

대규모 자연재해의 근린 다양성에 미치는 영향

The Impacts of Large Natural Hazards on Neighborhood Diversity

이달별*

Lee, Dalbyul*

Abstract

This study analyzes the impacts of natural hazards on neighborhoods, focusing on their age and housing type diversity. It estimates how the diversity of neighborhoods having experienced large natural hazards since 2005 changed between 1995 and 2015, as compared to neighborhoods without such experiences. "Neighborhood" was defined as a census tract of the National Statistical Office, and longitudinal data analysis was used to clarify the differences in natural hazards' impacts according to the characteristics (damage intensity and financial independence) of the neighborhoods. The results of the analyses are as follows: First, age and housing type diversity decrease immediately in the aftermath of large natural hazards but tend to recover quickly. Second, the impacts differ in accordance with the neighborhood's characteristics. Age diversity in neighborhoods with severe damage tends to decrease sharply but increases rapidly during recovery. In neighborhoods with high levels of financial independence, age diversity tends to increase, while housing type diversity tends to decrease, and post-disaster growth rates tend to be reversed.

Key words : Natural Hazards, Neighborhood Diversity, Age, Housing Type, Census Tract

요 지

이 연구는 자연재해가 근린에 미치는 영향을 근린의 연령·주택유형 다양성을 중심으로 분석한다. 1995~2015년 사이 대규모 자연재해를 경험하지 않은 근린을 대조집단으로 설정하고 2006년 이후 재해를 경험한 근린에서의 다양성이 어떻게 변화되는가를 관찰한다. 근린을 통계청의 집계구로 정의하고, 근린의 특성(피해정도, 재정자립도)에 따른 자연재해 영향의 상이함을 밝히고자 longitudinal data analysis를 활용한다. 분석 결과는, 첫째 대규모 자연재해에 의해 연령·주택유형 다양성은 즉각적으로 감소하나 상대적으로 빨리 회복하는 경향이 있었다. 둘째 근린 특성에 따라 영향이 다르게 나타났다. 피해정도가 심각한 근린의 연령 다양성은 급격하게 감소하는 경향이 있었으나 이후 복구시기에 빠르게 증가하였다. 재정자립도가 높은 근린일 경우, 연령 다양성은 증가한 반면 주택유형 다양성은 감소하는 경향이 있었으며, 재해 이후의 증가율은 반대의 경향이 있었다. 이러한 결과는 지방정부가 자연재해 전후 근린 특성에 따른 재난관리 정책을 수립하는 데 중요한 정보를 제공할 수 있다는 점에서 의미가 있다.

핵심용어 : 자연재해, 근린 다양성, 연령, 주택유형, 집계구

1. 서 론

지난 40년간 과학자들에 의해 태풍, 폭우 등 자연재해를 일으키는 메커니즘에 대한 이해는 급속하게 증가했다. 또한 공학자들에 의해 자연재해의 강도에 따라 건조환경이 어떻게 반응하는지에 대한 이해도 진일보했다. 그동안 사회과학

자들은 자연재해로 인한 물리적 피해로부터 야기되는 사회 경제적 결과를 관찰하고 분석하는데 노력을 기울여 왔다. 미국의 HAZUS-MH 등을 비롯한 다양한 모델을 통해 과거 발생한 대규모 자연재해로 인한 물리적 피해 뿐 사회경제적 결과를 바탕으로 자연재해에 의한 우리사회의 다양한 측면에서의 영향을 예측하고자 하는 노력들이 이루어지고 있다

*교신저자, 정희원, 동의대학교 소방방재행정학과 조교수(Tel: +82-51-890-4293, Fax: +82-505-182-6850, E-mail: moon@deu.ac.kr)
Corresponding Author, Member, Assistant Professor, Department of Fire Administration and Disaster Management, Dong-eui University

(French et al., 2010).

국외에서는 2005년 허리케인 카트리나의 경험을 바탕으로 자연재해의 물리적 피해 예측을 넘어 사회경제적 영향을 거시적·미시적 관점에서 분석해왔다. 자연재해 이후의 지역 인구 구성의 변화, 주택가격의 상승 혹은 하락, 실업률 혹은 고용율의 변화를 포함하여 최근에는 주민의 일상생활이 이루어지는 근린(neighborhood)단위에서의 영향을 파악하고자 하는 연구들이 지속적으로 이루어지고 있다(Pais and Elliott, 2008; Lee, 2018b).

이러한 추세와 함께 국내에서도 크고 작은 자연재해 전후의 사회 변화에 관한 관심이 높아지고 있다. 산사태 등 자연재해에 의한 지역의 인구 유출, 주택가격등의 영향 등에 대한 연구들이 시도되고 있다. 그러나 여전히 지역주민의 삶과 밀접한 연관이 있는 근린에서의 자연재해의 영향에 대한 연구는 이루어지지 않고 있다. 근린은 일상생활이 이루어지는 최소 공간단위로, 사회·경제적 유사성을 지닌 구성원들로 이루어지며 근린의 물리·사회·경제적 변화는 구성원들에게 직간접적 영향을 미친다는 점에서 근린 단위 연구는 중요하다(Kim and Choi, 2012). 근린에 관한 연구는 지방정부가 실시하는 자연재해 관리의 전 단계에서 실질적인 정책을 수립하는데 의미 있는 정보를 제공할 수 있다는 점에서 중요한 부분이다.

