

## Estimation Model for Damage Amounts of Natural Disasters Based on Regression Analysis Using Public Data

Keun-Chae Jeong<sup>+</sup>

School of Civil Engineering, Chungbuk National University, Chungdae-ro 1, Seowon-Gu, Cheongju, Chungbuk 28644, Korea

### Abstract

In this study, we propose a regression model for estimating damage amounts of natural disasters based on the quantitative data provided by public institutions. Based on quantitative data for 225 primary local governments during the years of 2001 to 2014, we define a regression model to have 14 independent variables by applying variable selection methods to the variables from 32 sub-indexes used in Natural Disaster Risk Index(NDRI). For verifying the proposed regression model, we compare the estimates from the model with NDRI, Regional Safety Grades(RSG), and actual amounts of damages from natural disasters. From the analysis results, we can find the regression model give better estimates for the amounts of damages than NDRI and RSG. If we utilize the proposed model, we can estimate the future changes in the amounts of damages using the changes in natural disasters and improve the performance of NDRI using the standard regression coefficients from the regression analysis.

**Key words:** natural disaster, damage amount, regression, correlation coefficient, variable selection

### 1. 서론

#### 1. 연구 배경 및 목적

우리나라에서는 매년 태풍, 호우, 대설, 강풍 및 풍랑, 지진 등 자연재해로 인한 피해가 반복적으로 발생하고 있다. <Figure 1>의 2008년부터 2017년까지의 자연재해 피해액과 이들 피해를 복구하기 위해 지출된 금액을 살펴보면, 지난 10년 동안 매년 평균적으로 3,486억 원의 피해액이 발생하였고 7,281억 원의 복구액이 사용된 것을 알 수 있다(Ministry of the Interior and Safety, 2018). 자연재해별로 피해액을 살펴보면 태풍

과 호우의 비중이 전체의 88.4%로 피해액의 대부분을 차지하고 있으며, 대설, 강풍 및 풍랑, 지진은 11.6%로 상대적으로 낮은 비중을 나타내고 있다. 이 중 지진은 최근 2년, 즉, 2016년과 2017년부터 피해액을 발생시키는 원인으로 새롭게 떠오르고 있다. 자연재해로 인한 피해를 줄이기 위한 효과적이고 효율적인 정책을 수립하기 위해서는 이들 피해에 영향을 미치는 인자가 무엇인지를 우선적으로 밝히는 연구가 필요하다.

자연재해로 인한 피해에 영향을 끼치는 인자를 밝히기 위한 연구는 크게 두 가지 분야에서 수행되고 있다. 한 분야에서는 다양한 평가지표를 바탕으로 해당 지역

<sup>+</sup> Corresponding author: Keun-Chae Jeong, Tel. +82-43-261-2401, Fax. +82-43-275-2377, E-mail. kcjeong@cbnu.ac.kr

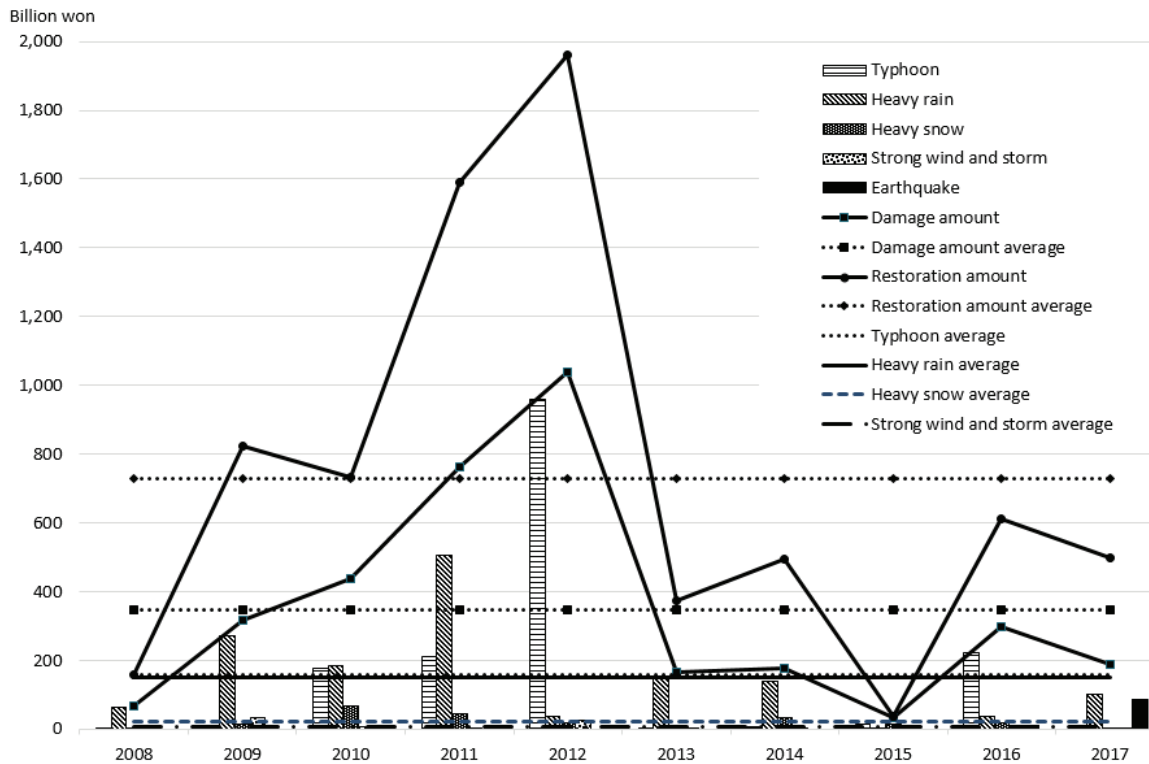


Figure 1. Damage and restoration costs from natural disasters in the recent 10 years

이 자연재해로부터 얼마나 위험한 지역인가를 평가하는 위험지표 모형을 개발하고 있으며, 다른 분야에서는 여러 가지 영향인자를 이용하여 재해로 인한 피해 규모를 산정하기 위한 예측모형을 개발하고 있다. 아래에서는 이들 두 분야에 대한 대표적 연구결과들을 살펴본다.

위험지표 모형 분야에서는 자연재해를 대상으로 재해로부터의 위험성, 피해 대상 사회적·지리적 시설의 취약성, 지역사회의 재해에 대한 사전·사후 대응능력 등을 종합적으로 평가하는 모형들이 국내외적으로 다양하게 개발되어 왔다. 국외 모형의 경우, 재해노출도, 재해민감성, 대응능력과 적응능력의 4대 영역에 대한 세부지표로 구성되어, 지진, 폭풍, 홍수, 가뭄, 해일 등의 자연재해를 종합적으로 평가하고 있는 세계위험지표(World Risk Index)를 대표적 사례로 들 수 있다(Bündnis Entwicklung Hilft, 2012). UN 개발계획(United Nations Development Programme; UNDP)이 개발한 재해위험지표(Disaster Risk Index)는 지진, 사이클론, 가뭄, 홍수 재해에 대한 취약성과 물리적 노출도로 대표되는 지표들을 이용하여 위험도를 평가하였다

(UNDP, 2004; Peduzzi, 2009). 유럽연합의 주도로 진행된 ESPON 프로젝트에서는 산사태, 가뭄, 지진, 이상고온, 홍수, 폭풍, 해일, 화산폭발 등을 포괄하는 재해위험성과 취약성을 종합화한 위험지표를 제안하였다(Schmidt-Thomé, 2006). 이 지표들의 공통점은 정량적 자료를 이용하여 세부지표들을 평가한 후 결과를 결합하여 최종적인 위험도를 평가하고 있다는 것이다.

