

ORIGINAL ARTICLE

근대기상관측 이후 장기기상자료를 이용한 한반도 영향태풍의 강풍특성

이은지 · 정우식*

인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터

Characteristics of Strong Winds Caused by Typhoons on the Korean Peninsula Using Long-term Meteorological Data

Eunji Lee, Woo-Sik Jung*

Department of Atmospheric Environment Information Engineering/Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

Abstract

This study analyzed the characteristics of strong winds accompanying typhoons for a period of 116 years, from 1904 to 2019, when modern weather observations began in Korea. Analysis shows that the average wind speed and high wind rate caused by typhoons were higher over the sea and in the coastal areas than in the inland areas. The average wind speed was higher over the West Sea than over the South Sea, but the rate of strong wind was greater over the South Sea than over the West Sea. The average wind speed decreased by 1980 and recently increased, while the rate of strong winds decreased by 1985 and has subsequently increased. By season, the strong winds in autumn (september and october) were stronger than those in summer (june, july, and august). Strong winds were also more frequent in autumn than in summer. The analysis of the changes in strong winds caused by typhoons since the 1960s shows that the speed of strong winds in august, september, and october has increased more recently than in the past four cycles. In particular, the increase in wind speed was evident in fall (september and october). Analysis of the results suggests that the stronger wind is due to the effects of autumn typhoons, and the increased possibility of strong winds.

Key words : Typhoon, Strong wind, Long term data, ASOS, Beacon, Buoy

1. 서론

태풍은 북서태평양에서 발생하는 열대저기압의 한 종류로서 지역에 따라 허리케인 등 각기 다른 명칭으로도 불린다. 한반도에 내습하는 태풍은 통상적으로 7월~10월 사이의 기간에 나타나며, 대부분 강풍과 집중호우를

동반하기 때문에 큰 인적/물적 피해를 유발하는 대표적인 자연재해 현상이다. 이러한 태풍이, 최근 들어, 발생하는 개수 측면에서는 감소하는 추세이지만(Seol, 2010) 한반도에 영향을 주는 태풍 중에서 강도가 상대적으로 강한 태풍의 수는 역으로 증가하는 양상을 나타내고 있다(Kang et al., 2006). 이러한 연구결과는 지구온난화의

Received 24 August, 2021; Revised 6 September, 2021;

Accepted 10 September, 2021

*Corresponding author: Woo-Sik Jung, Department of Atmospheric Environment Information Engineering/Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, 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.

영향으로 발생하는 태풍의 수는 감소하지만, 태풍의 강도는 증가함을 증명한 또 다른 선행연구(Sugi, 2002)에서도 연구된 바 있다. 특히, 이 연구에서는 지구온난화가 진행될수록 발생하는 태풍의 수가 감소하는 원인으로, 지구온난화로 인한 해수면온도 상승이 수증기 발생 증가와 대기의 상층 온도가 하층부보다 높아지게 되면서 태풍에 공급되는 에너지의 감소 현상이 영향을 주었을 가능성을 언급하며, 태풍의 강도에 영향을 크게 줄 수 있음을 제시하였다. 이러한 연구결과들을 지속적으로 진행되고 있는 기후변화의 영향으로 앞으로 한반도에 영향을 미치는 태풍이 지속적으로 강해질 가능성이 높다는 측면에서, 과거로부터 현재, 그리고 미래의 태풍에 대한 장기간 특성분석을 수행할 필요성이 있다고 볼 수 있다. 하지만, 지금까지 한반도에 영향을 미친 태풍에 관한 특성분석과 관련된 선행연구들(Park et al., 2006; Kang et al., 2018)을 보면, 대부분 분석에 활용된 태풍자료가 단기간이거나, 특정사례로 한정되어 있어, 장기간의 태풍자료에서 나타날 수 있는 한반도 영향태풍의 특성을 제시하지 못하고 있다.

이에 본 연구에서는 우리나라에서 근대기상관측이 시작된 과거부터 최근까지 약 100여년 이상의 태풍 영향기간 자료를 활용하여 한반도 영향태풍의 강풍특성에 대한 다각적 분석을 수행하고자 하였다.

2. 자료 및 방법

2.1. 연구자료

본 연구는 사용한 자료는 116년간(1904~2019) 기상청에서 제공하는 종관기상관측지점, 해양부이지점, 그리고 등표지점인 총 128개 기상관측지점의 시간별 풍속자료를 대상으로 하였다. 한반도에 영향을 미친 태풍의 영향기간은 기상청 태풍백서(2011) 및 매년 발행되는 한반도 영향태풍 보고서에서 공식적으로 제공하고 있는 태풍 영향기간으로 정의하였다. 또한, ‘강풍’에 대한 기준은 여러 분야에서 다르게 규정되어 있는데, 본 연구에서는 기상청의 태풍 최저등급 기준인 17 m/s를 강풍의 기준으로 설정하여, 17 m/s 이상의 풍속자료를 분석에 활용하였다. 본 연구에서는 기상청에서 공식 운용중인 기상관측지점 중에서 아래에 설명한 총 128개 지점의 자료를 사용하였다.

