한국항해항만학회지 제41권 제3호
J. Navig. Port Res. Vol. 41, No. 3 : 103-108, June 2017 (ISSN:1598-5725(Print)/ISSN:2093-8470(Online))
DOI : http://dx.doi.org/10.5394/KINPR.2017.41.3.103

우리나라 풍랑특보의 분포 특성

설동일†

† 한국해양대학교 항해학부

Distribution Characteristics of High Seas Watch and Warning in Korea

Dong-Il Seol†

† *Division of Navigation Science, Korea Maritime and Ocean University, Busan 606-791, Korea*

요 약 : 이 연구에서는 최근 5년(2010~2014년) 동안의 데이터를 이용하여 우리나라의 풍랑특보 분포 특성에 대하여 분석하였다. 풍랑특보는 우리나라 주변 해역을 항해하는 선박 및 해양 구조물 등의 안전에 큰 영향을 미치므로 중요한 의미를 가진다. 풍랑특보는 한반도의 동측 즉, 동해남부 및 동해중부 해역, 남해동부 해역에서 많이 나타난다. 이 결과는 온대저기압의 이동과 발달, 계절풍의 세기 등과 밀접히 관련되어 있다. 그리고 풍랑특보는 12월에 가장 많고, 1월과 3~4월에도 높은 빈도수를 보인다. 계절로 구분해 보면, 겨울 〉 봄 〉 가을 〉 여름의 관계를 확인할 수 있는데, 이들 결과는 온대저기압의 발생 및 발달, 계절풍의 세기 차이 등에 의한 것이다. 앞바다와 먼바다의 월별 풍랑특보 분포에 대하여 통계 분석한 결과, 양자는 강한 양의 상관관계가 있음을 확인하였다.

핵심용어 : 풍랑특보, 선박, 안전, 온대저기압, 계절풍

Abstract : *This paper analyzed the distribution characteristics of incidents of high seas watches and warnings using data from 2010 to 2014. High seas watches and warnings are critical to the vessels and marine operators of the region, etc. because they affect the ability to safely maneuver. High seas often appear at the southern and middle regions of the East Sea and the eastern region of the South Sea. This phenomenon is closely connected to an extratropical cyclone's development and migration, as well as monsoon intensity. They occur primarily in winter(December ~ January) and spring(March ~ April). The statistical analysis of monthly high seas watches and warnings in both inshore and offshore areas shows a strong positive correlation.*

Key words : *High Seas Watch and Warning, Vessels, Safety, Extratropical Cyclone, Monsoon*

1. 서 론

우리나라 기상청(KMA)에서 실시하고 있는 해양기상 예보는 우리나라 영해를 포함한 부근 해역에 대하여 5km × 5km 간격으로 날씨, 풍향, 풍속, 파고를 대상으로 하고 있으며, 해양기상 특보는 우리나라 부근 해역을 광역 및 국지 구역으로 구분하여 주의보 및 경보를 발표하고 있다.

해양기상 예보 구역은 기본적으로 해안선으로부터 200해리 이내의 해역으로 정하고, 9개 권역의 해상 광역 예보 구역과 동중국해 해상, 대화퇴 해상, 일본 큐슈 서쪽 및 남쪽 각 해상을 합쳐 13개 권역으로 나누고 있다. 이 중 해상 광역 예보 구역은 다시 서해와 남해를 20해리, 동해와 제주도는 12해리 이내로 세분하여 18개 구역으로 나누고 있으며, 연안에 인접한 앞바다는 다시 행정 관할 해역으로 구분한 24개 해상 국지 예보 구역으로 구분하고 있다(기상청 홈페이지, 특보·예보(해상예보) 참조).

해양기상 특보 구역은 해양기상 예보 구역과 동일하나, 서해 북부 해상 및 동해 북부 해상은 제외한다. 그리고 해양기상 특보는 풍랑, 폭풍해일, 지진해일 그리고 태풍에 대하여 발표하고 있으며, 특보 기준은 다시 주의보와 경보로 구분된다. 경보는 주의보보다 한 단계 높은 기상 특보이다.

