

커뮤니티의 기후변화 취약성 평가를 위한 방법과 적용*

- 부산광역시 새발마을과 필봉오름마을을 대상으로 -

Methods of Climate Change Vulnerability Assessment for Community and its applications*

- Focused on Sabat and Pilbongoreum community in Busan, Korea -

김동현** · 서혜정***
Kim, Donghyun · Seo, Hye-jeong

Abstract

Recently, various studies have begun to develop methods that emphasize the importance of climate adaptation when analyzing the planning vulnerability of urban communities. The purpose of this study is to suggest a climate-vulnerability assessment method for communities, apply the methods to two communities in Busan. A physical-vulnerability analysis and social-vulnerability assessment are suggested as the framework for assessing a community's vulnerability. A physical vulnerability analysis concerns climate exposure and geographical sensitivity. Social vulnerability concerns social sensitivity, lack of capability, and spatial exclusion. Heatwaves and floods are analyzed as potential climate impacts in 2025. The methods of layer overlay, standard deviation map, dissimilarity index, and LISA are used. In the Sabat community, additional investigation of residential conditions, individual health, income, health care capacity, and receipt of national basic livelihood guarantees is needed. In the Pilbongoreum community, additional investigation of the residential conditions of the elderly, youths, and infants, as well as the educational level, is required. The results of this study have implications that suggest the analytic method that should be used to investigate the local knowledge of a community.

키 워 드 ▪ 커뮤니티 기후변화 취약성 평가, 기후변화 적응, 커뮤니티 계획, 취약장소, 적응역량

Keywords ▪ Community Climate Change Vulnerability Assessment, Climate Change Adaptation, Community Planning, Vulnerable Place, Adaptive Capacity

I. 서론

IPCC의 RCP 시나리오에 따르면 우리나라는 기후변화 영향에 의해 2100년까지 국내 평균 기온이

3.4°C~6.0°C 상승하고 강수량이 17.3%~20.4% 증가하는 변화를 겪을 것으로 예상되고 있다(국립기상연구소, 2011). 이러한 영향에 사전적으로 대응하고자 우리나라는 국가단위와 지자체 단위에서 기후변

* 본 연구는 한국환경정책·평가연구원의 기본연구(2014-06)인 「기후변화 적응형 공간계획방법의 개발과 모의 적용 연구(Ⅲ)」를 통하여 수행되었습니다.

** Korea Environment Institute (First author, Corresponding author: donghyunkim@kei.re.kr)

*** Pusan National University (shj8308@gmail.com)

회적응대책을 법정계획으로 수립하고 있으며 각 부문별 대응책을 제시하고 있다.

최근에는 도시와 커뮤니티에서의 기후변화 적응과 관련된 중요성이 제기되면서, 계획적인 측면에서 방법을 보완하고자 하는 논의가 시작되고 있다. 이는 기후변화 영향과 관련된 과학적 연구결과에 더해, 기존의 계획적 논의에서 다루고 있던 취약계층, 사회경제적 특징 등을 어떻게 포함시킬 것인가에 대한 것을 의미한다. 또한 기후변화와 관련된 과학적 지식과 지역적 지식(local knowledge)의 차이를 줄이기 위한 방법과 보다 세분화된 단위인 커뮤니티에서 이러한 변화를 어떻게 분석할 것인가에 대한 것이다.

이 연구의 목적은 보다 장소중심적인 커뮤니티 기후변화 취약성 평가를 위한 방법을 제안하고 부산광역시의 두 커뮤니티를 대상으로 적용하는 것이다. 커뮤니티의 취약성 평가를 위해 기후변화와 관련된 물리적 노출을 어떻게 파악할 것인지, 이와 관련된 사회경제적 특성을 도출할 것인지, 그리고 어떠한 사항에 대해 커뮤니티의 현장조사를 통해 보완할 것인지에 대한 결과를 도출한다.

이 연구는 다양한 기후변화의 영향 중 도시와 커뮤니티가 가장 밀접하게 관련되어져 있는 열파와 홍수를 대상으로 하였으며, 노출과 관련된 미래전망의 연도는 2025년으로 하였다. 열파와 홍수를 대상으로 한 이유는 한국환경정책·평가연구원과 한국갤럽이 2012년 공동수행한 기후변화 적응 대국민설문조사 결과를 반영한 것이다. 이 조사에서 기후변화로 인한 위험인식이 기상재해(홍수, 태풍 등)와 기온상승이 높게 나타났고, 영향이 나타날 시기는 10년 후인 2025년이라는 응답이 전체의 절반 이상을 차지하였다. 기후노출과 관련된 분석은 기상청이 2014년부터 제공하는 기후변화 남한상세 앙상블 시나리오를 토대로 도출된 전망자료를 활용하였고 온실가스 감축이 큰 변화가 없다는 가정을 활용하는

RCP 8.5 시나리오를 기초로 하였다.¹⁾ 이러한 기후변화 영향과 관련된 과학적 연구에 더해 커뮤니티가 속해 있는 생활권역 상의 특징을 분석하여 커뮤니티의 현장조사에 있어 지역적 지식으로 파악되어야 할 사항이 무엇인지를 결론으로 이끌어 낼 것이다.

이 연구는 우선 기후변화 취약성 평가와 관련된 기존 선행연구 검토를 통하여 커뮤니티 단위에서의 취약성 평가가 왜 필요한지, 그리고 기존의 취약성 평가에서 사용된 지표들은 어떠한 것이 존재하는지 살펴본다. 다음으로 커뮤니티에 적용할 수 있는 취약성 평가의 방법을 제시할 것이며, 이를 토대로 부산광역시의 두 커뮤니티인 새말마을과 필봉오름마을을 대상으로 분석한 결과를 제시한다.²⁾ 여기에는 기후노출 분석, 지표를 활용한 통계적 분석을 통합적으로 구성하며, 이를 통하여 현장조사에서 조사되어야 하는 사항을 도출한다. 마지막으로는 커뮤니티 취약성평가의 방법이 커뮤니티 계획에서 활용될 수 있는 시사점에 대해 논의한다.

II. 선행연구 검토

1. 기후변화 취약성 평가의 방법

기후변화로 인한 영향에 대비하고 적응하기 위해서 기후변화 취약성 평가의 중요성에 대한 논의는 지속적으로 전개되어 왔으며, 기후변화 영향의 파악, 우선취약 부문 및 지역 도출, 계획 및 대책 수립의 근거 마련 등의 목적을 지닌다(고재경·김희선, 2010). 기후변화 취약성 평가는 그 목적에 따라 평가 방법, 필요한 정보, 과정의 설계, 시공간적인 단위, 불확실성에 대한 고려, 기후 이외의 요인 등에 따라 달라진다(고재경·김희선, 2010; Füssel and Klein, 2006; Burton, 2002; Patt and Schröter,

2009).

기후변화 취약성 평가는 다양한 분석방법 및 지표들을 통해 수행되어왔다. Dessai and Hulme(2003)은 기후변화 적응 정책을 위한 접근 방법을 전지구적 단위에서 지역 단위로 접근하는 하향식 접근법과 기관 및 기반시설 등 개별 부문의 특성들이 종합되어 지역의 특성으로 종합되는 상향식 접근법으로 구분하였다(조경두·장훈, 2010; 강정은·이명진, 2012).

이제까지 수행되어 왔던 기후변화 취약성 평가와 관련된 많은 연구들은 하향식 접근법에 주로 노력을 기울여왔다. 하향식 접근법은 모델링을 통해 장기간의 기후변화 영향을 평가하거나 기후변화 영향의 생물·물리학적 측면과 특정 유형의 동적인 상호관계를 살펴보는 데 유리하다. 그러나 하향식 접근법은 과학적 지식을 제시할 수는 있으나 인간의 상호작용과 지역의 적응능력, 기타 사회·경제·정치·환경적 여건을 반영하여 실질적인 정책 수립에 활용하기는 어렵다는 한계를 가진다(Dessai & Hulme, 2003; 조경두·장훈, 2010; 강정은·이명진, 2012). 이러한 한계는 기후변화 취약성과 관련된 평가들이 끊임없이 과학적 정확도를 높여왔음에도 불구하고 실질적인 정책 대안으로 연계되지 못하고 취약성을 반복적으로 확인하는 것에 그친 이유를 보여준다.

반면 상향식 접근법은 도시 및 지역 단위의 지표를 활용한 분석이 가능하며, 정책적 활용도가 높아 하향식 접근법이 가진 한계를 보완할 수 있다(EU Environment Agency, 2010; 강정은·이명진, 2012). 이와 연계되는 맥락으로 상·하향식 접근법을 제시한 Dessai and Hulme(2003)은 상향식 접근법과 하향식 접근법은 대조되는 개념이 아니라 오히려 서로를 보완할 수 있는 방법들이라고 논의하고 있다. 또한 배민기(2015)는 기후변화 취약성 평가를 위해서 상향식 접근법과 하향식 접근법을 절충한 절충식 접근법의 필요성을 제안하고 있다. 절충식

접근법은 두 접근법이 상호보완적으로 활용될 수 있도록 기후변화 시나리오와 모델링을 기반으로 장기적 영향을 평가하는 하향식 접근법과 지역의 환경·사회·경제적 지표를 종합적으로 고려하는 상향식 접근을 종합하는 방식이다.

기후변화 취약성 평가 연구들은 접근 방향뿐만 아니라 평가 대상의 단위에 따라라도 다양하게 적용되어 왔다. 기후변화 영향에 대한 취약성을 다룬 연구들은 영향 전반에 대한 전 지구적 취약성을 고려하는 것에서부터 시작하여 이후 국가 및 부문별, 지역별 단위까지 확대되었다(IPCC, 2014; 고재경·김희선, 2010). 특히 기후변화 대응의 초점이 적응(adaptation)에 맞춰지면서, 지역(local) 단위에서의 기후변화 취약성 평가의 중요성이 강조되었는데, 이는 기후변화 적응을 위한 계획 및 대응의 수단으로서 공간계획이 가지는 중요성 때문이다(IPCC, 2007; Stern, 2007).

기후변화 취약성 평가의 단위로서 지역의 중요성과 필요성이 논의되는 이유는 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째는 동일한 현상의 기후변화 영향이라 할지라도, 공간에 내재된 물리적 혹은 비물리적 요인들에 따라 그 결과가 다른 양상으로 나타나므로 이를 고려한 장소중심적인(place-based approach) 접근이 필요하기 때문이다(Adger and Kelly, 1999; Turner et al., 2003; Measham et al., 2011). 두 번째는 단기적인 정책보다는 중장기적인 측면에서 전략과 정책들이 포함되어지는 계획의 특성 때문이다. 중장기적인 측면에서 계획을 이행하기 위해서는 명확한 이행주체가 필요하며, 일정한 공간적 권역을 관할하는 지방정부(local government) 혹은 시청부(municipality)가 이러한 역할을 할 수 있다는 것이다(Naess et al., 2005; Smith et al., 2009; Measham et al., 2011; Agrawal, 2009).

2. 기후변화 적응의 단위로서 커뮤니티에 대한 논의

기후변화에 대한 지역적 지식과 과학적 지식의 통합은 기후변화 적응에서 존재하고 있는 기존 과학적 지식의 한계에서 출발한다(Gaillard and Maceda, 2009). 기후변화와 관련된 과학적 지식이 모델링에 근거하여 장기적인 전망을 하기 때문에 발생하는 불확실성과 공간적 상세화의 문제는 실제 지역에서 경험했던 현상과 불일치하는 한계를 가져온다. 이는 기존의 분석적인 접근(analytic thinking)에서 적응과 관련된 지역적 지식으로서 지역의 경험, 기후현상에 대한 기존의 대응, 원인에 대한 주민의 인지 등이 과학적 지식과 통합적으로 구성되지 못하였음을 의미한다.

