

발간등록번호

11-1192000-001917-01

2024년 연안침식 실태조사

[파랑 모니터링]

2024. 12



해양수산부

2024년 연안침식 실태조사

[파랑 모니터링]

2024. 12



해양수산부

제 출 문

해양수산부장관 귀하

귀 기관과 계약 체결한 「2024년 연안침식 실태조사(남해안권역)」
용역에 대한 최종보고서를 과업지시서에 따라 제출합니다.

2024년 12월

공동수급대표사

(주)해양정보기술
대표이사 강 용 덕

공동수급참여사

(주)지오시스템리서치
대표이사 김 홍 선

참여기술자

(주)해양정보기술

| 직급(위) | 성명 | 담당업무 | 직급(위) | 성명 | 담당업무 |
|-------|-------|-------------|-------|-------|------|
| 대표이사 | 강 용 덕 | 용역책임자/총괄 | 차 장 | 최 희 재 | 현장조사 |
| 전 무 | 문 종 윤 | 기본모니터링/분야책임 | 과 장 | 이 백 근 | 현장조사 |
| 전 무 | 김 현 우 | 파랑모니터링/분야책임 | 대 리 | 정 부 영 | 현장조사 |
| 부 사 장 | 신 동 균 | 자료품질 | 사 원 | 김 승 하 | 자료분석 |
| 이 사 | 손 주 원 | 자료분석 | 사 원 | 조 승 연 | 자료분석 |

(주)지오시스템리서치

| 직급(위) | 성명 | 담당업무 | 직급(위) | 성명 | 담당업무 |
|-------|-------|------|-------|----|------|
| 전 임 | 이 승 지 | 자료분석 | | | |

해양수산부

| | | |
|---------|-------|-------|
| 항만연안재생과 | 과 장 | 김 원 중 |
| | 감 독 자 | 권 영 민 |
| | | 한 광 남 |

〈 목 차 〉

| | |
|-----------------------------|------|
| 그림 목차 | v |
| 표 목차 | viii |
| 제1장 파랑모니터링 | 1 |
| 1.1 개요 | 1 |
| 1.2 대상지역 및 관측위치 | 1 |
| 1.3 과제 내용 및 범위 | 5 |
| 제2장 관측기기 | 5 |
| 제3장 현장 설치 | 8 |
| 제4장 관측 현황 및 자료 분석 | 9 |
| 4.1 파랑 관측 현황 | 9 |
| 1) 강원도 고성(공현진) | 9 |
| 2) 강원도 삼척(맹방 해수욕장) | 9 |
| 3) 경상북도 울진(후포) | 9 |
| 4) 경상북도 경주(수념말) | 9 |
| 5) 충청남도 태안(흑도) | 9 |
| 4.2 파랑 관측자료 분석 | 10 |
| 1) 강원도 고성군(공현진항) | 10 |
| 2) 강원도 삼척시(맹방 해수욕장) | 15 |
| 3) 경상북도 울진군(후포) | 20 |
| 4) 경상북도 경주시(수념말) | 25 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 5) 충청남도 태안(흑도) | 29 |
| 제5장 우리나라 해안 권역별 파랑특성 검토 | 34 |
| 5.1 동해안 파랑특성 검토 | 37 |
| 1) 공현진항 | 37 |
| 2) 맹방 해수욕장 | 40 |
| 3) 경상북도 울진군 후포항 | 43 |
| 4) 경상북도 경주시 수렴말 | 46 |
| 5) 동해안 고파랑 분석 결과 | 49 |
| 5.2 남해안 파랑특성 검토 | 51 |
| 1) 해운대 | 51 |
| 2) 여수신항 | 54 |
| 3) 완도항 | 57 |
| 4) 서귀포항 | 60 |
| 5) 남해안 고파랑 분석 결과 | 63 |
| 5.3 서해안 파랑특성 검토 | 65 |
| 1) 안마도 | 65 |
| 2) 새만금 | 68 |
| 3) 흑도 | 71 |
| 4) 인천신항 | 74 |
| 5) 서해안 고파랑 분석 결과 | 77 |

〈그림 목 차〉

| | |
|---|----|
| 〈그림 1-1〉 파랑모니터링 5개소 위치도 | 1 |
| 〈그림 1-2〉 파랑 관측 위치도(강원도 고성군 공현진항 인근 해역) | 2 |
| 〈그림 1-3〉 파랑 관측 위치도(강원도 삼척시 맹방 해수욕장 전면 해역) | 3 |
| 〈그림 1-4〉 파랑 관측 위치도(경상북도 울진군 후포항 인근 해역) | 3 |
| 〈그림 1-5〉 파랑 관측 위치도(경상북도 경주시 수념말 전면 해역) | 4 |
| 〈그림 1-6〉 파랑 관측 위치도(충청남도 태안군 흑도 인근 해역) | 4 |
| 〈그림 2-1〉 파고·파향계(AWAC, Nortek社) | 6 |
| 〈그림 2-2〉 AWAC 거치대(착저식) | 6 |
| 〈그림 3-1〉 AWAC 설치 준비 | 8 |
| 〈그림 3-2〉 AWAC 설치 | 8 |
| 〈그림 4-1〉 2023년 11월~2024년 7월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(고성) | 11 |
| 〈그림 4-2〉 2024년 8월~11월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(고성) | 12 |
| 〈그림 4-3〉 파랑장미도(고성 공현진, 2016/04/29~2024/11/12) | 13 |
| 〈그림 4-4〉 2023년 11월~2024년 7월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(삼척) | 16 |
| 〈그림 4-5〉 2024년 8월~11월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(삼척) | 17 |
| 〈그림 4-6〉 파랑장미도(삼척 맹방해수욕장, 2013/09/27~2024/11/4) | 18 |
| 〈그림 4-7〉 2023년 11월~2024년 7월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(울진) | 21 |
| 〈그림 4-8〉 2024년 8월~11월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(울진) | 22 |
| 〈그림 4-9〉 파랑장미도(울진 후포, 2015/07/03~2024/11/11) | 23 |
| 〈그림 4-10〉 2023년 11월~2024년 7월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(경주) | 26 |
| 〈그림 4-11〉 파랑장미도(경주시 수념말, 2014/07/21~2024/07/12) | 27 |
| 〈그림 4-12〉 2023년 11월~2024년 7월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(태안) | 30 |
| 〈그림 4-13〉 2024년 8월~11월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(태안) | 31 |
| 〈그림 4-14〉 파랑장미도(태안 흑도, 2014/7/12~2024/11/25) | 32 |
| 〈그림 5-1〉 권역별 파랑 관측 위치도 | 35 |
| 〈그림 5-2〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 고성군 공현진) | 38 |

| | |
|--|----|
| 〈그림 5-3〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 고성군 공현진) | 39 |
| 〈그림 5-4〉 연별 폭풍파고 출현율(%(동해안 권역, 고성군 공현진) | 39 |
| 〈그림 5-5〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장) | 41 |
| 〈그림 5-6〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장) | 42 |
| 〈그림 5-7〉 연별 폭풍파고 출현율(%(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장) | 42 |
| 〈그림 5-8〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 울진군 후포항) | 44 |
| 〈그림 5-9〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 울진군 후포항) | 45 |
| 〈그림 5-10〉 연별 폭풍파고 출현율(%(동해안 권역, 울진군 후포항) | 45 |
| 〈그림 5-11〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 경주시 수념말) | 47 |
| 〈그림 5-12〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 경주시 수념말) | 48 |
| 〈그림 5-13〉 연별 폭풍파고 출현율(%(동해안 권역, 경주시 수념말) | 48 |
| 〈그림 5-14〉 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 해운대) | 52 |
| 〈그림 5-15〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 해운대) | 53 |
| 〈그림 5-16〉 연별 폭풍파고 출현율(%(남해안 권역, 해운대) | 53 |
| 〈그림 5-17〉 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 여수신항) | 55 |
| 〈그림 5-18〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 여수신항) | 56 |
| 〈그림 5-19〉 연별 폭풍파고 출현율(%(남해안 권역, 여수신항) | 56 |
| 〈그림 5-20〉 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 완도항) | 58 |
| 〈그림 5-21〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 완도항) | 59 |
| 〈그림 5-22〉 연별 폭풍파고 출현율(%(남해안 권역, 완도항) | 59 |
| 〈그림 5-23〉 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 서귀포항) | 61 |
| 〈그림 5-24〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 서귀포항) | 62 |
| 〈그림 5-25〉 연별 폭풍파고 출현율(%(남해안 권역, 서귀포항) | 62 |
| 〈그림 5-26〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 안마도) | 66 |
| 〈그림 5-27〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 안마도) | 67 |
| 〈그림 5-28〉 연별 폭풍파고 출현율(%(서해안 권역, 안마도) | 67 |
| 〈그림 5-29〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 새만금) | 69 |
| 〈그림 5-30〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 새만금) | 70 |

| | |
|---|----|
| 〈그림 5-31〉 연별 폭풍파고 출현율(%)(서해안 권역, 새만금) | 70 |
| 〈그림 5-32〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 태안군 흑도) | 72 |
| 〈그림 5-33〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 태안군 흑도) | 73 |
| 〈그림 5-34〉 연별 폭풍파고 출현율(%)(서해안 권역, 태안군 흑도) | 73 |
| 〈그림 5-35〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 인천신항) | 75 |
| 〈그림 5-36〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 인천신항) | 76 |
| 〈그림 5-37〉 연별 폭풍파고 출현율(%)(서해안 권역, 인천신항) | 76 |

