

대설특성을 통한 잠재적 위험도 분석 - 충청북도 11개 시·군을 중심으로 -

An Analysis of Potential Danger Factors by the Characteristics of Heavy Snow - Focused 11 Cities and Guns in Chungcheongbuk-do -

Sanghoon Yoon^{a,1}, Keunoh Park^{b,*}, Geunyoung Kim^{c,2}

^a U-City Convergence Research Institute, University of Kangnam, 40 Kangnam-ro, Yongin-si, Gyeonggi, 446-702, Republic of Korea

^b Institute for Disaster Prevention management, Korean Society of Hazard Mitigation, 22 7-Gil Teheran-ro, Seoul, 135-703, Republic of Korea

^c Department of Urban Engineering, University of Kangnam, 40 Kangnam-ro, Yongin-si, Gyeonggi, 446-702, Republic of Korea

ABSTRACT

This Study analyzed heavy snow properties according to the area that was based by winter weather properties and the damage data by the heavy snow among each local government of Chungcheongbuk-do. The result of analysis, Jecheon-si and Boeun-gun are represented the highest dangerous regions by potential degree of risk by average amount of snowfall for 35 years. But, the potential degree of risk by maximum amount of snowfall for 35 years is different with it. Cheongju-si and Youngdong-gun, Goesan-gun, Boeun-gun are represented the highest dangerous regions. Examining the frequency of regions with potential danger factors according to the characteristics of heavy snowfall, Boeun-gun and Jecheon-si, Goesan-gun, Youngdong-gun, Cheongju-si is derived the highest dangerous regions in Chungcheongbuk-do.

KEYWORDS

Characteristics of Heavy Snow
Potential Danger Factor
Modified IPA
Amount of Snowfall
Degree of Potential Danger

본 연구에서는 충청북도 내 각 지자체를 대상으로 지역별大雪특성을 통한 잠재적 위험요인을 분석하였다. 분석결과, 35년 평균적설량으로 인한 잠재적 위험도는 제천시와 보은군이 가장 높았으며 35년 최대적설량을 통한 잠재적 위험요인에서는 다른 결과가 도출되는 것을 알 수 있었다. 잠재적 위험요인에 대한 지역의 빈도수를 살펴보면 가장 높은 지역은 보은군, 제천시, 괴산군, 영동군, 청주시 순으로 도출되었다. 본 연구는 일반적인大雪특성뿐만 아니라 잠재적인 위험요인들을 도출하고 그에 대한 위험도를 제시하였다는 점에서 그 의의를 가진다. 본 연구의 결과는 향후 충청북도 각 지자체들의 제설대응체계 및 방안 마련에 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

大雪특성
잠재적인 위험요인
IPA 응용
적설량
잠재적 위험도

© 2015 Korea Society of Disaster Information All rights reserved

* Corresponding author. Tel. 82-31-899-7174. Fax. 82-31-280-3937.
Email. keunoh@hanmail.net

1 Tel. 82-31-280-3765. Email. yun12@hanmail.net

2 Tel. 82-31-280-3765. Email. gykimusc@empal.com

ARTICLE HISTORY

Received Jan. 09, 2015

Revised Jan. 19, 2015

Accepted Jan. 28, 2015

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

전 세계적인 기후변화로 인하여 자연재해의 발생 양상에 큰 변화가 나타나고 있으며, 특히 발생빈도의 증가 및 피해 규모의 대형화·광역화가 특징으로 나타나고 있다. 이는 경제발전의 고도화, 도시화 및 산업화의 진전 등에 따라 인구·시설 및 기능의 집적화가 이루어지고, 그로 인해 자연재해가 한번 발생하면 피해규모 및 강도는 매우 광역적으로 나타나게 된다. 대설에 의한 피해는 연중 12월부터 2월 사이에 주로 발생하며, 도시지역에 있어서는 교통체증과 미끄러짐에 의한 차량사고 등으로 인해 출근길의 대혼잡을 초래하기도 한다. 또한 눈이 쌓여 그 하중을 견디다 못해 구조물이 붕괴되는 사고가 발생하기도 하고, 도시 이외의 지역에서는 비닐하우스나 축사 등의 붕괴사고도 빈번히 발생하고 있다.

지난 2000~2009년 동안 우리나라의 자연재해 유형별 피해규모를 분석한 결과에 따르면, 자연재해로 인한 사망자 측면에서는 태풍·호우·강풍 등 풍수해가 97.0%를 차지하고 있고 대설은 3.0%로 거의 대다수의 사망자가 풍수해로 인해 발생되고 있으나, 이재민 측면에서는 태풍(67.0%)에 이어 대설(17.6%)에 의해 발생하는 비율이 매우 높게 나타났다. 이처럼 대설재해에 의한 피해는 사망자 발생 측면에서는 매우 낮은 비율을 나타내지만, 이재민 발생과 같이 대처가 미흡할 경우 다수의 인명피해를 발생시킬 수 있는 피해발생 잠재력이 매우 높은 재해유형의 하나라는 것을 알 수 있다. 이처럼 대설재해는 피해발생 잠재력을 내포하고 있으나, 이는 지역별 여건에 따라 달라질 수 있기 때문에, 해당 지역의 특성을 고려하여 적합한 대응방안을 모색하여야 보다 효과적인 대응이 가능하다.

따라서 본 연구에서는 충청북도 내 각 지자체를 대상으로 적설량 및 대설피해자료를 구축한 후 지역별 대설특성을 분석하고, 대설과 관련된 잠재적 위험요인을 도출하여 위험도를 제시함으로써 이를 통한 대응방안 마련의 기초자료로 활용하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 내용

연구의 범위로는 충청북도 11개 시·군을 대상으로 한다. 하지만, 청원군의 경우 세종시로 편입된 부분이 있기 때문에 연도별 자료의 객관성 확보가 어려울 것이라 판단하여 본 연구에서는 제외하였다. 대설과 관련된 잠재적 위험도를 분석하기 위한 본 연구의 내용은 다음과 같다.

