

지역특성 기반의 강풍피해 예측함수 개발 : 전라지역을 중심으로

송창영¹ · 양병수^{2*}

¹광주대학교 건축학부 교수, ²(재)한국재난안전기술원 수석연구원

Development of Estimation Functions for Strong Winds Damage Based on Regional Characteristics : Focused on Jeolla area

Chang Young Song¹ and Byong Soo Yang^{2*}

¹Professor, Dept. of Architecture, Gwangju University

²Ph.D. Senior Researcher, Korea Institute of Disaster & Safety

요약

최근 급속한 경제발전과 온난화로 인해 이상기후 현상이 빈번하게 발생하고 있다. 자연재난의 유형 중 풍수해에 해당되는 호우, 태풍, 강풍, 풍랑, 대설 등은 대규모 인적·물적 피해를 발생시킨다. 피해를 최소화하기 위해서는 재난발생 전 피해규모를 예측하는 것이 중요하다. 본 연구는 풍수해의 재난유형 중 강풍피해를 중심으로 재난에 대비할 수 있는 강풍피해예측함수를 개발한다. 본 함수는 재해 연보의 강풍피해이력을 기반으로 기상요소와 지역적 특성을 반영하였으며, 기상정보를 실시간으로 수집할 수 있는 시스템에 탑재할 경우 단시간에 피해규모를 예측할 수 있다. 또한, 본 함수는 국가 혹은 지자체에서 수립하는 재난관리정책에 근거자료로 활용하여 강풍발생 시 피해를 최소화할 수 있다.

핵심용어: 재해, 강풍, 피해예측함수, 재해통계

ABSTRACT

Abnormal weather conditions have lately been occurring frequently due to the rapid economic development and global warming. Natural disasters classified as storm and flood damages such as heavy rain, typhoon, strong wind, high seas and heavy snow arouse large-scale human and material damages. To minimize damages, it is important to estimate the scale of damage before disasters occur. This study is intended to develop a strong wind damage estimation function to prepare for strong wind damage among various storm and flood disasters. The developed function reflects weather factors and regional characteristics based on the strong wind damage history found in the Natural Disaster Yearbook. When the function is applied to a system that collects real-time weather information, it can estimate the scale of damage in a short time. In addition, this function can be used as the grounds for disaster control policies of the national and local governments to minimize damages from strong wind.

Keywords: Disaster, Strong wind, Damage estimation function, Disaster statistics

*Corresponding author: Byong Soo Yang, f252ybs@hanmail.net

Received: 15 September 2020, Revised: 24 October 2020, Accepted: 5 November 2020



1. 서론

전 세계적 기후변동과 기후변화로 인해 재해의 규모와 빈도가 증가하고 있으며, 그로 인한 재산피해 및 인명피해도 지속적으로 증가하고 있다. 기후변화는 단기성·집중성 이상기후의 발생 빈도와 강도를 높이고 있으며, 도시개발과 고밀도화, 산업시설 집중화 노후화는 재난 취약성을 높이고 있다. 그 결과, 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 대규모 인명 및 재산 피해와 사회적 혼란을 야기하는 초대형 자연재해로부터 위협받고 있다.

행정안전부의 최근 10년('08~'17)간 재해연보(Ministry of Public Safety and Security, 2017)에서는 연평균 약 3천 5백억 원의 피해액과, 약 7천 3백억 원의 복구비(2017년도 생산자물가지수 환산)를 지출하고 있음을 보여주고 있으며, 기상청 등은 재난유형별 다양한 기상정보를 데이터베이스로 구축하고 있다. 이러한 과거의 피해이력 및 기상데이터 등의 통계자료를 활용하여 자연재난의 피해규모와 범위를 예측할 경우, 재난정책결정의 근거자료로 활용하거나, 비상인력 배치, 방재시설 점검, 취약지역 점검 등의 대비차원의 재난관리를 실시하여 효율적인 재난관리가 가능하다. 따라서 본 연구는 풍수해의 재난유형 중 강풍피해 이력을 중심으로 재난에 대비할 수 있는 피해예측함수를 개발통해, 효율적인 재난관리를 위한 근거자료를 마련하고자 한다.

2. 연구동향

기상청은 강풍 주의보나 경보 등을 발표하고, 태풍 발생 시 강풍과 호우 등을 포괄하여 태풍 주의보나 경보를 발표하고 있다. 태풍이 내습하는 경우 순간적으로 발생하는 돌풍(Gust)은 인명과 재산피해를 발생 시킨다. 그러나 현재 호우 및 태풍피해에 대한 분석 연구는 다양하게 진행되고 있으나, 강풍은 낮은 발생 빈도 및 피해 규모로 인해 타 자연재난 유형에 비해 연구가 미흡한 실정이다(Song and Yang, 2016).

미국 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency, FEMA)과 유럽의 경우 태풍과 폭풍 등 강풍에 의한 피해규모를 지속적으로 모니터링 하여 기상예보 및 사전방재활동에 적극적으로 활용하고 있으며, 재해보험, 복구예산 편성 등에 적용한다(Heneka and Ruck, 2008; Heneka et al., 2006; Klawa et al., 2003).

Seo(2004)는 국내에서 발생한 태풍 중 태풍 매미(Maemi)를 대상으로 대해서 연안지역에 발생한 피해들을 강우와 강풍으로 피해를 구분하여 재해특성을 분석하고, 태풍피해를 최소화하기 위해 대안을 제시하였다.

Kim et al.(2006)은 강풍의 극값, 피해현황, 강풍발생특성을 분석하여 건축물이나 구조물의 건설시 활용할 수 있도록 연구를 수행하였다. Park et al.(2008)은 태풍의 근접할 경우 피해예방을 위한 재해예측모형을 개발하기 위해 태풍 루사(Rusa)를 대상으로 10 m 고도의 지상풍을 추정하는 방법을 연구하였다.