〈 표 목 차 〉

| | |
|---|----|
| 〈표 1-1〉 파랑 모니터링 5개소 정점 | 2 |
| 〈표 1-2〉 파랑 모니터링 개요 | 5 |
| 〈표 2-1〉 파고·파향계(AWAC)의 제원 | 7 |
| 〈표 4-1〉 파향별 출현빈도와 출현율(고성 공현진, 2016/04/29~2024/11/12) | 13 |
| 〈표 4-2〉 고성군 공현진 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율 | 14 |
| 〈표 4-3〉 파향별 출현빈도와 출현율(삼척 맹방해수욕장, 2013/09/27~2024/11/4) | 18 |
| 〈표 4-4〉 삼척시 맹방해수욕장 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율 | 19 |
| 〈표 4-5〉 파향별 출현빈도와 출현율(울진 후포, 2015/07/03~2024/11/11) | 23 |
| 〈표 4-6〉 울진군 후포항 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율 | 24 |
| 〈표 4-7〉 파향별 출현빈도와 출현율(경주 수념말, 2014/07/21~2023/07/12) | 27 |
| 〈표 4-8〉 경주시 수념말 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율 | 28 |
| 〈표 4-9〉 파향별 출현빈도와 출현율(태안 흑도, 2014/7/12~2024/11/25) | 32 |
| 〈표 4-10〉 태안군 흑도 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율 | 33 |
| 〈표 5-1〉 권역별 파랑 관측자료의 관측률(2024년) | 36 |
| 〈표 5-2〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 고성군 공현진) | 39 |
| 〈표 5-3〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장) | 42 |
| 〈표 5-4〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 울진군 후포항) | 45 |
| 〈표 5-5〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 경주시 수념말) | 48 |
| 〈표 5-6〉 동해안 고파랑 출현빈도 및 지속시간 현황 | 49 |
| 〈표 5-7〉 동해안 고파랑 계절별 내습 현황(2023~2024년) | 50 |
| 〈표 5-8〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 해운대) | 53 |

| | |
|--|----|
| 〈표 5-9〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 여수신항) | 56 |
| 〈표 5-10〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 완도항) | 59 |
| 〈표 5-11〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 서귀포항) | 62 |
| 〈표 5-12〉 남해안 고파랑 출현빈도 및 지속시간 현황 | 63 |
| 〈표 5-13〉 남해안 고파랑 계절별 내습 현황(2023~2024년) | 64 |
| 〈표 5-14〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 안마도) | 67 |
| 〈표 5-15〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 새만금) | 70 |
| 〈표 5-16〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 태안군 흑도) | 73 |
| 〈표 5-17〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 인천신항) | 76 |
| 〈표 5-18〉 서해안 고파랑 출현빈도 및 지속시간 현황 | 77 |
| 〈표 5-19〉 서해안 고파랑 계절별 내습 현황(2023~2024년) | 78 |



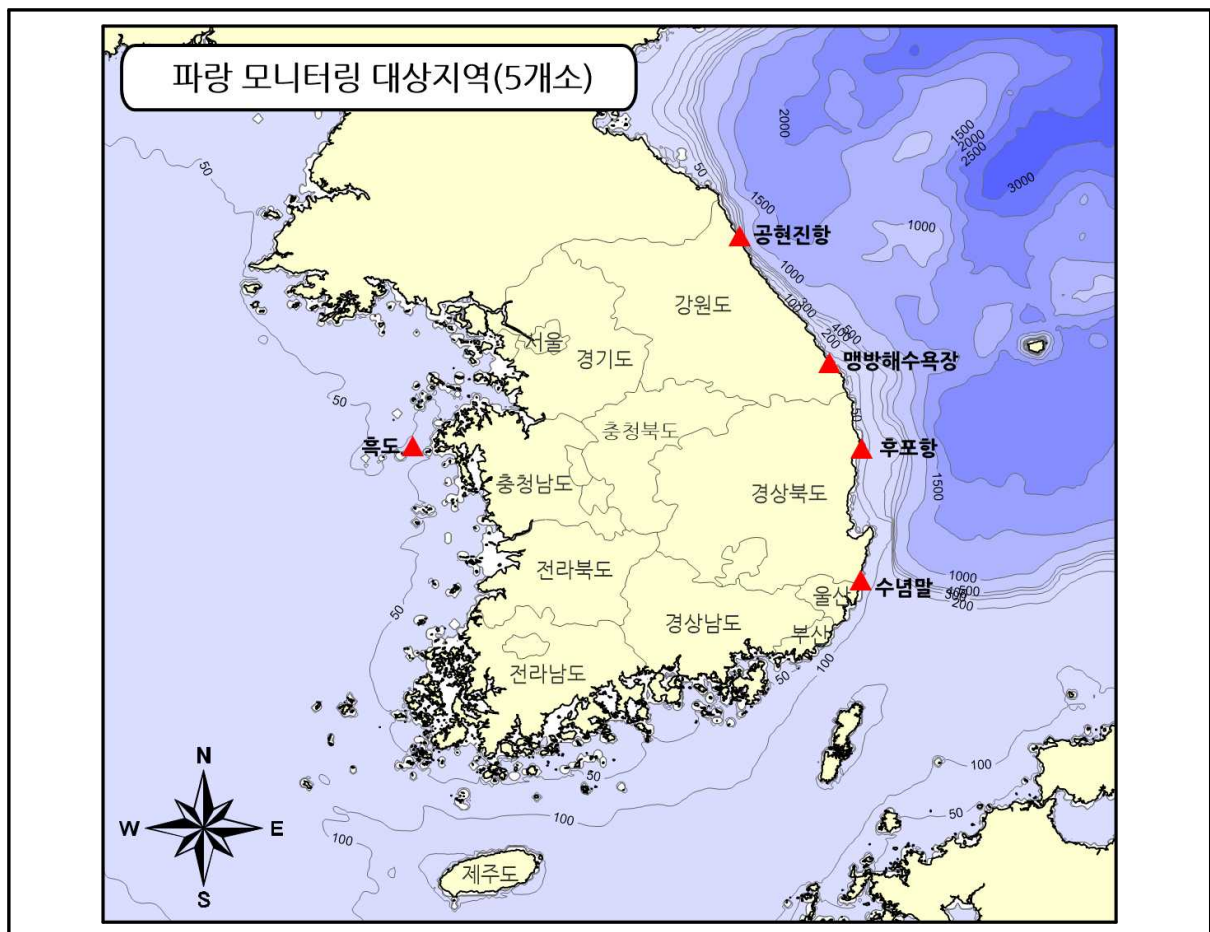
제1장 파랑 모니터링

1.1 개요

최근 연안환경변화 및 해안 부근의 인공구조물 건설로 인하여 백사장 침식, 해안선 후퇴 등 심각한 연안침식 피해가 발생하고 있는 바, 연안의 침식·퇴적 원인분석을 위하여 외력 중 가장 큰 영향을 주는 파랑을 관측분석하고 연안침식 선제 대응 및 연안정비사업의 효율적인 추진을 위한 기초자료로 활용하는 것이 파랑 모니터링의 주된 목적이다. 이는 또한 침식·퇴적 변화 원인분석을 위해 비디오 모니터링 자료와 파랑 모니터링 자료를 사용하여 파랑과 해빈변화의 상관관계를 검토하는 것을 포함한다.

1.2 대상지역 및 관측위치

파랑 모니터링 대상지역은 <그림 1-1>과 <표 1-1>에 정리하였다.



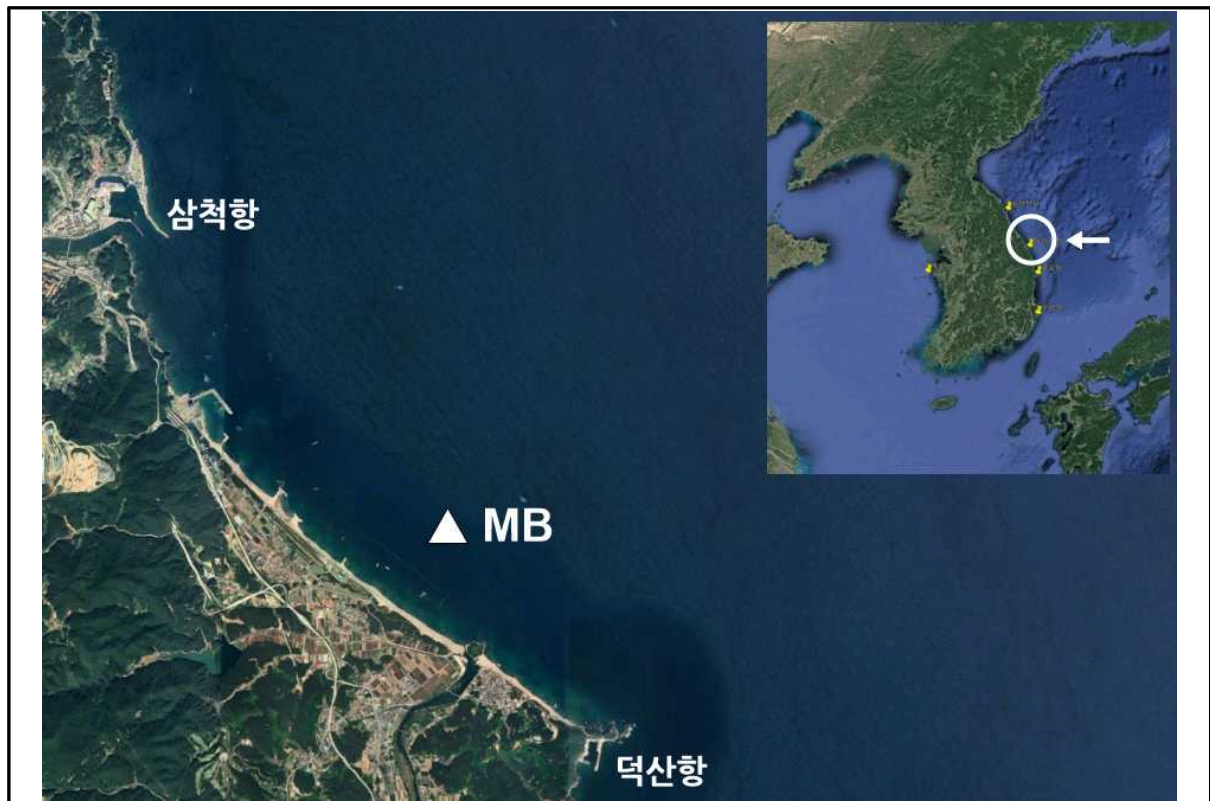
<그림 1-1> 파랑 모니터링 5개소 위치도

〈표 1-1〉 파랑 모니터링 5개소 정점

| 구 분 | 위 치 | | 참 조 |
|-----------------|--------------------------------|--------|----------|
| | 좌 표 | 수 심 | |
| 강원도 고성군 공현진항 | 38°21'40.4"N, 128°31'41.6"E | 32.0 m | 〈그림 1-2〉 |
| 강원도 삼척시 맹방 해수욕장 | 37°24'00.0"N, 129°14'05.2"E | 31.0 m | 〈그림 1-3〉 |
| 경상북도 울진군 후포항 | 36°41'59.8"N, 129°29'24.1"E | 31.0 m | 〈그림 1-4〉 |
| 경상북도 경주시 수념말 | 35°40'06.0"N, 129°28'54.7"E | 32.1 m | 〈그림 1-5〉 |
| 충청남도 태안군 흑도 | 36°43'11.5"N, 125°56'43.4"E | 26.2 m | 〈그림 1-6〉 |



