

ORIGINAL ARTICLE

## 공공 및 산업시설 피해에 영향을 미치는 태풍의 최대풍속 도출

정우식\*

인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터

### An Estimation of Extreme Wind Speed of Typhoon Affecting the Damage of Public and Industrial Facilities

Woo-Sik Jung \*

Department of Atmospheric Environment Information Engineering/Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 621-749, Korea

#### Abstract

There were 35 typhoons affecting Korean Peninsula from 1999 to 2009(The average annual number of typhoon is 3.18). Among these typhoons, the number of typhoon passing through the Yellow sea, the Southern sea and the East sea were 14, 6 and 15 respectively. Wind speed on the height of 10 m can be finally estimated using the surface roughness after we calculate wind speed on the height of 300 m from the data on the surface of 700 hPa. From the wind speeds on the height of 10 m, we can understand the regional distributions of strong wind speed are very different according to the typhoon tracks. Wind speed range showing the highest frequency is 10~20 m/s(45.69%), below 10 m/s(30.72%) and 20~30 m/s(17.31%) in high order. From the analysis of the wind speed on the height of 80 m, we can know the number of occurrence of wind speed between 50 and 60 m/s that can affect wind power generation are 104(0.57%) and those of between 60 and 70 m/s that can be considered as extreme wind speed are even 8(0.04%).

**Key words** : Extreme wind, Typhoon, Wind power, Damage

#### 1. 서론

태풍이 한반도에 영향을 미치는 기간 동안에 발생하는 피해는 크게 인명 피해와 재산 피해로 구분할 수 있으며, 최근 들어 태풍 시기 방재활동의 중요성이 부각됨에 따라 인명피해는 점차 감소하고 있으나, 재산 피해는 여전히 사회적 문제로 남아 있다. 태풍에 의해 발생하는 재산 피해의 원인에는 여러 가지가 있겠으나, 특히 태풍에 동반된 강한 바람은 주택과 건물 및 대규모 공공 산업시

설 등에 큰 손상을 줄 수 있다. 이러한 피해는 결과적으로 국민의 안전과 재산을 위협하게 되므로, 태풍에 의해 발생하는 극한의 강한 풍속에 관한 연구의 필요성은 점차 높아지고 있다. 또한 향후 기후변화로 인해 열대 해수면의 수온상승과 더불어 태풍(허리케인), 열대성 저기압과 같은 열대 폭풍의 위력이 강화될 것으로 예측되고 있어(IPCC, 2007), 미래에도 태풍에 의해서 발생하는 강풍에 의한 피해가 증가할 것으로 예상된다. 실제 한반도 주변의 수온이 전 세계 평균 증가율보다 빠른 속도로 증가

Received 10 August, 2015; Revised 31 August, 2015;

Accepted 1 September, 2015

\*Corresponding author : Woo-Sik Jung, Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 621-749, Korea  
Phone: +82-55-320-3932  
E-mail: wsjung1@inje.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하고 있어(Moon et. al., 2010), 태풍에 동반될 강풍 및 호우로 인하여 발생할 수 있는 피해의 규모 역시 대규모화 될 가능성이 높아지고 있다(Kim et. al., 2006).

태풍에 의해서 영향을 받게 되는 여러 가지 대규모 산업시설 중에서 풍력발전과 같이 강풍에 의해 큰 영향을 받는 산업시설의 경우, 체계적으로 조사되고 분석된 극한의 개념을 가진 강풍 정보를 이용한다면, 태풍과 같이 강풍을 동반하는 악기상 피해에 대한 대비전략을 효율적으로 마련할 수 있게 될 것이다. 뿐만 아니라, 풍력발전은 기후변화와 에너지 고갈이라는 현 사회 문제를 해결하기 위해 제시되고 있는 경제적이고, 친환경적인 방법이며, 이미 국내에서는 실용화 단계로서 여러 지역에서 풍력발전단지가 운영되고 있고 향후 더 많은 풍력발전단지의 건설 및 운영이 이루어질 것으로 예상되고 있다(Lee et. al., 2011).

따라서 본 연구에서는 최근 우리나라에 영향을 미친 태풍 기간에 국내에서 발생한 극한개념의 강풍(최대풍)의 지역별 분포를 파악해 보고자한다. 이를 위해 연구 대상기간을 설정하여 각 태풍 사례에 대하여 80 m 고도에서의 극한 풍속 분포 및 극한 풍속 발생빈도를 제시하고자 하였다.

## 2. 자료 및 방법

### 2.1. 연구자료

본 연구에서는 태풍에 의해서 발생하는 극한 풍속을 산정하기 위해서 1999년부터 2009년까지 11년간, 한반도에 영향을 준 태풍을 연구의 대상으로 설정하였다. 연구대상지역은 서해와 남해, 그리고 동해를 포함한 남한의 육상 및 해역전반으로 하였다. 태풍의 중심 위·경도와 진로를 포함한 자료는 동일한 연구기간(1999~2009년) 동안 Regional Specialized Meteorological Centre-Tokyo Typhoon Center(RSMC)의 Best track을 사용하였다. 또한 모형을 통해 추정되는 태풍에 의해서 발생하는 극한 풍속 산정을 위한 자료는 기상청에서 제공하는 수평해상도 30km의 RDAPS(Regional Data Assimilation and Prediction System) 자료(Fig. 1)를 사용하였으며, 80 m 고도에서의 극한 풍속을 산정하는데 필요한 지표 거칠기 자료는 United States Geological Survey(USGS) 자료를 이용하였다. 그리고 한반도에 영향을 준

태풍을 선정하기 위해서 연구대상지역 전 영역의 지상 및 상층기상관측자료를 사용하였으며, 특히 강수량 자료는 기상청의 기상관측소(69개 지점)에서 관측된 1시간 누적 강수량 자료를 사용하였다.

