

# 한국에서 1월과 8월의 풍향 변화에 관한 연구\*

이승호\*\* · 정준호\*\*\* · 조창현\*\*\*\*

## A Study on the Change of Wind Direction on January and August in South Korea\*

Seungho Lee\*\* · Junho Jeong\*\*\* · Chang-hyeon Joh\*\*\*\*

**요약 :** 이 연구는 최근 지구적인 기온상승과 관련하여 한국에서 탁월풍의 풍향 변화를 파악하고자 하였다. 이를 위하여 남한의 14개 기상관측소의 1월과 8월의 매시간 풍향과 최대풍과 최대순간풍의 풍향을 분석하였다. 1월 풍향은 동해안과 남해안에 위치한 강릉, 포항, 목포, 부산에서 뚜렷하게 변화하였다. 동해안에서는 남서풍이 감소하면서 서남서 혹은 서풍의 빈도가 증가하였고, 목포와 부산에서는 북서풍의 감소가 뚜렷하다. 울릉도에서는 8월에 최대풍과 최대순간풍의 풍향 중 남서풍의 비율이 감소하고, 북동풍계열의 빈도가 증가하였다. 서해안의 인천과 내륙의 관측지점에서는 뚜렷한 풍향의 변화가 나타나지 않았다. 이는 기압배치 이외에 다른 요인이 풍향 변화에 영향을 미치고 있음을 시사한다. 탁월풍의 풍향이 바뀌는 지점에서는 이에 대한 대비가 필요하다.

주요어 : 풍향 변화, 매시간 풍향, 최대풍 풍향, 최대순간풍 풍향

**Abstract :** This study aimed to investigate the change of prevailing wind direction related to global warming. It was analyzed the wind direction in hour and the maximum wind direction, the maximum gust wind direction on 14 weather stations in South Korea. The wind direction was significantly changed on January at Gangneung, Pohang, Mokpo, and Busan located in South and East coastal region. In the East costal region, it was a decreased southwesterly, on the contrary westerly was an increase. In Mokpo and Busan, it was a decrease northwesterly on January. In Ullneung-do, the ratio of Southwesterly of the maximum wind and the maximum gust was decrease, Northeasterly was opposite on August. It was rarely change prevailing wind direction in west coastal and inland region. It shows that the change of prevailing wind direction causes by the another factor as well as pressure pattern. It is necessary to prepare damage by strong wind where the station changed prevailing wind direction.

Key Words : the change of wind direction, wind direction in hour, the maximum wind direction, direction of the maximum gust

### I. 서론

최근 전지구적인 기온상승은 그 자체뿐만 아니라 다른 기상요소에 미치는 영향이 커서 더욱 주목 받고 있다. 이미 여러 연구(박창용 등, 2008; 최광용 · 권원태, 2008; 이승호 · 권원태, 2004)를 통하여 지구적인 기온상승이 한반도의 강수량 변동에 영향을 미치고 있다는

사실이 확인되고 있다. IPCC(2007)에 의하면 최근(1979-2005년) 몽골과 중국의 화북지방을 포함한 아시아에서 급격하게 기온이 상승하는 경향이다. 이와 같은 기온 상승 추세가 계속된다면 아시아 대륙과 주변 해양 사이의 온도 차이가 적어지면서 한반도의 강수량 분포는 물론 바람의 특성이 바뀔 수 있다.

최근 들어 바람이 중요한 자원의 하나로 주목 받

\*이 논문은 2010년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음 (NRF-2010-330-B00278).

\*\* 건국대학교 지리학과 교수(Professor, Department of Geography, Konkuk University)

\*\*\* 강원대학교 부동산학과 교수(Professor, Department of Real Estate, Kangwon National University)

\*\*\*\* 교신저자, 경희대학교 지리학과 교수(Professor, Department of Geography, Kyung Hee University, bwchjoh@khu.ac.kr)

고 있는 상황이어서 바람 특성의 변화는 미래 사회의 변동에 영향을 미칠 수 있다. 더욱이 최근 국지적으로 발생하는 돌풍이 인명과 재산상의 피해를 초래하는 원인이 되기도 한다.<sup>1)</sup> 그러나 IPCC(2007)의 제4차 보고서에서도 열대성저기압의 변동에 대하여는 언급하고 있지만, 지역별 바람 특성의 변화에 관한 것은 언급되지 않았다. 그만큼 현재까지 바람 특성의 변화는 기온과 강수량에 비하여 주목받지 못하는 실정이다. 외국에서는 바람 특성의 변화와 지역 규모의 기온이나 전구적인 순환과의 관계를 밝힌 연구가 있다. Pirazzoli and Tomasin(2003)은 이탈리아의 지중해 연안과 아드리아해 연안의 기상관측지점의 바람 특성을 분석하여 그 변화 경향이 지역규모의 기온 변화와는 상관관계가 있지만, 전구규모(NAO지수)와는 상관관계가 미약하다고 밝혔다.

한국에서는 바람 특성의 변화에 관한 연구가 미미하며, 최의수 · 문일주(2008)와 변재영 등(2011)의 연구가 대표적인 사례이다. 최의수 · 문일주(2008)는 한국에서 최대순간풍속의 극값이 증가하였지만, 이는 특정 지역에서 특정 시기에 발생한 바람이 전체적인 경향에 영향을 미친 것으로 전반적으로 감소하는 추세라고 하였다. 변재영 등(2011)은 NCEP 재분석 자료를 이용하여 대륙별 풍속의 변화경향을 분석하고, 2000년대 초반 풍속이 증가한 후 점차 감소하는 추세를 밝혔다. 김도우 · 변희룡(2008)과 변재영 등(2010), 서은경 등(2009), 윤준희 등(2010) 등은 바람에 대하여 자원의 측면에서 접근하였다. 김도우 · 변희룡(2008)은 5년 동안(2000-2004)의 바람 자료를 분석하여 해안, 산악, 도서 등 지역별로 풍향 특성을 분석하였고, 변재영 등(2010)은 모델을 활용하여 한국의 풍력 자원 특성을 분석하였다. 서은경 등(2009), 윤준희 등(2010)은 북한의 바람에 대하여 풍력 자원의 측면에서 접근하였다. 한편, 정지훈 · 조리나(2010)는 한반도 상공의 편서풍 변화특성을 분석하여 뚜렷한 변화경향이 없음을 밝혔다.

이와 같이 바람 특성의 변화에 대한 연구가 미진한 편일뿐만 아니라 풍향의 변화에 대한 연구는 전무한 실정이다. 또한 장기적으로 바람을 자원으로 이용

하고, 바람으로 인한 재해에 대비하기 위해서는 바람 특성의 변화에 대한 연구가 필요하다. 탁월풍 풍향의 변화는 바람으로 인한 피해를 방지하기 위한 시설의 위치와 방향 등을 재 검토해야하는 필요성을 야기할 수 있다. 또한 해안에서 풍향 변화는 연안류의 흐름에 영향을 미칠 수 있으므로, 이에 대한 대비를 위하여서도 풍향 변화에 대한 현황 파악이 필요하다.