해양기상 특보 중에서 특히 풍랑특보(풍랑주의보 및 풍랑경보)는 선박의 안전 및 기상재해의 최소화 관점에서 매우 중요한 의미를 가진다. 일례로, 해사안전법 시행규칙 제31조에서는 각각의 해양기상 특보에 따라서 선박의 출항을 엄격히 통제할 수 있는 근거를 마련하고 있는데, 해양기상 관련 특보 중에서 풍랑특보의 발표 빈도수가 가장 많아 그 영향을 크게 받고 있는 것이 우리나라의 자연 환경적 현실이다.

Chang(2009)에 의한 연구 결과에 따르면, 우리나라 연안 해역에 있어서의 해양사고 발생 건수는 점점 증가하는 추세를 보인다. Lee et al.(2011)은 우리나라 해양사고의 대다수가 연안 해역에서 어로에 종사하는 소형 어선에서 기인한다고 지적

† Corresponding author : 종신회원, seol@kmou.ac.kr 051)410-4271
(주) 이 논문은 "우리나라 해역별 풍랑특보 발효 특성 분석"이란 제목으로 "2015년 추계학술대회 논문집(2015.10.21-23, pp. 11-12)"에 발표되었음.

하고 있다.

이 연구에서는 우리나라 부근 해상을 항해하는 선박과 조업하는 어선, 묘박지에 정박중인 선박 및 해상 구조물 등의 안전과 경제적 측면에서 지대한 영향을 미치는 풍랑특보에 대하여 그 분포 특성을 시간적, 공간적 관점에서 분석하고자 한다.

이 연구의 결과는 해양사고의 예방과 그 피해의 최소화에 기여할 것으로 판단된다. 그리고 해양 공간의 이용 및 관리, 특정해역에서의 해양 공사를 계획하는 경우 등에 있어서 풍랑특보 출현의 통계치를 이용하여 공사 계획 등을 수립하는 기초자료로 활용할 수 있다. 선박 및 해상 업무 종사자는 풍랑특보에 대한 경각심을 가지는 한편, 풍랑특보 발표 시의 해상상태를 보다 정확하게 파악하고 그 상황에서 해양사고를 미연에 방지할 수 있도록 최선의 적극적인 조치를 취해야 할 것이다.

2. 사용 자료

이 연구에서 사용한 자료는 기상청에서 제공한 최근 5년(2010~2014년) 동안의 월간 해양기상정보이다(KMA, 2010~2014).월간 해양기상정보는 연근해 선박을 대상으로 해양기상뿐만 아니라 해상안전, 어업기상, 해황, 파고 관측값 등의 자료를 제공한다.

그리고 이 연구에서 사용하는 용어 '풍랑특보'는 풍랑주의보와 풍랑경보를 다 포함하는 것이다. 풍랑주의보는 해상에서 풍속 14 m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 3 m를 초과할 것으로 예상될 때 발표한다. 그리고 풍랑경보는 해상에서 풍속 21 m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 5m를 초과할 것으로 예상될 때 발표한다.

여기에서 유의파(significant wave)란 계속 관측되어진 N개의 파 중에서 파고가 높은 순서로부터 1/3개 파들을 말한다. 유의파들의 파고의 평균을 유의파고라고 한다(Cho, 2004). 유의파를 1/3 최대파라고도 한다. 유의파와 마찬가지로 파고가 높은 순서로부터 1/10, 1/100, 1/1,000의 파를 평균하여 얻어지는 1/10 최대파, 1/100 최대파, 1/1,000 최대파 등도 정의되고, 통계 이론적으로

1/10 최대파의 파고 H1/10 = 1.27× H1/3

1/100 최대파의 파고 H1/100 = 1.61× H1/3

1/1,000 최대파의 파고 H1/1,000 = 1.93× H1/3의 관계가 성립한다(Itsuzaki, 2006). 이들 관계는 대상 해역 및 관측 파고 수에 따라 다소 달라질 수 있다. 이로부터 1,000파 중의 1파는 유의파고의 2배 가까운 파가 출현할 가능성이 있다는 사실을 알 수 있다.