국내의 경우, 소방방재청에서 개발한 지역안전도를 대표적인 위험지표 모형으로 들 수 있다. 이 지표는 자연재해에 대한 잠재적 재해발생 가능성 및 환경적 위험 진단을 위한 위험환경, 재해저감을 위한 행정적인 노력 진단을 위한 위험관리능력, 지역의 구조적인 재해방어능력 진단을 위한 방재성능 등을 종합적으로 평가하고 있다(National Emergency Management Administration, 2011). 그러나 이 지표는 정량적인 자료만을 활용하는 국외 모형들과는 달리 자연재해 전문가가 현장을 직접 방문하여 평가하는 정성적 방식을 병행함으로써, 평가기간이 길어지고 투입인력과 비용부담이 커지는 단점을 갖는다. 이러한 단점을 극복하기 위해, 국내에서도

공공분야의 정량자료만을 기반으로 재해위험도를 평가하는 한국형 자연재해 위험지표 모형이 개발되었다(Yeon, *et. al.*, 2016). 이모형은 위험지표 평가에 필요한 모든 자료를 공공부문 데이터베이스에서 수집하여, 자연재해 피해 대상 시설의 규모, 자연재해로 인한 위험성, 자연재해 전후의 대응능력, 재해에 대한 사회경제적 취약성을 평가한 후, 이들 결과를 종합하여 하나의 자연재해 위험지표 값으로 표출한다. 그러나 이 연구에서 제안하고 있는 모형 역시 세부지표별 가중치 값을 결정하는 부분에 대한 개선가능성이 여전히 존재하기 때문에, 이의 수정보완을 통해 자연재해 피해액과의 상관관계를 보다 향상시킬 수 있는 위험지표 정의가 필요한 상황이다.

다른 한편으로, 피해액 추정 모형 분야에서는 자연재해로 인한 피해에 영향을 미치는 요인들을 규명함으로써 자연재해 피해액을 예측하기 위한 연구들이 수행되어 왔다. Ahn(2015) 등은 1979년부터 2013년까지 재해연보에 기록된 자연재해의 발생빈도 및 피해액을 분석하였다. 분석 결과, 자연재해의 발생빈도의 측면에서는 호우 37.8%, 태풍 8.7%이었으나, 이로 인한 피해액은 태풍 45.6%, 호우 35.4%로 피해액 전체의 81%였다(Ahn, *et. al.*, 2015). 따라서 대부분의 연구자들은 피해액 비중이 높은 태풍과 호우 재해에 대한 피해규모 예측에 주로 관심을 갖고 연구를 수행하였다. 먼저, 태풍 분야에서는 태풍이 왔을 때 기초지방자치체별로 재산 피해 규모와 극한 기후 현상의 강도 간의 관련성에 대한 공간적 특징을 규명하는 연구가 있었다(Lee, *et. al.*, 2016). 이 연구에서는 북동부 산간지역과 일부 내륙 지역을 제외하고는 강풍 강도가 우리나라 대부분의 지역에서 재산 피해액과 유의미한 상관관계가 나타남을 밝혔다. 또한, Kim 등은 태풍으로 인한 피해액과 태풍의 발생 빈도의 변화를 연구한 결과, 태풍으로 인한 피해 지역과 시기에 지속적인 변화가 발생하는 것을 발견하였다(Kim, *et. al.*, 2015).

다음으로 호우에 대해서는 강우특성과 홍수 피해액과의 관계를 히스토그램을 통해 분석한 연구가 있었다

(Park, *et. al.*, 2011). 이 연구를 통해 발생횟수가 높은 중소규모의 호우 피해액이 전체 호우 중 가장 큰 피해액을 발생시키고 있음을 발견하였다. 또한, Park & Ahn(2011)은 시간 최대, 일 최대, 누적강우 등 강우자료와 피해액을 비교·평가한 결과, 발생횟수나 사상의 크기가 가장 큰 구간이 아닌 다른 특정 구간에서 피해액이 가장 높게 발생하고 있는 사실을 발견하였다(Park & Ahn, 2011). Lee(2016) 등은 재해 발생 전에 피해 규모와 영향을 고려하여 재해 발생에 따른 피해액을 빠르게 추정하기 위해 강우와 홍수 피해액 관계에 대한 비선형 회귀 함수를 제안하였다(Lee, *et. al.*, 2016). 다른 한편으로, 대설에 관한 연구 역시 수행되었다. 이 연구에서는 재해연보로부터 과거 발생한 대설 피해 사례를 조사하여 시군구별로 빈도를 분석한 후, 대설 피해 발생 빈도가 높았던 충청도, 전라도, 강원도를 대상으로 대설피해액 예측을 위한 다중회귀모형을 수립하였다(Oh & Chung, 2017). 최근에는 개별적인 자연재해에 따라 서로 다른 유형의 모형을 적용하는 것이 아닌, 모든 재해에 대해 동일한 통계모형을 적용함으로써 재해의 빈도와 강도가 피해액에 미치는 영향을 객관적으로 조사한 연구가 진행되었다(Yeon & Jeong, 2018). 이 연구의 결과로 자연재해로 인한 재해별 피해액 예측을 위한 재해 빈도와 강도 기반의 다중 회귀분석 모형이 개발되었다. 그러나 이모형은 자연재해로 인한 총 피해액을 예측하지는 못하며, 단지, 호우, 태풍, 대설, 강풍 및 풍랑 등 개별적인 자연재해 피해액의 예측을 위해서만 활용될 수 있다는 단점을 갖는다.

본 연구에서는 누구나 쉽게 접근할 수 있는 공공부문의 정량적 자료만을 활용하여 자연재해로 인한 피해액을 예측할 수 있는 회귀분석 모형을 개발한다. 이모형을 개발한다는 것은 공공부문의 정량적 자료를 바탕으로 자연재해로 인한 개별 피해액이 아닌 총 피해액을 추정할 수 있는 수단을 확보한다는 것을 의미한다. 또한, 피해액 예측을 위해 회귀분석 모형을 수립한다는 것은 결국 피해액에 영향을 미치는 독립변수들의 회귀계수를 추정하는 것을 의미한다. 이 계수들은 자연재해

위험지표를 산출하기 위해 사용되었던 세부지표들의 가중치와 동일한 역할을 수행하므로, 결국 이 계수들을 자연재해 위험지표를 위한 새로운 가중치로 활용할 수 있다. 즉, 본 연구에서 자연재해 피해액 예측을 위한 회귀분석 모형을 수립한다는 것은 단순히 자연재해로 인한 피해액을 예측할 수 있는 수단을 제공한다는 측면만이 아닌, 자연재해 위험지표가 자연재해 피해액과 보다 높은 상관관계를 갖도록 향상된 성능의 세부지표 가중치를 제공한다는 또 다른 측면의 중요한 의미를 갖는다.

2. 연구 범위 및 방법

재난 및 안전관리 기본법 제 3조에 의하면 자연재난은 “태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 한파, 낙뢰, 가뭄, 폭염, 지진, 황사, 조류 대발생, 조수, 화산활동, 소행성·유성체 등 자연우주물체의 추락·충돌, 그밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해”로 정의되어 있다(Disaster and Safety Management Basic Law, 2004). 본 연구에서는 통계분석 범위를 2001년부터 2014년까지 소방방재청과 국민안전처에서 발행한 재해연보에서 피해액이 집계되었던 단위인 태풍, 호우, 대설, 강풍 및 풍랑 등 4가지 범주의 자연재해들에 한정한다 (Ministry of Public Safety and Security, 2002–2015).

이들 자연재해에 대한 피해액과 강도 및 빈도 등 피해액에 영향을 미칠 수 있는 모든 자료는 전국 225개 시군구 단위의 기초지방자치단체별로 집계되었다.