따라서 이 연구에서는 60년 이상 관측 기록을 보유하고 있는 기상관측지점을 대상으로 1월과 8월의 풍향별 출현 빈도의 변화와 최대풍의 풍향과 최빈풍의 풍향 출현 빈도를 분석하여 한국에서 풍향의 변화 특성을 파악하고자 하였다. 이와 같은 연구 결과가 한국의 미래 사회의 변동을 예측하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

## II. 연구자료 및 방법

이 연구에서 이용된 자료는 기상청에서 관측하는 1월과 8월의 매시간(1일 24회)의 풍향과 일 최대풍의 풍향, 일 순간최대풍의 풍향이다. 1월은 한반도에서 겨울철 대표적인 기압계인 서고동저형의 기압배치가 가장 빈번하게 출현하는 시기이며, 8월은 여름철 대표적 기압계인 남고북저형의 기압계가 가장 빈번하게 출현하는 시기이다(이승호, 1995). 분석 대상 지점은 서울, 인천, 강릉, 울릉도, 추풍령, 전주, 대구, 포항, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수, 제주 등 14개 관측소이며(그림 1), 분석 기간은 1961~2010년의 50년 동안이다. 1950년대에는 한국전쟁으로 일부 관측소에서 관측이 누락된 기간이 포함되어 있어서 분석에서 제외하였다.

풍향별 출현 비율을 구하기 위하여 각 관측지점별로 1월과 8월의 16 방위별 출현비율을 구하였다. 재해 측면에서 보면, 자주 출현하는 바람뿐만 아니라 강한 바람도 중요한 의미를 가질 수 있다. 그러므로 강한 바람의 풍향 변화를 파악하기 위하여 일 최대풍과 일 최대순간풍의 풍향 변화를 파악하였다. 최대풍향은 하루(00~24시) 중 임의의 10분간 평균풍속이 가장 높

을 때의 주풍향을 의미하며, 최대순간풍향은 하루 중 바람이 순간적으로 가장 세게 불었던 때의 주풍향을 의미한다.

최빈풍과 최대풍, 최대순간풍의 풍향 변화를 파악하기 위하여 분석 기간을 전반기와 후반기로 구분하여 바람장미를 그렸다. 여기서 전반기는 1961-1990년 동안을 의미하며, 후반기는 1981-2010년 동안을 의미한다. 그러므로 1981-1990년은 두 시기에 포함되어 있다. 이는 일반적으로 30년 평균값을 기후값으로 사용하지만, 이 연구에서 사용된 자료의 총기간이 50년이어서 부득이 하였다. 각 관측지점별로 출현빈도가 높으면서 전반기와 후반기의 증감 폭이 5% 이상인 풍향의 연별 변화를 파악하기 위하여 7년 이동평균을 구하여 경향을 파악하였다. 이 때 인접한 풍향의 출현빈도가 비슷한 경향으로 바뀌는 경우는 인접한 두 개의 풍향 혹은 인접한 세 개의 풍향을 하나로 묶어

서 경향을 파악하였다. 이동평균과 30년 평균값을 비교하면 매년의 변동 특성이 사라지므로 각 기간에 풍향별 출현비율의 표준편차를 구하여 시기별로 변동의 크기를 비교하였다.

### III. 풍향별 출현 비율의 변화

한반도 주변에서 대륙과 해양 사이에 온도차이가 변화한다면, 지형이 복잡한 한반도에서 바람 특성이 바뀔 수 있다. 대륙과 해양 사이의 온도차이에 의하여 기압차이가 발생하면서 바람이 발생하므로 전구적인 기온상승이 한반도의 바람 특성 변화에 영향을 미칠 수 있다. 기압차이가 낮아지면 풍속에 영향을 미칠 뿐만 아니라 마찰력 등에 영향을 미쳐 결과적으로 탁월풍의 풍향이 바뀔 수 있다.