이 연구에서는 자연재해가 근린에 미치는 영향을 조사하고자 한다. 특히, 대규모 자연재해로부터의 피해지역과 미피해지역을 대상으로 재해가 근린 변화 패턴에 미치는 영향을 관찰한다. 또한 근린의 사회경제적 특성에 따라 자연재해의 영향이 어떻게 상이한지를 조사한다. 근린의 특성을 인구와 물리적 특성을 집약적으로 설명해줄 수 있는 근린의 연령 다양성 과 주택유형 다양성에 초점을 맞추어 2000~2015년 간의 영향을 분석한다.

2. 선행연구

자연재해의 대규모 물리적 피해는 단기적으로는 많은 사람들로 하여금 현재 거주하고 있는 지역으로부터 대피하거나 이주하는 결과를 낳았고, 장기적으로는 다시 그들의 집, 직장, 근린으로 되돌아오는 기회를 상실하게 하는 등 지역을 예전과 다른 모습으로 바꾸는 결과를 초래 해왔다(Dash et al., 1997; Girard and Peacock, 1997; Frey and Singer, 2006). 이처럼 자연재해로 인한 지역의 건축물 및 기반시설의 손실은 사회경제적 측면에서 지역에 장·단기적 영향을 미치며, 특히 우리 사회 일상생활의 근간을 이루는 근린 붕괴로 이어질 수 있다는 점에서 중요한 의미를 가진다.

이주와 관련한 이론적 연구들은 근린 변화와 자연재해 간의 관련성을 조사하는데 중요한 기초를 제공하고 있다. 이들 연구에 따르면, 자연재해는 근린 안으로 또는 근린 밖으로 사람들을 움직이게 하는 push요인이자 pull요인으로 작동

한다. push요인으로의 작동은 대부분 일시적인 대피 혹은 이주 형태로 나타나나, 영구적인 이주를 위한 촉매로서 작용할 수 있다는 것이다(Belcher and Bates, 1983; Morrow-Jones and Morrow-Jones, 1991; Hunter, 2005). pull요인은 자연재해 이후 재건 기간 동안 재해 이전에는 존재하지 않던 경제적 기회가 제공된다는 점에 주목하면서, 건설이나 토목 관련 복구 작업에 대규모 인력이 동원되고 그들이 근린의 새로운 주민으로 정착하게 된다고 설명한다(Belcher and Bates, 1983; Pais and Elliot, 2008). 이러한 push요인과 pull요인의 상호작용은 근린 내의 인구 재배분에 직접적 영향을 끼치고 이는 근린의 특성을 변화시키는 결과를 낳을 수 있다.

재해 이후의 많은 사례연구들은 자연재해에 의한 주택의 물리적 피해 정도와 복구과정에서의 지역별 차이는 근린별 주민 구성에 변화를 야기할 수 있다고 주장한다. 심각한 물리적 피해를 경험한 근린에서는 주민의 이주 경향도 높고, 복구과정에서 물리적 환경의 변화가 급격하게 이루어져 과거와는 다른 근린으로 변화될 가능성이 높다는 것이다(Dash et al., 2007; Pais and Elliott, 2008). 2005년 발생한 허리케인 카트리나의 사회경제적 영향에 관한 연구들은 침수피해가 심한 지역일수록 주민들이 허리케인 이전에 거주하던 근린으로 되돌아올 가능성이 낮아진다고 분석하였으며, 이러한 차이는 다시 인종과 소득수준에 따라 다름을 밝혔다(Girard and Peacock, 1997; Cutter et al., 2003).

자연재해가 근린의 사회경제적 특성에 미치는 영향에 관한 실증적 연구는 근린이 일상생활의 중요한 공간이라는 폭넓은 인식에도 불구하고 활발하게 이루어지지 않았다. Wright et al. (1979)은 1960~1970년 사이의 자연재해 3개 유형에 의한 근린 변화를 연구하면서, 자연재해 피해는 10년 내에 복구되며, 부정적인 영향이 긍정적인 영향보다 크에도 전체적으로는 자연재해가 근린 변화에 영향을 미치지 않는다고 결론을 도출했다. 이에 반해 Pais and Elliott (2008)는 1990~2000년 사이에 발생한 3개의 대규모 허리케인의 영향을 조사하면서, 주요 자연재해 이후 지역은 성장하며, 이 성장은 공간적으로 불균등한 경향이 있음을 밝혔다. Lee (2018b)는 대규모 자연재해가 근린 변화에 미친 영향을 분석하기 위해 1970~2000년 자료를 이용하여 자연재해 전후의 변화 패턴의 차이를 관찰하였다. 그 결과 근린의 주요 특성 중 하나인 빈곤율의 변화 패턴이 자연재해 이후 크게 달라졌다는 결론을 내렸다.