먼저, 선행연구 검토를 통하여 한계점 도출 및 본 연구의 차별성을 제시한다. 둘째, 기상청 6개 기상관측소 및 재해연보를 통하여 충청북도 11개 시·군에 대한 대설특성 및 피해 관련 자료를 구축한다. 대설특성으로는 35년(1979년 1월 1일 ~ 2014년 8월 31일) 평균적설량(cm), 최대적설량(cm)와 피해특성으로는 35년 인당 재산피해액에 대한 자료를 수집하였다. 재산피해액의 경우 35년간의 데이터를 활용하기 위해 2013년의 화폐가치로 환산하여 재산정하고자 한다. 셋째, 잠재적 위험요인에 대한 자료를 수집한다. 잠재적 위험요인을 도출하기 위해 선행연구 검토 및 Brainstorming을 수행한다. 넷째, 대설 및 피해특성을 분석하고 대설로 인한 위험정도는 산정한다. 산정된 위험정도를 잠재적 위험도와 비교해보고자 한다. 마지막으로, IPA를 응용한 방법으로 대설특성과 잠재적 위험요인간의 분석을 통해 충청북도 11개 시·군에 대한 잠재적 위험도를 도출한다.

2. 선행연구의 고찰

대설 및 피해특성을 고려한 위험요인 분석과 관련된 선행연구를 검토해 본 결과, 크게 대설특성에 관한 연구와 위험도 평가방안에 관한 연구로 구분해 볼 수 있다. 전자는 주로 기압골의 이동경로나 강설 분포를 중심으로 지역적 대설특성을 파악한 연구이며, 후자는 주로 도로를 중심으로 도시지역에서의 폭설위험도를 평가하여 대설에 따른 피해요인을 분석한 연구이다.

Table 1. The review result of precede research

구분	저자	주요 연구내용
대설특성 연구	김셋별·신형진·하림·김성준	우리나라의 대서지역을 5개로 구분하여 30년(1980~2010) 동안의 최심신적설 자료를 활용하여 시공간적 경향성을 분석
	최광용·김준수	지상 중관 기후 자료 분석결과, 각 대설 유형마다 위치 및 강도의 차이가 뚜렷하게 나타나면서 대설에 의한 지역별 영향에 차이가 발생함을 제시
	이경미·이승호	호남지방의 15개 기상관측소의 일일강설량을 분석하여 강설의 분포특성과 지역별 강설분포 차이의 원인 분석
위험도 평가방안 연구	이석민·배운신·박지혜	서울시 노선별, 행정동 단위로 도로에 대한 위험도 평가를 실시하였으며, 이들 요소와 폭설위험과의 상관분석을 통해 폭설위험에 영향을 미치는 인자를 도출
	구유성	부산광역시를 대상으로 도로가 위치한 지역의 지형적 특성을 중심으로 설해취약지역을 선정하고, 위험도 평가를 실시함으로써 대설로 인한 위험정도를 분석

이처럼 대설특성 및 위험도 평가와 관련된 연구가 다양하게 수행되어 왔으나, 이들 연구는 강설의 지역적 분포를 바탕으로 강설특성을 규명하고 있으며, 위험도 평가에 있어서도 특정 지자체 및 도로를 중심으로 한 분석이 이루어졌다. 따라서 본 연구에서는 겨울철 기상요소 및 대설로 인한 피해특성을 반영한 잠재적 위험요인 도출을 목적으로 하고 있다는 점에서, 타 연구와는 차별성을 갖고 있다고 할 수 있다.

3. 자료수집 및 특성분석

3.1 자료수집

(1) 대설 및 피해특성 자료수집

본 연구는 대설 및 피해특성을 고려하여 충청북도 11개 시군의 대설위험정도를 구분하고 잠재적 위험요인을 파악하고자 함이 그 목적이다. 본 연구를 위한 자료를 수집하기 위한 과정은 다음과 같다.

첫째, 충청북도에 위치하고 있는 기상청의 6개 기상관측소별 데이터를 구축한다. 35년간(1979년 1월 1일 ~ 2014년 8월 31일) 일일 최심신적설 데이터 13,149개를 분석에 활용하고자 하였다. 하지만, 6개의 기상관측소의 데이터를 토대로 11개의 시군의 적설량을 파악할 수 없기 때문에 기상청에서 제시하고 있는 상세관측자료(AWS)를 활용하여 11개 시·군의 적설량을 산정하였다. 산정된 11개 시·군의 적설량을 분석하여 35년 평균 적설량(cm)과 35년 최대 적설량(cm)를 도출하였다. 하지만, 청원군의 경우 세종시로 편입된 부분이 있기 때문에 연도별 자료의 객관성 확보가 어려울 것이라 판단하여 본 연구에서는 제외하였다. 둘째, 충청북도 적설량 자료에 대한 신뢰성을 높이기 위해 각 지역별 대설재해에 대한 재산피해액을 조사하였다. 피해규모 정도는 안전행정부 및 소방방재청에서 발간하는 재해연보를 통하여 적설량과 동일하게 35년간의 재산피해 관련 데이터를 구축하였다. 재산피해액의 경우 35년간의 데이터를 활용하기 때문에 2013년의 화폐가치로 환산하여 충청북도 11개 시·군에 대한 재산피해액을 산정하였다.

Table 2. the kind of weather observation station in Chungcheongbuk-do

유인관측	(청) : 본청, 지방기상청, (기) : 기상대	무인관측요소 + 날씨(기상현상), 구름, 적설
무인관측	(관) : 기상관측소, (공) : 공동협력기상관측소	기온, 강수량, 바람, 습도, 일조시간
충청북도 (6개소)	청주(기)	제천(관)
	추풍령(기)	보은(관)
	충주(기)	서산(기)

(2) 잠재적 위험요인 자료수집

대설과 관련된 잠재적 위험요인을 도출하기 위하여 본 연구에서는 선행연구검토 및 Brainstorming을 수행하였다. 선행연구 검토 결과, 대설관련 잠재적 위험요인은 주택, 비닐하우스, 도로, 농업시설, 교통, 농작물 시설재배 피해로 도출되었다. 다음으로 관련전문가를 대상으로 Brainstorming을 수행하였다. 전문가는 도시전문가 1인, 방재전문가 1인, 교통전문가 1인으로 구성하였으며, 선행연구에서 검토된 잠재적 위험요인에 대한 자유로운 토의를 진행하였다. Brainstorming 결과, 노후화된 주택, 도로 및 도로시설(교량, 터널 등), 농업시설 및 면적, 비닐하우스가 대설에 잠재적으로 위험한 요인으로 선정되었다. 위험요인에 대한 자료를 수집하기 위하여 충청북도 통계연보 자료를 활용하였다. 하지만, 비닐하우스의 경우 통계연보 및 관련 통계자료에 수집이 어려워 본 연구에서는 제외하였다.