이를 보완하기 위해 작은 규모의 사회, 즉 커뮤니티 수준의 지역 단위에서 기후변화에 관한 지식이 지역의 다른 지식과 통합적으로 구성되도록 하기 위해 각 요소 간 연계 및 지역적 지식과의 통합을 중심으로 접근하는 전체론적 접근(holistic thinking)을 고려할 수 있다(Katz, Lammel, and Goloubinoff, 2002).

기후변화 적응으로 달성하고자 하는 의도된 변화는 커뮤니티에서 기후에 대한 취약성과 사회경제적인 제도적 조건이 상호작용하는 구조를 파악하는 것에서부터 시작한다(Tribbia and Moser, 2008). 이러한 상호작용의 구조는 기후변화 적응에 있어 커뮤니티 거버넌스를 의미한다. 이는 지역에서의 형식적인 규칙과 비형식적인 관습이 어떻게 지역 내 제도적 환경을 구성하고 있으며 제도적 관성과 경로를 형성하고 있는지 구조를 파악하고 계획의 과정에서 반영되어야 한다는 것을 의미한다.

이는 계획을 통한 물리적 적응의 도구와 함께 제도적인 적응의 도구가 계획에서 함께 고려되어야

수 있어야 함을 의미한다. 물리적 여건의 변화를 비롯하여 커뮤니티 거버넌스를 고려한 제도적 환경의 개선과 변화는 실제 커뮤니티에서 행동변화를 도모할 수 있는 역량의 강화로 연결될 수 있다(North, 1990; Naess et al., 2005).

커뮤니티 단위에서 기후변화 적응과 관련된 논의는 효과적인 적응을 위한 시민사회의 역할과도 관련된다. 커뮤니티 단위에서 계획에 대한 참여를 통하여 공동체의 비전형성과 의사결정과정의 협의가 가능하다. 특히 커뮤니티 내 계획과정 속의 참여는 계획이라는 학습을 통한 자연스러운 적응행동과 역량강화를 가져올 수 있게 한다.(Dietz et al., 2003; Lim et al., 2004; Moser, 2006). 또한 이러한 계획 과정에 있어서의 참여는 과학적 기반의 결과에 지역의 지식(local knowledge)을 더할 수 있는 방법이며, 적응과 관련해 실질적 문제를 해결할 수 있는 행동변화를 이끌어내는 것을 가능하게 한다고 논의되어지고 있다(Burch, 2010; Roberts, 2010; Livengood and Kunte, 2012).

3. 기후변화와 관련된 사회적 취약성 관련 지표의 연구

대부분의 기후변화 취약성 평가는 IPCC 보고서에서 제시하고 있는 노출(exposure), 민감도(sensitivity), 적응역량(adaptive capacity)의 함수로 구성된다(IPCC, 2007). 노출은 기후와 관련된 자극에 시스템이 노출된 정도를 나타내며, 기후현상의 빈도와 강도를 설명하는 지표들을 이용한다. 민감도는 시스템이 기후와 관련된 자극에 영향을 받는 정도를 의미하며, 같은 크기의 자극에도 피해가 더 커지게 할 수 있는 지표로 구성된다. 적응역량은 시스템이 기후변동 또는 극한 기후현상과 같은 기후변화가 발생 시 이로 인한 영향을 완화하거

나 대처할 수 있는 능력을 나타내며, 사회경제 및 제도적 역량을 포함하는 지표로 구성된다(Füssel and Klein, 2006).

노출, 민감도, 적응역량과 관련된 지표들은 기후 변화 취약성 평가의 목적 및 활용도에 맞게 변화되고 응용되어왔다. 최근에는 인간 활동의 변화를 통해 기후변화의 영향을 저감하는 적응의 필요성이 대두됨에 따라, 사회경제적 취약성의 개선을 적응대책으로 연계시키기 위한 사회적 취약성 평가의 비중이 높아지고 있다. 이와 관련하여 사회적 취약성 지표들에 대한 선행연구들을 정리한 결과 <표 1>과 같이 총 10개 지표들로 분류할 수 있다.

표 1. 기후변화 사회적 취약성 지표 항목 및 연구
Table 1. Indicators and references of social vulnerability in climate change

Indicators	References
Physical health	IPCC(2014), Ramin and McMichael(2009), Basu and Ostro(2008), Sokolnicki et al.(2009)
Mental health	Nicholls et al.(2006), Reser and Swim(2011)
The elderly and the infirm	Cutter et al.(2003), Michon et al.(2007), Brunkard et al.(2008), Gamble et al.(2013)
Housing status	Bartlett(2008), Bonazza et al.(2009a, 2009b), Friel et al.(2008), Grossi et al.(2007), Smith et al.(2008), Stewart et al.(2011), Thornbush and Viles(2007), Huq et al.(2007), Kovats and Akhtar(2008), Revi(2008), Shikanga et al.(2009), Moser and Satterthwaite(2008)
Public finance of local government	IPCC(2014), Cutter et al.(2003)

Income and socioeconomic classes	Cutter et al.(2003), Brouwer et al.(2007), Tol et al.(2004), Huq et al.(2007), Kovats and Akhtar(2008), Patz et al.(2008), Revi(2008), Allison et al.(2009), Shikanga et al.(2009), Gething et al.(2010), Moser and Satterthwaite(2008), Rosenzweig et al.(2010), Skoufias et al.(2012), Kasperson and Kasperson(2013)
Medical service	Frumkin and McMichael(2008), Cutter et al.(2003), Karanikolos et al.(2013)
Public service	Bedsworth(2009), McMichael et al.(2008), IPCC(2014), Bultó et al.(2006), Weiss et al.(2011), Pramova et al.(2012)
Educational level	Chinowsky et al.(2011), Sovacool et al.(2012), Cutter et al.(2003), Paavola(2008), Deressa et al.(2009a, 2009b)
Local economies	Xiao and Drucker(2013), Cutter et al.(2003)

III. 연구의 방법 및 자료

1. 커뮤니티 기후변화 취약성 평가의 틀

커뮤니티 기후변화 취약성 평가의 틀은 <그림 1>과 같이 논의할 수 있다. 취약성 평가의 기본 틀인 노출, 민감도, 적응역량이 커뮤니티 단위에서 장소 중심적인 접근에서는 물리적 취약장소와 사회적 취약장소의 특성으로 연계될 수 있다. 노출은 기후 변화 시나리오에 따른 전망 값이 활용되며, 민감도는 물리적 민감도와 사회적 민감도가, 적응 역량은 역량결핍과 공간적 배제가 나타나는 부분으로 구분된다. 커뮤니티 기후변화 취약성 평가를 하기 위해서 앞서 선행연구 검토에서 살펴보았던 절충식 접근법을 활용하였다. 물리적 취약장소를 도출하는데

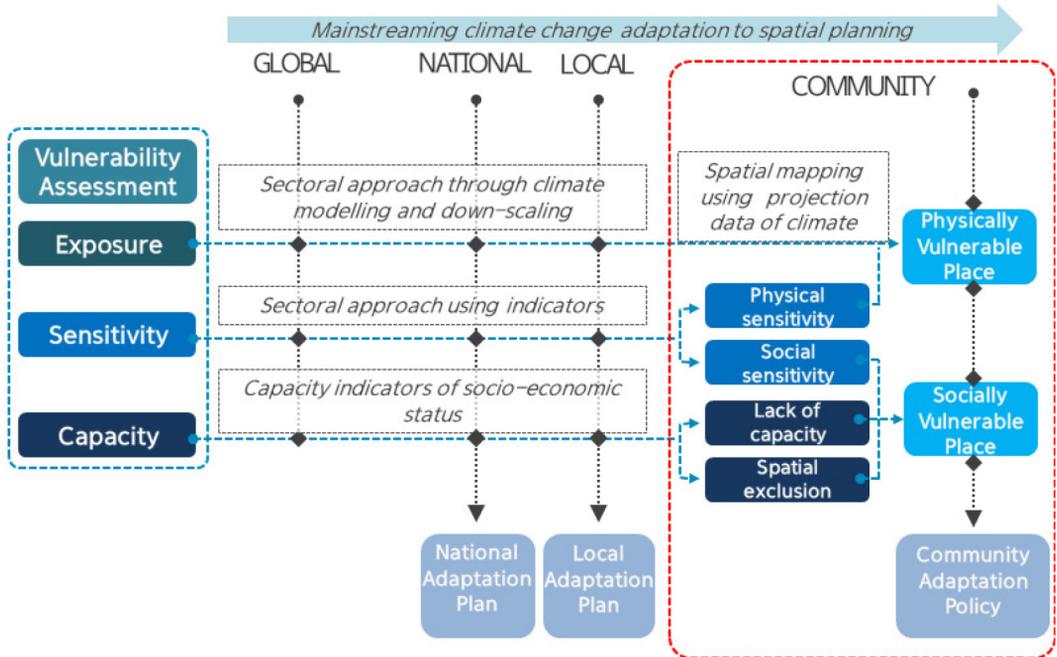


그림 1. 커뮤니티 기후변화 취약성 평가의 틀

Figure 1. Framework of Climate Change Vulnerability Assessment for Community

있어서는 하향식의 접근을, 사회적 취약장소를 도출 하는데 있어서는 커뮤니티에 내재된 취약특성을 고려한 상향식 접근을 이용한다.

2. 물리적 취약장소 도출의 방법

물리적 취약장소는 기후변화의 영향을 물리적으로 많이 받을 수 있는 특정한 공간을 의미한다. 이는 기후변화의 영향정도와 해당 공간의 물리적 민감도로 구성된다. 기후변화의 영향정도는 기온, 강수량, 강수강도, 폭염일수 등 기후변화 전망에 근거한 노출관련 사항을 활용한다. 물리적 민감도는 현재 공간이 지니고 있는 특성인 토지피복, 경사, 토양배수등급, 풍속 등을 의미한다. 노출과 민감도의 변수를 활용한 분석에 더해 현장조사를 통한 결과를 통해 커뮤니티 내 구체적인 취약장소를 최종적으로 도출한다.

이 연구는 여러 기후변화 관련 영향 중 열파와 홍수에 초점을 맞추고 있다. 따라서 <표 2>에서 제시된 노출과 물리적 민감도의 변수를 활용하여 중첩기법으로 미래의 취약특성을 도출한다.

열파관련 취약성에 대한 기후 항목은 직접적인 지표가 되는 8월 평균 기온, 기온 관련 극한기후지수 중 고온과 관련된 지수인 폭염일수, 여름일수, 체감온도에 영향을 미치는 8월 평균풍속을 채택하였다. 평균풍속은 풍속이 1m/s 증가할 때마다 체감온도를 대략 1~1.5°C 정도 낮춘다(기상청, 2015). 열파에 영향을 미치는 물리적 특성 항목의 경우, 식생 및 반사열에 의해 미기후에 영향을 미치는 토지피복을 이용하였다.

홍수관련 취약성에 대한 기후 항목은 7월 강수량과 강수 관련 극한기후지수인 강수강도 및 호우일수를 사용하였다. 강수량은 대상지에 영향을 미치는 호우의 규모를, 강수강도는 강도를, 호우일수는

빈도를 반영한다. 민감도 항목은 강우유출수의 유속 및 유량에 영향을 미치는 토지피복과 유속과 관련된 경사도, 강우유출량 및 배수시간과 관련된 토양 배수등급을 이용하였다.