2.1.1. 종관기상관측지점(ASOS,

Automated Synoptic Observing System)

종관기상관측지점(ASOS)은 종관규모의 날씨 파악을 위해 주기적으로 모든 관측소에서 실시하는 지상관측이며, 관측지점은 지상에 분포하고 있고 기온, 강수, 바람, 기압, 지면 상태, 증발량 등의 일기 현상에 관한 정보를 제공한다. 자료생산은 1904년부터 부산지점(159지점)을 시작으로, 이후 각 지역의 다양한 지점에서 관측이 수행되어 오고 있으며, 따라서 지점별로 자료 제공 시작 시점은 상이하다. 2019년 기준으로 102개의 종관기상관측지점이 운용되고 있다(Fig. 1).

2.1.2. 해양기상부이(buoy)

해양기상부이는 기압, 바람, 파고, 파주기, 기온 등의 해수면에서 나타나는 해양기상 현상을 다양한 기상장비로 관측하는 장비이다. 파고와 파주기는 부이의 움직이는 가속도를 이용해 측정하고 분석한다. 해양기상부이관측은 1996년부터 시작되었으며, 자료는 분 단위, 시간 단위로 제공된다. 2019년을 기준으로 17개의 지점이 운용되고 있다(Fig. 1).

2.1.3. 등표 기상관측(beacon)

등표 기상관측지점은 해양 구조물(등표, 관측 탑 등)에 기상관측장비를 설치하여 기온, 바람 기압, 습도 등의 다양한 기상 현상을 측정하고 있으며 2019년을 기준으로 9개 지점에서 관측되고 있다(Fig. 1).

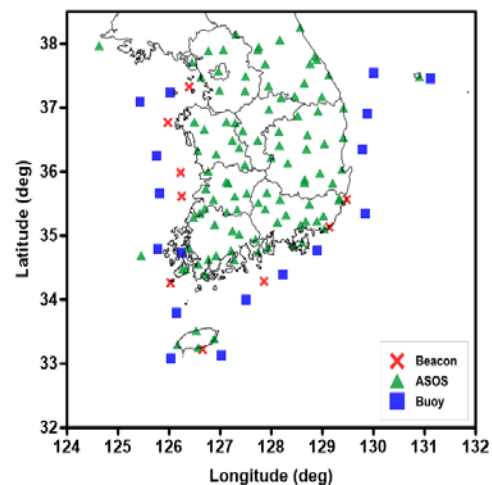


Fig. 1. Distribution of meteorological observation sites on the Korean Peninsula as of 2019.

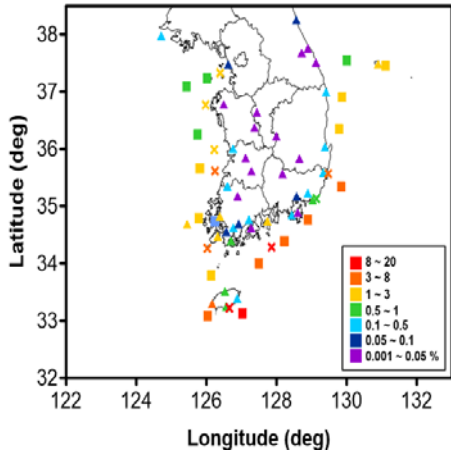


Fig. 2. Rate of strong winds by asos, buoy, and beacon sites from 1904 to 2019.

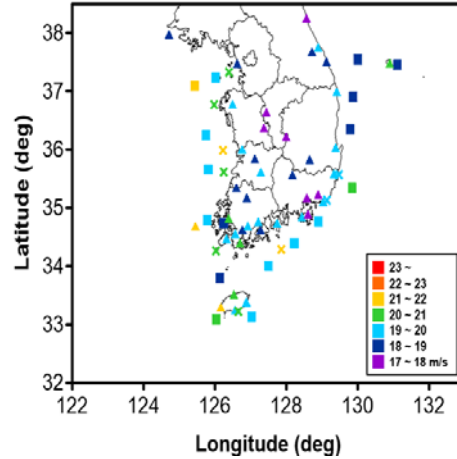


Fig. 3. Similar as Fig. 2, but showing the average speed of strong wind.

2.2. 연구방법

본 연구에서 사용된 총 128개 지점 중에서, 특히 대부분 육상에서 운용되고 있는, ASOS 지점은 위치하고 있는 곳의 지형조건에 따른 해발고도가 서로 달라 기상 요소의 지점별 비교를 위해서는 고도보정에 따른 기상 요소값의 재산출이 반드시 필요하다. 특히, 여러 기상요소 중에서 풍속값은 고도에 따른 풍속 할증과 같은 고도별 변화가 민감하게 나타나기 때문에 지점별로 관측된 풍속자료를 지상기상관측지침에 등재된 표준 고도 10 m를 기준으로 고도보정하는 것이 반드시 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 Kim et al.(2019)에서 풍향풍속계의 고도 평준화를 위해 사용한 식(1)을 한반도에 적용한 공식을 활용하여 각 지점별 풍속값을 고도보정하였다.

$$\frac{U(Z_{10})}{U(Z_a)} = \left(\frac{Z_{10}}{Z_a}\right)^a \quad (1)$$

위의 식에서, U는 풍속, Z_a 는 실제 관측고도, Z_{10} 은 10m 고도를 의미하며, 일반적으로 a는 1/7로 설정하여 풍속의 고도보정 값을 계산한다(Peterson and Hennessey, 1978; Weisser and Foxon, 2003).

