J. Korean Soc. Hazard Mitig.
Vol. 17, No. 4 (Aug. 2017), pp.65~72
https://doi.org/10.9798/KOSHAM.2017.17.4.65

ISSN 1738-2424(Print)
ISSN 2287-6723(Online)
www.kosham.or.kr

도시방재

대설 재난에 따른 농·축산 시설 피해액 영향요인 분석

Analyzing Damage Effect Factors of Agricultural and Livestock Facilities Caused by Heavy Snowfall Disasters

김근영* · 주현태** · 김희재***
Kim, Geunyoung*, Joo, Hyuntae**, and Kim, Heejae***

Abstract

Heavy snowfall disasters are the natural disasters with high economic effects after typhoon and heavy rainfall disasters. The economic effect risk of massive heavy snowfall disasters is growing in South Korea caused by the irregular cycle of arctic oscillation during the winter season due to the global climate change. However, there has been lack of research for economic effects by heavy snowfall disasters. The objective of this research is to develop the economic effect estimation model for heavy snowfall disasters by identifying the association between economic effects of the disasters and their effect factors, including cause factors of heavy snowfall disaster such as cumulated snowfall amount, cumulated snowfall days, socioeconomic factors, and agricultural and livestock factors. This research developed four relative regression models by the regression model development procedure, and identified six effective factors for snowfall economic damage. Results of this research are used for various heavy snowfall disaster management policies.

Key words : Heavy Snowfall Disaster, Economic Damage, Agricultural and Livestock Facility, Regression Model

요 지

대설 재난은 태풍·호우를 포함한 풍수해 다음으로 경제적 피해가 높은 자연재난이다. 전 지구적인 기후변화로 겨울철 북극진동 주기가 불규칙해지면서 우리나라에서 대규모 대설 재난 피해의 위험성은 더욱 높아지고 있다. 그러나 대설 재난으로 인한 재산피해를 대상으로 하는 기존의 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구는 누적 강설량, 누적 강설일 등 대설 재난 요인변수, 사회경제변수, 대설 재난 피해액에 상당한 부분을 차지하는 농·축산 관련변수 등 대설 재난 피해액의 영향요인들과 대설 재난 피해액간 관계성을 파악하여 대설 재난으로 인한 경제적 피해를 추정하는 모형을 개발하는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서는 단계별 회귀분석 모형 개발절차를 통해 4개의 유효한 회귀분석모형을 개발하였으며 대설 재난 피해액에 영향을 미치는 6개의 요인을 파악하였다. 본 연구의 결과는 설해위험지역 선정, 비닐하우스·축사 등 농축산 시설기준 개선, 대설 재난 대응방안 수립, 대설 재난 복구예산 추정 등 다양한 대설 재난 정책 수립에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 대설 재난, 경제적 피해, 농·축산시설, 회귀분석모형

1. 서 론

전 세계적인 기후변화가 초래한 기상이변으로 여름철 자연재난인 태풍・호우뿐만 아니라 겨울철 자연재난인 대설・한파 등의 강도가 점차 강해지고 있다. 미국에서는 2010년 1월 동부지역에서 111년 만에 기록적인 대설이 발생하였고, 중국 베이징에서는 59년 만에 강력한 대설이 발생하였다. 2010년 2월 미국의 수도인 워싱턴 DC에서는 36시간 동안 82.3 ㎝의 강설이 내려 22만 가구가 정전되어 도시기능이 마비되는 사태가 발생하였다. 일본 서부지역에서는 2005~2006년 겨울

*교신저자, 정회원, 강남대학교 부동산건설학부 교수(Tel: +82-31-280-3765, Fax: +82-31-280-3937, E-mail: gykim@kangnam.ac.kr)
Corresponding Author, Member, Professor, Department of Real Estate and Construction. Kangnam University
**강남대학교 U-City융합연구소 연구위원(E-mail: joohyuntae@paran.com)
Research Fallow, Multi-Disciplinary Center for Ubiquitous Cities, Kangnam University
***정회원, 강남대학교 U-City융합연구소 연구위원(E-mail: irex1@naver.com)
Member, Research Fallow, Multi-Disciplinary Center for Ubiquitous Cities, Kangnam University

철에 일일 적설량이 92~280 ㎝에 달하면서 사망자 152명, 주택 전・반파 4,826동 등 심각한 대설 재난 피해가 발생했다.

우리나라도 전 세계적인 추세와 무관하지 않다. 2010년 1월 4일 서울에서는 73년 만에 신적설 최대 기록인 25.8 ㎝의 강설에 내려 서울을 중심으로 한 수도권지역의 교통이 마비되었고, 2010년 2월 10~13일에는 양양 면옥치에서 172 ㎝의 적설이, 백봉령에서는 140 ㎝, 고성에서는 105 ㎝, 대관령에서는 109 ㎝의 적설이 각각 기록되었다. 2011년 2월 11~14일 동안 강원 삼척시에서는 110 ㎝ 이상의 기록적인 강설이 내려 도시기능이 마비되고, 학교는 휴교하였다. 삼척시 중앙시장은 비가림 지붕이 붕괴되고, 7번 국도에서는 22시간 동안 차량이 고립되었으며 제설작업에 상당한 문제가 발생했다.