최근 국내에서도 자연재해의 물리적 피해에 대한 연구를 넘어 지역 사회의 다양한 측면에 미치는 자연재해의 영향에 대한 연구가 시도되고 있다. 대표적으로 Park and Song (2016)은 69개 시·군을 대상으로 자연재해가 지역경제에 미치는 영향을 조사하기 위해 2001~2010년 간의 패널자료를 이용하여 시간, 계절, 산업유형에 따른 영향의 차이를 분석하였고, 각 요인마다 자연재해의 영향이 상이하게 나타남을 밝혔

다. Jung and Yoon (2017)은 우면산 산사태 이후 시간에 따른 주택 가격에의 영향 변화를 분석하였다. 우면산으로부터의 거리에 따라 영향권역을 나누어 분석한 결과, 우면산에 가까운 지역의 주택가격이 대조군에 비해 낮게 책정됨을 알 수 있었다. Lee et al. (2018)은 자연재해가 인구에 미치는 영향을 전국 시·군·구를 대상으로 1995~2015년 간 패널 자료를 이용하여 분석하였다. 인명피해가 클수록 대형재해 일수록 인구 유출 정도가 컸으며, 쇠퇴도시일수록 이런 경향은 강하게 나타났다.

그러나 이러한 국내 연구들은 사회경제 관련 자료 구득의 한계로 인해 시·군·구 단위의 분석 또는 특정지역을 대상으로 하는 사례연구가 주를 이루고 있다. 주민의 대부분 일상생활이 이루어지는 근린이 자연재해로부터 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 근린이라는 공간은 주민의 삶에 미치는 직간접적인 연관성으로 인해 주요한 분석단위로 간주되어진다(Kim and Choi, 2012; Lee, 2018a). 근린의 영향에 대한 연구는 자연재해 피해 뿐 아니라 이후 이루어지는 복구과정이 근린이라는 공간을 통해 주민의 삶에 어떤 영향을 미치는 지를 가능할 수 있다는 점에서 중요하다. 특히 자연재해 이후의 인구 이동을 통한 인구 구성원의 변화와 물리적 피해에 대한 복구사업의 결과인 주택유형의 변화에 대한 조사는 자연재해가 근린에 미치는 영향을 이해하는 데 의미 있는 시사점을 줄 수 있다.

따라서 이 연구는 자연재해가 근린에 미치는 영향을 분석하면서, 두 가지 질문에 답하고자 한다. 첫째, 시간의 따른 근린의 변화는 자연재해에 의해 지금까지와는 다른 양상을 변화되는가? 둘째, 자연재해의 근린 변화에 미치는 영향은 근린의 특성에 따라 차이가 있는가?

3. 연구방법

3.1 분석 방법

이 연구에서는 Longitudinal Data Analysis를 이용하여 자연재해에 의한 근린 변화에의 영향을 추적한다. 이 분석 방법은 패널자료를 이용하여 시간에 따른 변화를 추적하면서 변화에 있어 차이를 다차원적으로 분석하는 것으로 (Singer and Willett, 2003), 대개 두 단계로 나누어 분석한다. 자연재해의 근린 다양성에 미치는 영향을 다루는 이 연구에서 첫 번째 단계(Level 1)는 시간대별 근린의 개별 변화 궤적을 추적하여 시간에 따른 근린 내의 변화를 조사하고 두 번째 단계(Level 2)는 이러한 근린 변화 패턴에 있어 근린 간의 차이를 조사한다. Lee (2017)는 근린 변화를 정확하게 추적하기 위해서는 시간의 변화에 따른 변화 패턴을 고려해야한다고 주장하면서 근린 변화에 있어 interruption 영향을 효과적으로 이해하기 위한 모델로 longitudinal data analysis를 제안하였다. 따라서 Level 1 모형은 개별 성장모델로서, OLS 회귀분석과 유사하며, 기본 모형은

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i} TIME_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 Y_{ij} 는 시간 j 에 근린 i 의 특성, β_{0i} 는 근린 i 의 초기 상태, β_{1i} 는 주어진 기간 동안의 근린 i 의 변화율, ε_{ij} 는 근린 단위의 오차를 의미한다. 이 모형은 시간에 따른 각 근린의 변화를 나타내는 선형모형이며, ε_{ij} 로 개별 근린 변화에 있어 차이를 설명한다. Level 2 모형은 Level 1의 초기값과 변화율에 영향을 미치는 변수들의 함수로 표현될 수 있으며, 이는

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + \gamma_{01} X_{0i} + \zeta_{0i}, \quad (2)$$

$$\beta_{1i} = \gamma_{10} + \gamma_{11} X_{1i} + \zeta_{1i} \quad (3)$$

로 표현될 수 있으며, Level 1의 초기값과 변화율은 근린 특성 X 에 의해 달라질 수 있음을 의미한다.

시간에 따른 근린 변화에 있어 자연재해의 갑작스런 피해와 이에 따른 근린에의 영향을 분석하기 위해, 근린 변화의 연속적 선형모형인 Level 1 모형에서 자연재해의 영향을 나타내는 아래와 같은 비연속적 선형모형을 제안한다.

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i} TIME_{ij} + \beta_{2i} DISASTER_{ij} + \beta_{3i} POSTTIME_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

$DISASTER$ 는 자연재해 경험, 즉 피해 여부를 나타내는 더미이며, $POSTTIME$ 은 자연재해 경험 이후 시간을 나타낸다. 특정 근린이 자연재해로부터 피해를 입기 전의 두 변수 값은 모두 0이며, 재해 이후 $DISASTER$ 는 계속적으로 1의 값을 갖고, $POSTTIME$ 은 재해 1년 후이면 1의 값을, 2년 후이면 2의 값을 갖는다. 따라서 $DISASTER$ 계수 값은 자연재해로 인한 즉각적인 근린의 변화 정도를, $POSTTIME$ 은 자연재해 이후 근린 변화율의 변동을 추적한다. 이를 통해 자연재해에 의한 근린 변화에의 영향을 비연속적 선형모형으로 표현할 수 있다.

