

## The Impact of Winter Temperature and Areal Characteristics on Property Damage from Heavy Snowfalls

Hee Jae Kim<sup>+</sup>, Hyun Tae Joo, Geun Young Kim

Department of Urban Planning, Kangnam University, 40 Kangnam-ro, Gigeung-gu, Yongin, Korea

### Abstract

The increasing pattern of property damage of heavy snowfall disasters has been observed due to the frequent occurrence of natural disasters by recent climate change phenomena. Heavy snowfall disasters could result in facility collapse, agricultural and livestock losses, and traffic congestion, which emphasizes the importance of the efficient response to the disaster. As for statistical analysis, the variable of property damage from snowfalls was regressed on snowfall amount, temperature and rural area ratio during the period of 2005 to 2015. The results show that the size of property damage from heavy snowfall disasters increased with higher amount of snowfalls, lower temperature, and higher rural area ratio. The research findings are expected to provide the policy guidelines to the local governments which are vulnerable to heavy snowfall disasters during the winter season.

**Key words:** heavy snowfall disaster, snowfall amount, snowfall property damage, temperature, rural area

### 1. 서론

최근 전 세계적으로 기후변화로 인한 기상이변 현상이 과거에 비해 빈번하게 발생되고 있다. 이러한 기상이변 현상들로 인하여 자연재해로 인한 피해들이 빈번하게 발생하고 있다. 특히 여름철 폭염과 겨울철의 대설은 직·간접적으로 인적·물적 등의 피해를 우리에게 주고 있다. 이러한 기후변화 현상의 일부로 대설도 증가하고 있는데, 특히 지구의 북반구에 북극 해빙 및 시베리아 대설 증가현상 등으로 우리나라가 속해 있는 북반구에 대설이 증가하고 있다(Han, 2014). 이러한

대설의 증가는 대설재난으로 이어져 그로 인한 피해로 이어지고 있다.

지난 10년간(2006~2015년) 우리나라 자연재해인 태풍, 대설, 호우, 강풍 중 대설로 인한 재산 피해규모를 살펴보면, 약 4.2%를 점유하고 있는 것으로 나타났다(Korea Ministry of Public Safety and Security, 2015). 전체 자연재해에서 차지하는 비중은 상대적으로 적지만, 피해가 지역별 편차가 크게 나타나 상대적으로 대설재난에 취약한 지방도시에 그 피해가 집중되어 있는 것으로 나타났다. 또한 과거 대설관련 데이터를 분석해보면 우리나라 대설 집중 지역 점차적으로 변

<sup>+</sup> Corresponding author: Hee Jae Kim, Tel. +82-31-899-7174, Fax. +82-31-280-3937, e-mail. irex1@naver.com

하는데 최근 충청남·북도에서 전라남·북도로 그 패턴이 변화하고 있다. 그리고 더 나아가 강원권·충청권·호남권을 연결하는 축으로 대설 취약구간이 확대될 것으로 전망되고 있다(Han, 2014).

이러한 상황에서 겨울철 기상변화로 인한 대설재난의 효율적인 대처는 우리나라 대설재난 대응체계구축을 위해 꼭 필요하다. 이에 대한 기초 연구로 대설재난으로 인한 피해액과 겨울철 온도와의 관계를 분석하는 연구가 필요하다고 볼 수 있다. 대설 재난으로 인한 피해는 대설 상황시 강설량에 관계가 있지만 기온에도 큰 영향을 받기 때문이다. 예를 들어 많은 양의 눈이 오더라도 기온이 높으면 눈이 금방 녹아 피해가 거의 없지만, 많은 양의 눈이 올 때 기온이 낮으면 눈이 거의 녹지 않아 그 피해는 더 커지기 때문이다.

그러나 그동안 대설로 인한 피해는 인명피해보다는 시설피해가 주를 이루기 때문에 그동안 재난관련 정책에서 다른 재난에 비해 간과했었던 부분이 있었다. 기후변화 현상으로 인한 대설재난피해는 증가할 것으로 예상되지만 이러한 대설재난 피해 관련들을 대상으로 하는 기존의 연구들은 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 겨울철 대설 재난 피해액과 기온과의 관계성을 파악하여 기온에 따른 대설재난 대응정책의 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다.

본 연구에서는 다중회귀분석 모형을 이용하여 과거 10년간 대설 재난으로 발생한 피해액에 영향을 미치는 온도요인을 분석하기 위해 대설재난기간의 적설량, 강설 이후 최저기온, 평균기온, 최대기온, 대설재난기간의 최저기온, 평균기온, 최대기온 등의 데이터를 변수로 사용하였다. 본 연구는 우리나라 대설재난 대응정책의 기초연구로 활용될 수 있으며, 기온에 따른 대설 상황시 대비책의 기초자료로 활용될 수 있다.