대설 재난은 우리나라에서 태풍 및 호우를 포함한 풍수해 다음으로 경제적 피해가 높은 자연재난이다. 지난 30년(1986~2015년) 동안 대설 재난은 인명피해 측면에서는 연도별로 차이가 있으나 전체 자연재난 사망자의 3% 이내를 점유하고, 이재민 측면에서는 피해의 15~20%를, 시설피해 측면에서는 5~12%를 점유하였다. 대설 재난의 피해는 이재민과 시설피해가 주를 이루기 때문에 그동안 재난관리 정책에서는 풍수해에 비해 간과된 측면이 있다. 전 세계적인 기후변화로 겨울철 북극진동 주기가 불규칙해지면서 우리나라에서 대설 재난 피해의 위험성은 더욱 높아지고 있다. 그러나 대설 재난으로 인한 재산피해를 대상으로 하는 기존의 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구는 누적 강설량, 누적 강설일 등 대설 재난 요인변수, 사회경제변수, 대설 재난 피해액에 상당한 부분을 차지하는 농・축산 관련변수 등 대설 재난 피해액의 영향요인들과 대설 재난 피해액간 관계성을 파악하여 대설 재난으로 인한 경제적 피해를 추정하는 모형을 개발하는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서는 유효한 모형을 개발하고자 하였으며, 단계별 회귀분석을 활용하여 유의미한 영향력을 가지고 있는 독립변수를 확인하였다. 모형의 종속변수는 대설 재난 피해액 변수로 농・축산 피해액과 비닐하우스 피해액을 사용하며 대설 재난 피해에 영향을 미치는 변수로 강설량, 강설일 등의 대설 재난 피해요인 변수와 인구, 비시가화면적 비율 등 사회경제요인 변수, 배추재배가구, 배추재배면적, 오이재배가구, 오이재배면적, 딸기재배가구, 딸기재배면적, 서양작물재배가구, 서양작물재배면적, 화훼재배가구, 화훼재배면적, 한우농가가구, 한우사육두수, 돼지농가가구, 돼지사육두수, 닭농가가구, 닭사육두수 등 농축산 피해시설의 요인변수를 사용한다.

연구의 분석자료는 2005년, 2010년, 2015년의 재해연보 피해액 자료와 대설 강설일 자료를 조사하여 입력자료로 활용하였다. 강설량은 기상청의 일일 신적설 관측자료를, 인구와 비시가화면적은 각 지자체의 통계연보를 활용하여 DB로 구축하였다. 농・축산 관련 시설 변수는 2005년, 2010년, 2015년의 농림・어업조사 자료를 활용하였다.

연구의 분석방법으로는 대설 재난의 피해액에 영향을 주는 요인을 알아보기 위하여 지역별 대설 피해액을 종속변수로 단계별 회귀분석(Stepwise Regression)을 수행하였다. 단계별 회귀분석은 회귀모형에 사용할 변수를 축차적으로 하나씩 선택하거나 제거하여 가장 좋은 회귀모형을 선택하는 방법이다. 본 연구에서는 1단계로 단계별 회귀분석을 이용하여 유의미한 영향력을 가지고 있는 변수를 선택하고, 2단계로 논리적인 영향 관계를 입증하지 못하는 변수를 제외하여 최종모형을 설정하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 자연재난 피해액 관련 선행연구

태풍, 호우, 지진, 지진해일, 대설과 같이 자연력이 원인이 되어 발생하는 자연재난은 발생을 사전에 방지하는 것이 불가능하며 만일 발생하게 되면 시설붕괴・파손, 고립・활동중단 등으로 막대한 피해가 결과하게 된다. 자연재난은 재난관리 차원에서 발생을 막을 수 없기 때문에 예방・대비・대응・복구 단계별로 피해를 최소한으로 줄이기 위한 노력이 지속되어 왔다. 자연재난 피해액의 대부분은 인간에 의하여 개발되고 건설된 인위적인 시설물들이 파손되면서 발생한다. 이러한 이유로 자연재난에 대해 어떻게 대비하는가는 피해액의 규모를 감소시키는데 매우 중요한 사항이다. 자연재난 피해액의 규모와 범위는 재난관리정책, 사회・경제적 대비수준에 따라 차이가 있다. 따라서 재난관리 분야에서는 실증적 분석을 통해 자연재난의 피해에 영향을 미치는 요인과 피해액의 규모 사이의 관계를 파악하려는 다양한 연구들이 시도되어 왔다(Kunkel et al., 1999; Toya and Skidmore, 2007).