〈그림 1-2〉 파랑 관측 위치도(강원도 고성군 공현진항 인근 해역, st. GHJ)



〈그림 1-3〉 파랑 관측 위치도(강원도 삼척시 맹방 해수욕장 전면 해역, st. MB)



〈그림 1-4〉 파랑 관측 위치도(경상북도 울진군 후포항 인근 해역, st. HP)



〈그림 1-5〉 파랑 관측 위치도(경상북도 경주시 수렴말 전면 해역, st. SNM)



〈그림 1-6〉 파랑 관측 위치도(충청남도 태안군 흑도 인근 해역, st. HD)

1.3 과제 내용 및 범위

초음파식 파고·파향계를 별도의 거치대를 이용하여 해저면에 착저식으로 안전하게 설치하고 연중 연속관측을 수행하였다. 파향, 파고와 주기 등의 파랑특성계수를 관측하여 대상해역의 파랑특성 분석 및 침식원인 분석의 기초자료로 활용하였다. <표 1-2>에 파랑 모니터링의 수량 및 운영방법 등에 대한 내용을 정리하였다.

〈표 1-2〉 파랑 모니터링 개요

| 항 목 | 내용 |
|-----------|--|
| 관측 수량 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 파랑(파향, 파고와 주기) 관측 5개소 유지 <ul style="list-style-type: none"> - 강원도 고성군 공현진항 전면 해역(수심 32.0 m) - 강원도 삼척시 맹방해수욕장 전면 해역(수심 31.0 m) - 경상북도 울진군 후포항 인근 해역(수심 31.0 m) - 경상북도 경주시 수렴말 전면 해역(수심 32.1 m) - 충청남도 태안군 흑도 인근 해역(수심 26.2 m) |
| 설치 및 운영방법 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 착저식 설치대를 사용하여 해저면에 설치 ■ 잠수부를 동원하여 설치 및 데이터 백업 |
| 설치 목적 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 연안침식의 외력 중 가장 큰 영향을 주는 대상해역 파랑의 특성 분석 |
| 계측 빈도 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 0.5초 또는 1초 간격으로 자료를 취득하여 내장된 데이터 로거에 저장 ■ 매 30분 또는 1시간 간격으로 파고, 주기, 파향 등의 파랑특성계수들을 산정 |
| 계측 장비 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 초음파식 파고·파향계 AWAC(Acoustic Wave And Current meter) |

제2장 관측기기(파고·파향계, AWAC)

파고와 파향을 동시에 관측할 수 있는 노르웨이 Nortek社의 초음파식 파고·파향계인 AWAC(Acoustic Wave And Current meter, 600kHz)를 사용하여 파랑 모니터링을 수행하였다.

초음파식 파고·파향계인 AWAC를 맹방 해수욕장, 수렴말, 흑도, 후포항과 공현진항 전면 해역의 해저면에 설치하여 운영하고 있으며, <그림 2-1> 및 <그림 2-2>에 파고·파향계인 AWAC의 외형 및 거치대를 제시하였다. <표 2-1>에는 파랑 관측장비 AWAC의 제원을 정리하였다.



〈그림 2-1〉 파고·파향계(AWAC, Nortek社)



〈그림 2-2〉 AWAC 거치대(착저식)

〈표 2-1〉 파고·파향계(AWAC)의 제원

항목

제원(AWAC 600 kHz 기준)

파고·파향계

AWAC(Acoustic Wave And Current profiles)

- Directional Wave and current measurement ADCP, Nortek AS, Norway -

System

Acoustic Frequency

600 kHz

Acoustic beams

4 beams(one vertical, three slanted at 2.5°)

Operation modes

Stand-alone or online monitoring

Wave measurement

Maximum depth

60 m

Data types

Pressure, one velocity cell along each slanted beam, AST

sampling rate (output)

1Hz velocity, 2Hz AST

No. of sampling per burst

512, 1024, or 2048. Inquire for options

Wave estimates

Range

(-)15~(+)15 m

Accuracy/ resolution (H_s)

< 1% of measured value/ 1cm

Accuracy/ resolution ($Dir.$)

2°/0.1°

Period range

1~50 sec

| | | |
|----------|-------------------------|--------------------------|
| Depth(m) | cut off period(H_s) | cut off period($Dir.$) |
| 5 | 0.5 sec | 1.5 sec |
| 20 | 0.9 sec | 3.1 sec |
| 60 | 1.5 sec | 5.5 sec |

Sensors

Temperature

Thermistor embedded in housing
range : (-)4°C~(+)40°C

Accuracy/ Resolution

0.1°C/ 0.01°C
Time constant : < 5 min.

Compass

Magnetoresistive
Accuracy/ Resolution : 2°/0.1° for tilt <15°

Tilt

Liquid level
Maximum Tilt : 30°, AST* requires <10° instrument tilt

Up or down

Automatic detect
Pressure : Piezoresistive

Standard range

Range : 0~100 m(standard)
Accuracy : 0.5% of full scale. Optional 0.1% of full scale.
Resolution : 0.005% of full scale

Transducer Configurations

Standard

3 beams 120° apart. one at 0°

Asymmetric

3 beams 90° apart. one at 5°

Data recording

Capacity(standard)

9MB(standard), 4GB upgrade option

Profile record

N cells × 9 + 120

Wave record

N samples × 24 + 1KB

Data communication

I/O

RS232 or RS422

Baud rate

300~115200, inquire for 1MBit

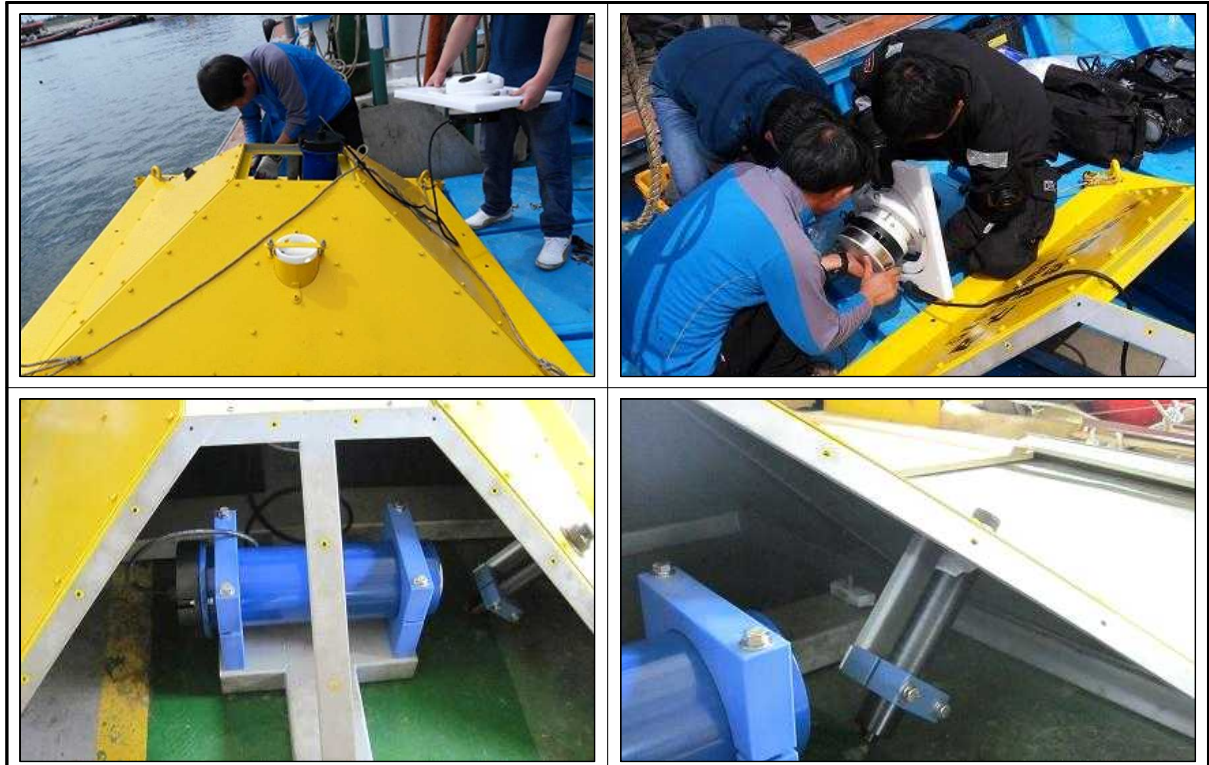
User control

Handled via "AWAC" software, NIPtalk or ActiveX controls

제3장 현장 설치

5개 관측 정점에서 파고·파향계를 설치하는 모습의 사진 자료를 <그림 3-1>과 <그림 3-2>에 나타내었다.

<그림 3-1>과 <그림 3-2>에 제시한 것처럼 별도로 제작된 거치대를 사용하고 잠수부를 동원하여 관측 장비를 해저면에 설치하였다.



