

A Statistical Analysis of the Relationship among Frequency, Intensity, and Damage of Natural Hazard

Ho Jae Yeon^{1#}, Keun Chae Jeong²⁺

¹ ITCM Laboratory, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju, Korea

² School of Civil Engineering, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju, Korea

Abstract

Korea suffers heavy damage every year due to natural disasters such as heavy rain, typhoon, heavy snow, strong wind and storm. In addition, an astronomical amount of money is being spent on recovering the damages. In order to identify the factors affecting the damage caused by natural disasters, this study analyzed the relationship among the size of damage, intensity (strength), and frequency (the number of occurrences) of natural disasters in Korea. Results show a nonlinear proportional relationship between the damage size and the intensity and frequency of natural disasters. Specifically, intensity has a greater impact than frequency for heavy rain, typhoon, strong wind and storm, while frequency has a greater impact than intensity for heavy snow. The findings from this study should help decision makers in the field of disaster management to establish a more efficient and effective disaster mitigation policy which reflects the characteristics of each disaster including damage size, intensity and frequency.

Key words: natural disaster, frequency, intensity, damage amount, correlation analysis, regression analysis

1. 서론

1. 연구 배경 및 목적

우리나라는 매년 호우, 태풍, 대설, 강풍 및 풍랑 등 자연재해로 인한 피해를 크게 입고 있다. 2005년부터 2014년까지의 10년간 자연재해 피해액과 복구액을 살펴보면, 평균적으로 매년 6,944억 원의 피해가 발생하였으며 이들 피해의 복구를 위해 평균적으로 매년 1조 3,244억 원이 소요되었다(Ministry of Public Safety

and Security, 2015a). 또한 재해별로 피해를 살펴보면 지난 10년 동안 호우, 태풍, 대설, 강풍 및 풍랑 순으로 큰 피해를 발생시킨 것을 알 수 있다. 이러한 피해를 저감시키기 위한 보다 효율적이고 효과적인 정책을 수립하기 위해서는 무엇보다 자연재해로 인한 피해에 영향을 미치는 요인이 무엇인지를 우선적으로 밝힐 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 자연재해 피해액과 빈도 및 강도에 대한 정량적 자료를 수집하여 이들 간의 상관관계를 분석함으로써 호우, 태풍, 대설, 강풍 및 풍랑

The 1st author: Ho Jae Yeon, Tel. +82-43-261-2409, Fax, +82-43-275-2377, e-mail, yhj-16@hanmail.net

+ Corresponding author: Keun Chae Jeong, Tel. +82-43-261-2401, e-mail, kcjeong@cbnu.ac.kr

등 자연재해로 인한 피해에 영향을 미치는 주요 요인이 무엇인지를 규명하고자 한다.

그동안 자연재해로 인한 피해 규모에 영향을 미치는 요인들을 밝힘으로써 피해 규모를 추정하기 위한 다양한 연구들이 수행되어 왔다. Ahn, *et. al.*(2015)은 1979년부터 2013년까지 소방방재청 재해연보에 기록된 690건의 기상재해를 분석하여 기상재해의 발생빈도 및 피해액을 조사하였다. 분석 결과, 자연재해의 발생 빈도는 호우가 37.8%, 태풍이 8.7%이었으나, 자연재해로 인한 피해액은 태풍이 45.6%, 호우가 35.4%로 두 개의 현상으로 인한 피해액이 전체의 81%를 차지하고 있었다(Ahn, *et. al.*, 2015). 이렇게 자연재해에 대한 피해액 비중이 높은 태풍과 호우에 대하여 피해규모를 예측하기 위한 연구가 집중적으로 진행되었다. 먼저 태풍에 대해서는 태풍 내습 시 기초지방자치체별 극한기후현상의 강도와 재산 피해 규모 간 관련성의 공간적 특징을 밝히는 연구가 있었다(Lee, *et. al.*, 2016). 이 연구에서는 강풍 강도가 일부 내륙 지역 및 북동부 산간지역을 제외하고는 우리나라 대부분의 지역에서 재산 피해액과 통계적으로 유의미한 상관성이 나타남을 주장하였다. 또한 Kim, *et. al.*(2015)은 태풍의 발생 빈도와 태풍으로 인한 피해액의 변화를 연구하였다(Kim, *et. al.*, 2015). 연구 결과, 태풍으로 인한 피해 시기와 지역에 지속적인 변화가 발생하고 있음을 발견하였다.

