 공원면적/총인구수 | 도시계획현황 |
| | 도시림면적율(0.0023) | 생활권 도시림 면적/행정구역면적*100 | 전국 도시림현황통계 |
| | 자연재해의 안전등급 (0.0642) | 안전과 관련된 지표 중 위해지표 및 상호 인과관계가 입증된 핵심지표를 사용하여 분야별 안전지수 산출(1-5등급) | 지역 안전등급 현황 |
| | 생활폐기물 재활용률 (0.023) | (총재활용량/생활폐기물 총발생량)*100 | 전국 폐기물 발생 및 처리현황 |

주1: 최종지표 선정은 김영규 등(2012), 조형진 등(2015), 이상혁 등(2015) 등의 연구를 종합적으로 참고함
주2: 지표 및 측정변수별 괄호 안은 산출된 엔트로피 가중치를 의미함

〈표 A2〉 기후변화 취약성 영향요인 간의 상관관계

| | 기후 취약성 | 이웃 신뢰감 | 상부상조 | 자선 활동 | 친척 연락 | 이웃 연락 | 친구 연락 | 환경 예산 | GRDP | 인구 밀도 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 기후 취약성 | 1.00 | | | | | | | | | |
| 이웃 신뢰감 | −0.55*** | 1.00 | | | | | | | | |
| 상부상조 | −0.62*** | 0.84*** | 1.00 | | | | | | | |
| 자선활동 | 0.09 | −0.31*** | −0.22*** | 1.00 | | | | | | |
| 친척 빈도 | −0.50*** | 0.49*** | 0.52*** | −0.20*** | 1.00 | | | | | |
| 이웃 빈도 | −0.64*** | 0.76*** | 0.84*** | −0.27*** | 0.67*** | 1.00 | | | | |
| 친구 빈도 | 0.05 | −0.03 | 0.01 | 0.22*** | −0.34*** | −0.07 | 1.00 | | | |
| 환경예산 | −0.02 | −0.23*** | −0.26*** | 0.14** | −0.25*** | −0.38*** | −0.02 | 1.00 | | |
| GRDP | −0.07 | −0.04 | −0.03 | 0.15** | −0.01 | −0.09 | −0.05 | 0.12* | 1.00 | |
| 인구밀도 | −0.07 | 0.46*** | 0.48*** | −0.20*** | 0.48*** | 0.60*** | −0.06 | −0.58*** | −0.25*** | 1.00 |

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

**리금강**: 서울대학교 환경대학원 환경계획학과 박사과정을 수료하였으며, 그 이전에 서울대학교 건축학 석사학위를 취득하였다. 주요 관심분야는 에너지정책, 에너지소비 인식분석, 계량정보학 분석, 건축공간분석, 인공지능과 도시계획 등이다(lijingang326@163.com).

**홍 철**: 서울시립대학교에서 석사학위를 취득한 후, 현재 서울대학교 환경대학원 환경계획학과 박사과정에 재학중이다. 관심 분야는 포용적 계획, 공간계량모형, 그리고 기계학습이다. 주요 연구실적으로는 Hong and Park (2020), "Is the Well-Being of Neighboring Cities Important to Me? Analysis of the Spatial Effect of Social Capital and Urban Amenities in South Korea" 및 Hong and Park (2018), "The effects of regional characteristics and policies on individual pro-environmental behavior in China" 등이 있다(righttocity123@gmail.com).

**윤순진**: 서울대학교에서 사회학을 전공하고 미국 델라웨어대학교에서 도시문제와 공공정책으로 석사학위를, 환경·에너지정책으로 박사학위를 취득한 후, 현재 서울대학교 환경대학원에 교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 기후변화정책, 에너지전환, 탈핵, 환경·에너지문제와 시민인식 및 언론보도, 공도자원 관리 등이다. 공저로 『Environmental Movements in Korea』, 『Public Administration and Policy in Korea』, 『Energy Transition in East Asia: A Social Science Perspective』, 『환경정책론』, 『환경행정론』, 『환경사회학 이론과 실제』, 등이 있고 역서로 『에너지란 무엇인가?』, 『생태논의의 최전선』(공역) 등이 있다(ecodemo@snu.ac.kr).

투 고 일: 2021년 01월 09일
심 사 일: 2021년 01월 18일
게재확정일: 2021년 03월 04일