자연재난의 피해규모는 다양한 요인에 의해 영향 받는다. 자연재난 발생지역의 사회・경제적인 요인인 인구밀도와 소득수준은 자연재난의 피해규모에 영향을 미치는 중요한 변수이다. Kunkel et al.(1999)은 자산의 가치가 높고 부(wealth)가 축적되면 동일한 수준에서 피해가 커질 수 있다고 주장하였다. Toya and Skidmore(2007)는 Kunkel et al.의 연구결과와 반대로 소득이 높은 국가일수록 자연재난으로 인한 사회간접시설의 피해를 최소화하는 예방책을 마련해 놓을 가능성이 높다고 판단하였다. Toya and Skidmore의 연구에서는 이런 국가일수록 복구에 필요한 예산확보도 가능하여 추가적인 피해도 작아진다고 주장하였다. Kellenbeg and Mobarak(2008)는 소득과 자연재해 피해액이 역U자 형인 ∩로 변화하기 때문에 한 국가의 인당 소득이 증가하는 초기단계에서는 자연재난으로 인한 피해액이 증가하다가 일정 수준의 소득을 넘어서게 되면 다시 감소하는 추세를 보인다고 하였다.

우리나라는 자연재난으로 인한 피해연구가 다양한 자연재난 유형을 대상으로 이루어지고 있지 않다. 그 이유로

우리나라에서는 태풍과 호우로 인한 풍수해 재산피해가 전체 자연재난으로 인한 재산피해의 약 90%를 점유하고 있어 풍수해를 중심으로 연구가 진행되었고, 다른 자연재난에 대해서는 상대적으로 연구가 부진하였다.

국내의 연구에서 Kim(2003)은 사업자산에 대한 피해율과 홍수범람 구역내 산업별 자산액을 통하여 행정구역별 피해액을 추정하였다. 호우 다음으로 많은 피해액을 발생하고 있는 태풍 피해의 경우 결정요인 분석을 위하여 다양한 기법을 통하여 피해액을 추정하는 연구가 진행되었다. Kim(2013)은 3-second gust에 따른 한국형 피해 평가 모형을 이용하여 행정구역별 피해액을 추정하였다. Lee(2013)은 회귀분석을 활용하여 9개 권역(강원도, 수도권, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남, 제주)의 태풍시 강우량과 풍속에 대한 상관성을 분석하고, 태풍피해에 가장 큰 영향을 주는 변수는 일 최대 강우량, 지점별 최대풍속인 것으로 연구결과에 제시하였다.

Jeong and Heo(2014)는 강원도 지역에 한정하여 자연재난으로 인한 직접 피해액의 추세 및 결정요인에 대해 분석하였다. 정준호・허인혜의 연구에서는 자연재난으로 인한 피해에 호우와 적설이 중요한 요인을 미치는 기후인자로 확인되었으며, 소득수준의 증가가 자연재난에 대한 취약성을 높이는 것으로 나타났다.

2.2 대설 재난 관련 선행연구

태풍과 호우의 피해액 관련 연구과 비교하면 대설 재난의 피해액 관련 국내연구는 거의 찾아볼 수 없다. 우리나라에서 태풍과 호우를 합한 풍수해의 피해는 자연재난 전체 피해액의 약 85~90%를 점유한다. 대설 재난은 풍수해에 이어 자연재난 전체 피해액의 약 5~12%를 차지하는 중요한 자연재난이나 피해 관련 연구는 매우 미흡한 상황이다.

Jeong and Lee(2014)는 대설에 의한 직접 피해액을 추정하는 연구로 토빗모형을 활용하여 기후 요인, 사회・경제적 요인들이 재해의 경제적인 직접피해에 미치는 영향을 분석하였다. 정준호・이승호의 연구결과에서 신적설과 대설일수는 양(+)의 영향, 강수량은 음(-)의 영향 관계를 가지고 있다고 주장하였다. 경제발전 대리함수인 1인당 GRDP변수가 정(+)의 영향을 가져왔으나 2000년 이후 음(-)의 영향을 유지하는 것으로 확인하였다. 이러한 연구결과는 앞서 자연재난에 대한 피해액 연구의 Kunkel et al.(1999) 및 Toya and Skidmore(2007)의 연구 결과와 유사한 내용이라고 말할 수 있다.

자연재난과 대설에 대한 기존연구의 검토로부터 우리는 대설 재난에 대한 경제적 피해에 대한 국내 연구가 매우 미흡한 것을 확인할 수 있었다. 그리고 기존연구에서는 신적설과 대설일수, 강수량, 인당 GRDP를 사용하여 피해액과의 관계를 살펴보았으며 대설 재난 피해액의 대상이 되는 변수와의 관계에 대해서는 아직 연구대상으로 수행하지 않은 것으로 파악되었다. 따라서 본 연구에서는 대설 재난 피해액과 관련한 대설 재난 피해요인 변수와 사회경제 변수, 대설 재난의 직접적 피해대상이 되는 농・축산 관련 변수가 대설 재난 피해액에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

3. 연구 가설 및 방법

3.1 연구 가설

대설 재난의 피해는 겨울에 발생한다. 본 연구는 대설로 인해 농작물과 농・축산 시설의 피해가 발생한다는 가정으로 연구를 진행하였다. 대설 재난으로 발생하는 피해 중 농・축산에 의한 피해는 약 35.4%에 해당하여 중요하다고 볼 수 있다[1]. 대설 재난의 농・축산 피해는 농작물이 눈속에 묻히거나 냉해 피해를 입고, 농・축산 시설 등이 눈의 무게를 이기지 못하고 붕괴되어 피해가 발생하는 것이다. 본 연구는 이러한 시설과 관련한 피해를 중심으로 하며 대설로 인한 교통사고 피해 및 교통체증과 같은 간접적인 피해액은 연구항목에서 제외하였다.