3.2 사례지역 선정

사례지역 선정을 위해 자연재해 발생빈도와 피해규모를 우선적으로 고려하되, 근린 단위 자료 구득 가능한 기간 또한 동시에 고려하고자 한다. 근린은 유사한 사회경제적 특성을 가진 집단의 최소 공간단위로 많은 연구에서 통계청에서 인구총조사를 위해 사용하는 집계구 단위 자료를 이용하여 근린의 특성을 파악하고 있다. 이 연구에서도 집계구를 근린으로 정의하고 관련 자료를 구축한다. 통계청은 현재 집계구 자료를 2000~2015년까지 5년 단위 자료를 통계지리정보서비스(SGIS)를 통해 제공하고 있다.

따라서, 근린 변화에 있어 자연재해의 영향을 파악하기 위한 관찰시점은 집계구 단위 자료가 제공되는 2000년, 2005

년, 2010년, 2015년으로 설정한다. 관찰시점 2000년과 2005년은 자연재해 이전의 근린 변화 경향을 탐색하기 위한 것으로 2000년 이전의 자연재해 영향을 최소화하기 위해 1995년까지의 자연재해 피해정도를 조사하였다. 관찰시점 2010과 2015년은 자연재해 피해 이후의 근린 변화 경향의 변화를 추적하기 위한 것이다(Fig. 1 참조). 이 연구에서는 대규모 자연재해에 의한 피해의 영향에 중점을 두고자, 연간 100억 원 이상의 피해액이 발생한 시·군·구에 속한 집계구를 자연재해로부터 피해를 입은 근린으로 정의한다.

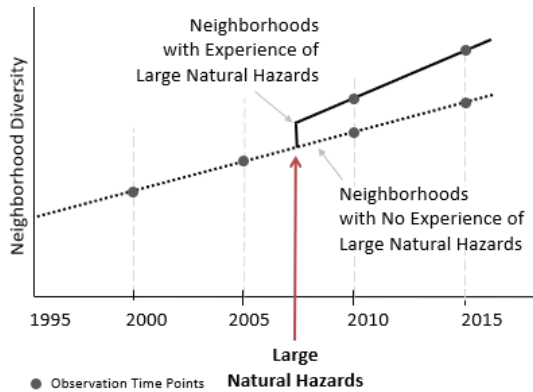


Fig. 1. Conceptual Model of the Impacts of Large Natural Hazards

이 기준에 따라 1995~2005년까지 대규모 자연재해에 의해 피해를 입지 않은 근린 중 2006~2015년 사이 큰 피해를 입은 근린을 처치집단(treatment group, Fig. 1에서 2005년 이후 굵은 실선), 이 기간 동안에도 큰 피해를 입지 않은 근린을 대조집단(control group, Fig. 1에서 2005년 이후 점선)으로 나누어 자연재해에 의한 근린 변화를 추적한다. 1995~2015년 동안 자연재해로부터 100억 이상의 피해를 입은 경험이 없는 시·군·구 65개에 속한 근린은 40,381개로 대조집단에 해당하며, 20년의 기간 동안 2006~2015년에만 큰 피해를 경험 시·군·구 5개에 속한 근린 2,163개가 처치집단으로, 이를 합친 총 42,544개 근린을 대상으로 자연재해에 의한 근린 변화를 추적하고자 한다(부록 참조).

3.3 자료 구축

통계청에서 발행하는 집계구, 시·군·구, 시·도 단위 2000년, 2005년, 2010년, 2015년 통계자료(인구, 가구, 주택, 산업)와 행정안전부에서 매년 발행하는 재해연보를 통해 시·군·구별 자연재해 총 피해액 자료를 구축하고 이를 토대로 자연재해에 따른 근린 변화를 분석한다.

이 연구에서는 근린 변화 결정지표로서 근린 다양성을 종속변수로 설정한다. 국외연구에서는 근린의 소득수준, 인종, 주택가격, 다양성 등의 지표를 활용하여 근린 변화를 추적하고 있다. 그러나 국내의 경우 통계청을 비롯한 국가기관에서 발행하는 통계자료 중 근린 사회의 특성을 충분히

설명할 수 있는 자료를 공표하지 않고 있어, 단일 지표로 근린 변화를 추정하는 데 한계가 있다. 따라서 국외연구에서 사용하는 다양성 지표를 활용하여 근린 변화 여부를 판단하였다. 특히, 연령 다양성과 주택유형 다양성으로 나누어 자연재해 전후의 근린 변화를 추적하였다.

다양성은 2개 이상의 유형을 대상으로 광역단위에서의 근린의 다양성을 상대적으로 계산해내는 엔트로피 지수(entropy index)를 이용한다. 엔트로피 지수 H_i 는 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$H_i = \sum_{m=1}^M \frac{Q_{im}}{\ln(M)} \quad (5)$$

$$Q_{im} = -\pi_{im} \ln(\pi_{im}), \text{ if } \pi_{im} > 0,$$

$$Q_{im} = 0, \text{ if otherwise.}$$

π_{im} 는 유형 m 의 근린 i 내 구성 비율, M 은 유형의 개수를 의미한다. 연령 다양성을 위해 근린 내 인구의 연령을 0~19세, 20~39세, 40~59세, 60세 이상의 4개 유형, 주택유형 다양성을 위해 주택유형을 단독주택, 아파트, 기타의 3개 유형으로 나누어 2000~2015년의 4개 관찰시점의 다양성을 계산하였다.

