

해양기상부이 관측자료를 이용한 풍랑특보의 적절성 평가

강민균* · † 설동일

*,† 한국해양대학교 항해융합학부 교수

Evaluation of the Appropriateness of High Wind Wave Alert by Comparing the Marine Meteorological Observation Buoy Data

Min-Kyoon Kang* · † Dong-Il Seol

*,† Professor, Division of Navigation Convergence Studies, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약 : 풍랑특보는 우리나라 부근을 항행하는 선박 및 해상 업무 종사자에게 큰 영향을 미친다. 이 연구에서는 최근 11년(2010-2020년) 동안 기상청에서 발표한 서해·남해·동해의 앞바다 및 먼바다의 풍랑특보와 주요 해양기상부이의 관측자료를 비교·분석하여 풍랑특보의 적절성을 평가하였다. 각 해역에 대한 풍랑특보와 해양기상부이 관측자료를 일별, 월별, 연별로 통계를 내어 연평균, 월평균, 계절별로 비교한 결과, 풍랑특보의 적중률이 전 해역에 걸쳐 매우 낮았으며, 특히 남해 앞바다와 제주도 앞바다의 적중률은 겨울에 가장 낮은 것으로 분석되었다. 해상에서의 풍랑특보가 어선의 어업활동, 여객선 운항 및 관광, 해상 레저활동 등에 미치는 영향을 고려할 때 해양기상 예·특보의 정확성을 개선할 필요가 있음을 확인하였다.

핵심용어 : 풍랑특보, 해양기상부이, 앞바다, 먼바다, 어업활동

Abstract : The high wind wave alert has a great impact on ships and maritime service workers navigating in the vicinity of Korea. This study aims to evaluate the appropriateness of the high wind wave alert by comparing and analyzing the observation data of major marine meteorological buoys with the high wind wave alerts in the coastal sea and offshore of the West Sea, South Sea, and the East Sea announced by the Korea Meteorological Administration for the past 11 years(2010-2020). As a result of comparing the daily, monthly, and annual statistics of the high wind wave alert and marine meteorological buoy observation data for each sea area by annual, monthly, and seasonal average, the accuracy of high wind wave alerts was very low across the entire sea area. In particular, it was analyzed that the accuracy in the coastal sea of the South Sea and Jeju do was the lowest in winter. It was confirmed that the accuracy of marine weather forecasts and alerts needs to be improved when considering the effects of the high wind wave alerts on fishing vessels, passenger ships operations and tourism, and marine leisure activities.

Key words : high wind wave alert, marine meteorological observation buoy, coastal sea, offshore, fishing

1. 서 론

우리나라 기상청은 각종 기상현상으로 인하여 중대한 재해 발생이 예상될 때 해당 지역에 대하여 그 정도에 따라 주의보 및 경보로 구분하여 기상특보를 발표한다. 특보를 발표하게 되는 기상현상의 종류는 강풍, 풍랑, 호우, 대설, 건조, 해일, 한파, 태풍, 황사, 폭염이다(기상법 시행령 제8조제2항 및 제9조). 여기서 해상특보는 태풍, 풍랑, 해일에 대하여 발표하고 있다.

해사안전법 제38조제1항에서 해양수산부장관은 해상에 대하여 기상특보가 발표되거나 제한된 시계 등으로 선박의 안전 운항에 지장을 줄 우려가 있다고 판단될 경우에 선박의 출항

통제를 할 수 있다고 규정하고 있다. 동법 시행규칙 제31조에서는 풍랑특보(풍랑주의보 및 풍랑경보)를 기준으로 선박의 종류, 길이, 총톤수 및 항행구역에 따라 선박출항통제의 기준 및 절차를 제시한다.

해양 또는 연안에서의 안전사고는 막대한 피해가 예상되는 재난으로 확산될 가능성이 높으므로, 정확한 풍랑특보의 예측은 사회·경제적으로 매우 중요하다고 볼 수 있다(Kim, 2014). 해상에서의 풍랑특보는 어선 및 여객선의 입·출항과 직접적으로 관련되어 어선의 조업 실적, 관광객의 이동 등에 큰 영향을 미친다(You and Jung, 2018; Jung and Kong, 2008).

풍랑특보는 다양한 방법으로 수집된 해양기상 관측자료를 바탕으로 발표된다. 기상청은 23개의 해양기상부이(Marine

† Corresponding author : 종신회원, seol@kmou.ac.kr 051)410-4271

* 종신회원, captkang@kmou.ac.kr 051)410-5082

(주) 이 논문은 “우리나라 풍랑특보와 해양기상부이 관측자료 비교 (2010-2020년)”란 제목으로 “2021년 한국항해항만학회 추계학술대회 논문집(2021.11.18.-19, pp. 221-223)”에 발표되었음.

meteorological observation buoy), 9개의 등표기상관측장비(Light house automatic weather system), 73개의 파고부이(Coastal wave buoy)로 구성된 기상관측망(Meteorological observation network)을 통하여 해양기상을 관측하고, 기상위성, 기상레이더 및 관측지원선박(Voluntary observing ships) 등을 활용하여 해상기상 자료를 수집한다(KMA, 2020). 특히, 기상관측망의 부이 관측자료는 특정 위치의 자료를 장기간에 걸쳐 수집할 수 있는 장점이 있다.

