

# 도시화와 재해피해 그리고 경제성장에 관한 지수분해분석

## Index Decomposition Analysis for Urbanization, Disaster Damages and Economic Growth

최충익\*

Choi, Choongik

### Abstract

This paper aims to explore the dynamic relationship among urbanization, disaster damages and economic growth. Also the analysis attempts to figure out spatio-temporal patterns of disaster damages in terms of socioeconomic factors: GDP and population. In terms of methodological approach, this study tackles the spatio-temporal characteristics of regional disaster damage through the index decomposition analysis based on I=PAT equations. There have been many studies on the decomposition to quantify the impact of different factors on the change of energy consumption. However, there are hardly any attempts to decompose natural disaster damages, which may be regarded as environmental impacts of IPAT. The outcome and methodology of this article may make a contribution to the deep implications and wide applications in understanding the characteristics of regional disaster damages in developing countries in comparison with developed countries.

키 워 드 ▪ 도시화, 경제성장, 인구, IPAT 모형, 환경영향

Keywords ▪ Urbanization, Economic Growth, Population, IPAT Model, Environmental Impacts

### I. 서론

1900년대 전 세계를 지배한 현상이 도시화였다면 2000년대 들어서 국제적 화두는 단연 기후변화라고 할 수 있다. 미래사회에서 이들 현상은 전 지구적으로 거역할 수 없는 두 가지 현상으로 자리매김 할 것이며 지금도 세계 곳곳에서 막대한 영향을 미치고 있다. 가속화되는 도시화 추세 속에 기후변화의 영향력은 앞으로 우리사회에서 더욱 극명하게 나타날 것이라는 것이 전문가들의 공통된 견해다(Norman, 2008; Klein et al., 2007; 최충익, 2011). 국제사회를 지배하고 있는 기후변화와 도시

화의 흐름에 대한 이해는 이제 국가의 지속가능한 발전뿐만 아니라 삶의 질을 결정하는 유력한 조건이 되었다.

미래사회의 흥망성쇠는 불확실성이 높은 기후변화 리스크에 세계 각국들이 얼마나 잘 적응하는가에 달려있다고 해도 과언이 아니다. Giddens(2009)는 그의 역설(Giddens's paradox)을 통해 기후변화 위험이 직접 손으로 만져지지 않고 일상생활에서 직접적으로 감지할 수 없는 경우가 많아 거대한 위험이 다가옴에도 뚜렷한 조치를 취하지 않는 경향이 있음을 경고한다. 기후변화는 지구 온난화, 기상재해, 오존층 파괴, 해수면 상승, 생물종 다양성 감

\*강원대학교 행정학과 부교수 (주저자: choich@kangwon.ac.kr)

소, 사막화 등 다양한 형태로 인간행태에 환경충격 (environmental impacts)을 주고 있다. 아울러 지금 세계는 전례 없는 속도로 도시화되고 있다. 세계 도시화 비율은 1950년 28.3%에서 2010년에는 50%로 확대되었다(UN, 2012). 도시화는 일정 공간에 다양한 시설과 기능이 집중됨에 따르는 인구집중 현상으로 여러 가지 환경문제를 동반하는 경향을 가지고 있다. 지구촌 환경문제는 늘 존재해 왔지만 향후 더욱 역동적인 모습을 보일 것이라는 전망이 지배적이다.

전 세계적으로도 재해발생 수는 2000년대 들어 급격히 증가하고 있으며 기후변화에 따른 영향으로 그 유형이 점차 다양화되고 있다(IPCC, 2012). 이는 향후 기후변화의 영향이 다양한 자연재해 발생으로 현실화되고 있음을 시사하고 있어 국가 및 지역차원의 대응이 절실함을 보여준다.

재해피해는 지극히 동태적 양상을 지닌다. 언제 어느 곳에서 어떤 규모의 재해가 발생할지 정확한 파악이 어렵기에 그 불확실성에 대한 대응노력은 인류가 존재하는 한 지속될 수밖에 없다. 재해피해가 고도로 도시화된 지역에 발생하는지 인적이 드문 농촌지역에 발생하는지, 선진국에 발생하는지 아니면 저개발국가에 발생하는지에 따라 유사한 자연재해라도 전혀 다른 파급효과를 갖게 된다(Grasso, 2007; World Bank and UNISDR, 2010). 한편, 지역별 다양한 자연재해 위험인자는 사회경제적 여건에 따라 공간적 맥락을 달리하며 피해를 발생시킨다. 이는 기후변화에 따라 발생하는 자연재해의 영향과 특징을 파악하는 것도 중요하지만, 지역 간 존재하는 재해저감 여건의 차이도 중요하게 다루어져야 함을 의미한다(Adger et al., 2006).

이처럼 자연재해피해는 시·공간적 다양성을 지니기에 대응계획수립을 위해서 그 피해특성의 역동성을 파악할 필요가 있다. 본 연구는 복잡한 피해양상을 인구와 GRDP(Gross Regional Domestic

Product)라는 핵심 변수들을 통해 사회경제적 맥락을 고려하여 실증분석하고자 한다. 지역별 발생하는 자연재해피해를 경제적 빈부와 도시화 심화 정도, 재해저감 능력차이 등의 사회경제적 여건을 반영하여 살펴봄으로써, 해당 지역의 역동적 상황에 맞게 전략적으로 정책을 수립할 수 있도록 정보를 제공해줄 것으로 기대한다. 도시화와 경제규모는 지역의 개발 상태에 따라 다양한 재해피해 패턴을 나타내기 위해 각 지역별 피해특성을 요인별로 파악하여 향후 지역발전의 방향을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

## II. 이론적 배경 및 이슈 고찰

본 연구는 시간적·공간적 맥락에 따라 전혀 다른 파급효과를 가지는 재해피해의 동태적 특성 파악을 위해 수정된 IPAT 모형을 통해 접근하고 있다. 이를 위해 자연재해 피해를 환경충격으로 파악하고 있으며 사회경제적인 변수를 활용하여 국가별·지역별 발생하는 자연재해 피해 패턴을 구조적으로 파악하고자 시도한다. 기존 IPAT 모형은 주로 에너지 분야에서 온실가스 배출요인을 규명할 때 활용되었으나(Ang et al., 2001; Liu et al., 2007), 본 연구에서는 재해피해를 인간 활동에 의해 촉발되는 일종의 환경충격 변수로 파악하여 수정된 IPAT모형을 새롭게 구축하였다. 나아가 저개발 낙후지역이나 미개발 농촌지역의 경우 자연재해 대응에 더욱 취약할 수 있음을 실증하고, 이들 지역에 대한 막연한 관심과 지원이 아니라 해당 지역의 상황과 여건에 맞는 맞춤형 지원이 이루어질 필요가 있음을 정책적으로 제안하고자 한다.