3. 결과

3.1. 전 기간 분석

3.1.1. 지점별 분석

일반적으로 바람은 지형지물 등의 다양한 요인으로 인하여, 내륙지역보다 연안지역에서 풍속이 더 강하게 나타나는 경향이 있다(Kim and Jin, 2010). 본 연구에서는 태풍영향시기에는 풍속에 있어서의 특징이 어떻게 나타나는지 살펴보기 위하여 분석대상 지점 총 128개 지점에서의 강풍 발생비율과 강풍 평균풍속을 살펴보았다. 먼저, 여기서는, 각 관측지점별로 관측이 시작된 시점부터 최근인 2019년까지 전 기간의 시간별 풍속자료를 대상으로 분석을 수행하였다.

Fig. 2와 3은 근대기상관측이 수행된 이후부터 최근까지, 한반도에 영향을 미친 태풍의 영향기간동안 강풍이 한번 이상 발생한 모든 지점에서의 각 지점별 강풍 발생비율과 강풍 평균풍속을 나타낸 것이다(Fig. 1에 제시된 지점들 중에서, 관측이 시작된 이후 강풍이 발생하지 않은 지점들은 제외되어 있음). 강풍 발생비율(Fig. 2)을 보면, 전반적으로 내륙지역보다 해상 및 연안지역에서 높게 나타났는데, 관측지점 종류별로 보면, ASOS 지점 중에서는 고산(185)지점이 약 6.6 %로 나타나서 다른 ASOS 지점들에 비해 강풍이 더 자주 발생한 것으로

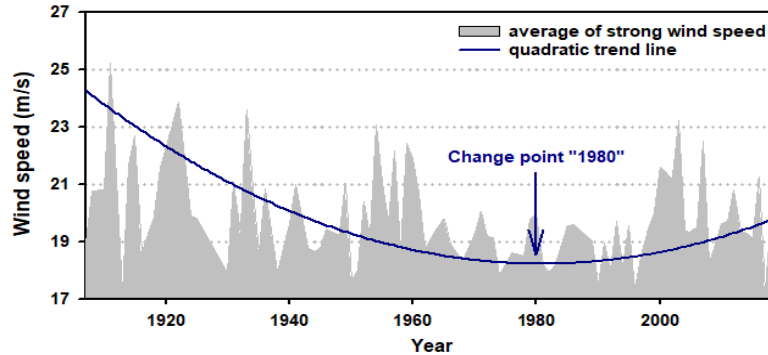


Fig. 4. Annual variations in average speed of strong winds caused by typhoons from 1904 to 2019.

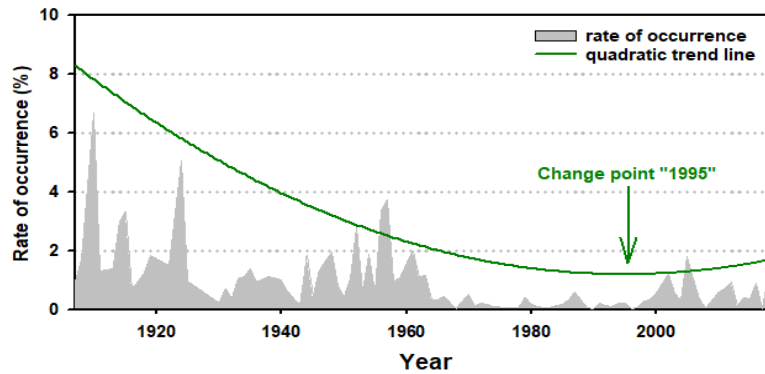


Fig. 5. Similar as Fig. 4, but showing the rate of strong winds.

나타났으며, 부이지점 중에서는 서귀포(22187)지점에서 약 8.5%로 가장 높게 나타났다. 더욱이, 등표지점 중에서는 간여암(961)지점에서 높게 나타났는데, 강풍 발생 비율이 18.2%로 나타나서 다른 지점들에 비해 월등히 높은 발생 경향을 보였다. 강풍의 평균풍속(Fig. 3)의 경우에도, 강풍발생비율과 유사하게 연안지역이 상대적으로 더 높은 값을 보여, 상대적으로 더 강한 강풍이 나타났다. 하지만, 강풍 발생비율이 남해안 지역에서 상대적으로 높은 경향을 보인 것과 달리, 강풍 평균풍속은 서해안 지역에서 비교적 높은 값을 보이는 경향이 나타났다. 지점별로 보면, ASOS지점 중에서는 흑산도(169)지점에서 가장 강한 강풍(21.6 m/s)이 나타났고, 부이관측지점 중에서는 인천(22185)지점에서 가장 높은 값(22.0 m/s)을 보여, 강풍 발생비율이 가장 높게 나타났던 지점과 강풍 평균풍속이 가장 높은 지점이 다르게 나타났으며, 등표

지점 중에서는 강풍 발생비율이 가장 높았던 간여암(961)지점에서 강풍 풍속 또한 가장 강하게(21.6 m/s) 나타나서, 특히, 간여암 지역일대에서는 강풍에 대한 특별한 관심과 주의가 필요할 것으로 보였다. 일반적으로는 태풍의 영향권에 들어가면 일반적으로 매우 강한 강풍이 우리나라 전역에서 발생하는 것으로 인식되어 있지만, 분석결과를 보면 실제 우리나라가 태풍의 영향권에 포함되어 있는 기간 동안 전 지역에서 강풍기준(17 m/s)을 넘어서는 현상이 자주 발생하지는 않은 것으로 나타났다.

