

대설 재난의 피해액 결정요인에 관한 연구: 2005~2014년 대설재난을 중심으로

김근영¹, 주현태², 김희재^{*}

¹강남대학교 부동산건설학부, ²강남대학교 U-city융합연구소

The Study for Damage Effect Factors of Heavy Snowfall Disasters : Focused on Heavy Snowfall Disasters during the Period of 2005 to 2014

Geunyoung Kim¹, Hyuntae Joo², HeeJae Kim^{*}

¹Department of Real Estate and Construction, Kangnam University

²Multi-Disciplinary Center for Ubiquitous Cities, Kangnam University

요약 대설 재난은 한국에서 태풍 및 호우 다음으로 두 번째로 많은 자연 재해라고 할 수 있다. 대설 재난으로 인한 2005년에서 2014년 사이의 연 평균 경제 피해액은 약 80억원이다. 심각한 경제적 피해에도 불구하고 한국에서 대설 재난에 대한 경제 효과 연구는 거의 없다. 본 연구의 목적은 다중 회귀모형을 이용하여, 대설 재난의 경제적 피해액과 강설량, 강설일, 인구밀도, 비도시지역 비율 및 수도권 더미 변수 등 간의 연관성을 확인하는 것이다. 2005년부터 2014년 사이의 대설 재난 피해액 관련 데이터는 행정안전부(국민안전처)에서 발행하는 자연 재해 연보를 이용하였으며, 강설량 및 강설일과 같은 날씨 관련 데이터는 기상청에서 수집하였다. 인구와 비도시 관련 데이터는 지자체 통계 데이터를 사용하였다. 연구 결과 강설일, 강설량, 비 도시면적 비율 등이 대설 재난 피해에 영향을 주는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 한국의 대설 재난 관리 정책에 적용될 수 있다.

Abstract Heavy snowfall disasters are the third most serious natural disasters, after typhoon and heavy rainfall disasters, in terms of economic disaster damage in South Korea. The average annual economic damage of heavy snowfall disasters was approximately eighty-eight billion won during the period of 2005- 2014. In spite of significant economic damage, there have been few economic studies regarding heavy snowfall disasters in South Korea. The objective of this research is to identify the association between economic damage of heavy snowfall disasters and damage effect factors of snowfall amounts, snowfall days, population densities, and non-urban area ratios using a regression analysis model. Economic damage data sets of heavy snowfall disasters during the period of 2005- 2014 were obtained from the Natural Disaster Yearbook published by the Ministry of Public Safety and Security. Weather-related data sets, such as snowfall amounts and snowfall days were collected from the Korea Meteorological Administration. Demographic and urban data sets, including population densities and non-urban area ratios, were provided by the Local Government Yearbook. Outcomes of this study can assist with heavy snowfall disaster management policies of South Korea.

Keywords : Damage effect factor, Economic Damage, Heavy Snowfall Disaster, Natural Disaster Yearbook, Regression Analysis Model

본 연구는 정부(국민안전처)의 재원으로 재난안전기술개발사업단의 지원을 받아 수행된 연구임[MPSS-자연-2014-72]

*Corresponding Author : Heejae Kim(Kangnam Univ.)

Tel: +82-31-899-7174 email: irex1@naver.com

Received October 13, 2017

Revised (1st November 8, 2017, 2nd January 12, 2018, 3rd January 26, 2018)

Accepted February 2, 2018

Published February 28, 2018

1. 서론

대설재난은 우리나라에서 태풍·호우를 포함한 풍수해 다음으로 경제적 피해가 큰 자연재난이다. 국민안전처에서 발간하는 재해연보에 의하면 2005년부터 2014년까지 자연재난 유형별 연평균 경제적 피해는 2014년도 환산 가격 기준으로 태풍과 호우를 합한 풍수해가 5,912억원(전체의 85.1%)으로 가장 많고, 대설재난이 879억원(12.7%), 풍랑재난이 80억원(1.2%), 강풍재난이 72억원(1%)인 것으로 나타났다. 대설재난으로 경제적 피해가 발생하면 재정자립도가 낮아 재정운용이 한계에 달한 지방자치단체는 대설재난의 피해복구 예산을 마련하기가 매우 어렵다. 따라서 대설재난 피해가 발생하는 지역의 특성을 파악하는 것은 재난 등 예상하지 못한 충격이 한계에 달한 지방자치단체의 재정적 위협성에 어떠한 영향을 미치는가를 평가하는데 매우 중요한 요소가 된다.

대설재난은 다른 자연재난에 비해 상대적으로 사망·실종, 이재민 등 인명피해가 적어 재난관리 측면에서 그 중요성이 간과되어왔다. 2005년부터 2014년까지 자연재난 유형별 사망·실종자를 살펴보면 풍수해가 244명(90.4%), 대설재난이 14명(5.2%), 강풍재난이 12명(4.4%), 풍랑재난이 0명(0.0%)로 나타나 풍수해·강풍

재난과 비교해볼 때 대설재난으로 인한 사망·실종자수는 재산피해보다 그 비중이 적은 것으로 나타났다. 이재민 측면에서도 풍수해 198,675명(96.2%), 대설재난 7,607명(3.7%), 강풍재난 199명(0.1%), 풍랑재난 38명(0.02%)로 대설재난은 풍수해에 비해 상대적으로 낮았다. 그결과 우리나라의 재난관리 관련 학계에서 대설재난에 대한 연구, 특히 대설재난의 경제적 영향에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다.

본 연구는 이러한 대설재난에 대한 국내연구의 한계를 개선하기 위하여 대설재난의 경제적 피해와 강설량, 강설일, 인구밀도, 비도시지역 면적 비율, 수도권 지역 더미 등 대설재난 피해액 결정요인 변수 간의 관계성을 회귀분석기법을 적용하여 파악하고자 한다. 본 연구의 시간적 범위는 2005년부터 2014년까지로 설정하였으며 공간적 범위는 대설재난 피해가 발생한 전국 229개 시·군·구를 대상으로 하였다. 대설재난 기간과 대설재난 피해액 자료는 국민안전처에서 발간한 재해연보의 해당자료를 DB화 하였으며 강설량과 강설일자는 기상청의 요소별 관측자료를 DB로 구축하였다. 인구밀도와 비도시지역 면적비율 등은 지방자치단체의 지역통계연보 자료를 활용하였다. 본 연구의 분석방법으로는 상관분석과 더미변수를 포함한 일반회귀분석을 적용하였으며 대설재난 피해액을 지도화하기 위해서 ArcGIS 10.1 소프트웨어