본 연구는 환경오염, 환경 스트레스, 환경위기로 표현되는 일련의 환경 영향(environmental impacts)에 자연재해피해를 포함하여 접근하고 있다. IPCC (2007)는 기후변화가 전세계 자연재해피해를 늘리

고 있으며 도시화 추세는 이를 더욱 가속화시키고 있음을 주지시킨다. 기존 연구들에서는 환경영향이

인간의 활동에 많은 영향을 주는 자연재해 피해는 단지 지리학적·기상학적인 이유에서만 발생하지 않는

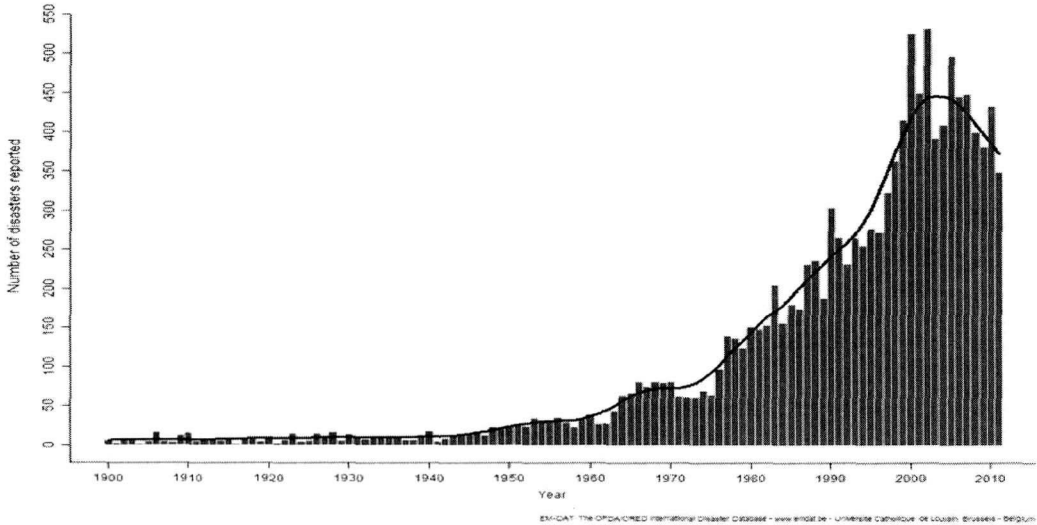


그림 1. 최근 110년간 세계 자연재해 발생현황 (출처 : <http://www.emdat.be/natural-disasters-trends>)

Fig. 1. The Trend of World Natural Disasters for the Past 110 Years

주로 온실가스 배출 및 에너지소비와 같은 환경오염 변수를 중심으로 IPAT모형이 활용되었으나, 본 연구에서는 환경영향 변수로 자연재해피해를 활용하여 환경문제를 기후변화와 도시화라는 최근 추세를 반영하여 모형을 변형하였다.

Commoner(1971)는 현대 인류가 직면한 환경위기와 충격에 영향을 미치는 주요 변수로서 경제성장(economic growth)을 주목하였다. Ehrlich & Holdren(1971)역시 환경오염의 원인이 경제활동과 새로운 기술의 출현으로 규정하며 이들 간의 관계를 규명하기 위한 연구가 지난 40여 년간 활발하게 진행되었으며 IPAT 모형은 방법론적으로 이들 연구의 핵심을 이룬다. 기존 IPAT모형을 활용한 연구는 환경충격을 설명하는 변수로서 에너지 소비량(energy consumption)을 선택하고 있으며 특히 이산화탄소 배출량을 종속변수로 인간의 경제활동 특성을 설명해 왔다(Zha et al., 2010; Liu et al., 2007; Ang, 2004).

다는 것이 학자들의 공통된 의견이다. 최근 들어 사회 경제적 요소와 기상학적 요소들을 결부시켜서 수해를 설명하려는 시도들이 많이 이루어지고 있다. 자연재해의 증가추세를 생태학적·지리학적 요소뿐만 아니라 사회경제학적·기상학적 요소들이 결합해서 나타난 복합 현상으로 보려는 시각이 지배적이다(Changnon et al., 2000; Pielke et al., 2000; 최충익, 2008).

이에 본 연구는 환경충격을 설명하는 변수로서 기후변화와 도시화의 특성을 반영하는 지역별 자연재해 피해액을 사용하고 있다. 급속한 도시화와 예측 불가능한 기후변화 그리고 인간의 경제활동이 자연재해피해에 지대한 영향을 미치고 있음에 착안하여 IPAT모형을 확장·응용한 점이 본 연구의 핵심이자 타 연구와의 차별성이다. 이에 따라 본 연구에서 인구변화는 도시화효과를 반영하며 1인당 GRDP는 지역의 경제활동 정도를 나타내는 대리변수(proxy variable)로 파악하여 실증분석 하였다.

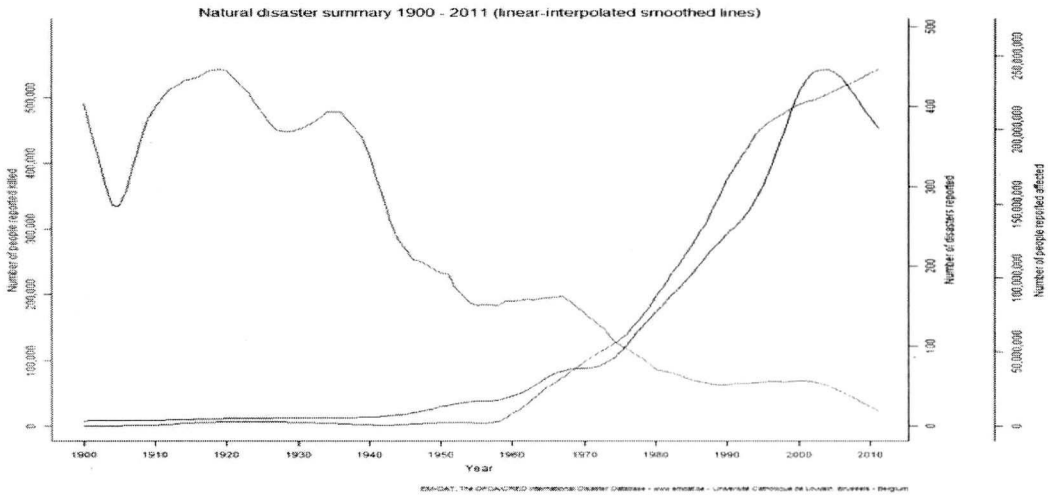


그림 2. 최근 110년간 재해발생 특성 (출처:http://www.emdat.be/natural-disasters-trends)

Fig. 2. The Damages of World Natural Disasters for the Past 110 Years

최근 재해피해를 환경영향의 하나로 인식하는 연구가 활발하다(UNDP, 2004; UNISDR, 2012; ESCAP, 2010). 또한 자연재해와 기후변화를 도시화와 경제성장의 관점에서 바라보는 연구도 활발히 이루어지고 있다. 특히, Sanderson(2007)은 최근 자연재해 피해 증가 원인을 도시화에 있다고 주장하면서 재해저감을 위해 도시화 및 도시개발의 완급이 조절되어야 함을 강조하고 있다. Changnon et al(2000), Pielke et al.(2000)의 연구도 자연재해 피해의 증가는 사회경제적인 요소에 의해 주로 결정되고 있음을 주장하면서 지속가능한 개발을 이루기 위해서는 도시화 및 경제성장의 문제가 보다 중요한 요소로서 다루어져야 함을 역설한다(Choi, 2010).