3. 연구 결과 및 고찰

아래의 Fig. 1과 Fig. 2는 우리나라 해양기상 특보 구역에 있어서의 연평균 풍랑특보일수를 월별로 정리하여 그래프로 나타낸 것이다. 그리고 Fig. 3은 전 해역의 풍랑특보일수를 앞바다와 먼바다로 구분하여 월별로 나타낸 그림이다.

그림에서 해역 구분의 '서해중부'는 MW(middle of the West Sea), '서해남부'는 SW(southern part of the West Sea), '남해서부'는 WS(western part of the South Sea), '남해동부'는 ES(eastern part of the South Sea), '동해남부'는 SE(southern part of the East Sea), '동해중부'는 ME(middle of the East Sea)로 나타내었다.

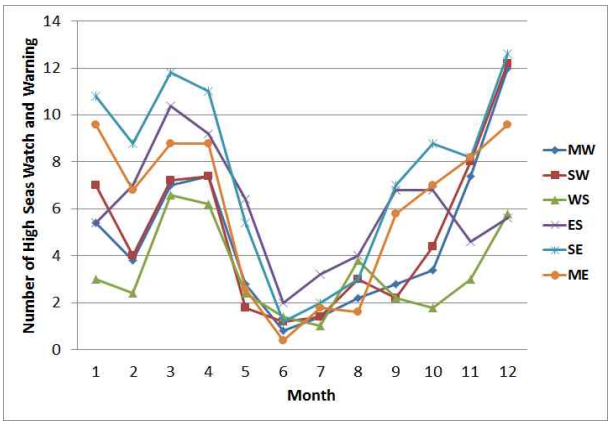

Fig. 1 Monthly annual mean number of high seas watch and warning in the inshore

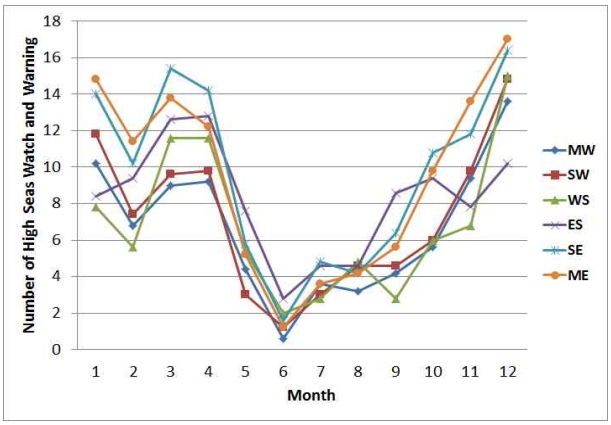

Fig. 2 Same as Fig. 1 but for the offshore

앞바다의 경우, 풍랑특보일수는 동해남부 해역에서 가장 많고, 그 다음은 남해동부, 동해중부 해역의 순서이다. 남해서부 해역은 가장 적은 풍랑특보일수를 보인다. 먼바다의 경우는 앞바다와 마찬가지로 동해남부 해역에서 가장 많은 풍랑특보일수를 보이고, 그 다음은 동해중부, 남해동부 해역의 순서이다. 가장 적은 풍랑특보일수는 서해중부 해역에서 나타난다. 해역별로 풍랑특보일수 분포 특성을 정리해 보면, 앞바다와 먼바다 공히 한반도의 동측 즉, 동해남부, 동해중부, 남해동부 해역에서 풍랑특보일수가 많고, 상대적으로 한반도의 서측에 해당하는 남해서부, 서해중부 및 서해남부 해역에서 적은 분

포를 보인다는 사실을 알 수 있다.

월별로 풍랑특보일수 분포를 살펴보면, 앞바다와 먼바다 공히 12월에 가장 많고, 그 다음은 3월, 4월, 1월의 순서이다. 가장 적은 풍랑특보일수는 6월에 나타난다. 풍랑특보일수가 최저인 6월이 지나고 7월부터는 풍랑특보일수가 증가하여 12월에 최다가 된다.