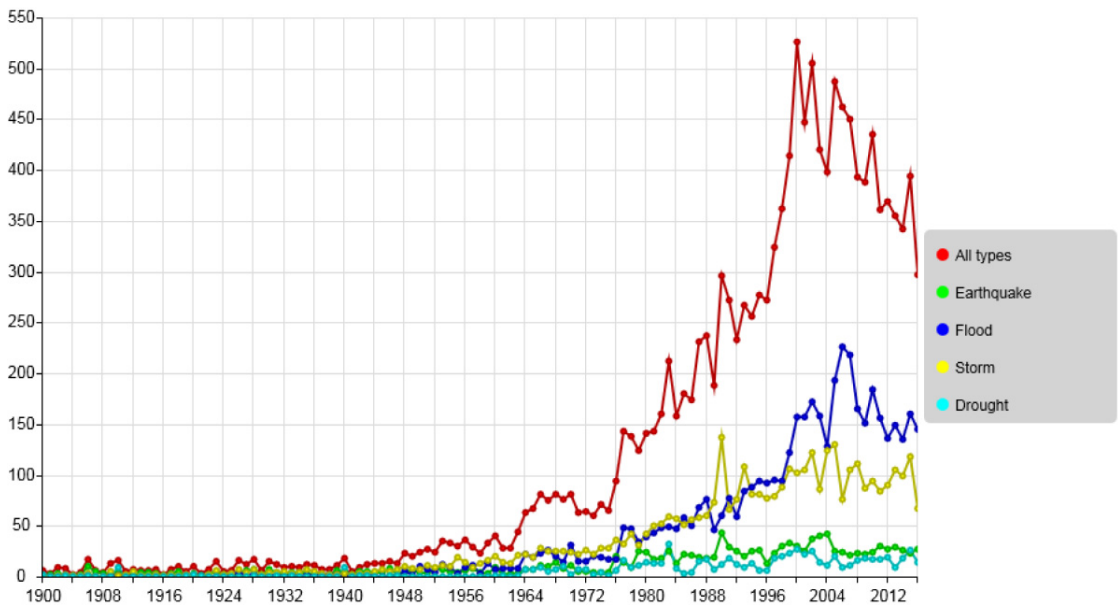


Fig. 1. Changes in the number of incidents by type of global natural disaster(1900~2016)

트웨어를 사용하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 자연재난 피해의 결정요인

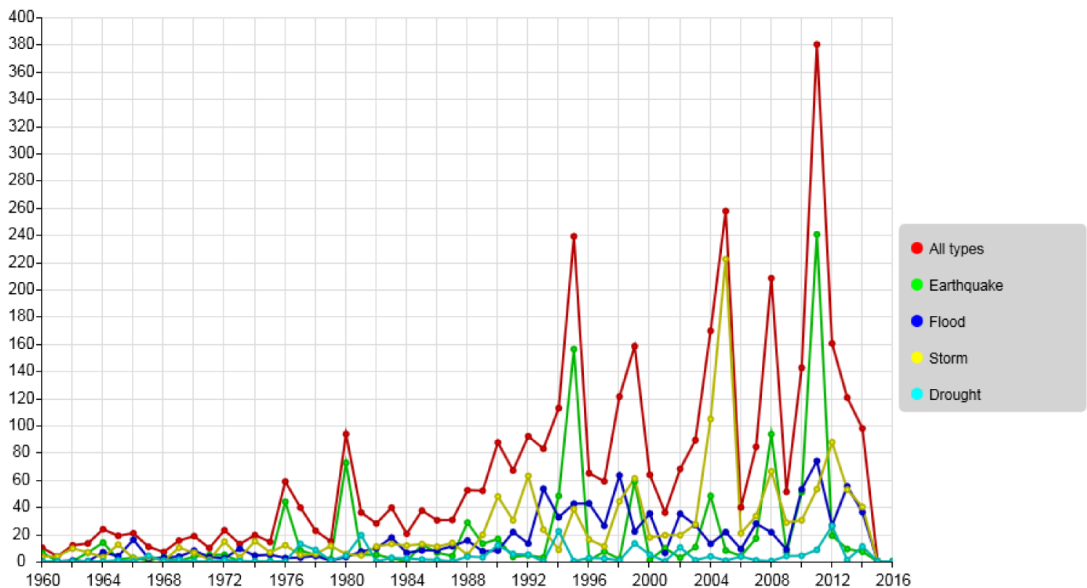
인류 문명사의 한 축은 재난을 극복하는 과정으로 이루어진다. 인류 역사의 오랜 기간 동안 자연재난은 신이 인간에게 내리는 벌, 즉 신의 섭리로 받아들여져 자연재난으로 인한 피해는 인간의 힘으로는 어쩔 수 없는 하나의 현상으로 인식되어 왔다. 그러나 과학적 지식들이 쌓여 자연재난의 발생 원인이 하나씩 규명되면서 재난피해에 영향을 미치는 사회적인 요인이 있다는 것이 알려지게 되었다. 이제 자연재난은 자연의 힘에 의해 어쩔 수 없이 발생하지만 피해액의 규모와 범위는 발생하는 지역의 특성과 대응수준에 따라 달라질 수 있다는 것이 다양한 연구를 통해 규명되고 있다.

‘세계 재난통계연구센터(CRED: Center for Research on the Epidemiology of Disasters)’는 세계보건기구(WHO)의 지원으로 세계 각국의 재난발생 통계자료를 1900년부터 현재까지 DB로 구축해 EM-DAT시스템을 통해 제공하고 있다. 세계 재난통계연구센터 자료에서

지난 117년간 4대 주요 자연재난 유형별 발생건수 변화 추이를 살펴보면 홍수와 열대성 저기압을 포함한 풍수해가 가장 많으며 지진, 가뭄의 순서로 나타났다.

CRED 추세분석에서는 전세계적으로 기후변화, 경제성장 등으로 인하여 세계 각국이 자연재난으로 선포하는 재난건수가 2000년까지 증가하다가 최근 들어서 감소하고 있다는 것을 알 수 있다. 세계 재난통계연구센터의 2014년 달러 환산지수를 기준으로 한 전 세계의 4대 주요 자연재난 유형별 재산피해 변화추이를 살펴보면 지진 발생건수가 높은 연도에는 지진으로 인한 재산피해가 매우 높으며 그 다음으로는 열대성 저기압과 홍수가 비슷한 수준이고, 가뭄이 4번째로 자리매김 하는 것을 알 수 있다.