Table 3. Potential risk factor by review of advanced research

저자명(년도)	논문제목	잠재적 위험요인
김셋별·신형진·하림·김성준(2012)	우리나라 5대 대설지역의 적설량 변화 분석	주택, 비닐하우스, 도로, 농업시설
최광용·김준수(2010)	우리나라 대설시 지상중관 기후 패턴	교통마비, 농작물 시설 재배 피해
이경미·이승호(2006)	호남지방의 국지적 강설분포와 그 차이의 원인에 관한 연구	식생, 가옥, 농업시설

3.2 자료의 특성 분석

(1) 대설 및 피해특성 분석

35년 최대적설량과 평균적설량 인당 재산피해액에 대한 충청북도 11개 시·군의 결과를 살펴보면 다음과 같다.

괴산군과 보은군의 경우 35년 인당 재산피해액이 타지역에 비해 높았다. 35년 최대적설량의 경우에도 보은군 39.90cm, 괴산군 32.00cm로 대설로 인한 위험정도가 높은 것으로 해석할 수 있었다. 다음으로 음성군, 옥천군, 진천군의 경우 35년 평균적설량은 2.32cm~2.37cm로 타지역과 크게 차이가 나지 않았다. 35년 최대 적설량도 옥천군이 32.80cm로 높았으며 음성군과 진천군은 22.50cm로 낮은 것으로 도출되었다. 하지만, 35년 인당 재산피해액의 경우 39.42만원~88.40만원으로 괴산군과 보은군 보다는 낮지만 충청북도 11개 시·군들 중 비교적 높은 것으로 나타났다. 이는 적설량은 낮지만 피해액은 높아 대설로 인한 잠재적인 위험요인이 많을 수 있음을 고려해 볼 수 있다. 제천시, 충주시, 단양군, 증평군, 영동군, 청주시의 경우 35년 최대적설량과 평균적설량이 높은 지역이 많았으나 35년 인당 재산피해액이 낮아 상대적으로 대설에 잠재적 위험요인이 적을 수 있음을 예상해볼 수 있다. 이러한 해석이 타당한지에 대해서는 잠재적 위험요인 분석에서 검증해 보고자 한다.

Table 4. Characteristics of damage and heavy snowfall for 35 years

구분	35년 최대적설량(cm)	35년 평균적설량(cm)	35년 인당재산피해액(만원)	대설로 인한 위험정도
제천시	20.00	2.61	5.07	하
충주시	22.50	2.37	6.63	하
단양군	20.00	2.61	8.33	하
증평군	32.00	2.32	14.84	하
영동군	32.80	2.32	17.34	하
청주시	32.00	2.32	17.94	하
음성군	22.50	2.37	39.42	중
옥천군	32.80	2.32	45.44	중
진천군	22.50	2.37	47.58	중
보은군	39.90	2.51	88.40	상
괴산군	32.00	2.32	110.79	상
평균	28.09	2.40	36.53	-

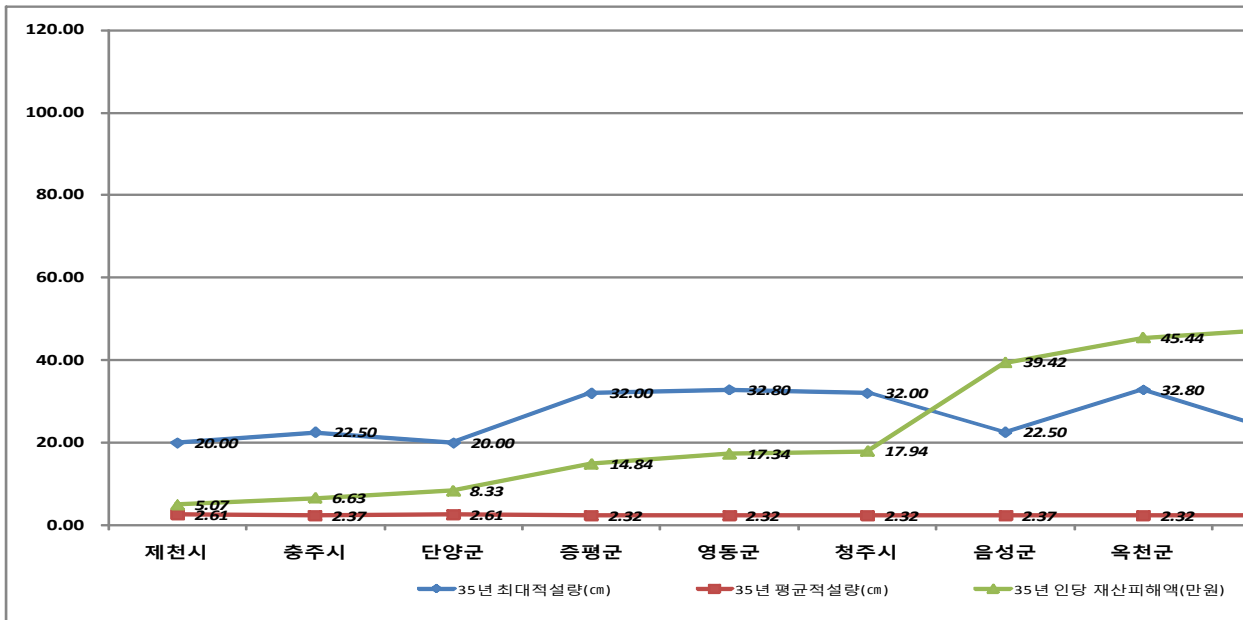


Fig. 1. Analytic Result of characteristics of damage and heavy snowfall for 35 years

(2) 잠재적 위험요인 특성 분석

잠재적 위험요인에 대한 특성을 검토한 결과, 비교적 타지역에 비해 규모적인 측면에서 큰 청주시와 충주시가 잠재적인 위험요인이 가장 많은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 대설특성에 따른 잠재적 위험요인을 분석하기 위함으로 위험정도를 평가 및 비교를 위한 것이 아니다. 따라서, 본 연구에서는 각 지자체들의 제설대응체계 능력은 별도로 고려하지 않고 온전히 위험정도에 대한 내용만을 제시하였다.