우리나라에서 풍랑특보 발표의 제1의 원인을 제공하는 기상현상은 온대저기압이다. 그리고 그 다음은 특히 한후기에 발달하는 북서 계열의 계절풍을 들 수 있다. 온대저기압은 봄에 가장 많이 발생하고 가장 강력하게 발달하는 계절은 겨울이다. 그에 비하여 온대저기압은 여름에 가장 적게 발생하고 그 세력도 약하다. 이들 결과 등에 근거하여 겨울과 봄에 풍랑특보일수가 많고, 여름 그 중에서 특히 6월은 최소의 풍랑특보일수 분포를 보인다고 해석할 수 있다.

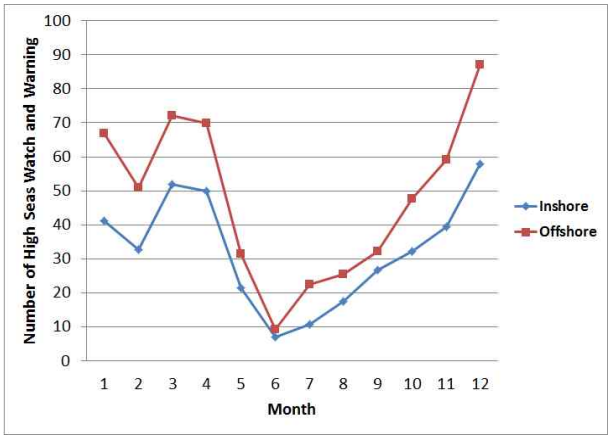

Fig. 3 Monthly annual mean total number of high seas watch and warning in the inshore and offshore

Fig. 3에서 앞바다와 먼바다의 풍랑특보일수는 비슷한 분포 경향을 보인다는 사실을 확인할 수 있다. 통계적으로 앞바다와 먼바다의 월별 풍랑특보일수 분포에 대하여 상관분석을 행하면, 두 일수 분포의 상관계수는 0.9858이다. 이 결과로부터 두 일수 분포는 95% 신뢰구간에서 강한 양(陽)의 상관관계가 있음을 알 수 있다(Ohmura, 1994). 즉, 앞바다와 먼바다의 풍랑특보는 서로 밀접히 관련되어 발생한다는 사실을 확인할 수 있다. 보다 구체적으로 상관분석을 해보면, 특히 동해남부 해역에서 앞바다와 먼바다의 상관계수가 컸고, 남해서부 해역에서 가장 작은 상관계수 값을 보였다.

우리나라 서해와 동해에서 앞바다와 먼바다는 동서방향으로 접해 있고, 남해는 남북방향으로 접해 있다. 일기가 서에서 동으로 변하는 중위도 지방에 위치한 우리나라의 경우, 서해와 동해는 상기의 상관계수 값이 크고, 남해는 그에 비하여 작은 값을 보인다. 즉, 서해와 동해의 앞바다와 먼바다는 날씨가 서로 직접적으로 영향을 미치는 관계에 있고, 남해는 그에 비하여 그 관계의 정도가 덜하다. 남해서부 해역에서 특히 상관계수 값이 작은 이유는 지형적인 특성 때문이라고 해석할 수 있다. 즉, 남해서부 앞바다는 다수의 섬들이 존재하고 육지의 지형이 크게 남서방향으로 뻗어 있어 풍랑특보일수가 적게 나타나고 먼바다는 외해에 그대로 노출되어 있어 앞바다와는 다른 분포 특성을 보인다.

한편, Fig. 3에서 알 수 있는 것처럼, 전 해역의 앞바다와 먼바다의 풍랑특보일수 차이는 6월에 가장 작고, 12월에 가장 크다. 앞바다와 먼바다의 풍랑특보일수 차이는 10월부터 커져 그 다음해 4월까지 그 경향이 유지된다. 그러나 5월부터 9월까지는 앞바다와 먼바다의 풍랑특보일수에 큰 차이가 없다. 1월부터 12월까지의 전년(全年)을 대상으로 비교해 보면, 앞바다의 풍랑특보일수(388.8일)는 먼바다 풍랑특보일수(574.4일)의 약 68%에 해당한다.