## II. 이론적 고찰

### 1. 자연재난에 미치는 요인에 관한 연구

자연재난에 관한 연구들은 과거부터 지속적으로 이

루어지고 있었다. 그 중 자연재난으로부터 받는 피해와 그 규모에 미치는 영향들을 분석하는 연구들도 활발하게 이루어지고 있었다(Kunkel, *et. al.*, 1999; Toya & Skidmore, 2007). 사회 경제적 요인이 자연재해가 미치는 영향에 관하여 Kunkel, *et. al.*(1999)은 인구요인과 소득이 자연재해 피해의 크기에 영향을 줄 수 있으며, 같은 조건에서 자산의 가치가 높을수록 피해가 커진다고 주장하였다. 그러나 Toya & Skidmore(2007)의 연구에서는 소득수준이 높은 국가는 사회기반시설에 대한 자연재난예방을 위해 투자를 많이 하고, 자연재난 발생 시에도 복구에 관한 예산이 확보되어 소득수준이 낮은 국가에 비해 상대적으로 피해가 적다고 주장하였다. 그 밖의 Kellenbeg & Mobarak(2008)의 연구는 자연재난으로 발생하는 피해금액과 지역의 소득과의 관계는 비례하다가 일정시점에서 반비례하는 형태가 나타난다고 주장하였다. 이를 종합하면 자연재해로 인한 경제적 피해금액은 국가와 지역, 소득수준에 따라 시사하는 바가 다른 것으로 나타났으며, 이는 사회경제적 요인이 자연재난 피해 규모에 영향을 주는 것으로 해석할 수 있다.

국내의 경우 Jeong & Heo(2014)의 연구에서 강원도 지역을 중심으로 호우와 대설로부터 발생하는 피해금액에 미치는 요인을 토빗모형을 이용하여 분석하였다. 분석결과 호우와 대설재난 피해에 큰 영향을 미치는 요인은 기후요인이고, 소득의 증가는 자연재난의 취약성을 높인다고 주장하였다.

### 2. 재난 피해액 요인 분석 방법에 관한 연구

우리나라의 자연재난의 약 85%는 주로 강풍·풍랑·호우·태풍 등과 관련된 풍수해가 대부분인 것으로 나타났다(Korea Ministry of Public Safety and Security, 2015). 따라서 자연재해의 피해액에 미치는 영향에 관한 연구들은 주로 풍수해를 대상으로 연구가 진행되어온 경향이 있다. Dutta & Herath(1998)는 일본의 홍수피해산정 및 범람모형을 GIS 소프트웨어를 이용하여 분석하였다. 홍수피해에 미치는 요인들을 도

시피해요인, 농촌피해요인, 공공시설피해요인 등으로 각각 구분하여 피해액에 대한 추정 모형을 개발하였다. Skaggs & Davis(1993)는 미국의 홍수정보를 활용하여 주거지역 건축물과 그 속성에 관한 수위-피해함수를 개발·분석하였다.

우리나라의 경우에는 Sim(1972)의 연구에서 빈도분석에 의한 홍수피해 산정방법을 제시하였으며, Korea Water Resources Corporation(1998)에서 외국의 홍수조절 편익 산정법을 검토하여 수자원개발의 경제성 분석 모형을 개발하였다. 또한 Kim(2003)의 연구에서는 사업자산 피해율과 홍수범람지역에서의 산업별 자산금액으로 행정구역별 피해금액을 추정하는 방법을 제시하였다. Kim(2013)과 Lee(2013)는 태풍피해에 의한 피해금액 결정요인에 대한 연구를 실시하였는데, Kim(2013)은 한국형 위험평가모형을 이용하여 우리나라 행정구역별 피해금액을 3-second gust를 이용하여 분석하였다. Kim(2003)은 우리나라를 9개 권역으로 구분하고, 태풍발생시 강우량과 풍속에 대한 상관분석을 실시하고, 회귀분석모형을 이용하여 태풍피해에 가장 큰 영향을 주는 용인이 일일 최대 강우량과 각 지점별 최대 풍속량이라고 주장하였다.

### 3. 대설재난에 미치는 요인에 관한 연구

지난 10년간 우리나라 대설재난으로 발생한 재산피해금액은 연평균 879억 원으로 전체 자연재해 피해금액에 12.7%에 해당<sup>1)</sup>할 정도로 중요한 재난 중 하나이다. 그러나 아직까지 우리나라에서 자연재난 중 대설재난을 대상으로 실시한 연구는 타 자연재난에 비해 부족한 실정이다. Jeong & Heo(2014)는 대설재난피해에 미치는 용인들을 기후요인과 사회·경제적 요인들을 포함하여 분석하였다. 분석결과 강설량은 대설재난 피해금액의 양(+)의 영향력을 갖고 있는 것으로 나타났으며, 소득의 대리변수로 사용한 1인당 GRDP역시 양(+)의 영향력을 갖고 있는 것으로 나타났다. 결국 대설재난은 사회·경제적으로 상당한 규모의 피해를 발생시

키고, 이를 복구하기 위한 지자체들의 재정에 막대한 영향을 미칠 수 있기 때문에 대설피해에 미치는 요인들에 분석과 관련된 연구가 지속적으로 필요하다고 판단된다.