Table 5. Characteristics of Potential risk(standard 2012)

구분	65세이상 고령자 (명)	농경지 면적 (ha)	1979년 이전 노후건축물 (호)	포장도로연장 (km)	교량갯수	터널갯수
청주시	57,500	3,820	9,672	724,670	143	5
충주시	31,704	15,210	8,527	829,016	332	28
제천시	21,701	10,859	6,135	616,166	213	4
보은군	9,766	9,772	3,755	363,366	176	13
옥천군	11,950	8,111	4,094	280,760	154	13
영동군	12,805	9,676	4,833	438,543	185	6
증평군	4,665	2,203	1,078	61,403	21	0
진천군	9,980	8,748	3,136	291,983	120	4
괴산군	10,621	12,500	3,852	425,574	219	20
음성군	15,243	13,599	4,093	374,366	171	2
단양군	7,273	5,692	2,286	346,517	156	13
평 균	17,564	9,108	4,678	432,033	172	10

※자료 : 충청북도청 통계연보

4. 잠재적 위험도 분석

4.1 분석의 틀 정립

(1) IPA분석의 개념 정립

IPA(Importance Performance Analysis)분석은 중요도와 만족도를 분석하는 방법이다. 즉, 이용자의 만족도를 측정하기 위해 이용자가 어떤 속성을 중요하게 여기는지를 조사하고 이용 후 수행도를 평가하게 하여 각각의 속성에 대한 상대적인 중요도와 만족도를 동시에 비교분석하는 평가기법이다(Oh, 2001). 특정제품의 품질 속성이나 특징이 소비자에게 얼마나 중요한지를 판별하고 소비자의 만족도를 평가하여 각각의 특징에 대한 전략적 시사점을 도출하는 것이 IPA의 목적이라고 할 수 있다(손정민, 2013). 이처럼 IPA분석은 경영 및 서비스 분야뿐만 아니라 다양하게 활용되고 있다.

(2) IPA분석의 응용

본 연구에서는 적설량과 잠재적 위험요인들을 토대로 잠재적 위험도를 분석하고자 IPA분석방법을 응용하고자 한다. IPA분석에서의 중요도와 만족도 축을 적설량과 잠재적 위험요인 축으로 재설정하고 이에 대한 평균값을 통하여 지역 및 위험요인별 잠재적인 위험도를 측정하고자 한다.

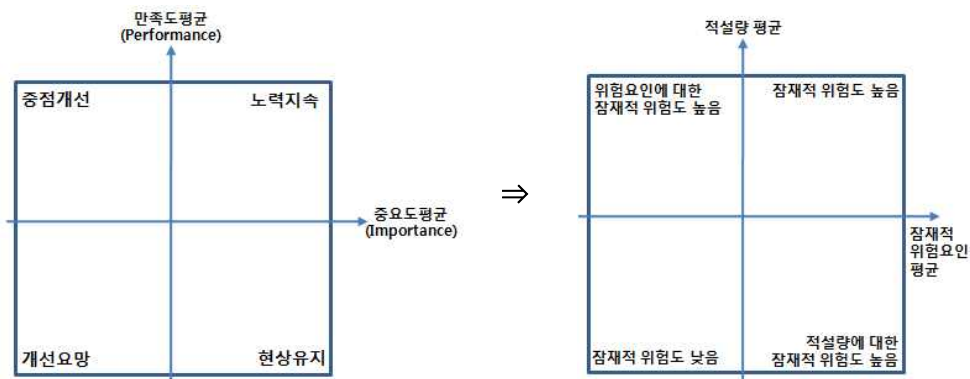


Fig. 2. Application of IPA(Importance Performance Analysis)

4.2 잠재적 위험도 분석결과

잠재적 위험도 분석은 35년 평균적설량과 잠재적 위험요인, 35년 최대적설량과 잠재적 위험요인의 2가지 유형으로 구분하여 분석을 진행하였다. 위험정도에 대한 정의는 다음과 같다.

Table 6. Standard of selection for degree of potential risk

사분면	위험정도	위험기준
1사분면	- 잠재적 위험도가 높음	- 35년 평균 및 최대적설량 ↑, 잠재적 위험요인 ↑
2사분면	- 위험요인에 대한 잠재적 위험도가 높음	- 35년 평균 및 최대적설량 ↓, 잠재적 위험요인 ↑
3사분면	- 잠재적 위험도 낮음	- 35년 평균 및 최대적설량 ↓, 잠재적 위험요인 ↓
4사분면	- 적설량에 대한 잠재적 위험도가 높음	- 35년 평균 및 최대적설량 ↑, 잠재적 위험요인 ↓

(1) 35년 평균적설량과 잠재적 위험요인 위험도 분석 결과

35년 평균적설량과 65세 이상 고령자의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 제천시로 나타났다.

35년 평균적설량과 농경지 면적과의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 제천시와 보은군으로 나타났다. 35년 평균적설량과 노후 건축물과의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 없는 것으로 나타났다. 하지만, 청주시, 충주시의 경우 노후건축물이 상대적으로 많아서 위험요인에 대한 잠재적 위험도가 높은 것으로 도출되었다. 35년 평균적설량과 포장도로와의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 포장도로의 연장이 많은 충주시와 청주시보다 제천시가 더 높은 것으로 도출되었다. 이는 상대적으로 제천시가 연장을 짧지만 35년 평균적설량은 많기 때문인 것으로 해석해 볼 수 있다.

