

풍속과 피해액의 상관관계 분석에 따른 강풍 피해예측 단순회귀모형 개발: 경상북도

A Simple Regression Model for Predicting the Wind Damage according to Correlation Analysis Between Wind Speed and Damage: Gyeongsangbuk-do

송 창 영* · 이 호 진** · 이 창 재***

Song, Chang-Young · Lee, Ho-Jin · Lee, Chang-Jae

요 약

최근 세계적으로 기후변화에 따라 자연재해에 의한 피해가 대형화, 가속화 되면서 이를 예측하고 대응할 수 있는 체계적이며 국내 특성을 반영할 수 있는 피해예측 시스템의 필요성이 제기되고 있다. 국내에서는 경험적 통계기반의 강우예측에 대한 연구가 주로 진행되었으며, 강풍에 대한 연구는 부족한 상황이다. 본 연구는 기존의 연구와는 달리 모델링을 통한 예측이 아닌 실제 발생한 강풍 피해 자료를 기반으로 풍속에 따른 피해액을 예측할 수 있는 강풍 피해예측 단순회귀모형을 개발하는 것을 목적으로 한다.

keywords : Storm and flood damage, gale, Damage Prediction, Regression function, 풍수해, 강풍, 피해예측, 회귀함수

1. 서 론

최근 세계적으로 기후변화 이슈가 부상하는 가운데 우리나라의 경우 기후변화는 지구 평균보다 빠르게 진행되고 있는 실정이다. 기온 및 강수량이 해마다 증가하면서 자연재해의 위험성이 상존해 있으며, 이러한 자연재해에 의한 피해가 대형화, 가속화 되면서 이를 예측하고 이에 대응할 수 있는 피해예측 시스템의 필요성이 제기되고 있다. 국내의 경우 자연재해에 의한 피해예측 연구는 경험적 통계기반의 강우예측에 대한 연구가 주로 진행되었으며, 재해발생 빈도와 피해규모가 작은 강풍의 경우는 피해예측에 대한 연구가 부족한 실정이다. 또한 국내의 경우 지역별 강풍 피해 표본수가 절대적으로 적기 때문에 피해예측 회귀모형 개발에 한계점이 존재한다.

본 논문의 연구방법은 다음과 같다. 첫째, 재해연보 상 강풍 피해 데이터를 분석한다. 둘째, 대상지역을 선정하며, 대상지역 군집화를 통해 강풍 피해 표본수를 확보한다. 셋째, 대상지역에 대한 풍속과 피해액의 상관관계 분석을 실시한다. 넷째, 강풍 피해예측 단순회귀모형의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 개선방향을 도출한다. 다섯째, 대상지역의 강풍 피해예측 단순회귀모형을 제시한다.

* 정회원 · 한국재난안전기술원 이사장 송창영 song4624@daum.net

** 한국재난안전기술원 주임연구원 lee@kids.re.kr

*** 한국재난안전기술원 선임연구원 raphael@kids.re.kr

2. 강풍 피해 현황 분석 및 대상지역 선정

강풍에 대한 피해현황 조사는 표 1의 내용과 같이 국민안전처에서 발행하는 재해연보를 바탕으로 2005년부터 2014년까지의 시군구 및 시설물별 피해액을 조사하였다. 해당 기간 동안 전국적으로 총 371건의 강풍 피해가 발생하였으며, 이 중 경상북도 지역이 54건으로 강풍에 의한 피해 발생 횟수가 많은 것으로 나타났다. 이에 따라 본 연구에서는 대상지역을 경상북도로 선정하였으며, 경상북도지역의 강풍과 피해액의 상관관계 분석을 통해 강풍 피해예측 단순회기모형을 도출하였다.