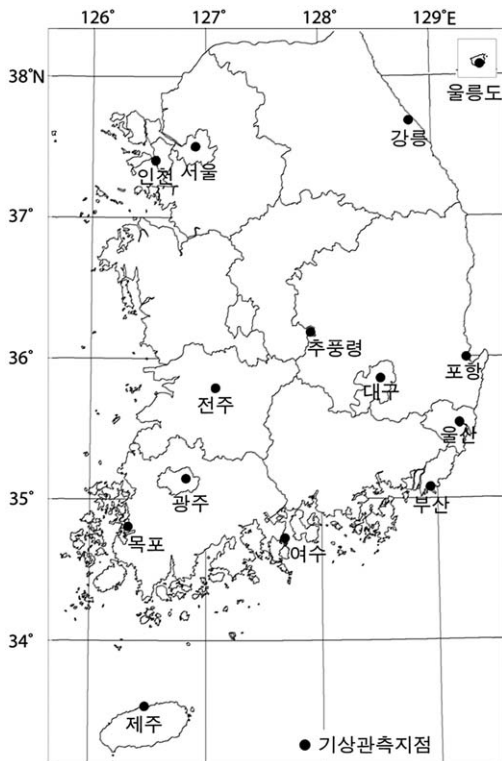


그림 1. 분석지점

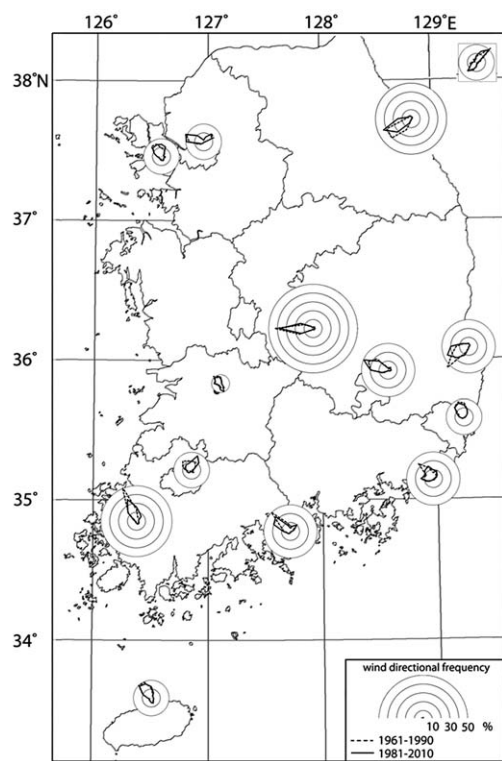


그림 2. 1월 바람의 풍향별 출현빈도 변화

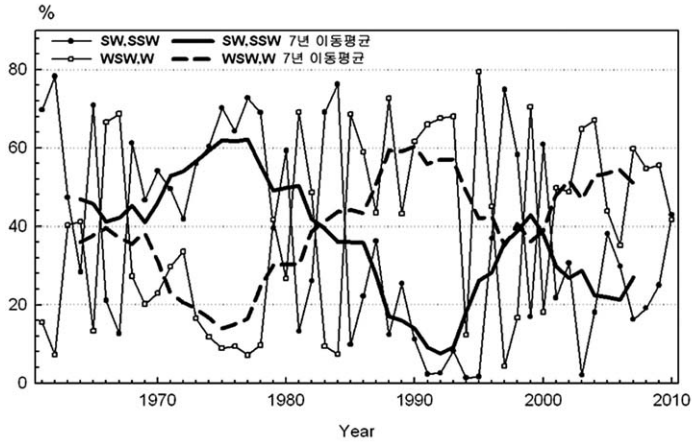


그림 3. 강릉의 1월 풍향별 출현비율의 변화

그림 2는 연구기간 동안 전반기와 후반기 1월 바람의 풍향별 출현 빈도 분포의 변화를 나타낸 것이다. 1월의 최빈풍 변화는 크게 4가지의 유형으로 구분할 수 있다. 즉, 남서풍이 감소한 지점, 북서풍이 감소한 지점, 북동풍이 증가한 지점, 큰 변화 없는 지점 등이다.

첫째는 동해안에 위치한 강릉과 포항의 경우로 남서풍 계열의 바람이 감소하고 서풍계열 바람의 빈도가 증가한 예이다. 강릉에서는 남서와 남남서풍의 비율이 전반기 44.0%에서 후반기 26.8%로 감소한 반면, 서풍과 서남서풍의 비율은 각각 34.7%에서 48.1%로 증가하였다. 포항에서는 남서풍의 비율이 전반기에

33.9%에서 후반기에 18.0%로 크게 감소한 반면, 서남서와 서풍은 각각 33.3%에서 45.3%로 그 비율이 증가하였다. 그림 3은 강릉의 1월 풍향별 출현비율을 나타낸 것이다. 그림 3에서 실선은 남서와 남남서풍의 출현빈도와 7년 이동평균선이며, 파선은 서남서와 서풍의 출현빈도와 7년 이동평균선을 나타낸 것이다. 남서와 남남서풍의 출현빈도는 1970년대 후반 이후 1990년대 초반까지 급격하게 감소하였으나 그 후 1990년대 후반까지 증가하다 최근 감소하는 경향이 있다. 반면 서남서와 서풍의 출현빈도는 1970년대 중반 이후 증가하기 시작하였고, 1990년대부터는 큰 변화

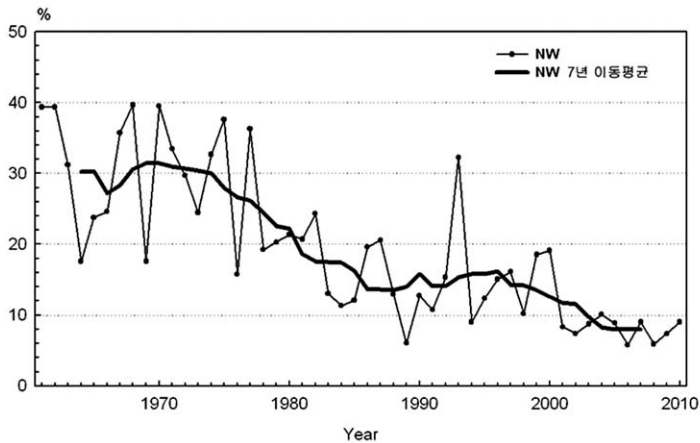


그림 4. 부산의 북서풍 출현비율의 변화

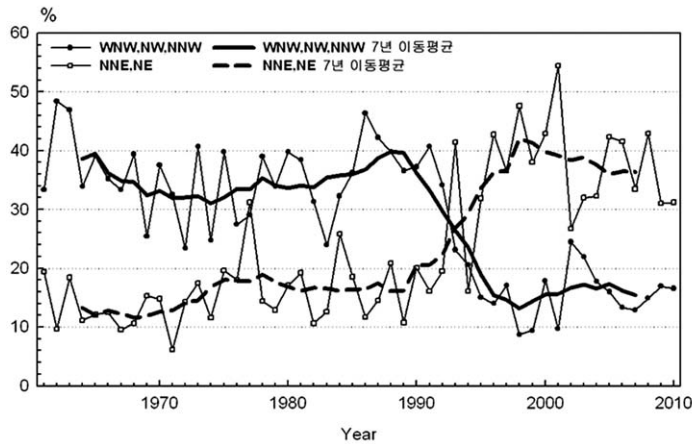


그림 5. 광주의 풍향별 출현비율의 변화

없이 매년 변동하고 있다.

두 번째는 남해안에 위치한 목포와 부산으로 북서 혹은 북북서풍이 뚜렷하게 감소한 사례이다. 목포에서는 북북서풍이 전반기 41.5%에서 후반기 26.5%로 15.0% 감소하였고 부산의 경우는 북서풍이 각각 23.5%에서 13.0%로 10.5% 감소하였다. 여수의 경우는 북서풍이 전반기 30.4%에서 후반기에 23.3%로 감소한 반면, 서북서풍이 10.6%에서 20.3%로 거의 두 배 증가하였다. 그림 4는 부산의 1월 북서풍의 출현빈도 변화를 나타낸 것으로, 해에 따른 변동이 있지만 1970년대 이후 현재까지 꾸준히 감소하는 경향이 잘 나타난다.

세 번째는 광주의 사례이다. 광주에서는 북서풍 계열 바람이 크게 감소하고 북동풍계열 바람이 증가하였다. 즉, 북서풍 계열은 전반기 35.3%에서 23.8%로 11.5% 감소한 반면, 북북동과 북동풍의 비율은 15.4%에서 28.5%로 13.1% 증가하였다. 그림 5는 광주에서 1월 풍향별 출현빈도를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 광주에서는 1990년대 이전과 1990년대 중반 이후 풍향별 출현빈도가 뚜렷하게 바뀌었음을 확인할 수 있다. 즉, 1990년대 이전에는 북서풍계열의 출현빈도가 매년 30~40%이며, 1990년대부터 급격하게 빈도가 감소하여 1990년대 후반부터 그 빈도가 10~20%를 유지하고 있다. 반면 북동풍계열의 바람은 1990년대까지 10~20%의 출현빈도를 보이다 그 후 급

격하게 증가하여 1990년대 후반부터는 40% 전후의 높은 출현빈도가 유지되고 있다.

마지막으로 내륙에 위치하는 서울, 추풍령, 전주, 대구와 해안의 인천, 울산, 제주, 울릉도에서는 풍향의 변화가 거의 없다. 다만, 전주에서는 남남동과 남풍의 출현빈도가 전반기 9.1%에서 후반기 16.4%로 7.3% 증가하였고, 인천에서는 북북동과 북풍의 출현빈도가 17.6%에서 25.1%로 7.5% 증가하였다. 또한 대구에서는 서북서풍이 24.1%에서 29.5%로 5.4% 증가하였고, 추풍령에서는 서풍이 42.7%에서 37.3%로 5.4% 감소하였다.