35년 평균적설량과 교량과의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 제천시와 보은군으로 나타났다. 하지만, 보은군의 경우 평균값에 거의 근접해 있어 상황에 따른 위험도가 달라질 수 있는 것으로 해석해 볼 수 있다. 35년 평균적설량과 터널과의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 단양군과 보은군으로 나타났다. 보은군과 단양군의 경우 다른 지역에 비해 상대적으로 평균적설량이 높아 터널에 대한 잠재적 위험도가 높은 것으로 해석된다.

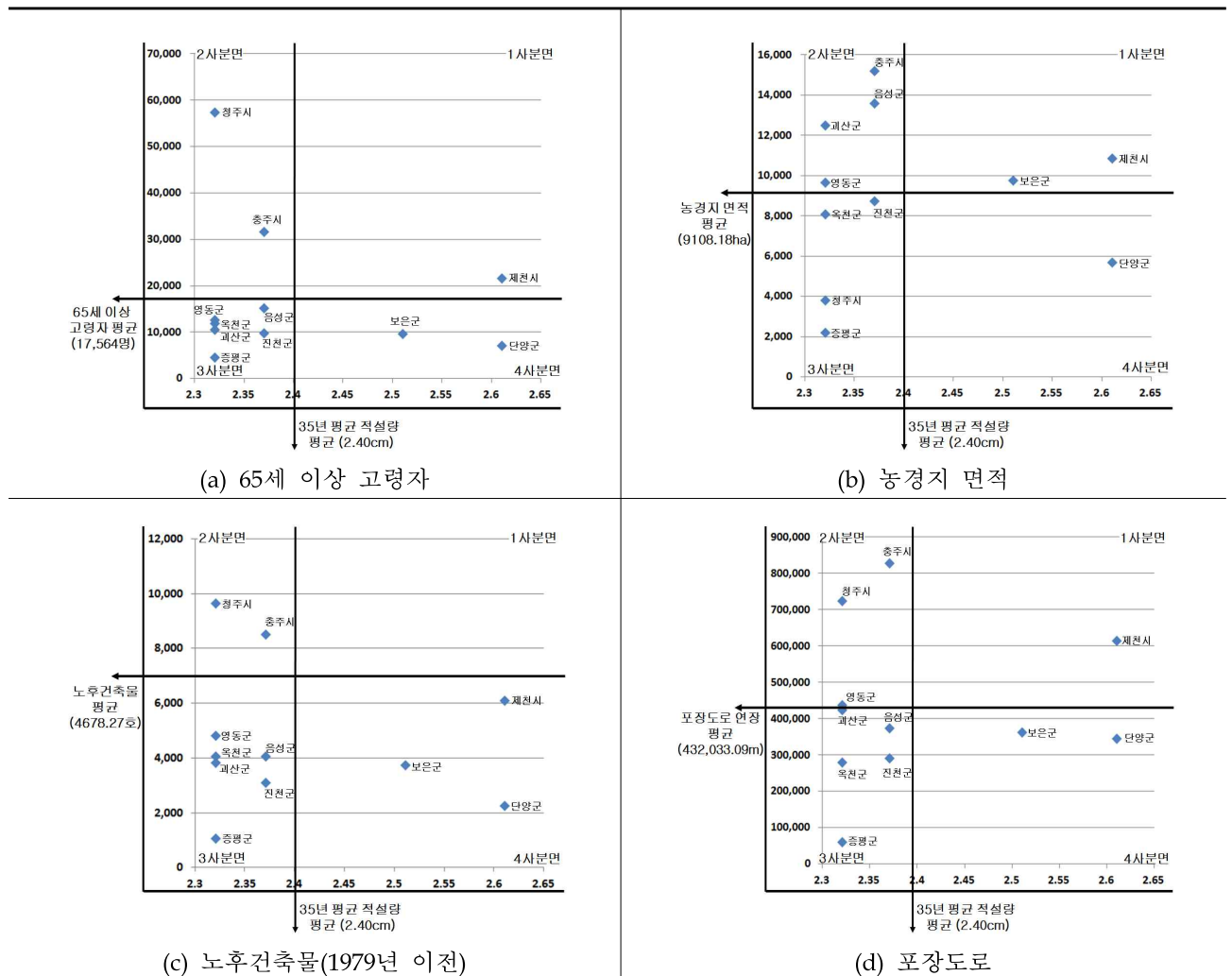


Fig. 3 Analytic result of risk degree between Average amount of snowfall for 35 yrs and potential risk factor

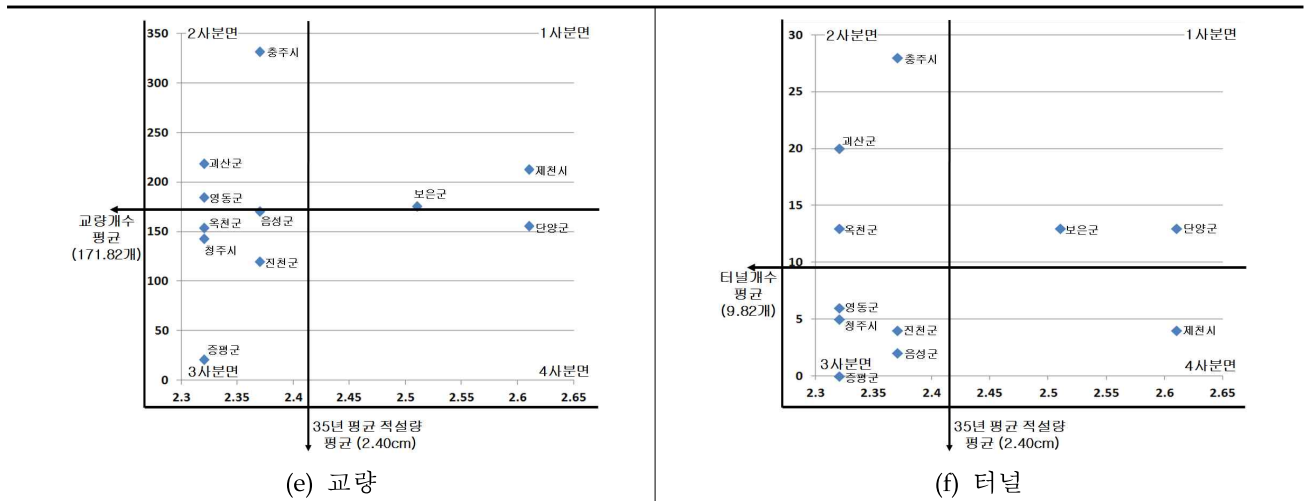


Fig. 3 Analytic result of risk degree between Average amount of snowfall for 35 years and potential risk factor(Continue)