풍랑특보 및 부이자료를 활용한 과거의 연구를 살펴보면 우리나라의 전 해상에 걸친 포괄적인 연구 결과는 아직 없는 실정이다. Kwon(2018)은 풍랑특보 자료만을 활용하였고, Kang et al.(2015)은 기상부이 자료만을 활용하였으며, Kim(2014)과 MRI(2009)의 연구에서는 특정 해역에 국한된 자료 분석을 주로 하였다.

이 연구에서는 최근 11년(2010-2020년) 동안 우리나라 전 해상의 앞바다와 먼바다에 발효된 풍랑특보와 해양기상부이의 파고 자료를 비교·분석하여, 각 해역별 풍랑특보의 정확도 및 적절성을 파악하고자 한다.

이 연구의 결과는 우리나라 부근을 항해하는 선박 및 해상업무 종사자에게 풍랑특보의 연·월·계절별 통계 및 유효성을 제공함으로써 해양사고의 예방과 그 피해의 저감에 도움을 줄 것으로 기대된다. 또한 이번 분석을 통해 해상특보의 정확도 향상에 기여하고자 한다.

2. 사용 자료 및 연구 방법

이 연구에서는 기상청이 기상자료개방포털에 공개한 최근 11년 동안의 풍랑특보 발표 자료와 해양기상부이 관측자료를 사용하였다(KMA, 2021b).

해양기상부이는 1996년 7월 1일 덕적도, 칠발도 부이의 관측이 시작된 이후 지속적으로 추가 설치되어 2021년 1월 현재 총 23개의 해양기상부이가 운영 중이다. 이 연구에서 유의미한 자료인 외연도 부이가 2009년 10월 21일 관측을 시작하여, 분석 자료의 기간을 2010년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지 11년으로 설정하였다.

기상청은 우리나라의 해역을 동해북부, 동해중부, 동해남부, 남해동부, 남해서부, 제주도, 서해북부, 서해중부, 서해남부 등 총 9개의 구역으로 분류하고, 이 구역을 앞바다와 먼바다로 나누어 해상특보를 발표한다. 풍랑특보 발표 시 앞바다와 먼바다를 구분하는 경계선은 Fig. 1에 실선으로 나타내었다.

서해와 남해의 앞바다는 서해의 백령도, 대청도, 소청도, 울도, 궁시도, 대길산도, 말도, 안마도, 부남도, 칠발도 우이도, 상조도, 남해의 당사도, 청산도, 황제도 초도, 소거문도, 외나로도, 연도, 육지도, 소매물도, 기장군 장안읍 고리 남동쪽 12해리 지점을 연결하는 선 안의 해역이고, 동해 및 제주특별자치도는 「영해 및 접속수역법」 제2조에 따른 우리나라 기선에서 12해리 안의 해역을 말한다. 먼바다는 영해로부터 200해리까

지의 해역 중 앞바다를 제외한 해역을 말한다(기상청훈령, 예보업무규정 제10조).

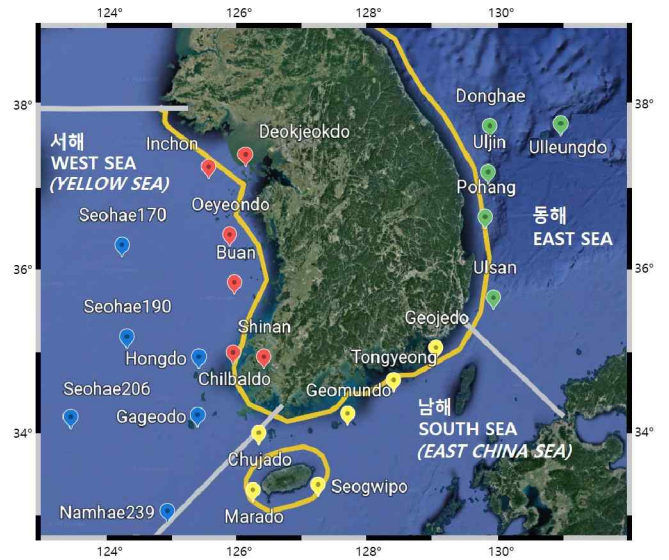


Fig. 1 Position of Marine meteorological observation buoy

이 연구에서는 북한 연안에 해당하는 동해북부 및 서해북부를 제외하고, Fig. 1과 같이 동해, 남해 및 서해를 앞바다와 먼바다로 나누었으며, 제주도 먼바다는 남해 먼바다에 포함하고, 지리적으로 남해 먼바다에 속하는 제주도 앞바다는 따로 분리하여 각 해역의 풍랑특보를 분석하고, Table 1의 해양기상부이 자료를 사용하여 비교하였다. Table 1에 열거한 17개의 해양기상부이 외에 2019년 11월 이후 관측을 개시한 6개의 해상부이는 관측 기간이 짧아서 이 연구에서는 제외하였다.