<그림 3-1> AWAC 설치 준비



<그림 3-2> AWAC 설치

제4장 관측 현황 및 자료 분석

4.1 파랑 관측 현황

1) 강원도 고성(공현진)

강원도 고성군 공현진항에서 자료 회수는 2024년 3월 22일, 7월 7일, 11월 12일에 진행되었고, 자료 회수 시 잠수부가 확인한 바에 따르면 거치대를 포함한 관측 장비의 특별한 이상 징후는 없었으며 자료 분석 결과 자료의 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

2) 강원도 삼척(맹방 해수욕장)

강원도 삼척시 맹방에서 자료 회수는 2024년 3월 23일, 7월 6일, 11월 12일에 진행되었고, 자료 회수 시 잠수부가 확인한 바에 따르면 거치대를 포함한 관측 장비의 특별한 이상 징후는 없었으며 자료의 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

3) 경상북도 울진(후포)

경상북도 울진군 후포항에서 자료 회수는 2024년 3월 24일, 7월 8일, 11월 11일에 진행되었고, 자료 회수 시 잠수부가 확인한 바에 따르면 거치대를 포함한 관측 장비의 특별한 이상 징후는 없었으며 자료 분석결과 자료의 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

4) 경상북도 경주(수념말)

경상북도 경주시 수념말에서 자료 회수는 2024년 3월 31일, 7월 12일, 12월 6일에 진행되었고, 자료 회수 시 잠수부의 보고에 따르면 2024년 12월 6일 장비 회수 후 외관 확인 시 장비가 침수 피해를 입은 것을 확인하였고 곧바로 관측장비 제작사의 국내 대리점을 통해 자료회수를 요청하였다. 이후 제작사 측에 자료저장 장치(메모리)를 보내어 자료 복구 시도하였으나 자료회수 불가능으로 최종 확인되었다. 장비 점검결과, 파손으로 인한 해수침투로 추정되었으나 장비파손 원인은 파악하지 못하였다.

5) 충청남도 태안(흑도)

충청남도 태안군 흑도에서 자료 회수는 2024년 3월 13일, 8월 4일, 11월 25일에 진행되었고, 자료 회수 시 잠수부의 보고에 따르면 거치대를 포함한 관측 장비의 특별한 이상 징후는 없었으며 자료 분석 결과 자료의 상태는 양호한 것으로 확인되었다.

4.2 파랑 관측자료 분석

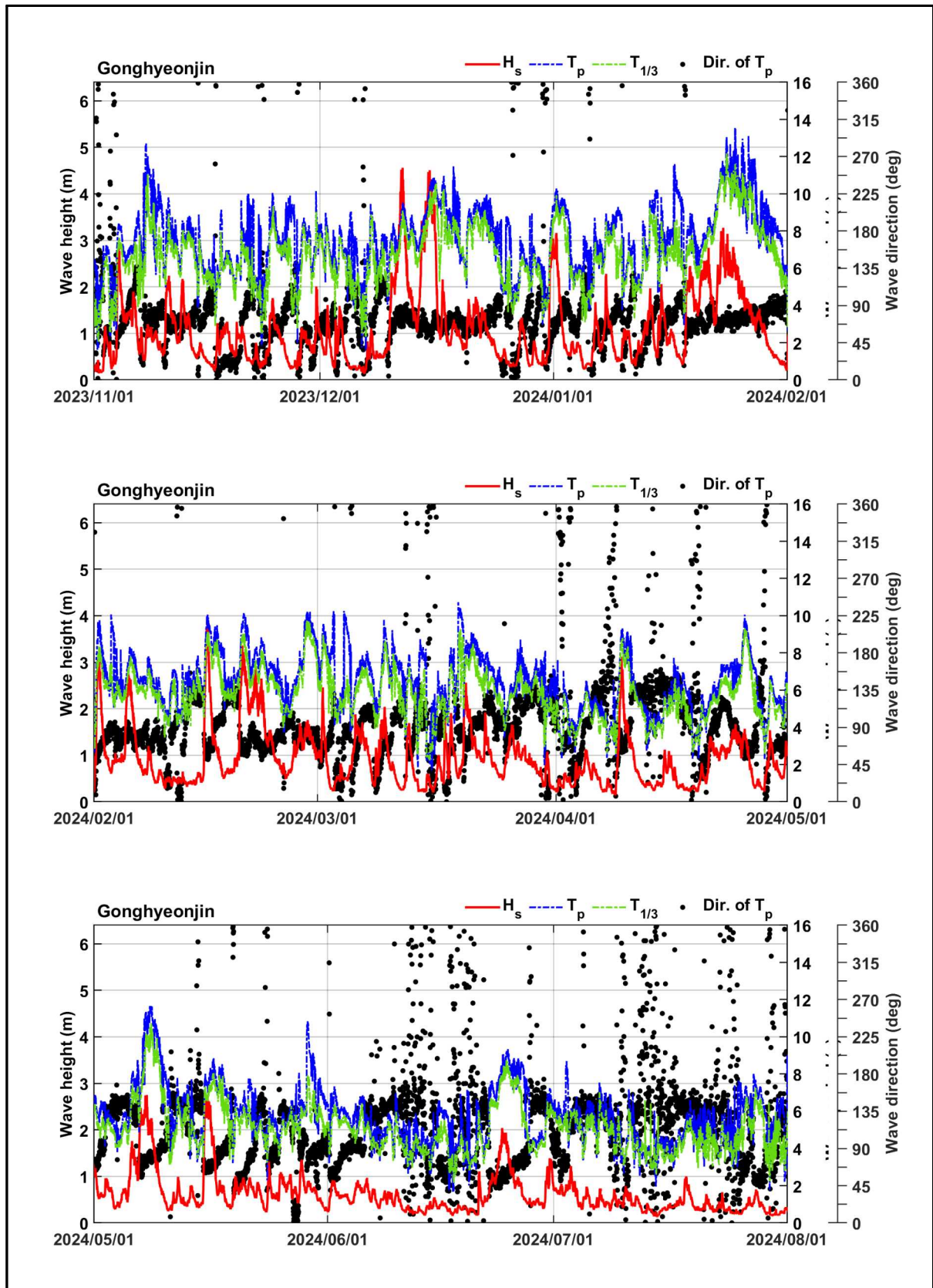
1) 강원도 고성군(공현진항)

〈그림 1-2〉에 표시된 정점 GHJ에서 노르웨이 Nortek社의 초음파식 파고·파향계인 AWAC으로 관측된 원시자료를 제작사에서 제공하는 해석 프로그램(Storm64)를 사용하여 분석하였다. 30분 간격으로 관측된 유의파고(H_{m0} or H_s), 첨두주기(T_p) 및 첨두파향(θ_p)을 〈그림 4-1〉~〈그림 4-2〉에 도시하였다. 한편, 연도별 자료 기간은 과제 기간의 특성을 감안하여 전년도 11월부터 당해연도 10월로 하였으며, 고성군 공현진항을 포함한 5개소 모두에서 같은 방식으로 금차 관측기간을 2023년 11월부터로 정하였다.

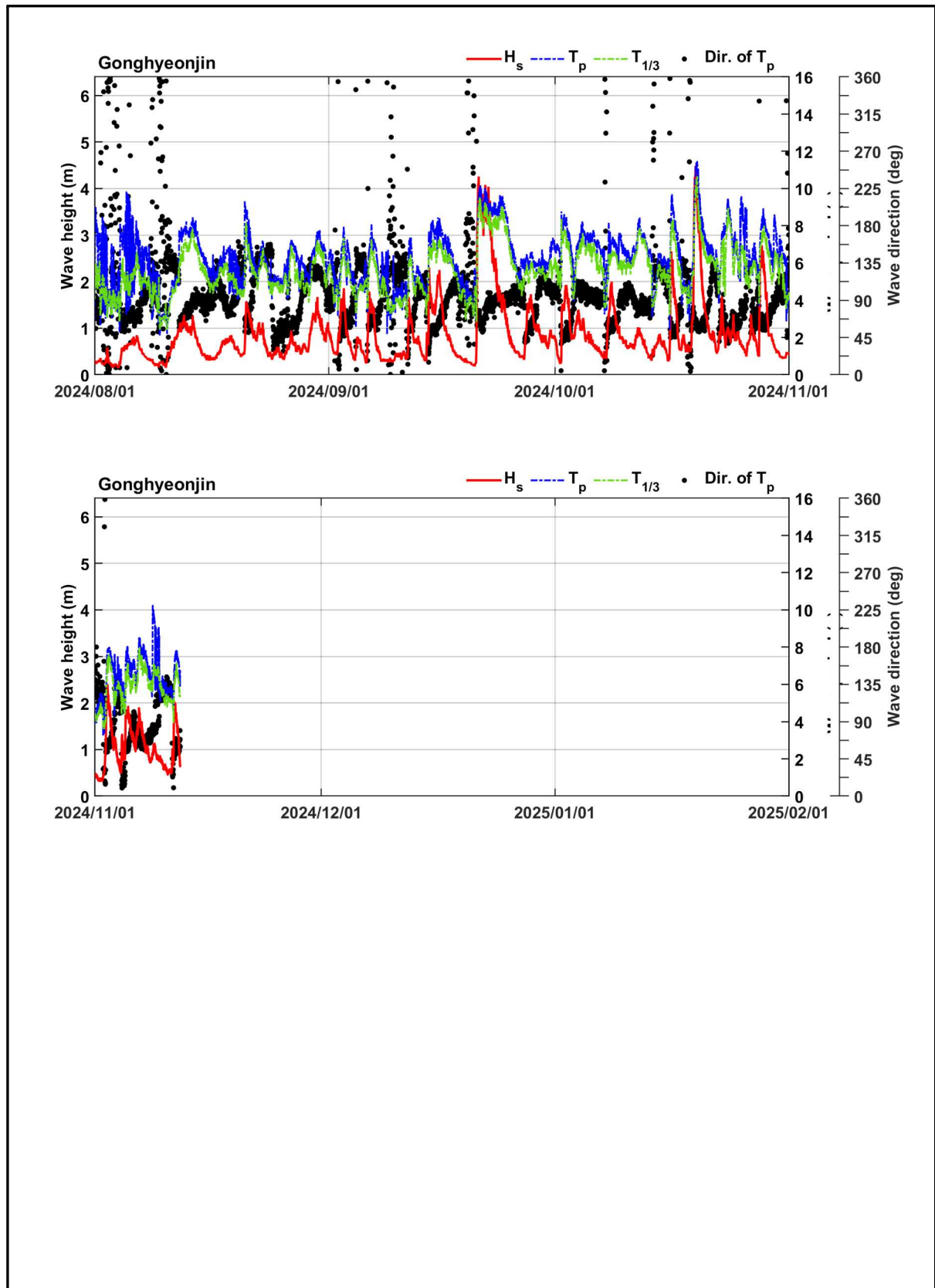
전체 관측기간 중 기록된 최대 유의파고(H_{m0})는 2020년 제10호 태풍 HAISHEN (2010)의 영향을 받은 2020년 9월 7일 15시 30분에 기록된 6.7 m($T_p = 10.4s$, $\theta_p = S70.7^\circ E$)로 나타났다. 금차 관측기간 중 기록된 최대 유의파고(H_{m0})는 2023년 12월 11일 23시에 기록된 4.6 m($T_p = 9.4 s$, $\theta_p = N71.9^\circ E$)로 나타났다.