Fig. 4~Fig. 7은 각각 봄(3~5월, MAM), 여름(6~8월, JJA), 가을(9~11월, SON), 겨울(12~2월, DJF)에 있어서의 앞바다의 해역별 연평균 풍랑특보일수를 나타낸 것이다.

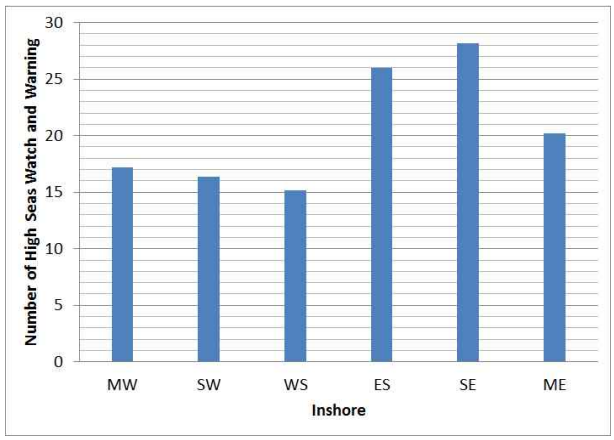

Fig. 4 Annual mean number of high seas watch and warning of spring(MAM) in the inshore

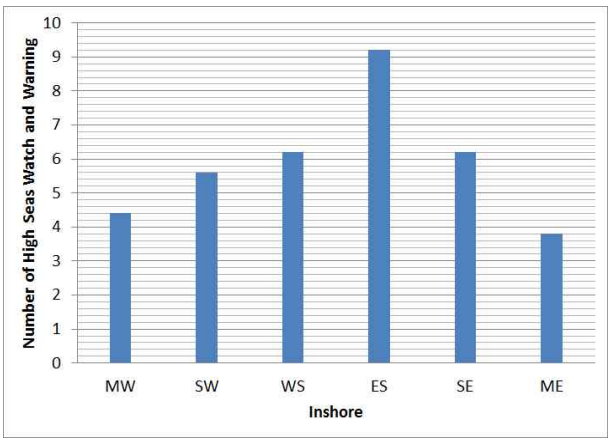

Fig. 5 Same as Fig. 4 but for summer(JJA)

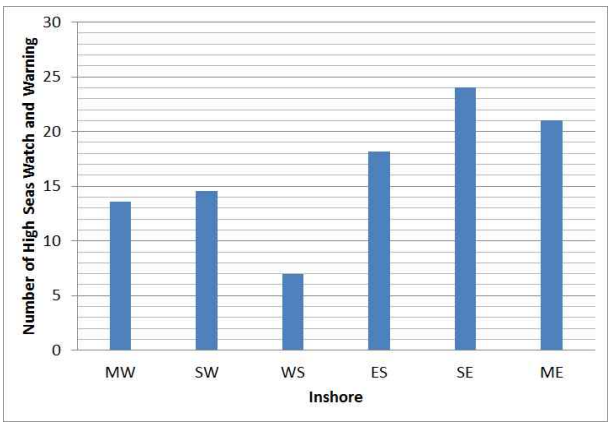

Fig. 6 Same as Fig. 4 but for fall(SON)

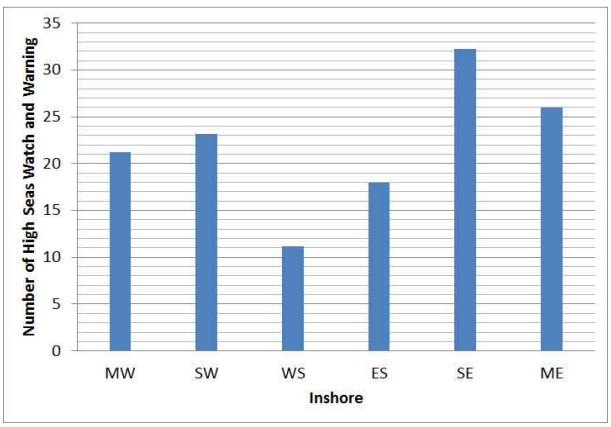

Fig. 7 Same as Fig. 4 but for winter(DJF)