Table 1 List of Marine meteorological observation buoy

| Area | Buoy | Latitude | Longitude | On service |
|-------------------------------|------------|------------|-------------|------------|
| Middle of the West Sea | Deokjeokdo | 37°14'10"N | 126°01'08"E | 1996.07.01 |
| | Oeyeondo | 36°15'00"N | 125°45'00"E | 2009.10.21 |
| | Incheon | 37°05'30"N | 125°25'44"E | 2015.12.22 |
| Southern part of the West Sea | Chilbaldo | 34°47'36"N | 125°46'37"E | 1996.07.01 |
| | Shinan | 34°44'00"N | 126°14'30"E | 2013.06.21 |
| | Buan | 35°39'31"N | 125°48'50"E | 2015.12.22 |
| Offshore Jeju | Marado | 33°05'00"N | 126°02'00"E | 2008.11.15 |
| | Seogwipo | 33°07'41"N | 127°01'22"E | 2015.12.22 |
| Western part of the South Sea | Geomundo | 34°00'05"N | 127°30'05"E | 1997.05.01 |
| | Chujado | 33°47'37"N | 126°08'28"E | 2014.01.14 |
| Eastern part of the South Sea | Geojedo | 34°46'00"N | 128°54'00"E | 1998.05.01 |
| | Tongyeong | 34°23'30"N | 128°13'30"E | 2015.12.22 |
| Southern part of the East Sea | Pohang | 36°21'00"N | 129°47'00"E | 2008.11.15 |
| | Ulsan | 35°20'43"N | 129°50'29"E | 2015.12.22 |
| | Uljin | 36°54'25"N | 129°52'28"E | 2015.12.09 |
| Middle of the East Sea | Ulleungdo | 37°27'20"N | 131°06'52"E | 2011.12.28 |
| | Donghae | 37°28'50"N | 129°57'00"E | 2001.04.01 |

해양기상부이는 해수면에서 해양기상현상을 다양한 기상장비로 측정하고, 그 값을 일정한 물리량으로 변환·처리한 후에 위성 등 원격통신을 이용하여 관측자료를 기상청에 전송한다. 기상청에서는 각 해양기상부이에서 받은 바람 상태(풍향, 풍속, 돌풍), 해면상태(최대파고, 유의파고, 평균파고, 파주기, 파향), 기압, 습도, 기온, 수온 등의 자료를 30분마다 기상전용통신망(Global telecommunication system)을 통해 국제간 자료를 교환하고 수치예보모델에 입력하여 해양기상 예보와 해양기상 연구 등에 활용한다(KMA, 2021a). 해양기상부이의 종류에는 형태에 따라 선박형과 원반형 두 가지가 있다(Fig. 2).



Fig. 2 Marine meteorological observation buoy (KMA, 2021a)

기상청 예보업무규정 제17조의 특보 발표기준에 의하면 풍랑특보 중 풍랑주의보는 해상에서 풍속 14m/s(50.4km/h) 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 3m 이상이 예상될 때 발표하고, 풍랑경보는 해상에서 풍속 21m/s(75.6km/h) 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 5m 이상이 예상될 때 발표한다.

여기에서 유의파(significant wave)란 한 지점에서 계속 관측되어진 N개의 파 중에서 파고가 높은 순서로부터 1/3개 파들을 말한다. 유의파들의 파고의 평균을 유의파고(significant wave height)라고 한다(Cho, 2004).

이 연구에서는 Table 1의 모든 해양기상부이의 최근 11년 동안 유의파고 자료를 분석하고, 가장 높은 빈도의 최고유의 파고가 나타나는 해양기상부이를 서해·남해·동해의 앞바다 및 먼바다, 제주도 앞바다의 풍랑특보 발표 자료와 비교하였다. 풍랑특보의 기간은 각각의 풍랑특보 발효일부터 풍랑특보 해제 발효일까지의 지속 기간을 나타낸다. 여기서 발효란 특보의 효력이 나타나는 것을 말한다.

3. 연구 결과

3.1 풍랑특보 발효 분포

Fig. 3은 2010년부터 2020년까지 우리나라 동해, 남해 및 서

해의 앞바다와 먼바다, 제주도 앞바다에 발표된 풍랑특보의 연간 분포를 추세선으로 나타낸 것이고, Fig. 4와 Fig. 5는 풍랑특보를 풍랑주의보와 풍랑경보로 세분하여 나타낸 것이다. 그림에서 ‘동해’는 ES(East Sea), ‘남해’는 SS(South Sea), ‘서해’는 WS(West Sea), ‘제주도’는 JJ(Jejudo)로 표기하였고, ‘앞바다’는 Coastal sea, ‘먼바다’는 Offshore로 나타내었다.