(2) 35년 최대적설량과 잠재적 위험요인 위험도 분석 결과

35년 최대적설량과 65세 이상 고령자와의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역으로는 청주시인 것으로 나타났다. 농경지면적과의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 괴산군, 영동군, 보은군인 것으로 나타났다. 하지만, 충주시와 음성군, 제천시의 경우 1사분면으로 거의 근접해 있어 이에 대한 고려가 필요할 것이라 판단된다. 다음으로 노후 건축물과의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 청주시와 영동군인 것으로 나타났다. 35년 최대적설량과 포장도로와의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 청주시와 영동군인 것으로 나타났다. 하지만 영동군 및 보은군의 경우 포장도로 연장 평균값인 432,033.09m에 근접해 있어 1사분면과 4사분면에 속할 수도 있는 것으로 해석될 수 있다. 따라서, 상황에 따른 고려가 필요하다고 판단된다. 교량과의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 괴산군, 영동군, 보은군인 것으로 나타났다. 하지만, 보은군, 옥천군, 청주시의 경우 1사분면과 4사분면의 경계에 속해 있어 이에 대한 고려가 필요하다고 판단된다.

마지막으로 35년 최대적설량과 터널과의 위험도 분석결과, 잠재적 위험도가 높은 1사분면에 속한 지역은 괴산군, 옥천군, 보은군으로 나타났다.

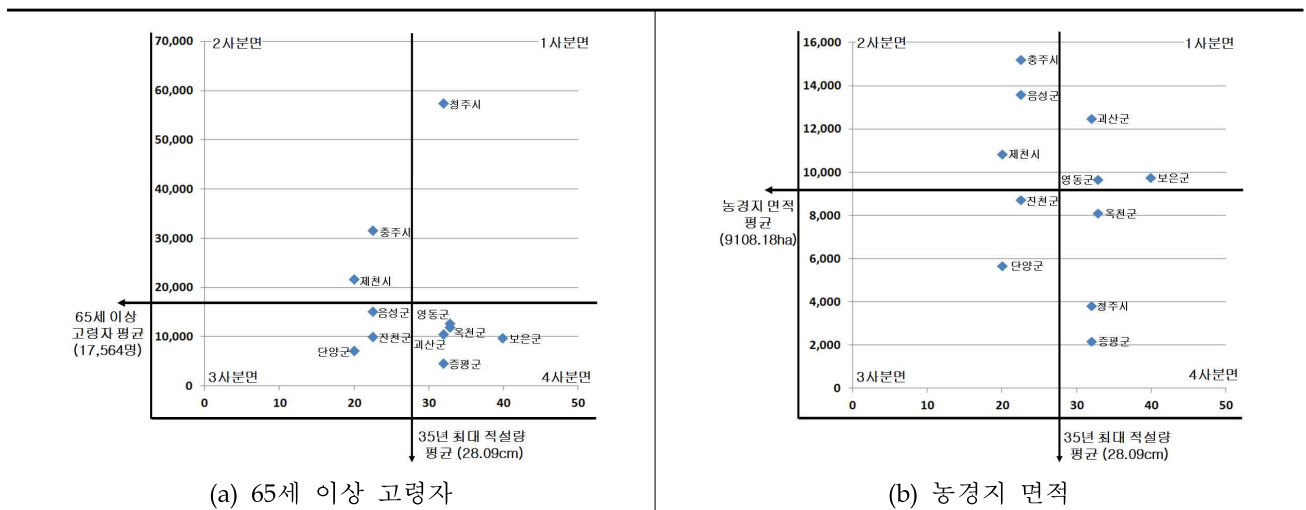


Fig. 4 Analytic result of risk degree between maximum amount of snowfall for 35 years and potential risk factor