본 연구의 방법은 <Figure 2>에 요약되어 있다. 먼저 선행 연구인 자연재해 위험지표 모형에서 사용되었던 32개 세부지표를 독립변수로 사용하여 자연재해 피해액을 추정하기 위한 회귀분석 모형을 수립한 후, 분석을 통해 얻어진 독립변수의 회귀계수를 위험지표에서 사용되었던 세부지표 가중치와 비교·분석한다. 이 분석의 결과로 두 모형 간에 세부지표들의 중요도 반영에 차이가 있음을 밝히고, 두 모형 중 어떤 도구가 자연재해로 인한 피해액을 보다 잘 설명하고 있는가를 분석하여 가중치 결정에 있어서 통계적 분석의 활용가능성을 밝힌다. 이후, 본격적으로 회귀분석 모형을 개발하기 위해, 전방선택, 후방선택, 단계선택 등 회귀분석을 위한 변수선택 방법론과 요인분석 방법론을 이용하여 회귀분석 모형의 설명력을 크게 감소시키지 않으면서 일부 세부지표를 제거할 수 있는가를 검토한다. 이후 최소한의 세부지표만을 요구하는 그러나 설명력은 전체 회귀분석 모형과 거의 유사한 축약된 형태의 회귀분석 모형을 정의한다. 최종적으로 본 연구에서 제안하는 회귀분석 모형과 자연재해 위험지표, 지역안전도 등급,

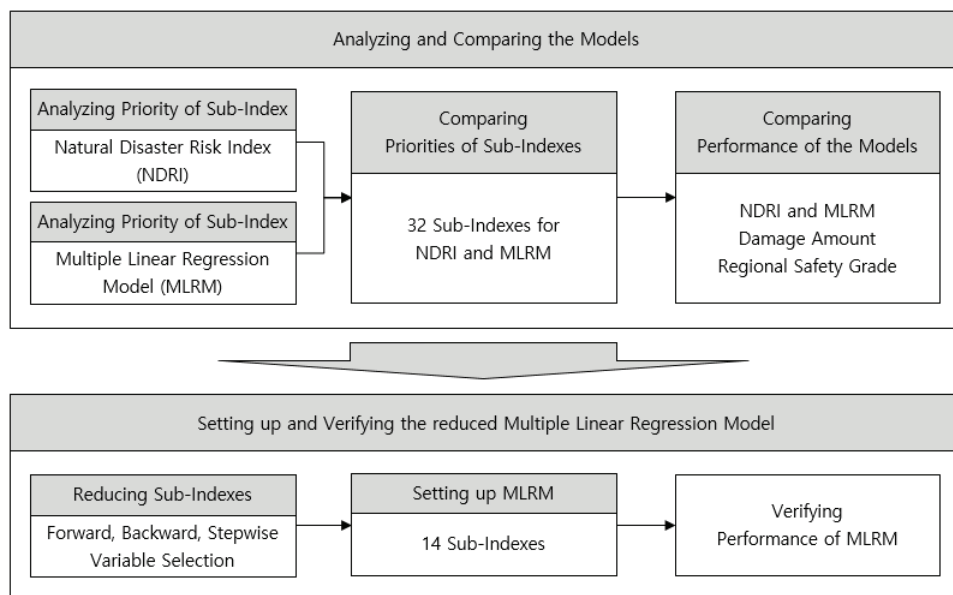


Figure 2. Research methodology

실제 자연재해 피해액 등을 다각적으로 비교·분석하여 제안된 회귀분석 모형의 유용성을 검증한다.

## II. 자연재해 위험지표 모형

### 1. 세부지표의 구성

선행 연구에서는 공공 데이터를 기반으로 자연재해로 인한 위험도를 평가할 수 있는 자연재해 위험지표

모형을 제안하였다(Yeon, *et. al.*, 2016). 이모형은 특정 지역의 재해 위험성, 사회적 취약성, 지리적 취약성, 대응 및 복구 능력을 평가할 수 있는 총 32개 세부지표로 구성되어 있다. 이모형에서 사용된 세부지표에 대해, 위험도 방향성, 계산식, 단위 및 자료출처가 <Table 1>에 요약되어 있다. 위험도 방향성은 방향성이 “+”인 지표는 세부지표 값이 증가함에 따라 위험도가 증가하는 반면 “-”인 지표는 위험도가 감소하는 것을 의미한

Table 1. Calculation equations, units, and sources of the data for Natural Disaster Risk Index

Area	Number	Sub-Index	Direction	Calculation Equations of the Sub-Indexes	Unit	Data Source	
Disaster Risk	1	Heavy Rain Frequency	+	Number of Annual Heavy Rain Occurrences	number/year	Korea Meteorological Administration	
	2	Heavy Rain Strength	+	The Maximum Annual Rainfall	mm		
	3	Typhoon Frequency	+	Number of Typhoon Rain Occurrences	number/year		
	4	Typhoon Strength	+	The Maximum Annual Typhoon Wind Speed	m/second		
	National Climate Data Service System	5	Heavy Snow Strength	+	Number of Annual Heavy Snow Occurrences	number/year	
		6	Heavy Snow Frequency	+	The Maximum Annual Snowfall	cm	
	National Typhoon Center	7	Heavy Wind and Storm Frequency	+	Number of Annual Heavy Wind and Storm Occurrences	number/year	
		8	Heavy Wind and Storm Strength	+	The Maximum Annual Heavy Wind and Storm Wind Speed	m/second	
Geographical Vulnerability	9	Greenhouse Density	+	Greenhouse Area / Total Area	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	Korean Statistical Information Service	
	10	Road Density	+	Road Length / Total Area	m/m <sup>2</sup>		
	11	House Density	+	Number of Houses / Total Area	number/m <sup>2</sup>		
	12	School Facility Density	+	School Facility Area / Total Area	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>		
	13	River Density	+	River Area / Total Area	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>		
	14	Irrigation Facility Density	+	Irrigation Facility Area / Total Area	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>		
	Primary Local Government Statistics Yearbook	15	Railroad Facility Density	+	Railroad Facility Area / Total Area	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
		16	Water Pipe Density	+	Water Pipe Facility Area / Total Area	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
	Social Vulnerability	17	Pen Density	+	Pen Area / Total Area	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	Korean Statistical Information Center
		18	Aquafarm Density	+	Aquafarm Area / Total Area	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
19		Farmland Density	+	Farmland Area / Total Area	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>		
20		Ship Density	+	Ship Tons / Total Area	ton/m <sup>2</sup>		
Primary Local Government Statistics Yearbook	21	Population Density	-	Population / Total Area	man/m <sup>2</sup>		
	22	Vulnerable Population Ratio	+	(Less than 5 + Greater than 64) Population / Population	man/man		
	23	Recipient of Basic Living Ratio	+	Number of Basic Living Recipients / Population	man/man		
	24	Higher Education Ratio	-	Number of University Graduates / Population	man/man		
Respond and Recovery Capability	25	Foreigner Ratio	-	Registered Foreigners / Population	man/man	Korean Statistical Information Center	
	26	Per Capita GDP	-	Regional GDP / Population	million won/man		
	Primary Local Government Statistics Yearbook	27	Disaster Prevention Budget Ratio	-	Disaster Prevention Budget / Total Budget	won/won	
		28	Road Ratio	-	Road Length / Total Area	m/m <sup>2</sup>	
	National Disaster Safety Portal	29	Population per Policeman	+	Population / Number of Policemen	man/man	
		30	Population per Fireman	+	Population / Number of Firemen	man/man	
		31	Population per Sickbed	+	Population / Number of Sickbeds	man/bed	
		32	Population per Shelter	+	Population / Number of Shelters	man/shelter	

※ Source: A Quantitative Data based Natural Disaster Risk Index Model in South Korea(2016: 173).

다. 이 데이터들은 모두 기상청, 국가기후데이터센터, 국가태풍센터, 국가통계포털, 지방자치단체통계연보, 국가재난안전포털 등 공공데이터베이스를 통해 획득할 수 있다.

2. 세부지표의 표준화 및 종합화

자연재해 위험지표 모형의 세부지표는 각기 서로 다른 단위와 방향성을 가지고 있다. 따라서 본 모형에서는 종합화된 지표 값이 특정 세부지표에 좌우되는 것을 방지하고 일관된 방향성을 갖도록 하기 위해 32개 세부지표를 표준화하여 사용한다. 이와 같은 표준화 과정을 거침으로써 모든 지표 값은 항상 0과 1사이의 값을 가지며 자연재해 위험지표와 양의 비례 관계를 갖게 된다. 기초지방자치단체  $j$ 에 대한 연도  $t$ 의 표준화된 세부지표  $i$  값,  $x_{ijt}$ 는 위험도 방향성에 따라 다음과 같이 정의된다.

종합적인 자연재해 위험지표를 산출하기 위해서는 표준화된 세부지표  $x_{ijt}$ 의 상대적 중요도를 결정하는 것이 필요하다. 세부지표에 대한 가중치는 다음과 같이 정의된다.

- 자연재해 위험지표를 구성하는 재해 위험성, 사회적 취약성, 지리적 취약성, 대응 및 복구능력 영역의 상대적 중요도는 기존 연구사례의 영역별 가중치에 대한 메타분석을 통해 결정된다.
- 재해 위험성 영역의 세부지표 중요도는 재해연보 상의 호우, 태풍, 대설, 강풍 및 풍랑 등 재해별 피해액

에 비례하도록 산정되며, 빈도와 강도의 중요도는 50% : 50%로 동일하게 고려된다.