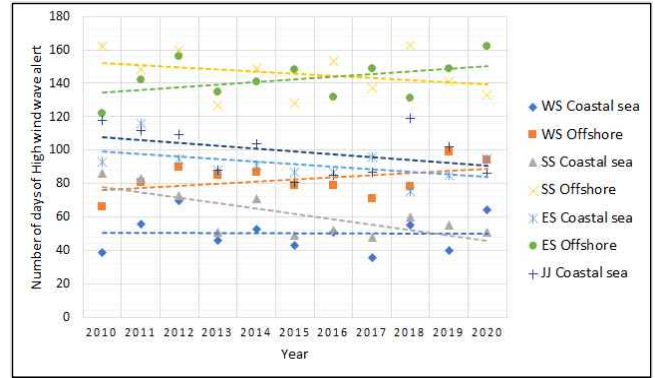


Fig. 3 Annual trend line of high wind wave alert

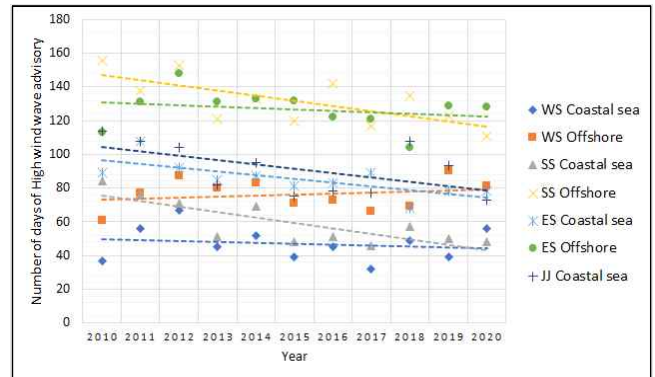


Fig. 4 Annual trend line of high wind wave advisory

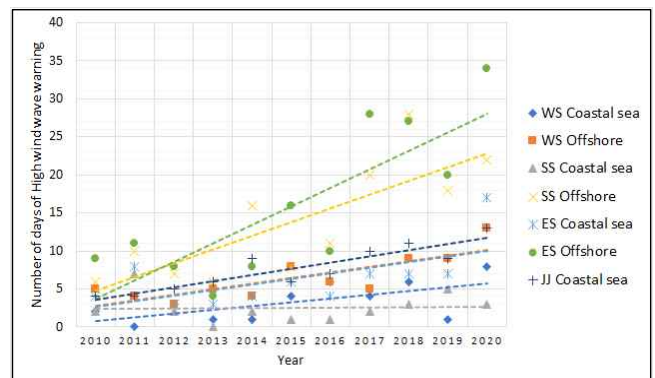


Fig. 5 Annual trend line of high wind wave warning

최근 11년 동안의 풍랑특보 분석 결과, 서해 및 동해 먼바다를 제외한 전 해역에서 연간 풍랑특보 발표일수가 완만하게 감소하는 추세인 것을 알 수 있다. 풍랑주의보 발표일수는 서해 먼바다를 제외한 전 해역에서 매년 감소하고 있으며, 풍랑

경보 발표일수는 전 해역에서 상승 추세를 보였고, 특히 남해 먼바다와 동해 먼바다에서는 가파른 상승 추세인 것으로 나타났다.

Fig. 6과 Fig. 7은 같은 기간의 해역별 풍랑특보 자료를 월별로 평균하여 나타낸 것이고, Fig. 8은 조사 대상 모든 해역의 풍랑특보 발표일수를 월별로 평균한 것이다. 그림에서 우리나라 전 해역에서의 풍랑특보는 6월에 가장 적고 7월부터 12월까지의 점차 증가하며, 1월부터 6월까지 감소하는 경향을 볼 수 있다. 풍랑특보 발표일수는 12월이 평균 12.4일로 가장 많고, 그다음은 1월(11.1일), 3월(10.2일)의 순서이다. 특히 동해 먼바다의 경우 12월 풍랑주의보 발표일수가 16.6일, 풍랑경보가 2.7일로 12월의 약 2/3가 풍랑특보 기간임을 알 수 있다.

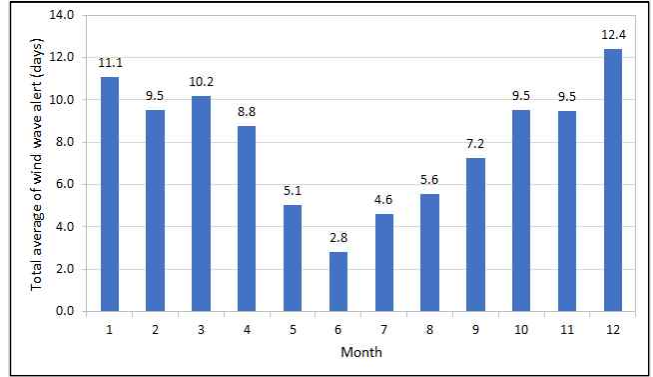


Fig. 8 Monthly mean number of days of high wind wave alert in all sea area between 2010 and 2020

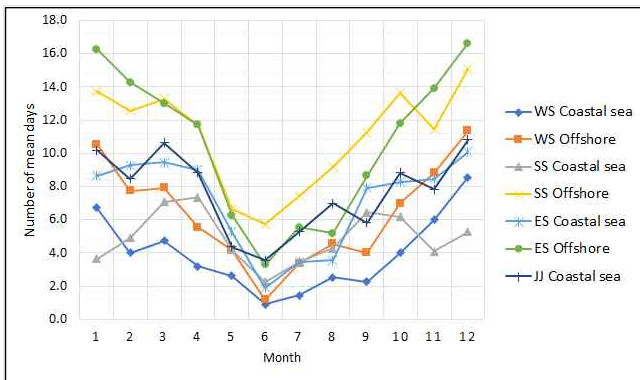


Fig. 6 Monthly mean number of days of high wind wave advisory between 2010 and 2020