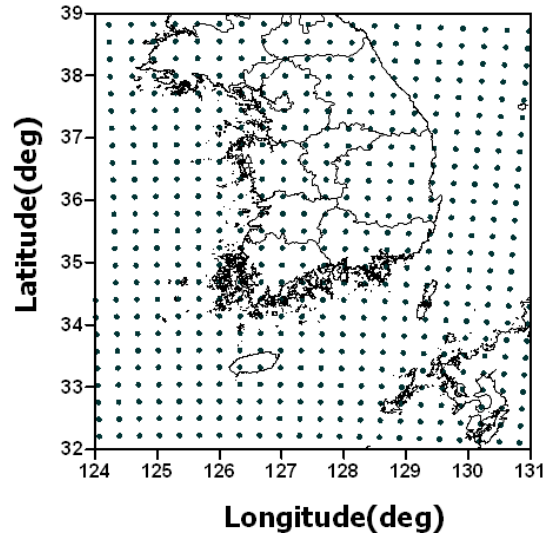


Fig. 1. Domain for estimation of extreme wind speed

### 2.2. 연구방법

Fig. 2에서 제시하는 바와 같이 태풍에 의해 발생하는 지상 및 80 m 고도에서의 극한 풍속을 산정하는 과정은 총 3단계로 구성되어 있다.

첫 번째 단계는 태풍의 중심 위·경도, 기압, 한반도 내 지상관측지점의 강수량 자료를 이용하여 한반도에 영향을 준 태풍을 선정하는 과정이다. 두 번째 단계는 첫 번째 단계에서 선정된 각각의 태풍을 대상으로 지상 10 m 고도에서의 극한 풍속을 추정하는 단계로 기본 과정은 Franklin et al.(2003)과 FDFS(2005)의 연구 결과를 참고하였다. 태풍 시기 태풍의 눈(eye) 주변에 나타나는 풍속의 연직 구조는 관측 결과 일반적인 기상 상태에서의 풍속과 달리 700 hPa 고도에서 지상으로 갈수록 점차 증가하여 500 m 고도에서 최대를 이루었다가, 300 m 이하에서는 고도가 낮아질수록 점차 감소하는 모습을 보인다(Flanklin et al., 2003). 이에 따라, 700 hPa 고도의 풍속으로 300 m 고도의 풍속을 추정할 후 지표면의 거칠기를 고려하여 지상 10 m에서 발생 가능한 극한 풍속을 추정하게 된다(Flanklin et al., 2003). 이상의 상세한 수식

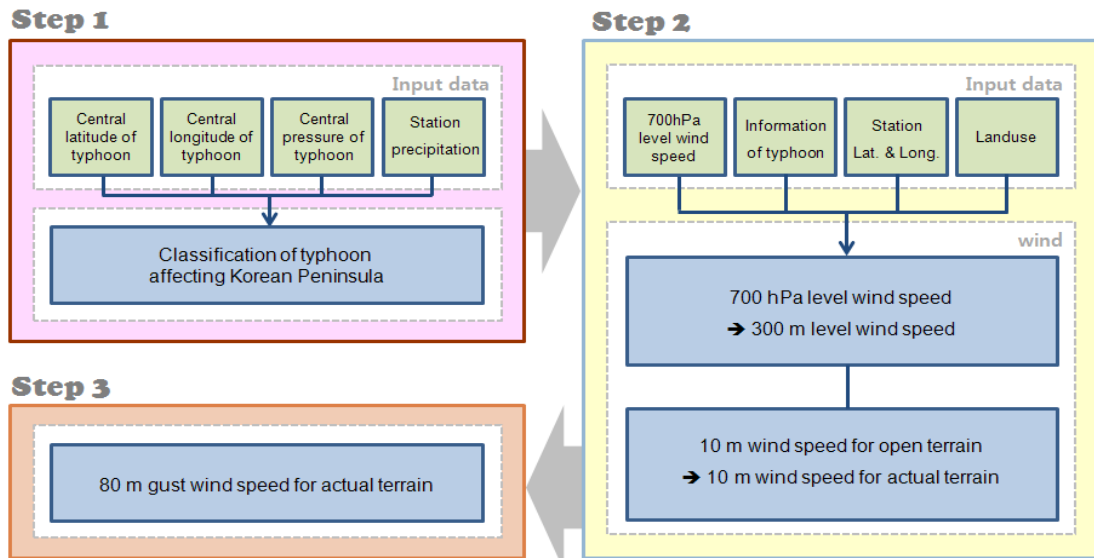


Fig. 2. Flow chart of this study.

적 유도과정은 내용이 방대하고 선행연구(Park et al., 2008; Jung et al., 2010; Kim, 2012)에서 상세히 소개 하였으므로, 여기서는 구체적 내용 제시를 생략하였다. 상세한 유도과정은 선행연구를 참조하기 바란다. 세 번째 단계에서는 두 번째 단계에서 도출된 지상 10m 고도에서의 풍속을 고려하여 풍력발전과 관련된 주요 고도인 80 m 고도에서의 풍속을 산정하였다. 이때 사용된 방정식은 식 (1)과 같다. 식 (1)에서 U는 높이 z에서의 풍속 (m/s), k는 카르만 상수(=0.41), z<sub>0</sub>는 표면조도(m), z는 풍속을 환산하고자 하는 고도(m)이다. 그리고 u\*는 마찰 속도로서 식 (2)을 이용하여 산정할 수 있다.

$$U = \frac{u^*}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad (1)$$

$$u^* = \frac{0.4 v_a}{\ln(10/z_0)} \quad (2)$$

이상의 과정을 거쳐서 각 태풍 사례별로 산정된 극한 풍속은 태풍이 한반도에 영향을 줄 때, 지상에서 발생 가능한 최대풍속을 의미한다. 즉, 태풍기간동안 남한의 해상과 육상 전역에서 발생가능한 극한 풍속의 의미를 가진다.

따라서 본 연구에서는 태풍이 한반도에 영향을 준 기간을 대상으로 태풍에 의해서 발생하는 극한 풍속의 전국 분포를 나타내었다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 한반도에 영향을 준 태풍 선정

본 연구에서는 Park 등(2006)의 연구에서 제시한 정의와 방법을 이용하여 1999년부터 2009년까지 한반도에 영향을 준 태풍을 선정하고 강수량이나 바람 등의 자료로 재검증하여, 본 연구의 목적에 맞도록 분석을 수행하였다.