표 2. 물리적 취약장소 파악을 위한 노출 및 민감도 변수

Table 2. Variables of exposures and sensitivity for physically vulnerable place

	Type	Variable	Data and References
Heat Wave	Exposure	Average temperature at August(°C)	RCP 8.5 scenario (KMA)
		Days of heat wave	
		Days of summer	
		Average wind speed(m/s)	
Sensitivity	Land cover (22 classes)	Land cover map (MOE)	
Flood	Exposure	Precipitation (mm)	RCP 8.5 scenario (KMA)
		Precipitation intensity (mm/day)	
		Days of precipitation	
	Sensitivity	Land cover (22 classes)	Land cover map (MOE)
		Slope	Calculation using DEM
		Soil drainage classes (5 classes)	Detailed soil map (RDA)

노출과 민감도의 변수를 활용해 분석하는 방법은 공간 중첩기법을 이용할 수 있다. 중첩 기법은 공간과 관련된 의사 결정에 있어 다중적인 기준을 복

합적으로 고려하는 방법으로서 활용되어져 온 방법이다(Mcharg and Mumford, 1969; Gertjan, 2003). 또한 이 연구에서 수행하는 중첩기법을 이용한 물리적 취약장소 파악은 공간들 사이의 상대적 편차(variation)를 파악하여 이를 커뮤니티 단위에 활용하도록 하는 것을 목적으로 한다. 따라서 취약성을 도출하기 위해 레이어 내 속성 간 상대적 점수를 부여하되 레이어 간의 가중치는 별도로 이용하지 않았으며, 각 레이어는 2~4점의 총점을 갖도록 등간적으로 점수화 되었다.

경사도와 기온의 경우 별도의 기준을 이용하였다. 경사도의 경우 평탄지, 완경사지, 경사지·급경사지, 험준지·절현지의 분류 기준인 5도, 15도, 30도를 기준으로 점수를 구분하였다. 기온은 과거 사망자 집계를 기준으로(1996~2010) 여름철 더위로 인한 사망자가 크게 증가하기 시작하는 임계온도인 26.71°C(하종식 외, 2012)를 기준으로 1°C 간격으로 점수화하였다.

3. 사회적 취약장소 도출의 방법

사회적 취약장소는 해당지역의 사회·경제적인 여건이 외부적인 충격에 따라 민감하게 반응할 수 있는 부분과 기본적인 대응 조건을 의미하는 역량수준, 그리고 사회적 취약부문의 고착화를 야기하는 공간적 배제로 구분하여 특성을 파악할 수 있다.

기존의 취약성 평가에서는 사회적 민감도와 물리적 민감도를 별도로 구분하지 않고 있으나, 커뮤니티 기반 적용에서는 어떠한 부분에서 사회적으로 민감한지, 어떠한 역량이 필요한지, 그리고 공간 구조적인 측면에서 어떠한 문제가 있는지 세부적인 파악이 요구되기 때문에 이를 구분하였다. 사회적 취약장소의 특성파악은 인구, 경제, 사회, 주거, 생활, 행동과 관련된 지역여건에 관한 기초자료로부터

도출된다. 이는 공간적 범위 및 변수의 특성에 따라 사회적 민감도, 역량결핍, 공간적 배제로 분류되어 취약성 평가의 지표로 활용하였다.

사회적 취약장소 특성파악을 위한 분석은 통계자료를 기반으로 한다. 현재 공간의 특성파악을 위해 최근 5개년 간(2009~2013)의 자료를 수집하였고 공간적 단위는 도시 내 지역생활권으로 인지되는 '구' 를 단위로 하였다.³⁾

사회적 민감도가 높은 상태라고 하면, 외부적 충격에 대해 정상상태로부터 변형이 많아진다는 것이고 이는 정책적으로 관리해야 할 요소가 많다는 것을 의미한다. 세부적으로 구성되는 항목 중 주거는 외부적 충격에 따라 지역 내 주거환경의 상태가 변동할 수 있는 상태를 의미한다. 건강은 외부적 충격에 따라 지역 내 주민의 신체적 상태가 변동할 수 있는 상태이다. 노약자는 외부적 충격에 따라 크게 변동할 수 있는 물리적 행동제약 계층의 상태이며, 저소득은 사회·경제적 행동제약 계층의 상태를 의미한다. 사회적 민감도 기준에 의한 변수는 총 16개이며, 세부적인 내용은 <표 3>과 같다.

표 3. 사회적 민감도 변수 구성
Table 3. Variables of social sensitivity

Type	Variable	Data and References
Housing	(SV1) damage from storm and flood	Natural disaster statistics (2009~2011)
	(SV2) Number of illegal building	Busan local statistics (2009~2011)
	(SV3) Number of minimum housing standard	Population census (2010)
	(SV4) Number of old house	Population census (2010)
Health	(SV5) Number of people with officially designated	Busan local statistics (2009~2011)

Type	Variable	Data and References
	infectious diseases	
	(SV6) Number of patient and suspicious patient	Busan local Statistics/DB of National health services (2010)
	(SV7) Number of poor health's the elderly	Busan local Statistics/DB of National health services (2010)
	(SV8) Number of poor health's infants	Busan local Statistics/DB of National health services (2010)
	(SV9) Ratio of smoking and high risky drinking	Busan local Statistics/DB of National health services (2010)
	(SV10) Ratio of risky mental health	Busan local statistics/Community health survey (2009~2012)
	(SV11) Not receiving essential medical care services	Busan local statistics/Community health survey (2009~2012)
The elderly and the infirm	(SV12) Number of disabled person	Population census (2010)
	(SV13) Number of youth and infants	Population census (2010)
	(SV14) Number of the elderly	Population census (2010)
Low income	(SV15) Number of social welfare services's beneficiary	Busan local statistics (2010)
	(SV16) Ratio of house's income below 1,000,000won	Busan local statistics (2010~2013)

* Recent statistics data was used at the criterion of 2014.

역량결핍의 기준은 외부적 충격 발생에 대하여

지역이 원상태로 돌아갈 수 있는 기초를 구성하는 조건이다. 이는 역량이 결핍이 된 경우 다시 정상 상태로 지역이 회복하는데 걸리는 시간과 재원의 소요가 많다는 것을 의미한다. 역량결핍은 복지, 기반, 행정, 산업 등 네 가지로 구성된다. 복지는 지역 내 의료, 복지, 여가 등을 구성하는 사회적 측면의 기초 조건을 의미한다. 기반은 도시 내 구성된 기반시설 관련 기초조건을 의미하며, 생활환경, 주택여건, 교육여건, 편의시설 등으로 구성된다. 행정은 지역의 행정적 관리와 관계되는 치안, 세금, 교통 등과 관련된 기초 조건과 지역자치에 관한 공동체 관련 사항이 포함된다. 마지막으로 산업은 지역 경제를 구성하는 일자리, 산업구성, 기업의 매출 등으로 구성되는 기초조건이다. 역량결핍 관련 변수는 <표 4>와 같다.

표 4. 역량결핍 변수의 구성
Table 4. Variables of lack of local capacity

Type	Variable	Data and References
Welfare	(LC1) Number of hospital	Busan local statistics (2009~2011)
	(LC2) Number of sickbed	Busan local statistics (2009~2011)
	(LC3) Number of pharmacy	Busan local statistics (2009~2011)
	(LC4) Average received pension	Busan local statistics (2009~2011)
	(LC5) Number of park	Busan local statistics (2009~2011)
	(LC6) Average area of park	Busan local statistics (2009~2011)
	(LC7) Dissatisfaction of culture-leisure facility	Busan local statistics/Social survey(2011, 2013)
	(LC8) Dissatisfaction of green environment	Busan local statistics/Social survey(2011, 2013)
Infrastructure	(LC9) Household of living except house	Population census(2010)
	(LC10) Number of vacant house	Population census(2010)
	(LC11) Dissatisfaction of	Busan local statistics/Social survey(2010,

Type	Variable	Data and References
	living condition	2012)
	(LC12) Dissatisfaction of house's condition	Busan local statistics/Social survey(2011, 2013)
	(LC13) Dissatisfaction of educational condition	Busan local statistics/Social survey(2011, 2013)
	(LC14) Dissatisfaction of public facility	Busan local statistics/Social survey(2011, 2013)
	(LC15) Area of not implementing facilities of urban planning	Busan local statistics(2012)
Public service	(LC16) Number of crime (violent/larceny)	Busan local statistics(2011)
	(LC17) Dissatisfaction of transportation condition	Busan local statistics/Social survey(2011, 2013)
	(LC18) Dissatisfaction of public security	Busan local statistics/Social survey(2011, 2013)
	(LC19) Dissatisfaction of social relation	Busan local statistics/Social survey(2011, 2013)
	(LC20) Local tax	Busan local statistics (2009~2012)
Industry	(LC21) GRDP	Busan local statistics (2011)
	(LC22) Concentration of industry in GRDP	Busan local statistics (2011)
	(LC23) Number of employee	Busan local statistics/Economic survey (2010)
	(LC24) Number of enterprise	Busan local statistics/Economic survey (2010)
	(LC25) Sales	Busan local statistics/Economic survey (2010)
	(LC26) Profit	Busan local statistics/Economic survey (2010)

* Recent statistics data was used at the criterion of 2014.

공간적 배제와 관련된 변수의 기준은 속성의 공간적 분리를 통하여 사회적 배제와 집중을 만들어 내 화합을 저해하는 여건이다. 이는 특정한 공간이 집단 간 분리되어 있고 사회적으로도 배제된 상태

라고 한다면 배제가 나타나고 있는 변수의 특성에 따라 달리 접근해야 한다. 공간적 배제의 구성은 소득, 교육, 일자리, 인구의 변수로 나누어진다. 소득은 지역 내 부유층과 저소득층 간 사회적 배제와 공간적 집중의 상태를 파악한다. 교육은 지역 내 고학력층과 저학력층 간 사회적 배제와 공간적 집중의 상태를 파악한다. 일자리는 지역 내 일자리와 경제 상태의 공간적 집중상태를, 인구의 경우는 인구학적 계층으로 구분되는 잠재적 취약 인구집단의 사회적 배제와 공간적 집중의 상태를 특성으로 파악한다. 공간적 배제와 관련 변수는 총 19개로 이는 <표 5>와 같다. 공간적 배제의 경우 동단위 자료에 근거하고 있어 인구주택총조사가 실시된 2010년을 기준으로 하였다.

표 5. 공간적 배제의 변수
Table 5. Variable of spatial exclusion

Type	Variable	Method
Income	(SE1) Spatial segregation and concentration of house's area(~40m ² , 40m ² ~85m ² , 85m ² ~130m ² , 130m ² ~)	Multi-group dissimilarity index
		Local Moran's I
	(SE2) Spatial segregation and concentration of house's rent type(free, monthly rent, fully deposit based rent, not rent)	Multi-group dissimilarity index
		Local Moran's I
	(SE3) Spatial segregation and concentration of house's type(living except house, multi-household house, apartment, single family house)	Multi-group dissimilarity index
Local Moran's I		
(SE4) Spatial segregation between social welfare service's beneficiary/not beneficiary	2-group dissimilarity index	
(SE5) Spatial concentration of social welfare services's beneficiary	Local Moran's I	
Education	(SE6) Spatial segregation of educational level(below middle school, high school and college, undergraduate, graduate)	Multi-group dissimilarity index
		Local Moran's I

Job	(SE7) Spatial segregation between higher education and non-higher education(undergraduate)	2-group dissimilarity index
	(SE8) Spatial concentration of higher education(undergraduate)	Local Moran's I
	(SE9) Spatial concentration of enterprise	Local Moran's I
	(SE10) Spatial concentration of employee	Local Moran's I
	(SE11) Spatial concentration of sales	Local Moran's I
	(SE12) Spatial concentration of profit	Local Moran's I
Population	(SE13) Spatial segregation and concentration of latent vulnerable class (below 15years, above 65years, and others)	Multi-group dissimilarity index
		Local Moran's I
	(SE14) Spatial concentration of population's mobility	Local Moran's I

* Recent statistics data was used at the criterion of 2014.