Lee(2013)은 회귀분석을 활용하여 다양한 형태의 피해 예측모형을 개발하였으며, 예측모형은 9개 권역별(수도권, 충북, 강원도, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주도)로 태풍 발생 시 강우량과 풍속의 상관관계를 분석하고, 복합적인 특성에 따른 최적의 상관계수를 산출하였다. Zhai et al.(2014)은 미국의 국립허리케인센터(National Hurricane Center, NHC)에서 제공하는 폭풍 데이터를 기반으로 1988년부터 2012년까지 73개의 열대저기압 풍속 및 폭풍 크기에 따른 피해조사를 실시하여 최대풍속을 고려한 피해액을 산정하기 위해 폭풍의 진행 속도 및 지속시간, 진행 방향, 강수 비율, 강수량 등 피해액에 영향을 미치는 요소를 도출하였다.

현재 다양한 재난유형 별로 피해를 저감하기 위한 개선방안, 피해액 분석, 예측모형 개발 등이 수행되었으나, 통계자료를 기반으로 강풍의 피해를 예측하는 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 재해 통계자료를 기반으로 기상인자 및 지역적 특성을 고려하여 피해를 예측할 수 있는 강풍피해예측함수를 제시하고자 한다.

3. 연구절차 및 자료수집 방법

3.1 연구절차

본 연구에서 제안하는 강풍피해예측함수는 재해연보이력(데이터), 피해발생 시점의 바람요소의 기상자료, 피해지역의 특성을 반영하였다. 바람요소의 기상자료는 기상청에서 관측한 풍속정보와 온도정보이다. 피해이력의 통계자료는 재해연보를 대상으로 강풍피해이력을 수집하였으며, 그리고 지역적 특성을 반영하기 위해 재해연보 상 수록된 연차별 복구비, 인구수, 비닐하우스 면적, 농가수 등을 활용하였다. 지역적 특성요소는 강풍 발생 시 피해가 가장 많은 지역이 농촌이며, 특히 비닐하우스의 피해가 크다는 것을 반영하여 도출하였다.

예측함수 개발을 위해 피해이력, 기상관측자료, 지역변수를 데이터베이스로 구축하고, 예측함수의 예측력을 평가하기 위해 학습구간과 예측구간으로 구분하였다. 단, 전국 229개 시군구 단위의 함수개발을 위한 강풍피해발생 건수가 매우 부족하기 때문에 지역을 종관기상관측장비(ASOS : Automated Surface Observing System) 위치를 기준으로 그룹화하였다.

학습구간에 해당하는 피해이력은 지역별로 군집화하여 회귀계수를 산정하고, 예측구간에 해당하는 피해이력을 통해 예측력을 평가하였다. 마지막으로 학습구간 및 예측구간을 구분하지 않고 군집지역별 회귀계수를 결정하여 강풍피해예측함수를 도출하였다(Fig. 1).