Park 등(2006)의 연구에서 한반도에 영향을 준 태풍을 선정하는 기준을 보면, 북태평양 서쪽 해상에서 발생하여 25°N을 지나면서 110°E~140°E 사이를 통과하는 태풍 중에서 한반도에 직접 상륙하거나 중국, 일본 등을 거치면서 영향을 준 태풍, 그리고 태풍의 중심이 120°E~135°E 사이에 있는 경우를 한반도에 영향을 준 태풍으로 정의하고 있다. 또한 태풍의 경로가 중국과 일본을 거치면서 한반도에 영향을 주는지에 대한 판단이 모호한 경우에는 태풍 시기의 강수 자료를 분석하여 태풍의 진로와 근접한 지역의 평균 강수량이 100 mm이거나 특정

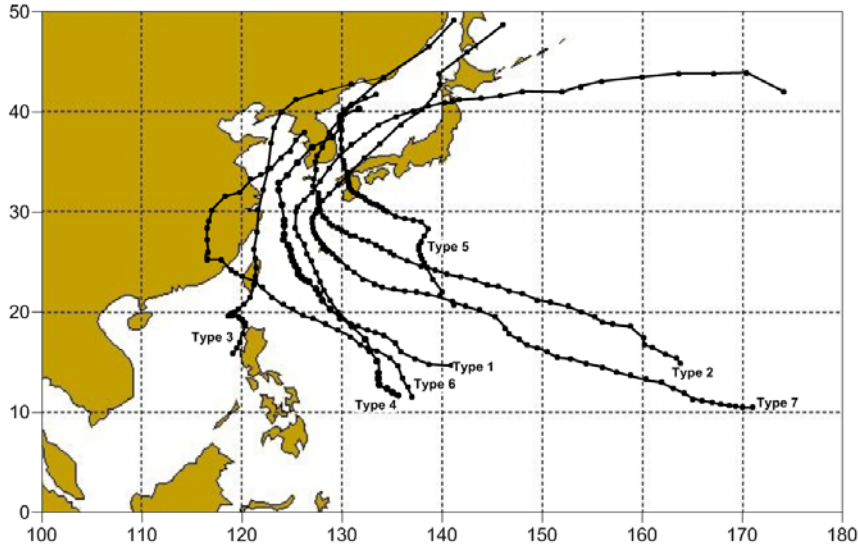


Fig. 3. Types of typhoon track affecting the Korean Peninsula.

지역의 최고 강수량이 250 mm 이상의 강수가 있었을 경우를 한반도에 영향을 미친 태풍으로 분류하고 있다. 또한 태풍의 중심위치에 따라서 지상일기도 상에서 한반도에 나타나는 풍향이 태풍에 의한 바람의 영향을 받은 것으로 판단된 경우 한반도에 영향을 준 태풍으로 정의하고 있다.

본 연구에서도 이러한 기준을 참고하여 1999년부터 2009년까지 한반도에 영향을 준 태풍을 선정한 결과, 총 35개의 태풍이 한반도에 영향을 준 것으로 나타났다. 즉, 연 평균 3.18개의 빈도로 태풍이 한반도에 영향을 준 것으로 나타났다. 연구 대상기간 동안 1999년에는 모두 7개의 태풍이 한반도에 영향을 준 반면에, 2009년에는 한

Table 1. Types of typhoon track affecting the Korean Peninsula(1999-2009)

Type	Characteristics	Typhoon name
The western sea	1 Move to northward in the Yellow Sea and landing the west coast	Neil(9905), Olga(9907), Ann(9917), Prapiroon(0012), Rammasun(0205)
	3 Move to northward in the Yellow Sea and lading the China or Bo Hai	Paul(9908), Kai-tak(0004), Fengshen(0209)
	6 Pass along the China and affecting the Korean Peninsula	Sam(9910), Dan(9920), Bilis(0010), Chebi(0102), Mindulle(0407), Kalmaegi(0807)
The southern sea	2 The typhoon go on the shore of southern coast	Saomai(0014), Nakri(0208), Rusa(0215), Maemi(0314), Ewiniar(0603), Nari(0711)
The eastern sea	4 Pass along the Straits of Korea and go through a northern east sea	Bolaven(0006), Soudelor(0306), Megi(0415),
	5 Passalong the Japan and move to northward in the East Sea	Namtheun(0410), Wukong(0610)
	7 Pass along the Japan and affecting the Korean Peninsula	Bart(9918), Pabuk(0111), Linfa(0304), Etau(0310), Chaba(0416), Songda(0418), Nabi(0514), Shanshan(0613), Usagi(0705), Man-yi(0704)

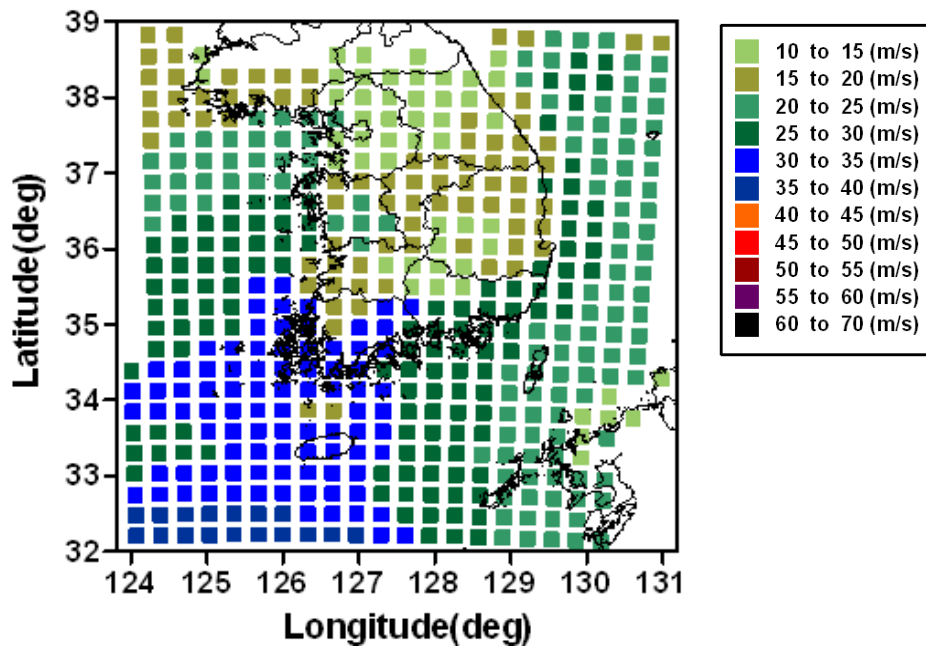


Fig. 4. Distribution of extreme wind speed estimated by typhoon ramasun at 10 m level.