표 1 전국 17개 시도의 강풍에 의한 피해 발생 현황 (2005~2014년)

지역	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경상북도	경남	제주	총계
피해횟수	0	8	2	19	5	7	6	1	33	29	33	49	42	45	54	37	4	371

3. 경상북도 지역의 강풍과 피해액의 상관관계 분석

경상북도지역 시군구의 강풍에 의한 피해횟수는 0~4건으로 풍속-피해액의 상관관계를 분석하기에 표본수가 적어 회귀함수 개발에 있어 신뢰성 확보가 힘들다. 따라서 경상북도지역을 군집화 하여 경상북도지역 시군구의 풍속-피해액 상관관계 분석을 실시하였다. 신뢰성 있는 회귀함수를 도출하기 이전에 본 장에서는 재해연보상의 강풍에 의한 피해액 자료를 가공 없이 활용하여 대상지역으로 선정된 경상북도의 강풍과 피해액의 상관관계 분석을 실시하였다.

표 2의 내용과 같이 최대풍속과 최대순간풍속의 두 가지 경우를 고려하여 선형, 지수, 로그, 거듭제곱 회귀함수를 비교하였으며, 결정계수 R^2 값을 비교하여 풍속과 피해액의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 설명변수를 최대풍속으로 적용하였을 경우 지수함수에서 결정계수 R^2 값이 0.0683으로 가장 높게 나타났으며, 설명변수를 최대순간풍속으로 적용하였을 경우 선형함수에서 결정계수 R^2 값이 0.1283으로 가장 높게 나타났다.

표 2 경상북도의 회귀함수 종류 및 결정계수

시도	설명변수	함수	회귀함수	결정계수
경상 북도	최대풍속	선형	$y = 13146x - 2121.2$	$R^2=0.0229$
	최대풍속	지수	$y = 6032.9e^{0.1563x}$	$R^2=0.0683$
	최대풍속	로그	$y = 153116\ln(x) - 213624$	$R^2=0.0288$
	최대풍속	거듭제곱	$y = 865.63x^{1.5532}$	$R^2=0.0626$
	최대순간풍속	선형	$y = 18726x - 226955$	$R^2=0.1283$
	최대순간풍속	지수	$y = 2670.8e^{0.1262x}$	$R^2=0.1233$
	최대순간풍속	로그	$y = 347083\ln(x) - 880717$	$R^2=0.1145$
	최대순간풍속	거듭제곱	$y = 36.991x^{2.2964}$	$R^2=0.1060$

4. 경상북도 지역의 강풍 피해예측 단순회귀함수 도출

4.1 경상북도 지역의 강풍에 의한 피해 특성 분석

앞서 3장에서 강풍과 피해액의 상관관계 분석을 실시하였으며, 결정계수 R^2 값은 최대 0.1283으로 낮은 수치를 보인다. 이는 지역별 특성을 고려하지 않고 강풍과 피해액의 상관관계를 분석했기 때문이다. 즉, 지역별 좌표점(풍속, 피해액)의 차원이 상이하기 때문이다. 이를 해결하기 위해 그림 1의 내용과 같이 경상북도지역의 강풍에 의한 시설물 피해 현황을 분석하였다. 분석 결과 피해 유형 중 비닐하우스 피해가 전체 강풍피해의 64%를 차지하고 있음을 확인할 수 있다.

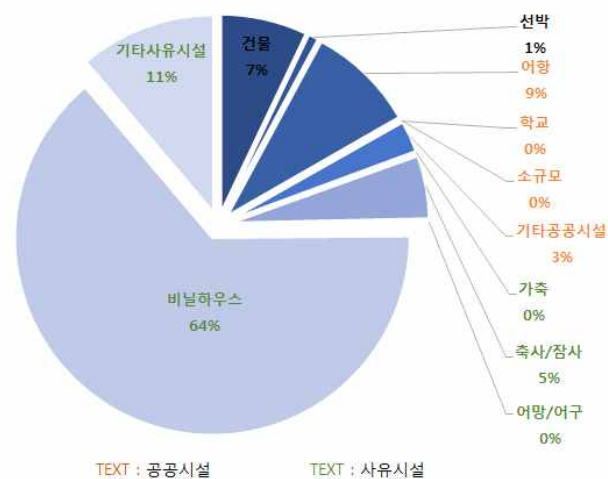


그림 1 경상북도 지역의 강풍에 의한 시설물 피해 현황

4.2 경상북도 지역의 비닐하우스 면적 조사 및 분석: 농림어업총조사(2010)

경상북도지역의 경우 강풍에 의한 시설물 피해 중 비닐하우스 피해가 전체의 64%를 차지하고 있기 때문에, 지역별 비닐하우스 면적 비율을 우선적으로 회귀함수 개발을 위한 지역지표로 활용하였다. 표 3은 지역별 비닐하우스 면적을 보여주고 있으며, 성주군이 $45.46km^2$ 로 비닐하우스 면적 값이 가장 크고 울릉군이 $0.23km^2$ 로 비닐하우스 면적 값이 가장 작은 것으로 나타났다.