분석 방법은 사회적 민감도, 역량결핍의 경우는 표준편차지도를, 공간적 배제는 지역적 자기상관지표와 상이지수를 활용한다.

표준편차 지도는 지역 전체의 평균적인 속성에서 얼마나 차이가 존재하는 지역인가를 알 수 있게 해준다. 표준편차 지도는 해당지역 전체의 평균값으로부터 ±3σ까지의 정도를 지도에 표시한 것으로서 각 변수별 평균에서 크게 동떨어진 취약특성의 정도를 보여준다.

지역적 자기상관지표(LISA)와 상이지수는 거주지 분리(residential segregation)에 기초를 두고 분석하는 방법이다. 이는 해당지역에서의 사회적 취약장소의 특성이 다른 공간과 어떻게 분리되어 나타나고 있으며 구분되는지, 그리고 전체의 속성과 얼마나 다른지를 알 수 있게 해준다. 기후변화의 사회적 취약특성을 살펴보면 있어 거주지 분리의 개념은 취약한 속성을 지닌 집단이 구분되어져 있고 군집을 이루고 있는지를 파악하기 위해 중요하다. 이러한 지역은 부정적 외부효과를 유발시킬 수 있

고 기후변화로 인하여 더욱 취약해질 수 있는 지역이 될 수 있기 때문이다.

지역적 자기상관지표는 어떤 변수가 특정지역 주변에 유사한 분포를 이루도록 하는 영향인 공간적 자기상관관계(spatial autocorrelation)가 존재할 때 이를 측정하는 방법이다(Anselin, 1995). 특히 거주지 분리(residential spatial segregation)에 대한 군집(cluster)을 탐색하는 지수로서 인접한 공간들에서 서로 유사한 특성들을 지닌 집단이 존재하는가 여부 또는 정도를 판별할 수 있게 한다. 지역적 자기상관지표의 결과는 평균보다 높은 값들이 군집하여 분포하는 HH(High-High), 평균보다 낮은 값들이 군집하여 분포하는 LL(Low-Low), 평균보다 낮은 값들 사이에 높은 값이 분포하는 HL(High-Low), 평균보다 높은 값들 사이에 낮은 값이 분포하는 LH(Low-High)로 구분된다.

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j, \quad z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\delta}$$

δ : x 의 표준편차, w_{ij} : 공간 가중치

상이지수는 거주지 분리에 대한 균등(evenness) 정도를 측정하는 지수이다. Massey and Denton(1988)은 거주지 분리를 균등(evenness), 노출(exposure), 집중(concentration), 중심화(centralization), 군집(clustering)으로 구분하고 있으며 그 중 균등을 측정하는 대표적 지수로서 상이지수를 제안하고 있다. 균등의 정도는 집단 간 분리가 되어있는지 아닌지를 판단하는 가장 기초적인 지수이며 상이지수는 집단 사이의 완전한 분포의 균형을 맞추기 위해 이동해야 하는 비율을 측정함으로써 집단 간 분리 정도를 수치화한 것이다(Duncan and Duncan, 1955; Massey and Denton, 1988). 상이지수는 다음 수식을 통해서 구할 수 있다.

$$D = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{X} - \frac{y_i}{Y} \right|$$

- x_i : 단위지역 i 의 소수 집단 인구 수
- y_i : 단위지역 i 의 다수 집단 인구 수
- X : 전체 지역의 소수 집단 인구 수
- Y : 전체 지역의 다수 집단 인구 수

IV. 분석결과

1. 물리적 취약특성 파악

물리적 취약특성의 경우 대상 커뮤니티가 존재하는 공간의 전체 범위에서 해당 커뮤니티의 지역으로 확대해나가는 방식으로 파악하였다. 이는 기후변화의 영향이 국지적으로 발생하는 것이 아니며, 해당 커뮤니티가 상대적으로 어떠한 영향의 정도가 있는지 파악하고자 하였기 때문이다. 따라서 대상 커뮤니티가 존재하는 부산시 전체 열파와 홍수 노출 특성을 <그림 2>와 같이 도출하였으며, 이를 바탕으로 대상 커뮤니티인 새발마을과 필봉오름마을의 특성을 <그림 3>과 같이 도출하였다.

열파의 경우 2010년과 비교하여 2025년에 부산 광역시의 주거와 상업밀집지역을 중심으로 심해지는 경향을 보일 것으로 전망된다. 해안가의 특성을 지니고 있는 부산의 지리적 특성을 고려해볼 때, 열파가 심화되는 특성은 부산의 중앙에서 두드러지게 나타난다.

홍수의 경우 2010년과 비교하여 2025년에는 부산 전반에 걸쳐 노출정도가 심화되는 것으로 나타났다. 2025년의 경우 해안가 저지대와 기존 개발지역을 중심으로 노출이 심화될 것으로 전망된다.

대상지역인 새발마을은 사상구에, 필봉오름마을은 해운대구에 속해있다. <그림 3>은 기후 노출의 정도와 물리적 민감도가 더해져 나타나는 물리적

취약성의 특성을 보여준다. 새밭마을은 다른 주변 지역과 비교할 때 열파의 경우가 상대적으로 심화되는 것으로 나타났다. 홍수의 경우는 2010년에 비해 취약성의 정도가 높아진다. 필봉오름마을의 열파 특성은 마을이 위치한 지역을 중심으로 취약한 특성이 나타날 것으로 전망되며, 산으로 둘러싼 주변 지역의 취약성 정도가 차이가 나는 것으로 나타났다. 홍수의 경우 2010년과 비교하였을 때 그 정도가 양호한 수준에서 노출정도가 심한 수준으로 변화가 전망된다.

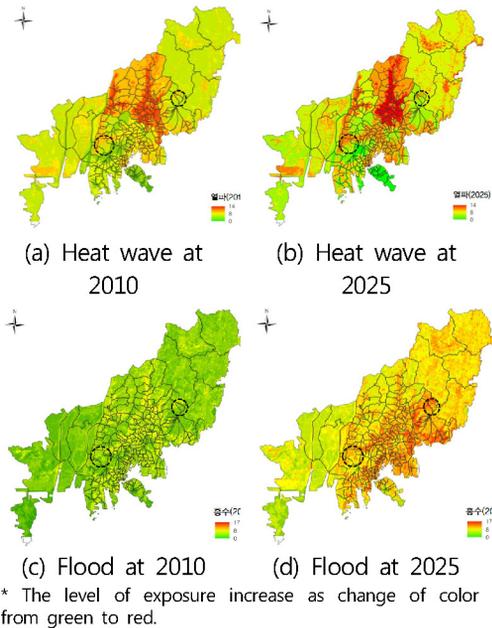


그림 2. 2025년의 부산광역시 열파 및 홍수 노출 특성

Figure 2. Exposure of heat wave and flood at 2025 in Busan

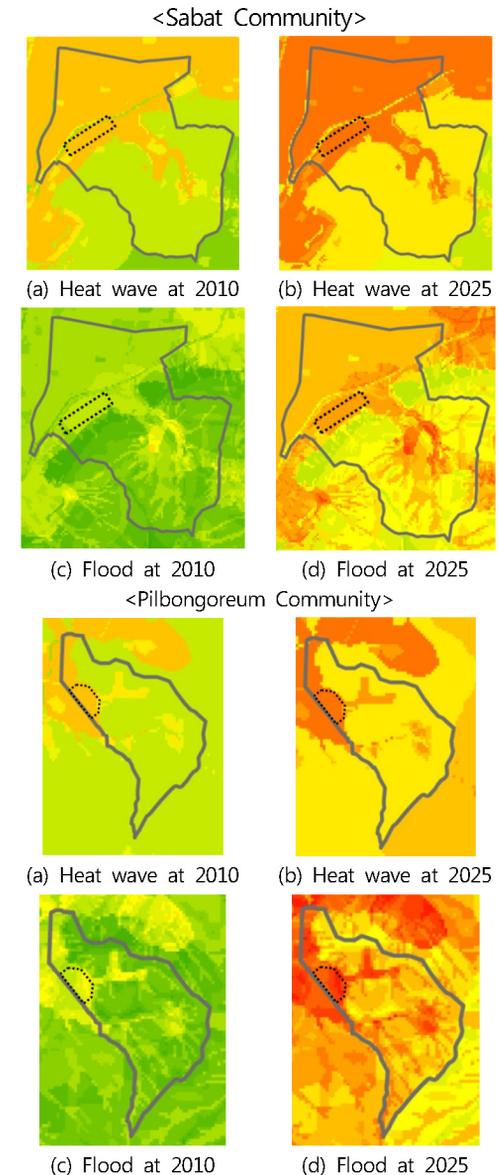


그림 3. 새밭마을, 필봉오름마을의 물리적 취약성

Figure 3. Physical vulnerability of Sabat and Pilbongoreum Community

표6. 상이지수 및 LISA 지수 결과
Table 6. Results of Dissimilarity index and LISA

Type	Variable	Dissimilarity index		Local Moran's I in Busan			
Income	SE1	Busan	0.264	~ 40m ²	0.013	85m ² ~130m ²	0.034
		Sasang	0.358				
		Haeundae	0.282	40m ² ~85m ²	0.241	130m ² ~	0.208
	SE2	Busan	0.171	free	0.017	fully deposit based rent	0.219
		Sasang	0.205				
		Haeundae	0.165				
	SE3	Busan	0.422	living except house	0.251	apartment	0.242
		Sasang	0.374				
		Haeundae	0.468				
	SE4*	Busan	0.293	social welfare service's beneficiary	0.069	not beneficiary	0.242
		Sasang	0.365				
		Haeundae	0.332				
Education	SE6	Busan	0.114	below middle school	0.229	undergraduate	0.272
		Sasang	0.067				
		Haeundae	0.141	high school and college	0.252	graduate	0.260
	SE7*	Busan	0.191	higher education (undergraduate)	0.243	non-higher education	0.273
		Sasang	0.118				
		Haeundae	0.227				
Job	SE9	-		0.133			
	SE10	-		0.065			
	SE11	-		0.057			
	SE12	-		0.036			
Population	SE13	Busan	0.093	below 15years	0.265	others (15years~65years)	0.257
		Sasang	0.063				
		Haeundae	0.081	above 65years	0.116		
	SE14	-		0.056			

* 2-group dissimilarity index

2. 사회적 취약특성 파악

1) 사회적 민감도

대상 커뮤니티인 새밭마을의 생활권으로 사상구를 필봉오름마을의 생활권으로서 해운대구를 대상으로 사회적 민감도 특성을 파악한 결과는 <그림 4>와 같다. 우선 주거 부문의 사회적 민감도를 살펴보면, 사상구의 경우, 최소거주기준 미달 가구에서, 해운대구의 경우, 풍수해 피해액과 최소거주기준 미달 가구에서 민감한 특성을 보였다.