반도에 영향을 준 태풍이 없었다.

1999년부터 2009년까지 한반도에 영향을 준 태풍의 경로는 Park 등(2006)의 연구를 참고하였다. 이 연구에서는 한반도에 영향을 준 태풍의 경로를 7개 경로로 구분하고 있다(Fig. 3). 본 연구에서는 선행연구에서 제시한 7개의 경로를 참고하여 태풍이 한반도의 서해, 남해, 동해권역을 통과한 경로로 구분하여 재분류해 보았다(Table 2). 본 연구의 대상기간동안 한반도에 영향을 준 태풍의 경로를 권역별로 분류해 보면, 서해를 통과하는 태풍은 총 14개로 기존 선행연구에서 구분 태풍 경로의 유형 1,3,6이 이에 포함된다. 남해를 통과하는 태풍은 총 6개로 기존 선행연구에서 구분된 경로 유형의 2가 이에 해당하고, 동해를 통과하는 태풍은 총 15개로 선행연구에서 구분된 태풍 경로 유형의 4,5,7이 이에 해당한다.

### 3.2. 10 m 고도에서의 극한 풍속

한반도에 영향을 준 태풍의 경로는 선행연구의 결과를 참조하여, 앞서 설명한 바와 같이, 본 연구에서는 서해, 남해, 동해를 지나간 태풍으로 3개의 권역으로 구분하였다.

여기서는 각각의 권역을 지나간 태풍 중에서 비교적 강풍현상이 뚜렷했던 대표 태풍을 대상으로 극한풍속의 분포도(Fig. 4~6)를 제시하였다.

본 연구에서 제시된 극한 풍속 분포도에서 각 격자별 풍속정보는 태풍이 한반도에 영향을 주기 시작한 시점(기상청 발표 기준)부터 한반도가 태풍의 영향권에서 벗어난 시점(기상청 발표 기준)까지의 기간 동안의 정보를 사용하여 산정된 각 시간대별 풍속 중에서 최대의 풍속(극한 풍속)을 나타낸 것이다.

연구기간 동안 서해를 통과한 14개의 태풍 중에서 대표적인 태풍 라마순 (Ramasun)이 한반도에 영향을 준 기간(2002년 7월 4일 ~ 7월 6일) 동안 나타났던 지상 10 m 고도에서의 극한 풍속분포를 Fig. 4에 나타내었다. 태풍 라마순이 한반도에 영향을 끼친 기간 동안 발생한 각 격자별 극한 풍속 분포도를 보면, 바다와 육지를 포함한 남한 전역에서 가장 강한 극한 풍속은 37.34 m/s 로 나타났다. 그리고 극한 풍속의 분포를 살펴보면, 남해와 동해에 비해 남서해안과 남서해 먼 해상을 중심으로 강한 풍속대가 발생하고 있으며 서해를 제외한 남해와 동해상에서도 내륙보다는 강한 풍속이 나타나고 있다. 내륙 지역

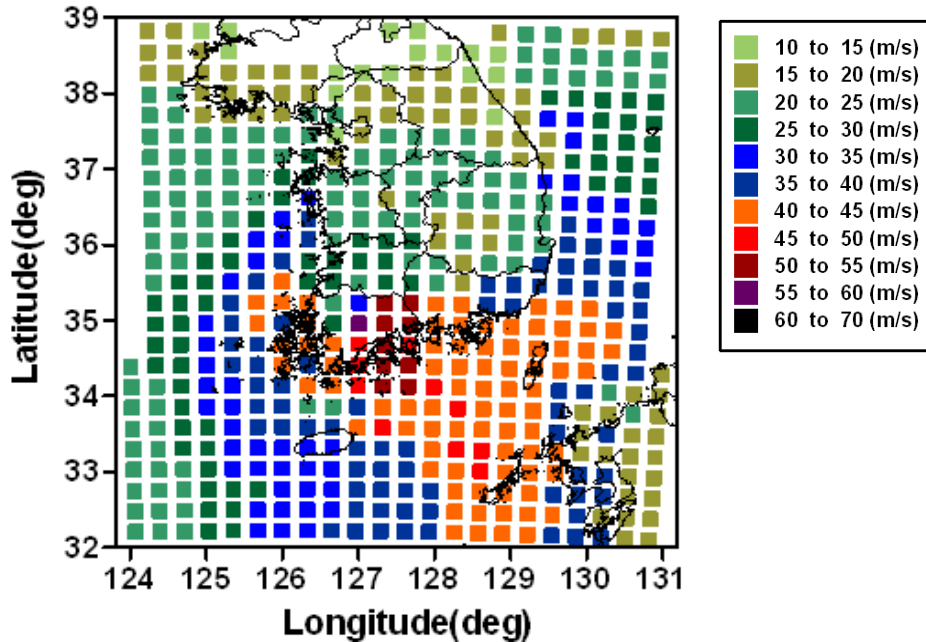


Fig. 5. Distribution of extreme wind speed estimated by typhoon rusa at 10 m level.

의 풍속 분포는 남한 전역에서 10 m/s 이상의 풍속이 발생하지만, 위도가 높아질수록 극한 풍속이 감소하는 경향을 보이고 있다.

연구기간 동안 남해를 통과한 6개의 태풍 중에서 바람이 강했던 대표적인 태풍인 루사(Rusa)가 우리나라에 영향을 준 기간(2002년 8월 30일 ~ 9월 1일)동안 극한 풍속의 분포는 Fig. 5에 나타내었다. 그림을 보면, 지상 10 m 고도에서의 가장 강한 풍속은 55.25 m/s 로 나타났으며, 남해안 주변 지역에서는 50 m/s 이상의 강한 풍속이 비교적 넓은 범위에 걸쳐 나타났다. 이는 앞서 살펴본 태풍 라마순에 비해 약 18 m/s 이상 강한 풍속이며, 라마순의 경우 가장 강한 풍속이 남서해 먼 해상에서 발생하였지만 루사의 경우에는 남해안에서 가장 강한 풍속이 발생하여 상대적으로 더 큰 피해가 나타났던 것으로 파악된다. 그리고 극한 풍속은 내륙으로 갈수록 점차 약화되었다.