시간에 따른 근린 변화를 우선 추적하고자 $TIME$ 변수에 관찰시점별 0, 5, 10, 15의 값을 부여하여 15년의 시간의 흐름에 따른 영향을 추적하였으며, 자연재해의 interruption 영향을 나타내는 변수는 분석방법에서 이미 설명한 바와 같이 재해의 즉각적인 영향을 의미하며 상수값의 변화를 나타내는 $DISASTER$ 와 재해의 장기적 영향을 의미하며 근린 변화율의 변화를 나타내는 $POSTTIME$ 변수를 사용한다. 근린의 특성에 따른 자연재해 영향의 차이를 파악하기 위해, 피해정도($Intensity$)와 지자체의 특성에 따른 차이를 분석하고자 시군구별 재정자립도($L. Finance$)를 이용해 Level 2 모형을 구성하여 $DISASTER$ 와 $POSTTIME$ 에 영향을 미치는 변수($D_Intensity$, $D_L. Finance$, $PT_Intensity$, $PT_L. Finance$)로 설정하였다.

우리나라 근린 변화에 영향을 미치는 이외의 요인들을 통제변수로 설정함으로써 근본적인 근린 변화 메커니즘과 분리하여 자연재해로 인한 근린 변화를 추정하였다. 대표적으로 근린단위로는 구성원의 연령, 주택유형·규모·노후도, 산업특성과 근린이 속한 기초자치단체의 재정자립도, 광역단위의 실업률을 포함하였다.

4. 연구결과

4.1 근린의 변화

2000~2015년 사이 사례지역에 속한 근린의 변화는 Table 1에 나타난다. 전체 42,544개 근린의 인구(Population)와 인구 밀도(Density)는 15년 사이 증가하였고, 연령에 있어서는 14

Table 1. Change in Neighborhoods' Characteristics

Characteristics of Neighborhoods			Disaster Neighborhoods		Non-Disaster Neighborhoods		Total	
			Mean	St.D.	Mean	St.D.	Mean	St.D.
Neighborhood	Population	2000	479.01	316.44	478.78	356.96	478.80	355.01
		2015	465.37	176.28	488.98	160.32	487.78	161.25
	Density	2000	27,963.02	31,238.51	37,122.90	35,820.76	36,657.20	35,658.52
		2015	32,112.79	29,586.50	41,690.39	30,282.42	41,203.45	30,320.17
	R. Age < 14	2000	0.15	0.09	0.17	0.10	0.17	0.10
		2015	0.12	0.07	0.13	0.06	0.13	0.06
	R. Age ≥ 65	2000	0.05	0.07	0.04	0.04	0.04	0.04
		2015	0.13	0.10	0.11	0.07	0.11	0.07
	R. Single Housing	2000	0.31	0.37	0.31	0.38	0.31	0.38
		2015	0.24	0.35	0.20	0.30	0.20	0.31
	R. APT	2000	0.34	0.45	0.32	0.45	0.32	0.45
		2015	0.53	0.46	0.53	0.47	0.53	0.47
	R. Small Housing	2000	0.23	0.30	0.27	0.33	0.27	0.33
		2015	0.30	0.32	0.37	0.35	0.36	0.35
	R. Big Housing	2000	0.08	0.16	0.10	0.18	0.09	0.18
		2015	0.07	0.15	0.08	0.17	0.08	0.16
	R. Old Housing	2000	0.13	0.25	0.06	0.15	0.07	0.16
		2015	0.00	0.00	0.01	0.08	0.01	0.07
	R. New Housing	2000	0.17	0.28	0.16	0.31	0.16	0.31
		2015	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05
	R. 1 st Industry	2000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	R. 2 nd Industry	2000	0.04	0.09	0.03	0.10	0.03	0.10
		2015	0.04	0.10	0.03	0.09	0.03	0.09
	R. 3 rd Industry	2000	0.30	0.35	0.26	0.34	0.26	0.34
		2015	0.30	0.35	0.27	0.34	0.27	0.34
	Diversity. Age	2000	0.75	0.33	0.73	0.35	0.73	0.35
		2015	0.88	0.21	0.91	0.16	0.91	0.17
Diversity. Housing Type	2000	0.23	0.30	0.22	0.28	0.22	0.28	
	2015	0.25	0.33	0.24	0.31	0.24	0.31	
Local Areas	Finance	2000	56.63	29.35	51.16	17.67	51.44	18.48
		2015	37.67	21.79	32.70	13.80	32.95	14.35
Metropolitan Areas	Unemployment	2000	4.82	1.50	5.08	0.90	5.07	0.94
		2015	3.32	1.12	4.01	0.58	3.98	0.64
N. Neighborhoods			2,163		40,381		42,544	

Note: R.: rate, N.: number.

세 이하 인구 비율(R. Age < 14)은 감소한 반면 65세 이상 인구 비율(R. Age ≥ 65)은 감소하였다. 주택에서는 단독주택(R. Single Housing)과 대규모 주택(R. Big Housing)이 감소하고 아파트(R. APT)와 소규모 주택(R. Small Housing)이 증가하였다. 연령·주택유형 다양성(Diversity. Age and Housing Type) 모두 증가하였으며, 이 중 연령 다양성은 크게 증가한 것으로 나타났다.