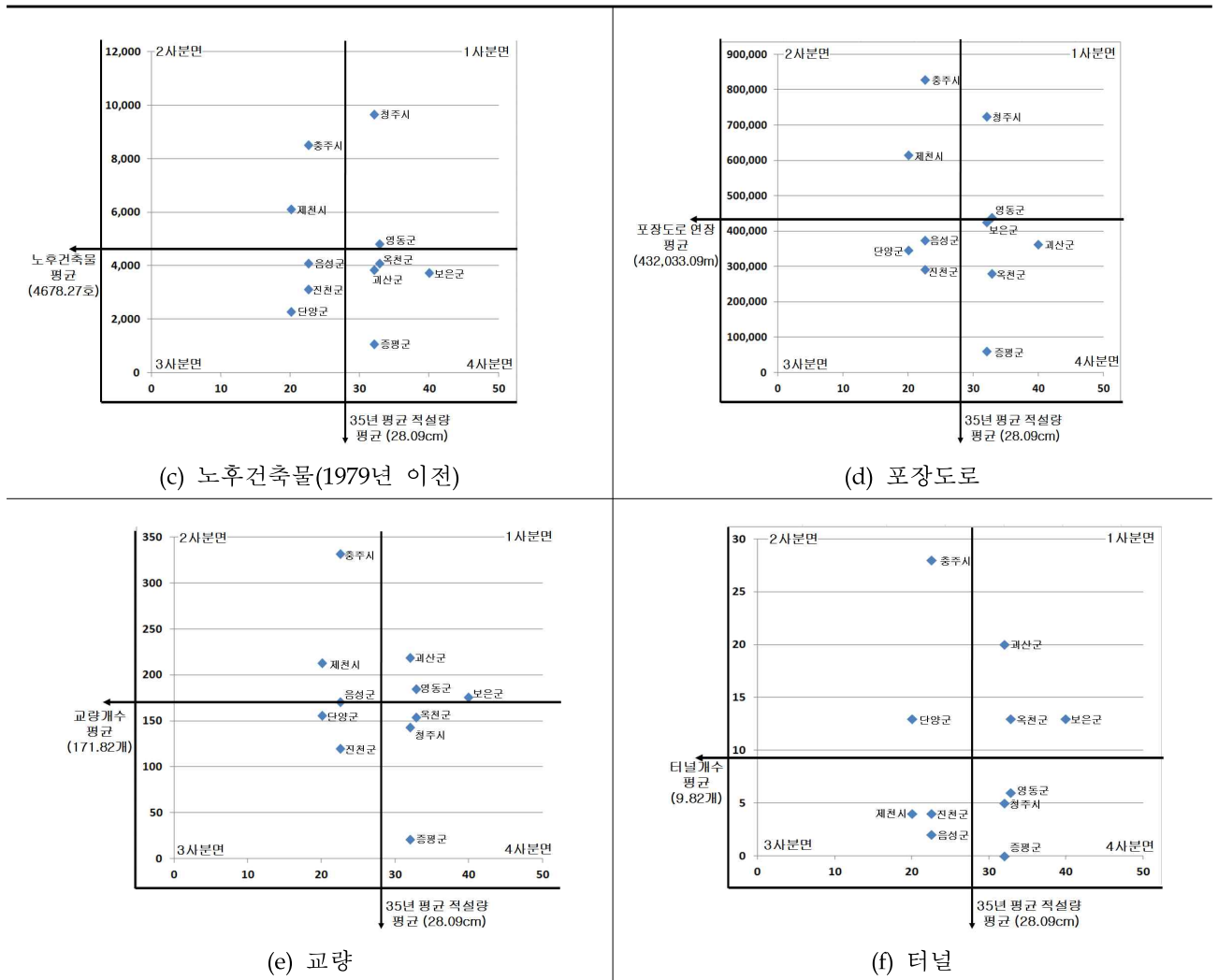


Fig. 4 Analytic result of risk degree between maximum amount of snowfall for 35 yrs and potential risk factor(Continue)

4.3 분석결과와 종합 및 비교

35년 평균적설량과 잠재적 위험요인간의 위험도를 살펴보면, 제천시, 보은군이 여러 가지 측면에서 잠재적 위험도가 높은 것으로 도출되었다. 위험요인에 대한 잠재적 위험도가 높은 지역은 충주시, 청주시가 높은 것으로 도출되었는데 이는 지역특성상 시의 규모로서 상대적으로 다른 지역에 비해 잠재적 위험요인의 수가 많기 때문으로 해석할 수 있다. 적설량에 대한 잠재적 위험도가 높은 지역으로는 보은군, 단양군이 다른 높은 것으로 나타났다.

하지만, 35년 최대적설량을 통한 잠재적 위험요인에서는 다른 결과가 도출되는 것을 분석결과를 종합을 통하여 알 수 있었다. 이처럼 대설의 특성 및 잠재적 위험요인에 따라서 잠재적인 위험도를 차이가 날 수 있음을 파악하고 이에 따른 제설대응 방안을 수립하여야 할 것이다.

Table 7. Synthesize of analytic result about degree of potential risk

구분	잠재적 위험요인	1사분면	2사분면	3사분면	4사분면
		잠재적 위험도 높음	위험요인에 대한 잠재적 위험도 높음	잠재적 위험도 낮음	적설량에 대한 잠재적 위험도 높음
35년 평균 적설량	65세 고령자	제천시	충주시, 청주시	증평군, 영동군, 음성군, 옥천군, 진천군, 괴산군	보은군, 단양군
	농경지	제천시, 보은군	충주시, 영동군, 음성군, 괴산군	증평군, 청주시, 옥천군, 진천군	단양군
	노후건축물	-	충주시, 청주시	증평군, 영동군, 음성군, 옥천군, 진천군, 괴산군	제천시, 단양군, 보은군
	포장도로	제천시	충주시, 청주시	증평군, 영동군, 음성군, 옥천군, 진천군, 괴산군	단양군, 보은군
	교량	제천시, 보은군	충주시, 영동군, 괴산군	증평군, 청주시, 음성군, 옥천군, 진천군	단양군
	터널	단양군, 보은군	충주시, 옥천군, 괴산군	증평군, 영동군, 청주시, 음성군, 진천군	제천시
35년 최대 적설량	65세 고령자	청주시	제천시, 충주시	단양군, 음성군, 진천군	증평군, 영동군, 옥천군, 보은군, 괴산군
	농경지	영동군, 보은군, 괴산군	제천시, 충주시, 음성군	단양군, 진천군	증평군, 청주시, 옥천군
	노후건축물	청주시	제천시, 충주시	단양군, 음성군, 진천군	증평군, 영동군, 옥천군, 보은군, 괴산군
	포장도로	영동군, 청주시	제천시, 충주시	단양군, 음성군, 진천군	단양군, 음성군, 진천군
	교량	영동군, 보은군, 1는괴산군	제천시, 충주시, 음성군	단양군, 진천군	증평군, 청주시, 옥천군
	터널	옥천군, 보은군, 괴산군	충주시, 단양군	제천시, 음성군, 진천군	증평군, 영동군, 청주시

충청북도 대설특성에 따른 잠재적 위험요인에 대한 지역의 빈도수를 살펴보면 잠재적 위험도가 종합적으로 가장 높은 지역은 보은군, 제천시, 괴산군, 영동군, 청주시 순으로 도출되었다. 지역에 대한 빈도수는 해당 사분면에 포함되었던 횟수를 의미하며 횟수가 많을수록 대설특성에 따른 잠재적 위험도가 높을 수 있음을 의미한다. 단, 3사분면의 경우에는 포함횟수가 많을수록 잠재적 위험도는 낮음을 의미한다. 특징적인 점은 앞서 분석된 35년 평균 및 최대적설량과 35년 인당 재산피해액 결과, 제천시는 인당 재산피해액이 가장 적은 측면에 속하였으나 잠재적인 위험도는 높은 것으로 해석되었다. 괴산군의 경우도 35년 인당 재산피해액은 가장 높았으나 잠재적인 위험도는 낮은 것으로 나타났다. 이는 본 연구에서 제시하고자 했던 물리적 특성 뿐만 아니라 비물리적인 특성인 제설대응인력, 체계 등과 같은 부분을 고려해야 함을 의미한다고 보여진다.