3.1.2. 연도별 분석

여기서는 근대기상관측이 시작된 1904년부터 2019년까지 연도별 태풍영향기간에 나타난 강풍 발생비율과 강풍 평균풍속의 변화 특징을 살펴보았다. Fig. 4와 5는

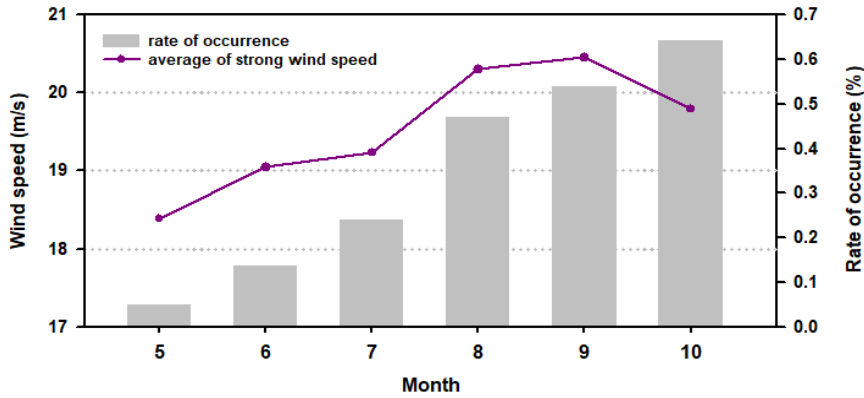


Fig. 6. Monthly variations in strong winds caused by typhoons from 1904 to 2019.

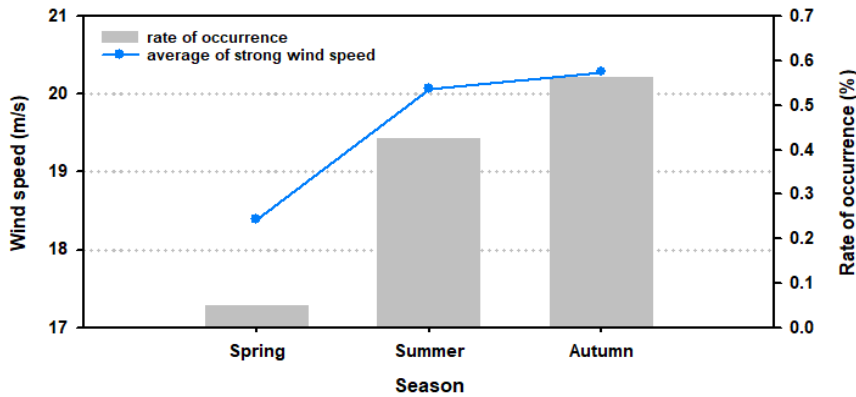


Fig. 7. Similar as Fig. 6, but showing seasonal variations.

연도별로 관측이 수행된 지점 전체의 연평균 강풍 풍속 (Fig. 4)과 강풍 발생비율(Fig. 5)을 시계열로 나타낸 것이다. 강풍의 연도별 평균풍속값의 변화를 보면, 매년 변화정도가 다양하게 나타났지만, 풍속변화에 대한 추세분석을 해 보면, 근대기상관측이 수행된 1904년부터 1980년까지 전반적으로 풍속이 감소하는 경향을 보였으며, 1980년 이후부터는 다시 증가하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 이는 Fig. 4와 Fig. 5에 나타난 quadratic trend line을 보면 구체적으로 확인할 수 있다. 강풍 발생비율 또한 1900년대 초반부터 1985년까지는 전반적으로 감소하는 경향이 나타났다가, 1985년 이후부터는 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 이처럼 이러한 시기에 강풍의 풍속 및 발생비율 변화경향이 바뀌어 나타나

는 것에 대한 상세한 기상기후학적 원인은 추가적인 연구를 통해 구체적으로 파악할 수 있겠지만, 선행연구 (Seol, 2008)에서 한반도 영향태풍의 강도가 1970년 이후 급격히 증가하고 있다는 분석결과를 제시한 바 있다는 점을 참고해 보면, 최근으로 올수록 태풍에 동반되는 강풍의 발생가능성과 위험도가 증가하고 있는 점은 상당부분 인정되는 것으로 보여진다.

3.1.3. 월별/계절별 분석

Fig. 6과 7은 태풍에 동반된 강풍의 평균풍속 및 발생비율을 월별, 계절별로 나타낸 것이다. 그림을 보면, 가을에 해당하는 9월과 10월의 강풍풍속이 봄철인 5월과 여름철인 6, 7, 8월보다 높게 나타났다. 강풍발생비율 또한

Table 1. Categorization for period 1, 2, 3, and 4

	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4
Years	1904~1930	1931~1960	1961~1990	1991~2019
Number of typhoon	73	96	93	98