3.2 연구 방법

본 연구는 2005년, 2010년, 2015년의 재해연보로부터 피해액 자료와 대설 강설일 자료를 추출하여 활용하였으며, 강설량은 기상청 자료를, 인구와 비시가화면적은 지자체의 통계연보를 활용하여 정리하였다. 농축산 생산시설 변수는 2005년, 2010년, 2015년의 농림어업조사 자료를 활용하였다.

연구방법론은 대설피해액에 영향을 주는 요인을 알아보기 위하여 지역별 대설 재난 피해액을 종속변수로 단계별 회귀분석(Stepwise Regression)을 진행한다. 단계별 회귀분석은 회귀모형에 사용할 변수를 축차적으로 하나씩 선택하거나 제거하여 가장 좋은 회귀모형을 선택하는 방법이다. 연구의 진행은 1단계로 단계별 회귀분석을 이용하여 유의미한 영향력을 가지고 있는 변수를 선택하고, 2단계로 논리적인 영향 관계를 입증하지 못하는 변수를 제외하여 최종모형을 설정한다.

본 연구는 피해액에 영향을 주는 종속변수를 크게 두 가지로 구분하고, 두 종속변수에 동일한 방법론을 적용하였다. 첫 번째 모형은 농업과 축산업의 피해액에 대한 전반적인 영향력을 확인하기 위하여 종속변수를 농축산 피해액으로 설정하였다. 두 번째 모형은 비닐하우스에 대한 피해액을 대상으로 종속변수로 한 회귀분석모형을 개발하였다. 독립변수의 경우 농축산시설의 변수는 농・축산 시설의 면적과 세대수로 구분하여 겨울철에도 재배하는 배추, 오이, 딸기, 서양작물, 화훼, 한우, 돼지, 닭을 대상으로 모형을 개발하였다. 모든 변수는 농・축산 시설의 수와 규모를 간・직접적으

1) 국민안전처, 2014 자연재해연보, 대설재난 피해액 통계자료

로 사용할 수 있도록 개수 및 면적 또는 사육 두수를 활용하였다. 상관분석을 수행한 결과 면적과 세대수는 유의미한 양의 상관관계를 가지고 있으며, 다중공선성을 가지고 있어 모형을 달리하여 분석을 진행하였다.

4. 실증분석

4.1 기초통계

2005년~2015년 동안 대설 재난의 피해가 발생한 지자체는 총 193개 지역인 것으로 확인되었다. 피해지역 기준으로 농축산업의 피해액은 지역 당 평균 571백만원이며, 누적 강설량은 1년 평균 25.5 cm이고 누적 강설일은 25.4일인 것으로 확인되었다. 2005~2015년 동안 강설량이나 강설일의 변화경향을 살펴보면 기후변화로 인해 2005년에 비하여 2015년의 누적 강설량이나 누적 강설일이 줄어드는 추세인 것으로 나타났다.

대설 재난 피해지역의 인구는 평균 16만 명이며, 비시가화 면적비율도 74.3%로 확인되어 피해지역의 대부분이 지방 중소도시인 것으로 판단된다. 피해 지역의 배추, 상추, 오이, 딸기, 서양작물, 화훼 재배 가구 수는 평균 50가구 내외로 확인되었다. 지역에 따라 딸기재배 가구 수는 1,089가구인 곳도 있어 지역별 편차가 있는 것으로 확인되었다. 한우, 돼지, 닭과 같은 가축 사육가구는 지역별로 차이가 크며, 닭의 경우 85두에서 5,504,603두로 지역별 격차가 매우 큰 것으로 확인되었다.

가축은 사육 면적이 집계되지 않아 사육 두 수를 변수로 활용하였으며, 사육 두 수는 면적과 양의 관계를 가지고 있을 것으로 가정하였다. 소 사육 가구 수는 한우와 젖소(육우), 일반 젖소를 모두 포함한 수치이며, 닭의 경우 사육 두 수는 육계와 산란계를 모두 포함하였다. 소 사육 축사 및 양계장의 면적은 일반적으로 사육 두 수와 비례적으로 증가한다.

Fig. 1은 2005년, 2010년, 2015년 전국의 강설량, 농축산 피해액과 비닐하우스 피해액을 GIS를 이용하여 지리적 분포를 지도로 표현한 것이다. 피해액 분포도를 살펴보면 농축산 피해액은 주로 호남 해안지방에서 높게 나타났으며, 비닐하우스 피해액은 호남 해안지역과 제주, 강원일부지역에서 다른 지역보다 높은 것으로 나타났다.