다음으로 호우에 대해서는 강우특성과 홍수 피해액과의 관계를 히스토그램을 통해 분석한 연구결과가 있다(Park, *et. al.*, 2011). 연구 결과, 발생횟수가 높은 중소규모 호우에 의한 피해액이 전체 피해액에서 차지하는 비중이 가장 높게 나타나고 있었다. Park & Ahn(2011)은 시간최대, 일최대, 누적강우 등 강우자료와 피해액을 비교 평가한 후, 발생횟수나 사상의 크기가 가장 큰 구간이 아닌 특정 구간에서 가장 큰 누적피해액을 유발하고 있음을 주장하였다(Park & Ahn, 2011). Lee, *et. al.*(2016)은 재해 발생 전에 그 피해규모와 영향을 고려하여 이에 따른 피해액을 신속하게 추

정하기 위해 강우-홍수피해액에 대한 비선형 회귀 함수를 제시하였다(Lee, *et. al.*, 2016). 다른 한편으로 대설에 대한 연구 역시 수행되었다. 이 연구에서는 과거 22년간 발생했던 대설 피해 사례를 재해연보에서 조사하여 시군구별로 빈도를 분석한 후, 대설 피해 발생 빈도가 높았던 충청도, 전라도, 강원도를 대상으로 대설피해액 예측을 위한 다중회귀모형을 구축하였다(Oh & Chung, 2017).

과거 특정 재해 또는 특정 지역에 대해 단편적으로 진행되었던 연구와 달리, 본 연구에서는 태풍, 호우, 대설, 강풍 및 풍랑 등의 자연재해에 대해 빈도 및 강도와 피해액이라는 동일한 분석기준을 사용하고, 분석범위를 특정 기초지방자치단체로만 한정하지 않고 전국의 모든 기초지방자치단체로 넓혀 통계분석을 수행함으로써 각 자연재해별 상대적 피해 특성을 보다 일반적으로 규명하고자 한다. 즉, 특정 자연재해에 대해 빈도와 강도 중 어떤 요인이 피해액에 더 큰 영향을 미치는가를 분석하는 것이 본 연구의 주요 목적이다.

2. 연구 범위 및 방법

재난 및 안전관리 기본법(2014) 제 3조에 의하면 자연재난은 “호우, 홍수, 태풍, 대설, 강풍, 풍랑, 해일, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사, 조류 대발생, 조수, 화산활동, 그밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해”로 정의되어 있다. 본 연구에서는 통계분석 범위를 국민안전처(소방방재청)에서 발행하고 있는 재해연보 상에서 피해액이 집계되고 있는 호우, 태풍, 대설, 강풍 및 풍랑으로 한정한다(Ministry of Public Safety and Security, 2001-2014). 본 연구에서는 이들 자연재해에 대한 피해액과 빈도 및 강도 등의 분석 자료를 시군구 단위의 기초지방자치단체 별로 집계하였다.

본 연구의 연구방법은 <Figure 1>과 같다. 기본적으로 본 연구는 국내 자연재해 발생현황에 대한 통계분석 결과를 바탕으로 진행된다. 본 연구는 크게 3단계로 나누어 진행되었는데, 첫 번째로 소방방재청 재해연보와 기상청 기상자료를 바탕으로 기초자치단체별로 호우,