자연재난에 대해 연구하는 학계에서는 사회경제적 요인과 정책적 요인들이 자연재난의 피해규모에 미치는 영향을 실증적으로 분석하는 시도들이 지속적으로 이루어지고 있다[1-2]. 자연재난의 피해규모와 사회경제적 요인 간 관계에 대해서 Kunkel et al.(1999)는 인구와 소득수준에 따라 피해의 규모가 달라질 수 있으며 자산의 가치가 높고 부(wealth)가 축적되면 동일한 수준에서 피해가 커질 수 있다고 하였다. Toya and Skidmore(2007)는 소득이 높은 국가에서는 사회간접시설을 대상으로 자연



(Unit : Billion dollar)

Fig. 2. Trend of Economic Damage by World Natural Disaster Type(1900~2016)

재난에 대한 예방책을 마련해 놓을 가능성이 높으며 복구 예산확보가 가능하기 때문에 상대적으로 피해액이 적다고 발표하였다. Kellenbeg and Mobarak(2008)는 자연재난 피해액과 소득간 관계가 \cap (역U)의 형태를 나타내고 있다고 하였다[3]. 결과적으로 자연재난의 경제적 피해에 대한 해외 연구 동향에서는 분석대상 국가와 지역에 따라 정책적 시사점이 다른 연구결과가 제시되고 있으며 자연재난에 영향을 미치는 사회경제적 요인에 따라 다양한 해석이 가능하다는 것을 알 수 있다.

국내의 연구에서는 정준호·허인혜(2014)가 자연재난으로 인한 직접 피해액의 추세 및 결정요인에 대하여 분석하였다[4]. 강원도 지역을 대상으로 토빗분석을 진행한 정준호·허인혜는 호우와 적설이 자연재난 피해에 중요한 영향을 미치는 기후인자이며 소득수준의 증가는 자연재난의 취약성을 높이고 있다고 주장하였다.

2.2 풍수해 피해 결정요인

지난 15년(2005년~2014년) 동안 국민안전처(소방방재청)에서 발간한 재해연보에 의하면 우리나라에서 발생한 자연재난은 총 186건으로 호우 89건과 태풍 17건을 합한 풍수해가 총 106건(57.0%)으로 가장 많은 것으로 나타났다[5]. 그 다음으로는 대설이 40건(21.5%)으로 두 번째이며 강풍과 풍랑이 개별적으로 발생한 것은 18건(9.7%)이고, 강풍·풍랑이 동시에 발생한 건수가 4건(2.2%)인 것으로 조사되었다. 동일한 기간 동안 자연재난 피해의 약 85%는 태풍·호우 등 풍수해가 점유하여 발생빈도의 비중을 비교해 피해액의 비중이 매우 높은 것으로 분석되었다. 따라서 우리나라에서는 자연재난을 대상으로 한 경제적 피해연구가 풍수해를 중심으로 수행되어 온 경향이 있다.

일본의 연구동향에서 Dutta and Herath(1998)의 연구는 홍수 피해산정과 홍수 범람모형을 GIS와 연계하여 연구하였다[6]. Dutta and Herath(2001)는 홍수 피해추정 항목으로 도시피해, 농촌피해, 공공시설물피해를 규정하여 각각의 피해액에 대한 추정모형을 제시하였다. 미국의 연구경향은 전반적인 치수경제 분석기법보다는 세부적인 홍수피해 항목에 대한 연구가 주로 이루어지고 있다. Kate(1965)는 레하이 밸리(Lehigh Vally)지역의 산업별 피해액을 산정할 때 재고 및 생산품에 피해액, 재난대응활동, 건물비용 등을 포함하여 계산함으로써 수위-피해함수를 도출하였다. Skaggs and Davis (1993)는 미

육군공병단(USACE)에서 조사된 지역 홍수정보를 활용하여 주거지 구조물과 내용물에 관한 수위-피해함수를 수집·분석하였다[7].

국내에서는 심순보(1979)가 홍수조절계획의 경제평가를 위해 빈도분석에 의한 홍수 피해산정방법을 제시하였다[8]. 한국수자원공사(1998)의 ‘수자원개발의 경제성 분석모델 개발’ 연구는 외국의 홍수조절 편익산정법을 소개하고 기존 방법에 대한 문제점을 고찰하였다[9]. 김창선(2003)은 사업자산에 대한 피해율과 홍수범람구역 내 산업별 자산액으로 행정구역별 피해액을 추정하는 기법을 제시하였다[10].

풍수해 중에서 태풍만을 대상으로 하여 태풍피해의 결정요인 분석을 수행하기 위해서 다양한 기법을 통하여 피해액을 추정하는 연구가 진행되고 있다. 김지선(2013)은 3-second gust에 따른 한국형 위험평가모형(Risk Assessment Model)을 이용해 행정구역별 피해액을 추정하였다[11]. 이승일(2013)은 회귀분석을 활용하여 강원도, 수도권, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남, 제주 등 9개 권역별로 태풍이 발생하였을 때 강우량과 풍속에 대한 상관성을 분석한 후 태풍피해에 가장 큰 영향을 주는 변수가 일 최대 강우량과 지점별 최대풍속이라고 제시하였다[12].

2.3 대설재난 피해 결정요인

우리나라에서 대설재난을 대상으로 한 연구는 자연재난과 풍수해에 관한 연구에 비해 매우 부족한 실정이다. 우리나라는 2005년부터 2014년까지 대설재난의 재산피해가 연평균 879억원으로 12.7%를 점유하여 지방자치단체에 미치는 영향이 매우 큰 상황임에도 불구하고 인명피해와 이재민수가 다른 자연재난에 비해 상대적으로 적기 때문에 학계에서 그동안 주목받지 못하였다. 이러한 기존연구의 한계에도 불구하고, 정준호·이승호(2014)는 대설에 의한 직접피해액을 추정하는 연구를 진행하였다[13]. 정준호·이승호의 연구는 토빗모형을 활용하여 기후요인뿐만 아니라 사회·경제적 요인들이 경제적인 측면에서 재난의 직접피해에 미치는 영향을 분석하였다. 연구결과 신적설과 대설일수는 정(+)의 영향, 강수량은 부(-)의 영향 관계를 가지고 있는 것으로 나타났다. 경제발전 대리함수인 1인당 GRDP변수는 정(+)의 영향을 가져왔으나 2000년 이후 부(-)의 영향을 유지하고 있다고 발표하였다. 이러한 연구결과는 기존의 자연재난에 대한

피해액 연구 중에서 Kunkel et al.(1999)과 Toya and Skidmore(2007)이 제시한 연구 결과와 유사한 내용인 것으로 판단된다.

2.4 본 연구의 차별성

결론적으로 우리나라에서 대설재난은 경제적 피해측면에서 상당한 규모의 피해를 발생시켜 지방자치단체의 재정운용에 심각한 영향을 미칠 수 있기 때문에 연구가 필요한 자연재난 유형임에도 불구하고, 그동안 연구가 미진하였다. 따라서 본 연구는 이러한 기존연구의 한계를 극복하고, 대설재난 피해에 영향을 미치는 요인을 도출하기 위해 과거 10년동안인 2005년부터 2014년까지 관련 자료를 수집하여 그 관계성을 분석하였으며, 또한 우리나라 전국을 대상으로 하여 도시지역과 비도시 지역에 따라 대설 피해가 어떻게 다른지 분석하고 시사점을 도출하는데 기여할 수 있다.