대설재난의 지역별 유형을 정리한 Kim, *et. al.* (2017)의 연구에서는 재해연보의 대설 재난 자료를 활용하여 각 지역의 강설량을 6개의 단계로 구분하여, 유사한 패턴을 보이는 패턴을 정리하여 5개의 시나리오로 구분하였다. 시나리오의 결과를 보면 강설재난이 지역별로 나타날 수 있음을 확인하고 있다. 이에 본 연구에서도 대설재난의 피해액에 지역적인 영향력이 있을 것으로 판단되며, 추가적으로 대설의 경우 기온에 따라 차이가 있을 것으로 예상하여 분석을 진행하였다.

## III. 연구의 가설 및 방법

### 1. 연구가설 설정

대설재난상황은 겨울철에 발생하기 때문에 본 연구는 대설의 피해규모는 강설량뿐만 아니라 대기온도 영향을 미칠 것이라는 가정에서 연구를 진행하였다. 또한 대기온도가 낮을수록 눈이 녹지 않아 피해의 규모가 크다는 가정을 하였다.

본 연구에 사용된 피해 금액은 주로 시설물 및 농어촌 등에 받는 피해 금액으로 대설로 인한 교통사고 피해 및 교통체증 발생과 같은 사회적 비용은 연구에서 제외하였다. 또한 과거의 피해 금액을 2015년 기준의 현재 금액의 가치로 환산한 피해금액을 사용하였다. 마지막으로 대설로 인한 피해발생은 대도시보다 지방소도시나 비시가화 지역에서 주로 발생할 것이라는 가정 하에 비시가화 면적 비율을 하나의 변수로 사용하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구는 2005년부터 2015년까지 발생한 총 39개의 대설 재난 건수 총 149일 동안의 강설량, 온도 등의 데이터 등을 활용하여 분석을 진행하였다. 먼저 대설재

1) Korea Ministry of Public Safety and Security(2015)

Table 1. Analysis data description for this research

Classification	Period	Region	Source
Damage of snowfall disaster	2005~2015	National snowfall damage area	Natural disaster yearbook
New snowfall amount	2005~2015	National snowfall damage area	KMA weather information system
Daily low temp Daily ave temp Daily high temp	2005~2015	National snowfall damage area	KMA statistical data
Non-urban area	2015	National snowfall damage area	KOSTAT urban area data

난 피해액 관련 데이터는 국민안전처에서 발행하는 자연 재해연보 데이터 중 과거 11년인 2005년에서 2015년 사이에 발생한 대설 재난일을 대상으로 데이터를 추출하였다.

강설량 및 적설량과 관계되는 최심신적설 데이터는 기상청으로부터 데이터를 수집하였으며, 같은 기간 동안 전국에서 대설재난 피해가 발생한 지역을 대상으로 하였다. 기온의 경우 대설 재난 피해액에 미치는 요인을 다양하게 알아보기 위하여 일일 최저기온, 최고기온, 평균기온을 모두 사용하였으며, 기상청에서 본 데이터를 수집하였다. 마지막으로 비 시가지역 면적비율을 계산하기 위한 데이터로 통계청에서 제공하고 있는 도시지역 면적 데이터를 이용하였다. 본 연구에 사용되는 데이터의 시점이 2015년 이전인 이유는 데이터의 시

간적 일치를 위해서이다.

연구 방법론으로는 대설피해액에 영향을 주는 요인을 알아 보기 위하여 10년간 지역별 대설재난 피해금액을 종속변수로 하는 단계적 회귀분석(Stepwise Regression)을 이용하였다. 단계적 회귀분석 방법은 회귀모형에 사용되는 변수들을 하나씩 선택 및 제거함으로써 가장 좋은 모형을 찾아 선택하는 방법으로 회귀모형 중 가장 널리 사용되고 있는 방법이다.

연구의 진행방법은 첫째, 단계별 회귀분석으로 유의미한 결과가 나오는 변수를 선택하고, 둘째, 논리적으로 영향력이 없거나 그 관계를 입증하지 못하는 변수들을 제거하여 최종 모형을 선택한다.