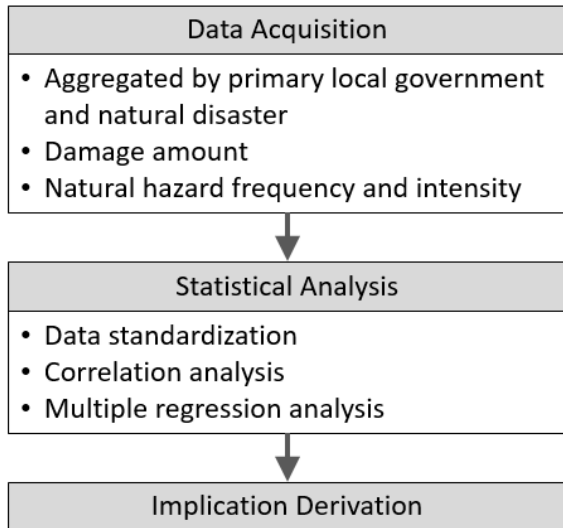


Figure 1. Research methodology for statistical analysis

태풍, 대설, 강풍 및 풍랑 등 자연재해에 대한 피해액, 발생빈도, 재해강도 자료를 수집한다. 두 번째, 수집된 피해액, 발생빈도, 재해강도 자료를 정규화하여 통계분석을 위한 기초자료를 생성한 후, 상관분석과 다중회귀분석을 수행한다. 세 번째, 통계분석 결과를 바탕으로 시사점을 도출한다.

II. 자료수집 및 분석

1. 자료 수집

본 연구에서는 자연재해 빈도와 강도가 피해액에 미치는 영향을 분석하기 위해 전국 225개 기초지방자치단체 별로 2001년부터 2014년까지의 재해 빈도, 강도 및 피해액 정보를 수집하였다. 이를 위해, 국민안전처에서 매년 발간하는 재해연보를 중심으로 기상청의 국가기후데이터센터와 국가태풍센터에서 제공하는 기상자료와 국가통계포털의 면적자료를 수집하였다. 구체적인 수집자료와 수집처는 다음과 같다(Yeon, 2015). 먼저 호우, 태풍, 대설, 강풍 및 풍랑 재해에 대한 연간 발생 빈도(회/년) 정보는 재해연보에서 보고된 재해 자료를 바탕으로 연간 몇 건의 재해가 발생했는가를 기초지방자치단체별로 수집하였다. 또한 특정 재해에 대한 강도 정보는 호우에 대해서는 일강수량(mm), 태풍에

대해서는 최대순간풍속(m/s), 대설에 대해서는 최심적설량(cm), 강풍 및 풍랑에 대해서는 최대순간풍속(m/s)을 국가기후데이터센터와 국가태풍센터에서 제공하는 기상자료로부터 수집하였다. 개별 재해에 대한 강도 정보를 수집한 이후 특정 연도에 대한 강도는 당해년에 발생한 강도들 중 최댓값을 취하여 사용하였다. 여기서 최댓값을 사용하는 이유는 일반적으로 재해 피해액의 크기가 재해의 평균 강도가 아닌 최대 강도에 영향을 받는다고 알려져 있기 때문이다. 다음으로, 특정 연도에 발생한 피해액 정보는 재해연보에서 보고된 연간 피해액 합계를 기초지방자치단체의 면적으로 나누어 단위면적당 피해액(천원/ha)을 수집하였다. 또한 단위면적당 피해액을 <Table 1>에 나타나 있는 국민안전처 재해연보 상의 금액환산지수를 기준으로 2014년도 환산가격기준으로 변환하여 사용함으로써 화폐가치 변동으로 인한 왜곡을 방지하였다. 앞으로 본 논문에서는 따로 언급 없이 빈도는 특정 재해의 연간발생회수, 강도는 특정 연도에 발생한 재해 중 가장 강했던 재해의 강도, 피해액은 2014년 환산가격으로 변환된 단위면적당 연간 피해액을 의미하는 용어로 사용한다.

2. 원시 자료 분석

우선적으로 원시 자료 분석에서는, 수집된 자료를 그대로 이용하여 통계분석을 수행하였다. 즉, 2001년부터 2014년에 대해, 225개 지방자치단체별로, 호우, 태풍, 대설, 강풍 및 풍랑 등 재해별로 빈도, 강도, 피해액을 이용하여 상관분석 및 회귀분석을 수행하였다. 먼

Table 1. Discount factors for the years

Year	Discount Factor	Year	Discount Factor
2001	1.3360	2008	1.0890
2002	1.3399	2009	1.0918
2003	1.3113	2010	1.0517
2004	1.2363	2011	0.9856
2005	1.2105	2012	0.9788
2006	1.1196	2013	0.9947
2007	1.1826	2014	1.0000

* Source: Disaster Yearbook 2014, Ministry of Public Safety and Security.