그림 6은 연구기간 동안 전반기와 후반기 8월 바람의 풍향별 출현 빈도 분포의 변화를 나타낸 것이다. 8월의 풍향별 출현비율 분포는 크게 특정 풍향의 출현비율이 감소한 지점과, 특정 풍향의 출현비율이 증가한 지점, 거의 변화 없는 지점으로 구별된다. 포항의 경우는 남서풍의 출현비율이 전반기 20.9%에서 후반기 11.2%로 9.7%가 감소하였다. 전주와 울릉도에서는 특정 풍향의 출현빈도가 증가하였다. 전주의 경우 남남동과 남풍의 비율이 전반기 19.6%에서 후반기 27.5%로 7.9% 증가하였다. 특히 남남동풍의 비율이 크게 늘었다. 울릉도의 경우는 북북동풍의 비율이 26.3%에서 35.6%로 9.3% 증가하였다. 그 외 대구에서는 동풍 출현비율이 증가하였고, 제주에서는 남남동

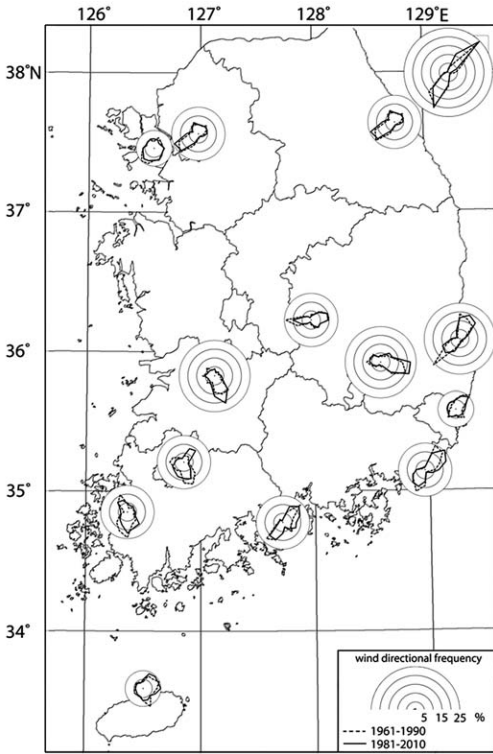


그림 6. 8월 바람의 풍향별 출현빈도 변화

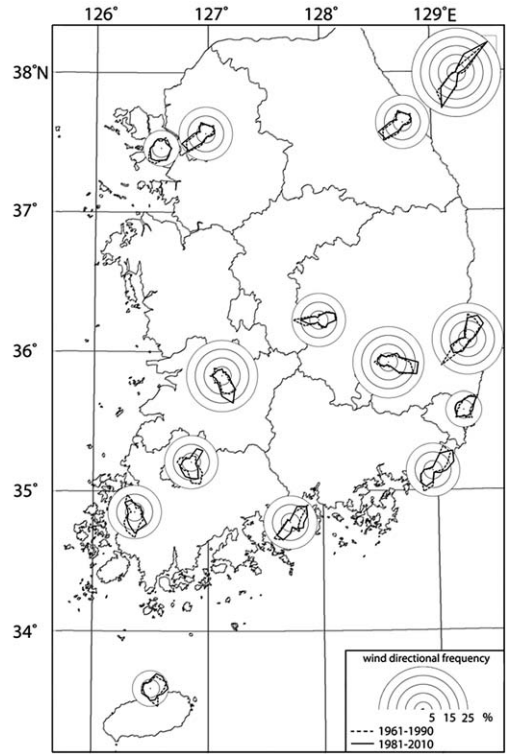


그림 7. 1월 최대풍 풍향별 출현빈도 변화

풍의 비율이 감소하였으나 그 차이가 5% 미만이다. 광주주는 1월의 경우와 같이 바람 특성이 바뀌었다. 남동풍계열 바람의 출현비율이 33.5%에서 24.2%로 9.3% 감소하고, 북동풍계열 바람은 7.4%에서 17.2%로 9.8% 증가하였다.

#### IV. 최대풍향의 변화

그림 7은 연구기간 동안 전반기와 후반기 1월의 최대풍 풍향별 출현 빈도 분포의 변화를 나타낸 것이다. 1월 최대풍의 풍향별 분포 변화도 남서풍이 감소한 지점, 북서풍이 감소한 지점, 북동풍이 증가한 지점, 서북서풍이 증가하고 북북서풍이 감소한 지점, 큰 변화 없는 지점 등으로 구별된다.

강릉과 포항은 풍향별 출현비율과 같이 남서풍이

감소하고 서남서와 서풍의 빈도가 증가하였다. 강릉의 경우 남서와 남남서풍의 비율은 전반기에 비하여 후반기에 각각 13.4%와 10.6% 감소하였고, 서풍과 서남서풍의 비율은 각각 14.1%와 7.0% 증가하였다. 포항의 경우는 남서풍이 31.8%에서 12.8%로 19.0%나 감소하였다. 반면 서북서와 서풍의 비율 합이 13.4% 증가하였다. 그림 8은 포항에서 1월 최대풍의 풍향 남서풍 출현빈도의 변화를 나타낸 것이다. 1980년대 초반까지 이동평균값이 50% 내외였으나, 그 후 급격히 감소하였고 1990년대 중반 이후는 이동평균값이 10~20%를 유지하고 있다.

부산과 목포의 경우는 북서풍 출현비율의 감소가 뚜렷하다. 목포에서는 북북서풍의 출현비율이 55.5%에서 32.0%로 23.4% 감소하였고, 북북동과 북풍의 출현비율은 17.9% 증가하였다. 부산에서는 북서풍의 출현비율이 18.2% 감소하고 북북서와 북풍의 출현비율