본 연구는 대설재난 피해액에 영향을 주는 요인들을 크게 강설량, 기온, 비시가지 면적비율로 구분하였고,

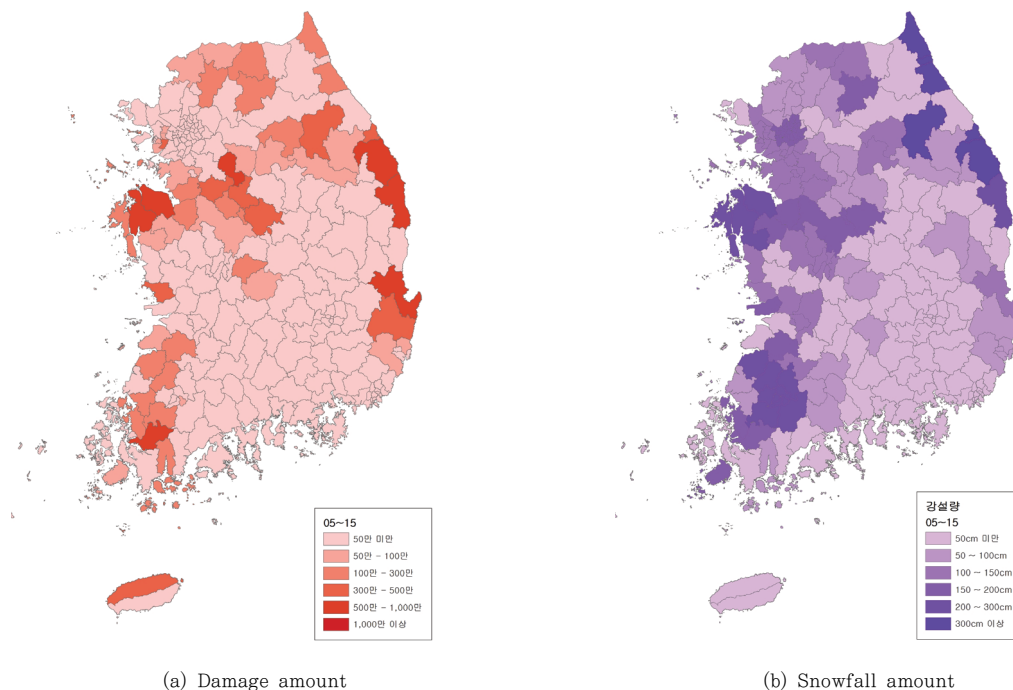


Figure. 1 Cumulative damage and snowfall amounts during the period of 2005 to 2015

본 주제와 직접적으로 관련이 있는 변수인 기온변수의 경우 강설 다음날의 최저·평균·최고 기온, 대설재난 기간의 최저·평균·최고 기온을 변수로 설정하여 각 변수가 대설재난 피해액에 어떠한 영향을 주는지 분석한 후 모형을 제시하였다.

#### IV. 실증분석 결과

##### 1. 기초통계 분석

대설재난상황은 겨울 2005년부터 11년 동안 대설 피해액이 발생한 지역은 총 1,199개 지역으로, 피해액 평균은 431,66백만 원으로 확인되었으며, 평균 8.17cm의 최심신적설량을 기록한 것으로 확인되었다.

대설에 의한 피해를 입은 지역 중에 비시가화 면적의 비율은 약 75.87%로 대부분의 대설 피해는 비시가화지역에서 발생한 것을 알 수 있다. 그리고 <Figure 2>와 같이 강설량이 많은 지역의 피해액의 큰 것으로 나타났으며, 주로 충남 서해지역과 전남 해안지역, 강원도 해안지역에 강설량이 많으며 그에 따른 피해도 동일한 지역에서 많이 발생하는 것으로 나타났다. <Table 2>의 기초통계표를 보면 호남지역에서 전체 재난의 40%가 발생한 것으로 확인되었으며, 충청지역이 25%로 발생 빈도가 두 번째로 높게 나타났다.

눈의 경우 영상에서 녹는점을 감안하여 최저기온을

더미변수로 처리하여 0℃ 이하로 내려갔을 경우 1로 표기하였다. 대설재난의 경우 하루에 발생하기 보다는 여러 일에 걸쳐 발생하는 점을 감안하여 다음날 최저기온도 더미변수로 처리하여 0℃이하로 내려갔을 경우 1로 표기하였다. 전체 대설일중 최저기온이 0℃ 이하인 날은 87%이며, 다음날 최저기온이 0℃이하인 날도 86%로 확인되어, 대설재난이 동안 최저기온이 0℃ 이하인 날이 다수인 것을 예상할 수 있다.

##### 2. 분석모형

본 연구에서는 대설재난의 피해액 결정요인을 파악하기 위하여 단계적 회귀분석 모형을 적용하였다. 단계적 회귀분석 방법은 회귀모형에 사용되는 변수들을 하나씩 선택 및 제거함으로써 가장 좋은 모형을 찾아 선택하는 방법으로 회귀모형 중 가장 널리 사용되고 있는 방법이다.

종속변수인 대설재난 피해액을 설명하기 위하여 해당 지자체의 최심신적설량을 변수로 선정하였고, 지역 특성을 반영하기 위한 지역의 비시가화면적비율을 변수로 선정하였다. 또한 본 연구와 직접적으로 관련이 있는 강설 다음날의 최저·평균·최고 기온을 변수로 선정하였으며, 재난기간동안의 최저·평균·최고 기온을 변수로 선정하였다. 본 연구에 사용된 모형은 다음 식(1)과 같다.