Table 2. Correlation coefficients* from correlation and regression analysis for the raw data

Disaster	Frequency vs Damage Amount	Intensity vs Damage Amount	Frequency & Intensity vs Damage Amount
Heavy Rain	0.1592	0.3081	0.3169
Typhoon	0.1949	0.2634	0.2685
Heavy Snow	0.2541	0.2854	0.2949
Heavy Wind and Storm	0.3095	0.3012	0.3128

* All p-values for the above correlation coefficients are less than significance level $\alpha = 0.05$

저, 상관분석은 재해 피해액과 재해 빈도 그리고 재해 피해액과 재해 강도에 대해 수행되었다 또한, 회귀분석은 재해 피해액을 종속변수로 하고 재해 빈도와 강도를 독립변수로 하여 분석하였다. 상관분석과 회귀분석의 결과는 <Table 2>에 요약되어 있는 바와 같이, 상관분석의 결과로는 상관계수가 표시되어 있으며, 회귀분석의 결과로는 다중상관계수가 표시되어 있다.

분석 결과를 살펴보면, 재해 빈도 및 강도와 피해액 간의 상관계수가 대략 0.3 이하로 낮게 나오는 것을 발견하였다. 또한, 재해 빈도와 강도를 독립변수로 피해액을 종속변수로 하는 회귀분석의 다중상관계수 역시 대략 0.3 정도에 불과한 것을 알 수 있다. 일반적으로 상관관계의 강도는 계수의 절댓값에 따라 다음과 같이 5 단계로 해석할 수 있다(Evans, 1996): 매우 약함(0 ~ 0.2), 약함(0.2 ~ 0.4), 보통(0.4 ~ 0.6), 강함(0.6 ~ 0.8), 매우 강함(0.8 ~ 1). 이 분류 체계를 가정하면, 재해 빈도 및 강도와 피해액 간의 상관관계는 약함 또는 매우 약함을 의미하는 수준이다. 이에 비선형관계의 존재 가능성을 타진해보기 위해, 재해 피해액과 재해 빈도 그리고 재해 피해액과 재해 강도에 대한 산점도를 작성하여 분석하였다. 분석 결과, 빈도 및 강도와 피해액 간 선형관계가 아닌 비선형관계의 존재 가능성, 즉, 빈도와 강도의 값이 커질수록 피해액이 선형으로 증가하지 않고 보다 급격하게 비선형적으로 증가하는 경향을 발견할 수 있었다. 이에 로그함수를 이용하여 종속변수, 즉, 피해액에 대한 변수변환을 시도하였다. 또한, 종속변수에 대한 독립변수들의 영향력을 비교하기 위해 표준정규화를 수행한 후 추가적인 자료 분석을 수행하였다.

3. 변수변환과 표준정규화 자료 분석

앞서 원시자료에 대한 분석결과를 바탕으로 보다 정확한 상호관계를 추출하기 위해 추가적인 자료 분석을 시도하였다. 추가 자료 분석에서는 다음과 같은 변수변환과 표준정규화 과정을 수행하였다.

첫째, 다중회귀분석의 종속변수인 피해액에 대해 빈도 및 강도와 피해액 사이의 비선형 관계를 선형화하기 위해, 자연로그를 취하는 변수변환 과정을 수행한다.

$$\text{로그변환 피해액} = \text{자연로그(피해액)} \quad (1)$$

둘째, 호우, 태풍, 대설, 강풍 및 풍랑의 상대적 비교를 용이하게 하기 위해, 재해 별로 범위가 상이한 빈도와 강도 그리고 피해액 자료에 대한 정규화를 시도하였다. 즉, 각 변수들의 최댓값과 최솟값을 이용하여 빈도, 강도, 피해액을 모두 최소 0부터 최대 1까지의 범위를 갖는 무차원 값으로 변환하였다. 구체적인 빈도, 강도, 피해액 정규화 방법은 다음과 같으며, 정규화에 사용된 최댓값 및 최솟값은 <Table 3>과 같다.

$$\text{정규화 빈도} = \frac{\text{빈도} - \text{최소빈도}}{\text{최대빈도} - \text{최소빈도}} \quad (2)$$

$$\text{정규화 강도} = \frac{\text{강도} - \text{최소강도}}{\text{최대강도} - \text{최소강도}} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{정규화 피해액} \\ = \frac{\text{로그변환 피해액} - \text{최소로그변환 피해액}}{\text{최대로그변환 피해액} - \text{최소로그변환 피해액}} \end{aligned} \quad (4)$$