봄, 여름에 비해 가을에서 가장 높은 것으로 나타났다. 즉, 월별로는 강풍의 평균풍속은 9월, 8월, 10월 순으로 높게 나타나며, 강풍발생비율은 10월, 9월, 8월 순으로 높게 나타난다. 이처럼 강풍발생비율과 강풍의 평균풍속 모두 8월~10월이 높게 나타났다. 또한 계절별로 보더라도 가을에, 태풍에 동반된, 강풍의 평균풍속과 발생비율이 여름에 비해 높게 나타난 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 보면, 일반적으로 인식되어 있는 여름철에 태풍이 주로 영향을 미쳐 강풍이 더 자주 나타나고 더 강할 것이라는 것과 달리, 가을철에 한반도에 영향을 미치는 태풍에 동반된 강풍이 더욱 강하고, 더 자주 나타난다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는, 여러 가지 측면에서 중요한 의미를 가지는데, 일반적으로 우리나라는 여름철에 태풍의 영향을 많이 받는 것으로 인식되어 있고 이에 기초하여 여름철 태풍에 대한 방재대책이 기본적으로 마련되어 있지만, 실제로는 가을철에 더 자주, 그리고 더 강한 태풍 동반 강풍이 나타나고 있고, 가을철은 일반적 인식의 관점에서 태풍에 대한 대비적 경계심이 낮아져 있거나 방재대책 또한 느슨해질 수 있는 시기이므로, 오히려 강풍 피해의 가능성과 규모가 더욱 커질 가능성이 높고, 따라서 태풍에 동반된 강풍에 의한 사전방재에 대한 재검토의 관점에서 주의가 요망될 수 있는 결과라고 판단된다.

월별 및 계절별 자료에서 5월(Fig. 6)과 봄(Fig. 7)에 해당하는 태풍 자료는 116년간 1961년에 발생한 ‘BETTY (6104)’와 2003년에 발생한 태풍 ‘LINF A (0304)’를 제외하고는 없어 다른 기간에 비해 전체 자료수가 매우 적고, 이들 2개 태풍의 영향기간 동안 발생한 강풍수 또한 적어서 5월과 봄에 해당하는 강풍의 평균풍속과 발생비율 결과를 다른 기간(6월~10월, 여름 및 가을)과 동등 비교하기에 부족함이 있어 이후 비교분석에서는 이들 기간을 제외하였다.

3.2. 기간별 분석

세계기상기구가 정의한 ‘평년값’이란 과거 30년 단위

기후 측정값의 평균으로, 기후 변동의 기준정보로 주로 활용된다. 여기에서는, 앞서 분석한 근대기상관측이 수행된 1904년 이후부터 2019년까지 전체 기간을 대상으로 분석한 것과 달리, 기후변동단위의 기간별로 한반도 영향태풍에 동반된 강풍의 특성변화를 살펴보고자 하였다. 이를 위해, Table 1에 제시한 바와 같이, 근대기상관측이 수행된 1904년부터 2019년까지 총 116년의 기간을 약 30년 단위의 4개 기간(Period 1, 2, 3, 4)으로 구분하고 각 기간별 태풍에 동반된 강풍의 특징을 살펴보았다.

Fig. 8에서 각 기간별 결과를 보면, 비교적 최근인 Period 3과 Period 4 시기보다 과거인 Period 1과 Period 2 시기에 강풍의 평균풍속과 강풍발생비율 모두 상대적으로 더 큰 경향을 보이고 있다. 시기별로 이러한 결과가 나타난 원인으로는, 구체적인 상세분석이 필요하지만, 과거(Period 1, 2)에는 우리나라 전역에 설치된 기상관측지점수가 매우 적었고, 관측지점의 위치 또한 내용에 비해 상대적으로 강풍의 발생빈도와 강풍 강도가 높고 강하게 발생하는 특성이 있는 연안지역(Kim and Jin, 2010)에 대부분 설치되어 있어 이와 같은 강풍특징이 나타났을 가능성이 있다. 따라서 분석에서의 불확도를 최소화하는 측면에서, 우리나라에 위치한 기상관측지점수가 전국 각 지역의 풍속 특성을 비교적 골고루 잘 나타낼 수 있는 정도의 밀도로 운용되기 시작한 1960~70년대(Na and Jung, 2021) 이후의 기간인 Period 3과 Period 4 기간을 중심으로 강풍특성을 살펴보았다.

3.2.1. 지점별 분석

Fig. 9와 10은 Period 3과 Period 4 기간동안 강풍의 평균풍속 및 강풍발생비율의 분포도를 나타낸 것이다. (전 기간 분석과 마찬가지로, 해당 기간별로 관측이 수행된 전 지점을 대상으로 분석을 수행하였으며, 강풍이 관측되지 않은 지점들은 분석에서 제외하였다.) 그림에 표기된 각각의 도형은 강풍이 발생한 지점을 풍속대별로 구분하여 나타낸 것으로, Period 3 기간에는 24개 지점에서