Table 2. Basic statistics

Variable	N	Mean	S.D.	Min	Max
Damage amount(mil. Won)	1,199	431.66	1,541.04	0.03	25,705.16
New snowfall amount(cm)	1,199	8.17	10.17	0.10	70.20
New snowfall amount of the snowfall day after(cm)	1,199	6.30	8.79	0	70.20
Non-urban area(%)	1,199	75.87	30.72	0	99.66
Seoul Metropolitan Area(Dummy)	1,199	0.09	0.29	0	1
Gangwon Area(Dummy)	1,199	0.13	0.34	0	1
Chungcheong Area(Dummy)	1,199	0.25	0.43	0	1
Honam Area(Dummy)	1,199	0.40	0.49	0	1
Youngnam Area(Dummy)	1,199	0.11	0.32	0	1
Jeju Area(Dummy)	1,199	0.01	0.07	0	1
Lowest temperature of the snowfall day Less than 0℃ (Dummy)	1,199	0.87	0.33	0	1
Lowest temperature of the snowfall day after Less than 0℃ (Dummy)	1,199	0.86	0.35	0	1

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \epsilon \quad \text{식(1)}$$

Y : 각 지역의 대설재난 피해액

α : 상수항

β : 계수값

X<sub>1-2</sub> : 최심신적설량, 다음날 최심신적설량

X<sub>3</sub> : 비시가화면적비율

X<sub>4-9</sub> : 지역더미

X<sub>10-11</sub> : 최저기온, 다음날 최저기온

ε : 오차항

### 3. 분석결과

〈Table 3〉은 단계적 회귀분석을 이용한 본 연구의 결과를 나타내고 있다. 대설재난의 피해액 결정요인을 분석하기 위하여 회귀분석을 실시하였다. 각 4개의 모형은 비시가화면적 비율 및 지역더미 변수들이 기본적인 모형을 이루고 있으며, 최심신적설 및 최저기온의 차이에 의하여 구분할 수 있다. 지역변수의 기준더미는 개설재난 비중이 가장 높았던 호남지역을 기준으로 분석을 진행하였다.

모형 1은 최심신적설과 비시가화면적비율, 지역변수를 적용하였으며, 대설재난은 최심신적설, 비시가화면

적 비율에 양(+)의 영향력을 보이고 있는 것으로 확인되었다. 지역변수와 기준변수인 호남지역에 비하여 모든 지역에서 음(-)의 영향력이 있는 것으로 확인되었으며, 제주지역의 경우 양(+)의 영향력을 보이고 있으나 유의하지 않은 것으로 확인되었다. 모형 1에서는 최심신적설의 양의 1cm 증가할 때마다 58.12백만 원이 증가하는 것으로 확인되었으며, 비시가화면적비율이 1% 증가함에 따라 4.56백만 원이 증가하는 것으로 나타났다. 지역은 제주를 제외한 지역에서 호남에 비하여 502백만 원에서 1,265백만 원이 적게 나타나는 것으로 확인되었다.

모형 2는 모형 1에 기온변수를 추가한 모형이며, 모형 1과 유사한 결과를 보이고 있다. 모형 2에서도 최심신적설 및 비시가화면적 비율 모두 양(+)의 영향력이 있는 것으로 확인되었다. 최심신적설이 1cm 증가 할 때마다 대설재난 피해액은 57.50백만 원이 증가하는 것으로 확인되었으며, 최저기온이 0°C 이하일 피해액이 양(+)의 영향력을 보이고 있으나 유의하지는 않았다. 유의하지는 않았으나 양(+)의 영향력을 보이고 있어 영향력의 방향성을 확인할 수는 있었다. 모형 2의 지역변수의 영향력은 호남지역에 비하여 508백만 원에서 1,243백만 원이 적게 나타나는 것으로 확인되었다.

Table 3. Analysis results

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Intercept	16.73*	-116.29	423.37***	222.41
New snowfall amount(cm)	58.12***	57.50***		
New snowfall amount of the snowfall day after(cm)			15.02***	14.44***
Non-urban area(%)	4.56***	4.48***	3.56***	3.31***
Seoul Metropolitan Area(Dummy)	-526.74***	-530.90***	-519.00***	-531.51***
Gangwon Area(Dummy)	-1,265.82***	-1,243.68***	-793.67***	-764.98***
Chungcheong Area(Dummy)	-502.28***	-508.95***	-600.89***	-611.35***
Youngnam Area(Dummy)	-577.50***	-568.12***	-470.04***	-442.70***
Jeju Area(Dummy)	813.44	925.43	558.61	775.26
Lowest temperature of the snowfall day Less than 0°C (Dummy)		161.92		
Lowest temperature of the snowfall day after Less than 0°C (Dummy)				254.81***
R <sup>2</sup>	0.1637	0.1649	0.0446	0.0477
n	1,199	1,199	1,199	1,199

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

대설재난의 경우 수일에 걸쳐 재난이 발생하고 있으며, 기온이 지속적으로 0°C일 경우 기존의 적설량이 줄지 않는 경향을 보이고 있기 때문에 다음날의 최심심적설 및 최저기온의 변수를 적용하여 추가적인 분석을 진행하였다.