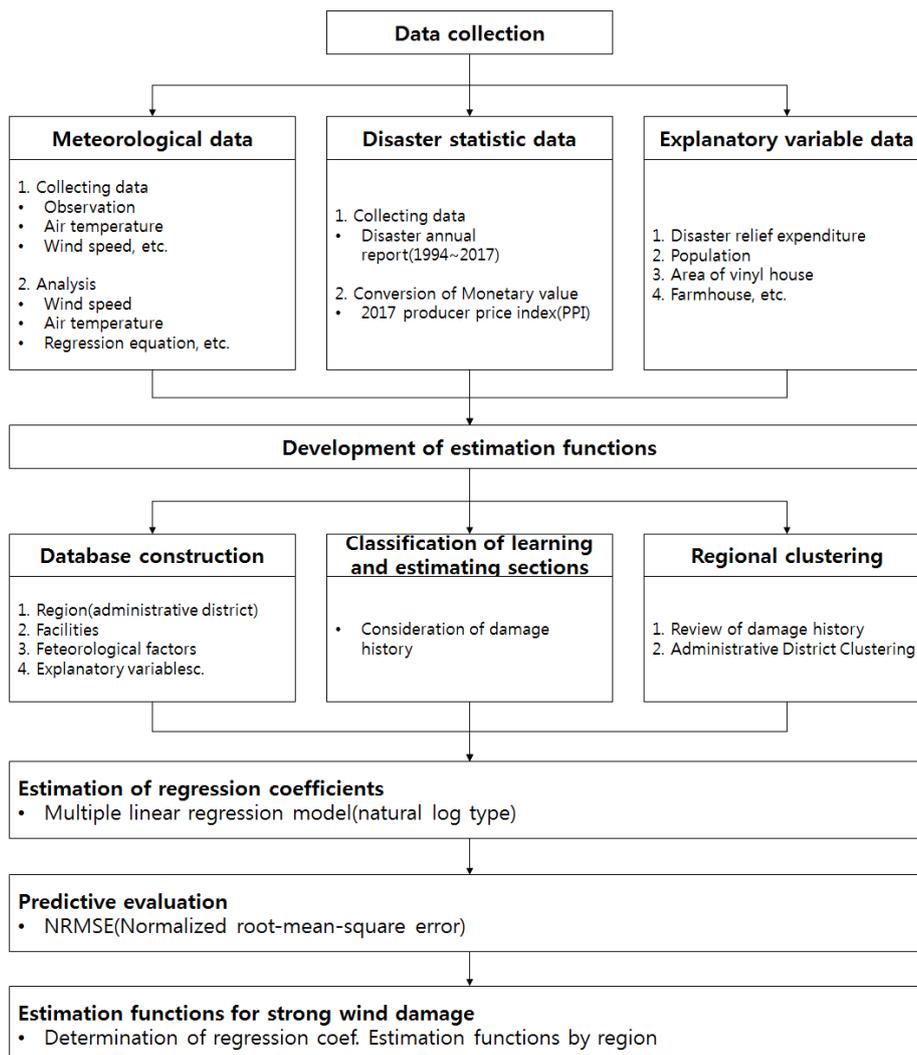


Fig. 1. Research process

3.2 자료수집 방법

3.2.1 강풍피해이력 수집

본 연구를 위해 기본 통계자료로서 1994년부터 2016년까지의 229개 시군구별 강풍피해이력을 수집하였다. 재해연보의 피해이력 중 호우 피해인 침수(도시, 건물, 농경지)와 풍랑 피해(수산증양식, 항만, 어항, 어망, 어구, 선박, 방조제, 사방, 등)는 제외하였다. 따라서, 재해연보에서 공공시설은 총 13개 중 10개(학교, 철도, 수리, 군시설, 도로, 하천, 소하천, 수도, 소규모, 기타)를 선정하고, 사유시설은 총 10개 중 7개(비닐하우스, 축대 및 담장, 가축, 건물, 농경지, 축사 및 잠사, 기타사유시설)를 강풍피해 시설 범위로 지정하였다.

그리고 물가 변동을 고려하여 한국은행 경제통계시스템의 생산자물가지수를 적용하여 2017년도를 기준으로 배수를 산정하여 적용하였다. 그리고 1994년~ 2017년까지 피해액을 물가상승배수를 고려하여 환산하였다(Fig. 2).

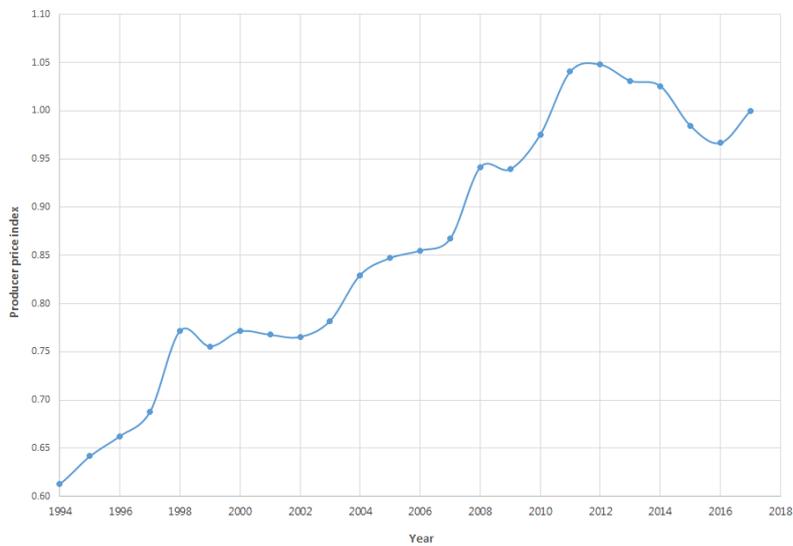


Fig. 2. Producer price index

추가적으로 지자체에서 재해예방에 사용된 기투자 요소, 즉, 강풍피해 복구비도 반영하였다. 복구비의 경우 피해 발생 후 피해집계, 피해복구 계획을 통해 집행된다. 따라서, 동일한 시기에 피해가 다수 발생하더라도 피해규모 및 복구기간 등을 고려하여 1년을 단위로 적용하였다. 피해 예측 시 복구비는 전년도 피해사상에서 발생한 연단위 복구비를 산정하여 피해발생 시점에 적용하였다. Fig. 3은 연단위 복구비를 반영한 전라남도 합평군의 강풍피해이력을 보여준다.

region1	BEG_DATE	END_DATE	e3	e4
Hampyeong-gun	1995-03-09	1995-03-10	9.207	0.000
Hampyeong-gun	2002-07-05	2002-07-06	12.001	9.207
Hampyeong-gun	2002-08-30	2002-09-01	15.835	9.207
Hampyeong-gun	2003-09-12	2003-09-13	11.847	27.836
Hampyeong-gun	2010-08-09	2010-08-12	9.591	11.847
Hampyeong-gun	2010-09-01	2010-09-03	10.250	11.847
Hampyeong-gun	2012-04-02	2012-04-04	10.980	19.841
Hampyeong-gun	2012-07-17	2012-07-19	7.360	19.841
Hampyeong-gun	Estimation			18.340

Fig. 3. Application of disaster relief fund

3.2.2 기상데이터 수집

기상데이터는 재해연보 피해이력(1994년부터 2017년까지)과 종관기상관측장비(ASOS)로부터 측정된 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터는 최대순간풍속, 평균풍속, 최대풍속, 평균기온, 최고기온, 최저기온이며, 1991년~2017년까지 일단위로 수집하여 데이터베이스를 구축하였다.

최대풍속(Maximum wind speed)은 1일 24시간을 기준으로 임의의 10분간의 평균 풍속 중 가장 강하게 불었던 풍속이며, 최대순간풍속(Maximum instantaneous wind speed)은 1일 동안 86,400회 동안 관측된 어느 임의의 한순간(1초 풍속)을 기준으로 발생한 풍속 중 가장 강하게 불었던 풍속을 의미한다.

피해예측함수에 포함된 기상변수는 예측이 가능한 인자들로 구성되어야 한다. 이는 재난발생 시 피해를 사전에 대비하기 위해서는 특정 지역에 피해발생이 예상될 때 피해규모를 즉각적으로 예측해야하기 때문이다. 기상청에서는 3시간 단위로 강수량, 기온, 풍속, 날씨, 강수확률, 습도를 예보하고 있다. 그러나 강풍피해를 파악하기 위해 가장 중요한 최대순간풍속 정보는 예보 되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 최대순간풍속을 산정하기 위해 기상청의 ASOS 지점별 관측자료를 수집하고 94개의 종관기상관측소 지점에서 제공하는 최대순간풍속과 최대풍속간의 회귀식을 산정하여 적용하였다(Fig. 4). Fig. 4에서 x축은 최대풍속, y축은 최대순간풍속이며 R²는 결정계수이다.