연구기간 동안 동해를 통과한 15개의 태풍 중에서 바람이 강했던 태풍 매기(Megi)가 우리나라에 영향을 준 기간(2004년 8월 17일 ~ 8월 19일)동안의 극한 풍속 분포는 Fig. 6에 나타내었다. 그림을 보면, 지상 10 m 고도

에서의 가장 강한 풍속은 50.89 m/s 로 나타났으며, 루사에 비해 5 m/s 정도만 낮게 나타났지만, 강한 극한 풍속의 발생지역이 일본 근해로 나타났고, 한반도 근해의 경우 주로 30~40 m/s의 강한 풍속이 분포하고 있음을 볼 수 있다. 매기의 경우에도 내륙에 비해서 해상의 강한 풍속이 높게 나타난다는 것은 앞서 살펴본 두 사례와 동일하지만 내륙의 풍속 분포는 라마순이나 루사에 비해서 다소 약하게 나타나고 있다. 반면 앞서 두 태풍의 동해상에는 강한 풍속이 나타나지 않았지만 동해를 통과하는 매기는 남동해상을 중심으로 강한 풍속이 나타나고 있다.

이상의 결과를 통해서 한반도에 영향을 미치는 태풍의 경우에도 태풍의 경로가 서해, 남해, 동해를 통과하는 경우에 따라 강풍대의 전체적인 분포는 다르게 나타난다. 그러나 태풍의 경로가 다르다고 하더라도 해상이 내륙에 비해서 극한 풍속이 강하게 나타나고, 내륙 내에서도 위도가 높은 지역에서의 극한 풍속이 약하게 나타나는 것은 동일한 결과였다.

연구대상 기간 동안 발생한 35개의 태풍에 대해서 지상 10 m 고도에서 각 격자지점별로 발생한 강풍의 발생 빈도를 조사한 결과(Table 2), 가장 높은 빈도를 나타낸

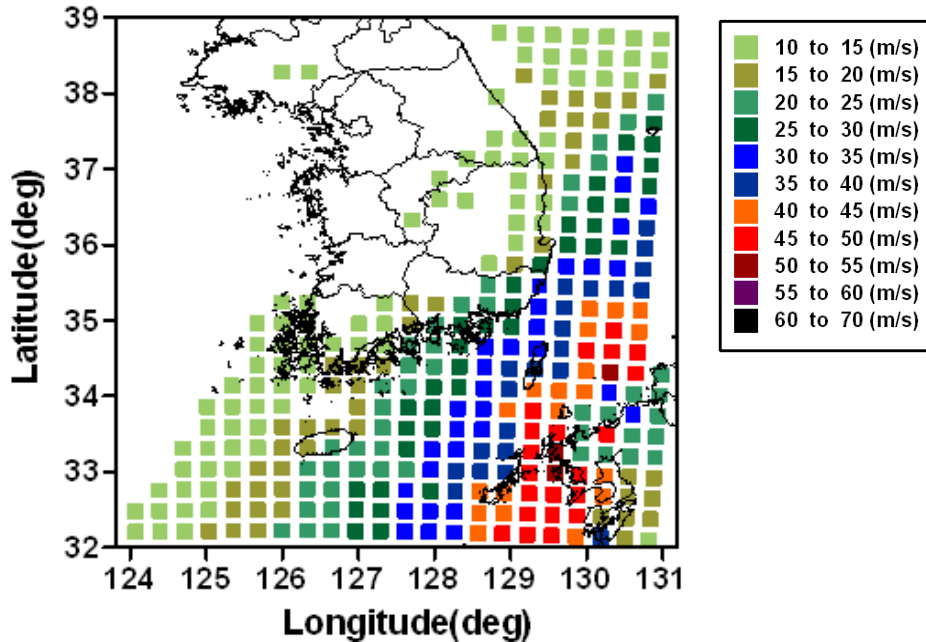


Fig. 6. Distribution of extreme wind speed estimated by typhoon meggi at 10 m level.

풍속 구간은 10~20 m/s로 총 8,284회가 발생하여 전체의 45.69%를 차지하였다. 두 번째로 높은 빈도를 나타낸 것은 10 m/s 이하로 전체의 30.72%였고, 세 번째로 높은 빈도를 나타낸 것은 20~30 m/s로 전체의 17.31%였다. 반면에 50~60 m/s에 해당하는 극한 풍속은 11년의 기간 중 단 23회만 발생하였고, 이는 전체의 0.31%에 해당하며, 한반도에 영향을 미치는 태풍 중에서도 태풍의 강도가 높은 태풍에서만 발생하였다.

Fig. 7은 연구대상 기간 동안 발생한 35개의 태풍 전부에 대해서 각 태풍이 한반도에 영향을 미치기 시작한

시간부터 소멸한 시간까지의 전체 자료를 대상으로 산정된 각 격자별 최대풍속을 나타낸 것이다. 그림을 보면, 최근 10년간 발생한 태풍 중에서 한반도에 영향을 미친 태풍의 경우, 우리나라의 남해 중부 및 동남해역과 남부 연안내륙지역이 더욱 강한 바람의 영향을 받은 것을 알 수 있다.

### 3.3. 80 m 고도에서의 극한 풍속

본 연구에서 제시하는 극한 풍속을 풍력발전기에 활용하기 위해서 풍력발전시 중요한 의미를 가지는 지상 80 m 고도에서의 극한 풍속 정보를 도출하고자 하였다. 이

Table 2. Frequency table of extreme wind speed at 10 m level

Class	Wind speed(m/s)	N	%
1	~10	5,570	30.72
2	10~20	8,284	45.69
3	20~30	3,139	17.31
4	30~40	906	5.00
5	40~50	208	1.15
6	50~60	23	0.31
Total		18,130	100.00