셋째, 독립변수에 대한 종속변수의 영향력을 평가할 수 있는 표준화회귀계수를 도출하기 위해, 최소 0부터

Table 3. Maximal and minimal values used for normalizing the raw data

Disaster	Min/Max	Frequency (Times/Year)	Intensity	Disaster Amount (Thousand Won/ha)
Heavy Rain	Maximum	6	471,5mm	794,836
	Minimum	0	0mm	0
Typhoon	Maximum	4	60.0m/s	3,377,105
	Minimum	0	0m/s	0
Heavy Snow	Maximum	4	116,6cm	649,832
	Minimum	0	0cm	0
Heavy Wind and Storm	Maximum	4	39,1m/s	41,089
	Minimum	0	0m/s	0

최대 1까지의 범위로 변환된 빈도, 강도, 피해액에 대한 무차원 값에서 평균을 뺀 후 표준편차로 나눔으로써 표준정규화를 수행하였다. 평균과 표준편차는 표본 평균과 표본 표준편차를 이용하였다.

표준 정규화 빈도

$$= \frac{\text{정규화 빈도} - \text{정규화 빈도 평균}}{\text{정규화 빈도 표준편차}} \quad (5)$$

표준 정규화 강도

$$= \frac{\text{정규화 강도} - \text{정규화 강도 평균}}{\text{정규화 강도 표준편차}} \quad (6)$$

표준 정규화 피해액

$$= \frac{\text{정규화 피해액} - \text{정규화 피해액 평균}}{\text{정규화 피해액 표준편차}} \quad (7)$$

정규화 자료에 대한 상관분석과 회귀분석의 결과로 도출된 상관계수 값이 <Table 4>에 나타나있다. 분석 결과, 앞서 원시 자료 분석 결과와 달리 상관계수 값이 매우 높아진 것을 확인할 수 있다. 즉, 모든 재해에 대한 상관계수가 0.7 이상으로 변수들 간에 강한 또는 매

우 강한 상관관계가 존재하고 있다. 특히, 재해 빈도와 강도를 모두 독립변수로 재해 피해액을 종속변수로 사용한 회귀분석의 다중상관계수가 호우에 대해서는 0.8781, 태풍에 대해서는 0.9348, 대설에 대해서는 0.8730, 강풍 및 풍랑에 대해서는 0.9349로 모든 독립변수와 종속변수 간에 매우 강한 상관관계가 존재하고 있다. 이는 재해 피해액이 재해 빈도와 강도에 매우 강하게 영향을 받고 있다는 것을 의미한다. 표준정규화 자료를 바탕으로 분석된 결과를 살펴보면 원시자료를 바탕으로 분석된 결과에 비해 상대적으로 높은 상관관계가 존재하고 있는 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 재해 빈도 및 강도와 재해 피해액 사이에 유의한 비선형 관계가 존재하고 있음을 의미하는 것이다. 즉, 재해가 발생하는 빈도와 강도가 커지면 커질수록 상대적으로 재해 피해액은 더 빠른 속도로 증가함을 의미한다.

재해별로 살펴보면, 호우에 대해 상대적으로 빈도와 피해액 간의 상관관계가 높지 않았으며, 대설에 대해서는 강도와 피해액 간의 상관관계가 높지 않았다. 단순 회귀분석에서 표준정규화 자료(평균이 0, 표준편차가

Table 4. Correlation coefficients* from correlation and regression analysis for the standard normalized data

Disaster	Standard Normalized Frequency vs Standard Normalized Damage Amount	Standard Normalized Intensity vs Standard Normalized Damage Amount	Standard Normalized Frequency & Intensity vs Standard Normalized Damage Amount
Heavy Rain	0.7239	0.8594	0.8781
Typhoon	0.8656	0.9205	0.9348
Heavy Snow	0.8544	0.7300	0.8730
Heavy Wind and Storm	0.8915	0.9289	0.9349

* All p-values for the above correlation coefficients are less than significance level $\alpha = 0.05$

Table 5. Standard regression coefficients* from multiple regression analysis

Disaster	Standard Normalized Frequency	Standard Normalized Intensity
Heavy Rain	0.2489	0.6875
Typhoon	0.3060	0.6617
Heavy Snow	0.6758	0.2531
Heavy Wind and Storm	0.2598	0.6916