전체자료에 대한 파향별 출현율을 〈표 4-1〉에 정리하였으며 파랑장미도를 〈그림 4-3〉에 도시하였다. 관측자료 분석결과 16방위 분할을 기준으로 할 때 파향 ENE가 주파향으로 나타났다. 파향 ENE의 출현율이 25.7%로 가장 높았으며 NE, E, ESE, SE의 출현율이 각각 12.6%, 18.4%, 13.5%, 11.4%로 나타났다. 주파향 ENE를 제외하면 내습빈도가 높은 파향 NE부터 SE까지 상당히 넓고 고르게 분포하는 것으로 나타났다. 파향 NE부터 SE의 출현율을 합하면 81.6%로 나타났다.

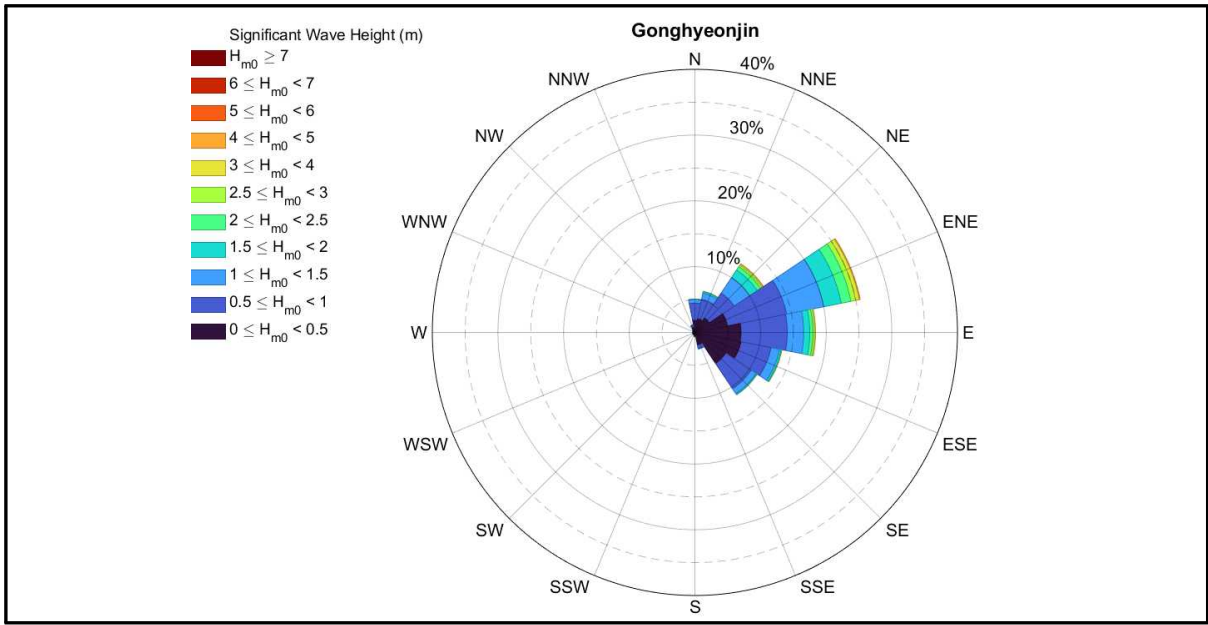
첨두주기 및 유의파고 구간별 출현빈도를 〈표 4-2a〉와 〈표 4-2b〉에 제시하였다. 유의파고 구간별 출현율은 0.25~0.75 m 구간에서 52.7%, 0.75~1.25 m에서 23.8%로 나타났으며, 이들의 출현율 합이 76.4%로 나타났다. 첨두주기별 출현율은 6~8초 구간에서 38.0%, 4~6초 구간에서 35.4%, 8~10초 구간에서 14.4%로 나타났으며, 이들의 출현율 합이 87.8%로 나타났다.



〈그림 4-1〉 2023년 11월~2024년 7월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성)



〈그림 4-2〉 2024년 8월~11월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성)



〈그림 4-3〉 파랑장미도(고성 공현진, 2016/04/29~2024/11/12)

〈표 4-1〉 파향별 출현빈도와 출현율(고성 공현진, 2016/04/29~2024/11/12)

| 파향 | 출현빈도 | 출현율(%) | 비 고 |
|------|---------|--------|------------------|
| N | 7,225 | 5.08 | |
| NNE | 9,089 | 6.39 | |
| NE | 17,875 | 12.57 | ▣ NE~SE : 81.58% |
| ENE | 36,519 | 25.67 | |
| E | 26,149 | 18.38 | |
| ESE | 19,249 | 13.53 | |
| SE | 16,256 | 11.43 | |
| SSE | 3,672 | 2.58 | |
| S | 955 | 0.67 | |
| SSW | 654 | 0.46 | |
| SW | 563 | 0.40 | |
| WSW | 573 | 0.40 | |
| W | 520 | 0.37 | |
| WNW | 528 | 0.37 | |
| NW | 711 | 0.50 | |
| NNW | 1,719 | 1.21 | |
| 전체합계 | 142,257 | 100.00 | |

〈표 4-2a〉 고성군 공현진 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도

| 계 | | 9.531 | 74.893 | 33.797 | 13.518 | 5.236 | 2.684 | 1.312 | 691 | 353 | 157 | 57 | 26 | - | 2 | - | - | - | - | 142,257 |
|-------------------|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| 주기 구간 [sec] | 14~16 | | 2 | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 7 |
| | 12~14 | 1 | 38 | 112 | 63 | 47 | 42 | 37 | 26 | 34 | 21 | 6 | 1 | | | | | | | 428 |
| | 10~12 | 14 | 747 | 777 | 752 | 735 | 788 | 452 | 295 | 187 | 95 | 46 | 23 | | 2 | | | | | 4,913 |
| | 08~10 | 369 | 4,782 | 5,557 | 4,733 | 2,527 | 1,300 | 728 | 353 | 132 | 41 | 5 | 2 | | | | | | | 20,529 |
| | 06~08 | 1,519 | 23,827 | 19,049 | 7,094 | 1,883 | 552 | 95 | 17 | | | | | | | | | | | 54,036 |
| | 04~06 | 4,390 | 36,973 | 8,045 | 874 | 44 | 2 | | | | | | | | | | | | | 50,328 |
| | 02~04 | 3,113 | 8,221 | 254 | | | | | | | | | | | | | | | | 11,588 |
| | 00~02 | 125 | 303 | | | | | | | | | | | | | | | | | 428 |
| 주기 파고 | | 0.0 ~0.25 | 0.25 ~0.75 | 0.75 ~1.25 | 1.25 ~1.75 | 1.75 ~2.25 | 2.25 ~2.75 | 2.75 ~3.25 | 3.25 ~3.75 | 3.75 ~4.25 | 4.25 ~4.75 | 4.75 ~5.25 | 5.25 ~5.75 | 5.75 ~6.25 | 6.25 ~6.75 | 6.75 ~7.25 | 7.25 ~7.75 | 7.75 ~8.25 | 8.25 ~8.75 | |
| | 파고 | 파고 구간 [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

〈표 4-2b〉 고성군 공현진 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 출현율(%)

| 계 | | 6.70 | 52.65 | 23.76 | 9.50 | 3.68 | 1.89 | 0.92 | 0.49 | 0.25 | 0.11 | 0.04 | 0.02 | | 0.00 | | | | | 100.00 |
|-------------------|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| 주기 구간 [sec] | 14~16 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | 0.00 |
| | 12~14 | 0.00 | 0.03 | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | 0.30 |
| | 10~12 | 0.01 | 0.53 | 0.55 | 0.53 | 0.52 | 0.55 | 0.32 | 0.21 | 0.13 | 0.07 | 0.03 | 0.02 | | 0.00 | | | | | 3.45 |
| | 08~10 | 0.26 | 3.36 | 3.91 | 3.33 | 1.78 | 0.91 | 0.51 | 0.25 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | 14.43 |
| | 06~08 | 1.07 | 16.75 | 13.39 | 4.99 | 1.32 | 0.39 | 0.07 | 0.01 | | | | | | | | | | | 37.98 |
| | 04~06 | 3.09 | 25.99 | 5.66 | 0.61 | 0.03 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | 35.38 |
| | 02~04 | 2.19 | 5.78 | 0.18 | | | | | | | | | | | | | | | | 8.15 |
| | 00~02 | 0.09 | 0.21 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.30 |
| 주기 파고 | | 0.0 ~0.25 | 0.25 ~0.75 | 0.75 ~1.25 | 1.25 ~1.75 | 1.75 ~2.25 | 2.25 ~2.75 | 2.75 ~3.25 | 3.25 ~3.75 | 3.75 ~4.25 | 4.25 ~4.75 | 4.75 ~5.25 | 5.25 ~5.75 | 5.75 ~6.25 | 6.25 ~6.75 | 6.75 ~7.25 | 7.25 ~7.75 | 7.75 ~8.25 | 8.25 ~8.75 | |
| | 파고 | 파고 구간 [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