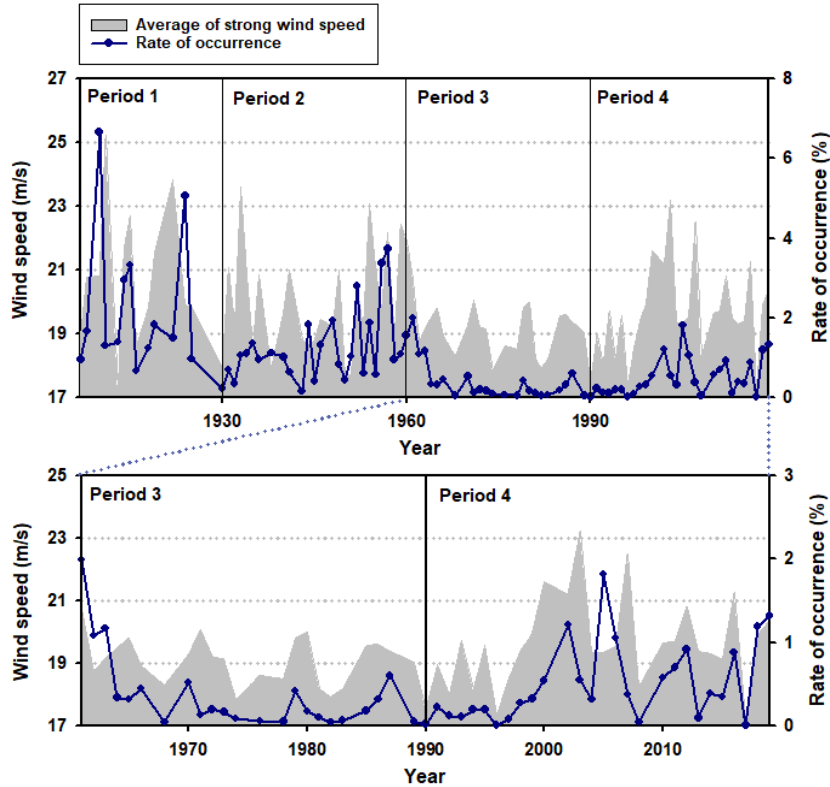


Fig. 8. Variations in strong winds due to typhoons by period (1, 2, 3, and 4) from 1904 to 2019.

17 m/s 이상의 강풍이 나타났고, Period 4 기간에는 64 개 지점에서 나타났다. 특히, Period 4 기간에는 전체 26 개의 부이나 등표지점 모두에서 강풍발생이 나타난 것을 볼 수 있다. 다만, 해상의 부이나 등표지점들은 모두 Period 4 기간에 설치되었기 때문에 Period 3 기간에는 나타나지 않는다. 내륙에서 강풍이 발생한 지점들의 분포변화를 살펴보면, Period 3 기간에 강풍이 발생했던 ASOS 지점들(▲)은 거의 대부분 Period 4 기간에도 강풍이 발생한 것을 알 수 있으며, Period 4 시기에만 강풍이 발생한 지점들(▲)은 대부분 이 시기에 신설된 ASOS 지점들이었다. 육상에서의 지역별 강풍발생 분포와 강풍의 강도를 살펴보면, Period 3과 Period 4 기간 모두 내륙지역에 비해 해안지역 일대에서의 강풍 발생빈도도 높고, 강풍의 풍속 또한 강한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 또한, 해상 부이와 등표지점들이 집중 설치된 Period 4 기간의 강풍발생 특성을 보면, 앞서 전 기간 강

풍분석에서와 마찬가지로, 육상의 내륙에 비해 해상의 부이와 등표지점에서 강풍 강도와 발생빈도가 더 크고 강한 경향이 뚜렷이 나타나고 있음을 알 수 있다.

3.2.2. 월별/계절별 분석

Fig. 11는 Period 3과 Period 4 각각의 기간 동안 태풍에 동반된 강풍의 평균풍속과 발생비율을 월별로 나타낸 것이다. 강풍의 평균풍속을 보면, Period 3 기간에는 6월에 태풍에 동반된 강풍이 가장 강하게 나타났는데, 이 기간에는 한반도에 영향을 미친 6월 태풍이 다른 월에 비해 매우 적어 강풍자료가 가지는 해당 기간의 평균적 대표성에 대한 불확도가 높을 수 있어 분석에서는 제외하였다. 따라서 6월 태풍에 동반된 강풍분석을 제외하고 월별 경향을 보면, 두 기간 모두 8월에 태풍에 동반된 강풍이 강도가 가장 높고 다음으로 9월, 그리고 10월 순으로 나타났다. 하지만, 이 결과에서 더욱 주목할 점은, 최근인

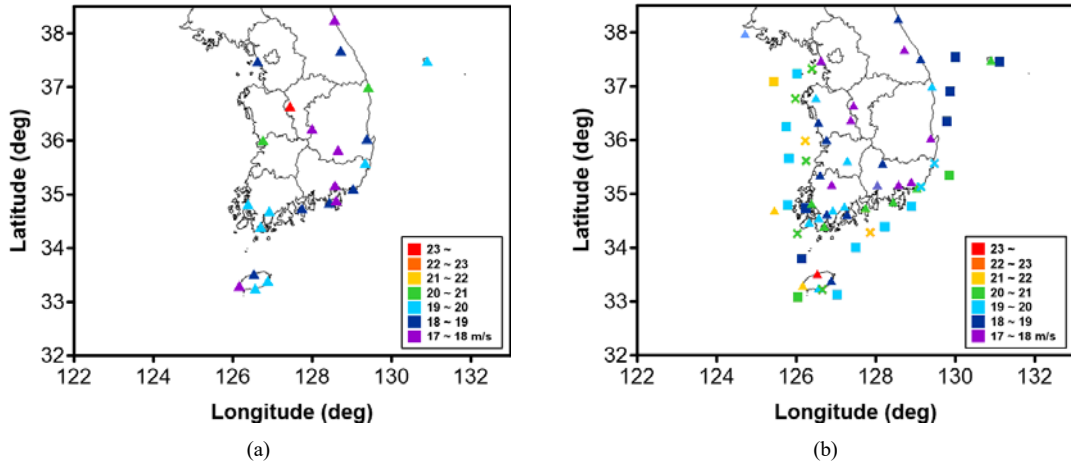


Fig. 9. Distribution of average wind speed of strong winds at each site where strong winds occurred in (a) Period 3 and (b) Period 4. Sites where strong winds did not occur were excluded from this figure.