자연재해 피해 근린과 미피해 근린 간의 변화 차이를

살펴보면, 미피해 근린에서 인구와 인구밀도가 증가한데 반해 피해 근린에서는 모두 감소하였다. 연령과 주택에 있어 변화 양상은 두 근린에서 비슷하게 나타났으나 미피해 근린에 비해 피해 근린에 14세 이하와 65세 이상 인구 비율이 높았다. 연령 다양성의 증가폭은 미피해 근린에서 높았고 주택유형 다양성은 비슷한 수준을 보였다.

Table 2의 Model 1과 Model 4에서도 시간에 따라 근린의 연령·주택유형 다양성이 변화하고 있음을 확인할 수 있었

Table 2. Impacts of Natural Hazards on Neighborhood Diversity

Variables	Diversity of Age			Diversity of Housing Type		
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
Initial Status						
Intercept	-0.676 ***	-0.798 ***	-0.798 ***	-0.339 ***	-0.433 ***	-0.432 ***
R. Age < 14	0.782 ***	0.832 ***	0.833 ***	0.006	0.067 ***	0.067 ***
R. Age ≥ 65	0.842 ***	0.967 ***	0.968 ***	0.337 ***	0.293 ***	0.295 ***
R. Single Housing	0.142 ***	0.162 ***	0.162 ***	-0.074 ***	-0.076 ***	-0.076 ***
R. APT	0.051 ***	0.068 ***	0.068 ***	-0.217 ***	-0.236 ***	-0.236 ***
R. Small Housing	0.031 ***	0.027 ***	0.026 ***	0.028 ***	0.021 ***	0.021 ***
R. Big Housing	-0.014 ***	-0.031 ***	-0.031 ***	-0.018 ***	-0.013 ***	-0.013 ***
R. Old Housing	0.059 ***	0.060 ***	0.060 ***	-0.022 ***	-0.025 ***	-0.024 ***
R. New Housing	-0.006 ***	-0.004 ***	-0.004 ***	0.026 ***	0.024 ***	0.024 ***
R. 2 nd Industry	0.090 ***	0.089 ***	0.089 ***	0.131 ***	0.134 ***	0.134 ***
R. 3 rd Industry	0.061 ***	0.068 ***	0.068 ***	0.137 ***	0.146 ***	0.146 ***
R. Pop to L. Pop	1.433 ***	1.317 ***	1.317 ***	1.917 ***	2.057 ***	2.056 ***
Ln Density	0.053 ***	0.050 ***	0.050 ***	0.015 ***	0.016 ***	0.016 ***
L. Finance	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***
M. Ln Pop	0.044 ***	0.052 ***	0.052 ***	0.032 ***	0.036 ***	0.036 ***
M. Unemployment	0.003 ***	0.001 ***	0.001 ***	-0.003 ***	-0.001 **	-0.002 **
M. Center	-0.002	-0.002	-0.002	-0.016 ***	-0.012 ***	-0.012 ***
Seoul 3 GUs	0.027 ***	0.027 ***	0.027 ***	-0.057 ***	-0.050 ***	-0.050 ***
<Effect of Natural Hazards>						
DISASTER		-0.012 ***	23.354 **		-0.032 ***	0.184 **
D_Intensity			-1.887 **			
D_L. Finance			0.300 **			-0.009 ***
Rate of Change						
Time	0.005 ***	0.004 ***	0.004 ***	0.001 ***	0.002 ***	0.002 ***
<Effect of Natural Hazards>						
POSTTIME		0.002 ***	-3.643 **		0.001	-0.052 **
PT_Intensity			0.388 ***			
PT_L. Finance			-0.109 ***			0.002 ***

Note: Dummy variables for each region were omitted from this table.

L.: local areas(Si, Gun, Gu), Ln: natural logarithm, M.: metropolitan areas, R.: rate, Seoul 3 GUs: Gangnamgu, Seochogu, Songpagu.

* p<.05; ** p<.01; *** p<.001

다. 근린 다양성에 영향을 미치는 근린 및 근린이 속한 기초·광역공간단위의 특성을 통제된 후에도 연령 및 주택유형 다양성 모두 시간에 따라 증가하였다(*TIME*의 계수값이 각 0.005와 0.001). Model 1의 연령 다양성을 살펴보면, 표에 생략된 광역 더미변수의 계수값의 비교를 통해 경기 지역 근린을 제외한 나머지 모든 광역에 속한 근린에서의 연령 다양성이 서울 지역 근린과 비교하여 높았다. 아파트보다 단독주택 비율이 높을수록, 대규모 주택보다 소규모 주택이 많을수록 2,3차 산업 비율(R. 2nd and 3rd Industry)이 높을수록,

광역 대비 근린의 인구 비율이 높을수록 근린의 연령다양성은 증가하는 것으로 나타났다. Model 4의 주택유형 다양성을 보면, 모든 광역의 근린에서의 다양성이 서울보다 낮았다. 연령 다양성과 반대로 단독주택, 아파트, 노후주택 비율이 높을수록 주택유형 다양성이 감소하였다.