아울러 부가 축적되면서 재산 가치가 증가하고 동일한 위험수준에도 피해의 규모가 더욱 커질 수 있음을 지적하고 있다. 그러면서 도시화가 진행됨에 따라 수해에 취약한 지역으로 사람들이 밀집하게

되어 더욱 취약해지고 있음을 강조한다(Pelling, 2007; Sanderson, 2000). 하지만 최근 들어 단순히 도시화가 자연재해를 증가시키지만은 않을 것이라는 주장도 있다. 도시화된 상황에서도 새로운 형태의 재해관리시스템이 등장하게 되어 보다 체계적으로 재해 상황을 통제할 수 있도록 해준다는 것이다(최충익, 2008). Changnon(2000)과 Pielke(2000)를 비롯한 학자들도 인구 증가는 결국 자연재해 취약 지역에서의 인구를 증가시켜 그 피해를 더욱 크게 할 것이라고 주장하고 있다.

EM-DAT자료에 의하면 최근 110년간 주요 자연재해 발생건수를 살펴보면 2000년대를 전후하여 급격하게 증가하고 있으며 매년 500여건에 달하는 자연재해가 전 세계를 강타하며 지구촌에 크고 작은 영향을 미치고 있다(그림 1 참조). UN 자연재해경감을 위한 국제기구인 ESCAP and UNISDR(2012) 역시 최근 30년간 자연재해 발생을 비교분석하면서 홍수, 태풍, 가뭄, 이상기온 등 극한 기후현상이 급

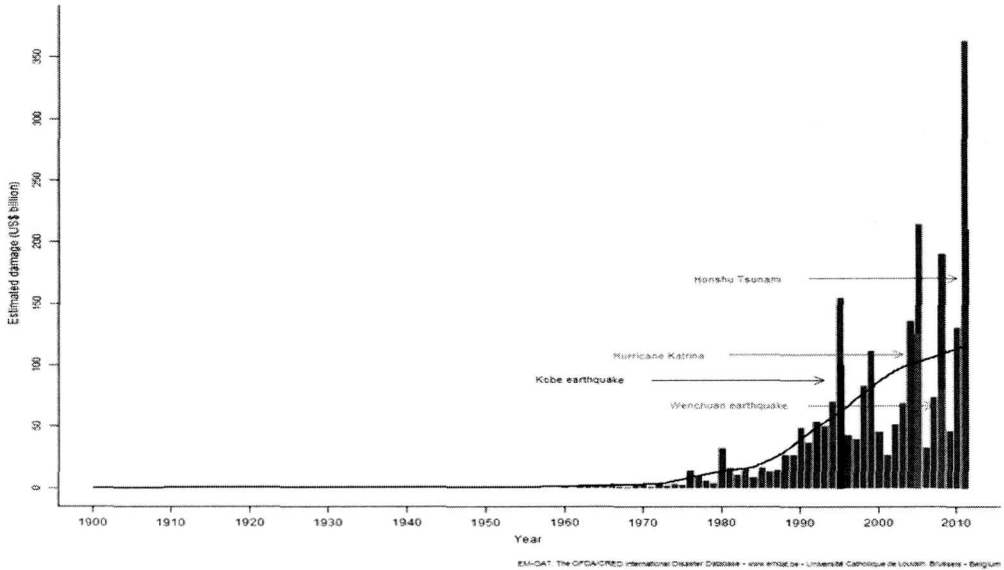


그림 3. 최근 110년간 세계 재해피해액 현황 (출처: <http://www.emdat.be/natural-disasters-trends>)

Fig.3. The Trend of World Natural Disaster Damage for the Past 110 Years

증하고 있음을 실증하고 있다.

최근 110년간 자연재해피해 현상에는 사회경제적 측면에서 두 가지 특징을 보여준다. 첫째, 늘어나는 피해액에 비해 자연재해로 인한 인명피해 수는 꾸준히 감소하고 있다는 점이다. 특이한 것은 사망 및 실종 등의 자연재해로 인한 직접적인 피해는 감소하고 있지만 재해로 인해 유발되는 간접피해로 영향을 받는 사람들의 수는 급증하고 있다는 것이다(그림 2 참조). 둘째, 자연재해 발생횟수의 증가에 비해 피해액이 급증하고 있다는 것이다. 세계 경제규모가 증가함에 따라 피해액이 늘어나는 것은 예상된 결과라고 볼 수 있으나 그 증가의 폭은 훨씬 가파른 모습이다(그림 3 참조).

기후변화로 인한 자연재해의 빈도 및 강도의 상승과 불확실성 증가는 빈부를 막론하고 모든 국가와 도시들에게 위협이 되고 있다. 이에 본 연구는 경제성장으로 인한 국가나 지역의 발전이 자연재해 저감에 제대로 기여하는가를 살피고자 한다. 경제발전이 따라 보다 많은 자원을 자연재해 대응을 위한 자원으로

활용할 수 있음에도 불구하고 여전히 많은 국가와 지역들이 위협에 노출되어 있는 것이 현실이다.

경제성장은 지역에게 자연재해 발생을 예방하고 대응할 수 있는 각종 자원을 제공해줄 수 있는 일종의 기초체력 역할을 한다. 동시에 도시화와 인구증가 등을 동반하면서 재해피해를 증가시킬 수 있기에 양날의 칼과 같다. 게다가 도시화는 경제적 활동의 집중도를 높여 사람들을 더 유인하는 경향이 있다. 이는 자연재해에 더욱 취약하게 만드는 경향이 있으며 동일 재해로 인해 더 많은 사람들이 영향을 받게 되는 위험을 양산하게 된다. 하지만 어느 정도 도시화가 진행되게 되면 자연재해에 효과적으로 대응할 수 있는 규모의 경제를 갖추게 되어 피해를 저감시킬 수 있는 체력(resilience)을 회복할 수도 있어 도시화의 양면성을 파악해야할 필요가 있다(UN, 2012, 최충익, 2008). 이처럼 자연재해 피해, 경제성장 그리고 도시화의 과정은 국가나 도시마다 지극히 역동적인 양상을 보이고 있다. IPAT모형을 통해 시계열적 동태성과 횡단면적 지역별 다양성을 살펴보면서 입체적으로 접

근해야 하는 이유가 여기에 있다.

$$Impacts (Damages) = P \times A \times T \quad \text{식(1)}$$

### III. 연구방법 및 자료

#### 1. IPAT 모형 설정

본 연구의 방법론은 IPAT모형의 변형과 지수분해 분석(IDA, Index Decomposition Analysis)에 근거한다. IPAT모형은 환경충격(Impacts, I)을 유발하는 세 가지 주요 요인인 인구(Population), 경제적 풍요도(Affluence), 기술 성향(Technology)으로 구성되는 단순 방정식에서부터 시작한다(Ehrlich & Holdren, 1971). 환경충격을 일으키는 주요 원인이 인간의 개발행위에 있다고 보고 인구, 경제적 부, 기술을 주요 변수로 파악하는 이 모형은 다음의 식을 기본으로 가정한다.

$$Impact(I) = Population(P) \times Affluence(A) \times Technology(T)$$

통상적으로 IPAT모형은 에너지 분야에서 온실가스 배출요인을 규명할 때 주로 사용되어 왔으며, 이때 환경오염(I)은 이산화탄소 배출량을 나타낸다(Ang, 2005; Ang et al., 2001; Liu et al, 2007; Kwon, 2005). Commoner(1990)는 환경문제의 주범이 인구나 경제적 부의 증가가 아닌 생산기술(T)에 있다고 파악하면서, 산업구조 변화나 에너지 효율개선 효과와 같은 기술개선이 이루어지게 될 경우 오히려 환경 충격을 저감시킬 수 있음에 주목한다.