건강부문 민감도 항목 중 사상구의 경우 흡연 및 고위험 음주율과 필요의료 서비스 미치료율에서

해운대구의 경우 법정 전염병 환자와 질환 의심자 및 질환자, 노인 건강 이상자에서 다른 지역과 비교했을 때 민감한 특성을 높게 보이고 있다.

노약자 부문의 사회적 민감도는 해운대구의 장애인 수, 청소년 및 영유아 수, 노인 수에서 민감한 특성을 보이고 있다.

네 번째 사회적 민감도 항목인 저소득 부분에서는 사상구와 해운대구 모두 저소득층에 해당하는 기초생활보장 수급자 수에서 민감한 특성을 보인다. 기초생활 수급자 수의 비율을 보면, 해운대구의 경우 기초생활보장 수급자 수는 많지만 인구 대비 비율은 3.9%이며, 사상구의 경우 4.9% 정도이다.

2) 역량결핍

역량결핍을 복지, 기반, 행정, 산업 4개 부문으로 구분하여 파악한 결과는 <그림 5>와 같다. 복지부문 역량결핍에 대해 파악한 결과 사상구의 경우 의료관련 지역 기초역량이 낮고 공원, 문화여가시설, 녹색환경 등 시민휴식시설과 관련된 역량이 낮은 지역임을 알 수 있다. 해운대구의 경우 공원면적이 낮은 수준이기는 하나 공원 개소가 비교적 높고 녹색환경 불만족이 낮은 점을 종합적으로 고려해볼 때 역량이 낮은 수준이라고 판단하기 힘들다.

기반 부문 역량결핍에서 사상구의 경우, 생활환경, 교육여건 등에서 낮은 역량을 해운대구의 경우, 주택 외 거처 가구 수, 빈집호수 등 주거관련 기반에서 낮은 역량을 보이는 것으로 나타났다. 특히 해운대구의 경우 빈집과 주택 이외 거처 가구가 높은 수준으로 나타나는데 후자의 경우 앞선 사회적 민감도의 주거 부문과 종합적으로 고려해볼 때 무허가 건물이나 불량주거지는 아닌 것으로 여겨진다.

행정 부문 역량결핍에서 사상구의 경우 범죄발생 건수와 치안문제 불만족의 경우가 모두 높아 치안과 관련된 행정역량이 낮은 것으로 파악할 수 있으며 해운대구의 경우 범죄발생 건수는 다소 높으나 치안문제에 대한 불만족도는 낮아 행정역량이 낮은 것은 아닌 것으로 여겨진다. 교통여건의 경우, 불만족이 높게 나타난 이유는 반송, 반여 등 외곽에 존재하는 주거지역 때문인 것으로 여겨진다.

산업 부문 역량결핍에서, 사상구의 경우 산업 구성의 다양성(GRDP의 특정 산업 집중)에서 역량이 낮은 것으로 나타났으며, 해운대구의 경우 산업부문에는 역량이 낮은 지표가 나타나지 않았다.

3) 공간적 배제

상이지수, Local Moran's I 지수를 통하여 파악한 보조대상지역의 공간적 배제 특성은 <표 6>

<그림 6>, <그림 7>과 같이 정리할 수 있다. 공간적 배제 현상은 앞서 논의한바와 같이 사회적 배제로 연결될 가능성이 높다고 알려져 있으며 이는 기후변화에 따른 취약성을 높일 수 있다. 특히 시·군·구 단위에서 일반적인 지표를 통한 평균적인 상태와 다르게 공간 내에서 세부적인 공간적 배제의 현상은 지역의 현황과 상황을 파악하는데 도움을 준다.

상이지수를 통해서 살펴본 공간적 배제는 거주지 분리가 없는 균등한 상태(0)와 완전한 분리상태(1)을 통해서 판별한다. 사상구의 경우는 주택면적과 주택유형에서 해운대구의 경우 주택유형에서 거주지 분리 현상이 나타난다. 저소득층을 의미하는 기초생활 수급자와 그렇지 않은 집단 간 분리정도에 있어, 사상구와 해운대구는 부산시 전체보다 약간 높은 수준이다.

교육관련 항목의 경우 거주지 분리 수준이 거의 균등한 정도인 것으로 나타났다. 다집단 상이지수를 통해 파악한 결과 분리의 수준이 사상구, 해운대구에서 거의 나타나지 않는다. 고등교육집단과 그렇지 않은 집단으로 구분하여 파악한 경우 해운대구가 어느 정도 분리현상이 나타났다.

Local Moran's I를 통해 파악한 공간적 집중의 정도를 살펴보면, 주택면적의 경우, 일부 지역에서 공간적 집중을 이루고 있는데, 85m²이상의 주택이 해운대구를 중심으로 집중되어 있다. 이는 해운대구에 입지하고 있는 신규 개발지역으로 인한 영향으로 해석된다. 하지만 해운대구 중 대상지역이 포함되는 반송 및 반여지역은 이러한 클러스터에서 제외된 지역으로 나타났다.

거주유형의 경우 무상의 유형은 전세와 자가의 경우 해운대구를 중심으로 집중된 지역이 나타난다. 주택유형의 경우 해운대구 일부 지역에서 아파트 유형의 클러스터가 나타났다.

교육의 경우 고등교육은 해운대구 일부 지역에서 공간적 집중이 나타나고 있다. 학력집단으로 구분해서 본 결과 해운대구에는 4년제 대학졸업 이상의 집단이 집중되어 있었다. 고등교육 집단의 경우 대상지역이 포함된 반여 및 반송 지역은 이러한 클러스터에서 제외되는 것으로 나타난다. 잠재적 취약인구집단에 있어, 15세 미만 인구의 클러스터에는 해운대구가 포함되고 있으며, 65세 이상 인구의 경우 역시 해운대구가 포함된다. 생산가능 연령 인구는 해운대를 중심으로 집중된 형태를 보이는 것으로 나타났다.

3. 물리적 취약특성과 사회적 취약특성 파악을 통한 커뮤니티 현장조사의 사항

앞서 분석한 물리적 취약특성과 사회적 취약특성의 결과를 바탕으로 본 연구의 대상 커뮤니티인 사상구 새발마을과 해운대구 필봉오름마을에서 적응을 고려한 커뮤니티 계획수립에 요구되는 현장조사에 관련된 결과를 도출하였다.

1) 사상구 새발마을

새발마을은 거주상태, 주민의 건강상태, 노인과 장애인, 의료서비스, 범죄, 주민소득 등의 상태를 기후변화 영향과 복합적으로 살펴볼 필요가 있다.

우선 열파와 관련해서는 거주상태, 주민의 건강상태와 함께 살펴볼 필요가 있다. 마을 내 열파를 피할 수 있는 공간이 어디에 구성되어 있는지, 노인들은 주로 어디에 거주하고 있으며 거주공간 내에서의 온도는 어떠한지 살펴볼 필요가 있다. 또한 열파질환 발생 시 쉽게 대처가능한 의료서비스가 접근가능한지 조사해보아야 한다. 특히 최소거주기준 미달가구의 경우 좁은 주택공간, 바람 등이 잘 통하지 않는 환경 등이 존재할 가능성이 높아 이러

한 부분에 대한 조사 역시 필요하다. 또한 이 지역에서는 흡연, 음주, 필요의료 서비스 미치료를 등 의료관련 서비스가 전반적으로 낮고 건강상태 역시 낮아 어떠한 부분에서 열질환의 문제가 나타날 수 있는지 파악해야 할 것이다. 그리고 열파에 대하여 대응책을 수립하는 방향에 있어 주민의 소득, 거주상태 등을 고려할 필요가 있다. 지표온도의 상승을 큰 비용 없이 낮출 수 있는 대응책인 쿨루프, 저영향개발기법 등에 대한 고려가 요구된다. 그리고 이러한 시설을 도입함에 있어 범죄, 응급서비스 등과 연동된 복합시설로 설계되어야 한다.

홍수와 관련해서는 노인과 장애인, 거주상태, 건강 등과 관련해서 조사가 요구된다. 새발마을은 학장천 인근에 존재하기 때문에 학장천의 범람에 따른 마을 내 침수지역의 경험이 어떠한지 우선 조사되어야 할 것이다. 또한 노인과 장애인이 쉽게 대피할 수 있는 마을 내 경로가 존재하는지, 독립적인 이동이 가능한지, 대피소 등이 존재하는지 등을 파악할 필요가 있다. 특히 주거가 집중호우, 홍수 등에 있어 어떠한 위협에 놓여 있는지 파악해야 한다. 아파트인지, 단독주택인지, 노후화된 정도가 어떠한지에 따라 위협에 대응할 수 있는 방법을 달리 해야 한다. 마지막으로 건강상태에 있어 홍수와 관련된 수인성 질병 등이 나타난 경험이 있는지, 노인 등에게 취약한 형태의 질병이 나타날 수 있는지 조사가 요구된다.

2) 해운대구 필봉오름마을

필봉오름마을의 경우 주택면적, 유형, 소득과 관련된 사항, 그리고 물리적 공간 중에서 홍수와 관련된 사항에 대한 조사가 요구된다.

필봉오름마을이 위치한 해운대구는 주택면적, 유형, 소득 등에 있어 공간적 분리현상이 나타나고 있다. 해당마을이 어떠한 형태의 주택유형과 면적,

소득 등이 구분되어지는지 파악할 필요가 있다. 특히, 잠재적 취약계층이 어떠한 형태로 존재하는지 여부, 외부로 이동이 가능한 교통여건의 논의, 풍수해에 대한 과거의 경험 등이 함께 조사되어야 한다.

필봉오름마을의 경우 마을 내 물리적 공간에 대한 조사도 필요하다. 그림 3의 홍수 노출정도 파악에 따르면 필봉오름마을은 주변에 비해 낮은 지역임을 알 수 있다. 필봉오름마을이 있는 반송지역은 장산이라는 공간 내 이루어진 급경사지 개발과 저지대 등의 물리적 특성이 다수 나타난다. 따라서 홍수와 관련하여 마을 내에서 이러한 특성이 어떻게 나타나는지 파악하여야 한다. 또한 거주 특성과 관련해 마을 내 반지하 가구, 우수흐름과 빗물 유입 등에 대한 조사, 급경사지 개발에 따른 산사태 위험 조사 등이 추가로 요구된다.

V. 결론 및 시사점

기후변화 취약성 평가와 관련된 많은 연구에서 지역적 지식, 내재된 지식, 현장조사 등을 강조하고 있으나, 무엇이 지역적 지식인자, 어떠한 사항을 조사하여 반영해야하는지, 무엇에 대한 현장조사를 시행해야하는지 등은 모호한 실정이다. 해당 커뮤니티를 둘러싼 어떠한 물리적 취약특성이 있는지, 그리고 사회적 취약특성이 존재하는지 우선 파악하고 이를 토대로 더 깊은 이해를 위한 지역적 지식에 관한 조사가 있어야 한다.

단순한 설문조사나 걸출기식의 현장조사는 커뮤니티와 관련된 계획을 수립하는데 있어 어떠한 도움도 되지 못한다. 통계적 분석의 결과와 이를 토대로 한 지역적 지식의 발굴은 주민들의 계획과정 참여에 있어 동인을 제공해줄 것이며 보다 현실성 있는 대안제시를 가능하게 할 것이다.