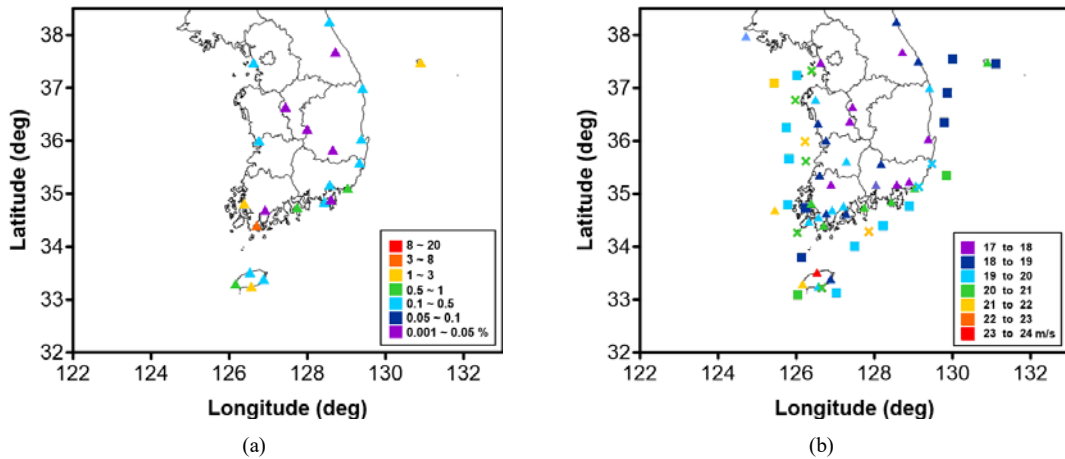


Fig. 10. Similar as Fig. 12, but showing the rate of strong winds.

Period 4 기간에 나타난 8, 9, 10월의 강풍 풍속이 과거 Period 3 기간의 8, 9, 10월 풍속보다 훨씬 강한 풍속을 나타내고 있다는 점이다. 또한 강풍 발생비율을 보더라도, 과거인 Period 3 기간에 비해 Period 4 기간에는 모든 월에서 강풍의 발생비율이 증가하였는데, 특히, 9월과 10월에 강풍발생비율이 급격히 증가한 것을 알 수 있다. 즉, 선행연구(Na and Jung, 2020) 결과에서와 같이, 최근으로 올수록 가을태풍에 동반된 강풍의 발생빈도가 증가하고 있고, 풍속 또한 강하게 나타나고 있다는 것을 뚜렷이 알 수 있는데, Fig. 12에 나타난 계절별 결과를 보

더라도, 강풍의 풍속은 여름과 가을 모두 최근으로 올수록 (Period 4) 증가하고 있지만, 강풍 발생비율에 있어서는 여름에 비해 가을에 월등히 크게 증가하는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 우리나라에서 근대기상관측이 시작된 1904년부터 2019년까지 116년동안 한반도에 영향을 미친 모든 태풍을 대상으로 17 m/s 이상의 강풍자료를

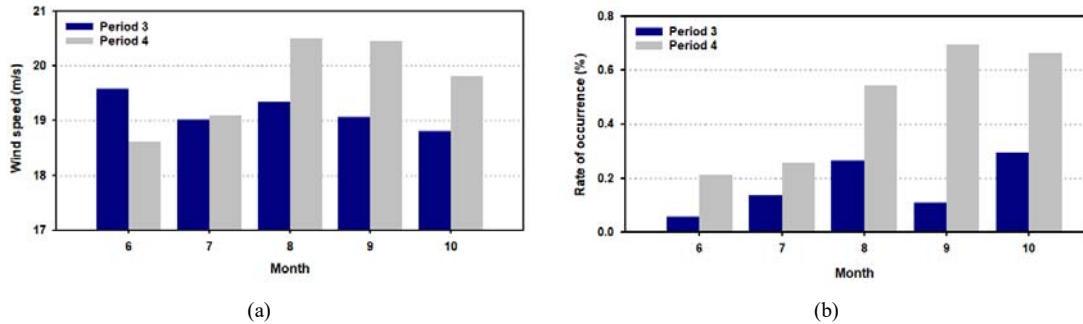


Fig. 11. Monthly variations in (a) the average speed of strong winds and (b) the rate of occurrence of strong winds caused by typhoons.