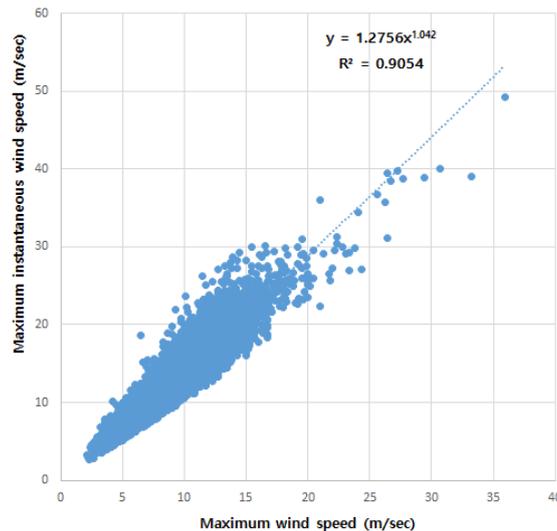


Fig. 4. Correlation between wind speeds at Yeosu City

3.2.3 지역적 특성자료 구분

지역적 특성은 지역사회지표로 구분할 수 있다. 지역사회지표는 인구수, 소득수준, 소비수준, 가족수, 노동환경 및 교육환경, 보건환경 등이며, 이는 1년 주기로 조사되고 있다(Statistics Korea, 2013). 본 연구에서는 피해예측 함수에 적용할 지역사회지표를 강풍피해와 관련된 지표로 한정하여 조사하였다.

재해연보에서 제시하고 있는 시설물별 강풍피해는 비닐하우스(32.55%), 기타사유시설(19.56%), 기타공공시설(16.48%) 순으로 나타났다(Fig. 5). 본 연구에서는 재해연보의 데이터를 기반으로 1994년 이후 연도별·지역별(229개 시군구)로 구축된 지역특성자료(인구수, 농가수, 비닐하우스 면적 등)를 반영하였다.

Fig. 5에서 y축은 공공 및 사유시설, x축은 강풍피해액(%)을 의미한다. y축에서 공공시설물은 ‘1 건물, 2 농경지, 3 도로, 4 하천 및 교량, 5 소하천, 6 수도, 7 학교, 8 철도, 9 수리시설, 10 군시설, 11 소규모 시설, 12 기타공공시설’이며, 사유시설은 ‘13 축대 및 담장, 14 가축, 15 축사 및 잠사, 16 비닐하우스, 17 기타사유시설’ 등으로 구분하였다.

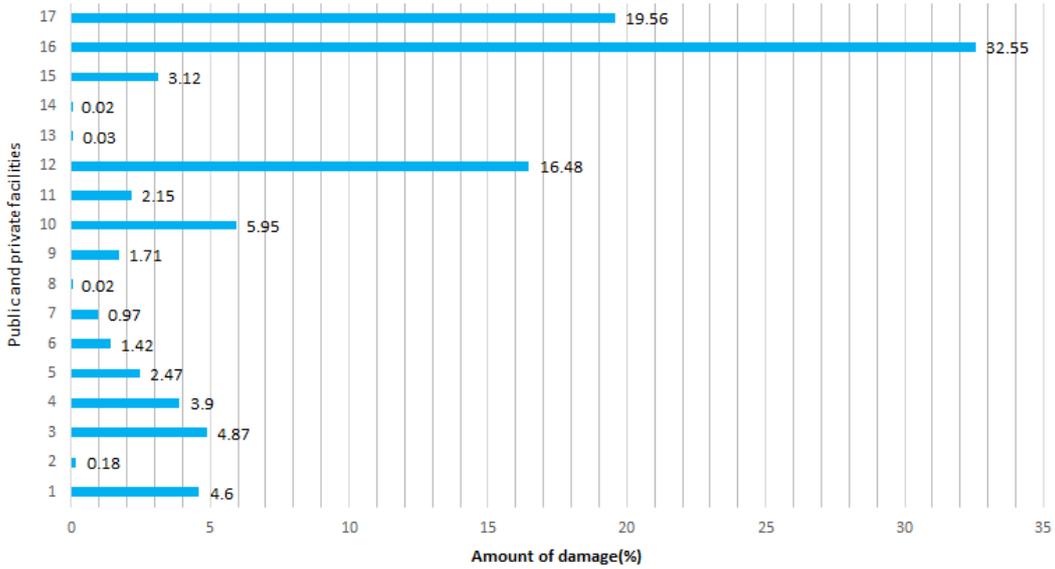


Fig. 5. Amount of damage by facilities

인구수는 통계청의 2017년 행정단위 기준(229개 시군구 단위)으로 적용하였다. 농가수, 비닐하우스 면적은 5년 단위로 제공되어 1995년 이후 2000년, 2005년, 2010년, 2015년도의 데이터를 적용하였다. Fig. 6 및 Fig. 7은 2015년 기준 229개 시군구 단위별로 비닐하우스 면적(ha)과 농가 수를 보여준다.

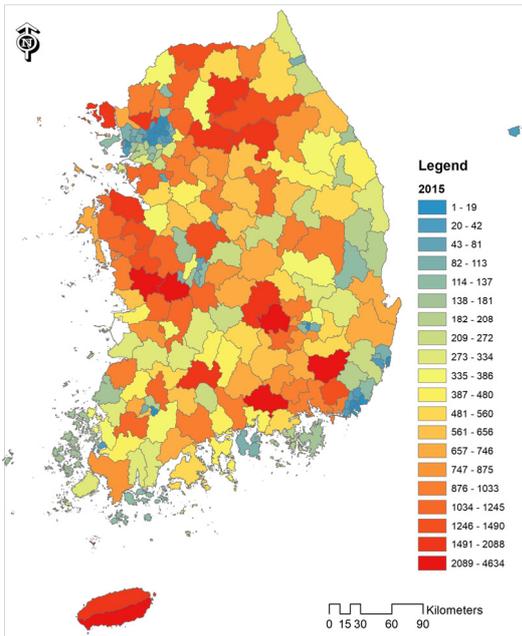


Fig. 6. Vinyl house area (2015)