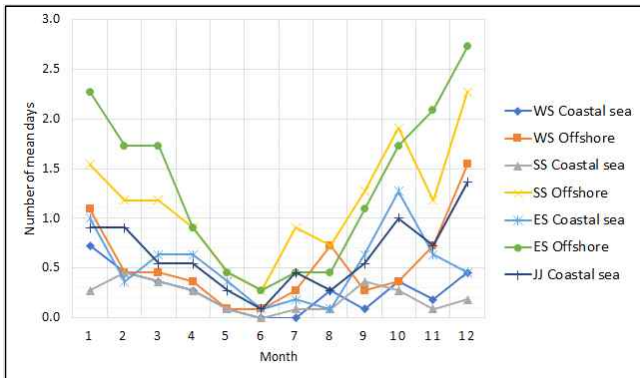


Fig. 7 Monthly mean number of days of high wind wave warning between 2010 and 2020

우리나라에서 발표되는 풍랑특보의 가장 주요한 원인이 되는 기상현상은 온대저기압이다. 우리나라 주변 온대저기압의 발생 빈도는 봄에 가장 많고 여름에 가장 적게 발생하며, 그 강도는 겨울에 가장 강하고 여름에 가장 약하다. 또한 한후기(寒候期)에 발달하는 북서 계절풍의 영향을 받아서 겨울에 풍랑특보일수가 많고, 여름에는 적은 분포의 풍랑특보일수를 보인다고 해석할 수 있다(Seol, 2017).

3.2 해양기상부이 관측자료와 풍랑특보 비교 분석

이 연구에서는 해역별 해양기상부이 중 최고유의파고 빈도가 가장 높고 데이터의 측정 기간이 가장 긴 부이를 선택하여 각 해역의 풍랑특보 자료와 비교하였다. 서해 앞바다에 발표되는 풍랑특보의 비교 대상 해양기상부이로 외연도 부이를 선택하고, 서해 먼바다는 칠발도 부이, 남해 앞바다는 거제도 부이, 남해 먼바다는 마라도 부이, 동해 앞바다는 포항 부이, 동해 먼바다는 울릉도 부이, 제주도 앞바다는 서귀포 부이를 각각 선택하여 비교하였다.

3.2.1 연평균 비교 분석

Table 2는 풍랑특보 발표일수를 해역별로 분류한 것이고, Table 3은 서해, 남해, 동해에 설치된 해양기상부이에 최고유의파고 3미터 이상(풍랑특보 발표기준)이 측정된 일수를 나타낸 것이다.

최근 11년 동안 가장 많은 풍랑특보 발표일수를 기록한 해역은 남해 먼바다로 연평균 145.5일이었으며, 그다음으로 동해 먼바다에서 연평균 142.4일 동안 풍랑특보가 발표되었다. 서해 먼바다, 남해 앞바다, 동해 앞바다 및 제주 앞바다에서는 각각 연평균 82.7일, 61.7일, 91.7일, 99.1일 동안 풍랑특보가 발표되었으며, 서해 앞바다가 가장 적은 연평균 50.3일을 기록했다.

Table 2 Number of days of high wind wave alert for each sea area

| Area \ Year | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | Mean |
|----------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | WS coastal sea | 39 | 56 | 70 | 46 | 53 | 43 | 51 | 36 | 55 | 40 | 64 |
| WS offshore | 66 | 81 | 90 | 85 | 87 | 79 | 79 | 71 | 78 | 99 | 94 | 82.7 |
| SS coastal sea | 86 | 83 | 73 | 51 | 71 | 49 | 52 | 48 | 60 | 55 | 51 | 61.7 |
| SS offshore | 162 | 148 | 160 | 127 | 149 | 128 | 153 | 137 | 163 | 141 | 133 | 145.5 |
| ES coastal sea | 93 | 116 | 95 | 88 | 91 | 87 | 87 | 96 | 75 | 85 | 95 | 91.7 |
| ES offshore | 122 | 142 | 156 | 135 | 141 | 148 | 132 | 149 | 131 | 149 | 162 | 142.4 |
| JJ coastal sea | 118 | 112 | 109 | 88 | 104 | 81 | 85 | 87 | 119 | 102 | 86 | 99.1 |