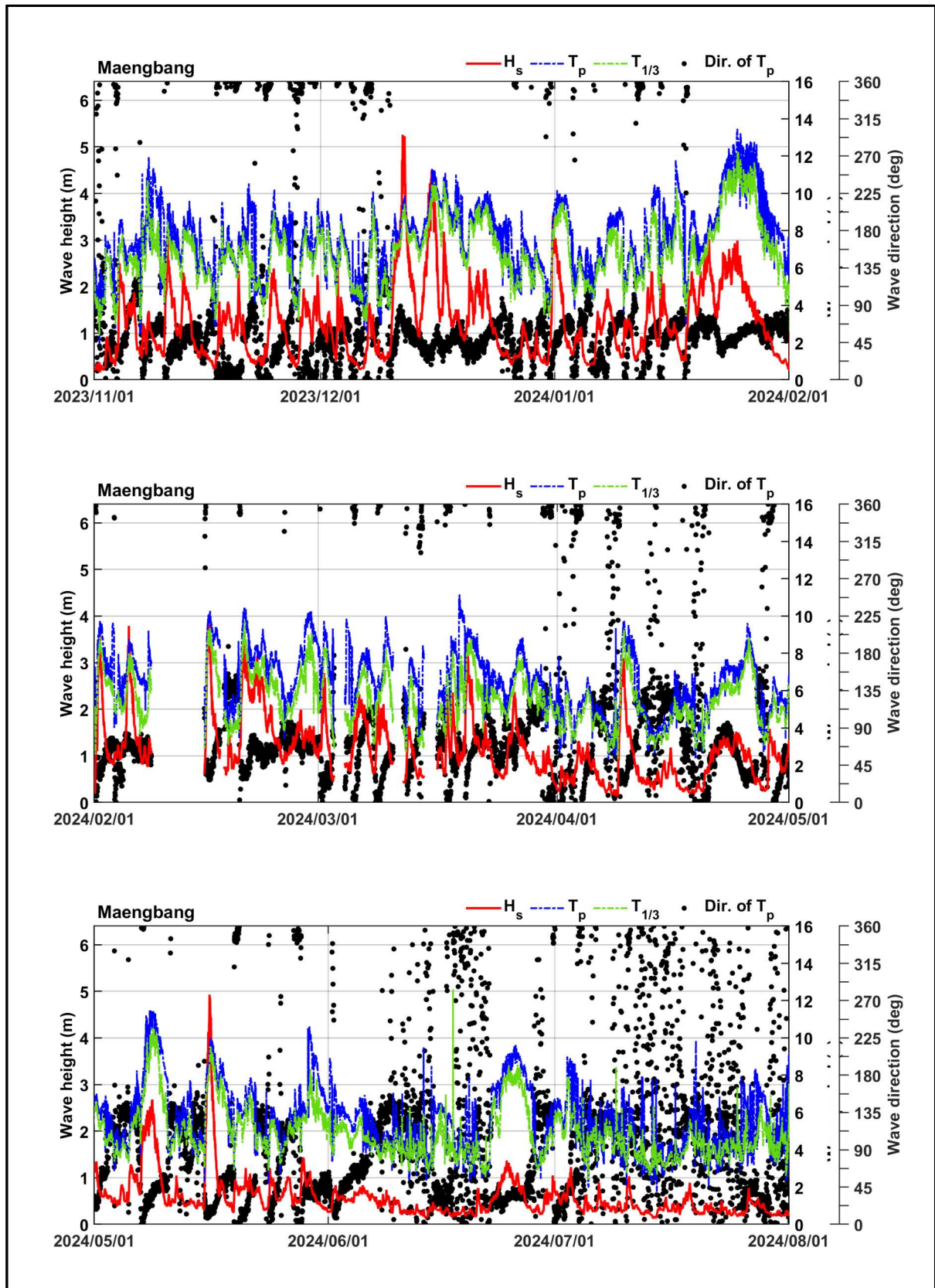
2) 강원도 삼척시(맹방 해수욕장)

〈그림 1-3〉에 표시된 정점 MB에서 노르웨이 Nortek社의 초음파식 파고·파향계인 AWAC으로 관측된 원시자료를 제작사에서 제공하는 해석 프로그램(Storm64)를 사용하여 분석하였다. 30분 간격으로 관측된 유의파고(H_{m0} or H_s), 첨두주기(T_p) 및 첨두파향(θ_p)을 〈그림 4-4〉~〈그림 4-5〉에 도시하였다.

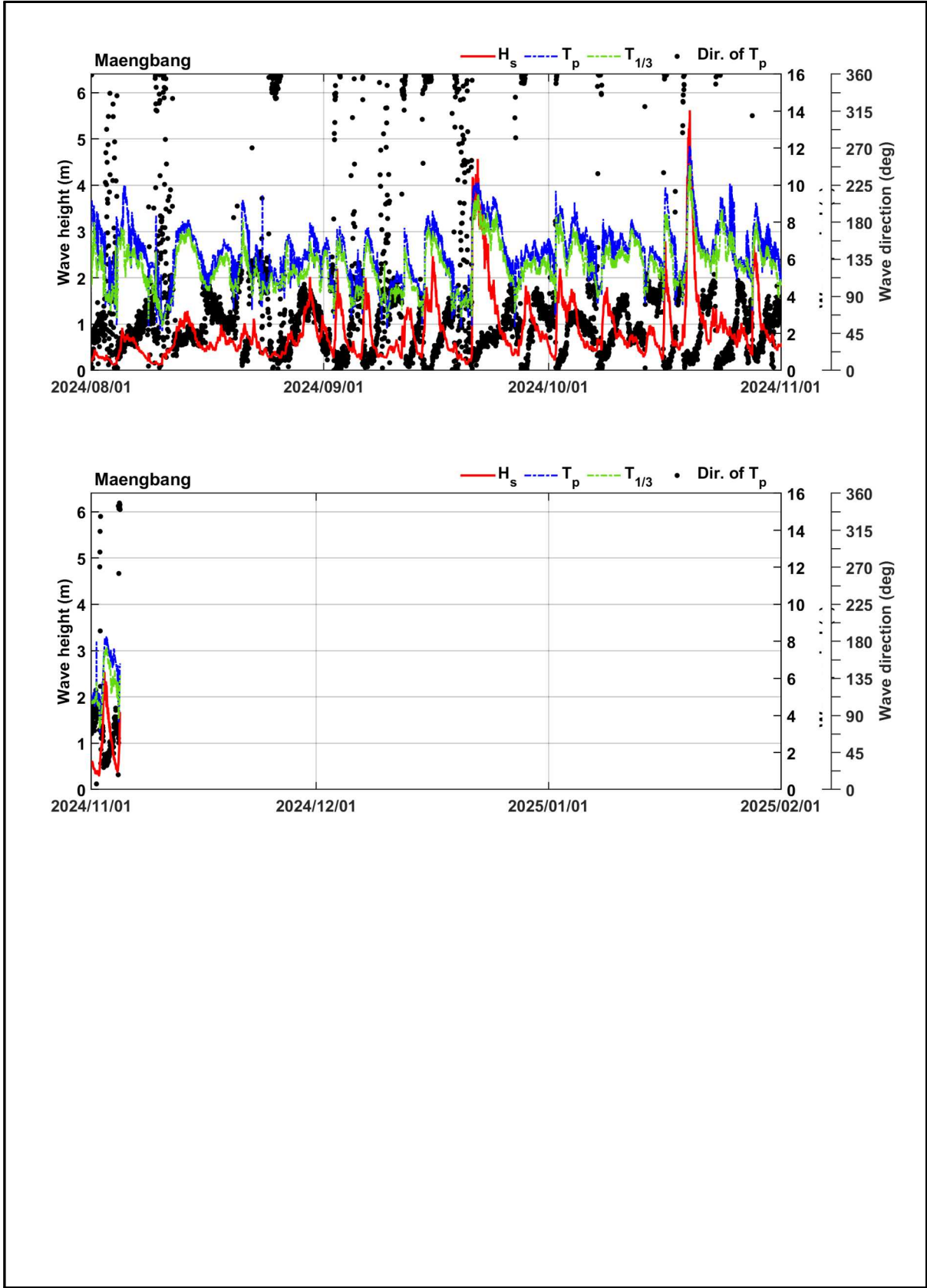
전체 관측기간 중 기록된 최대 유의파고(H_{m0})는 2022년 12월 24일 7시 30분에 기록된 6.2 m($T_p = 13.1s$, $\theta_p = N41.3^\circ E$)로 나타났다. 금차 관측기간 중 기록된 최대 유의파고(H_{m0})는 2024년 10월 19일 20시에 기록된 5.6 m($T_p = 12.1 s$, $\theta_p = N12.7^\circ E$)로 나타났다.

전체자료에 대한 파향별 출현율을 〈표 4-3〉에 정리하였으며 파랑장미도를 〈그림 4-6〉에 도시하였다. 관측자료 분석결과 16방위 분할을 기준으로 할 때 출현율은 파향 NE가 28.0%로 가장 높았으며, 파향 NNE가 16.6%, 파향 ENE가 19.3%, 파향 E가 11.8%로 나타났다. 파향 NNE~E 등 NE 계열 파향의 출현율을 합하면 75.7%로 나타났다.