3. 우리나라의 대설재난 발생 현황과 특성

행정안전부에서 발간하는 재해연보에 의하면 우리나라는 지난 36년(1979~2014년) 동안 연평균 17.3건인 총 621건의 자연재난이 발생하였다. 동일한 기간 동안 대설재난은 연평균 2.3건인 총 84건이 발생하여 평균적으로는 총 자연재난 발생건수의 약 13.5%를 점유하였다. Fig. 3은 지난 36년(1979~2014년) 동안 자연재난과 대설재난의 발생건수 변화추이 나타낸 도표이다. 자연재난의 발생건수는 1979년부터 1989년까지는 증가하다가 1989년부터 2002년까지는 감소하였고, 그 이후는 증가하는 추세에 있다. 대설재난의 발생건수는 2004년 이전까지는 증가와 감소가 반복하는 사이클 형태를 보이다가 2008년부터는 일정한 수준으로 발생하는 것으로 나타났다.

자연재난의 발생은 연도별 편차가 크기 때문에 변화추이를 파악하기가 어려우나 기후변화는 전반적으로 대설재난의 발생에 영향을 미치고 있는 것으로 보인다. Table 1의 지난 36년(1979~2014년) 동안 자연재난 대비 대설재난 발생비율을 살펴보면 대설재난이 발생하지 않은 연도가 8개, 발생비율이 10%이내인 연도가 7개, 10~20%이내인 연도가 11개, 20~30%이내인 연도가 5개, 30%이상인 연도가 5개인 것으로 조사되었다. 따라서 최근 들어 대설재난은 일정수준으로 발생해도 특정연

도에서는 전체 자연재난의 발생건수에 크게 영향을 미치기 때문에 대비가 필요하다는 사실을 알 수 있다.

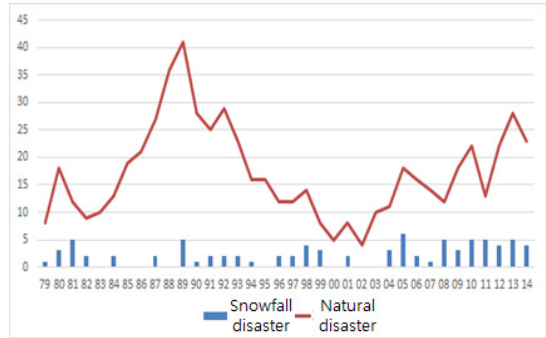
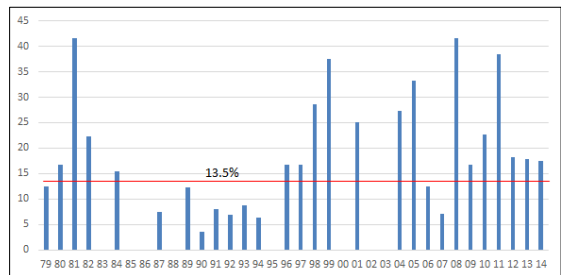


Fig. 3. Changes in the number of natural disasters and heavy snow disasters(1979~2014)

Table 1. The proportion of natural disasters in the past 36 years (1979 to 2014)

proportion	0%	0.1~9.9%	10~19.9%	20~29.9%	30%~
number of Occurrenceyear	8	7	11	5	5

Fig. 4를 보면 대설재난은 지난 36년(1979~2014년) 동안 자연재난에서의 연평균 발생비율인 13.5%를 초과하는 연도가 1996년 이후 2014년까지 총 19년 중 14년으로 73.7%를 점유한 것으로 나타났으며 2008년부터는 매년 평균치를 초과하여 발생빈도 측면에서 과거보다 그 비중이 높아지고 있는 것으로 보인다. 대설재난의 발생비율이 전체 자연재난 중에서 1/3을 넘는 연도가 36년 중에서 5개로 나타났으며 1998년 이후부터는 그 비중이 1/2 이상인 연도도 7개인 것으로 확인되어 자연재난 관리측면에서 대설재난의 중요성이 높아지고 있다.



(unit : %)

Fig. 4. Rate of heavy snow disasters in natural disasters (1979~2014)

대설재난은 위험도와 피해액 측면에서 지역적 편차가 매우 큰 자연재난이다. 기상청에서 2012년 발간한 『1981~2010 한국기후도』에서 30년(1981~2010년) 동안 ‘한후기(10월~다음해 4월)’의 일별 최심신적설을 합계한 값인 연신적설합계를 살펴보면 강원도의 대관령이 261.1cm로 가장 높고, 제주특별자치도의 고산이 1.9cm로 가장 낮아 강설량의 지역별 편차가 259.2cm로 매우 큰 것으로 나타났다. Fig 5-b는 본 연구에서 지난 36년(1979~2014년) 동안 발생한 대설재난 피해를 2014년 화폐가치로 환산한 지역별 총 피해액을 GIS 지도로 나타낸 것이다.

지난 36년(1979~2014년) 동안 발생한 대설재난 피해액 분포는 Fig 5-a 기상청 한국기후도의 연신적설합계와 전반적으로는 유사한 패턴을 보이나 강원도지역의 피해액은 연신적설합계보다 낮고, 경기·충청·호남 및 경북 동해안 지역은 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이러한 비교분석 결과는 연평균 강설량이 매우 높은 강원도 지역은 대설재난의 피해발생 가능성이 높은 시설에 엄격한 설치기준이 적용되는 등 대설재난 예방·대비정책이 잘 수행되어 피해액이 낮으나 서해안 지역에서는 강원도 지역보다 연평균 강설량이 상대적으로 적음에도 불구하고

고, 예방·대비정책이 미흡하여 피해가 많은 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구는 기상청 강설자료와 국민안전처의 대설재난 피해액 자료간 관계성이 존재하는지, 이러한 관계성을 설명할 수 있는 대설재난 피해액 결정요인을 모형으로 도출할 수 있는지를 분석하고자 한다.

4. 대설재난의 피해액 결정요인 분석

4.1 분석자료 설명

본 연구는 지난 36년(1979~2014년)간 연도별 자연재난 대비 대설재난 발생비중 정보를 참고하여 최근 15년(2005~2014년)을 분석기간으로 결정하고, 관련 자료를 수집하였다. 대설재난 피해액에 대한 결정요인을 도출하기 위하여 대설재난 피해요인이 되는 강설 관련 자료와 사회경제적 요인자료, 대설재난 피해액 자료를 조사하였다. 대설재난의 강설관련 변수는 강설량과 강설일을 선택하였으며, 사회경제적 변수는 인구밀도와 비도시지역 면적, 수도권 지역더미를 고려하였다.