위험요인에 대한 잠재적 위험도가 높은 지역으로는 충주시, 제천시가 가장 높은 순으로 도출되었다. 적설량에 대한 잠재적 위험도가 높은 지역으로는 단양군, 증평군, 옥천군 순으로 나타났으며 잠재적 위험도가 낮은 지역은 진천군, 음성군, 증평군, 단양군 순으로 도출되었다.

이처럼 대설특성에 따른 잠재적인 위험도는 다양하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 따라서, 향후 충청북도의 대설과 관련된 제설대응방안 마련에 특성반영을 고려할 필요가 있다고 판단된다.

Table 8. The frequency of region about potential risk factor by characteristics of heavy snow

지역	1사분면	2사분면	3사분면	4사분면
	잠재적 위험도 높음	위험요인에 대한 잠재적 위험도 높음	잠재적 위험도 낮음	적설량에 대한 잠재적 위험도 높음
제천시	4	5	1	2
충주시	0	12	0	0
단양군	1	1	5	6
증평군	0	0	6	5
영동군	3	2	4	3
청주시	3	3	3	3
음성군	0	3	9	1
옥천군	1	1	5	4
진천군	0	0	12	1
보은군	6	0	0	5
괴산군	3	3	3	0

5. 결론

본 연구는 충청북도 내 각 지자체를 대상으로 적설량 및 대설 피해자료를 구축한 후 지역별 대설특성을 분석하고 대설과 관련된 잠재적 위험요인을 도출하여 위험도를 제시함으로써 이를 통한 대응방안 마련의 기초자료로 활용할 수 있게 하고자 하였다. 이를 위해 1979년 1월 1일부터 2014년 8월 31일까지 35년동안의 평균적설량 및 최대적설량을 구축하고 이와 관련된 피해특성을 재해연보를 통하여 수집하였다. 또한, 대설로 인한 잠재적 위험요인을 선행연구 및 Brainstorming을 통하여 선정 및 구축하였다.

분석결과, 35년 평균적설량으로 인한 잠재적 위험도는 제천시와 보은군이 여러 가지 측면에서 가장 높은 것으로 도출되었다. 하지만, 35년 최대적설량을 통한 잠재적 위험요인에서는 다른 결과가 도출되는 것을 알 수 있었는데 청주시, 영동군, 괴산군, 보은군이 잠재적 위험도가 높은 것으로 나타났다. 충청북도 대설특성에 따른 잠재적 위험요인에 대한 지역의 빈도수를 살펴보면 잠재적 위험도가 종합적으로 가장 높은 지역은 보은군, 제천시, 괴산군, 영동군, 청주시 순으로 도출되었다.

본 연구 결과에서 살펴보면 특징적인 점이 한 가지가 있었다. 앞서 분석된 35년 평균 및 최대적설량과 피해특성에 대한 기초통계에서는 괴산군의 경우 35년 인당 재산피해액이 가장 높아서 대설로 인한 위험이 높은 것으로 해석되었으나, IPA를 응용한 분석결과에서는 잠재적 위험도가 낮은 것으로 나타났다. 이는 본 연구에서는 대설에 대한 잠재적 위험도만을 제시하였으나 실질적으로 대설로 인한 위험에는 그에 따른 대응체계 구축이 각 지자체별로 잘 되어 있는지에 대한 고려가 필요하며 이에 대한 적용이 대설로 인한 위험도 산정에 반영되어야 함을 의미한다고 판단된다.

또한 충청북도 11개 시·군에 대한 대설의 잠재적 위험도는 여러 가지 특성에 따라서 결과가 상이함을 알 수 있었다. 이는 대설의 특성 및 잠재적인 위험요인을 한 가지가 아닌 다양하게 나타나며 제설대응체계 및 방안 마련시에 여러 가지 특성들을 고려하여야 함을 의미한다.

본 연구는 일반적인 대설특성뿐만 아니라 잠재적인 위험요인들을 도출하고 그에 대한 위험도를 분석하였다는 점에서 그 의의를 가진다. 본 연구의 결과는 향후 충청북도 각 지자체들의 제설대응체계 및 대응방안 마련에 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 소방방재청 자연재해저감기술개발사업의 지원으로 수행한 '지역특성을 고려한 재해영향분석기법 고도화'[NEMA-자연-2013-59] 과제의 성과입니다.

References

- Gu, Yusung. (2013). "Selecting and Assessing Vulnerable Zones of Snow Damage in Urban Areas - the case of City of Busan". Korean Society of Civil Engineers Journal, Vol.33, No.3, pp.1077-1086
- Kim, Saet Byul·Shin, Hyung Jin·Ha, Rim·Kim, Seong Joon. (2012). "Spatio-temporal Analysis of Snowfall for 5 Heavy Snowfall Areas in South Korea". Korean Society of Civil Engineers Journal, Vol.32, No.2B, pp.103-111
- Kim, Taeho·Yoon, Sanghoon·Ko, Junho. (2007). "Evaluation of Urban Roadway Service Quality Using Modified-IPA Technique", Korean Society of Transportation Scholarship Conference Journal p.574~583
- Lee, Kyoungmi·Lee Seungho. (2006). "The Spatial Distribution of Snowfall and its Development Mechanism over the Honam Area". The Korean Geographical Society Journal , Vol.41, No.4, pp.457-469
- Lee, Sukmin·Bae, Yoon-Shin·Park, Jihye. (2014). "Suggestion of Heavy Snow Risk Analysis in Seoul". Korean Society of Road Engineers Journal, Vol.16, No.3, pp.59-66
- Choi, Gwangyong·Kim, Jinsu. (2010). "Surface Synoptic Climatic Patterns for Heavy Snowfall Events in the Republic of Korea". The Korean Geographical Society Journal, Vol.45, No.3, pp.319-341
- Weather data of the Meteorological Administration(www.kma.go.kr)
- National Emergency Management Agency. (2011). "The Development of Heavy Snowfall Casualty Minimization Policies and Optimal Road Snow Removal Systems considering Climate Change"
- National Emergency Management Agency ·central disaster and safety countermeasures headquarters. (1979~2013). 「chronological list of Disaster」