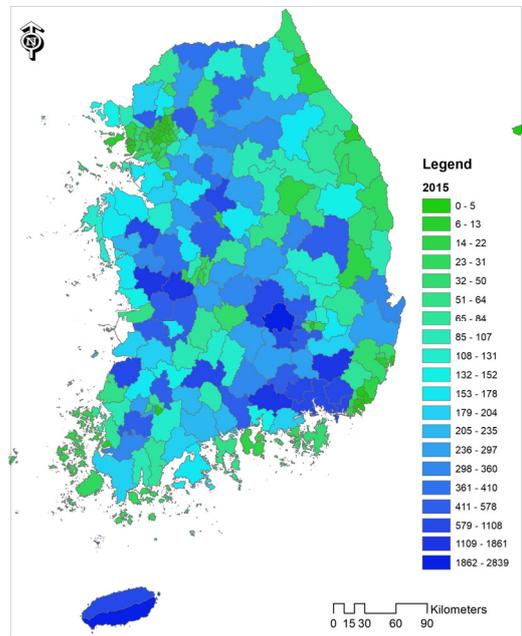


Fig. 7. Number of farmhouse (2015)

3.2.4 종속변수와 독립변수의 설정

종속변수는 설명이 되는 변수이며, 독립변수는 이를 설명하는 변수를 의미한다. 즉, 독립변수는 종속변수를 설명하기 위한 변수이고 종속변수는 독립변수로 설명이 되는 변수를 의미한다. 본 연구에서 시군구별 강풍피해액을 종속변수로 설정하고, 풍속 및 기온, 복구비, 인구수, 지역면적, 농가수, 비닐하우스 면적을 종속변수로 설정하였다(Table 1).

Table 1. Variable descriptions

Name	Variable	Remarks
y4	LN(amount of damage)	Dependent variable
area	Regional area (km ²)	
w1	Maximum instantaneous wind speed (m/sec)	
w2	Maximum wind speed (m/sec)	
w3	Mean wind speed (m/sec)	
w4	Mean air temperature (°C)	
w5	Minimum air temperature (°C)	Independent variable
w6	Maximum air temperature (°C)	
e4	LN (relief fund)	
p2	Population (10 ³)	
v1	Number of farmhouse	
v2	Area of vinyl house (ha)	

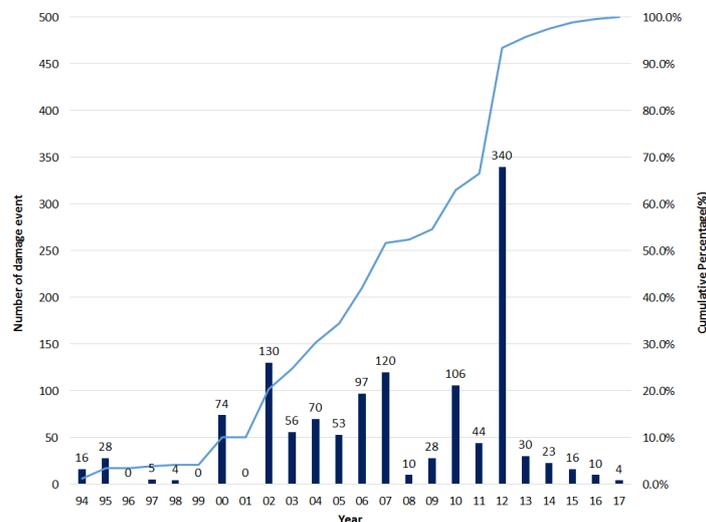
4. 강풍피해예측함수 개발 절차

4.1 구간분류 및 군집화 정의

피해예측함수의 예측력을 향상시키기 위해 피해이력을 기반으로 학습구간을 설정하고, 함수식의 신뢰도를 평가하기 위해 예측구간을 별도로 구분하였다. 예측구간과 학습구간은 Fig. 8와 같이 연도별 강풍피해이력을 수집하고, 전체 피해이력의 2/3을 학습구간, 나머지 1/3을 예측구간으로 구분하였다. 1994년~2017년 까지 강풍피해이력(시군구 단위)은 총 1,264건이며, 1994년~2011년까지 841건(66.5%), 2012년~2017년까지 423건(33.5%)로 나타났다. 따라서 본 연구는 1994년~2011년 까지 학습구간, 나머지 피해이력을 예측구간으로 설정하여 적용하였다.

Fig. 8에서 y축(좌)은 연도별 피해이력 수, y축(우)은 피해이력의 누적백분율, x축은 피해발생 연도를 의미한다.

지역의 군집화는 지역별 피해이력 수를 고려하여 총 8개 지역으로 구분하였다(경기(서울, 인천 포함 66개 시군구), 경남(부산, 울산 포함 39개 시군구), 경북(대구 포함 31개 시군구), 강원(18개 시군구), 전남(광주, 제주 포함 29개 시군구), 전북(14개 시군구), 충남(15개 시군구), 충북(대전, 세종 포함 17개 시군구))

**Fig. 8.** Analysis of the number of damage events

4.2 회귀계수 및 예측력 평가 실시

회귀계수 및 예측력 평가는 재해통계이력과 독립변수(기상자료, 설명변수 등)를 기반으로 하는 지역별 군집화와 구간분류가 우선되어야 한다. 피해예측함수피해액이 음수로 산정되는 것을 방지하기 위해 자연로그형태의 다중선형회귀모형을 적용하여 회귀계수를 산정하고(Eq. (1)), 동일한 형태로 예측력 평가를 NRMSE(Normalized Root Mean Square Error)를 적용하였다(Eq. (2)). NRMSE는 RMSE(Root Mean Square Error)를 관측된 데이터 범위로 정규화 한 것으로, 추정한 함수 모형이 주어진 자료에 예측된 값과 실제 값의 차이를 측정하는 척도로 사용된다($X_{obs,max}$ 는 최대 관측 값, $X_{obs,min}$ 는 최소 관측 값을 의미한다).

$$LN(y) = a + bx_1 + cx_2 + \dots \tag{1}$$

$$NRMSE = \frac{RMSE}{X_{obs,max} - X_{obs,min}} \tag{2}$$

본 연구는 주성분분석을 통한 다중회귀모형으로 데이터간의 상관관계를 분석하고 고차원의 데이터를 저차원의 데이터로 차원을 축소하는 방법 적용하였다. 사용된 설명변수는 총 11가지이며, 차원을 축소하기에 Table 1의 변수들 간의 상관관계 분석을 수행하였다.