- 지리적 취약성 영역의 세부지표 중요도는 재해연보 상의 시설별 피해액을 기준으로 산정된다.
- 사회적 취약성과 대응 및 복구능력 영역의 세부지표 중요도는 기존 연구사례의 세부지표들에 대한 메타 분석을 통해 결정된다.
- 세부지표별 가중치는 합계가 1이 되도록 조정된다.

세부지표  $i$ 의 가중치를  $w_i$ 라고 하면, 기초지방자치단체  $j$ 에 대한 연도  $t$ 의 자연재해 위험지표  $NDRI_{jt}$ 는 다음과 같이  $x_{ijt}$ 와  $w_i$ 의 가중 합으로 계산된다.

$$NDRI_{jt} = \sum_{i=1}^{32} w_i x_{ijt}, \quad \sum_{i=1}^{32} w_i = 1 \quad (\text{식 3})$$

III. 자연재해 위험지표와 회귀분석 모형

1. 회귀분석 모형

본 절에서는 자연재해 위험지표 모형에서 사용된 세부지표들을 독립변수로 이용하고 자연재해로 인한 피해액을 종속변수로 하는 회귀분석 모형을 수립한다. 본 연구에서는 단위면적당 피해액과 세부지표 간의 비선형적 관계를 선형으로 변환하기 위해 피해액에 자연로그를 취한 값을 이용하여 32개 세부지표들과 마찬가지로 0부터 1사이의 값을 갖는 표준화된 피해액을 정의하여 사용한다. 연도  $t$ 에 대한 기초지방자치단체  $j$ 의 표

$$\text{세부지표 방향성이 "+" 인 경우 : } x_{ijt} = (X_{ijt} - X_{i_{\min}}) / (X_{i_{\max}} - X_{i_{\min}}) \quad (\text{식 1})$$

$$\text{세부지표 방향성이 "-" 인 경우 : } x_{ijt} = (X_{i_{\max}} - X_{ijt}) / (X_{i_{\max}} - X_{i_{\min}}) \quad (\text{식 2})$$

- $i$  : 세부지표,  $i = 1, 2, \dots, 32$
- $j$  : 기초지방자치단체,  $j = 1, 2, \dots, 225$
- $t$  : 연도,  $t = 2001, 2002, \dots, 2014$
- $X_{ijt}$  : 연도  $t$ 에 대한 기초지방자치단체  $j$ 의 세부지표  $i$  값
- $X_{i_{\min}}$  : 모든  $j$ 와  $t$ 에 대한  $X_{ijt}$  중 최솟값
- $X_{i_{\max}}$  : 모든  $j$ 와  $t$ 에 대한  $X_{ijt}$  중 최댓값

준화된 피해액  $d_{jt}$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$d_{jt} = (\ln D_{jt} - \ln D_{\min}) / (\ln D_{\max} - \ln D_{\min}) \quad (\text{식 4})$$

$D_{jt}$  : 연도  $t$ 에 대한 기초지방자치단체  $j$ 의 단위면적당 피해액(천원/ha)

$\ln D_{\min}$  : 모든  $j$ 와  $t$ 에 대한  $\ln D_{jt}$  중 최솟값

$\ln D_{\max}$  : 모든  $j$ 와  $t$ 에 대한  $\ln D_{jt}$  중 최댓값

구축된 회귀분석 모형을 이용하여 산출된  $d_{jt}$ 의 추정치  $\hat{d}_{jt}$ 와  $D_{jt}$ 의 추정치  $\hat{D}_{jt}$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\hat{d}_{jt} = b_0 + \sum_{i=1}^{32} b_i x_{ijt} \quad (\text{식 5})$$

$$\hat{D}_{jt} = e^{\ln D_{\min} + \hat{d}_{jt}(\ln D_{\max} - \ln D_{\min})} \quad (\text{식 6})$$

$b_i$  : 회귀모형에서 표준화된 세부지표  $x_{ijt}$ 에 대한 회귀계수, 단,  $b_0$ 는 절편

## 2. 세부지표 가중치 비교분석

본 절에서 구축되는 회귀분석 모형은 자연재해 위험

지표 모형의 가중치를 결정할 때와 동일하게 2001년부터 2007년까지의 세부지표와 피해액 자료만을 이용하여 2001년부터 2014년까지의 자료 중에서 2001년부터 2007년까지의 자료만을 사용하여 회귀계수를 추정하는 이유는 전체 자료 중 전반기 자료만을 이용하여 모형을 구축한 후 이 모형을 2008년부터 2014년까지의 후반기 7년 피해액 예측에 적용해 봄으로써 구축된 모형의 예측력을 검증해 보기 위해서이다. 우선 전반기 자료를 활용한 다중회귀분석을 통해 독립변수들에 대한 회귀계수  $b_i$ 를 산출하였다. (식 5)에서 피해액에 대한 추정치가 세부지표와 이들 계수의 가중합 형태로 나타나기 때문에, 결국 이 회귀계수는 (식 3)에서 자연재해 위험지표 모형의 세부지표 가중치  $w_i$ 와 동일한 의미로 해석될 수 있다. 이들 값에 대한 비교 결과가 <Table 2>와 <Figure 3>에 나타나 있다. 단, (식 3)에서  $w_i$  값들의 합계가 1이므로 비교의 편의성을 위해  $b_i$  값들의 합계가 1이 되도록 회귀계수의 값을 조정된 수치가 표시되어 있다. 비교 결과에서 확인할 수 있는 바와 같이, 자연재해 위험지표와 회귀분석에서 얻어진 가중치 사

Table 2. Importance weights from NDRI\* and MLR\*\*

Sub-Index	Weight		Sub-Index	Weight	
	NDRI	MLR		NDRI	MLR
Heavy Rain Frequency	0.0380	0.0468	Pen Density	0.0112	0.0082
Heavy Rain Strength	0.0380	0.0886	Aquafarm Density	0.0059	0.0310
Typhoon Frequency	0.1026	0.0425	Farmland Density	0.0120	0.0083
Typhoon Strength	0.1026	0.1014	Ship Density	0.0007	0.0551
Heavy Snow Frequency	0.0201	0.0917	Population Density	0.0966	0.0196
Heavy Snow Strength	0.0201	0.0561	Vulnerable Population Ratio	0.0520	0.0195
Heavy Wind and Storm Frequency	0.0007	0.0503	Recipient of Basic Living Ratio	0.0223	0.0289
Heavy Wind and Storm Strength	0.0007	0.0036	Higher Education Ratio	0.0297	0.0376
Greenhouse Density	0.0153	0.0097	Foreigner Ratio	0.0149	0.0678
Road Density	0.0272	0.0001	Per Capita GDP	0.0379	0.0383
House Density	0.0028	0.0212	Disaster Prevention Budget Ratio	0.0474	0.0204
School Facility Density	0.0008	0.0184	Road Ratio	0.0285	0.0001
River Density	0.0587	0.0155	Population per Policeman	0.0379	0.0001
Irrigation Facility Density	0.0173	0.0269	Population per Fireman	0.0474	0.0584
Railroad Facility Density	0.0025	0.0026	Population per Sickbed	0.0759	0.0097
Water Pipe Density	0.0038	0.0214	Population per Shelter	0.0285	0.0001