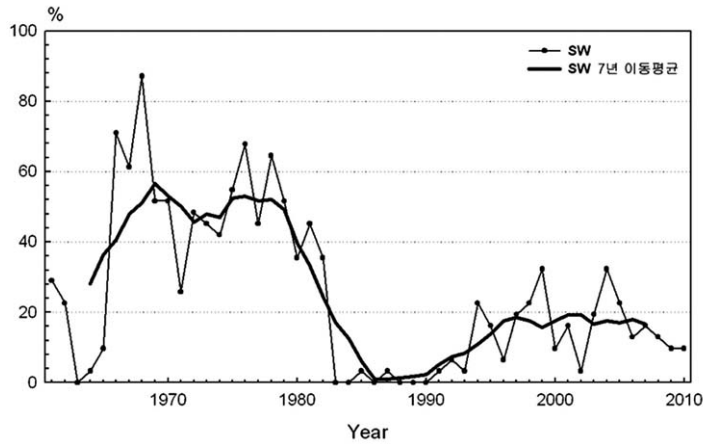


그림 8. 포항의 최대풍향 남서풍의 출현비율의 변화

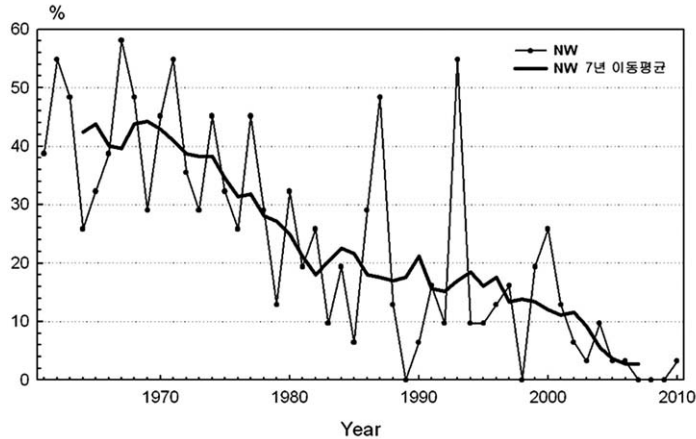


그림 9. 부산의 최대풍향 북서풍의 출현비율의 변화

이 15.1% 증가하였다. 제주에서도 북북서풍이 3.4% 감소하고 북북동풍의 출현비율이 5.1% 증가하였다. 인천에서도 북서와 북북서풍의 출현비율은 4.8% 감소하고 북풍의 출현비율은 5.5% 증가하였다.

전주도 비슷한 경향이지만 변화한 비율의 차이가 적다. 그림 9는 부산에서 최대풍의 풍향 북서풍 출현 빈도를 나타낸 것이다. 1970년대까지는 최대풍향 북서풍의 출현비율 이동평균값이 40~50% 사이 값을 유지하였으나, 1970년대 이후 꾸준히 감소하고 있어서 2000년대 이후는 10% 미만 값이다. 감소하는 시기에 도 1988년과 1994년에는 출현빈도가 일시적으로 높

았고, 이에 반하여 1990년과 1998년, 2007년, 2008년, 2009년에는 전혀 출현하지 않았다.

광주는 최대풍의 출현빈도도 전체 풍향별 출현빈도와 같이 특이하게 바뀌었다. 즉, 북서풍 계열의 바람이 급격하게 감소하고, 북동풍계열의 바람이 급증하였다. 북서풍계열 바람(서북서, 북서, 북북서)은 62.9%에서 31.6%로 감소하였고, 북동풍계열 바람(북북동, 북동, 동남동)은 13.3%에서 44.2%로 증가하였다. 변화하는 패턴은 풍향별 출현비율과 거의 같지만, 1990년대까지는 북서풍계열에 그 이후는 북동풍 계열에 빈도가 더 집중되었다. 울릉도에서도 북북동풍

의 출현비율이 11.4%에서 21.0%로 증가하였지만 광주와는 구별된다.

여수에서는 서북서풍의 비율이 10.2%에서 27.0%로 16.8% 증가하였다. 반면 북서풍(5.3%), 북북서(7.2%), 북풍(4.2%)의 합은 16.7% 감소하였다. 그 외의 지점에서는 주목할 만한 변화가 나타나지 않았다.

그림 10은 연구기간 동안 전반기와 후반기 8월의 최대풍 풍향별 출현빈도 분포의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 보면, 제주와 울릉도, 포항에서는 북동풍의 출현빈도가 각각 5.1%, 11.5%, 5.6%씩 증가하였다. 제주와 울릉도에서는 그 빈도가 5% 이상 감소한 풍향이 없지만, 포항에서는 남서와 북풍이 각각 9.8%, 8.4%씩 감소하였다. 대구와 울산에서는 동풍의 비율이 각각 11.6%, 6.2%씩 증가하였다. 전주에서는 북서풍이 5.6%, 목포에서는 북북서풍이 6.6%, 부산에서는 남남서풍이 7.3%씩 감소하였다. 광주의 경우는 서북

서풍의 비율이 13.5% 감소하고 남남서와 북동풍이 각각 10.3%와 9.8%씩 증가하였다.

## V. 최대순간풍향의 변화

최대순간풍은 순간적으로 잠깐 출현하지만 구조물에 미치는 영향이 클 수 있다. 구조물 건축 시 최대순간풍속과 더불어 풍향에 대한 고려가 필요하다. 그림 11은 연구기간 동안 전반기와 후반기 1월의 최대순간풍향의 출현빈도 분포 변화를 나타낸 것이다. 1월 최대순간풍향의 분포 변화도 최대풍의 풍향별 빈도변화와 비슷하다. 즉, 남서풍이 감소한 지점, 북서풍이 감소한 지점, 북동풍이 증가한 지점, 서북서풍이 증가하고 북북서풍이 감소한 지점, 큰 변화 없는 지점 등으로 구별된다.