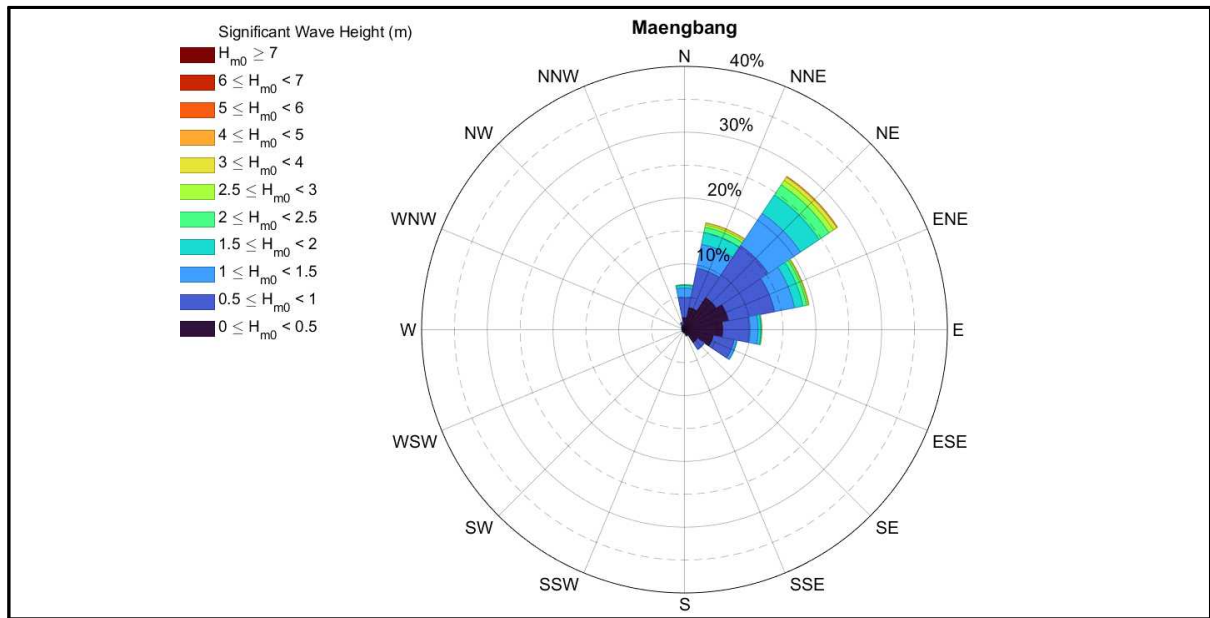
첨두주기 및 유의파고 구간별 출현빈도를 〈표 4-4a〉와 〈표 4-4b〉에 제시하였다. 유의파고 구간별 출현율은 0.25~0.75 m 구간에서 48.3%, 0.75~1.25 m에서 24.2%, 1.25~1.75 m의 구간에서 11.0%로 나타났으며, 이들의 출현율 합이 83.4%로 나타났다. 첨두주기별 출현율은 6~8초 구간에서 38.3%, 4~6초 구간에서 32.2%, 8~10초 구간에서 16.1%로 나타났으며, 이들의 출현율 합이 86.5%로 나타났다.



〈그림 4-4〉 2023년 11월~2024년 7월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척)



〈그림 4-5〉 2024년 8월~11월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척)



〈그림 4-6〉 파랑장미도(삼척 맹방해수욕장, 2013/09/27~2024/11/4)

〈표 4-3〉 파향별 출현빈도와 출현율(삼척 맹방해수욕장, 2013/09/27~2024/11/4)

| 파향 | 출현빈도 | 출현율(%) | 비 고 |
|------|---------|--------|-----------------|
| N | 12,706 | 6.87 | |
| NNE | 30,633 | 16.56 | ■ NNE~E : 75.7% |
| NE | 51,829 | 28.02 | |
| ENE | 35,743 | 19.33 | |
| E | 21,796 | 11.78 | |
| ESE | 15,127 | 8.18 | |
| SE | 6,752 | 3.65 | |
| SSE | 1,852 | 1.00 | |
| S | 1,041 | 0.56 | |
| SSW | 873 | 0.47 | |
| SW | 783 | 0.42 | |
| WSW | 838 | 0.45 | |
| W | 764 | 0.41 | |
| WNW | 893 | 0.48 | |
| NW | 1,109 | 0.60 | |
| NNW | 2,209 | 1.19 | |
| 전체합계 | 184,948 | 100.00 | |

〈표 4-4a〉 삼척시 맹방해수욕장 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도

| 계 | 13.776 | 89.231 | 44.739 | 20.247 | 9.362 | 4.100 | 1.842 | 851 | 505 | 209 | 68 | 16 | 2 | - | - | - | - | - | 184.948 |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| 주기 구간 [sec] | 14~16 | 1 | 8 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | 11 |
| | 12~14 | 1 | 55 | 105 | 120 | 114 | 129 | 110 | 85 | 45 | 44 | 20 | 7 | 2 | | | | | 837 |
| | 10~12 | 27 | 838 | 1,224 | 1,231 | 1,362 | 997 | 701 | 385 | 296 | 123 | 34 | 8 | | | | | | 7,226 |
| | 08~10 | 310 | 5,752 | 7,182 | 7,721 | 4,996 | 2,255 | 898 | 357 | 159 | 41 | 13 | 1 | | | | | | 29,685 |
| | 06~08 | 1,741 | 28,942 | 26,462 | 10,027 | 2,813 | 717 | 133 | 24 | 5 | 1 | | | | | | | | 70,865 |
| | 04~06 | 6,762 | 42,122 | 9,351 | 1,147 | 77 | 2 | | | | | | | | | | | | 59,461 |
| | 02~04 | 4,898 | 11,470 | 407 | | | | | | | | | | | | | | | 16,775 |
| | 00~02 | 37 | 51 | | | | | | | | | | | | | | | | 88 |
| 주기 파고 | 0.0 ~0.25 | 0.25 ~0.75 | 0.75 ~1.25 | 1.25 ~1.75 | 1.75 ~2.25 | 2.25 ~2.75 | 2.75 ~3.25 | 3.25 ~3.75 | 3.75 ~4.25 | 4.25 ~4.75 | 4.75 ~5.25 | 5.25 ~5.75 | 5.75 ~6.25 | 6.25 ~6.75 | 6.75 ~7.25 | 7.25 ~7.75 | 7.75 ~8.25 | 8.25 ~8.75 | |
| 파고 구간 [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

〈표 4-4b〉 삼척시 맹방해수욕장 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 출현율(%)

| 계 | 7.45 | 48.25 | 24.19 | 10.95 | 5.06 | 2.22 | 1.00 | 0.46 | 0.27 | 0.11 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | | | | | | 100.00 |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| 주기 구간 [sec] | 14~16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | 0.00 | | | | | | | | 0.01 |
| | 12~14 | 0.00 | 0.03 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | | | | 0.45 |
| | 10~12 | 0.01 | 0.45 | 0.66 | 0.67 | 0.74 | 0.54 | 0.38 | 0.21 | 0.16 | 0.07 | 0.02 | 0.00 | | | | | | 3.91 |
| | 08~10 | 0.17 | 3.11 | 3.88 | 4.17 | 2.70 | 1.22 | 0.49 | 0.19 | 0.09 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | | | | | | 16.05 |
| | 06~08 | 0.94 | 15.65 | 14.31 | 5.42 | 1.52 | 0.39 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | 38.32 |
| | 04~06 | 3.66 | 22.78 | 5.06 | 0.62 | 0.04 | 0.00 | | | | | | | | | | | | 32.15 |
| | 02~04 | 2.65 | 6.20 | 0.22 | | | | | | | | | | | | | | | 9.07 |
| | 00~02 | 0.02 | 0.03 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.05 |
| 주기 파고 | 0.0 ~0.25 | 0.25 ~0.75 | 0.75 ~1.25 | 1.25 ~1.75 | 1.75 ~2.25 | 2.25 ~2.75 | 2.75 ~3.25 | 3.25 ~3.75 | 3.75 ~4.25 | 4.25 ~4.75 | 4.75 ~5.25 | 5.25 ~5.75 | 5.75 ~6.25 | 6.25 ~6.75 | 6.75 ~7.25 | 7.25 ~7.75 | 7.75 ~8.25 | 8.25 ~8.75 | |
| 파고 구간 [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

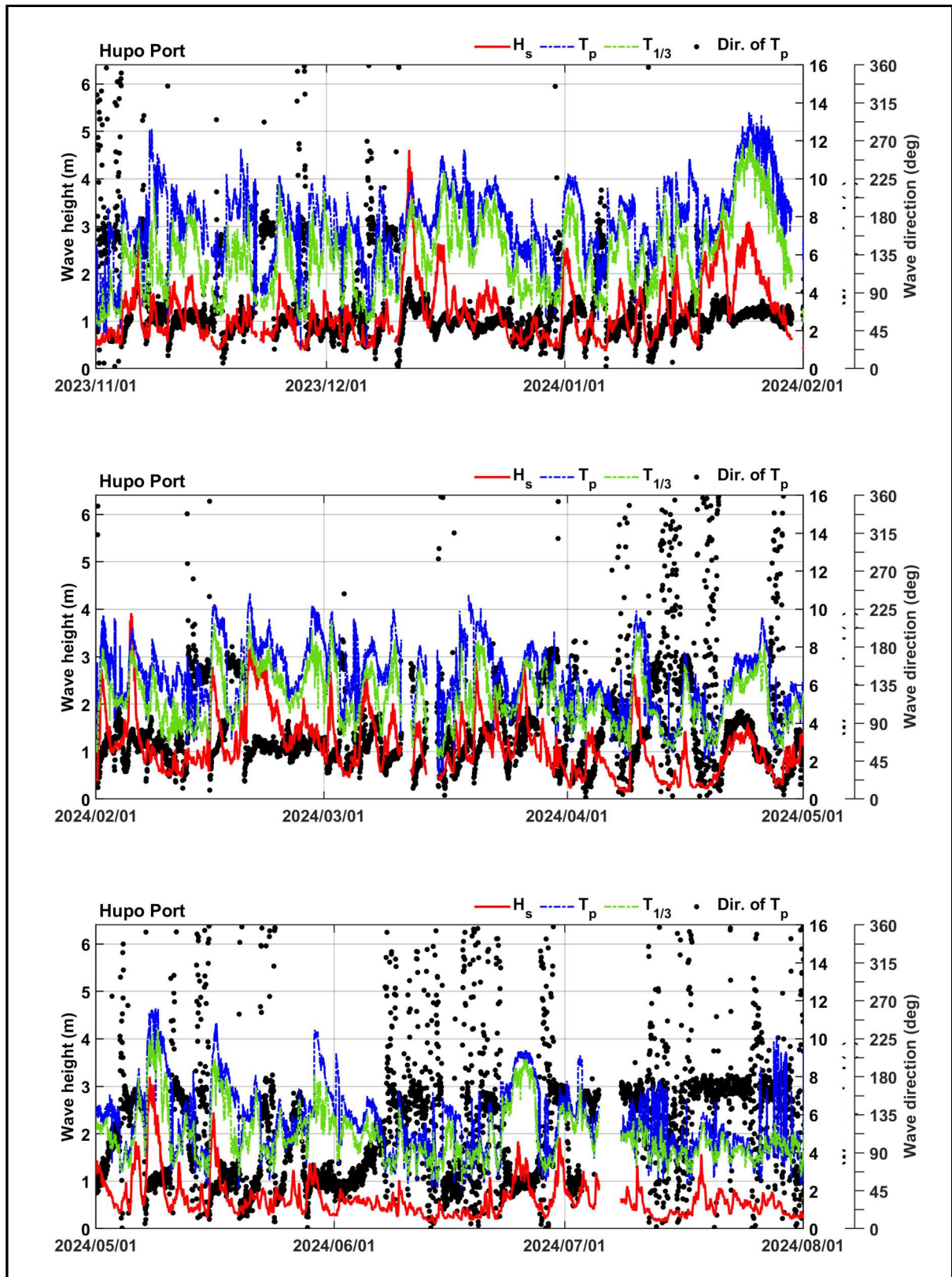
3) 경상북도 울진군(후포)

〈그림 1-4〉에 표시된 정점 HP에서 노르웨이 Nortek社의 초음파식 파고·파향계인 AWAC으로 관측된 원시자료를 제작사에서 제공하는 해석 프로그램(Storm64)를 사용하여 분석하였다. 30분 간격으로 관측된 유의파고(H_{m0} or H_s), 첨두주기(T_p) 및 첨두파향(θ_p)을 〈그림 4-7〉~〈그림 4-8〉에 도시하였다.