\* NDRI: Natural Disaster Risk Index, \*\* MLR: Multiple Linear Regression

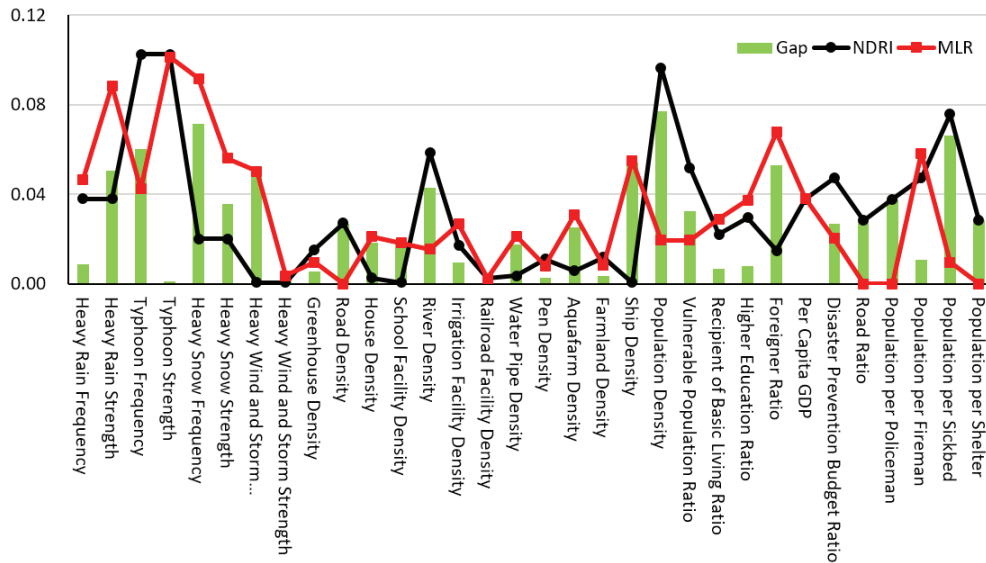


Figure 3. Gap between Importance weights from NDRI and MLR

이에는 큰 차이가 존재하며, 이는 결국 자연재해 위험 지표와 회귀분석 모형이 서로 다른 예측 결과를 만들어 내는 원인으로 작용하게 되는 것이다. 따라서 이 두 모형 중 어떤 모형이 자연재해로 인한 위험도를 예측하는데 더 적합한 모형인가를 가를 검토해볼 필요가 있다.

### 3. 피해액과의 상관관계 분석

선행연구에서는 자연재해 위험지표의 활용가능성을 검토하기 위해 기초지방자치단체별로 위험지표와 실제 피해액에 대한 유의성 검정 및 상관분석을 수행하였다. 이와 같은 분석은 만약 자연재해 위험지표가 현실의 위

험도를 제대로 반영하고 있다면, 위험도가 높은 지역의 피해액이 위험도가 낮은 지역의 피해액보다 클 것이라는 합리적인 가정으로부터 출발하였다. 앞서 언급한 바와 같이, 본 분석에서는 2001년부터 2007년까지의 자료만을 이용하여 수립한 모형을 이용하여, 2001년부터 2014년까지의 위험지표와 피해액 예측치를 구하고 이들을 실제 피해액과 비교하였다.

비교 결과, <Figure 4>와 같이 2001년부터 2014년까지의 자연재해 위험지표 평균과 실제 피해액 평균과의 상관계수  $\rho$ 는 0.7166이 나왔고, 회귀분석 모형의 예측 피해액 평균과 실제 피해액 평균과의 상관계수는

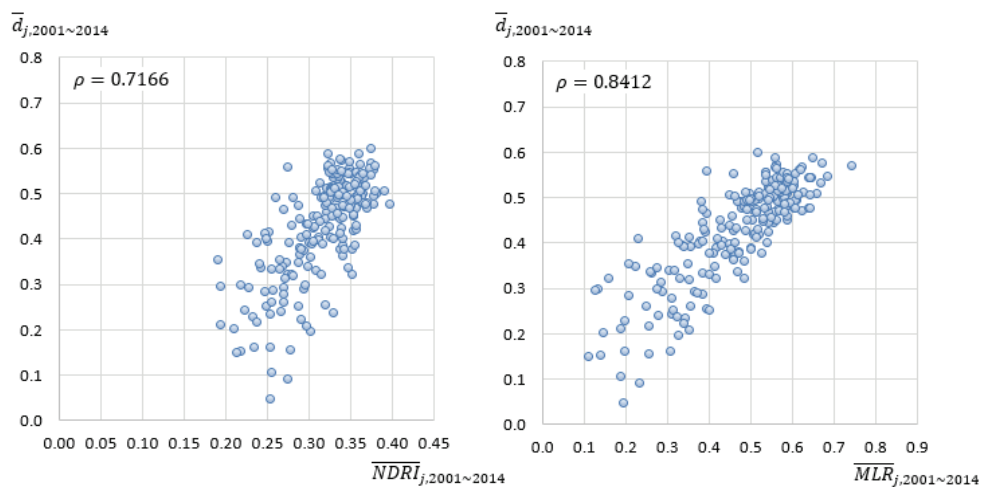


Figure 4. Relationship Between NDRI and MLR and damage averages in years 2001 to 2014

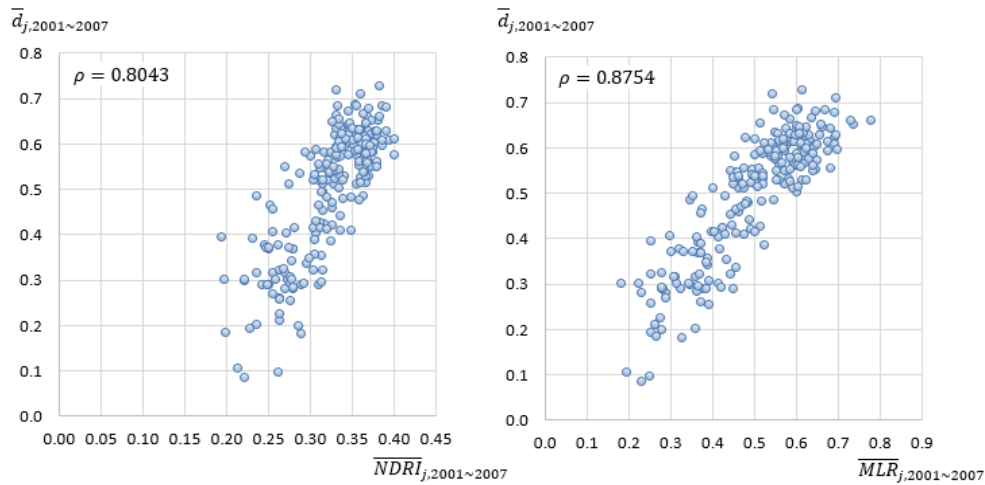


Figure 5. Relationship Between NDRI and MLR and damage averages in years 2001 to 2007

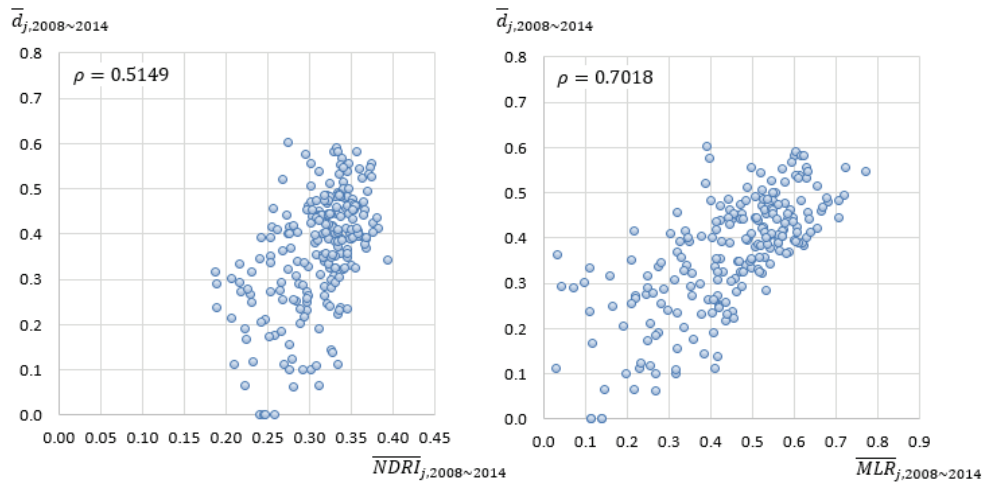


Figure 6. Relationship Between NDRI and MLR and damage averages in years 2008 to 2014

0.8412가 나왔다. 또한, <Figure 5>와 같이 모형 구축에 사용되었던 2001년부터 2007년까지의 자료에 대한 비교 결과는 자연재해 위험지표와 실제 피해액과의 상관계수가 0.8043이며, 회귀분석 모형의 예측 피해액과 실제 피해액과의 상관계수는 0.8754이었다. 반면, <Figure 6>과 같이 모형 구축에 사용되지 않았던 2008년부터 2014년까지의 자료에 대한 비교 결과는 자연재해 위험지표와 실제 피해액과의 상관계수가 0.5149, 회귀분석 모형의 예측 피해액과 실제 피해액과의 상관계수는 0.7018이 나왔다. 세 경우 모두 회귀분석 모형이 피해액의 변화를 자연재해 위험지표보다 더 잘 묘사하고 있었다. 이와 같이 차이는 <Figure 4> ~ <Figure 6>의 산점도 좌측 하단 부분에 나타나 있는 바와 같이,

피해액이 작은 영역을 회귀분석 모형이 자연재해 위험지표 모형보다 상대적으로 더 정확하게 설명할 수 있었기 때문으로 해석된다.