Table 1. Basic Statistics

Variable	N	Mean	S.D.	Min	Max
Agricultural & Livestocks Damage (Mil)	192	571.4	1,859.8	0.3	16,677.4
Vinyl house Damage (Mil)	192	571.2	1,859.7	0.3	16,677.4
Cumulative snowfall amount (cm/year)	192	25.6	21.8	0.0	143.0
Cumulative snowfall day	192	25.4	10.8	6.0	38.0
population (`000)	192	158.6	180.1	18.5	1,077.5
Non-urban area ratio	192	74.2	33.3	0.0	99.7
Chinese cabbage farm house (No.)	192	48.2	52.8	0.0	342.0
Chinese cabbage farm area (ha)	192	12.8	29.9	0.0	264.0
Lettuce farm house (No.)	192	58.9	75.7	0.0	485.0
Lettuce farm area (ha)	192	19.2	48.3	0.0	385.0
Cucumber farm house (No.)	192	46.0	64.2	0.0	494.0
Cucumber farm area (ha)	192	13.9	29.6	0.0	209.0
Strawberry farm house (No.)	192	52.4	127.7	0.0	1,089.0
Strawberry farm area (ha)	192	19.4	47.4	0.0	340.0
Western plant farm house (No.)	192	16.4	25.4	0.0	158.0
Western plant farm area (ha)	192	8.8	17.7	0.0	112.0
Flower farm house (No.)	192	30.2	55.3	0.0	542.0
Flower farm area (ha)	192	14.2	28.4	0.0	276.0
Cattle farm house (No.)	192	952.4	891.1	2.0	6,437.0
Cattle farm area (ha)	192	17,382.9	16,193.3	82.0	95,596.0
Pig farm house (No.)	192	59.2	81.0	0.0	738.0
Pig farm area (ha)	192	49,233.3	59,390.4	0.0	366,124.0
Chicken farm house (No.)	192	346.4	284.0	7.0	1,527.0
Chicken farm area (ha)	192	1,096,087.1	1,249,560.2	85.0	5,504,603.0

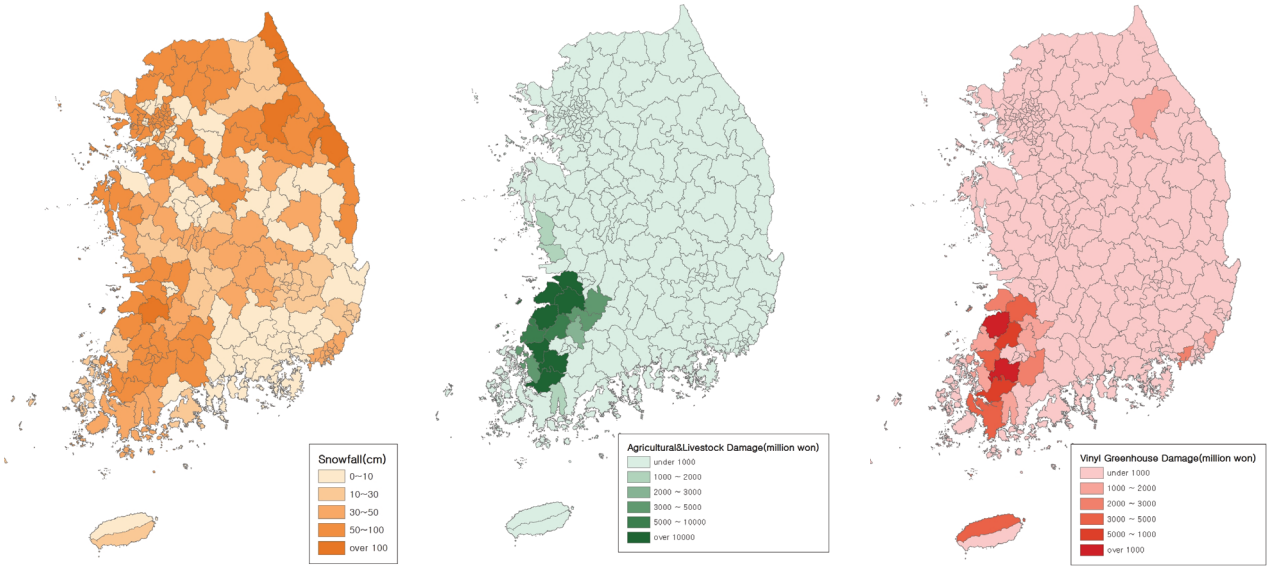

Fig. 1. Geographical Distribution of Snowfall, Agricultural & Livestock, and Vinyl Greenhouse Damage

4.2 분석결과

본 연구에서는 농·축산 피해액에 대한 자료를 기초로 하여 단계별 회귀분석을 통한 영향요인 분석을 실행하였다. 분석은 크게 두 부분으로 나누어 진행하였다. 종속변수는 농축산 모두를 포함한 피해액과 비닐하우스에 대한 피해액만을 이용하여 분석을 수행하였다. 사용한 모형은 모두 선형 회귀분석모형을 이용하였으며 다음 Eq. (1)과 같다.