강설량은 기상청의 전국 90개 관측장소에 기록된 강설량을 사용하였으며, 각 관측장소에서 관할하는 지역에

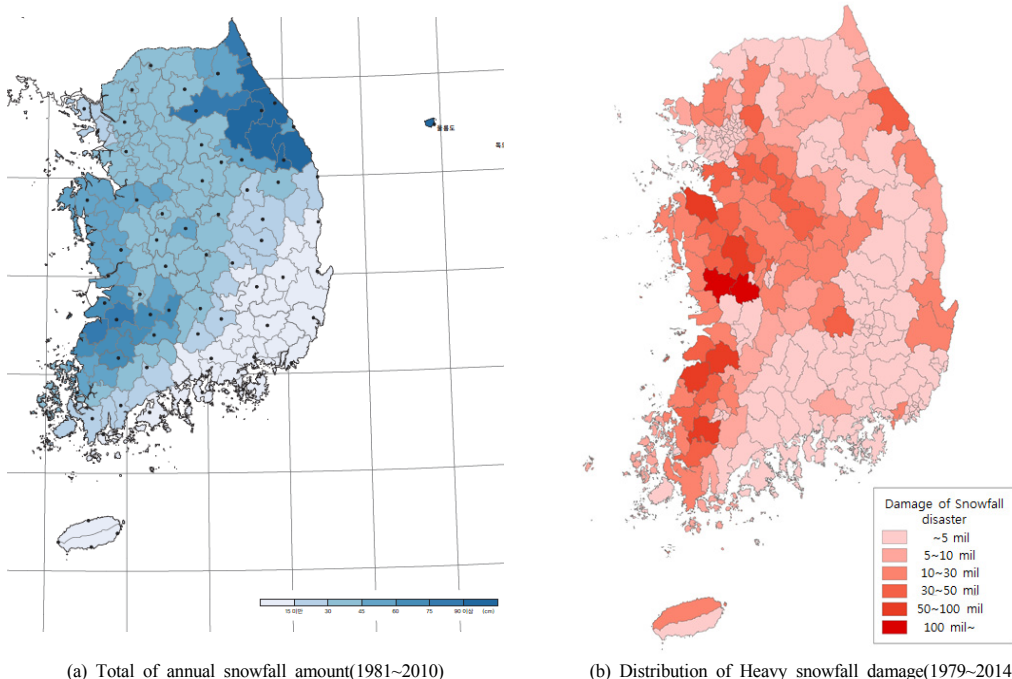


Fig. 5. Total of annual snowfall amount and Distribution of Heavy snowfall damage

Table 2. Summary of Analysis Data for Determination Factors of Heavy Snowfall Disaster Costs

Variable	Data description	Source
Snowfall amount(cm)	New snowfall amount	KMA weather information system
Snowfall day	Natural disaster yearbook	Ministry of the Interior and Safety
Damage of snowfall disaster (One million won)		
Population density (Population/km ²)	Administrative area	Local government Statistics Office
Non-urban area(%)	Non-urban area ratio	

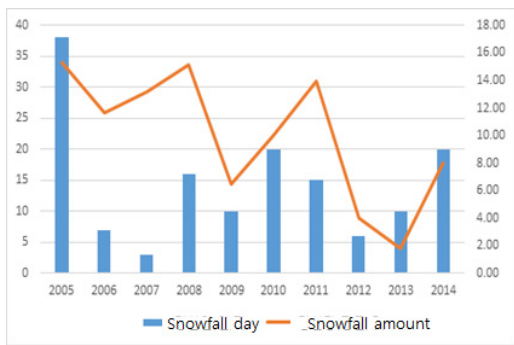


Fig. 6. Yearly snowfall day and amount(2005~2014)

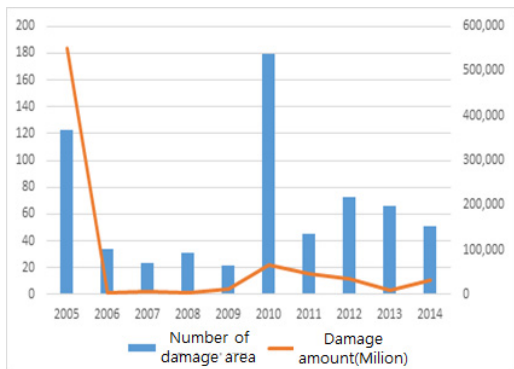


Fig. 7. Number of damaged area and amount of damage(2005)

일괄적으로 적용하였다. 분석기간에 대한 강설일과 강설량은 기상청의 96개 유·무인관측소를 대상으로 기상청 국내기후자료의 요소별 자료 중 ‘신적설’ 자료를 조사하였다. 조사한 ‘신적설’ 자료는 동일한 관측지역을 대상으로 하는 관측소 자료를 통합하여 90개 관측소에 대한 일일 신적설자료로 DB화하였다. 구축된 일일 신적설 DB는

기상청의 ‘지역별 상세관측자료(AWS)’ 정보를 활용하여 229개 지자체로 연계하였다. 대설재난 피해액은 국민안전처 재해연보의 기간별·시군구별 자연재해 상황통계자료를 2014년 기준의 화폐가치로 환산한 후 대설재난 기간별 기초자치단체의 대설재난 피해액DB를 구축하였다. 인구밀도와 비도시지역 면적비율은 지자체와 통계청의 지역통계연보에서 관련자료를 DB로 구축하였다. Table 2는 대설재난 피해액 결정요인을 분석하기 위해 본 연구에서 DB로 구축한 분석자료를 설명한 표이다.

분석기간(2005~2014년) 동안 강설일은 전반적으로 감소하는 추세이며 강설량도 Fig. 6과 같이 우하향하고 있다. 그러나 동일기간 동안 대설재난의 발생건수는 연평균 2.7건으로 지난 36년(1979~2014년) 동안의 연평균 2.3건보다 증가하였다. 기후변화로 특정지역에 내리는 집중적인 강설로 인해 대설재난은 증가하는 것으로 보인다.

분석기간(2005~2014년) 동안 대설재난의 피해지역과 피해액은 Fig. 7과 같다. 우리나라는 2005년의 높은 피해액은 대설재난의 위험성을 명확하게 보여주고 있다.

4.2 분석모형과 기초통계

본 연구에서는 대설재난의 피해액 결정요인을 파악하기 위하여 다중 회귀분석 모형을 적용하였다. 종속변수인 대설재난 피해액을 설명하기 위하여 해당 지자체의 강설량과 강설일을 대설재난 강설관련 변수로 선정하였고, 대설재난 피해액에 영향을 미치는 사회경제적 요인으로 해당 지자체의 인구밀도와 비도시지역 면적비율, 수도권 지역 더비변수를 독립변수로 선정하였다.