다른 한편으로 2001년부터 2007년까지의 자료만을 이용하여 만든 자연재해 위험지표와 회귀분석 모형을 이용하여, 2011년부터 2014년까지의 위험지표를 구하고 피해액을 예측한 결과를 실제 피해액과 지역안전도 등급과 비교하였다(Ministry of Public Safety and Security, 2015). <Figure 7>에 있는 비교 분석 결과와 같이, 자연재해 위험지표와 지역안전도 등급이 실제 피해액과 0.4617 및 0.4699의 상관계수들을 갖는 반면, 회귀분석 모형의 예측치가 실제 피해액과 가장 높은 상관계수인 0.6055를 나타냈다. 이러한 결과는 회귀분석

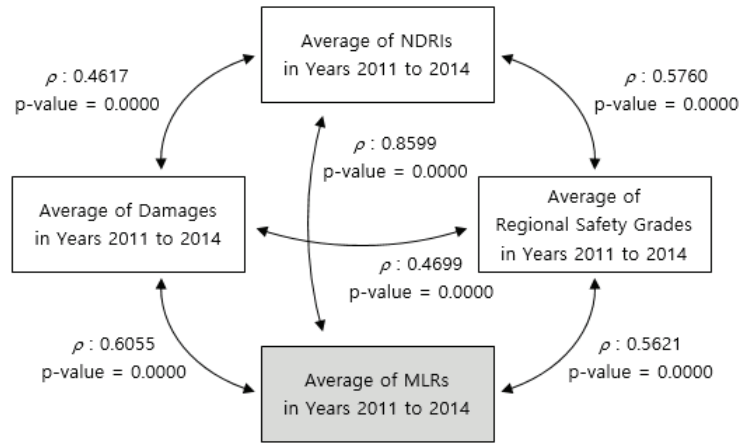


Figure 7. Relationships among MLR, NDRI, regional safety grades, and amounts of damages in years 2011 to 2014

모형이 자연재해 위험지표 모형보다 자연재해로 인한 위험도를 보다 더 잘 설명할 수 있는 우수한 도구라는 것을 확인하는 또 다른 근거가 될 수 있다. 다음 장에서는 더 적은 수의 세부지표만을 활용하면서도 모형의 설명력을 크게 잃지 않는 개선된 회귀분석 모형의 개발에 대해 설명한다.

#### IV. 회귀분석을 이용한 피해액 예측 모형 수립

##### 1. 독립변수 선정

본 절에서는 회귀분석 모형의 우수성에 대한 확신을 가지고 보다 효율적이며 효과적인 회귀분석 모형을 개발한다. 개선된 회귀분석 모형에서는 변수 선정 과정을

거쳐 모형의 설명력 향상에 도움이 되지 않는 불필요한 변수들을 제거하고, 2001년부터 2014년도에 축적된 데이터 중 일부가 아닌 모든 데이터를 활용하여 보다 설명력이 높은 회귀계수를 추정한다. 세부지표를 선정하기 위한 방법으로는 전체선택, 전진선택, 후진선택, 단계선택, 요인분석 후 주성분에 대한 상관계수가 가장 높은 변수 선정 등 총 5가지 방법을 이용하였으며, 세부지표 제거로 인한 설명력의 감소 정도를 살펴보기 위해 각 방법으로 도출된 회귀분석 모형의 다중상관계수를 산출하여 분석하였다. 전진선택, 후진선택, 단계선택 등 모형축소 방법을 사용하는 경우, 진입을 위한 F-확률로 0.05를 제거를 위한 F-확률로 0.10을 사용하였다.

(Table 3)에 나타나 있는 모형축소 결과와 같이, 전

Table 3. Variable selection results for reduced MLR

Method	Number of Independent Variables	Independent Variables to be Selected	Multiple Correlation Coefficient
Whole Selection	32	All variables in <Table 1>	0.7455
Forward Selection	14	Heavy Rain Frequency, Heavy Rain Strength, Typhoon Frequency, Typhoon Strength, Heavy Snow Frequency, Heavy Snow Strength, Heavy Wind and Storm Strength, River Density, Ship Density, Population Density, Higher Education Ratio, Foreigner Ratio, Disaster Prevention Budget Ratio, Population per Fireman	0.7440
Backward Elimination	15	Variables in forward selection and Aquafarm Density	0.7444
Stepwise Selection	14	The same as froward selection	0.7440
Factor Analysis	11	Heavy Rain Strength, Typhoon Strength, Heavy Snow Strength, Heavy Wind and Storm Frequency, River Density, Irrigation Facility Density, Pen Density, Per Capita GDP, Road Ratio, Population per Policeman, Population per Shelter	0.7138

진선택 및 단계선택 결과로 도출된 모형이 다른 방법에 비해 상대적으로 사용하는 독립변수의 수가 적으면서도 상관계수 감소폭이 낮은 경향을 보였다. 즉, 전체 32개 변수를 모두 사용한 모형의 다중상관계수가 0.7455인 반면, 14개 변수만을 사용한 모형의 다중상관계수가 0.7440으로 모형에서 사용하는 독립변수가 절반 이하로 줄었음에도 불구하고, 상관계수 값의 감소폭이 0.0015로 단지 전체의 0.2%에 해당하는 미미한 설명력 감소만이 나타난 것이다. 반면 요인분석을 사용한 경우에는 사용되는 변수가 11개로 가장 적지만 다중회귀계수가 0.7138로 4.3%에 해당하는 설명력 감소가 나타났으며, 후진선택을 사용하는 경우 전진선택 및 단계선택에 비해 1개의 변수가 추가되었음에도 불구하고 설명력은 전체의 0.05% 증가에 머물렀다. 따라서 본 연구에서는 전진선택 및 단계선택 방법을 적용하여 얻은 14개 독립변수(세부지표)로 구성된 회귀분석 모형을 피해액 예측 모형으로 제안한다.

2. 회귀계수 추정

14개 독립변수로 구성된 회귀분석 모형에 대한 회귀계수를 독립변수의 상대적 중요도를 나타내는 표준화 회귀계수 기준으로 정렬한 결과가 <Table 4>에 나타나

있다. 여기에서, 표준화 회귀계수는 독립변수가 1 표준편차만큼 변화할 때 종속변수가 몇 표준편차만큼 변하게 될 것인가를 나타내는 척도다. 따라서 표준화 회귀계수가 높다는 것은 해당 독립변수가 종속변수 즉, 피해액에 미치는 영향이 크다는 것을 의미한다. 분석 결과, 피해액에 미치는 영향은 호우강도, 태풍강도, 대설빈도, 강풍 및 풍랑 빈도, 고학력자비율, 대설강도, 호우빈도, 외국인비율, 태풍빈도, 방재예산비율, 소방관 1인당 인구수, 인구밀도, 선박밀도, 하천밀도의 순으로 나타났다. 또한, 14개 독립변수 모두에 대해 p-value가 0.01보다 작게 나타나 모든 변수가 유의수준 1%에서 의미를 갖는다는 것을 알 수 있었다.

$$\hat{d}_{jt} = b_0 + \sum_{i=1}^{14} b_i x_{ijt} \tag{식 7}$$

이와 같은 결과를 종합하면, 표준화된 자연재해 피해액  $d_{jt}$ 의 추정치  $\hat{d}_{jt}$ 는 다음 (식 7)과 같이 14개 독립변수에 대한 선형 결합으로 나타낼 수 있다. 또한, 자연재해 피해액의 추정치는 표준화된 자연재해 피해액을 (식 6)에 입력하여 산출할 수 있다. (식 7)과 같이 선형결합 형태의 모형을 수립했다는 것은, 미래의 기후변화 및 사회변화에 따라 14개 독립변수의 값이 변화하는 경우,