본 연구는 UNISDR(2012), ESCAP(2010), World Bank(2013)에 기초하여 자연재해 피해를 환경영향의 하나로 인식하여 도시화와 경제성장과의 관계를 파악하고자 한다. 이에 기후변화로 인한 자연재해 피해증가 역시 인간의 개발행위에 민감하게 영향을 받고 있음을 고려하여 다음과 같은 변형된 IPAT모형을 산정하였다.

$$= Population \times \frac{GRDP}{Population} \times \frac{Damages}{GRDP}$$

위 식 (1)을 LMDI지수분해방식(Log-Mean Divisia Index Method)을 통해 분석하면 각 변수들이 시간의 함수임을 가정하고 양변에 로그를 취하여 미분하면 식 (2)와 변화율에 관한 방정식 식 (3)을 도출할 수 있다(Ang, 2005).

$$\frac{d}{dt} \ln D = \frac{d}{dt} \ln P + \frac{d}{dt} \ln A + \frac{d}{dt} \ln T \quad \text{식(2)}$$

$$\frac{1}{D} \frac{dD}{dt} = \frac{1}{P} \frac{dP}{dt} + \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} + \frac{1}{T} \frac{dT}{dt} \quad \text{식(3)}$$

이때 식(3)을 초기년도(0)과 종료연도(t)사이를 기준으로 적분하게 되면 원래 식이 가지고 있던 차원을 그대로 유지하게 되며 로그평균을 가중치로 사용하여 LMDI 분해분석을 사용하게 되면 식(4)와 같이 된다.

$$\ln \frac{D(t)}{D(0)} = \ln \frac{P(t)}{P(0)} + \ln \frac{A(t)}{A(0)} + \ln \frac{T(t)}{T(0)} \quad \text{식(4)}$$

여기서 식(4)의 양변에  $\frac{D(t) - D(0)}{\ln D(t) - \ln D(0)}$  을 곱하여 계산하면 다음 식(5)와 같이 완전하게 분해된다.

$$D(t) - D(0) = \frac{D(t) - D(0)}{\ln D(t) - \ln D(0)} \times \ln \frac{P(t)}{P(0)} + \frac{D(t) - D(0)}{\ln D(t) - \ln D(0)} \times \ln \frac{A(t)}{A(0)} + \frac{D(t) - D(0)}{\ln D(t) - \ln D(0)} \times \ln \frac{T(t)}{T(0)} \quad \text{식(5)}$$

이 식을 일반화시키게 되면  $E_i = \frac{D(t) - D(0)}{\ln D(t) - \ln D(0)} \times \ln \frac{E(t)}{E(0)}$  가 되어 자연재해 피해에 영향을 주는 세 개의 요소들( $E_P, E_A, E_T$ )로 분

해된다. 이를 정리하면 다음 식(6)과 같다.

$$\Delta D = D(t) - D(0) = E_p + E_A + E_T \quad \text{식(6)}$$

이 분해된 요소들을 합하게 되면 자연재해피해의 변화값과 정확히 같아지게 되며, 이때 인구효과( $E_p$ )와 경제적 풍요도를 의미하는 생산효과( $E_A$ )는 기존 IPAT항등식과 동일한 의미를 가지며, 다만 기술요소를 나타내는  $E_T$ 는 환경영향을 상쇄하는 기술효과, 즉 자연재해피해를 저감 및 상쇄시키는 일련의 기술효과를 의미하게 된다. 본 분석모형에서 인구효과는 지역별 도시화에 따른 자연재해피해증가분을 설명하게 되며 생산효과는 지역별 일인당 생산량 증가효과로서 경제규모에 따른 피해액 증가를 설명하게 된다. 한편, 원단위효과로 나타나는 기술효과는 자연재해피해를 줄이는 상쇄효과를 의미하며 경제발전에 의한 자연재해피해 대응기술 발달효과를 반영하게 된다. 이에 대해 본 연구에서는 경제발전에 따른 재해저감의 상쇄비율(offset ratio)은  $Offset_{ratio} = -\frac{E_T}{E_A} \times 100(\%)$ 와 같이 정의될 수 있다.

이 경우 상쇄비율이 100을 넘게 되면 경제성장에 따른 재해피해 증가가 원단위효과로 말미암아 완전하게 상쇄되었음을 의미하게 된다. 반대로, 상쇄비율이 음수의 값을 가지게 되면 재해피해 원단위가 악화됨으로써 오히려 재해피해가 증가되었음을 의미하게 된

다. 지역 단위의 분석에서 상쇄효과에 의해 기술효과가 음의 부호를 가지게 됨은 첨단화된 예측장비기술과 다양한 재해대응 설비를 갖춘 지역의 경우 자연재해피해가 줄어들었음을 시사한다. 이 경우 두 가지 관점에서 파악될 수 있다. 첫째, 심각한 재해피해 발생이 지역의 경제성장을 저해하여 악순환이 발생한 경우이고, 둘째는 침체된 경제상황이 재해대응을 소홀하게 하여 재해저감이 악화될 수 있다는 점이다.

이처럼 상쇄비율이 나타내는 기술효과는 지역 단위 분석에서 보다 명확하게 드러난다. 이에 본 연구는 이 같은 기술효과가 지역 및 지역의 레질리언스(resilience) 정도를 나타내는 척도가 될 수 있음에 착안하여 국내 시·도 단위 Data를 활용해 실증분석하고자 한다.