모형 3은 비시가화면적 비율과 지역변수를 적용한 상태에서 다음날의 최심심적설 변수를 추가하였다. 다음날 최심심적설 변수 및 시가화면적 비율은 양(+)의 영향력을 보이고 있는 것으로 나타났으며, 지역변수는 제주지역을 제외하고 모두 음(-)의 영향력을 보이고 있는 것으로 확인되었다. 이전 모형 1 및 모형 2와 비교하여 비시가화면적 및 지역변수 모두 동일한 영향력을 갖는 것으로 확인되었다. 모형 3에서 다음날 최심심적설은 1cm 증가할 때 피해액이 15.02백만 원이 증가하는 것으로 나타났으며, 비시가화면적의 경우 1% 감소할 때 3.56백만 원이 증가하는 것으로 나타났다. 제주를 제외한 모든 지역에서 호남지역일 때보다 470백만 원에서 793백만 원이 적게 나타나는 것으로 확인되었다.

모형 4의 경우 다음날 최저기온이 0°C 이하일 경우를 더미변수로 적용하여 분석하였으며, 상수항 및 제주 지역 변수를 제외한 모든 변수가 1% 이내에서 유의한 것으로 확인되었다. 다음날 최심심적설의 경우 1cm 증가할 때마다 14.44백만 원이 증가하는 것으로 확인되었으며, 비시가화면적이 1% 증가할 때마다 3.31백만 원이 증가하는 것으로 확인되었다. 또한 다음날 최저기온이 영하일 경우 영상일 때에 비하여 254.81백만 원이 높게 나타나는 것으로 나타나 대설재난 피해에 있어 기온이 영향을 주는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 지역변수의 경우도 이전 모형 1~3과 마찬가지로 제주를 제외한 모든 지역에서 음(-)의 영향력을 보이고 있으며, 호남지역에 비하여 442백만 원에서 764백만 원이 적게 발생하는 것을 확인 할 수 있었다.

#### 4. 정책적 시사점

대설재난 피해액과 기온 및 지역과의 관계를 분석한 결과대설재난으로 받는 피해는 강설량과 비도시화면적

비율 및 지역에 영향을 받는 것을 알 수 있다. 또한 대설재난기간동안 온도가 낮아질수록 피해액이 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서 다음과 같은 정책적 시사점을 도출할 수 있다. 먼저 대설재난 피해액은 강설량에 영향을 받으므로 평균 강설량이 타 지역에 비해 많은 지역들은 대설에 대한 대비를 해야 한다. <Figure 2>의 (b)에서 확인할 수 있듯이 우리나라는 충남 서해안, 강원 동해안, 전남 남해안 및 내륙지역을 중심으로 강설량이 많은 것으로 나타났다. 게다가 대설로 인한 피해는 도시지역보다는 비 도시지역에 집중되어 있는 것을 보았을 때, 지방도시에서는 대설재난에 대비하기 위한 정책을 펼쳐야 한다. 특히 강설량이 많고 대설로 인한 피해가 상대적으로 많은 지역의 지자체에서는 시설물 안전 및 점검에 보다 많은 지원을 하여야 한다.

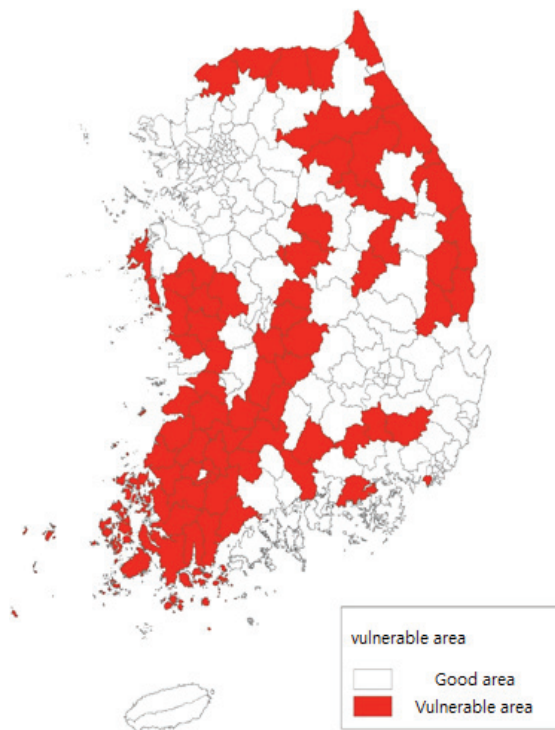


Figure 2. Vulnerable areas from heavy snowfall disasters

<Figure 2>는 2016년 기준 행정안전부가 제공하는 전국 지방자치단체의 재정자립도를 이용하여 중위값 이하인 지역<sup>2)</sup>을 대설재난 취약지역으로 표현한 지도이다. <Figure 2>에서 나타나는 재정자립도가 전국 재정