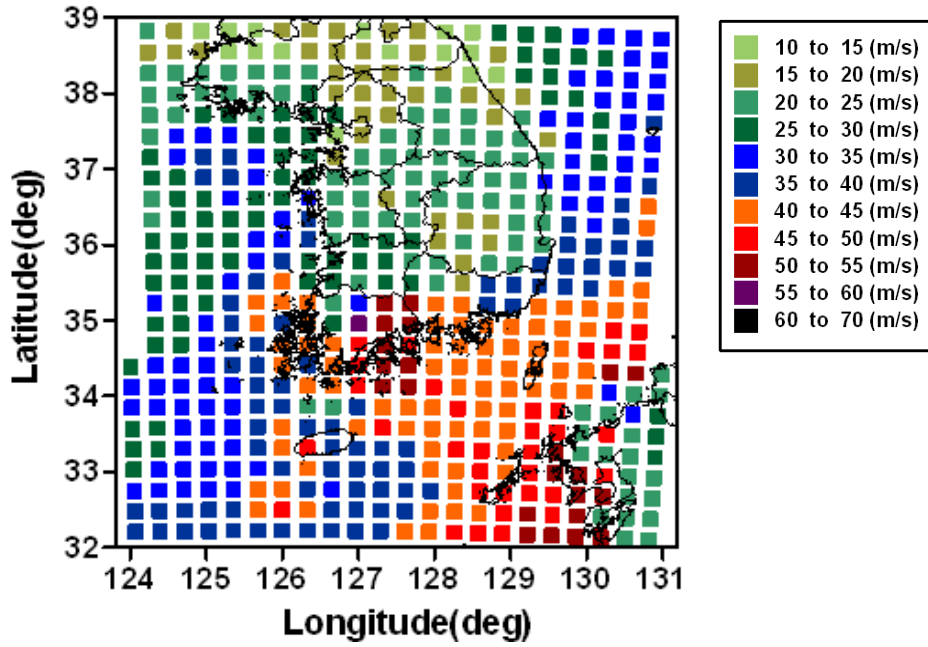


Fig. 7. Distribution of extreme wind speed estimated by typhoon at 10 m level (1999-2009).

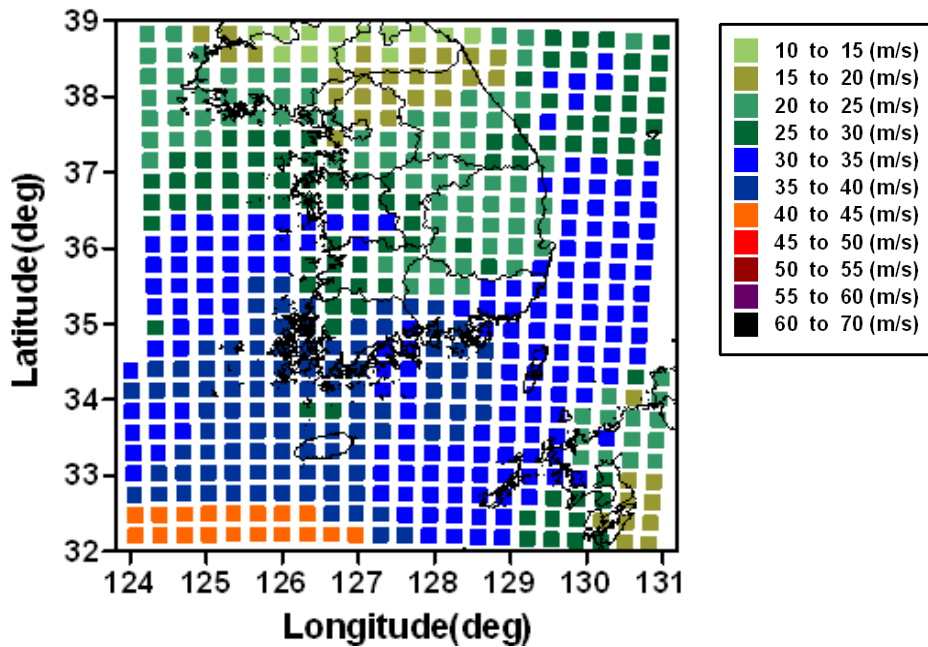


Fig. 8. Distribution of extreme wind speed estimated by typhoon rammasun at 80 m level.



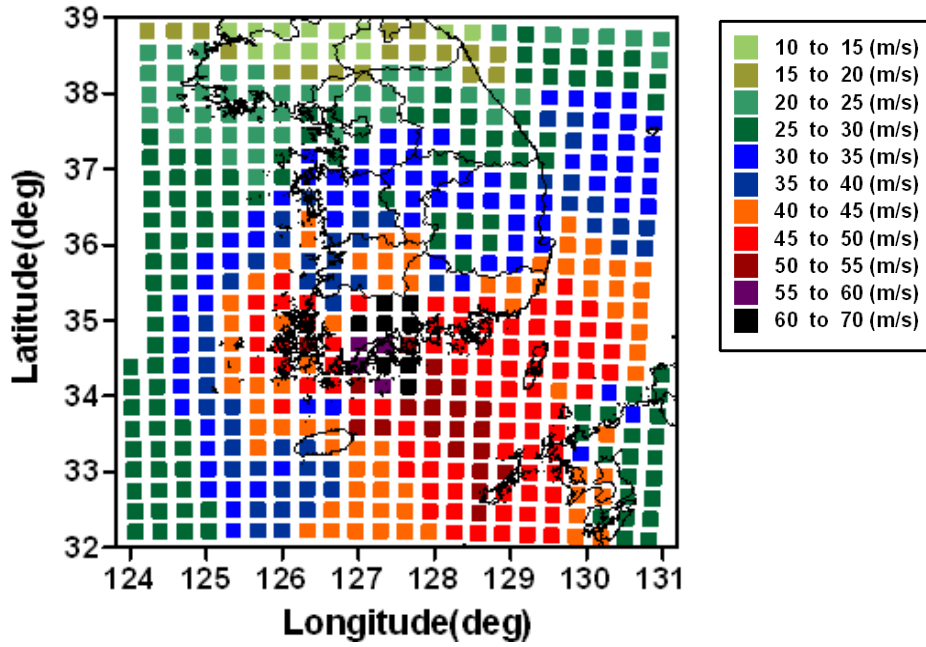


Fig. 9. Distribution of extreme wind speed estimated by typhoon rusa at 80 m level.