Fig. 8~Fig. 11은 각각 봄(MAM), 여름(JJA), 가을(SON), 겨울(DJF)에 있어서의 먼바다의 해역별 연평균 풍랑특보일수 분포를 보인다. 봄에는 동해 〉 남해 〉 서해의 분포를 보인다. 이는 한반도의 서측보다 동측에서 더 강하게 발달하는 온대저기압의 영향 때문이다. 봄은 4계절 중에서 온대저기압이 가장 많이 발생하는 계절에 해당한다. 여름은 앞바다와 마찬가지로 풍랑특보일수가 전반적으로 적으며, 남해동부 해역에서 가장 많은 일수를 보인다. 가을은 한반도 동측에 해당하는 동해남부 및 동해중부 해역, 남해동부 해역에서 많은 일수 분포를 보이고, 서측에 해당하는 남해서부 해역과 서해남부 및 서해중부 해역에서 상대적으로 적은 일수 분포를 보인다. 겨울은 앞바다와 마찬가지로 동해 〉 서해 〉 남해의 분포를 보인다. 이와 같은 결과는 앞바다와 마찬가지로 겨울에 특히 강화되는 계절풍의 영향 때문으로 해석된다.

앞바다와 먼바다 전 해역의 계절별 풍랑특보일수의 분포를 분석해 보면, 앞바다와 먼바다 공히 겨울에 가장 많은 풍랑특보일수를 보이고, 여름에 가장 적은 일수 분포를 보인다. 겨울 다음으로 많은 풍랑특보일수는 봄, 가을의 순서이다. 겨울 〉 봄 〉 가을 〉 여름으로 순서가 정해지는 기상학적 이유는 온대저기압과 계절풍의 영향 때문이다. 계절별로 풍랑특보일수 발생 비율을 살펴보면, 겨울 35% : 봄 30% : 가을 25% : 여름 10%의 분포를 보인다.

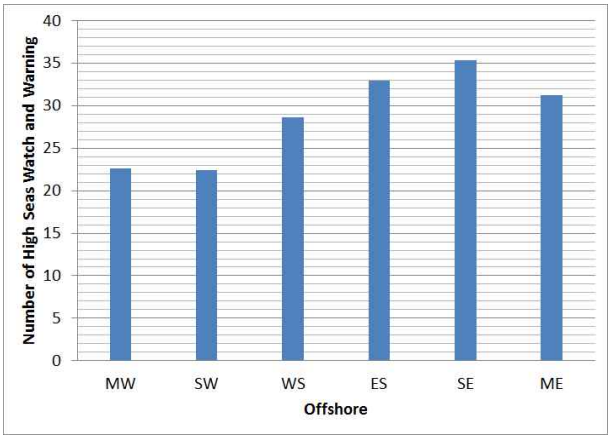

Fig. 8 Annual mean number of high seas watch and warning of spring(MAM) in the offshore

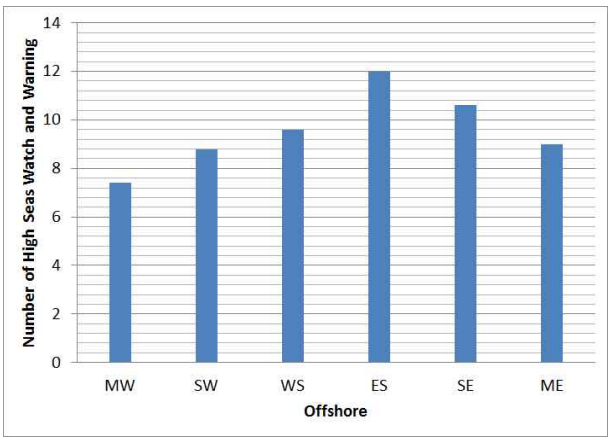

Fig. 9 Same as Fig. 8 but for summer(JJA)