자립도의 중위값 이하로 나타나는 지역들은 대설로 인한 피해금액이 타 지역에 비해 많이 발생하는 지역과 비교하여 보았을 때, 거의 일치한다고 볼 수 있다. 따라서 이러한 지역들은 사전에 대설에 의한 피해를 저감할 수 있는 곳에 조금 더 재정이 사용되어야 한다. <Figure 2>에서도 확인할 수 있듯이 호남지역은 대설재난이 발생할 경우 피해액이 큰 지역으로 확인할 수 있다. 몇 가지 가정을 해볼 수 있으나, 호남지역이 다른 지역에 비하여 비시가화면적 비율도 높은 이유도 있을 수 있으나, 대설재난에 대비하지 못하여 피해액이 클 수도 있을 것으로 판단되나 이에 대한 연구는 후속연구로 추가적으로 진행되어야 할 것이다.

그리고 대설 재난기간동안의 기온은 대설피해의 증가와 관계가 있는데 특히 최저 기온이 더 낮은 날일수록 대설 재난에 의한 피해가 발생하게 된다. 따라서 각 지자체에서는 기상청의 예보를 바탕으로 특히 외부기온 급하강시 대설이 오는 경우를 대비한 대책을 세워야 할 것이다.

## V. 본 연구결과를 활용한 지역별 대설재난 정책

대설 재난은 우리나라 자연재난 중 태풍과 호우 다음으로 큰 자연재난이다. 그동안 대설재난에 관한 연구는 다른 자연재난에 비해 피해가 상대적으로 적고 일부 지역에 국한되어 그동안 재난관리 측면에서 소홀한 부분이 있었다. 그러나 최근 기후변화로 인한 이상기후 현상으로 여름과 겨울의 기간이 길어지고 봄과 가을이 짧아지는 시기에 예상치 못한 한파와 대설이 찾아오고 있다. 이러한 상황에서 대설에 의한 재난이 발생한다면 도시 내 교통마비, 시설물 붕괴, 제설제 살포로 인한 환경피해 등 많은 직·간접적 피해들이 발생하기 때문에 적절한 대비가 필요하다.

본 연구는 이러한 대설재난 피해를 주는 요인들을 살펴보기 위하여 기상청의 강설량 자료와 기온 자료, 비도시화면적 비율 등의 자료를 이용하여 대설재난 피해액에 주는 요인을 회귀모형을 이용하여 분석하였다. 분석 결과 대설재난 피해액은 강설량이 많을수록 피해액이 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 각 지역의 비도시화면적 비율이 높을수록 피해금액이 큰 것으로 나타났다. 이는 비도시지역이 도시지역에 비해 대설재난에 취약한 것을 보여주고 있다. 지역별로는 호남지역이 다른 지역에 비하여 피해액이 큰 것을 확인할 수 있었다. 또한 기온의 경우 대설재난기간의 최저온도가 낮아질수록 대설에 의한 피해가 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 이를 대비하기 위해 비도시지역, 특히 대설재난이 빈번하게 일어나는 지역에서는 대설재난에 대비하는 정책을 수립하여야 하고, 지방 재정을 대설재난 대비에 사용해야 할 것이다.

본 연구는 각 지방자치단체의 수준에서 강설량과 기온과 같은 자연요인들이 대설재난 피해액에 어떠한 영향을 주는지에 대한 연구를 실시한 것에 의의가 있다. 그러나 대설재난 피해액에 미치는 요인들은 자연 요인 뿐만 아니라 사회적 요인도 있으므로 다양한 변수들을 이용하여 대설재난 피해에 영향을 주는 요인들을 여러 가지 측면에서 분석할 필요가 있다. 향후 연구가 진행된다면, 대설재난 피해에 영향을 주는 인구요인과 사회적 요인, 경제적 요인 등 다양한 변수를 추가하여 분석모형을 발전·확장할 필요가 있다.

## 감사의 글

본 연구는 정부(국민안전처)의 재원으로 재난안전기술개발사업단의 지원을 받아 수행된 연구입니다[M PSS-자연-2014-72].

2) 행정안전부의 지방자치단체 재정자립도 분석결과 전체 지자체별 재정자립도의 중위값은 23.2%로 나타났다.