표 3 경상북도 시군구별 비닐하우스 면적 (2010년 기준, 단위 : km^2)

시도	시군구	자동화비닐하우스 면적	일반비닐하우스 면적	합계(A)
경상 북도	포항시	0.07	6.08	6.15(B)
	경주시	0.39	5.68	6.07
	김천시	3.54	11.41	14.95
	안동시	0.75	10.69	11.44
	구미시	0.26	4.2	4.46
	영주시	0.06	2.21	2.27

표 4 경상북도 시군구별 비닐하우스 면적 (2010년 기준, 단위 : km^2) (계속)

시도	시군구	자동화비닐하우스 면적	일반비닐하우스 면적	합계(A)
경상 북도	영천시	0.29	2.61	2.9
	상주시	1.51	3.23	4.74
	문경시	0.14	1.99	2.13
	경산시	0.68	3.73	4.41
	군위군	0.59	2.26	2.85
	의성군	0.23	3.04	3.27
	청송군	0.07	0.8	0.87
	영양군	0.07	1.37	1.44
	영덕군	0.5	1.44	1.94
	청도군	0.16	3.88	4.04
	고령군	0.24	13.91	14.15
	성주군	0.58	44.88	45.46
	칠곡군	0.36	10.06	10.42
	예천군	0.16	10.56	10.72
	봉화군	0.36	7.56	7.92
	울진군	0.04	2.5	2.54
울릉군	0	0.23	0.23	

4.3 경상북도 지역의 강풍 단순회귀함수 도출: 지역별 비닐하우스 면적 적용

지역별 비닐하우스 면적 비를 각 시도에 적용하여 풍속-피해액 회귀함수를 도출하여 상관관계 및 경향성을 분석하였다. 최대풍속과 최대순간풍속 두 가지 경우를 고려하여 선형, 지수, 로그, 거듭제곱 회귀함수를 비교하였으며, 결정계수 R^2 값을 비교하여 상관관계를 분석하였다. 표 4는 지역별 비닐하우스 면적 비의 적용에 따른 경상북도 지역의 최대풍속과 피해액, 최대순간풍속과 피해액의 상관관계를 보여준다. 그 결과 최대풍속-피해액 및 최대순간풍속-피해액 모두에서 결정계수 R^2 값이 향상된 것을 확인 할 수 있다. 설명변수를 최대풍속으로 적용하였을 경우 선형함수에서 결정계수 R^2 값이 0.1606으로 가장 높게 나타났으며, 설명변수를 최대순간풍속으로 적용하였을 경우 선형함수에서 결정계수 R^2 값이 0.3258로 가장 높게 나타났다.

표 5 경상북도 풍속-피해액 상관관계 분석 결과

시도	설명변수	함수	회귀함수 (경북지역 기준함수)	결정계수 (비닐하우스 면적 미적용)	결정계수 (비닐하우스 면적 적용)
경상 북도	최대풍속	선형	$y = 64439x - 504841$	$R^2=0.0229$	$R^2=0.1606$
	최대풍속	지수	$y = 6588.7e^{0.1725x}$	$R^2=0.0683$	$R^2=0.0982$
	최대풍속	로그	$y = 532546\ln(x) - 1000000$	$R^2=0.0288$	$R^2=0.1018$
	최대풍속	거듭제곱	$y = 931.01x^{1.6348}$	$R^2=0.0626$	$R^2=0.0818$
	최대순간풍속	선형	$y = 55193x - 903164$	$R^2=0.1283$	$R^2=0.3258$
	최대순간풍속	지수	$y = 2209.5e^{0.1491x}$	$R^2=0.1233$	$R^2=0.2028$
	최대순간풍속	로그	$y = 841553\ln(x) - 2000000$	$R^2=0.1145$	$R^2=0.1967$
	최대순간풍속	거듭제곱	$y = 17.695x^{2.6354}$	$R^2=0.1060$	$R^2=0.1646$