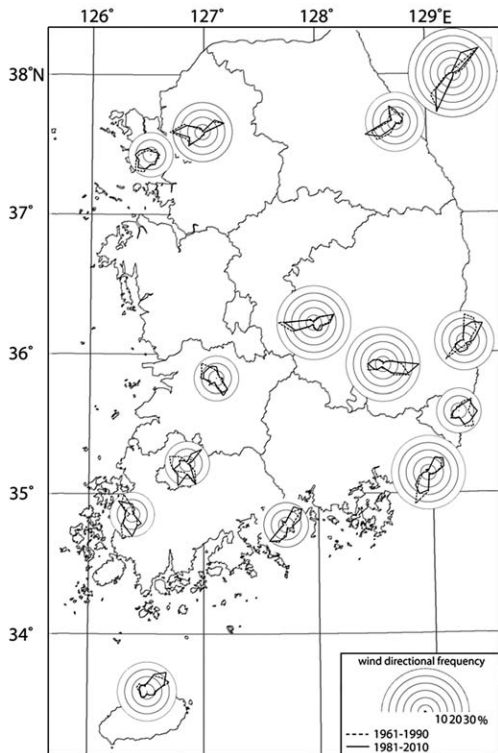


그림 10. 8월 최대풍 풍향별 출현빈도 변화

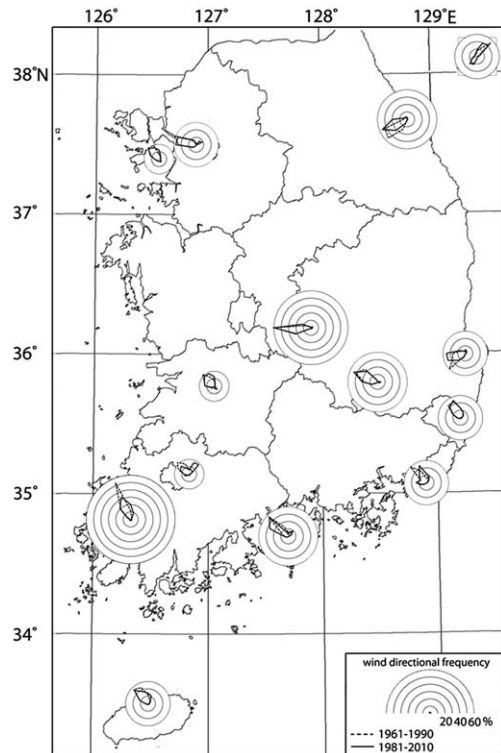


그림 11. 1월 최대순간풍 풍향별 출현빈도 변화



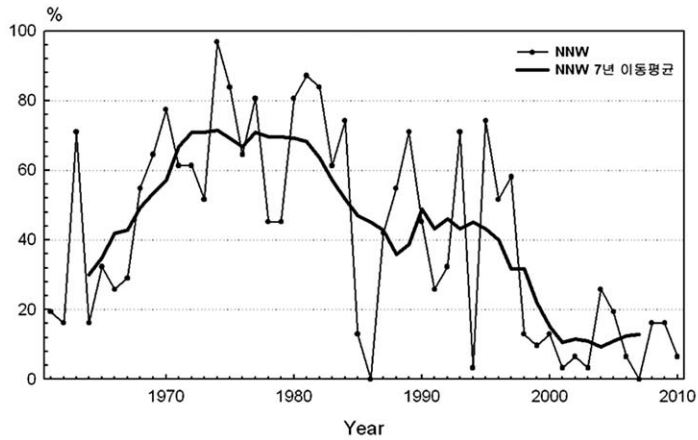


그림 12. 목포 최대순간풍향 북북서풍의 출현비율 변화

강릉과 포항의 경우 최대풍이나 풍향별 출현비율과 같이 남서풍이 감소하고 서남서와 서풍의 빈도가 증가하였다. 강릉의 경우, 남서와 남남서풍의 비율이 전반기 50.7%에서 후반기 26.9%로 23.7% 감소하였다. 포항에서도 남서풍의 비율이 30.1%에서 13.2%로 감소한 반면, 서북서와 서풍의 합은 35.2%에서 50.3%로 증가하였다.

부산과 목포는 북서풍계열의 빈도가 크게 감소한 지점이다. 목포의 경우 북북서풍이 전반기 53.7%에서 후반기 32.9%로 20.8% 감소하였으며, 북풍과 북북동의 합은 14.3%에서 29.1%로 14.8% 증가하였다. 그림 12는 목포에서 최대순간풍향 북북서풍의 출현빈도 변화를 나타낸 것이다. 이동평균값을 보면 1970년대 초반까지 증가한 후 1980년대 초반부터 현재까지 점차 감소하는 경향이다. 1970년대 초반부터 1980년대 초반 사이에는 이동평균값이 70% 내외를 유지하였으나 2000년대 이후는 10% 내외에 머물러 있다. 부산에서는 북북서풍의 감소가 뚜렷하여 전반기 30.5%에서 후반기 13.1%로 17.4% 빈도가 감소하였다. 반면 북북서와 북풍의 출현비율은 각각 9.0%, 6.7% 증가하였다. 북서풍 출현빈도의 변화 경향은 최대풍향의 빈도 변화와 거의 같다(그림 9 참조).

광주에서는 북서풍계열의 출현빈도가 감소하고 북동풍계열의 빈도가 증가하였다. 북서와 북북서풍의

비율은 각각 7.1%, 6.8%씩 감소하였고, 북북동과 북동풍은 각각 9.2와 13.2%씩 증가하였다. 이와 같은 특징은 풍향별 출현빈도와 최대풍의 출현빈도도 비슷하다. 제주에서도 북서와 북북서풍의 비율이 감소하고, 북동풍의 비율이 증가하였다.

그 외 인천과 전주에서는 북풍의 빈도가 증가하였다. 인천에서는 북풍의 출현빈도가 6.5%에서 12.2%로 증가하였고, 전주에서는 7.5%에서 12.5%로 증가하였다. 전주에서는 북북서풍도 5.4% 증가하였다. 여수에서는 북북서풍이 12.9%에서 6.1%로 감소한 반면, 서북서풍은 9.4%에 27.1%로 크게 증가하였다. 그러나 이런 변화가 장기적인 변화인지 일시적인 변화인지 판단하기 어렵다. 그림 13은 여수에서 순간최대풍향 서북서풍의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 1980년대 후반까지 이동평균값이 4~16%를 유지하였으나 1990년대 급격하게 증가하였다. 또한 1990년대 정점을 이룬 후 급격히 감소하여 2000년대 초반 이후 10~20%를 유지하고 있다. 매년 출현빈도를 보면 2000년대 중반 이후 급증하는 추세이다. 그러므로 여수에서 최대순간풍향의 풍향별 출현빈도는 보다 장기적으로 파악되어야 할 것이다.

그림 14는 연구기간 동안 전반기와 후반기 8월 최대순간풍의 풍향별 출현빈도 분포의 변화를 나타낸 것이다. 울릉도와 제주와 포항에서는 북동풍계열의 출

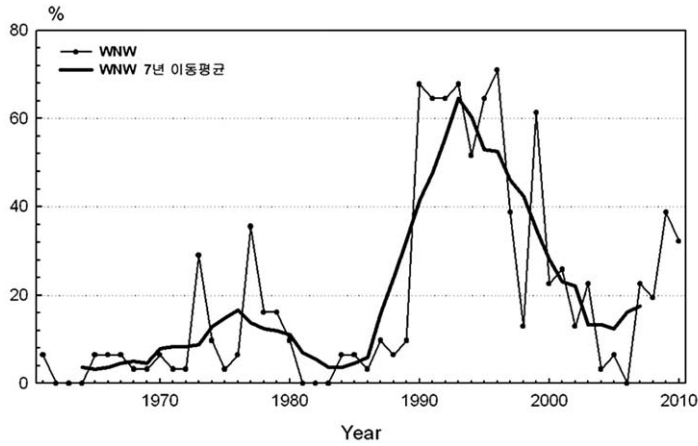


그림 13. 여수 최대순간풍향 서북서풍의 출현비율 변화

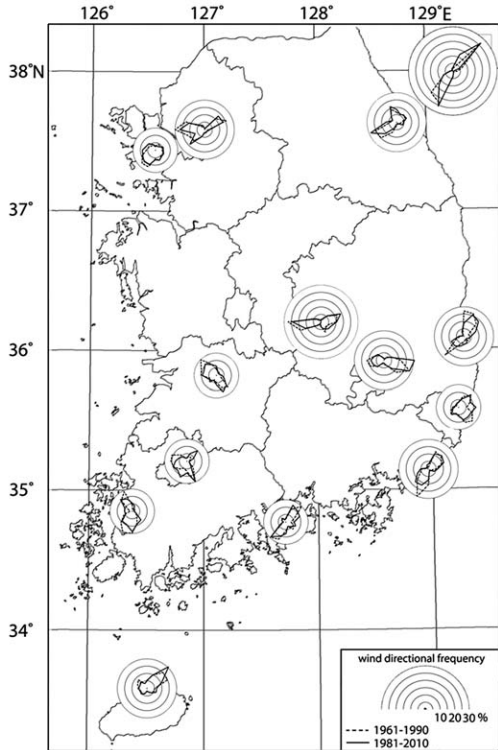


그림 14. 8월 최대순간풍 풍향별 출현빈도 변화

현빈도가 각각 5% 이상씩 증가하였다. 반면 울릉도에서는 남서풍이 7.7% 감소하고 포항에서는 북풍과 남서풍이 각각 8.3%, 9.0%씩 감소하였으며, 제주에서는 5% 이상 비율이 감소한 풍향이 없다. 대구와 울산에 동풍