Table 3 Number of days of observed significant wave height 3 meters or more

| Buoy | Year | | | | | | | | | | | Mean | |
|-----------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | | |
| West sea | Deokjeokdo | 3 | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1.7 |
| | Inchon | - | - | - | - | - | - | 19 | 11 | 15 | 15 | 17 | 15.4 |
| | Oeyeondo | 41 | 20 | 32 | 34 | 26 | 21 | 31 | 31 | 34 | 27 | 28 | 29.5 |
| | Buan | - | - | - | - | - | - | 31 | 36 | 30 | 26 | 30 | 30.6 |
| | Chilbaldo | 34 | 22 | 42 | 30 | 28 | 25 | 30 | 35 | 30 | 30 | 30 | 30.5 |
| South sea | Geojeodo | 24 | 18 | 12 | 15 | 25 | 18 | 18 | 12 | 24 | 24 | 25 | 19.5 |
| | Tongyeong | - | - | - | - | - | - | 12 | 8 | 16 | 13 | 17 | 13.2 |
| | Geomundo | 22 | 10 | 13 | 18 | 32 | 10 | 12 | 11 | 23 | 23 | 18 | 17.5 |
| | Seogwipo | - | - | - | - | - | - | 31 | 30 | 51 | 38 | 33 | 36.6 |
| | Marado | 67 | 38 | 67 | 59 | 60 | 39 | 43 | 49 | 58 | 40 | 39 | 50.8 |
| East sea | Chujado | - | - | - | - | 17 | 18 | 25 | 21 | 38 | 23 | 19 | 23.0 |
| | Ulleungdo | - | - | 66 | 62 | 54 | 73 | 59 | 76 | 59 | 45 | 69 | 62.6 |
| | Donghae | 20 | 46 | 54 | 61 | 34 | 58 | 46 | 57 | 42 | 49 | 65 | 48.4 |
| | Uljin | - | - | - | - | - | - | 45 | 49 | 42 | 39 | 53 | 45.6 |
| | Pohang | 34 | 41 | 38 | 33 | 39 | 52 | 42 | 40 | 41 | 28 | 42 | 39.1 |
| Ulsan | - | - | - | - | - | - | 46 | 29 | 41 | 27 | 46 | 37.8 | |

Table 2의 해역별 풍랑특보 발표일수의 11년 평균과 Table 3에서 각 해역에 해당하는 해양기상부이의 평균을 비교한 결과는 Table 4 및 Table 5와 같이 도출되었다.

Table 4 Annual mean comparison between high wind wave alert and buoy data in coastal sea(2010-2020)

| Area | WS coastal sea | SS coastal sea | ES coastal sea | JJ coastal sea |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| High wind wave alert | 50.3 | 61.7 | 91.7 | 99.1 |
| Data buoy | Oeyendo | Geojeodo | Pohang | Segwipo |
| Sig. wave 3m or more | 29.5 | 19.5 | 39.1 | 36.6 |
| Exceeded days | 20.8 | 42.2 | 52.6 | 62.5 |
| Ratio | 41.4% | 68.4% | 57.4% | 63.1% |
| Accuracy | 58.6% | 31.6% | 42.6% | 36.9% |

Table 5 Annual mean comparison between high wind wave alert and buoy data in offshore(2010-2020)

| Area | WS offshore | SS offshore | ES offshore |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| High wind wave alert | 82.7 | 145.5 | 142.4 |
| Data buoy | Chilbaldo | Marado | Ulleungdo |
| Sig. wave 3m or more | 30.5 | 50.8 | 51.2 |
| Exceeded | 52.2 | 94.7 | 91.2 |
| Ratio | 63.1% | 65.1% | 64.0% |
| Accuracy | 36.9% | 34.9% | 36.0% |

연구 결과, 최근 11년 동안의 연평균 풍랑특보 발표일수는 서해·남해·동해의 앞바다 및 제주도 앞바다에서 각각 50.3일,

61.7일, 91.7일, 99.1일이었으며, 이것은 해양기상부이 관측자료보다 각각 20.8일(41.4%), 42.2일(68.4%), 52.6일(57.4%), 62.5일(63.1%)을 초과한 것으로 조사되었다. 서해·남해·동해의 먼바다에 발표된 풍랑특보는 각각 연평균 82.7일, 145.5일, 142.4일이었으며, 이것은 해양기상부이 관측자료보다 각각 52.2일(63.1%), 94.7일(65.1%), 91.2일(64.0%)을 초과한 것으로 조사되었다.

해양기상부이 자료를 기반으로 우리나라 서해·남해·동해에 발표되는 풍랑특보의 전체 평균 유효성을 검토하면, 앞바다 및 먼바다에서 각각 41.2%, 35.8%의 적중률을 가진 것으로 분석되었다.

앞서 살펴본 바와 같이 기상청의 해상예보구역 중 앞바다의 경계는 서해와 남해는 각 섬을 연결하는 선이고, 동해 및 제주특별자치도는 기선에서 12해리이다. 그리고 먼바다는 영해로부터 200해리까지의 해역 중 앞바다를 제외한 해역이다. 즉 상당히 넓은 먼바다 해역에 대한 해상예보는, 기상관측이 용이하고 비교적 좁은 해역인 앞바다보다 정확도가 떨어진다 고 볼 수 있다.

3.2.2 월평균 및 계절별 비교 분석

각 해역 앞바다 및 먼바다의 풍랑특보 유효성을 월별로 분석한 결과를 Fig. 9 및 Fig. 10에 나타내었다.