표4에 나타나있는 경상북도 지역의 피해예측 기준함수는 지역별 비닐하우스 면적을 적용하여 차원이 다른 표본들을 동일한 차원으로 근접화 시켜 도출한 회귀함수로서 실제 경북지역의 강풍에 의한 피해액을 보여주지 못한다. 따라서 기준함수에 지역별 비닐하우스 면적을 곱하여 아래의 수식(1)과 수식(2)와 같이 지역별 강풍 피해예측 단순회귀함수를 도출하였다.

$$\text{선형회기함수} : y = VH_i \times (55193x - 903164) \quad (1)$$

$$\text{지수회기함수} : y = VH_i \times (2209.5e^{0.1491x}) \quad (2)$$

- x : 최대순간풍속
- VH_i : 지역별 비닐하우스 면적 (단위 : km^2)
- y : 피해액

5. 결론

강풍에 의한 재해를 효율적으로 관리하기 위해서는 이를 예측하고 신속하게 대응하기 위한 체계적인 피해예측 시스템이 필요하다. 국내의 경우 강풍에 의한 재해는 지역별 피해액 표본수가 절대적으로 부족하기 때문에, 국민안전처에서 제공하고 있는 피해액 표본을 그대로 활용할 경우 신뢰성 있는 단위 시·군·구의 피해예측함수 개발에 한계가 있다.

본 연구에서는 부족한 표본수를 확보하기 위해 경상북도 지역의 표본을 군집화를 통해 표본수를 확보하였으며, 단순회기모형의 신뢰성 향상을 위해 강풍에 의한 시설물 피해 중 가장 큰 비율을 차지하고 있는 지역별 비닐하우스 면적을 적용하여 강풍과 피해액의 상관관계 분석을 실시하였다. 그 결과 본 논문에서 제시한 8개 유형(풍속-회기함수)에서 모두 결정계수 R^2 값이 증가하는 것으로 나타났다. 추가적인 강풍 피해예측 함수의 신뢰성 확보를 위해서는 지역 특성을 반영하고 있는 요소들에 대한 인벤토리 구축이 필요하다.

향후 본 연구에서 사용하는 지역별 강풍 피해예측 회귀함수의 도출 방법은 다양한 영역에서 군집화를 통한 함수개발의 기초자료로서 활용될 수 있다.

감사의 글

본 연구는 정부(국민안전처)의 재원으로 자연재해저감기술개발사업단의 지원을 받아 수행된 연구임 [MPSS-자연-2015-79]

참고문헌

- 송창영, 양병수 (2016) 풍속과 피해액 간 상관관계분석에 따른 강풍재해피해조사 프로세스 개선방안 -재해연보를 중심으로-, 한국안전학회학회 논문집, 31-2, pp.119~126.
- 송창영, 이종훈 (2016) 강풍 피해에 따른 피해비용의 효율적인 산정을 위한 분류체계 개발, 한국안전학회 학회논문집, 31-2, pp.127~132.
- Yoon J. W., Lee Y. H., Lee H. C., Ha J. C., Lee H. S. and Chang D. E. (2007), Wind Prediction with a Short-range Multi-model Ensemble System”, *Journal of the Korean Atmospheric Sciences*, Vol. 17, No. 4, pp. 327-337.
- Zhai A.R. and Jiang J.H. (2014), Dependence of US Hurricane Economic Loss on Maximum Wind Speed and Storm Size, *Environmental Research Letters*, Vol. 9, No 6, pp. 1-24.
- 국민재난안전포털, <https://www.safekorea.go.kr/>
- 기상청, <http://www.kma.go.kr/index.jsp>
- 국민안전처, 재해연보, 2005~2014