## References

- Dutta, D. and S. Herath. 1998. 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*. 109-124.
- Han, Woo Seok. 2014. *KRIHS Policy Brief*. KRIHS. 450.
- Jeong, Jun Ho and In Hye Heo. 2014. 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 Research*. 53(1): 77-99.
- Kellenberg, D. K. and A. M. Mobarak. 2008. Does Rising Income Increase or Decrease Damage Risk from Natural Disasters?. *Journal of Urban Economics*. 63(3): 788-802.
- Kim, Chang Sun. 2003. Estimation of Flood Control Benefits Based on Watershed Unit Considering Flooded Depth. Master's Thesis. Inha University.
- Kim, Hee Jae, Hyun Tae Joo, and Geun Young Kim. 2017. A Study on Scenario Classification of Heavy Snowfall Disasters. *Crisisonomy*. 13(5): 153-163.
- Kim, Ji Seon. 2013. On the Characteristics of Damage Scale and Risk Management System by Strong Wind Speed of Typhoon. Master's Thesis. Inje University.
- Korea Ministry of Public Safety and Security. 2015. *Disaster Report*.
- Korea Water Resources Corporation. 1998. *Development of Economical Analysis Model of Water Resource Development*.
- Kunkel, K. E., K. Andsager, and D. R. Easterling. 1999. Long-term Trends in Extreme Precipitation Events over the Conterminous United States and Canada. *Journal of Climate*. 12(8): 2515-2527.
- Sim, Soon Bo. 1979. Development of Water Resources by Multipurpose System. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*. 27(1): 14-17.
- Skaggs, L. L. and S. A. Davis. 1993. 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.
- Toya, H. and M. Skidmore. 2007. Economic Development and the Impacts of Natural Disasters. *Economics Letters*. 94(1): 20-25.

## Korean References Translated from the English

- 국민안전처. 2015. 재해연보.
- 김지선. 2013. 태풍 내습 시 강풍에 따른 피해규모 특성과 위기관리시스템 제안. 인제대학교 일반대학원 석사학위논문.
- 김창선. 2003. 침수심을 고려한 유역단위의 홍수조절편의 추정. 인하대학교 석사학위논문.
- 김희재, 주현태, 김근영. 2017. 대설 재난의 시나리오 분류에 대한 연구. *Crisisonomy*. 13(5): 153-163.
- 심순보. 1979. 다목적 시스템 분석에 의한 수자원 개발. *대한토목학회지*. 27(1): 14-17.
- 정준호, 허인혜. 2014. 자연재해 직접 피해액의 추세 및 그 결정요인에 대한 분석. *사회과학연구*. 53(1): 77-99.
- 한국수자원공사. 1998. 수자원 개발 사업의 경제성 분석 모형 개발.
- 한우석. 2014. 국토정책 Brief. 국토연구원. 450.

Received: Aug. 25, 2017 / Revised: Sep. 29, 2017 / Accepted: Oct. 19, 2017

## 겨울철 기온 및 지역이 대설재난 피해액에 미치는 영향 분석

국문초록 최근의 기후 변화 현상으로 자연 재난이 빈번하게 발생하면서 대설 재난에 의한 피해도 증가하고 있다. 대설 재난은 인명 피해 이외에도 시설물 붕괴, 농·축산물 피해, 교통 혼잡 등의 피해를 주고 있다. 따라서 겨울철 기상 변화로 인한 대설 재난의 효율적 대처는 매우 중요하고 볼 수 있다. 본 연구는 대설 재난 피해에 미치는 요인들을 알아보기 위하여 강설량, 기온, 비 도시화 지역 면적 비율을 변수로 하여 회귀 분석을 실시하였다. 분석에 사용된 자료는 2005년부터 2015년까지 대설 재난에 의해 발생한 피해액 데이터와 대설 재난 발생 기간의 기온 데이터, 강설량 데이터, 각 행정 구역별 비 도시화 면적 비율이다. 분석 결과 대설 재난 피해액은 강설량이 많을수록, 기온이 낮을수록, 행정 구역의 비 도시화 지역 비율이 높을수록 많은 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 겨울철에 대설 피해로부터 취약한 지자체의 대설 재난 예방 정책을 수립하는데 기여할 수 있다.

주제어 : 대설재난, 강설량, 대설피해액, 기온, 비도시지역

---

Profiles **Hee Jae Kim** : He received his B.S., M.A., Ph.D. from Chung-Ang University, Korea in 2016. He has been a research fellow at the Multi-disciplinary Center for Ubiquitous Cities(MDCUC) of Kangnam University since 2016. His research interest is urban planning, real estate analysis, and disaster & emergency management(irex1@naver.com).

**Hyun Tae Joo** : He received his B.S. from Kangnam University, and M.S. from Hanyang University, Korea. He is a Ph.D. candidate in Hanyang University. He has joined as a research fellow at the Multi-disciplinary Center for Ubiquitous Cities(MDCUC) of Kangnam University since 2013. His research interest is urban planning, real estate management, and disaster & emergency management(joohyuntae@paran.com).

**Geun Young Kim** : He received his B.S. in Korea University. He received M.Pl., Ph.D. from University of Southern California, USA in 1997. He is a professor of the Department of Urban Planning at Kangnam University, in which he has taught since 1999. His research interest is urban planning, transportation planning, and disaster & emergency management(gykim@kangnam.ac.kr).