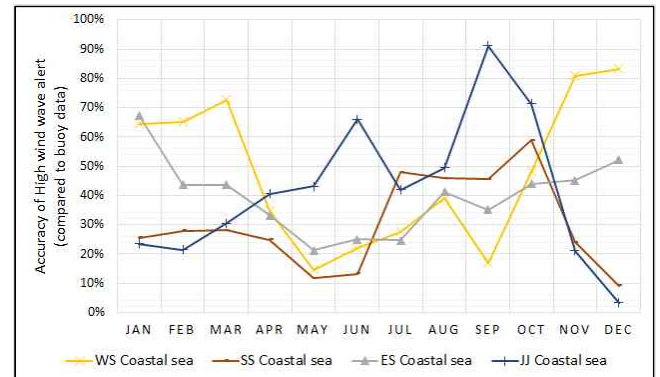


Fig. 9 Monthly accuracy of high wind wave alert in coastal sea compared to buoy data (2010-2020)

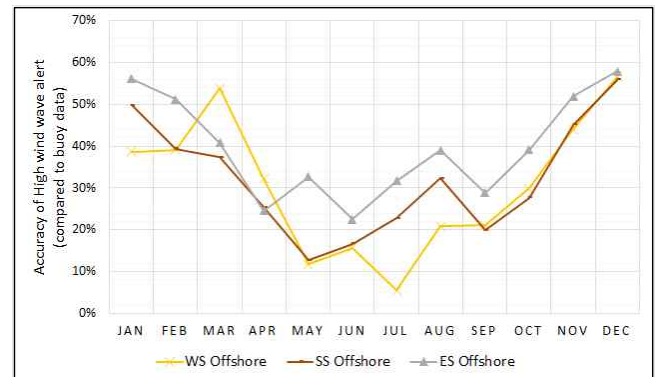


Fig. 10 Monthly accuracy of high wind wave alert in offshore compared to buoy data (2010-2020)

서해 앞바다의 월평균 풍랑특보 적중률은 5월, 6월, 9월에 낮았고, 동해 앞바다의 경우 5월에서 7월 사이가 가장 낮았으며, 남해 앞바다와 제주도 앞바다의 적중률은 12월이 가장 낮았다(Fig. 9). 서해·남해·동해 먼바다의 풍랑특보 적중률은 대체로 5월에서 7월 사이가 가장 낮았으며, 12월에 적중률이 가장 높았다(Fig. 10).

아래의 Fig. 11과 Fig. 12는 각 해역의 앞바다와 먼바다에 발표된 풍랑특보의 유효성을 봄(3-5월), 여름(6-8월), 가을(9-11월), 겨울(12-2월)로 나누어 해양기상부이 관측자료와 비교한 것이다.

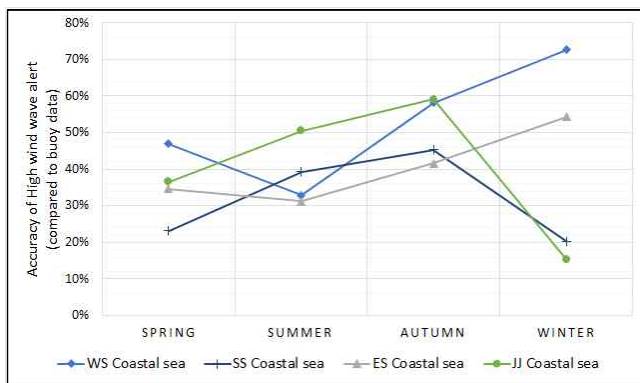


Fig. 11 Seasonal accuracy of high wind wave alert in coastal sea compared to buoy data (2010-2020)

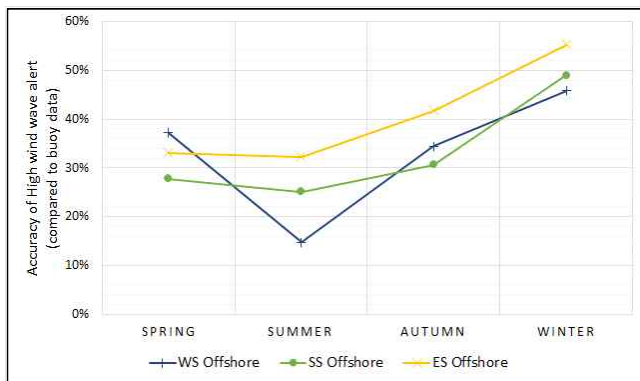


Fig. 12 Seasonal accuracy of high wind wave alert in offshore compared to buoy data (2010-2020)

서해와 동해 앞바다에서는 겨울에 가장 높은 적중률을 보이지만, 반대로 남해와 제주도 앞바다는 겨울에 가장 낮은 적중률을 보인다(Fig. 11). 서해, 남해 및 동해의 먼바다에서는 공통적으로 겨울에 가장 높은 적중률을 보이고, 여름에 가장 낮은 적중률을 보이는 것으로 분석되었다(Fig. 12).

해양기상부이 자료를 기반으로 분석한 우리나라 풍랑특보의 전체 평균 적중률은 먼바다(35.8%)보다 앞바다(41.2%)가 더 높다고 검토되었으나, 세부적으로는 남해 앞바다(31.6%)와 제주도 앞바다(36.9%)의 적중률이 비교적 낮으며 특히 겨울철에는 가장 낮은 적중률을 보이는 것으로 분석되었다.

앞서 살펴본 바와 같이 12월에 가장 많은 풍랑특보가 발표된다는 것을 고려할 때 남해 앞바다와 제주도 앞바다에 대한 정확도 개선이 가장 필요한 것으로 검토되었다.