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \epsilon \quad (1)$$

Y : 각 지역의 농축산 피해액
α : 상수항
β : 계수값
X_1 : 강설일, X_2 : 인구
X_3 : 배추재배농가수, X_4 : 배추농장면적
X_5 : 닭사육농가수, X_6 : 닭사육면적
ϵ : 오차항

분석방법은 3.2절에서 설명한 것과 같이 단계별 회귀분석을 이용하여 1차적으로 영향력이 있는 변수를 선정하였으며, 2단계로 추가적으로 방향성 등 논리적으로 문제가 되는 변수를 제거하였다. 분석은 SAS 9.4 통계패키지를 활용하였으며, 본 프로그램을 이용하여 단계별 회귀분석에서 유의하지 않은 변수들은 자동으로 제외되어 그 결과를 제시하였다. 통계적 유의수준은 1%, 5%, 10%유의수준으로 각각 구분하였다.

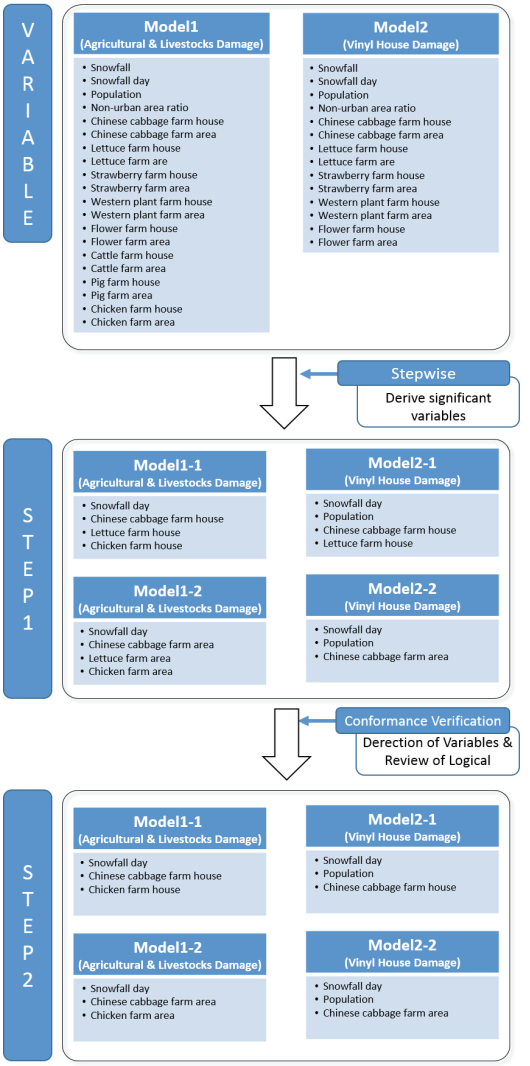

Fig. 2. The Regression Model Procedure

Table 2. Four Different Regression Model Results

Model	Model 1-1		Mdoel 1-2		Model 2-1		Model 2-2	
Dependent Variable	Agricultural & Livestocks Damage(Mil)	VIF	Agricultural & Livestocks Damage(Mil)	VIF	Vinyl house Damage (Mil)	VIF	Vinyl house Damage (Mil)	VIF
Intercept	-676,366.0 ** (-2.00)	—	-1,094,893.0 *** (-3.17)	—	-452,894.0 (-1.25)	—	-327,349.0 (-0.91)	—
Snowfall day	27,961.0 ** (2.08)	1.29	43,533.0 *** (3.79)	1.01	32,199.0 *** (2.7)	1.03	36,858.0 *** (3.11)	1.01
Population	—	—	—	—	-1.3379 * (-1.82)	1.07	-1.4636 * (-1.96)	1.10
Cabbage farm house (No.)	6,607.4 ** (2.55)	1.14	—	—	8,676.5 *** (3.48)	1.07	—	—
Cabbage farm area (ha)	—	—	9,086.0 ** (2.14)	1.05	—	—	15,154.0 *** (3.39)	1.09
Chicken farm house (No.)	631.9 (1.16)	1.45	—	—	—	—	—	—
Chicken farm area (ha)	—	—	0.4049 *** (3.97)	1.06	—	—	—	—
N	192		192		192		192	
R-square	0.1045		0.1631		0.1137		0.1112	

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

농축산 피해액 모형은 단계별 회귀분석을 진행하여 강설일, 배추재배가구 수, 오이재배 가구 수, 닭사육 농가 수 등이 유의한 변수로 확인되었다. 면적을 기준으로 한 모형에서는 강설일, 배추재배면적, 오이재배면적, 닭 사육두수 등이 유의한 변수로 확인되었다. 그러나 오이재배 가구 수 및 오이재배 면적에서 영향력이 음(-)의 영향력인 것으로 나타나 논리적으로 유추해볼 때 유의한 변수로 확인하기에는 검토가 필요한 것으로 판단되어 해당변수를 제거한 후 다시 회귀분석을 수행하였다. 농축산 피해액은 강설일과 배추재배 가구 수에 유의한 것으로 확인되었다. 대설 재난으로 인한 피해는 주로 겨울철에 발생하기 때문에 이른 겨울부터 수확을 하는 배추가 피해대상으로 포함되는 것이다. 배추 수확량의 일부는 겨울철에 비닐하우스에서 재배하기 때문에 대설 재난에 따른 배추의 피해를 포함한 모형은 유의하다고 판단하였다.