## 2. 자료

본 연구는 지역별 자연재해 피해특성을 IPAT모형을 활용하여 규명하고 있으며 이를 위해 16개 시·도별 GRDP와, 인구, 자연재해피해액에 관한 자료를 구축하였다. 구축된 자료는 일정 단위별로 초기년도(0)와 종료년도(t)로 자료를 구분하여 해당기간의 이동평균자료(moving average data)를 사용하여 자료의 변동 폭을 조정하여 분석하였다. 특히 자연재해 피해액의 경우 피해를 크게 입은 해와 입지 않은 해의 변동 폭이 커 분석이 용이하지 않음

표 1. IPAT 분석모형 자료 Table 1. The Data of IPAT Model

변수명 (Variables)	자료 출처 (Source)	자료범위 (Period)	비고 (Contents)
인구 (Population)	통계청 인구총조사 자료 ( <a href="http://kosis.kr/gen_etl/">http://kosis.kr/gen_etl/</a> )	1990년-2010년	인구센서스 자료 (5년 단위)
지역내총생산 (GRDP)	통계청 지역내총생산 자료 ( <a href="http://kosis.kr/gen_etl/">http://kosis.kr/gen_etl/</a> )	1990년-2010년	2010년 가치환산 가격 적용 (각 년도)
자연재해피해액 (Natural Disaster Damage)	소방방재청 재해연보의 시도별 피해액 자료	1990년-2010년	2010년 가치환산 가격 적용 (각 년도)



최종익

표 2. IPAT 모형 변수별 변화경향 Table 2. The Descriptive Statistics of Variables used in the IPAT Model

연대(period) 지역(region)₩	연평균 자연재해 피해액 Annual Average of Disaster Damage (백만원, million won)		평균 GRDP Annual Average GRDP (billion won)		연평균 인구 Annual Average Population (1,000 persons)	
	1990년대 1990s	2000년대 2000s	1990년대 1990s	2000년대 2000s	1990년대 1990s	2000년대 2000s
서울 Seoul	10,543	10,602	145,866	242,348	10,410	9,749
부산 Busan	5,974	45,795	35,689	54,450	3,803	3,520
대구 Daegu	1,718	8,964	21,892	32,841	2,337	2,454
인천 Incheon	7,276	7,388	27,700	46,992	2,060	2,539
광주 Gwangju	3,551	5,577	12,674	21,386	1,198	1,410
대전 Daejeon	3,835	8,730	13,399	22,811	1,160	1,432
울산 Ulsan	827	19,608	32,856	48,137	967	1,043
경기 Gyeonggi	203,906	108,764	97,852	193,315	6,896	10,158
강원 Gangwon	149,483	602,235	17,194	26,341	1,523	1,470
충북 Chungbuk	63,375	96,579	18,574	30,622	1,392	1,471
충남 Chungnam	67,966	108,007	24,006	54,573	1,889	1,907
전북 Jeonbuk	18,587	113,983	19,011	29,580	1,985	1,811
전남 Jeonnam	47,636	157,733	28,386	47,567	2,287	1,846
경북 Gyeongbuk	124,753	246,577	37,334	66,547	2,766	2,629
경남 Gyeongnam	73,214	403,475	55,887	68,354	3,273	3,044
제주 Jeju	5,833	25,191	5,385	8,881	510	524
전국	788,473	1,969,219	567,422	994,745	43,972	47,006

을 감안하여 일정 기간 단위로 조정하여 기간별 평균 피해액을 분석하였다.

기존 에너지관련 연구의 경우 관련 자료들이 점증적인 형태를 보이기 때문에 특정 시점의 횡단면 자료를 사용하는 것이 타당할 수 있으나 자연재해 피해의 경우 피해가 발생하지 않은 년도가 존재할 수 있기 때문에 자료의 안정성을 위해 평균 수치를 사용하는 것이 타당할 것으로 판단하였다.

국내 GRDP 자료는 통계청 경제활동별 지역내총생산 자료를 사용하며 인구자료는 통계청 조사관리

국의 인구총조사 자료를 활용한다. 자연재해피해액 자료는 재해연보의 시도별 연도별 자연재해피해액 현황 자료를 활용한다. 각 변수의 자료들은 1990년부터 2010년까지 21년간 기간으로 구축하였으며 GRDP와 자연재해피해액과 같은 화폐단위의 자료는 당해연도 자료에 2010년 가격을 기준으로 조정계수(deflator)를 곱하여 환산자료를 사용하였다.



표 3. IPAT 모형 요소별 총 변화율 1990-2010 Table 3. The Changes of Variables used in IPAT Model

(단위, Unit: %)	지역총생산 GRDP (단위, Unit: %)	자연재해피해 Disaster Damage (단위, Unit: %)	인구 Population (단위, Unit: %)	탄성계수 Elasticity
서울 Seoul	194.3	0.6	-9.2	0.00
부산 Busan	133.1	666.6	-10.6	5.01
대구 Daegu	132.2	421.9	9.1	3.19
인천 Incheon	227.2	1.5	44.9	0.01
광주 Gwangju	215.3	57.1	28.8	0.27
대전 Daejeon	217.9	127.6	42.0	0.59
울산 Ulsan	92.3	2271.5	10.8	24.60
경기 Gyeonggi	302.3	-46.7	81.9	-0.15
강원 Gangwon	142.2	302.9	-7.4	2.13
충북 Chungbuk	241.6	52.4	7.7	0.22
충남 Chungnam	489.0	58.9	-0.6	0.12
전북 Jeonbuk	202.7	513.2	-14.7	2.53
전남 Jeonnam	246.8	231.1	-31.0	0.94
경북 Gyeongbuk	222.0	97.7	-10.0	0.44
경남 Gyeongnam	125.7	451.1	-15.0	3.59
제주 Jeju	214.0	331.9	2.7	1.55
전국	232.6	149.8	10.6	0.64

#### IV. 분석결과

##### 1. IPAT 모형 변수별 변화 경향

IPAT 모형에 사용된 변수들에 대한 1990년부터 2010년까지 변화 경향을 살펴보면 표2에 제시된 바와 같다. 제시된 수치는 연도별 변화가 아닌 10년 단위의 이동평균 변화를 의미한다. 인구 변화를 살펴보면 우리나라 도시규모 1, 2위에 해당하는 서울과 부산의 인구 감소가 눈에 띈다. 또한, 강원도, 전라남도를 비롯한 대부분의 도지역의 인구 감소가 두드러지게 나타났으며 충청북도와 제주도 지역만 유일하게 인구가 상승한 것으로 나타났다. 인구 집중 패턴은 수도권

과 광역시에서 뚜렷하게 나타나고 있는데 경기도의 경우 82%에 달하는 인구증가를 기록하였고 인천 역시 45%에 달하는 증가세를 보여주었다. 대전은 40%의 성장률을 기록하였으며 대구와 울산도 소폭의 증가 수치를 나타냈다.

GRDP를 살펴보면 전국적으로 200%가 넘는 경제성장을 기록한 가운데 지역별 편차가 극명하게 나타나고 있다. 수도권의 GRDP 변화율은 전국 평균과 비슷하게 나타났으며 특히 서울에 비해 경기와 인천지역의 GRDP 변화율이 대폭 상승한 것을 확인할 수 있다. 지난 21년간 가장 큰 폭의 GRDP 변화율을 보인 곳은 충청남도 지역으로 수도권규제에 따른 반사이익이 작용하여 각종 산업입지 수요가 크게 늘어나 생산