* All p-values for the above standard regression coefficients are less than significance level $\alpha = 0.05$

1)를 사용하면 상관계수와 표준화회귀계수는 동일한 값을 가지게 되며, 이 값들은 독립변수가 1 표준편차만큼 변동할 때 독립변수가 몇 표준편차만큼 변동하는 가를 나타낸다. 따라서 <Table 4>의 단순회귀분석 즉, 2월과 3월의 상관분석 자료를 해석하면, 호우, 태풍, 강풍 및 풍랑에 대해서는 빈도의 영향보다 강도의 영향이 더 크며, 대설에 대해서는 반대로 빈도가 강도보다 더 큰 영향을 준다고 말할 수 있다. 좀 더 명확하게 각 재해별로 독립변수들이 종속변수에 미치는 영향력을 평가하기 위해 다중회귀분석을 수행한 후 <Table 5>와 같이 독립변수들에 대한 표준화회귀계수를 산출하였다. 이는 앞의 결과와 마찬가지로 호우, 태풍, 강풍 및 풍랑에 대해서는 빈도의 영향이, 대설에 대해서는 강도의 영향이 피해액에 더 큰 영향을 주고 있는 것을 의미한다.

III. 결론

본 연구에서는 자연재해 빈도 및 강도와 피해액에 대한 상관분석 및 회귀분석을 수행하였다. 이들 통계분석을 위해 먼저 연도별 지방자치단체별 빈도, 강도, 피해액 자료를 수집하였고, 이들 자료들에 대해 원시 자료 분석을 수행한 후, 변수변환과 표준정규화 과정을 거쳐 추가적인 자료 분석을 수행하였다. 이들 통계분석을 통해 얻은 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 자연재해 빈도 및 강도는 피해액에 비선형적인 영향을 미친다. 즉, 빈도 및 강도가 증가할수록 피해액은 더 급속한 속도로 증가한다.

둘째, 호우, 태풍, 강풍 및 풍랑 재해 등에 대해서는 자연재해 빈도보다 강도가 피해액에 더 큰 영향을 미친다.

셋째, 대설 재해에 대해서는 자연재해 강도보다 빈도가 피해액에 더 큰 영향을 미친다.

방재 관련 정책 의사결정자들은 본 연구에서 도출된 재해별 피해액과 강도 및 빈도간의 상관관계를 활용하여 재해 별 특성을 반영하는 보다 효율적이고 효과적인 재해 저감 정책을 수립할 수 있을 것이다. 향후에는 본 연구의 결과를 바탕으로 자연재해로 인한 피해액을 예측할 수 있는 보다 정교한 다중회귀모형의 개발이 필요할 것이다. 즉, 자연재해 발생 강도 및 빈도를 바탕으로 한 재해 위험성뿐만 아니라 특정 지역 자연재해 피해 대상 인벤토리를 바탕으로 자연재해에 대한 물리적 노출 정도를 평가할 수 있는 지리적 취약성, 인구통계학적인 자료를 바탕으로 특정 지역 주민들의 자연재해에 대한 취약 정도를 평가할 수 있는 사회적 취약성, 사전 재해대응과 사후 재해복구에 대한 특정 지역의 역량을 평가할 수 있는 대응 및 복구능력 등 피해액에 영향을 미칠 수 있는 잠재적 요소들을 종속변수로 포함한 피해액 예측 다중회귀모형에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2016년도 충북대학교 연구년제 사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