Fig. 9는 변수들 간의 상관관계를 분석한 결과로 풍속에 관련된 설명변수 w1, w2, w3과, 기온에 관련된 설명변수 w4, w5, w6이 상호간에 상관성이 높은 것으로 분석되었다. 따라서, w1, w2, w3을 PC1.w, PC2.w로, w4, w5, w6를 PC1.t, PC2.t로 6개의 차원을 4개로 축소하였다.

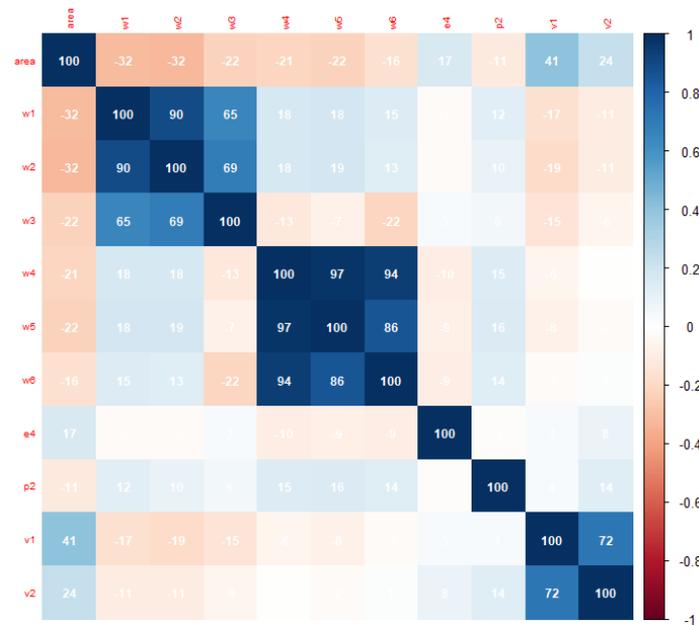


Fig. 9. Correlation Analysis of variables

$$PC1.w = \sum_{i=1}^n \frac{(W_i - a_i)}{b_i} \times c_i, \quad PC2.w = \sum_{i=1}^n \frac{(W_i - a_i)}{b_i} \times d_i \tag{3}$$

Eq. (3)은 각각 풍속과 기온에 관련된 변수를 주성분 변수 PC1.w와 PC2.w로 계산하기 위한 식이다. 여기서, W_i 는 i 번째 풍속 또는 기온, n 은 설명변수 개수(각각 3개), a_i, b_i, c_i, d_i 은 i 번째 계수를 의미한다.

Table 2. PC1.w, PC2w coefficient of principal components analysis

i	a_i	b_i	c_i	d_i
w1	20.01986	6.445935	0.5935217	-0.4218575
w2	11.22462	4.305054	0.6002099	-0.3353373
w3	3.39036	1.728109	0.5361718	0.8423687
t1	18.88153	7.705412	-0.5926364	0.1363410
t2	13.64681	9.273863	-0.5749124	0.6186828
t3	25.66957	6.698473	-0.5641434	-0.7737201

주성분 분석을 통해 산출된 계수와 기존의 설명변수는 PC1.w, PC2.w, PC1.t, PC2.t, e4, p2, v1, v2, area이다. 총 9개의 설명변수를 대상으로 다중회귀모형을 적용한 결과 NRMSE는 5.6629%로 분석되었으며, 군집별 회귀계수는 Table 3과 같다.

Table 3. The results of regression coefficient

Division	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8
y-intercept	10.078320	10.323579	11.014945	10.112036	9.390999	9.646798	10.339838	10.058694
PC1.w	-0.031667	-0.028745	-0.235704	-0.071025	-0.034513	0.049645	-0.070284	-0.045209
PC2.w	1.953284	0.507281	-0.410844	0.136268	0.470912	-0.842014	-0.617427	-0.265933
PC1.t	-0.451067	-0.127296	0.211381	-0.095469	-0.139645	0.205729	0.038727	0.138074
PC2.t	-0.264121	0.219530	-0.067242	0.288384	0.147233	1.721082	-0.268226	-0.359460
e4	0.085258	0.000395	-0.006575	-0.024082	0.058844	0.017947	0.041506	0.009608
p2	-0.001628	0.001805	0.000363	0.000480	0.002711	-0.000239	0.000852	-0.000040
v1	-0.000440	-0.000167	0.000100	0.000077	-0.000310	-0.000404	0.000057	0.000337
v2	-0.007142	-0.001655	-0.000183	-0.000312	-0.000012	0.000575	-0.003226	-0.000413
area	0.001065	-0.000276	-0.000954	0.000610	0.000333	0.002343	0.000352	-0.000096
NRMSE : 5.6629%								

4.3 강풍피해예측함수 개발

본 연구는 학습구간과 예측구간을 구분하지 않고 최종 회귀계수를 결정하여 전라지역의 시군구 단위별 바람(강풍) 피해 예측함수를 개발하였다. 전라도 지역은 전라남도, 전라북도, 광주광역시로 총 41개 시군구로 구성되었으며, 앞서 산정한 프로토타입 중 Class5(전라남도, 광주광역시)과 Class6(전라북도)이 해당된다. 본 연구에서는 시군구별 피해이력수를 고려하여 지역을 Class5는 26개(Fig. 10), Class6은 12개(Fig. 11)로 세분화하였다.