표 4. IPAT 모형 분석결과 Table 4. The Results of IPAT Model

	총 변화 Total Changes	기술 효과 Technology Effect	GRDP 효과 GRDP Effect	인구 효과 Population Effect	상쇄비율 (%) Offset Ratio
서울 Seoul	0.1	-5.3	6.1	-0.7	87.58
부산 Busan	39.8	31.6	9.8	-1.5	-323.12
대구 Daegu	7.2	5.5	1.6	0.2	-349.65
인천 Incheon	0.1	-3.8	2.3	1.5	160.52
광주 Gwangju	2.0	-0.3	1.6	0.7	19.91
대전 Daejeon	4.9	1.7	1.9	1.3	-90.27
울산 Ulsan	18.8	16.5	1.8	0.4	-907.53
경기 Gyeonggi	-95.1	-198.2	44.4	58.6	446.06
강원 Gangwon	452.8	314.2	150.1	-11.5	-209.32
충북 Chungbuk	33.2	-6.2	35.1	4.3	17.68
충남 Chungnam	40.0	-31.0	70.2	0.8	44.10
전북 Jeonbuk	95.4	72.1	28.1	-4.8	-256.88
전남 Jeonnam	110.1	62.6	67.1	-19.7	-93.27
경북 Gyeongbuk	121.8	18.5	112.5	-9.1	-16.43
경남 Gyeongnam	330.3	291.3	53.0	-14.0	-549.62
제주 Jeju	19.4	12.7	6.3	0.4	-203.57
전국	1,181	456.6	638.1	86.1	-71.55

활동이 왕성하게 이루어진 것으로 판단된다. 자동차 관련 산업이 집중된 울산 역시 지난 21년간 GRDP 변화율이 크게 늘어났다. 강원도, 경상남도는 전국 대비 저조한 GRDP 상승비율을 보였으며 특이한 것은 광역시에 비해 도 지역의 GRDP 변화율 폭이 대체로 크게 나타났는데 이는 광역시의 산업시설이 주변 외곽 지역으로 입지하는 추세에 따른 결과로 풀이된다.

자연재해 피해액 변화상황을 살펴보면 지난 21년간 전국적으로 증가추세를 보이고 있었다. 두드러진 현상은 수도권 지역과 비수도권 지역의 자연재해 피해액 차이가 극명하게 대비되고 있다는 점이다. 서울

과, 경기, 인천 지역은 제로에 가까운 자연재해 피해액 상승을 보였으며 특히 경기 지역의 경우 마이너스 (-) 성장률을 기록하며 피해액이 감소추세를 보였다. 하지만, 이는 1990년대에 비해 2000년대 피해액이 상대적으로 적었음을 의미하는 것이며 절대적 수치를 비교해보면 여전히 적지 않은 피해금액을 기록하고 있다. 두드러지게 자연재해 피해액 변화가 나타난 곳은 울산이다. 울산은 지난 20년간 자연재해 피해변화율이 2,271%에 달하며 전국에서 최고의 수치를 기록하였다. 게다가 울산의 경우 인구가 증가한 것에 비해 GRDP 상승이 소폭으로 이루어져 지역의 성장동력

감퇴에 따르는 고용문제가 이슈화되고 있어 자칫 기 후변화에 따른 자연재해가 지역발전의 발목을 잡을 수도 있는 우려가 있다.

강원도의 경우 2000년대에는 매년 6,000억원에 달 하는 피해를 자연재해로 인해 입은 것으로 나타났으며 이는 GRDP의 2.3%에 달하는 것으로 지역경제에 지대한 영향을 미치고 있다. 특히, 대구와 부산 그리고 전라북도와 경상남도 역시 500% 내외의 자연재해 피해 증가추세를 나타내고 있어 각별한 대책과 계획 수립이 요청된다. 무엇보다 대구의 경우는 인구가 증가하는 가운데 나타나는 피해증가 현상이어서 인명피해 증가에 대한 대비책이 추가될 필요가 있다.

표3에 제시된 요소별 총변화율은  $(P_t/P_0-1) \times 100$ 으로 초기연도 대비 최종연도의 증가분을 반영하여 산출하였다. 표2의 수치는 10년 평균인데 비해 표3의 수치는 초기연도와 최종연도만 반영되어 변화율이 산정되었다. 한편, 울산의 경우 행정구역 조정으로 1998년이 초기연도로 계상되었다. 탄성계수를 살펴보면 흥미로운 결과를 도출할 수 있다. 탄성계수는 자연재해피해 변화율을 GRDP 변화율로 나눈 값으로 정의하였으며 GRDP 한단위 증가할 때마다 증가하는 자연재해 피해액의 정도를 의미하게 된다. 특히 1990년부터 2010년 사이의 자연재해 피해 탄성계수가 가장 낮은 지자체는 경기도로 GRDP가 1% 증가하는 동안 자연재해피해는 -0.15% 감소했던 것으로 나타났다. 대체로 자연재해 피해 원단위 개선정도가 큰 지자체일수록 탄성계수가 낮게 나타났다. 강원도의 경우 GRDP 증가율은 142인데 반해 자연재해 피해 증가율은 302에 달하여 경제성장 속도보다 자연재해 피해증가 속도가 더 큰 것으로 나타나 지역발전 차원에서의 구조적 대책이 필요함을 시사한다. 부산, 대구, 울산, 전라북도, 전라남도, 경상남도, 제주도 역시 GRDP 성장에 비해 자연재해 피해증가가 큰 것으로 나타났다. 울산광역시시의 경우 GRDP 1% 성장하는 동안 자연재해 피해증가가 24%이상 발생한 것으로 분석되었다.

한편, 서울과 인천, 광주, 충청남도의 경우는 GRDP 성장에 비해 자연재해 피해 증가가 근소하게 이루어져 안정적 지역경제성장을 이룬 것으로 파악된다.

## 2. 지수분해분석 결과

IPAT 모형을 LMDI 분해기법을 사용하여 분석한 결과가 표4에 제시되어 있다. IPAT 모형에서의 자연재해피해액은 지수분해분석에 의해 기술효과, GRDP 효과 및 인구효과로 완전하게 분해되었으며 각 분해된 수치가 제시되고 있다.

먼저 총 변화를 전체적으로 살펴보면 서울과 광역시의 변화폭이 도 지역에 비해 큰 자연재해피해가 없었던 것으로 나타났다. 특히 서울, 인천, 경기, 광주의 자연재해피해 변화 폭은 한자리수 이하의 안정적인 수치를 나타냈다. 특히 경기도의 경우 큰 폭의 감소세를 나타내고 있는데 GRDP와 인구의 상승에도 불구하고 기술효과로 인한 재해저감이 효과적으로 이루어진 것으로 해석된다. 한편, 자연재해 피해는 증가하였지만 자연재해피해 원단위 효과에 의한 저감작용(기술효과)이 나타난 곳은 서울, 인천, 광주, 경기, 충청북도, 충청남도 등 총 6개 지역이다. 이들 지역에서는 지역경제 성장이 자연재해 피해를 저감하는 방향으로 이루어져 지역의 재해저항성(resilience)에 기여한 것으로 파악된다. 여기서 두 가지 점에 주목할 필요가 있다. 첫째는 이들 지역의 기술효과가 우연히 자연재해가 적게 발생한 것에 따른 반사이익일 수 있기에 꾸준한 모니터링과 재해관리시스템이 지속될 필요가 있다는 것이다. 둘째는 상대적으로 자연재해 피해액을 초월하는 경제성장이 이루어질 경우 피해액이 크더라도 기술효과가 나타날 수 있기에 기술효과가 긍정적(positive)하더라도 지역의 재해관리가 불필요함을 의미하지 않는다는 것이다.