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.
- Disaster and Safety Management Basic Law. 2004. Amendment 2010.6.8., Law number 13440.
- Evans, J. St. BT, and DE. Over. 1996. *Rationality and Reasoning*. London: Psychology Press.
- Kim, Seok Woo. 2007. *Fundamentals of Statistics*. Hakjisa.
- Kim, Sun Young, Chang Hyeon Joh, and Seung Ho Lee. 2015. Change of Damages and Damage Areas Caused by Typhoon in South Korea. *Climate Research*. 10(2): 121-135.
- Korea Meteorological Administration. <http://www.kma.go.kr>.
- Korean Statistical Information Center. <http://www.kosis.kr>.
- Lee, Jong So, Gyu Eo, Chang Hyun Choi, Jae Won Jung, and Hung Soo Kim. 2016. Development of Rainfall-Flood Damage Estimation Function Using Nonlinear Regression Equation. *Journal of the Korean Society of Disaster Information*. 12(1): 74-88.
- Lee, Seung Wook, Suk Hee Ahn, Byub Ghwan Lim, and Gwang Yong Choi. 2016. 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.
- Ministry of Public Safety and Security. 2001-2014. *Disaster Yearbook*. Ministry of Public Safety and Security.
- National Climate Data Service System. <http://sts.kma.go.kr>.
- National Disaster Information Center. <http://www.safekorea.go.kr>.
- National Typhoon Center. <http://typ.kma.go.kr>.
- Oh, Yeoung Rok and Gun Hui 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, Doo Ho, Jae Hyun Ahn, and Yong Joon Choi. 2011. Correlation between Storm Characteristics and Flood Damage. *Journal of Wetlands Research*. 13(2): 219-229.
- Song, Hyeo Yang and Dong Jae Kim. 2015. *Understanding Statistics*. Cheongmoongak.
- Yeon, Ho Jae. 2015. Development of a Natural Disaster Risk Index in South Korea. Master's Thesis. Chungbuk National University.
- Korean References Translated from the English*
- Lee, Jong So, Gyu Eo, Chang Hyun Choi, Jae Won Jung, and Hung Soo Kim. 2016. 비선형 회귀식을 이용한 강우-홍수 피해액 추정함수 개발. 한국재난정보학회논문집. 12(1): 74-88.
- 국민안전처. 2001-2014. 재해연보. 국민안전처.
- 김석우. 2007. 기초통계학. 학지사.
- 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.
- 송혜양, 김동재. 2015. 통계학의 이해. 청문각.
- 안숙희, 박기준, 김정윤, 김백조. 2015. 한반도 기상재해의 원인별 발생 및 피해 특성. 한국방재학회논문집. 15(2): 133-144.
- 연호재. 2015. 한국형 자연재해 위험지표 모형 개발. 충북대학교 대학원 석사학위논문.
- 오영록, 정건희. 2017. 재난통계를 활용한 대설피해 예측 및 대설 피해 적설심 기준 결정 방안. 대한토목학회논문집. 37(2): 325-331.
- 이승욱, 안숙희, 임병환, 최광용. 2016. 우리나라 태풍 내습 유형별 극한기후현상 강도와 피해 규모의 관련성. 한국지역지리학회지. 22(2): 450-465.

Received: Sep. 14, 2017 / Revised: Dec. 1, 2017 / Accepted: Feb. 21, 2018

자연재해 빈도 및 강도와 피해액 상호관계에 대한 통계적 분석

국문초록 우리나라는 매년 호우, 태풍, 대설, 강풍 및 풍랑 등 자연재해로 인해 큰 피해를 입고 있으며, 또한 이들 피해의 복구를 위해 천문화적인 금액의 예산이 투입되고 있다. 이에 본 연구에서는 자연재해로 인한 피해액에 영향을 미치는 요인이 무엇인지를 규명하기 위해, 자연재해의 피해액과 자연재해의 세기를 나타내는 강도 및 자연재해의 발생회수를 대변하는 빈도 간 상관관계를 분석하였다. 분석 결과, 자연재해의 강도 및 빈도와 피해액 사이에는 강도와 빈도가 높아지면 피해액이 비선형적으로 증가한다는 유의한 관계가 있음을 알 수 있었다. 세부적으로는 호우, 태풍, 강풍 및 풍랑 등의 자연재해에 대해서는 강도가 빈도보다 더 큰 영향을 끼치고 있으며, 대설 자연재해에 대해서는 빈도가 강도보다 더 큰 영향을 끼쳤다. 향후 재해관리자들은 본 연구에서 도출된 피해액과 강도 및 빈도간의 상호관계를 바탕으로 재해 별 특성을 반영한 재해저감정책을 수립할 수 있을 것이다.

주제어 : 자연재해, 빈도, 강도, 피해액, 상관분석, 회귀분석

Profiles **Ho Jae Yeon** : He is a researcher of Information Technology based Construction Management Laboratory in the Chungbuk National University. He received B.S. and M.S. from School of Civil Engineering at the Chungbuk National University. His research area includes Natural Disaster Risk Assessment and Economic Analysis for Rural Regeneration Technology (yhj-16@hanmail.net).

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).