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \epsilon \quad \text{식(1)}$$

Y : 각 지역의 대설재난 피해액
 α : 상수항
 β : 계수값
 ϵ : 오차항
 X_1 : 강설량
 X_2 : 강설일
 X_3 : 인구밀도
 X_4 : 비도시지역 면적 비율
 X_5 : 수도권 지역 더미

대설재난의 피해액 결정요인을 파악하기 위한 입력자료를 살펴본 결과 지난 2005년 이후 대설재난 피해액이 0인 지역을 제외할 경우 피해가 발생한 지자체가 총 648개이며 평균 피해액은 1,195.2백만원인 것으로 나타났다. Table 3은 대설재난 피해액 결정요인 분석변수를 대상으로 한 기초통계 분석결과를 나타낸 표이다.

Table 3. Analysis Results of Basis Statistics for Determination Factors of Heavy Snowfall Disaster Costs

Variable	N	Mean	S.D.	Min	Max
Damage of snowfall disaster	648	1,195.2	5,590.38	0.11	72,441.82
Snowfall amount	648	9.95	12.80	0.00	70.20
Snowfall day	648	5.37	5.61	1.00	22.00
Population density	648	648	793.63	1,941.44	19.10
Non-urban area	648	75.89	31.88	0.00	99.66
Seoul Metropolitan area dummy	648	0.18	0.38	0.00	1.00

기초통계 분석결과를 살펴보면 대설재난 피해지역의 강설량은 평균 9.95cm이며 강설일은 평균 5.37일이고, 각 지역의 인구밀도는 648인/km²으로 분석되었다. 2005년~2014년 동안 전국 지자체의 비도시 지역면적은 75.89%로 나타났다. 본 연구에서는 대설재난 피해에 대한 수도권의 대비특성을 파악하기 위하여 수도권 지역 더미변수를 모형에 적용하였으며 전국에서 수도권 지역의 비율은 18%인 것으로 분석되었다.

4.3 상관분석과 회귀 분석결과

본 연구에서는 대설재난 피해액에 대한 각 독립변수의 영향력을 파악하기 위해 상관분석을 실시하였으며 분석결과는 Table 4와 같다. 분석결과 대설재난 피해액 변수는 강설량·강설일 변수와 신뢰수준 99%에서, 수도권 더미 변수와는 신뢰수준 95%에서 각각 유의한 것으로 나타났다. 강설량 변수는 강설일과 인구밀도, 비도시면적 변수에서 신뢰수준 99%에서, 수도권 더미변수와는 신뢰수준 95%에서 각각 유의한 것으로 나타났다. 강설일과 수도권 더미변수 간, 인구밀도와 비도시면적 간, 인구밀도와 수도권더미 변수 간, 비도시면적과 수도권더미 변수 간을 대상으로 상관분석을 수행한 결과 신뢰수준 99%에서 각각 유의한 것으로 분석되었다.

인구밀도 변수는 비도시지역 면적과 음(-)의 관계가, 수도권 더미변수와는 양(+)의 관계가 있을 것으로 가정되며 상관분석 결과는 이러한 가설을 입증하기 때문에 본 연구의 신뢰성을 확인시킨다. 비도시지역 면적의 수도권 더미변수와 음(-)의 관계 역시 그 방향성이 논리적이므로 입력자료의 타당성을 입증한다. 본 상관분석 결과는 6개 변수 사이에 다중공선성 문제가 있을 가능성을 제기한다. 따라서 회귀분석모형에서는 사회경제적 변수를 다르게

Table 4. Correlation Coefficient Results for Damage Cost Factors of Heavy Snowfall Disasters

Variable	Snowfall amount	Snowfall day	Population density	Non-urban area	Seoul Metropolitan area dummy
Damage of snowfall disaster	0.2055***	0.4157***	-0.0546	0.0327	-0.0890**
Snowfall amount		0.3022***	0.1317***	-0.1700***	-0.0770**
Snowfall day			0.0143	-0.0310	-0.1530***
Population density				-0.7250***	0.3322***
Non-urban area					-0.3220***

*p<0.1, 10%; **p<0.05, ***p<0.01

Table 5. Regression Analysis Results for Damage Cost Factors of Heavy Snowfall Disasters

Variable	model1	model2	model3	model4
Intercept	-1,440.53 (-1.64)	-2,109.55*** (-3.17)	-1,188.73*** (-3.71)	-2,129.99*** (-3.65)
Snowfall amount	43.64*** (2.62)	43.02*** (2.59)	38.03*** (2.33)	43.12*** (2.61)
Snowfall day	386.30*** (10.27)	386.10*** (10.26)	384.50*** (10.21)	386.43*** (10.38)
Population density	-0.18 (-1.17)			
Non-urban area	3.34 (0.36)	10.65 (1.58)		10.80* (1.7)
Seoul Metropolitan area dummy	65.77 (0.12)	-35.75 (-0.06)	-335.77 (-0.64)	
N	648	648	648	648
R2	0.1852	0.1835	0.1803	0.1835
Adj-R2	0.1782	0.1784	0.1765	0.1797

*p<0.1, 10%; **p<0.05, ***p<0.01 () :t-value

선택하여 분석할 필요성이 있다고 판단되었다.

본 연구에서는 대설재난의 피해액 결정요인을 파악하기 위하여 4차례에 걸쳐 회귀분석을 실시하였다. 모든 변수를 적용한 ‘회귀분석모형 1’은 강설량 및 강설일 변수만 유의하며 사회경제적 변수들은 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 상관분석결과에서는 대설재난 피해액과 수도권 더미변수 간, 강설량과 사회경제적 변수 간 상관성이 있는 것으로 파악되었다. 따라서 강설량과 강설일 자료를 적용한 회귀분석모형에 각각의 사회경제적 변수를 추가하여 회귀분석 모형 2 - 모형 4를 수행하였다.

회귀분석모형 2는 수도권지역의 도시면적이 상대적으로 높다는 가정에 따라 비도시면적과 수도권더미 변수를 포함하였고, 모형 3은 수도권지역의 영향력을 파악하기 위해 수도권더미 변수만 포함하였다. 모형 4는 수도권더미 변수를 제외하고, 비도시면적이 클수록 피해액이 증가할 것이라는 가정을 바탕으로 수행하였다.

회귀분석 결과 모형 4가 가장 적합한 것으로 나타났다. 본 연구에서 적용한 대설재난의 피해액은 농작물 재배를 위한 비닐하우스, 축사, 어업 양식장 등과 같은 시설피해를 대상으로 하기 때문에 비도시지역이 많을수록 피해액이 증가하는 것으로 해석되었다. 본 연구의 피해액은 대설재난으로 야기되는 도시 교통체증 피해, 제설제로 인한 환경피해 등 간접적 경제피해는 포함되어 있지 않기 때문에 모형 4의 결과는 타당하다. 이는 기존의 대설재난 피해 관련 연구의 결과들과 유사하게 나타났으며, 강설량, 강설일 모두 피해증가에 정(+)의 관계에 있다. 본 연구의 결과는 복구비 추정 등 대설재난 정책에 효과적으로 활용할 수 있다.