한편, 울산광역시를 비롯한 강원도와 경상남도는 지역경제 성장이 자연재해 피해저감에 기여하지 못했

던 것으로 나타났다. 자동차 관련 산업이 밀집해 있는 울산의 경우 기술효과에 의한 자연재해피해 증가가 눈에 띄게 나타났다. 이는 경제발전이 자연재해를 저감하고 지역주민의 안전성을 확보하는 것과 효과적으로 연계되지 못하고 있음을 시사한다.

흥미로운 것은 인천광역시, 경기도는 상쇄비율이 100%를 넘어 경제성장에 따르는 생산증가로 인한 자연재해 피해 증가를 원단위 개선으로 완전히 상쇄하고 있음을 보여준다. 이는 분석기간 동안 지역경제 발전과 자연재해 저감의 조화를 적절하게 이룬 것으로 해석될 수 있으며 지역의 지속가능한 발전이라는 관점에서도 바람직한 것으로 풀이된다. 한편, 경상북도는 기술효과에 의한 재해저감 효과가 저조하고 자연재해 피해가 경제성장으로 인해 악화되고 있는 전형적인 사례를 보여준다. 대부분의 광역도 지역은 인구효과에 의해 자연재해 피해가 일부 저감된 것으로 나타나지만 GRDP 효과와 기술효과에 의해 피해가 늘어난 것으로 나타났다. 특히, 상쇄비율이 모두 -100% 이하의 수치를 나타내 경제성장이 자연재해 피해저감에 기여하지 못하고 있으며 오히려 악화시켰던 것으로 분석되었다. 이는 안전이 확보되지 못한 위험한 성장(risky growth)을 해왔음을 의미하며 향후 도시 및 지역개발 등의 공간개발 행위에 있어서 보다 적극적인 재해저감에 대한 고려가 필요함을 시사한다.

전국 단위의 상쇄비율을 살펴보면 -71.55로 나타난다. 이는 지난 21년간 국가 경제발전으로 인한 생산활동 증가가 자연재해 피해 저감에 기여하지 못하고 있음을 의미하는 것으로 향후 성장 지향적 국가발전 패러다임에서 안전 지향적 국가발전 패러다임으로의 전환이 필요함을 시사한다. 과거 21년간 국가의 경제성장이 국민의 안전과 복지를 직접적으로 저해할 수 있는 자연재해 피해를 악화시켰을 가능성이 있음을 의미하기에 국가 재난관리에 있어 보다 많은 관심과 연구가 이루어져야 할 필요가 있겠다.

지난 기간 동안 서울, 광주, 충북, 충남 역시 양(+)

의 비율을 보여 원단위에 의한 기술효과가 자연재해 피해저감에 긍정적인 영향을 미친 것으로 분석되었다. 이들 지역의 경우 경제성장이 재해저감에 일부 기여한 것임을 의미하며 향후 재해저감을 위한 추가적 노력과 조치가 동반될 경우 경제발전으로 인해 재해 피해가 증가하는 현상을 지속적으로 방지하고 안전 성장을 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

## V. 결론

본 연구는 기후변화로 극심해지는 자연재해 패턴과 국가발전을 위한 경제성장 그리고 경제발전의 공간적 기제로 기능해온 도시화와의 역동적인 관계 형성에 초점을 맞추고 있다. 이에 대해 수정된 IPAT모형을 활용하여 실증분석하면서 그에 내재된 거시적 구조와 특징을 파악해보았다. 특히 IPAT 분석모형의 확장성 향상에 초점을 두고 16개 시도를 대상으로 실증분석 하였다.

본 연구의 주요 분석내용을 세 가지로 정리하면 다음과 같다. 첫째, IPAT 모형요소별 변화율의 탄성계수를 살펴본 결과, 자연재해 피해에 대한 경제성장과 인구증가의 변화 정도가 지역별로 상이하게 나타났다. 부산, 울산, 강원, 전북, 경남 지역의 경우 지난 21년간 경제성장의 과정에서 GRDP 증가 속도에 비해 자연재해 피해액의 증가 정도가 심했던 것으로 나타났다. 특히 울산은 도시화에 따른 인구증가 요소까지 겹쳐 자연재해 피해가 급증했던 것으로 나타나 자연재해 관리와 더불어 지속적인 도시성장 관리가 필요함을 시사하고 있었다. 도시화는 삶의 질을 높이는 중요한 수단이기도 하지만 동시에 자연재해와 같은 환경충격의 형태로 삶의 질을 현저히 저해할 수 있는 위험요소가 될 수 있음을 주목할 필요가 있다.

둘째, 지수분해분석으로 IPAT 모형 요소를 분해한 결과, 자연재해 피해에 대한 기술효과와 GRDP 효과가 지역별로 역동적인 양상을 나타냈다. 서울, 경기,

충남 지역에서는 지역경제 성장이 자연재해 피해를 저감하는 방향으로 이루어져 지난 기간 동안 경제성장과정에서 지역의 재해저항성(resilience)이 적절하게 작용했던 것으로 파악되었다. 반면, 강원도와 경상남도는 지역경제 성장이 자연재해 피해 저감에 기여하지 못하는 모습을 나타내 경제발전이 자연재해를 저감하고 지역주민의 안전성을 확보하는 것과 효과적으로 연계되지 못하고 있음을 시사했다. 향후 지방자치단체들이 경제성장과 도시화 과정에서 자연재해 피해저감을 어떻게 관리해야할 지에 대해 근본적이고 체계적인 대처방안 강구되어야할 시기이다.

셋째, 지수분해분석에 따른 상쇄비율을 살펴보면, 대부분 도 지역의 경우 인구 효과에 의해 자연재해 피해가 일부 저감된 것으로 나타나지만 GRDP 효과와 기술효과에 의해 피해가 늘어난 것으로 나타났다는 점이다. 특히, 강원, 전북, 경남, 제주 지역의 경우 상쇄비율이 모두 -100% 이하의 수치를 보여 경제성장이 자연재해 피해저감에 기여하지 못하고 있으며 오히려 악화시켰던 것으로 분석되었다. 안전이 확보되지 못한 경제성장은 도시 삶의 질 차원에서 도시 경쟁력을 악화시킬 수 있음을 시사한다. 이들 지역의 경우 지난 기간 동안 대부분 인구감소를 경험하였다. 때문에 향후 도시 및 지역개발 등의 공간개발 행위에 있어서 보다 적극적인 재해저감에 대한 고려가 필요함을 시사한다. 반면, 경기도, 인천, 충남의 경우 GRDP 효과와 기술효과에 의해 자연재해 피해 저감이 효율적으로 이루어졌다. 이들 지역은 경제성장과 더불어 안전가치도 제고되어 향후 삶의 질과 도시 경쟁력 측면에서 보다 유리한 입지에 있다고 판단된다.

특히, 상쇄비율이 높은 지역은 안전과 경제성장이 따로 가지 않고 경제성장이 안전을 확보하는 재해에 강한 지역을 의미하기에 건전한 지역발전의 모형으로 이해될 수 있다. 향후 기후변화의 위험성과 불확실성이 증대되는 현실을 감안할 때 이 같은 지역발전 모형은 지속가능한 지역발전의 모형으로 거울삼을 필요

가 있다. 나아가 경제성장이 지역의 위험과 안전에 영향을 주지 않는 소극적 관계에서 발전하여 위험을 저감시켜줄 수 있는 적극적 기능을 수행할 필요가 있음을 시사한다.