이 연구는 커뮤니티 취약성 평가에 있어 지역적 지식의 발굴에 앞선 물리적 취약성과 사회적 취약성을 판단하였다. 또한 이를 근거로 어떠한 부분에서 현장조사가 이루어져야 하고 지역적 지식에 대한 파악이 이루어져야 하는지를 제시하였다. 이 연구에서 분석결과로 제시하고 있는 사항은 Tribbia and Moser(2008)이 논의하였던 커뮤니티를 둘러싼 기후에 대한 취약성과 사회경제적인 제도적 조건이 어떻게 상호작용할 수 있는지 그 구조를 보여준다. 물리적 취약성에 대한 논의와 사회적 민감도, 역량 결핍, 공간적 배제 등을 통하여 살펴본 사회적 취약성은 공간 내 존재하는 기존의 사회경제적 현상과 조건이 기후변화와 어떻게 연결될 수 있는지를 고려할 수 있게 한다.

특히 세 가지 형태로 구분된 사회적 취약성의 논의는 기존의 취약성 평가에서 민감도와 적응역량으로 구분되어져 단순한 지표로 논의되는 것을 세분화하였다는데 의의가 있다. 사회적 민감도는 외부적 충격에 대해 쉽게 변형이 이루어지도록 하는 요건이며, 역량결핍은 원상태로 돌아갈 수 있도록 하는 기초적인 요건이다. 또한 공간적 분리는 사회적 배제와 집중을 만들어내는 요소를 의미한다.

이러한 세 가지로 구분된 논의는 Naess et al.(2005)가 제시한 제도적 적응의 도구가 어떻게 구성되어야 하는 것인지에 대한 시사점을 제공한다. 사회적 민감도를 저감하고자 한다면 외부적 영향에 민감할 수 있는 여건을 조정해야 할 것이며, 역량결핍에 대한 대응을 하고자 한다면 보단 기초적인 역량을 만들어나기는데 집중을 해야 할 것이다. 또한 공간적 배제가 나타나는 경우라면 기후변화라는 외부적 영향이 사회적 배제와 공간적 분리를 심화시키지 않도록 하는 그 연결고리를 제거하는 제도가 필요하다.

하지만 이 연구는 커뮤니티 취약성 평가의 방법에 있어 지역적 지식을 반영할 수 있는 현장조사와

참여의 방법을 모두 제시하고 있지 못하다는 한계가 있다. 커뮤니티에 조사를 위한 정량적 분석에 더해 현장조사에서 어떠한 도구를 활용할 것인지, 그리고 어떠한 지역적 지식을 도출할 것인지에 대한 논의가 추가로 필요하다. 앞서 분석한 결과를 바탕으로 커뮤니티 계획과정에 현장조사와 참여의 방법이 더해진다면, 계획과정 속의 참여와 계획이라는 학습을 통한 적응행동과 역량강화가 가능할 것이다.

또한 이 연구는 커뮤니티 계획에서 활용될 수 있는 방법이 어떠한 것인지 제시하고 있지 못한 한계가 있다. 커뮤니티 기반의 계획이 기후변화 적응에서 중요한 이유 중 하나는 이행과 관련된다. 커뮤니티 단위에서 이행을 위해서는 계획에서 활용될 수 있는 적응의 방안이 무엇인지가 명확해야 하며, 이를 지역적 지식, 과학적 지식과 연계할 수 있어야 한다. 이 연구는 커뮤니티 적응에 대해 논의를 시작하는 연구로서 어떠한 적응의 방법이 커뮤니티 계획에서 포함되어야 하는지, 그리고 그 효과가 어떠한지에 대한 논의를 연구범위 상 한계로 포함하고 있지 못하다. 이 연구를 기반으로 하여 커뮤니티에 대한 과학적, 통계적 분석에 지역적 지식의 발굴을 위한 현장 조사와 참여적 계획과정, 그리고 커뮤니티 단위에서 적응의 효과가 있는 방법이 더해진 후속연구를 기대한다.

- 주1. RCP 8.5 시나리오를 사용한 것은 이 연구에서 전망하고 있는 시점이 2025년이기 때문에 온실가스 감축과 관련된 큰 변화와 노력이 현재수준과 같을 것이라는 가정에 의한 것임
- 주2. 이 연구에서 활용되는 커뮤니티 기후변화 취약성 평가는 모든 커뮤니티에 공통적으로 적용될 수 있는 방법을 제시한 것임. 새발마을과 필봉오름마을은 그 방법을 적용할 수 있는 하나의 사례지역으로 분석된 것임. 새발마을과 필봉오름마을은 부산의 취약한 커뮤니티로 논의 될 수 있는 특성을 지닌 대표적인 지역임. 새발마을의 경우 70~80년대 산업화와 더불어 형성된 배후주거로 슬럼화된 커뮤니티이며, 필봉오름마을은 저소득층 이주단지의 대표적인 형

태임.

- 주3. 조사가 이루어지지 않아 통계자료가 없는 경우는 존재하는 통계자료를 대표적인 자료로 활용함

인용문헌

References

1. 강정은, 이명진. 2012. "퍼지모형과 GIS 를 활용한 기후변화 홍수취약성 평가-서울시 사례를 중심으로", 「한국지리정보학회지」, 15(3): 119-136.
- Kang, J-E., Lee M-J. 2012. "Assessment of flood vulnerability to climate change using fuzzy model and GIS in Seoul", *Journal of the Korean Association of Geographic Informational Studies*, 15(3): 119-136.
2. 고재경, 김희선. 2010. "지방자치단체 기후변화 취약성 평가에 관한 연구: 경기도 기초지자체를 중심으로", 「환경정책」, 18(2): 79-105.
- Koh, J., Kim, H. 2010. "A study on local vulnerability assessment to climate change: the case of municipalities of Gyeonggi-Do", *Journal of Environmental Policy and Administration*, 18(2): 79-105.
3. 국립기상연구소. 2011. 「(IPCC 5차 평가보고서 대응을 위한) 기후변화 시나리오 보고서」, 서울. National Institute of Meteorological Science. 2011. *Climate Change Scenario Report*, Seoul.
4. 기상청. 2015. 「기상백과-체감온도 (<http://web.kma.go.kr/communication/encyclopedia/list.jsp>)」 . Korea Meteorological Services. 2015. Encyclopedia for Meteorological Science - Sensible temperature(<http://web.kma.go.kr/communication/encyclopedia/list.jsp>)
5. 배민기. 2015. "기후변화 취약성 평가 및 정책연계 방안", 「충북 Focus」, 108: 1-19.
- Bae, M-K. 2015. Climate change vulnerability assessment and policy, *Chungbok Focus*, 108: 1-19.
6. 조경두, 장훈. 2010. 「인천지역 기후변화 실태분석

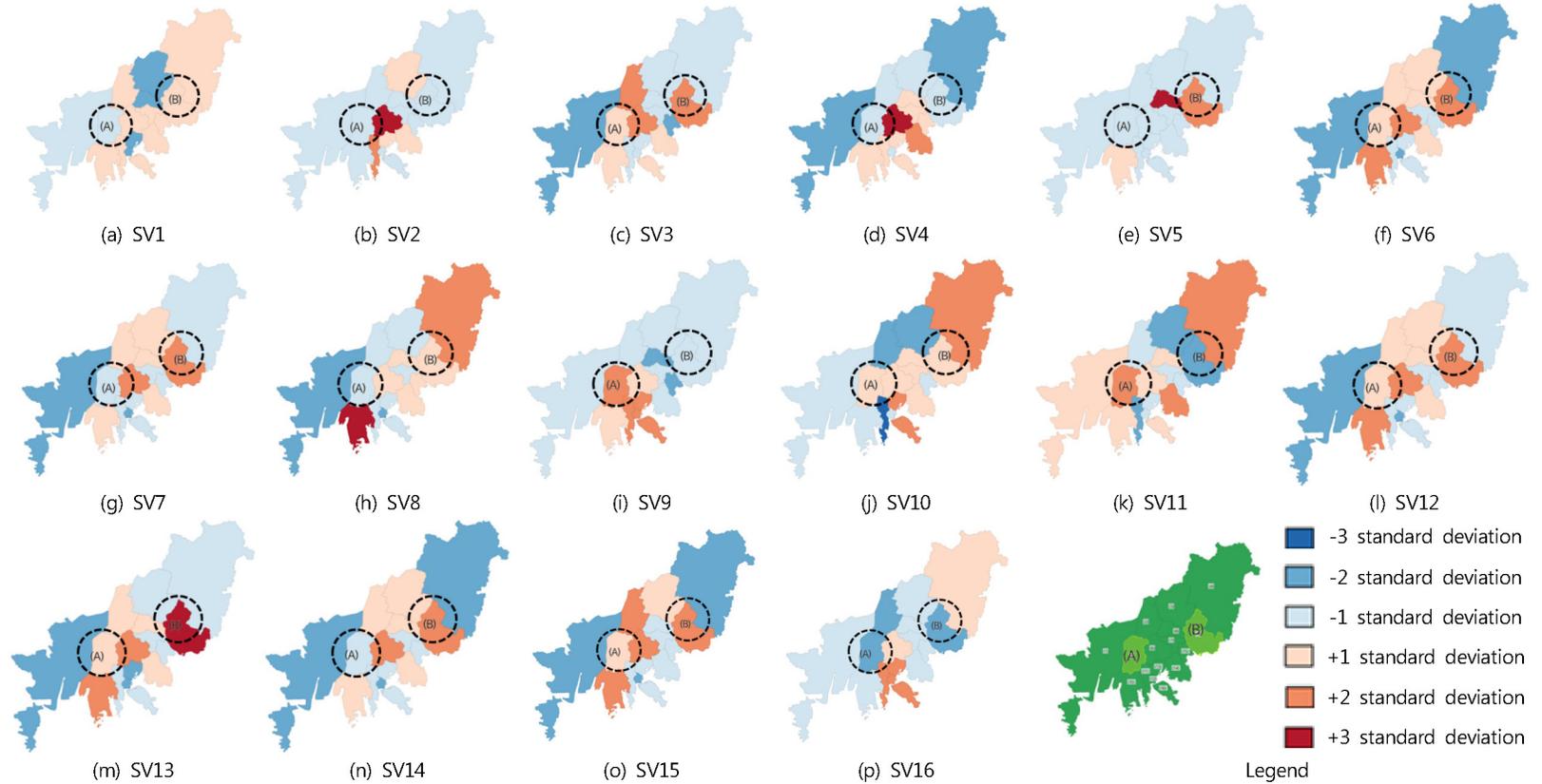
- 및 적응대책 도입을 위한 기초연구」, 인천: 인천 발전연구원.
- Cho, K-D., Chang, H. 2010. *Preliminary study on the current status of climate change and the necessity of adaptation strategies in Incheon*. Incheon: Incheon Development Institute.
7. 하종식 외. 2012. 「미래 건강부담 추정치의 영향요인 고찰-기후변화에 따른 폭염 증가를 중심으로」, 서울: 한국환경정책·평가연구원.
Ha, J-S. et al. 2012. *The Study of Factors Influencing in Estimation for Future Disease Burden: Focused on High Temperature Resulted by Climate change*. Seoul: Korean Environment Institute.
 8. Adger, W. N. and Kelly, P. M., 1999. "Social vulnerability to climate change and the architecture of entitlements", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 4(3-4): 253-266.
 9. Agrawal, A. et al., 2009. *The Role of Local Institutions in Adaptation to Climate Change*. Social Development Working Papers, Washington, DC: The World Bank.
 10. Allison, E. H. et al., 2009. "Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries", *Fish and Fisheries*, 10(2): 173-196.
 11. Anselin, L., 1995. "Local indicators of spatial association—LISA", *Geographical Analysis*, 27(2): 93-115.
 12. Bartlett, S., 2008. "Climate Change and Urban Children: Impacts and implications for adaptation in low-and middle-income countries", *Environment and Urbanization*, 20(2): 501-519.
 13. Basu, R. and Ostro, B. D., 2008. "A multicounty analysis identifying the populations vulnerable to mortality associated with high ambient temperature in California", *American Journal of Epidemiology*, 168(6): 632-637.
 14. Bedsworth, L., 2009. "Preparing for climate change: A perspective from local public health officers in California", *Environmental Health Perspectives*, 117(4): 617-623.
 15. Bonazza, A. et al., 2009a. "Mapping the impact of climate change on surface recession of carbonate buildings in Europe", *Science of the Total Environment*, 407(6): 2039-2050.
 16. Bonazza, A. et al., 2009b. "Climate change impact: mapping thermal stress on Carrara marble in Europe", *Science of the Total Environment*, 407(15): 4506-4512.
 17. Brouwer, R. et al., 2007. "Socioeconomic vulnerability and adaptation to environmental risk: a case study of climate change and flooding in Bangladesh", *Risk Analysis*, 27(2): 313-326.
 18. Brunkard, J., Namulanda, G. and Ratard, R., 2008. "Hurricane katrina deaths, louisiana, 2005", *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 2(04): 215-223.
 19. Bultó, P. L. O. et al., 2006. "Assessment of human health vulnerability to climate variability and change in Cuba", *Environmental Health Perspectives*, 114(12): 1942-1949.
 20. Burch, S., 2010. "Transforming barriers into enablers of action on climate change: Insights from three municipal case studies in British Columbia, Canada", *Global Environmental Change*, 20(2): 287-297.
 21. Burton, I. et al., 2002. "From impacts assessment to adaptation priorities: the shaping of adaptation policy", *Climate Policy*, 2: 145-159.
 22. Chinowsky, P. et al., 2011. "Climate change: comparative impact on developing and developed countries", *The Engineering Project Organization Journal*, 1(1): 67-80.
 23. Cutter, S. L., Boruff, B. J., and Shirley, W. L., 2003. "Social vulnerability to environmental