이 각각 9.4%, 6.2% 증가한 것도 최대풍의 경우와 비슷한 결과이다. 최대풍의 경우와 달리 전주에서는 큰 변화가 없으나 목포에서는 북북서풍이 5.4% 감소하였고, 부산에서는 남남서풍이 8.3% 감소하였다. 광주의 경우는 서북서풍의 비율이 5.3% 감소하고 남남서와 북동풍이 각각 6.6%와 6.5%씩 증가하였다. 그 외의 지점에서는 풍향별 출현빈도의 변화가 미미하였다.

## VI. 토 의

분석지점의 전체 풍향별 관측빈도와 최대풍과 최대순간풍의 풍향별 출현빈도는 거의 같은 경향으로 변하고 있다. 즉, 대부분의 관측지점에서 전체 풍향별 관측빈도가 증가한 풍향의 바람이 최대풍과 최대순간풍의 풍향 빈도도 증가하였고, 감소한 풍향의 경우는 같이 감소하는 경향이다. 지역별로 보면, 풍향별 출현빈도가 변한 지점은 대부분 해안에 위치하고 있으며, 내륙에 위치한 관측지점에서는 풍향별 출현빈도의 변화가 두드러지지 않다. 대체로 풍향별 출현빈도분포의 변화가 큰 지점의 풍속이 주변 관측지점에 비하여 강한 편이다.<sup>2)</sup> 또한 전체 풍향별 출현빈도보다 최대순간풍이나 최대풍의 변화가 더 뚜렷하였다.

동해안의 강릉과 포항에서는 전반적으로 겨울철에

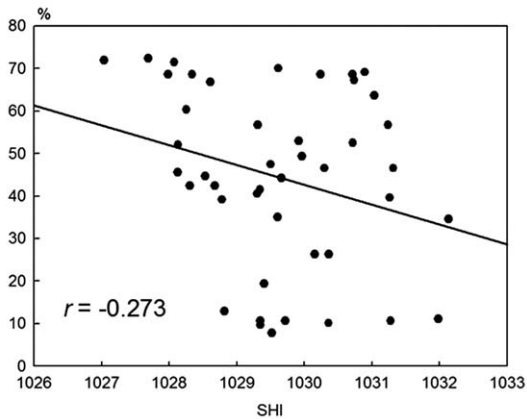


그림 15. 1월 시베리아고기압 강도지수와 1월 목포 최대풍향 북서풍의 비율의 관계

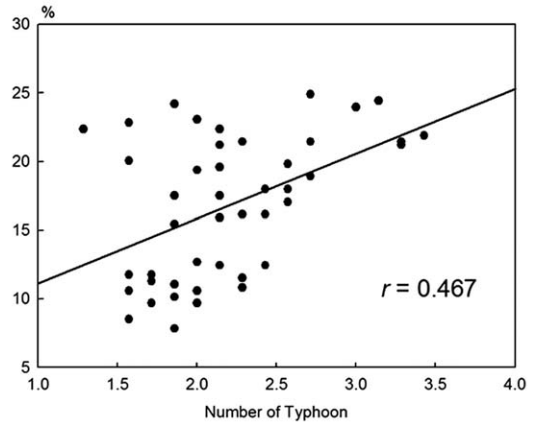


그림 16. 동해를 통과한 태풍수와 울릉도 8월 최대풍 북동풍 출현비율의 관계

남서풍이 감소하면서 서풍계열 풍향이 증가하였고, 남해안의 목포와 부산에서는 북서풍의 빈도가 감소하였다. 겨울철 동해안의 남서풍과 남해안의 북서풍은 한반도가 시베리아고기압의 영향 하에 놓이면서 서고동저형의 기압배치일 때 부는 바람이다. 그러므로 이런 풍향의 출현비율 감소는 시베리아고기압의 약화와 관련 있을 수 있다. 그림 15는 1월의 시베리아고기압 강도지수와 목포의 최대풍향 북서풍의 비율간의 관계를 나타낸 것이다. 두 변수 사이의 상관계수( $r$ )는  $-0.273(p=0.073)$ 으로 상관관계가 낮으며, 두 변수 사이에 음의 관계가 있음을 보여준다. 이는 시베리아고기압 강도지수 이외에 다른 요인의 영향이 크다는 것을 보여준다. 두 변수 간에 음의 관계인 것은 이 연구에서 설명하기 어려운 과제이다. 차후에 이에 대한 심층적인 연구가 필요함을 밝혀둔다.

울릉도에서는 8월에 전체 풍향별 빈도는 큰 변화 없지만 최대풍과 최대순간풍의 경우 남서풍의 비율이 감소하고 북동풍계열 바람의 비율이 증가하였다. 이는 동해( $35^{\circ}-40^{\circ}N, 130^{\circ}-135^{\circ}E$ )를 통과하는 태풍의 빈도 증가와 관련 있다고 할 수 있다. 전반기에는 동해를 통과한 태풍의 수가 62회였으며, 후반기에는 69회였다. 그림 16은 동해를 지나는 태풍의 빈도와 울릉도에서 최대풍 풍향이 북동풍계열인 비율의 관계를 나타낸 것이다. 둘 사이에는  $r=0.467(p=0.001)$ 에서 유의

함)의 관계가 있다. 즉, 태풍이 동해를 자주 통과할수록 울릉도에 최대풍의 풍향이 북동풍계열일 가능성이 높다는 것을 의미한다.

광주에서는 전체 풍향과 최대풍과 최대순간풍의 풍향이 모두 전반기와 후반기의 차이가 급격하다. 즉, 북서풍계열의 바람이 급격히 감소하고 북동풍계열의 바람 출현빈도가 크게 늘었다. 이는 다른 지점과 달리 관측소의 이동에 의한 것이라 판단된다. 광주 기상관측지점은 1992년 이전까지 서2동에 자리를 잡고 있었으나, 1992년 이후 운암동으로 이전하였다. 그러므로 광주에서 자연적인 풍향의 변화는 파악하기 어렵다.

해안인 인천을 포함한 내륙에서 풍향변화가 거의 나타나지 않는 것은 앞에서 언급한 기압배치 이외에 다른 요인이 더 강하게 영향을 미친다고 할 수 있다. 예를 들면, 기압경도가 풍향에 미치는 영향보다 마찰력의 영향이 더 클 수 있음을 의미한다.