본 연구는 무엇보다 환경 분야에서 사용되는 IPAT 모형을 수정하여 환경종격 변수로서 자연재해피해를 적용해봄으로써 기존 모형의 응용분야를 확장한 것은 본 연구의 학문적 기여라고 판단된다. 온실가스 배출 등으로 한정된 환경영향 변수를 자연재해피해로 확장시켜 향후 IPAT 모형의 응용분야를 넓힐 수 있다는 점에서 학문적 기여가 있을 것으로 기대해 본다. 지금까지 온실가스 배출 등에만 한정된 변수를 기후변화 취약성 및 자연재해피해로 확장시킴으로써 국내 지방자치단체뿐만 아니라 국외 국가들을 대상으로 IPAT 모형을 다양하게 적용해 볼 수 있는 토대를 마련하였다. 하지만, 본 연구는 IPAT라는 거시적 변수를 사용한 모델로서 개별 자연재해 피해현상에 대한 세부적 메커니즘을 자세히 설명하기에는 여러 가지 한계가 존재한다. 추후 다양한 변수들을 고려한 확장된 모형이 개발되고 연구될 필요가 있겠다.

아울러 국가 단위 기후변화 적응정책을 수립하는 단계에서 지방자치단체 단위의 재난관리에 대한 논의와 연구가 부족한 시점에서 이루어졌기에 그 의미가 크다고 판단된다. 기후변화 적응정책이라는 최근 시류에 대해 정책적인 접근과 함께 분석적 접근을 하고 있어 관련 분야의 연구를 활성화시킬 수 있을 것으로 기대해 본다. World Bank, OECD, UN과 같은 국제기구의 연구결과가 대부분 정책방향을 논하고 있을 뿐 실증분석에 따른 결과를 제시하는 데에 부족한 것을 감안하면 본 연구가 향후 국제사회의 기후변화 관련 연구에도 학문적 기여를 할 수 있을 것으로 기대한다.

## 인용문헌

## References

1. 최충익, 2008. 도시화와 자연재해, 부연사  
Choi, C., 2008, "Urbanization and Natural Disaster", Buyonsa
2. 최충익, 2011. "지방자치단체 기후변화 적응정책의 의사결정과정과 함의", 한국행정학보 45(1): 257-274  
Choi, C., 2011, "Implications of Decision Making Process for Adapting to Climate Change in Local Governments", Korean Public Administration Review 45(1): 257-274
3. Adger, N., Paavola, J., Huq, S, and M. Mace, 2006. "Fairness in Adaptation to climate change", MIT Press: Cambridge, Massachusetts
4. Ang, B.W., Zhang, F.Q., 2001. A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies. Energy 25: 1149-1176.
5. Ang, B.W., 2004. Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method? Energy Policy 32: 1131-1139.
6. Ang, B.W., 2005. The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide. Energy Policy 33: 867-871.
7. Burton, E.(2000) The Compact City: Just or Just Compact? A Preliminary Analysis, Urban Studies 37(11): 1969-2001.
8. Changnon, A. S., Pielke A.R., Changnon D., Sylves T.R. and R. Pulwarty, 2000., "Human factors explain the increased losses from weather and climate extremes", Bulletin of the American Meteorological Society 81: 437-42.
9. Choi, C., 2010. "Does Urbanization Indeed Increase Disaster Damages?", Journal of Environmental Policy 9(3): 3-27.
10. Commoner, B., 1971. The environmental cost of economic growth. In: Schurr, S. (Ed.), Energy, Economic Growth and the Environment. John Hopkins University Press, Baltimore/London, 30-65.
11. Commoner, B., 1990. Making Peace with the Planet (1st ed.). Pantheon Books, New York.
12. Ehrlich, P.R., Ehrlich, A.H. (1990), The Population explosion. Hutchinson, London.
13. Ehrlich, P.R., Holdren, J. (1971), Impact of population growth. Science 171, pp. 1212 - -1217.
14. ESCAP (2010), Protecting Development Gains : Reducing Disaster Vulnerability and Building Resilience in Asia and the Pacific .
15. ESCAP and UNISDR (2012), Reducing Vulnerability and Exposure to Disasters.
16. Giddens, Anthony (2009), The Politics of Climate Change, Polity Press: Cambridge, USA.
17. Grasso, M.. 2007. A normative ethical framework in climate change. Climate Change, 81: 223-46.
18. IPCC. 2012. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press: New York.
19. Klein, R. J. T., S. Huq, F. Denton, T. E. Downing, R. G. Richels, J. B. Robinson, F. L. and Toth. 2007. "Inter-Relationships between Adaptation and Mitigation", Climate change 2007:Impacts, Adaptation and Vulnerability" Contribution of Working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M. L Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, O. J. van der Linden and C. E. Hanson(eds.), UK : Cambridge University Press. 745-777.
20. Kwon, Tae-Hyeong, 2005. Decomposition of factors determining the trend of CO2 emissions from car travel in Great Britain, ecological economics 53: 261-275.
21. Liu, Lan-Cui, Ying Fan, Gang Wu and Yi-Ming Wei, 2007. Using LMDI method to analyze the change of China's industrial CO2 emissions from final fuel use: An empirical analysis, energy policy 35: 5892-5900.
22. Norman, Barbara (2008), "Principles for an intergovernmental agreement for coastal

- planning and climate change in Australia", Habitat International 30: 1-7.
23. Pelling, M. (2007), Urbanization and Disaster Risk , (http://www.populationenvironmentresearch.org/papers/Pelling\_urbanization\_disaster\_risk.pdf)
  24. Pielke R. A. and Downton M. W. (2000) Precipitation and damaging floods: trends in the United States, 1932-97, Journal of Climate 13: 3625-37.
  25. Sanderson, D.(2000), Cities, Disasters and Livelihoods, Environment and Urbanization 12(2): 93-102.
  26. Stern, Nicholas, 2008. The Economics of Climate Change : The Stern Review, Cambridge University Press : UK.
  27. UN, 2012. World Urbanization Prospects: The 2011 Revision, United Nations: New York.
  28. UNDP, 2004. Reducing Disaster Risk: A Challenge for development.
  29. UNISDR, 2012. Making Cities Resilient Report 2012.
  30. World Bank and United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2010. Integrating Disaster Risk Reduction and Climate Adaptation into the Fight against Poverty. Annual Report. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. http://www.gfdr.org/gfdr/sites/gfdr.org/files/publication/GFDRR\_annual\_report\_2010.pdf
  31. World Bank, 2013., Planning, Connecting and Financing Cities-Now, the World Bank: Washington, DC.
  32. Zha, D., Zhou, D. and P. Zhou, 2010. "Driving forces of Residential CO2 emissions in urban and rural China: An index decomposition analysis", Energy Policy 38: 3377-3383

논 문 투 고 2014-02-25  
 심 사 완 료 2014-03-10  
 계 재 확 정 일 2014-03-10  
 최 종 본 접 수 2014-03-10