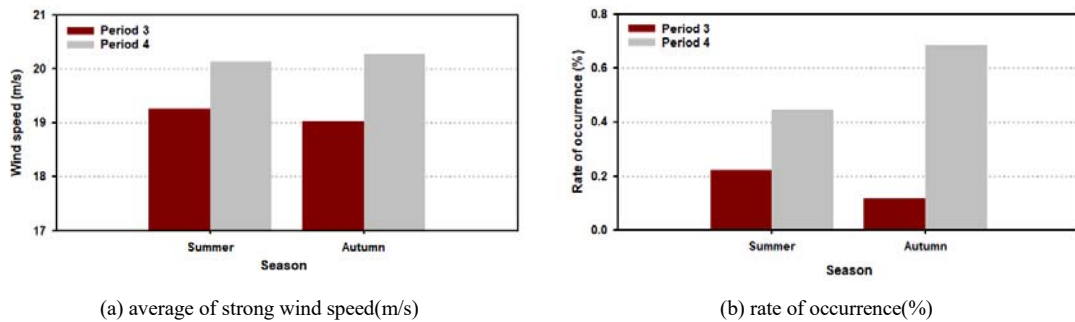


Fig. 12. Similar as Fig. 11, but showing for seasonal variations.

분석에 활용하였다. 전 기간을 대상으로 분석을 수행한 결과, 태풍에 동반된 강풍의 평균풍속 및 발생비율은 전반적으로 내륙지역보다 해상 및 연안지역에서 크게 나타났다. 특히, 강풍 평균풍속은 서해안 지역에서 상대적으로 높은 경향을 보였지만 발생비율은 남해안 지역에서 비교적 높게 나타났다. 연도별 강풍 특성에 있어서의 변화경향을 보면, 평균풍속은 1980년, 그리고 발생비율은 1985년을 기준으로 감소하다가 다시 증가하는 추세가 있는 것으로 분석되었다. 또한 가을에 해당하는 9월과 10월의 강풍풍속이 여름인 6, 7, 8월보다 높게 나타났으며 발생비율도 가을에 가장 높았다.

이와 더불어, 1960년대 이후부터 최근까지 각 기간별 (Period 3, 4) 한반도 영향태풍에 동반된 강풍의 특성 및 변화경향을 살펴본 결과, 최근(Period 4)으로 올수록 8, 9, 10월의 강풍 풍속이 과거에 비해 증가하였는데, 가을에 해당하는 9월과 10월에는 강풍발생비율도 급격히 증가하는 것으로 분석되었다. 이를 통해, 최근으로 올수록

우리나라는 가을철에 태풍의 영향으로 강풍이 점차 강해지고, 강풍의 발생 가능성도 더 증가하고 있음을 알 수 있었다.

감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020R1F1A1068738).

REFERENCES

Kang, H. W., Kim, J. S., Son, C. Y., Moon, Y. I., 2014, Change in the characteristics of rainfalls accompanied by typhoons, J. Korean Soc. Civ. Eng., 533-534.
 Kang, H. W., Son, C. Y., Park, J. H., Jang, S. H., Kim, J. M., 2018, A Study on the time-periodic characteristics of changes in typhoon activities and typhoon-induced

- rainfall over the korean peninsula, *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, 18(7), 395-402.
- Kim, H. U., Kim, B. J., Nam, H. G., Jung, J. H., Shim, J. K., 2020, Climatological spatio-temporal variation of strong wind in Korea, *Atmosphere*, 30(1), 47-57.
- Kim, N. H., Jin, J. W., 2010, Assessment of wind energy potential around jeju coastal area, *J. Korean Soc. Civ. Eng.*, 30(6B), 617-625.
- Korea Meteorological Administration, 2011, Typhoon White Book, 358.
- Na, H. N., Jung, W. S., 2020, Autumn typhoon affecting the korean peninsula -past and present characteristics-, *J. Korean Soc. Atmos. Environ.*, 36(4), 482-491.
- Na, H. N., Jung, W. S., 2021, Characteristics of strong winds on the korean peninsula during the non-typhoon period: data analysis for 116 years from 1904 to 2019, *J. Korean Soc. Atmos. Environ.*, 37(1), 55-65.
- Park, J. K., Kim, B. S., Jung, W. S., Kim, E. B., Lee, D. G., 2006, Change in statistical characteristics of typhoon affecting the korean peninsula, *Atmosphere*, 16(1), 1-17.
- Peterson, E. W., Hennessey Jr, J. P., 1978, On the use of power laws for estimates of wind power potential. *J. Climatol. Appl. Meteorol.*, 17(3), 390-394.
- Seol, D. I., 2008, Relations between variation of sea surface temperatures in the south sea of korea and intensity of typhoons, *J. Navig. Port. Resh.*, 32(5), 403-407.
- Seol, D. I., 2010, Global warming and trends of typhoon variation, *J. Navig. Port. Res.*, 34(6), 453-458.
- Sugi, M., Noda, A., Sato, N., 2002, Influence of the global warming on tropical cyclone climatology: An experiment with the JMA global model, *J. Meteorol. Soc. Japan.*, 80(2), 249-272.
- Weisser, D., Foxon, T. J., 2003, Implications of seasonal and diurnal variations of wind velocity for power output estimation of a turbine: a case study of Grenada, *Int. J. Energy Res.*, 27(13), 1165-1179.

-
- Undergraduate. Eun-Ji Lee
Department of Atmospheric Environment Information Engineering/Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University
wl7722@naver.com
 - Professor. Woo-Sik Jung
Department of Atmospheric Environment Information Engineering/Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University
wsjung1@inje.ac.kr