4.2 자연재해의 근린 다양성에 미치는 영향

Longitudinal data analysis를 이용하여 자연재해가 시간의 흐름에 따라 근린 다양성 변화에 어떤 영향을 미치는 가에

대한 분석 결과는 Table 2의 Model 2와 Model 5에 나타난다. 연령 다양성에 미치는 자연재해의 영향은 통계적으로 유의미한 결과를 나타내는데, 이는 *DISASTER*와 *POSTTIME*의 계수값(각 -0.012 0.002)으로 이해할 수 있다. 이는 연령 다양성의 경우 자연재해 직후 즉각적으로 0.012만큼 감소하고, 이후 시간의 흐름에 따라 상대적으로 빠르게 증가하는 (0.002) 경향이 있음을 의미한다. 주택유형 다양성에 미치는 영향은 *DISASTER* (-0.032)만이 통계적으로 유의미한 값을 나타냈다. 이는 주택유형 다양성의 영향은 재해 직후 연령 다양성보다 크게 감소(-0.032)하나, 이후 증가율에는 변화가 없는 경향이 있음을 의미한다.

근린 다양성에서의 변화는 자연재해에 영향을 받는다는 분석 결과를 바탕으로 근린의 특성에 따라 이 영향이 어떻게 달라지는지를 longitudinal data analysis와 multilevel analysis를 혼합하여 분석하였다. 이 연구에서는 근린 특성으로 자연재해 피해 정도(DT_Intensity, PT_Intensity)와 근린이 속한 지자체의 재정자립도(DT_L. Finance, PT_L. Finance)로 설정하고 그 차이를 조사하였고, 그 결과는 Table 3의 Model 3과 Model 6에 나타난다.

Model 3을 보면, 연령 다양성에 있어 자연재해의 영향은 D_Intensity -1.887, PT_Intensity 0.388, D_L. Finance 0.300, PT_L. Finance -0.109로, 피해정도와 재정자립도에 따라 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 보여준다. 연령 다양성은 자연재해로부터 근린이 입은 피해정도가 클수록 즉각적으로 감소(-1.887)하고, 재정자립도가 높을수록 즉각적으로 증가(0.300)하는 경향이 크며, 이와 반대로 장기적으로는 피해정도가 클수록, 재정자립도가 낮을수록 연령 다양성 증가폭(각 0.388, 0.109)은 상대적으로 커지는 경향이 있었다.

Model 6은 자연재해가 근린 특성에 따라 주택유형 다양성에서는 어떤 차이를 보이는지를 나타낸다. 주택유형의 다양성에 영향을 미치는 근린의 특성으로 재정자립도가 통계적으로 의미 있는 결과를 나타냈다. 결과에 따르면 재정자립도가 낮은 지자체에 속한 근린의 주택유형 다양성은 재정자립도가 높은 근린과 비교해 자연재해 피해 이후 즉각적으로 감소하는 경향이 크며, 이후 다양성 증가폭은 상대적으로 작은 경향이 있다.

5. 결론

이 연구는 집계구 자료를 이용하여 자연재해가 근린 변화에 어떤 영향을 미치는지를 분석하였다. 근린의 특성 중 인구의 연령과 주택 유형의 다양성을 중심으로 2000~2015년 동안 이들 근린 다양성의 변화 패턴에 대한 자연재해의 영향을 추적하였다. 또한 자연재해 이전의 근린의 특성이 자연재해의 물리적 피해와 상호작용하여 근린을 어떻게 변화시키는지 조사하였다.

분석 결과는 첫째, 자연재해를 경험한 근린에서 연령 및

주택유형에서의 다양성이 즉각적으로 감소하나, 시간이 지남에 따라 재해를 경험하지 않은 근린과 비교해 빠른 속도로 다양성을 회복하는 경향이 있었다. 연령 다양성에서의 이러한 변화 추이는 자연재해로부터의 심각한 피해로 자연재해에 취약한 특정 연령층이 대피 혹은 이주를 하게 되고, 이후 그들의 복귀와 함께 복구과정에서 유입되는 특정 연령의 인력으로 근린의 연령 다양성이 빠른 속도로 회복되는 것으로 설명 가능하다. 주택유형의 다양성은 대규모 자연재해에 의해 자연재해에 취약한 특정 유형의 주택의 피해 혹은 파괴에 의해 다양성이 급격하게 감소되고 이후 복구과정에서의 새로운 유형의 주택 건설로 다양성을 회복할 가능성이 있다.

둘째, 근린의 특성(피해 정도와 재정자립도)에 따라 자연재해의 근린 다양성 변화에 미치는 영향은 차이가 있었다. 피해정도는 연령 다양성에만 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤는데, 피해정도가 클수록 연령 다양성은 급격하게 감소한 뒤 상대적으로 빠른 속도로 회복하였다. 근린이 속한 지자체의 재정자립도는 연령 다양성과 주택유형 다양성에 반대의 영향을 끼쳤다. 재정자립도가 높은 지자체에 속한 근린은 재해 직후 연령 다양성이 즉각적으로 증가하나 서서히 감소하는 경향이 있었고, 주택유형 다양성은 즉각적으로 감소하나 서서히 증가하는 경향이 있었다.