해상에서의 풍랑특보가 어선의 어업활동, 여객선 운항 및 관광, 해상 레저활동 등에 미치는 영향을 고려할 때 해양기상 예·특보의 정확성을 개선할 필요가 있음을 위와 같이 확인하였다.

4. 결 론

최근 11년(2010-2020년) 동안 기상청에서 발표한 서해·남해·동해의 앞바다 및 먼바다의 풍랑특보와 주요 해양기상부이의 관측자료를 비교·분석하여 풍랑특보의 적절성을 평가하였다.

풍랑특보의 연평균 유효성 검토 결과, 서해·남해·동해·제주도 앞바다에서 41.2%, 서해·남해·동해 먼바다에서 35.8%의 적중률을 가진 것으로 분석되었다.

각 해역 풍랑특보의 월평균 유효성 검토 결과, 서해 앞바다에서 5월, 6월, 9월에 낮은 적중률을 보였고, 동해 앞바다에서는 5월에서 7월 사이가 가장 낮았으며, 남해 앞바다와 제주도 앞바다에서는 12월이 가장 낮았다. 서해·남해·동해 먼바다의 풍랑특보 유효성은 대체로 5월에서 7월 사이가 가장 낮았으며, 12월에 적중률이 가장 높았다.

풍랑특보의 유효성을 계절별로 검토하면, 서해, 남해 및 동해의 먼바다에서는 공통적으로 겨울에 가장 높은 적중률을 보이고, 여름에 가장 낮은 적중률을 보이는 것으로 분석되었다. 서해와 동해 앞바다에서는 겨울에 가장 높은 적중률을 보였지만, 반대로 남해와 제주도 앞바다는 겨울에 가장 낮은 적중률을 보였다. 풍랑특보의 빈도가 겨울에 가장 높은 것을 고려할 때 남해 앞바다와 제주도 앞바다에 대한 정확도 개선이 가장 필요한 것으로 검토되었다.

이와 같이 해상에서의 풍랑특보가 어선의 어업활동, 여객선 운항 및 관광, 해상 레저활동 등에 미치는 영향을 고려할 때 해양기상 예·특보의 정확성을 개선할 필요가 있음을 확인하였다. 최근 서해와 남해의 먼바다에 6개의 해양기상부이(서해170, 서해206, 가거도, 흥도, 서해190, 남해239)가 관측을 시작하여, 서해와 남해의 예·특보 정확도 개선에 도움이 될 것이라 기대된다.

이 연구에서는 특정 해양기상부이의 자료만 비교 대상으로 사용하였으므로, 후속 연구에서는 등표기상관측장비, 파랑계, 파고부이, 선박기상관측 등의 자료를 활용하여 연구의 신뢰성을 높일 계획이다.

후 기

이 논문은 2020학년도 한국해양대학교 학술연구지원사업 신진교수정착연구비의 지원을 받아 수행된 연구임

Received 29 November 2021

Revised 20 December 2021

Accepted 14 January 2022

References

- [1] Cho, C. S.(2004), Glossary of Ocean, Il Jin Sa, p. 384.
- [2] Jung, C. H. and Kong, G. Y.(2008), “Evaluation of Seakeeping Performance for Regulation of Vessel Traffic Control(I)”, Journal of Navigation and Port Research, Vol. 32, No. 10, pp. 785-791.
- [3] Kang, Y. H. et al.(2015), “Seasonal Characteristics of Sea Surface Winds and Significant Wave Heights Observed Marine Meteorological Buoys and Lighthouse AWSs near the Korean Peninsula”, Journal of Environmental Science International, Vol. 24, No. 3, pp. 291-302.
- [4] Kim, Y. B. and Kim, S. M.(2014). “Marine Meteorological Characteristics by Comparison of High wind-wave alert and Moored Buoy data off the coast of the East Sea between 2006 and 2013“. Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, Vol. 26, No. 5, pp. 1013-1025.
- [5] Korean Law Information Center(2021), Maritime Safety Act and Weather Act, <https://www.law.go.kr>
- [6] Korea Meteorological Administration(2020), Monthly Report of Marine Data, pp. 1-5.
- [7] Korea Meteorological Administration(2021a), Marine meteorological observation buoy, <https://www.weather.go.kr/w/obs-climate/sea/buoy.do>
- [8] Korea Meteorological Administration(2021b), Open MET Data Portal, <https://data.kma.go.kr>
- [9] Kwon, J. H.(2018), “Analysis of Wind-wave alert and Characteristics off the coast of Chungnam”, Daejeon Meteorological Technology Booklet, Vol. 19, pp. 67-82.
- [10] Meteorological Research Institute(2009), A Comparative Observation for the Wave recorders and the research on the Marine Meteorological character in the coast of the East Sea, Korea Meteorological Administration, pp. 38-41.
- [11] Seol, D. I.(2017), “Distribution Characteristics of High Seas Watch and Warning in Korea”, Journal of Navigation and Port Research, Vol. 41, No. 3, pp. 103-108.
- [12] Yoo, S. L. and Jung, C. Y.(2018), “A Suggestion on the Improvement of the Departure Control Regulations of Fishing Vessels”, Journal of Korean Maritime Police Science, Vol. 8, No. 3, pp. 1-14.