Table 4. Regression Coefficients for reduced MLR

Number	Independent Variable	Standardized Regression Coefficient	Regression Coefficient	p-value
	Intercept		-0.5551	0.0000
1	Heavy Rain Strength	0.3995	0.6130	0.0000
2	Typhoon Strength	0.3428	0.5363	0.0000
3	Heavy Snow Frequency	0.1643	0.3205	0.0000
4	Heavy Wind and Storm Strength	0.1162	0.1857	0.0000
5	Higher Education Ratio	0.1073	0.1563	0.0000
6	Heavy Snow Strength	0.1003	0.2997	0.0000
7	Heavy Rain Frequency	0.0854	0.1528	0.0000
8	Foreigner Ratio	0.0782	0.1834	0.0000
9	Typhoon Frequency	0.0743	0.1223	0.0008
10	Disaster Prevention Budget Ratio	0.0673	0.3424	0.0000
11	Population per Fireman	0.0656	0.2534	0.0000
12	Population Density	0.0646	0.0863	0.0000
13	Ship Density	0.0520	0.2882	0.0000
14	River Density	0.0439	0.1014	0.0008

자연재해 피해액이라는 종속변수가 얼마나 변화하게 될 것인가를 예측할 수 있는 수단을 확보했다는 것을 의미한다. 또한, 본 연구의 또 다른 목표인 자연재해 위험지표 모형의 세부지표 가중치 개선에 있어서, 이 모형의 독립변수들에 대한 회귀계수를 위험지표 모형의 세부지표 가중치로 활용할 수 있음을 의미한다.

### 3. 모형 검증

2001년부터 2014년까지의 전체 자료에 대해, 자연재해 위험지표에서 사용했던 32개 독립변수 중 (식 7) 과 같이 14개 변수만을 활용한 회귀분석 모형의 예측 피해액과 실제 피해액 평균과의 상관계수는 <Figure 8>에 나타나 있는 바와 같이 0.8509로 나타났다. 이는 <Figure 4>에 나타나 있는 32개 독립변수 모두를 사용했을 때의 회귀분석 모형의 상관계수 0.8412에 비해 다소 높은 수준이다. 사용하는 독립변수의 개수를 줄였음에도 불구하고 상관계수의 값이 감소하지 않은 이유는 회귀분석 모형을 구축하기 위해 지난 7년간의 일부 자료가 아닌 14년 동안의 모든 자료를 사용했기 때문이다. 이는 32개 독립변수와 14년 동안의 모든 자료를 사용한 회귀분석 모형의 상관계수 0.8497과 비교해도 거의 유사한 값을 주는 것으로써 사용하는 독립변수의 개수를 절반 이하로 줄였음에도 불구하고 모형의 예측력 감소가 거의 없었음을 보여주는 결과이다.

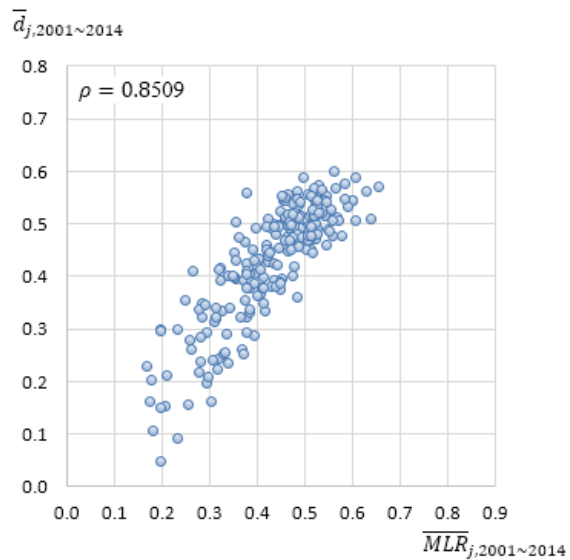


Figure 8. Relationship Between MLR and damage averages in years 2001 to 2014

다른 한편으로 모형의 예측력 검증을 위해 2011년부터 2014년까지의 실제 피해액을 회귀분석 모형 예측 피해액, 자연재해 위험지표, 지역안전도 등급과 비교·분석하였다. <Figure 9>에 나타나 있는 바와 같이, 자연재해 위험지표와 지역안전도 등급이 실제 피해액과 0.4617과 0.4699의 상관계수를 갖는 반면, 회귀분석 모형의 예측 피해액은 실제 피해액과 가장 높은 상관계수인 0.7201을 나타내고 있으며, 자연재해 위험지표와 지역안전도 등급과는 상대적으로 디커플링 되는 결과를 보였다. 이러한 결과는 개선된 회귀분석 모형이 자

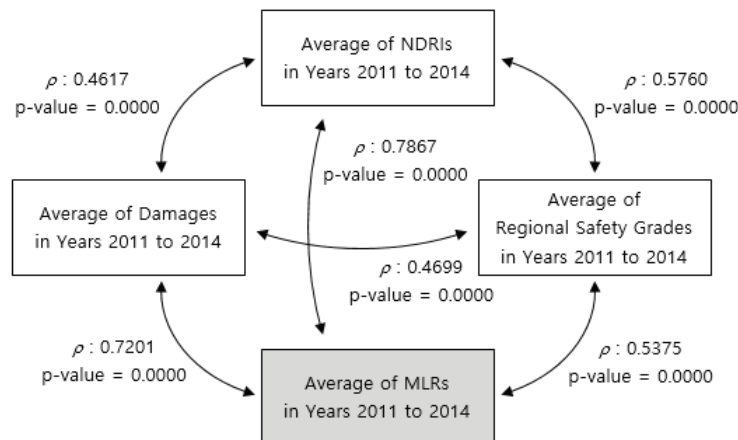


Figure 9. Relationships among reduced MLR, NDRI, regional safety grades, and amounts of damages in years 2011 to 2014

연재해 위험지표나 지역안전도 등급보다 실질적으로 위험도를 대변할 수 있는 실제 피해액의 변화를 더 잘 설명하는 모형이라는 것을 의미한다.

## V. 결론

본 연구에서는 공공부문에서 얻을 수 있는 14개 정량 자료만을 활용하여, 자연재해로 인한 피해액을 예측할 수 있는 회귀분석 모형을 제안하였다. 본 연구결과는 자연재해로 인한 피해액을 예측할 수 있는 매우 효율적이고 효과적인 수단을 확보했다는 1차적인 의미뿐만이 아닌, 회귀분석을 통해 얻어진 독립변수들의 회귀계수를 자연재해 위험지표 모형의 가중치로 이용할 수 있다는 2차적인 의미를 갖는다. 회귀분석 모형을 정의한다는 것은 피해액에 영향을 미치는 독립변수들에 대한 회귀계수를 추정하는 것을 의미하며, 궁극적으로 이 계수들은 자연재해 위험지표 모형을 위한 보다 효과적인 세부지표 가중치 산정 근거로서 활용될 수 있는 것이다. 향후, 제안된 예측 모형을 이용하면, 기후 및 사회 변화에 따른 14개 독립변수들의 미래 변화를 예측한 후, 이 변화들을 모형에 적용함으로써 자연재해 피해액에 대한 미래의 변화 정도를 사전에 예측해 볼 수 있을 것이다.

본 연구에서 사용한 회귀분석 모형은 종속변수에 로그를 취한 모형을 사용했음에도 불구하고 로그 변환된 종속변수와 독립변수 사이의 선형비례에 대한 제약은 여전히 존재한다. 향후에는 이를 극복하기 위해, 모형 사용에 대한 제약이 상대적으로 덜한 보다 일반적인 방법론인 기계학습 등 인공지능 기반의 방법론을 활용하여 모형의 예측력을 향상시킬 수 있는 연구를 진행할 예정이다. 또한, 개별적인 독립변수들에 대한 시계열 분석을 통해 미래의 변화를 예측하고, 이를 토대로 자연재해 피해액의 변화 추이를 분석하는 실증 연구 또한 진행될 예정이다.

## 감사의 글

이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2018R1D1A1B07043804).