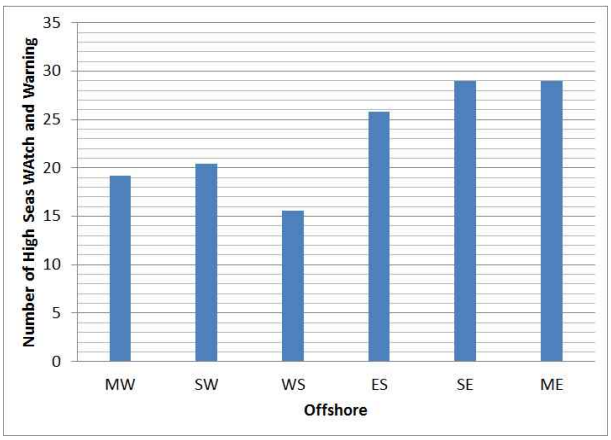

Fig. 10 Same as Fig. 8 but for fall(SON)

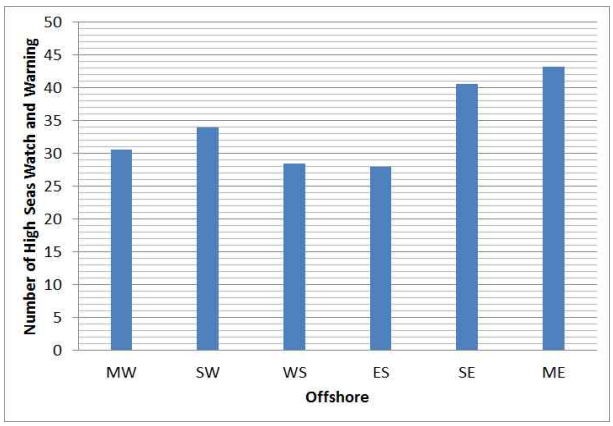

Fig. 11 Same as Fig. 8 but for winter(DJF)

Min(1986)에 의하면, 우리나라 부근에서 발생하는 온대저기압은 1년에 약 460개이다. 온대저기압은 봄에 가장 많이 발생하고, 그 다음은 가을, 겨울, 여름의 순서이다. 이 중에서 현저히 발달하는 온대저기압은 주로 12~4월에 나타나고, 특히 1월과 3월에 극대가 있다. 그리고 계절풍은 겨울에 특히 강하고 여름에 약한 계절적 변화 특성을 보인다.

이들 결과는 선행 연구(Seol, 2006)의 결과로부터 그 원인을 파악할 수 있다. Fig. 12는 겨울철(DJF, December~February) 우리나라 주변에 있어서의 풍향 및 풍속 분포도이다.

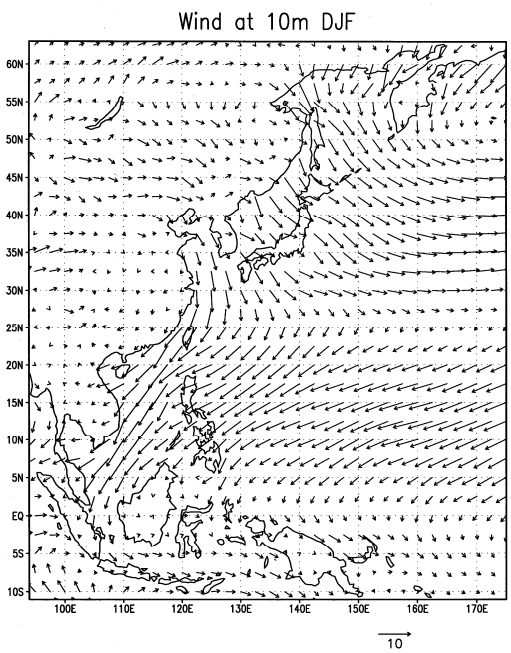

Fig. 12 Distribution of wind direction and wind speed in winter(source : Seol, 2017)

그림에서 확인할 수 있는 것처럼, 우리나라 해역에 있어서의 겨울철 풍속은 대체로 강한 북서풍 계열의 바람이다. 겨울철의 풍속은 주로 온대저기압과 북서 계열의 계절풍에 의하여 결정된다. 계절풍 형성의 주요 배경은 서고동저형 기압 배치이다. 그에 비하여 여름철은 약한 남풍 계열의 바람이 주로 불게 되는데, 이는 여름철의 전형적인 남고북저형의 기압 배치에 의한 것이다.