실제피해액과 산정피해액의 NRMSE는 4.7286%로 분석되었으며, 강풍피해예측함수를 시군구 단위별로 보면, 전라남도 신안군과 전라북도 김제시의 결정계수는 각각 0.922, 0.853로 분석되었다(Fig. 12, Fig. 13).

여기서 y 축은 피해액, x 축은 피해사상, e 는 예측피해액, ya 는 실제피해액, $yR2$ 는 결정계수를 의미한다. 피해예측함수식은 전라도 지역 중 8개의 시군구를 시범지역으로 선정하여 Table 4와 Table 5에 요약하였으며, 함수식의 형태는 Eq. (4)와 같다. 그리고 'area'의 회귀계수는 각 지자체의 면적을 곱하여 y 절편(a)으로 상수화 하여 적용하였다.

$$LN(y) = a + bPC1.w + cPC2.w + dPC1.t + ePC2.t + fe4 + gp2 + hv1 + iv2 \tag{4}$$

1은 강진군, 2는 고흥군, 3은 목포시, 4는 광양시, 5는 무안군, 6은 순천시, 7은 여수시, 8은 해남시, R2는 결정계수를 나타낸다. PC1.w, PC2.w는 w1(최대순간풍속), w2(최대풍속), w3(평균풍속)에 대한 변수를 3개에서 2개의 차원으로 축소한 변수이고, PC1.t, PC2.t는 w4(평균기온), w5(최저기온), w6(최고기온)에 대한 변수를 4개로 차원으로 축소한 변수이다. 그리고 e4는 복구비, p2는 인구, v1은 농가수, v2는 비닐하우스 면적을 나타낸다.

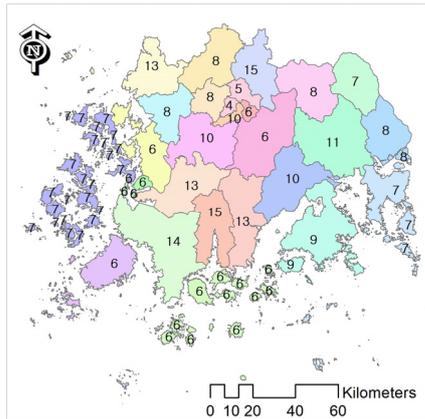


Fig. 10. The number of damage cases in Class5 area (Jeollanam-do Province, Gwangju City)

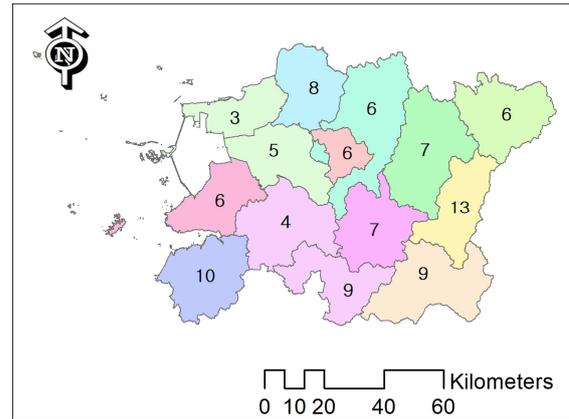


Fig. 11. The number of damage cases in Class5 area (Jeollanam-do Province, Gwangju City)

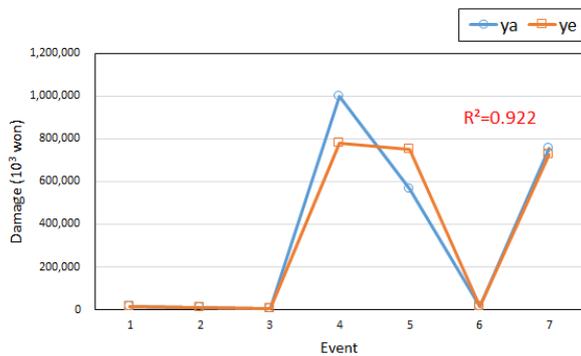


Fig. 12. Shinan-gun, Jeollanam-do

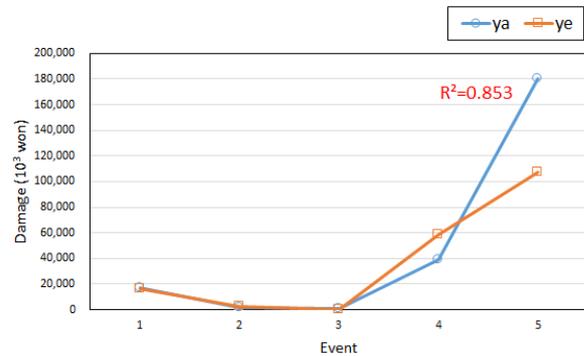


Fig. 13. Gimje-si, Jeollabuk-do

Table 4. The results of estimation functions for strong winds damage (Class5)

Division	1	2	3	4
y-intercept	10.5548	10.6175	10.4653	10.5478
PC1.w	0.4787	0.4787	0.4787	0.4787
PC2.w	-0.1241	-0.1241	-0.1241	-0.1241
PC1.t	-0.369	-0.369	-0.369	-0.369
PC2.t	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495
e4	-0.0035	-0.0035	-0.0035	-0.0035
p2	-0.0023	-0.0023	-0.0023	-0.0023
v1	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
v2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
R ²	0.8307	0.8228	0.884	0.8268

Table 5. The results of estimation functions for strong winds damage (Class6)

Division	5	6	7	8
y-intercept	10.5459	10.6367	10.664	10.664
PC1.w	0.4787	0.4787	0.4787	0.4787
PC2.w	-0.1241	-0.1241	-0.1241	-0.1241
PC1.t	-0.369	-0.369	-0.369	-0.369
PC2.t	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495
e4	-0.0035	-0.0035	-0.0035	-0.0035
p2	-0.0023	-0.0023	-0.0023	-0.0023
v1	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
v2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
R ²	0.7866	0.909	0.9054	0.7666