풍향별 출현빈도가 전체 빈도와 최대풍, 최대순간풍의 경우가 같다는 것은 재해 관리적 측면에서 주목할 만하다. 즉, 풍향별 출현비율이 바뀌고 있는 곳에서는 증가하는 풍향에 대한 대비가 필요하다고 할 수 있다. 예를 들어, 겨울철 북서풍이 강하거나 출현빈도가 높은 곳에서는 북서풍에 대비하는 시설을 설치하는 것이 일반적이다. 그러므로 전체 빈도뿐만 아니라 최대풍과 순간최대풍의 풍향이 일관된 방향으로 바뀌

는 지역에서는 이에 대한 대비가 필요하다.

특히 증가한 풍향의 경우, 전반기에 비하여 후반기에 표준편차가 더 커진 경향이다. 이는 그 풍향의 바람 출현빈도의 변동이 크다는 것을 의미하는 것으로, 이는 해에 따라서 더욱 빈도가 잦을 수 있다는 것을 보여준다.

해안에서의 풍향 변화는 바람에 의하여 발생하는 연안류의 흐름에 영향을 미칠 수 있다. 또한 연안류 흐름의 변화는 해수온도에도 영향을 미칠 수 있어서 수온과 관련된 생태계에까지 영향을 미칠 수 있다. 그러므로 해안에서의 탁월풍의 풍향이나 최대풍의 풍향 변화가 다른 환경에 미치는 영향에 대한 연구가 이어질 필요가 있다.

## VII. 결론

이 연구에서는 관측기간이 50년 이상인 남한의 14개 기상관측소를 대상으로 매시간 풍향과 최대풍과 최대순간풍의 풍향을 분석하여 전반기(1961~1990년)와 후반기(1981~2010년)의 변화를 파악하고자 하였다. 분석 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

겨울철(1월) 바람은 동해안과 남해안에 위치한 강릉, 포항, 목포, 부산에서 비교적 뚜렷하게 풍향의 변화가 나타났다. 동해안에서는 남서풍이 감소하면서 서남서 혹은 서풍의 빈도가 증가하였고, 목포와 부산에서는 북서풍의 감소가 뚜렷하다. 이런 변화는 시베리아고기압강도지수의 변화와 관련이 있다.

울릉도에서는 여름철(8월)에 최대풍과 최대순간풍의 풍향 중 남서풍의 비율이 감소하고, 북동풍계열의 빈도가 증가하였다. 이는 동해상을 지나는 태풍의 빈도와 관련이 있다.

광주에서는 겨울과 여름철에 풍향 변화가 가장 뚜렷하며, 이는 관측소의 이전에 의한 것이라 판단된다.

서해안의 인천과 내륙의 관측지점에서는 뚜렷한 풍향의 변화가 나타나지 않았다. 이는 기압경도력보다 다른 요인이 풍향에 더 영향을 미치고 있다는 것

을 의미한다고 할 수 있다.

이상의 결과를 통하여 비교적 바람이 강한 해안에서 풍향의 변화가 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 뿐만 아니라 출현빈도가 증가한 풍향의 바람은 출현빈도의 표준편차가 커서 불규칙적으로 출현할 가능성이 높다. 그러므로 바람으로 인한 피해나 재해를 방지하기 위해서는 최근 증가하고 있는 풍향에 대한 대비가 필요할 것이다. 해안에서 탁월풍 풍향의 변화는 연안류의 흐름에 영향을 미칠 수 있으며, 이는 해수온도의 분포에도 영향을 미쳐 해양 생태계의 변화까지 이어질 수 있다. 그러므로 새로운 해양 생태계로의 변화에 대한 대비가 필요하다고 할 수 있다. 또한 해안에서 탁월풍과 최대풍의 풍향변화가 주변 환경에 미칠 영향에 대한 연구가 심층적으로 이루어져야 할 필요가 있다.

## 註

- 1) 강원도 속초에서는 2006년 10월 23일 순간최대풍속 63.7m/sec의 강풍이 발생하여 속초시에서만 가옥과 선박, 공공시설 등이 파괴되어 총 73.6억 원의 피해를 입었다.
- 2) 예를 들어, 강릉의 1월평균 풍속은 3.5m/sec로 동해(3.1m/sec), 인천(3.2m/sec)보다 높다. 목포의 1월평균 풍속도 4.6m/sec로 해남(2.3m/sec), 고흥(1.7m/sec)보다 높다. 부산의 1월평균 풍속은 3.7m/sec로 창원(2.2m/sec), 통영(2.7m/sec) 등 보다 높다.

## 文獻

김도우 · 변희룡, 2008, “한반도 바람자원의 시공간적 분포,” 한국기상학회 18(3): 171-182.

박창용 · 문자연 · 차은정 · 윤원태 · 최영은, 2008, “최근 한반도 여름철 강수특성의 변화,” 대한지리학회지 43(3): 324-336.

변재영 · 최영진 · 서범근, 2010, “중규모 모델 WRF로부터 모의된 한반도 풍력-기상자원 특성,” 한국기상학회지 20(2): 195-210.

- 변재영 · 최영진 · 이재원, 2011, “NCEP 재분석 자료를 이용한 전지구 지표층의 2000-2009년 풍속 분포,” 한국기상학회지 21(4): 439-446.
- 서은경 · 윤준희 · 박영산, 2009, “북한 지역에서의 30년 동안의 평균 바람 지도,” 한국지구과학회지 30(7): 845-854.
- 윤준희 · 서은경 · 박영산 · 김학성, 2010, “종관 바람 관측 자료를 이용한 북한 지역의 풍력자원 분석,” 한국지구과학회지 31(3): 225-233.
- 이승호, 1995, “한반도 주변의 기압배치형에 의한 한국의 자연계절 구분,” 지리학연구 26(1): 65-78.
- 이승호 · 권원태, 2004, “한국의 여름철 강수량 변동-순별 강수량을 중심으로,” 대한지리학회지 39(6): 819-832.
- 정지훈 · 조리나, 2010, “한반도 상공의 편서풍 변화 경향,” 기후연구 5(1): 68-77.
- 최광용 · 권원태, 2008, “현재와 미래 우리나라 겨울철 강수형태 변화,” 대한지리학회지 43(1): 1-19.
- 최의수 · 문일주, 2008, “56년간 한반도 강수 및 풍속의 극값 변화,” 한국기상학회지 18(4): 397-416.
- IPCC, 2007, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Pirazzoli, P. A. and A. Tomasin, 2003, Recent Near-Surface Wind Changes in the Central Mediterranean and Adriatic Areas wind variability; linear regression analysis; temperature; global change; NAO index; Mediterranean; Adriatic. *International journal of climatology* 23(8): 963-974.

접 수 2012년 4월 30일  
 최종수정 2012년 6월 5일  
 게재확정 2012년 6월 10일