- hazards", *Social Science Quarterly*, 84(2): 242-261.
24. Deressa, T. et al., 2009a. *Assessing Household vulnerability to climate change : The case of farmers in the Nile Basin of Ethiopia*, Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
 25. Deressa, T. et al., 2009b. "Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia", *Global Environmental Change*, 19(2): 248-255.
 26. Dessai, S. and Hulme, M., 2003. *Does climate policy need probabilities?*, Norwich: Tyndall Center for Climate Change Research.
 27. Dietz, T., Ostrom, E., and Stern, P. C., 2003. "The struggle to govern the commons", *Science*, 302(5652): 1907-1912.
 28. Duncan, O. D. and Duncan, B., 1955. "A methodological analysis of segregation indexes", *American Sociological Review*, 20: 210-217.
 29. EU Environment Agency. 2010. *Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts scoping study*. ETC/ACC Technical Paper.
 30. Friel, S. et al., 2008. "Global health equity and climate stabilisation: a common agenda", *The Lancet*, 372(9650): 1677-1683.
 31. Frumkin, H., and McMichael, A. J., 2008. "Climate change and public health: thinking, communicating, acting", *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5): 403-410.
 32. Fussler, H-M. and Klein, R. J. T., 2006. "Climatic change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking", *Climate Change*, 75: 301-329.
 33. Gaillard, J. C. and Maceda, E. A., 2009. "Participatory three-dimensional mapping for disaster risk reduction", in *Participatory Learning and Action 60: Community-Based Adaptation to Climate Change*, edited by Asley, H., Kenton, N., and Milligan, A., 109-118. Nottingham: Russell Press.
 34. Gamble, J. L. et al., 2013. "Climate change and older Americans: state of the science", *Environmental Health Perspectives*, 121(1): 15-22.
 35. Gertjan, D. G. 2003. *Geographic Information Systems in Fisheries Management and Planning: Technical Manual No. 449*, Rome: Food & Agriculture Organization.
 36. Gething, P. W. et al., 2010. "Climate change and the global malaria recession", *Nature*, 465(7296): 342-345.
 37. Grossi, C. M., Brimblecombe, P., and Harris, I., 2007. "Predicting long term freeze-thaw risks on Europe built heritage and archaeological sites in a changing climate", *Science of the Total Environment*, 377(2): 273-281.
 38. Huq, S. et al., 2007. "Editorial: Reducing risks to cities from disasters and climate change", *Environment and Urbanization*, 19(1): 3-15.
 39. IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC.
 40. IPCC, 2007. *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change*, IPCC.
 41. Karanikolos, M. et al., 2013. "Financial crisis, austerity, and health in Europe", *The Lancet*, 381(9874): 1323-1331.
 42. Kasperson, J. X. and Kasperson, R. E., 2013. *Global Environmental Risk*, Routledge.
 43. Katz, E., Lammel, A. and Goloubinoff, M., 2002. *Entre ciel et terre: climat et sociétés*, Paris: Ibis Press.
 44. Kovats, S. and Akhtar, R., 2008. "Climate,

- climate change and human health in Asian cities", *Environment and Urbanization* 20(1): 165-175.
45. Lim, B. et al., 2004. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*, New York: UNDP.
 46. Livengood, A. and Kunte, K., 2012. "Enabling participatory planning with GIS: a case study of settlement mapping in Cuttack, India", *Environment and Urbanization*, 24(1): 77-97.
 47. Massey, D. S. and Denton, N. A., 1988. "The dimensions of residential segregation", *Social Forces*, 67(2): 281-315.
 48. McHarg, I. L. and Mumford, L., 1969. *Design with Nature*. New York: American Museum of Natural History.
 49. McMichael, A. J. et al., 2008. "Global environmental change and health: impacts, inequalities, and the health sector", *British Medical Journal*, 336(7637): 191-194.
 50. Measham, T. G. et al., 2011. "Adapting to climate change through local municipal planning: barriers and challenges", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 16(8): 889-909.
 51. Michon, P. et al., 2007. "The risk of malarial infections and disease in Papua New Guinean children", *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 76(6): 997-1008.
 52. Moser, C. and Satterthwaite, D. 2008. "Toward pro-poor adaptation to climate change in the urban centers of low-and middle-income countries", *Human Settlements Discussion Paper Series*.
 53. Moser, C., 2006. "Asset-based approaches to poverty reduction in a globalized context", *Global Economy and Development Working Paper*.
 54. Naess, L. O. et al., 2005. "Institutional adaptation to climate change: flood responses at the municipal level in Norway", *Global Environmental Change*, 15(2): 125-138.
 55. Nicholls, N., Butler, C. D., and Hanigan, I., 2006. "Inter-annual rainfall variations and suicide in New South Wales, Australia, 1964-2001", *International Journal of Biometeorology*, 50(3): 139-143.
 56. North, D. C., 1990. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
 57. Paavola, J., 2008. "Livelihoods, vulnerability and adaptation to climate change in Morogoro, Tanzania", *Environmental Science & Policy*, 11(7): 642-654.
 58. Patt, A. G. and Schröter, D., 2009. "Vulnerability research and assessment to support adaptation and mitigation: common themes from the diversity of approaches", in *Assessing vulnerability to global environmental change: making research useful for adaptation decision making and policy*, edited by Patt, A. G. et al., 1-25. London: Sterling: Earthscan.
 59. Patz, J. A. et al., 2008. "Disease emergence from global climate and land use change", *Medical Clinics of North America*, 92(6): 1473-1491.
 60. Pramova, E. et al., 2012. "Ecosystem services in the national adaptation programmes of action", *Climate Policy*, 12(4): 393-409.
 61. Ramin, B. M. and McMichael, A. J., 2009. "Climate change and health in sub-Saharan Africa: a case-based perspective", *EcoHealth*, 6(1): 52-57.
 62. Reser, J. P. and Swim, J. K., 2011. "Adapting to and coping with the threat and impacts of climate change", *American Psychologist*, 66(4): 277.
 63. Revi, A., 2008. "Climate change risk: an adaptation and mitigation agenda for Indian cities", *Environment and Urbanization*, 20(1):

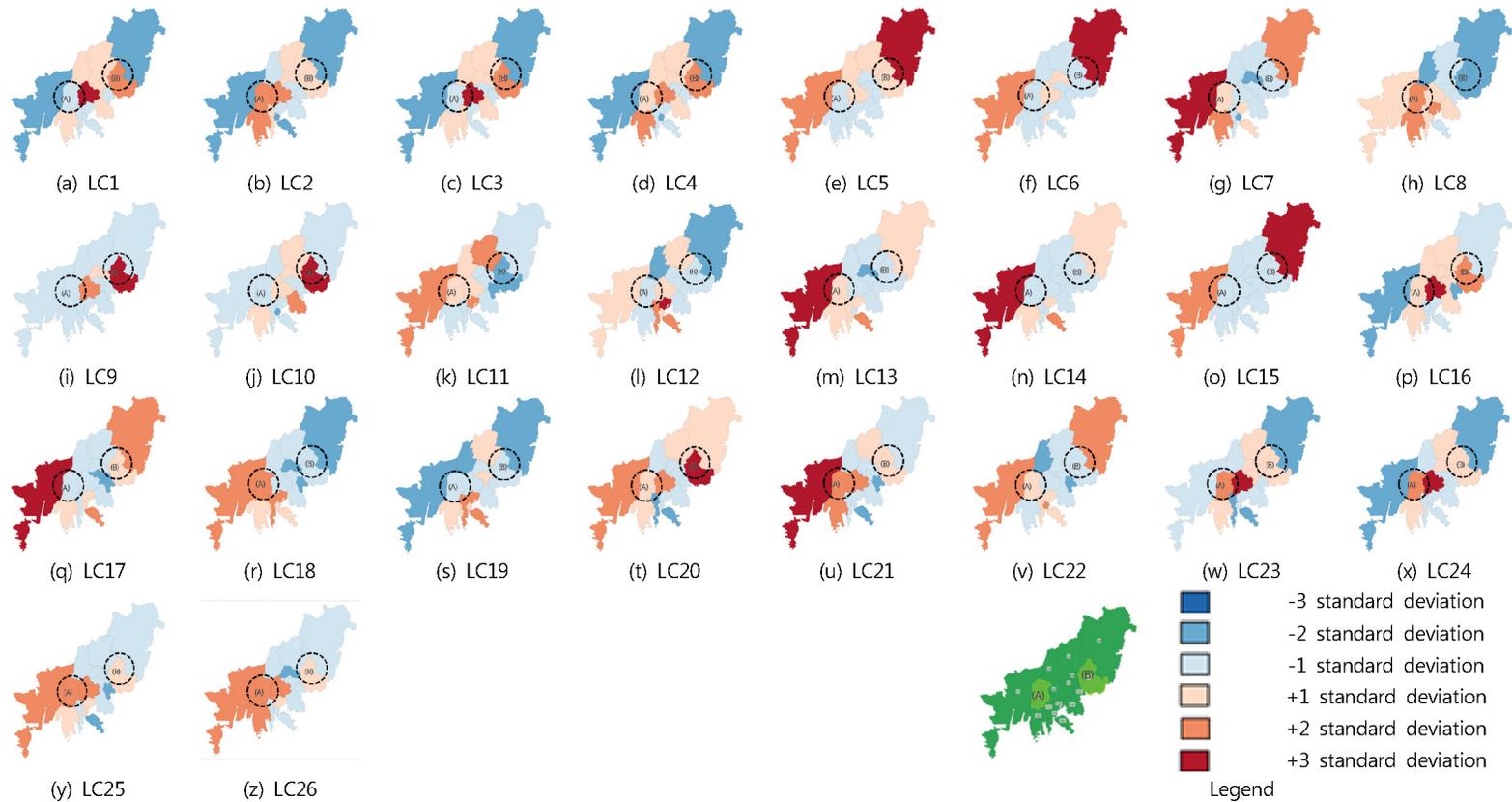
- 207-229.
64. Roberts, D., 2010. "Prioritizing climate change adaptation and local level resilience in Durban, South Africa", *Environment and Urbanization*, 22(2): 397-413.
 65. Rosenzweig, C. et al., 2010. "Cities lead the way in climate-change action", *Nature*, 467(7318): 909-911.
 66. Shikanga, O. T. et al., 2009. "High mortality in a cholera outbreak in western Kenya after post-election violence in 2008", *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 81(6): 1085-1090.
 67. Skoufias, E. et al., 2012. *The Poverty and Welfare Impacts of Climate Change: Quantifying the Effects, Identifying the Adaptation Strategies*. Washington, DC: World Bank Publications.
 68. Smith, T. et al., 2008. *Case Studies of Adaptive Capacity: Systems Approach to Regional Climate Change Adaptation Strategies*. Sydney: Sydney Coastal Councils Group.
 69. Smith, T. F. et al., 2009. "Managing coastal vulnerability: new solutions for local government". in *Integrated Coastal Zone Management*, edited by Moksness, E., Dahl, E., and Støttrup, J. G., 331-340, West Sussex: Wiley-Blackwell.
 70. Sokolnicki, L. A. et al., 2009. "Skin blood flow and nitric oxide during body heating in type 2 diabetes mellitus", *Journal of Applied Physiology*, 106(2): 566-570.
 71. Sovacool, B. K. et al., 2012. "Expert views of climate change adaptation in least developed Asia", *Journal of Environmental Management*, 97: 78-88.
 72. Stern, N., 2007. *The Economics of Climate Change: the Stern Report*, UK: Cambridge University Press.
 73. Stewart, H. T. L., Race, D. H., and Curtis, A. L., 2011. "New forests in changing landscapes in south-east Australia", *International Forestry Review*, 13(1): 67-79.
 74. Thornbush, M. J. and Viles, H. A., 2007. "Simulation of the dissolution of weathered versus unweathered limestone in carbonic acid solutions of varying strength", *Earth Surface Processes and Landforms*, 32(6): 841-852.
 75. Tol, R. S. et al., 2004. "Distributional aspects of climate change impacts", *Global Environmental Change*, 14(3): 259-272.
 76. Tribbia, J. and Moser, S. C., 2008. "More than information: what coastal managers need to plan for climate change", *Environmental Science & Policy*, 11(4): 315-328.
 77. Turner, B. L. et al., 2003. "A framework for vulnerability analysis in sustainability science", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14): 8074-8079.
 78. Weiss, J. L., Overpeck, J. T., and Strauss, B., 2011. "Implications of recent sea level rise science for low-elevation areas in coastal cities of the conterminous USA", *Climatic Change*, 105(3-4): 635-645.
 79. Xiao, Y. and Drucker, J., 2013. "Does economic diversity enhance regional disaster resilience?", *Journal of the American Planning Association*, 79(2): 148-160.