4. 결 론

최근 5년(2010~2014년) 동안의 자료를 이용하여 우리나라 주변 해역의 풍랑특보 분포 특성을 분석하였다. 풍랑특보는 항해하는 선박과 정박선 및 해상 구조물 등의 안전과 경제성에 매우 큰 영향을 미치는 요소이다. 특히, 해양사고의 예방과 기상재해의 최소화 관점에서 중요하다.

공간적 관점에서 풍랑특보일수가 많이 나타나는 해역은 한반도의 동측에 해당하는 동해남부 및 동해중부 해역, 남해동부 해역이다. 좀 더 세분하여 계절별로 분석해 보면, 봄은 상기 전년의 결과와 같으나 여름은 남해동부 해역에서 가장 많이 풍랑특보가 발생한다. 가을과 겨울은 북서 계열의 계절풍이 강화되면서 온대저기압도 강하게 발달하는 시기에 해당하므로 풍랑특보일수는 동해 〉 서해 〉 남해의 분포를 보인다.

시간적 관점에서 정리하면, 풍랑특보일수는 12월에 가장 많이 나타나고 1월과 3~4월에도 높은 빈도수를 보인다. 6월은 앞바다와 먼바다 공히 가장 적은 분포를 보인다. 계절별로 비교해 보면, 겨울 〉 봄 〉 가을 〉 여름의 관계를 확인할 수 있다. 이들 결과는 온대저기압의 발생 및 발달 정도, 계절풍의 세기 차이 등에 의한 것이다.

앞바다와 먼바다의 월별 풍랑특보일수 분포에 대하여 통계 분석한 결과, 양자는 강한 양의 상관관계가 있음을 확인하였다.

따라서 우리나라 주변 해역을 항해하는 그리고 정박중인 선박 및 해양 구조물 등은 시기적으로는 겨울과 봄, 해역으로는 동해와 남해동부 해역에서 각별히 주의하여야 한다. 특히, 이동하는 온대저기압이 급격하게 발달하는 경우와 북서 계열의 계절풍이 강하게 부는 시기에 주의하여야 한다. 온대저기압과 계절풍이 동시에 영향을 미치는 경우에는 안전 관점에서 해양 업무 종사자들은 특히 경계심을 가지고 적극적으로 대응하여야 한다.

References

[1] Chang, I. S.(2009), “A Study on the Effective Safety Management Measures for the Prevention of Marine Accidents”, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 15, No. 1, pp. 33-39.

[2] Cho, C. S.(2004), Glossary of Ocean, Il Jin Sa, p. 384.

[3] Itsuzaki, I.(2006), ABC of Kymatology, Seizando

Bookstore, p. 173.
[4] Korea Meteorological Administration(2010～2014), Monthly Maritime Meteorological Information
[5] Lee, S. J., Kim, H. S., Long, Z. J. and Lee, S. K.(2011), “A Study on the Korea Marine Accidents and the Countermeasures”, Journal of Navigation and Port Research, Vol. 35, No. 3, pp. 205-211.
[6] Min, B. E.(1986), Maritime Meteorology, Se Jong Press, p. 432.
[7] Ohmura, H.(1994), Story of Multi-Variable Analysis, Nikagiren, p. 225.
[8] Seol, D. I.(2006), “Climatological Characteristics of Monthly Wind Distribution in a Greater Coasting Area of Korea”, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 12,, No. 3, pp. 185-192.
[9] Seol, D. I.(2017), Maritime Meteorological Forecast · Optimum Route, Dasom Press, p. 235.

Received 02 December 2016
Revised 12 May 2017
Accepted 16 May 2017