이러한 분석 결과는 대규모 자연재해 이후 근린 단위 변화에 대한 정보를 제공함으로써 재난관리 단계별 시사점을 줄 수 있다. 자연재해에 의한 근린의 부정적인 변화를 최소화하기 위해 근린 변화에 있어 상이한 결과를 야기하는 근린 특성에 따라 예방, 대비, 대응, 복구에 있어 지방정부가 적합한 정책을 수립할 수 있는 기초 자료를 제공할 수 있다. 특히, 매년 수립되는 지방정부의 안전관리계획에 근린의 특성 및 현황을 분석하고 이에 대처하는 전략을 수립할 수 있으며, 대규모 사업에 대한 재해영향평가 시 사업이 입지하는 근린의 특성 분석을 통해 주변지역에의 영향을 파악하는데 도움을 줄 수 있다.

References

- Belcher, J., and Bates, F. (1983). Aftermath of natural disasters: Coping through residential mobility. *Disasters*, Vol. 7, No. 2, pp. 118-128.
- Cutter, S., Boruff, B., and Shirley, L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, Vol. 84, No. 2, pp. 242-261.
- Dash, N., Morrow, B., Mainster, J., and Cunningham, L. (2007). Lasting effects of Hurricane Andrew on a working-class community. *Natural Hazards Review*, Vol. 8, No. 1, pp. 13-21.
- Dash, N., Peacock, W., and Morrow, B. (1997). And the

- poor get poorer: A neglected black community. In W. Peacock, B. Morrow, and H. Gladwin (Eds.), *Hurricane Andrew: Ethnicity, gender, and the sociology of disasters* (pp. 206-225), New York, NY, USA: Routledge.
- French, S., Lee, D., and Anderson, K. (2010). Estimating the social and economic consequences of natural hazards: Fiscal impact example. *Natural Hazards Review*, Vol. 11, No. 2, pp. 49-57.
- Frey, W., and Singer, A. (2006). *Katrina and Rita impacts on Gulf coast populations: First census findings*. The Brookings Institution, Washington DC, USA.
- Girard, C., and Peacock, W. (1997). Ethnicity and segregation: Post-hurricane relocation. In W. Peacock, B. Morrow, and H. Gladwin (Eds.), *Hurricane Andrew: Ethnicity, gender, and the sociology of disasters* (pp. 191-205), New York, NY, USA: Routledge.
- Hunter, L. (2005). Migration and environmental hazards. *Population and Environment*, Vol. 26, No. 4, pp. 273-302.
- Jung, E., and Yoon, H. (2017). The impacts of landslide disaster on housing prices. *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 52, No. 4, pp. 153-170.
- Kim, H., and Choi, J. (2012). Spatial distribution of neighborhood deprivation index for Seoul. *The Geographical Journal of Korea*, Vol. 46, No. 3, pp. 273-285.
- Lee, D. (2017). Neighborhood change induced by natural hazards. *Journal of Planning Literature*, Vol. 32, No. 3, pp. 240-252.
- Lee, D. (2018a). Neighborhood change in great Korean cities: Change in type of neighborhoods in seven great cities between 2000 and 2010. *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 53, No. 4, pp. 71-86.
- Lee, D. (2018b). The impact of natural disasters on neighborhood poverty rate: A neighborhood change perspective. *Journal of Planning Education and Research*, Epub ahead of print 11 April 2018, DOI: 10.1177/0739456X18769144
- Lee, E., Kim, H., and Song, J. (2018). The impacts of natural disasters on population outflow: Focusing on the flood. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 18, No. 7, pp. 137-147.
- Morrow-Jones, H., and Morrow-Jones, C. (1991). Mobility due to natural disaster: Theoretical considerations and preliminary analyses. *Disasters*, Vol. 15, No. 2, pp. 126-132.
- Pais, J., and Elliott, J. (2008). Places as recovery machines: Vulnerability and neighborhood change after major hurricanes. *Social Forces*, Vol. 86, No. 4, pp. 1415-1453.
- Park, H., and Song, J. (2016). The impacts of natural disaster on local economy. *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 51, No. 2, pp. 193-213.
- Singer, J., and Willett, J. (2003). *Applied longitudinal data analysis: Modeling change and event occurrence*. New York, NY, USA: Oxford University Press.
- Wright, J., Rossi, P., Wright, S., and Weber-Burdin, E. (1979). *After the clean-up: Long-range effects of natural disasters*. Beverly Hills, CA, USA: Sage Publications.

Received	December 12, 2019
Revised	December 17, 2019
Accepted	January 15, 2020

[부록]

- 처치집단(5개): 서울 서초구, 부산 금정구, 전북 익산군, 전남 진도군 · 강진군
- 통제집단(65개): 서울 종로구 · 중구 · 용산구 · 성동구 · 광진구 · 동대문구 · 중랑구 · 성북구 · 은평구 · 서대문구 · 마포구 · 양천구 · 강서구 · 구로구 · 금천구 · 영등포구 · 동작구 · 강남구 · 송파구 · 강동구, 부산 중구 · 동구 · 부산진구 · 동래구 · 북구 · 연제구 · 수영구 · 사상구, 대구 중구 · 동구 · 서구 · 남구 · 북구 · 수성구 · 달서구, 인천 중구 · 동구 · 남구 · 연수구 · 남동구 · 부평구 · 계양구 · 서구 · 옹진군, 광주 동구 · 서구 · 남구 · 북구, 대전 동구 · 중구, 울산 중구 · 북구, 경기 성남시 · 부천시 · 안산시 · 과천시 · 오산시 · 군포시 · 의왕시 · 하남시, 충북 증평군, 충남 계룡시, 전북 순창군, 전남 목포시, 경북 경산시