가구 수와 면적의 상관관계가 높기 때문에 분리하여 분석한 모형을 살펴보면 배추재배 면적과 닭 사육두수가 유의한 변수로 확인되었다. 이는 앞서 제시한 설명과 마찬가지로 배추재배가 주로 겨울철에 이루어지고 있기 때문으로 판단된다. 닭을 사육하는 양계장의 대부분은 사육 두 수가 많을수록 피해액이 큰 것으로 확인되었다. 상당수의 양계장은 슬레이트 지붕과 같은 내구성이 약한 건축자재로 건설하기 때문에 대설 재난이 발생하면 내구성이 약한 지붕을 가진 축사는 눈의 무게를 지탱하지 못하고 붕괴되는 사례가 조사되었다.

농축산 피해액 모형에서는 대설 재난에 의하여 발생하는 피해액도 있지만, 대설 재난이 발생할 경우 낮은 온도의 날씨도 함께 나타나기 때문에 이에 따른 농작물 피해액도 포함되었을 가능성이 있다. 따라서 비닐하우스에 대한 피해액을 종속변수로 하여 회귀분석을 별도로 수행하였다.

두 번째 유형의 모형에서는 비닐하우스 피해액만을 종속변수로 하여 분석을 진행하였다. 비닐하우스 피해액 대상모형의 이유는 대설 재난이 발생하면 비닐하우스가 눈의 무게를 이기지 못하고 붕괴하여 피해가 발생하는 경우가 존재하기 때문이다. 대설 재난이 발생하였을 경우 피해가 발생하는 조건은 대설로 인하여 농작물이 눈에 묻혀 생육이 부진하거나 냉해 피해를 입는 경우이거나 비닐하우스나 축사 등 내구성이 약한 건물이 붕괴되는 경우이다. 두 번째 유형의 모형에서는 비닐하우스에 대한 피해액을 종속변수로 하여 단계별 회귀분석을 진행하였으며, 강설일, 인구, 배추재배가구 수 등이 유의한 변수로 확인되었다. 두 번째 모형도 첫 번째 분석과 마찬가지로 배추 재배 가구 수와 면적의 상관성이 높아 구분하여 회귀분석을 수행하였다. 각 모형의 독립변수에 대한 다중공선성에 대한 문제는 없는 것으로 확인되었다.

비닐하우스에 대한 피해액은 강설일, 배추 재배 가구 수 및 면적에서 양(+)의 영향력이 잇는 것으로 나타났으며, 인구의 경우 음(-)의 영향력이 파악되었다. 겨울철에 재배되는 배추는 주로 비닐하우스 안에서 재배되기 때문에 배추의 재배가구 수나 면적이 많을수록 피해액이 증가하는 것으로 판단된다. 가구 수를 독립변수로 적용하는 모형과 면적을 독립변수로 적용하는 모형에서는 모두 양(+)의 방향으로

유의한 결과를 보였다. 배추의 경우 겨울철에 밭에서 재배하는 경우도 있으나, 비닐하우스에서 재배되어 겨울철에 출하되거나, 봄동과 같이 이른 봄에 수확하기 위하여 비닐하우스에서 재배되는 배추가 있다. 겨울철 비닐하우스는 대설 재난에 취약하여 눈의 무게를 버티지 못하고 붕괴하여 피해를 발생할 수 있다.

이전 모형과 다른 점은 인구에 대한 영향력이 음(-)의 영향력으로 나타난다는 것이다. 인구의 수에 대한 영향력이 음(-)의 영향력으로 나오는 것은 잘못된 방향성을 보이는 것으로 판단될 수도 있으나 종속변수가 비닐하우스 피해액이라는 점을 감안하면 음(-)의 영향력을 보이는 것이 적절할 것으로 판단되었다. 비닐하우스의 경우 인구수가 적은 지역에 주로 위치하여 있으며, 거주인구의 밀도가 높은 곳에서는 대설 재난에 대한 대비가 잘 되어 있다는 점을 감안한다면 인구수에 대해서 음(-)의 영향력을 보이는 것이 적절할 것으로 판단된다. 본 연구는 농어촌 지역으로 대상으로 하여 농・축산 시설에 대한 피해액을 알아보기 위하여 농・축산 피해액이 발생한 지역에 대하여도 영향요인을 분석하였다. 분석에 사용된 자료의 대상지역 대부분이 농촌지역임을 감안하면 인구수가 적은 지역일수록 피해가 크게 나타날 것으로 판단된다. 기초통계에서 확인되었듯이 본 피해액의 대상지역은 최소 인구 1만8천명인 지역이고, 평균 15만 8천인 정도인 지역이 주로 대상이 되었다.

5. 결 론

본 연구는 농촌지역의 대설 재난 피해액을 추정하기 위하여 농・축산 시설 피해액과 비닐하우스의 피해액에 영향을 주는 요인에 대하여 분석하였다. 대설 재난은 눈으로 인한 피해뿐만 아니라 낮은 기온으로 인하여 추가적으로 발생하는 냉해피해 등도 발생할 수 있다. 따라서 농작물 전체 피해액에 대한 모형과 비닐하우스 피해액에 대한 모형에 대하여 단계별 회귀분석을 수행하였다.