## References

- Ahn, Suk-Hee, Ki-Jun Park, Jeoung-Yun Kim, and Baek-Jo Kim. 2015. The Characteristics of the Frequency and Damage for Meteorological Disasters in Korea. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*. 15(2): 133-144.
- Bündnis Entwicklung Hilft. 2012. World Risk Report. Bündnis Entwicklung Hilft.
- Disaster and Safety Management Basic Law. 2004. Amendment 2018.9.18. Law No. 13440.
- Kim, Sunyoung, Chang-Hyeon Joh, and Seungho Lee. 2015. Change of Damages and Damage Areas Caused by Typhoon in South Korea. *Climate Research*. 10(2): 121-135.
- Lee, Seung-Wook, Suk-Hee Ahn, Byunghwan Lim, and Gwangyong Choi. 2016a. Relationships between Intensity of Extreme Climate Events and Magnitude of Damages for Different Typhoon Tracks in the Republic of Korea. *Journal of the Korean Association of Regional Geographers*. 22(2): 450-465.
- Lee, Jongso, Gyu Eo, Changhyun Choi, Jaewon Jung, and Hungsoo Kim. 2016b. Development of Rainfall-Flood Damage Estimation Function Using Nonlinear Regression Equation. *Journal of the Korean Society of Disaster Information*. 12(1): 74-88.
- National Emergency Management Administration. 2011. 2011 *Regional Safety Diagnosis Manual*. National Emergency Management Administration.
- Ministry of Interior and Safety. 2018. *2018 Statistical Yearbook of Natural Disaster*. Ministry of Interior and Safety.
- Ministry of Public Safety and Security. 2002-2015. *Disaster Yearbook 2001 ~ 2014*. Ministry of Public Safety and Security.
- Ministry of Public Safety and Security. 2015. *Regional Safety Diagnosis Results for Years 2011 ~ 2014*. Ministry of Public Safety and Security.

Oh, YeoungRok and Gunhui Chung. 2017. Estimation of Snow Damage and Proposal of Snow Damage Threshold based on Historical Disaster Data. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*. 37(2): 325-331.

Park, Dong Hyeok and Jae Hyun Ahn. 2011. An Analysis of Relations between Rainfall Characteristic and Flood Damage. *2011 Proceedings of Korea Water Resources Association*. 423.

Park, DooHo, Jaehyun Ahn, and Yongjoon Choi. 2011. Correlation between Storm Characteristics and Flood Damage. *Journal of wetlands research*. 13(2): 219-229.

Peduzzi, P., H. Dao, C. Herold, F. Mouton. 2009. Assessing Global Exposure and Vulnerability towards Natural Hazards: the Disaster Risk Index. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 9: 1149-1159.

Schmidt-Thomé, P. 2006. *Natural and Technological Hazards and Risks Affecting the Spatial Development of European Regions*. Geological Survey of Finland. ESPON.

UNDP. 2004. *A Global Report: Reducing Disaster Risk: a Challenge for Development*. United Nations Development Program. Disaster Risk Index DRI. Geneva.

Yeon, Ho-Jae, Keun-Chae Jeong, and Tae-Young Heo. 2016. A Quantitative Data based Natural Disaster Risk Index Model in South Korea. *Crisisonomy*. 12(3): 169-186.

Yeon, Ho-Jae and Keun-Chae Jeong, 2018. Statistical Analysis for the Relationship among Frequency, Intensity, and Damage Amount of Natural Hazard. *Crisisonomy*. 14(3): 149-156.

<http://sts.kma.go.kr> (National Climate Data Service System)

<http://typ.kma.go.kr> (National Typhoon Center)

<http://www.kma.go.kr> (Korea Meteorological Administration)

<http://www.kosis.kr> (Korean Statistical Information Service)

<http://www.safekorea.go.kr> (National Disaster Safety Portal)

*Korean References Translated from the English*

국민안전처. 2002-2015. 2001년-2014년 재해연보 국민안전처.

국민안전처. 2015. 2011년-2014년 지역안전도 진단 현황. 국민안전처.

김선영, 조창현, 이승호. 2015. 한반도에서 태풍에 의한 피해액과 피해지역의 변화. *기후연구*. 10(2): 121-135.

박동혁, 안재현. 2011. 강우 특성과 지자체별 홍수피해액의 상관성 분석. *한국수자원학회 2011년도 학술발표회논문집*. 423.

박두호, 안재현, 최용준. 2011. 우리나라 호우특성과 홍수피해와의 상관관계. *한국습지학회지*. 13(2). 219-229.

소방방재청. 2011. 2011년 지역안전도 진단지침. 소방방재청.

안숙희, 박기준, 김정윤, 김백조. 2015. 한반도 기상재해의 원인별 발생 및 피해 특성. *한국방재학회논문집*. 15(2): 133-144.

연호재, 정근채, 허태영. 2016. 정량자료 기반의 한국형 자연재해 위험지표 모형. *Crisisonomy*. 12(3): 169-186.

연호재, 정근채. 2018. 자연재해 빈도 및 강도와 피해액 상호관계에 대한 통계적 분석. *Crisisonomy*. 14(3): 149-156.

오영록, 정근희. 2017. 재난통계를 활용한 대설피해 예측 및 대설 피해 적설심 기준 결정

방안. *대한토목학회논문집*. 37(2). 325-331.

이승욱, 안숙희, 임병환, 최광용. 2016a. 우리나라 태풍 내습 유형별 극한기후현상 강도와 피해 규모의 관련성. *한국지역지리학회지*. 22(2): 450-465.

이종소, 어규, 최창현, 정재원, 김형수. 2016b. 비선형 회귀식을 이용한 강우-홍수피해액 추정함수 개발. *한국재난정보학회논문집*. 12(1). 74-88.

재난 및 안전관리 기본법. 2004. 개정 2018.9.18. 법률 제13440호

행정안전부. 2018. 2017 재해연보, 행정안전부.

Received: Feb. 11, 2019 / Revised: Feb. 27, 2019 / Accepted: Mar. 6, 2019

## 공공 데이터를 이용한 회귀분석 기반 자연재해 피해액 추정 모형

국문초록 본 연구에서는 공공기관에서 제공하고 있는 정량적 자료를 이용하여 자연재해로 인한 피해액을 추정하기 위한 회귀분석 모형을 제안한다. 이를 위해, 공공 부문에서 225개 기초지방자치단체에 대해 2001년부터 2014년까지의 자연재해 세부지표 값과 피해액 자료를 수집하여 회귀분석을 수행한다. 본 연구에서는 회귀모형이 사용하는 독립변수의 개수를 줄이기 위해 변수선정 방법론을 활용한다. 이를 통해, 기존 자연재해 위험지표에서 사용하던 32개 세부지표 중 주요 변수만을 선정하여 14개 독립변수로 구성된 자연재해 피해액 추정 모형을 정의하였다. 제안된 모형의 유효성을 검증하기 위해, 모형을 이용하여 추정된 피해액 예측치, 자연재해 위험지표 평가결과, 국민안전처 지역안전도 평가결과, 실제 피해액을 비교·분석하였다. 분석 결과, 본 연구에서 도출된 피해액 예측치가 기존 자연재해 위험지표와 지역안전도에 비해 자연재해 피해액과 더 높은 상관관계를 갖는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 제안하고 있는 회귀분석 기반 자연재해 피해액 추정 모형을 활용하면 향후 자연재해 발생 양상의 변화로 인한 자연재해 피해액의 변화를 미리 예측할 수 있으며, 제안된 회귀분석 모형의 회귀계수를 가중치로 활용하면 기존 자연재해 위험지표의 성능 및 정확도를 향상시킬 수 있을 것이다.

주제어 : 자연재해, 피해액, 회귀분석, 상관계수, 변수선정

---

Profiles **Keun-Chae Jeong** : He is a professor of School of Civil Engineering at the Chungbuk National University. He received B.S. in Industrial Engineering from the Korea University in 1991. He received M.S. and Ph.D. in Industrial Engineering from the Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST). He was with Department of Management Information Systems at the Jeju National of University as a full-time lecturer during 2000-2001 and with LGCNS as a senior consultant during 1997-2000. His recent research area includes Disaster Economic Analysis, Decision Support Systems, Ubiquitous Construction, and Production Planning and Scheduling(kcjeong@cbnu.ac.kr).