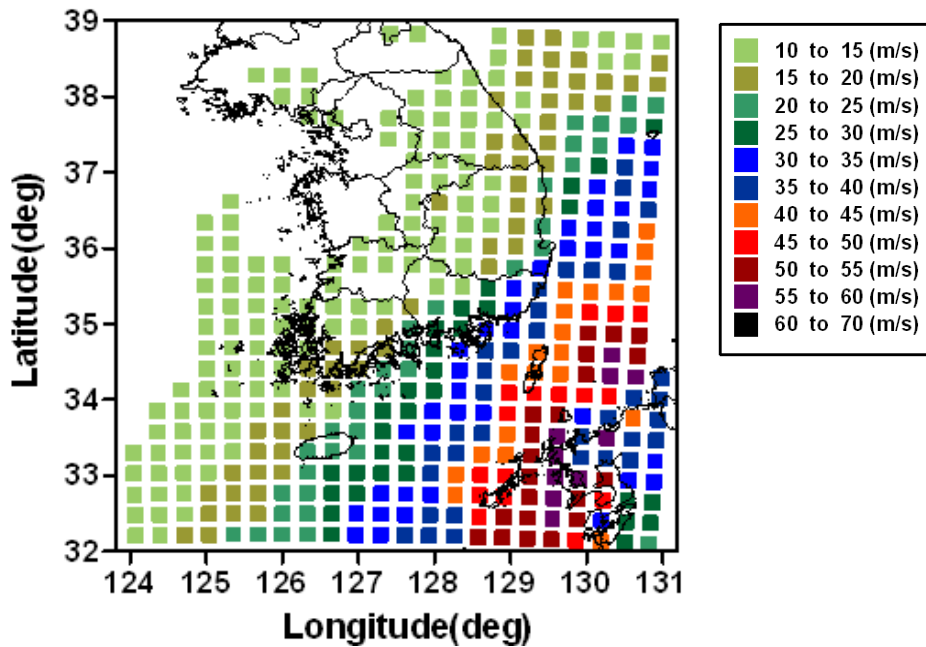


Fig. 10. Distribution of extreme wind speed estimated by typhoon megi at 80 m level.

**Table 4.** Frequency table of extreme wind speed at 80 m level

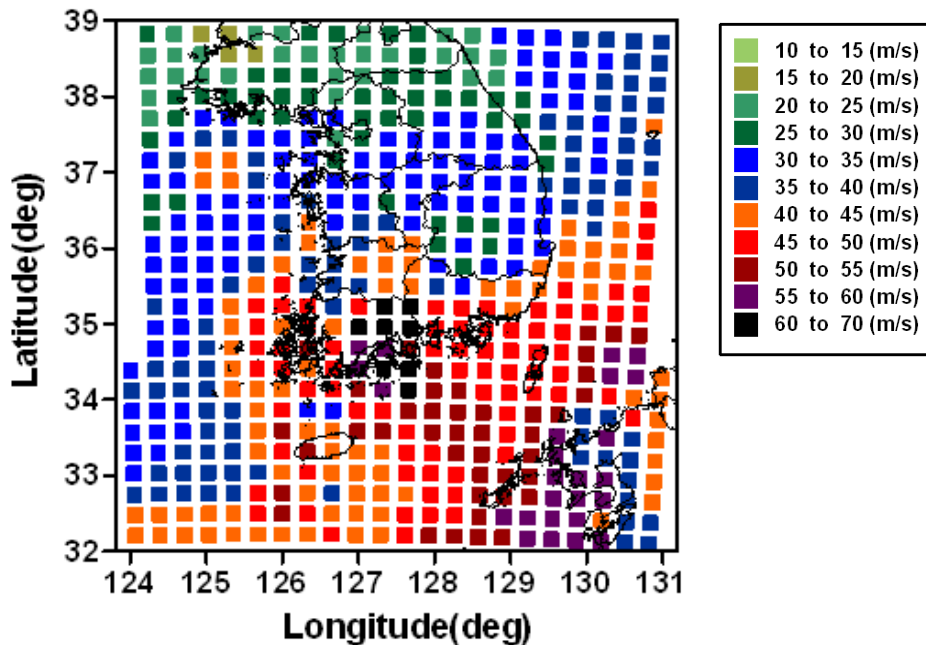
Class	Wind speed(m/s)	N	%
1	~10	3,341	18.43
2	10~20	8,305	45.81
3	20~30	4,361	24.05
4	30~40	1,591	8.78
5	40~50	420	2.32
6	50~60	104	0.57
7	60~70	8	0.04
Total		18,130	100.00

에 따라 본 연구에서는 앞서 산정된 지상 10 m 고도에서의 극한 풍속 정보를 이용하여 지상 80 m 고도에서의 극한 풍속을 도출하였다.

그 결과, 서해를 통과했던 태풍 라마순이 한반도에 영향을 미치는 기간 동안 발생한 지상 80 m 고도에서의 극한 풍속을 살펴보면(Fig. 8), 지상 10 m 고도와 동일하게 해상에서의 풍속이 내륙에서보다 더 높게 나타났으며, 40 m/s 이상의 강한 극한 풍속은 서해 연안보다는 서해면 해상에서 집중적으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

남해를 통과했던 태풍 루사의 경우(Fig. 9), 지상 80 m 고도에서의 극한 풍속 분포를 살펴보면, 남해안뿐만 아니라 제주도, 경상남도, 전라남도, 전라북도를 포함하는 대부분의 남부지역에서 40 m/s 이상의 강한 풍속이 발생하고 있다. 뿐만 아니라 전라남도 일부 지역에서는 60 m/s 이상의 풍속이 나타나고 있다.

동해를 통과한 태풍 매기(Fig. 10)에 대한 지상 80 m 고도에서의 극한 풍속의 분포를 살펴보면, 대한해협을 중심으로 강한 40 m/s 이상의 풍속대가 형성되어 있고,

**Fig. 11.** Distribution of extreme wind speed estimated by typhoon at 80 m level (1999-2009).

남동부해안에 30~40 m/s의 극한 풍속이 나타나고, 내륙 지역으로 갈수록 풍속이 약해짐을 알 수 있다.