4.4 정책적 시사점

본 연구의 결과를 통해 대설재난의 경제적 피해는 강설량·강설일과 같은 대설재난 요인변수와 비도시면적 규모에 영향을 받는 것을 알 수 있다. 대설재난의 피해는 얼마나 잘 대비하고 있는가가 중요하며 행정자치부가 제공하는 지방자치단체의 재정자립도는 재난대비 능력을 측정할 수 있는 지표가 될 수 있다. 본 연구는 지방자치단체의 대설재난 피해와 대비능력 간 관계를 파악하기 위하여 분석기간(2005~2014년)의 연평균 대설재난 피해액과 2016년 지자체별 재정자립도 간 산포도를 작성하였다. 지자체별 재정자립도의 중위값은 23.2%이며 피해액의 중위값은 85.4백만원으로 조사되었다.

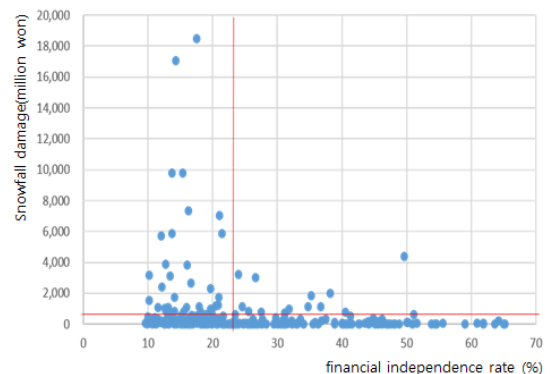


Fig. 8. Distribution between 15-year Annual Average Heavy-Snowfall Costs and 2016 Financial Independence Rate

Table 6. Vulnerable Area Selection of Heavy- Snowfall Disasters

Vulnerable Area(78 area)	
Busan	Saha-gu
Gwangju	Dong-gu, Nam-gu, Buk-gu, Gwangsan-gu
Gyeonggi-do	Yeoncheon-gun
Gangwon-do	Gangneung-si, Donghae-si, Samcheok-si, Hongcheon-gun, Hoengseong-gun, Yeongwol-gun, Pyeongchang-gun, Cheorwon-gun, Hwacheon-gun, Yanggu-gun, Goseong-gun, Yangyang-gun
Chungcheong buk-do	Chungju-si, Boeun-gun, Okcheon-gun, Yeongdong-gun, Goesan-gun, Jeungpyeong-gun
Chungcheong nam-do	Gongju-si, Boryeong-si, Geumsan-gun, Buyeo-gun, Seocheon-gun, Cheongyang-gun, Hongseong-gun, Yesan-gun, Taean-gun,
Jeollabuk-do	Iksan-si, Jeongeup-si, Namwon-si, Gimje-si, Jinan-gun, Muju-gun, Jangsu-gun, Imsil-gun, Sunchang-gun, Gochang-gun, Buan-gun
Jeollanam-do	Naju-si, Damyang-gun, Gokseong-gun, Boseong-gun, Hwasun-gun, Jangheung-gun, Gangjin-gun, Haenam-gun, Yeongam-gun, Muan-gun, Hampyeong-gun, Yeonggwang-gun, Jangseong-gun, Wando-gun, Jindo-gun, Sinan-gun
Gyeongsangbuk-do	Yeongju-si, Cheongsong-gun, Yeongyang-gun, Yeongdeok-gun, Yecheon-gun, Uljin-gun, Ulleung-gun
Gyeongsangnam-do	Miryang-si, Uiryeong-gun, Changnyeong-gun, Goseong-gun, Hadong-gun, Sancheong-gun

Fig. 9는 2016년의 지자체별 재정자립도와 본 연구의 대설재난 대비 취약지역 선정(안)을 GIS지도로 나타낸 그림이다. 재정자립도가 중위값인 23.2%이하이고 대설재난 연평균 피해액이 높은 지역을 살펴보면 Table 6과 같이 부산 사하구를 포함하여 총 78개 지역인 것으로 나타났다. 이들은 대설재난으로 인한 피해액이 평균값보다 높은 반면에 재정자립도는 평균인 23.2% 아래인 것으로 조사되어 자체적으로 대설재난을 대비하기에 취약한 지역으로 판단되었다. 이들 지역의 분포를 보면 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남 등 도의 군 지역이 다수를 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

5. 결론 및 향후 연구과제

대설재난은 우리나라에서 겨울철에 발생하며 태풍호우를 포함한 풍수해 다음으로 재산피해가 큰 자연재난이다. 대설재난은 다른 자연재난에 비해 상대적으로 인명피해와 이재민 수가 적어 그동안 재난관리 관련 학계에서 관심이 적었다. 그러나 최근 들어 발생빈도 측면에서 총 자연재난 대비 대설재난의 비중이 높아지는 추세이고, 재난이 발생할 경우 직접적인 경제피해가 수백억원에 달할 뿐만 아니라 도시내 교통마비, 제설제 살포로 인

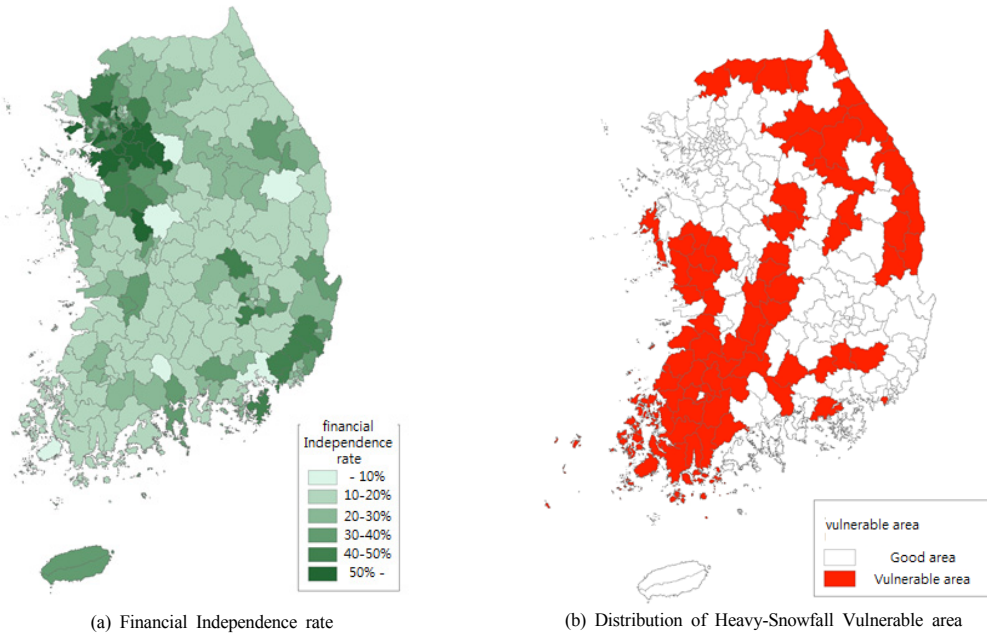


Fig. 9. Financial Independence rate and Heavy-Snowfall Vulnerable area

한 환경피해 등 간접적 피해가 심각하여 재난관리 정책의 중요도가 높아지고 있는 재난유형이다. 또한 대설재난은 연도별 지역별 피해규모의 격차가 커 적절하게 대응하기가 어려운 재난유형이기도 하다.