농・축산 시설의 피해액일 경우 배추 재배가구 수 및 면적, 닭의 사육 두 수 변수에 대해 양(+)의 영향요인이 있는 것으로 나타났다. 대설 재난 피해의 대부분이 눈에 묻혀 냉해피해를 입거나 내구성이 약한 비닐하우스, 양계장과 같은 시설물이 눈의 무게로 인하여 붕괴하였을 때 피해가 발생하는 것으로 판단된다.

비닐하우스에 대한 피해액을 알아보기 위하여 두 번째 모형을 선택하였으며, 비닐하우스 피해액을 종속변수로 하여 영향요인 분석을 진행하였다. 첫 번째 모형과 동일하게 배추 재배가구 수 및 재배 면적이 양(+)의 방향으로 유의한 영향력을 보이고 있는 것으로 나타났으며, 인구수에 대해서는 음(-) 영향을 받고 있는 것으로 확인되었다. 또한 두 모형의 피해액 모두 강설일에 양(+)의 방향으로 유의한 영향을 보이고 있어 강설일이 많을 경우 피해가 증가하는 것으로 확인되었다.

본 연구에서는 대설 재난이 발생하였을 경우, 강설일 및 강설량에 따라 피해액이 증가할 것으로 가정하고 연구를 진행하였으나 몇 가지 한계를 지니고 있다. 대설 재난이 발생하였을 경우 대설 재난에 따른 1차적인 피해뿐만 아니라 낮은 기온에 따른 추가적인 피해도 발생할 수 있다. 본 연구에서는 1차적인 피해액 중 하나라고 할 수 있는 비닐하우스 피해액에 대한 영향력을 알아보기 위하여 비닐하우스 피해액을 종속변수로 피해액에 대한 영향요인을 분석하였다. 그러나 낮은 기온에 대한 영향력은 자료의 한계로 인하여 본 연구에서는 수행하지 않았다. 향후 연구과제로 기온자료를 구축하여 대설 재난 피해액과 강설 관련변수, 기온관련변수, 농・축산시설 관련 변수 등을 대상으로 추가적인 연구를 수행할 수 있다. 모형의 낮은 설명력에 대한 한계도 기온과 같은 추가적인 변수 구축이 가능하다면, 보다 개선되어질 것으로 예상된다.

대설 재난의 피해는 주로 겨울철에 발생하고, 겨울철 농작물인 배추 재배가구 수 및 면적에 대한 영향력을 보이고 있으며, 강설일에 영향을 받는 것으로 확인되었다. 인구수가 적은 지역에서는 비닐하우스의 피해가 증가하는 것으로 확인되었다. 대설이 예상될 경우 지방의 배추재배 농가는 대설 재난에 대한 피해에 대비를 해야 할 것으로 판단된다. 양계장과 같이 내구성이 약한 축사 및 건축물은 대설 재난에 대비해서 보다 내구성이 높은 시설기준을 적용해야할 것으로 판단된다. 또한 대설 재난에 따른 피해액을 줄이기 위해서는 대설 재난에 취약한 비닐하우스 및 양계장과 같이 내구성이 약한 시설에 보다 집중적인 관리책이 필요할 것으로 판단된다.

우리나라에서 대설 재난은 다른 재난에 비하여 피해액이 적고, 빈도가 낮기 때문에 관련연구가 제한적이다. 그러나 선행연구에서 확인된 것처럼 어떻게 대비를 하느냐에 따라 피해액의 정도를 줄일 수 있다. 본 연구의 결과는 대설 재난으로 인한 피해를 줄일 수 있는 정책수립의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구의 한계를 극복할 수 있는 자료가 구축된다면 대설 재난의 피해와 관련된 다양한 시설을 대상으로 하는 연구를 진행할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

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

References

Jeong, J.H., and Heo, I.H. (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,* Institute of Social Science, Kangwon University, Vol. 53, No. 1, pp. 77-99.

Jeong, J.H., and Lee, S.H. (2014) 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.

Kellenberg, D.K., and Mobarak, A.M. (2008) Does rising income increase or decrease damage risk from natural disasters? *Journal of Urban Economics*, Vol. 63, No. 3, pp. 788-802.

Kim, C.S. (2003) *Estimation of flood control benefits based on watershed unit considering flooded depth.* Master's thesis, Inha University.

Kim, J.S. (2013) *On the Characteristics of Damage Scale and Risk Management System by Strong Wind Speed of Typhoon.* Master's thesis, Inje University.

Kunkel, K.E., Andsager, K., and Easterling, D.R. (1999) Long-term trends in extreme precipitation events over the conterminous United States and Canada. *Journal of Climate*, Vol. 12, No. 8, pp. 2515-2527.

Lee, S.I. (2013) *Study on Damage Scale Prediction by Rainfall and Wind Velocity with Typhoon.* Master's thesis, Sunchon University.

Toya, H., and Skidmore, M. (2007) Economic development and the impacts of natural disasters. *Economics Letters*, Vol. 94, No. 1, pp. 20-25.

Received May 2, 2017
Revised May 10, 2017
Accepted May 22, 2017