연구대상 기간동안 발생한 35개의 태풍을 대상으로 지상 80 m 고도에서의 각 격자지점별로 발생한 극한 풍속의 발생빈도를 조사한 결과(Table 3), 가장 높은 빈도를 나타낸 풍속 구간은 10~20 m/s로 총 8,305회가 발생하여 전체의 45.81%를 차지하였다. 두 번째로 높은 빈도를 나타낸 것은 20~30 m/s로 전체의 24.05%였고, 세 번째로 높은 빈도를 나타낸 것은 10 m/s 이하로 전체의 18.43%로 나타나 앞서 살펴본 지상 10 m 고도에서의 극한 풍속보다 강한 풍속의 발생빈도가 더 높게 나타남을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 50~60 m/s에 해당하는 풍속도 104회(0.57%) 발생하였고, 지상 10 m 고도에서는 발생하지 않았던 60~70 m/s에 해당하는 극한 풍속도 연구 기간 동안 총 8회(0.04%) 발생하여, 고도 변환에 따라 강한 풍속의 발생빈도가 증가함을 알 수 있었다.

극한 풍속의 발생 분포(Fig. 11)을 보면, 경상남도, 전라남도, 전라북도를 포함하는 남부지역에서 높은 값을 보이고, 60 m/s 이상의 강한 풍속은 전라남도에서 발생하였다. 내륙에 위치한 지점의 극한 풍속은 지상 10 m 고도에서보다는 강하게 나타났지만, 해상에 비해서는 낮은 풍속 분포를 보이고 있다.

#### 4. 결론

1999년부터 2009년까지 한반도에 영향을 준 태풍을 선정한 결과, 총 35개(연평균 3.18개)의 태풍이 한반도에 영향을 준 것으로 나타났다. 연구 대상기간동안 한반도에 영향을 준 태풍의 경로를 권역별로 분류해 보면, 서해를 통과하는 태풍은 총 14개, 남해를 통과하는 태풍은 총 6개, 동해를 통과하는 태풍은 총 15개로 나타났다.

선행연구에 따라 700 hPa 고도에서의 풍속으로부터 300 m 고도의 풍속을 추정된 후 지표면의 거칠기를 고려하여 지상 10 m 고도에서의 극한 풍속을 추정하였다. 그 결과, 한반도에 영향을 미치는 태풍의 경우에도 태풍의 경로가 서해, 남해, 동해를 통과하는 경우에 따라 강풍대의 전체적인 분포는 다르게 나타난다. 그러나 태풍의 경로가 다르다고 하더라도 해상이 내륙에 비해서 극한 풍속이 강하게 나타나고, 내륙 내에서도 위도가 높은 지역에서의 극한 풍속이 약하게 나타나는 것은 동일한 결

과였다. 연구대상 기간 동안 발생한 35개의 태풍에 대해서 지상 10 m 고도에서 각 격자지점별로 발생한 강풍의 발생빈도를 조사한 결과, 가장 높은 빈도를 나타낸 풍속 구간은 10~20 m/s(45.69%)이고, 다음은 10 m/s 이하(30.72%), 20~30 m/s(17.31%)로 나타났다.

풍력발전 시 중요한 의미를 가지는 지상 80 m 고도에서의 극한 풍속의 경로별 분포특성은 지상 10 m 고도와 동일한 결과를 보였다. 연구대상 기간 동안 발생한 35개의 태풍을 대상으로 지상 80 m 고도에서의 각 격자지점별로 발생한 극한 풍속의 발생빈도를 조사한 결과, 가장 높은 빈도를 나타낸 풍속 구간은 10~20 m/s(45.81%)이고, 다음은 20~30 m/s(24.05%), 10 m/s 이하(18.43%)로 나타났다.

뿐만 아니라 실제 풍력발전에 영향을 미칠 수 있는 50~60 m/s에 해당하는 풍속이 104회(0.57%) 발생하였고, 지상 10 m 고도에서는 발생하지 않았던 60~70 m/s에 해당하는 극한 풍속도 연구 기간 동안 총 8회(0.04%) 발생하고 있어, 극한 풍속이 발생하는 지역에 풍력발전기를 건설 시 각별한 주의가 필요할 것으로 판단된다.

이상의 결과는 풍력발전기 설계 또는 운영과정에서 태풍에 의한 피해 저감을 위한 중요한 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 풍력발전 외에도 각 산업시설에서 필요로 하는 다양한 고도에서의 극한 풍속 자료 제공을 통해서 극한 풍속에 의한 산업시설 피해를 최소화하는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

이 연구는 기상청 기상산업지원 및 활용기술 개발사업(KMIPA 2015-8070) 및 국립기상과학원 주관의 '응용기상기술개발연구'의 지원으로 수행되었습니다.

#### REFERENCE

- Lee, B. H., Kim, H. G., Ha, Y. C., 2011, An estimation of wind speeds for return period in Jeju island for investigating wind scale of wind turbines, Journal of the Wind Engineering Institute of Korea, 15(2), 37-44.
- Florida Department of Financial Services, 2005, Florida public hurricane loss projection model, Engineering

- team final report volume I-III. Florida, Florida Department of Financial Services.
- Franklin, J. L., Black, M. L., Valde, K., 2003, GPS Dropwindsonde wind profiles in hurricanes and their operational implications, *Journal of Weather and Forecasting*, 18, 32-44.
- IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007, The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge university press.
- Jung, W. S., Park, J. K., Choi, H. J., 2010, An estimation of amount of damage using the 3-second gust when the typhoon attack. *Journal of the Environmental Sciences*, 19, 353-363.
- Kim, A. R., 2012, The reason why the damage of this year was low even though they were four typhoon. *The Financial News*, September 30.
- Kim, B. J., Lee, S. L., Kim, H. K., 2006, On the characteristics of the damage and occurrence of high winds in Korea. *Magazine of the Korean Society of Steel Construction*, 18, 79~86.
- Moon, I. J., Sim, J. S., Lim, K. C., 2010, A study on the intensity variation of typhoons that made landfall over the Korean peninsula using the Jeodo ocean research station. *Jeodo Journal*, 2, 189-199.
- Park, J. K., Jung, W. S., Choi, H. J., 2008, The study on the strong wind damage prediction for estimation surface wind speed of typhoon season(I). *Journal of the Environmental Sciences*, 17, 195-201.
- Park, J. K., Kim, B. S., Jung, W. S., 2006, Change in statistical characteristics of typhoon affecting the Korean peninsula. *Atmosphere*, 16, 1-17.