Date Received 2015-11-17
 Reviewed(1st) 2016-02-01
 Date Revised 2016-02-13
 Reviewed(2nd) 2016-02-29
 Date Accepted 2016-02-29
 Final Received 2016-03-04



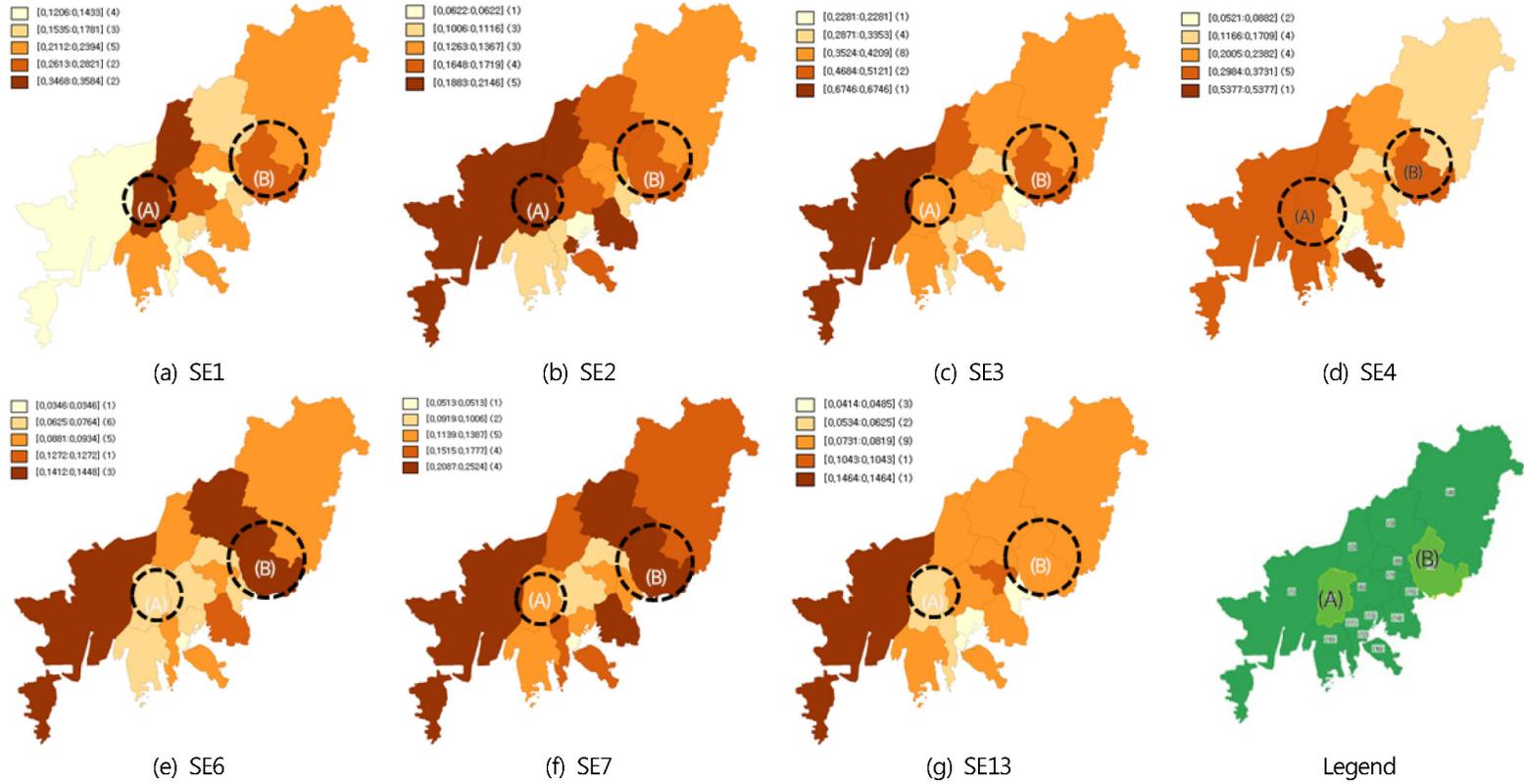
*A: Sasang, B: Haeundae

그림 4. 사회적 민감도 분석 결과
Figure 4. Results of Social Vulnerability



*A: Sasang, B: Haeundae

그림 5. 역량결핍 분석 결과
Figure 5. Results of Lack of Local Capacity



*A: Sasang, B: Haeundae

그림 6. 상이지수 분석 결과
Figure 6. Results of dissimilarity index

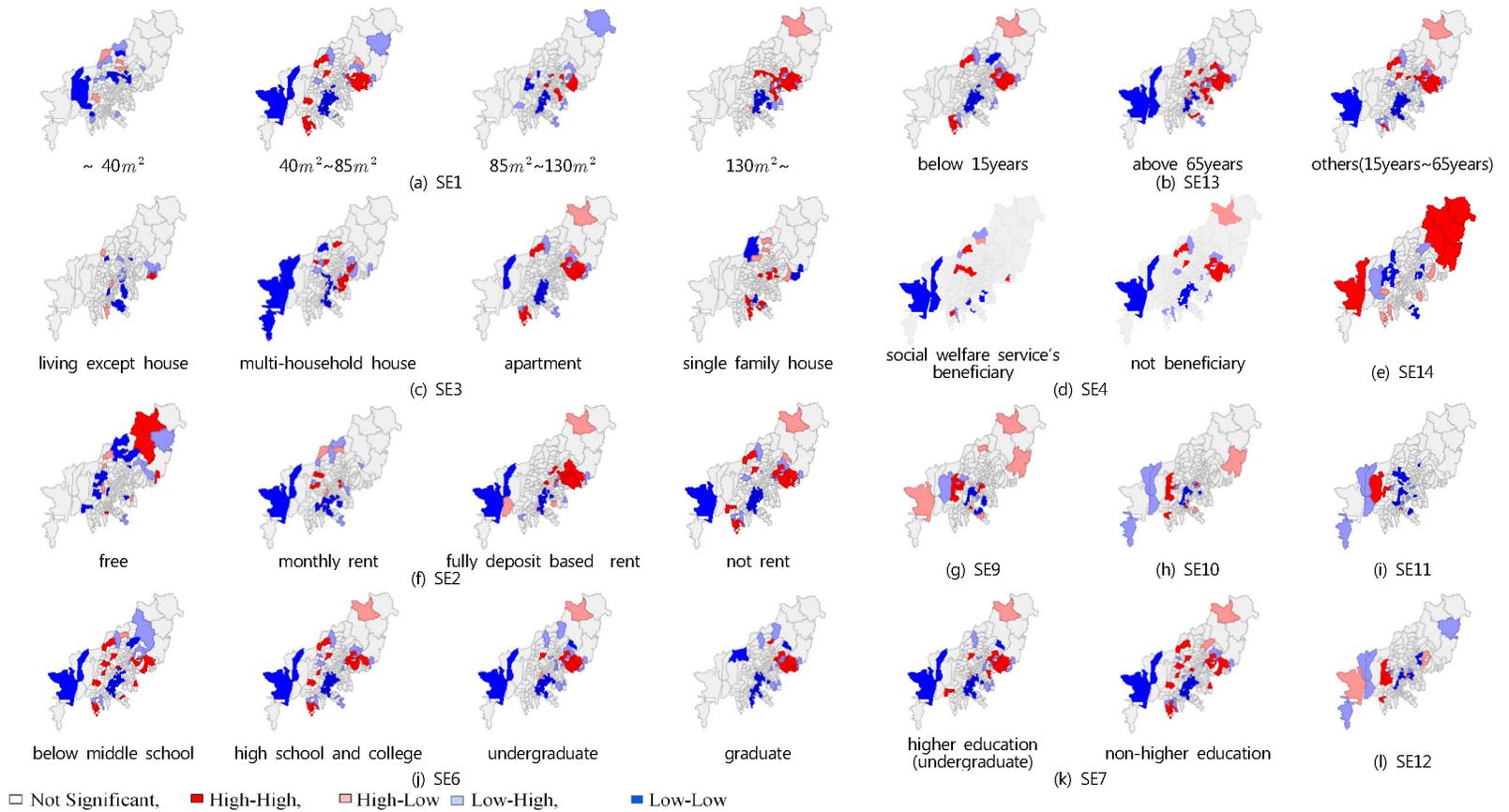


그림 7. LISA 분석 결과
Figure 7. Results of LISA