본 연구는 이러한 대설재난의 문제를 해결하기 위하여 강설자료와 대설재난 관련 사회경제적 요인자료를 활용하여 229개 지방자치단체의 대설재난으로 인한 재산 피해액을 추정하는 회귀분석모형을 개발하였다. 모형에 적용할 설명변수로 10년(2005~2014년) 동안의 강설량과 강설일, 인구밀도, 비도시지역 면적 비율, 수도권 지역 더미 등을 선정하여 적용하였다. 본 연구의 사회경제 요인 변수 상호간에는 유의미한 상관관계가 있어 회귀분석모형에서 다중공선성 문제가 발생할 것으로 예상되었다.

4개의 회귀분석모형을 통해 분석한 결과 강설일, 강설량, 비도시면적 비율이 높을수록 대설재난의 피해액이 큰 것으로 나타났으며 특히 비도시지역의 면적 비율과 피해액 간 양(+)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 회귀분석모형을 비교한 결과 강설량과 강설일, 비도시면적을 사용한 ‘회귀분석 모형 4’를 최적의 모형으로 제시하였다. 비도시지역 비율이 넓은 지역은 시 지역보다는 군 지역일 가능성이 크다. 평균 피해액이 중위값 이상인 지역들의 대부분은 군 지역이 다수를 차지하고 있는 것으로 확인되었다. 본 연구는 2016년 재정자립도와 최근 15년 동안의 대설재난 평균 피해액 간 산포도를 작성하여 78개 지역의 대설재난 대비 취약지역(안)을 선정하였다.

본 연구는 기초자치단체 수준에서 대설재난의 피해액에 영향을 미치는 결정요인을 도출하는 선도연구이다. 6개 변수를 활용한 상관분석과 회귀분석을 통해 대설재난 피해액을 추정할 수 있다는 가능성을 제시하였다. 본 연구에서는 비도시면적의 비율이 피해액에 영향을 주는 것은 확인하였으나 비도시면적의 구체적인 요인들을 파악하지 못한 한계를 가지고 있다. 따라서 대설재난의 피해에 영향을 미치는 온도, 비닐하우스 재배면적, 축사 등의 변수와 회귀분석 이외에도 다양한 통계적 분석기법을 적용하여 본 연구에서 제시한 방법론을 더욱 발전시킬 필요가 있다.

References

[1] Kunkel, K.E., K. Andsager and D.R. Easterling, Long-term trends in extreme precipitation events over

the conterminous United States and Canada, *Journal of Climate*, 12(8), pp. 2515-2527, 1999.

DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1999\)012<2515:LTTEP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1999)012<2515:LTTEP>2.0.CO;2)

- [2] Toya, H. and M. Skidmore, Economic development and the impacts of natural disasters., *Economics Letters*, 94(1), pp. 20-25, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2006.06.020>
- [3] Kellenberg, D. K. and A. M. Mobarak, Does rising income increase or decrease damage risk from natural disasters?, *Journal of Urban Economics*, 63(3), pp. 788-802, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jue.2007.05.003>
- [4] Jeong, J. H., Heo, I. H., An Analysis of the Time Trend of Direct Economic Damages from Natural Disasters and Their Determinants : The Case of Gangwon-do, *Journal of Social Science*, Institute of Social Science, vol. 53, no. 1, pp. 77-99, 2014.
- [5] Korea Ministry of Public Safety and Security. Disaster Report. 2005-2014.
- [6] Dutta, D., and S. Herath, Methodology for flood damage assessment using GIS and distributed hydrologic model. *Proceedings of International Symposium on Information Technology Tools for Natural Disaster Risk Management*, Bangkok, Thailand, pp. 109-124, 1998.
- [7] Skaggs, L. L., Davis, S. A., Variations in Residential Depth-Damage Functions Used by the U.S. Army Corps of Engineers in Flood Damage Estimation, *Special Publication Natural Hazards Research and Applications Information Center*, 29, 1993.
- [8] Sim, soon bo. Development of water resources by multipurpose system, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 27(1), pp. 14-17, 1979.
- [9] Korea Water Resources Corporation, Development of economical analysis model of water resource development. 1998
- [10] Kim, C.S., Estimation of flood control benefits based on watershed unit considering flooded depth, The Master's thesis of Inha University. 2003.
- [11] Kim, J.S, On the Characteristics of Damage Scale and Risk Management System by Strong Wind Speed of Typhoon, The Master's thesis of Inje University, 2013.
- [12] Lee, S.I., Study on Damage Scale Prediction by Rainfall and Wind Velocity with Typhoon, The Master's thesis of Suncheon University, 2013.
- [13] Jeong, J. H., Lee, S. H., Estimating the Direct Economic Damages from Heavy Snowfall in Korea, *Journal of Climate Research*, Konkuk University Climate Research Institute, vol. 9, no. 2, pp. 125-139, 2014.

김 근 영(Geunyoung Kim)

[정회원]



- 1997년 8월 : 미국 남가주대학교 도시계획 및 개발대학 (도시계획학 박사)
- 1997년 9월 ~ 1999년 2월 : 서울연구원 부연구위원
- 1999년 3월 ~ 현재 : 강남대학교 부동산건설학부 교수

<관심분야>

도시계획, 재난관리, 교통

주 현 태(Hyuntae Joo)

[정회원]



- 2010년 2월 : 한양대학교 도시공학과 (공학석사)
- 2014년 2월 : 한양대학교 도시공학과 (박사수료)
- 2015년 9월 ~ 2017년 8월 : 강남대학교 U-city 융합연구소 연구원

<관심분야>

도시경제, 재난관리, 부동산

김 희 재(Heejae Kim)

[정회원]



- 2009년 2월 : 중앙대학교 대학원 도시공학과 (공학석사)
- 2016년 2월 : 중앙대학교 대학원 도시계획부동산학과 (도시계획부동산학박사)
- 2016년 6월 ~ 현재 : 강남대학교 U-city 융합연구소 연구위원

<관심분야>

도시계획, 재난관리, 부동산