5. 결론

본 연구에서는 재해연보의 강풍재해 유형의 재해통계자료를 기반으로 지역적 특성을 반영하여 피해규모를 예측할 수 있는 피해예측함수를 개발하였다. 재해연보에서 강풍피해는 피해이력이 부족하여 태풍피해 중 침수가 발생하지 않은 사상, 풍랑피해 중 내륙지역 피해 등의 피해이력을 추가하여 피해이력을 확보하였다. 또한 지역적인 특성을 반영하기 위해 복구비, 인구수, 비닐하우스 면적, 농가수, 기상관측자료 등을 데이터베이스로 구축하여 적용하였다. 그리고 229개 시군구 지역을 8개 지역으로 군집화하고, 예측력 평가를 통해 피해예측함수의 프로토타입을 결정하였다. 본 논문에서는 전라지역을 대상으로 군집세분화 및 시군구 단위별 강풍피해예측함수를 개발하고 결론을 다음과 같이 도출하였다.

첫째, 본 연구를 통해 개발된 강풍피해예측함수식은 지역별로 피해규모를 예측하는데 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 둘째, 강풍피해예측함수는 기상청에서 제공되는 기상인자를 실시간으로 적용한 경우 단시간에 피해규모를 예측할 수 있다. 셋째, 추가적으로 시군구 단위의 피해이력이 지속적으로 업데이트 되고, 해당 데이터가 축적될 경우 피해예측함수의 신뢰도를 보다 향상시킬 수 있다.

향후 본 연구의 성과물을 확대하여 전라지역 뿐만 아니라 전국을 대상으로 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

Acknowledgment

본 연구는 행정안전부 재난예측및저감연구개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (MOIS-재난-2015-05)

References

- Choo, T. H., Kwak, K. S., Ahn, S. H., Yang, D. U., and Son, J. K. (2017a). Development for the Function of Wind Wave Damage Estimation at the Western Coastal Zone based on Disaster Statistics. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 18(2): 14-22.
- Choo, T. H., Yun, G. S., Kwon, Y. B., Park, S. J., and Kim, S. R. (2017b). Proposal for Wind Wave Damage Cost Estimation at the Southern Coastal Zone based on Disaster Statistics. *Journal of the Korea Contents Association*. 17(4): 267-274.
- Franklin, J. L., Black, M. L., and Valde, K. (2003). GPS Dropwindsonde Wind Profiles in Hurricanes and Their Operational Implications. *Weather and Forecasting*. 18(1): 32-44.
- Heneka, P., Hofherr, T., Ruck, B., and Kottmeier, C. (2006). Winter Storm Risk of Residential Structures? Model

- Development and Application to the German State of Baden-Württemberg. *Natural Hazards and Earth System Science*. 6(5): 721-733.
- Heneka, P. and Ruck, B. (2008). A Damage Model for the Assessment of Storm Damage to Buildings. *Engineering Structures*. 30(12): 3603-3609.
- Kim, B. J., Kim, H. K., Lee, S. L., and Yoo, J. E. (2006). On the Characteristics of the Damage and Occurrence of High Winds in Korea. *Magazine of the Korean Society of Steel Construction*. 18(3): 79-86.
- Kim, J. S. (2013). On the Characteristics of Damage Scale and Risk Management System by Strong Wind Speed of Typhoon. The Master's thesis of Inje University.
- Klawa, M. and Ulbrich, U. (2003). A Model for the Estimation of Storm Losses and the Identification of Severe Winter Storms in Germany. *Natural Hazards and Earth System Science*. 3(6): 725-732.
- Lee, S. I. (2013). Study on Damage Scale Prediction by Rainfall and Wind Velocity with Typhoon. The Master's thesis of Sunchon University.
- Ministry of Public Safety and Security (2016). The 2016 Annual Natural Disaster Report.
- Park, J. K., Jung, W. S., and Choi, H. J. (2008). The Study on the Strong Wind Damage Prediction for Estimation Surface Wind Speed of Typhoon Season (I). *Journal of Environmental Science International*. 17(2): 195-201.
- Seo, K. W. (2004). Disaster Characteristics Analysis at Busan Coastal Areas by Typhoon Maemi in 2003. *Journal of Ocean Engineering and Technology*. 18(2): 25-32.
- Song, C. Y. and Yang, B. S. (2016). Gale Disaster Damage Investigation Process Provement Plan According to Correlation Analysis between Wind Speed and Damage Cost -Centering on Disaster Year Book-. *Journal of the Korean Society of Safety*. 31(2): 119-126.
- Statistics Korea (2013). *Manual of Community Indicators*. Daejeon: Statistics Korea.
- Zhai, A. R. and Jiang, J. H. (2014). Dependence of US Hurricane Economic Loss on Maximum Wind Speed and Storm Size. *Environmental Research Letters*. 9(6): 064019.

Korean References Translated from the English

- 박종길, 정우식, 최효진 (2008). 태풍시기의 강풍피해 예측을 위한 지상풍 산정에 관한 연구(I). *한국환경과학회지*. 17(2):195-201.
- 서규우 (2004). 2003년 태풍 매미로 인한 부산 연안지역의 재해특성 분석. *한국해양공학회지*. 18(2):25-32.
- 송창영, 양병수 (2016). 풍속과 피해액 간 상관관계분석에 따른 강풍재해피해조사 프로세스 개선방안-재해연보를 중심으로. *한국안전학회지*. 31(2):119-126.
- 추태호, 곽길신, 안시형, 양다운, 손종근 (2017a). 재해통계기반 서해 연안지역의 풍랑피해예측함수 개발. *한국산학기술학회논문지*. 18(2):14-22.
- 추태호, 윤관선, 권용빈, 박상진, 김성률 (2017b). 재해통계기반 남해연안지역 풍랑피해액예측함수 제안. *한국콘텐츠학회논문지*. 17(4):267-274.