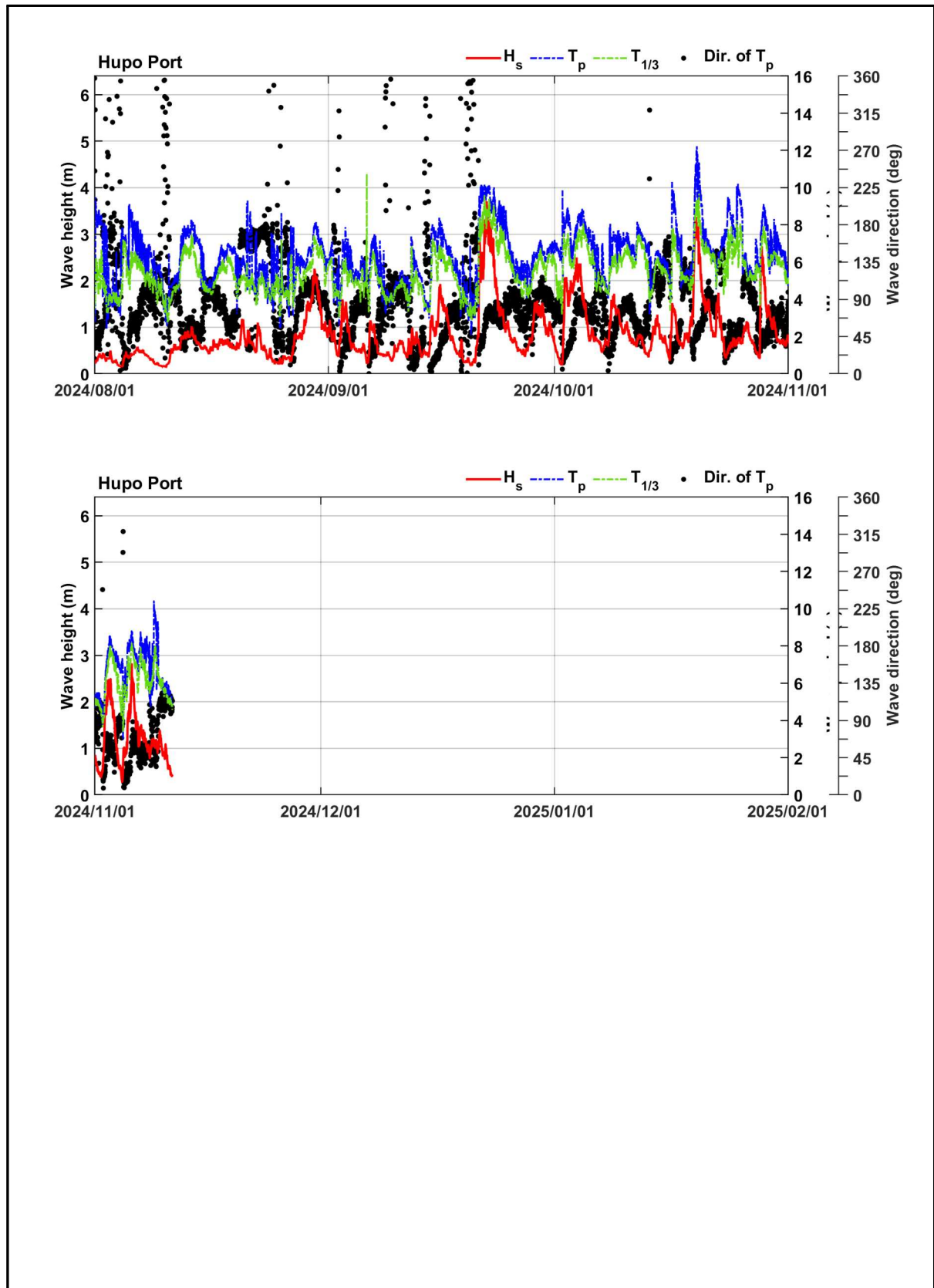
전체 관측기간 중 기록된 최대 유의파고(H_{m0})는 2020년 제9호 태풍 MAYSACK(2009)의 영향으로 8.6 m($T_p = 10.9$ s, $\theta_p = S44.6^\circ E$, 2020년 9월 3일 5시 30분)로 나타났다. 금차 관측기간 중 기록된 최대 유의파고(H_{m0})는 2023년 12월 11일 18시에 기록된 4.6 m($T_p = 9.1$ s, $\theta_p = S76.8^\circ E$)로 나타났다.

전체자료에 대한 파향별 출현율을 〈표 4-5〉에 정리하였으며 파랑장미도를 〈그림 4-9〉에 도시하였다. 관측자료 분석결과 16방위 분할을 기준으로 할 때 출현율은 파향 NE가 29.2%로 가장 높았으며 파향 NNE가 13.4%, 파향 ENE가 21.6%, 파향 E가 10.3%로 나타났다. 파향이 NNE~E를 중심으로 분포되어 있으며 이들 NE 계열의 파향의 출현율을 합하면 74.4%로 나타났다.

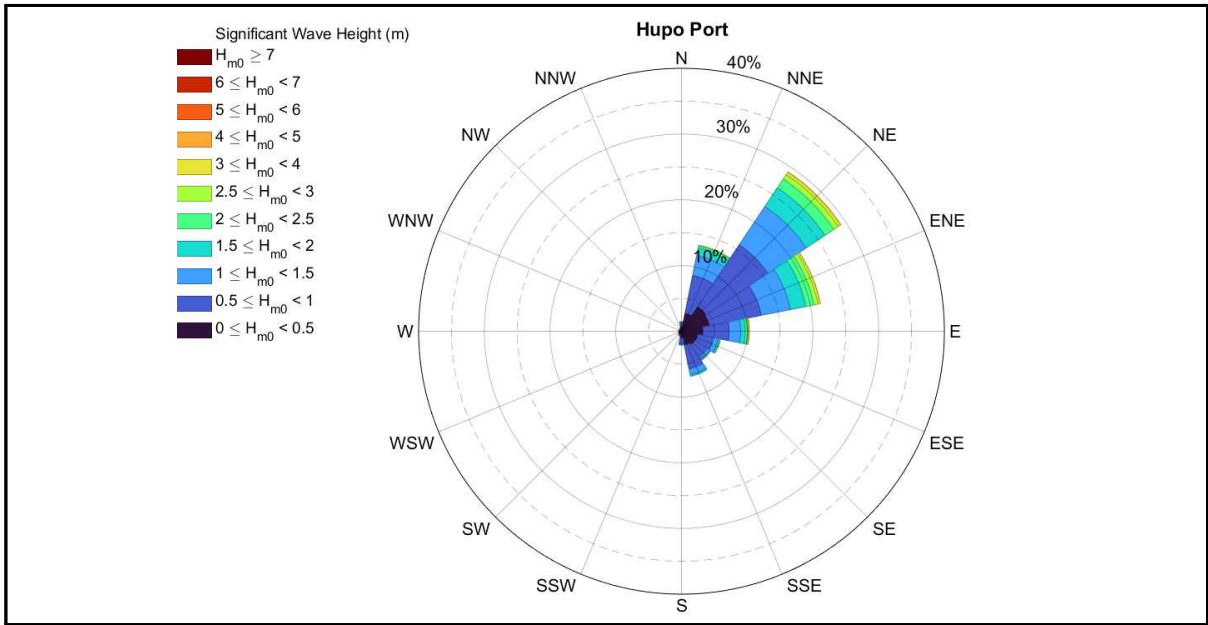
첨두주기 및 유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율을 〈표 4-6a〉와 〈표 4-6b〉에 제시하였다. 유의파고 구간별 출현율은 0.25~0.75 m 구간에서 47.0%, 0.75~1.25 m에서 27.5%, 1.25~1.75 m에서 12.9%로 나타났으며, 이들의 합이 87.4%로 나타났다. 첨두주기별 출현율은 6~8초 구간에서 38.5%, 4~6초 구간에서 30.7%, 8~10초 구간에서 16.5%로 나타났으며, 이들의 합이 85.7%로 나타났다.



〈그림 4-7〉 2023년 11월~2024년 7월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진)



〈그림 4-8〉 2024년 8월~11월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진)



〈그림 4-9〉 파랑장미도(울진 후포, 2015/07/03~2024/11/11)

〈표 4-5〉 파향별 출현빈도와 출현율(울진 후포, 2015/07/03~2024/11/11)

| 파향 | 출현빈도 | 출현율(%) | 비 고 |
|------|---------|--------|-----------------|
| N | 2,350 | 1.48 | ■ NNE~E : 74.4% |
| NNE | 21,224 | 13.38 | |
| NE | 46,266 | 29.17 | |
| ENE | 34,180 | 21.55 | |
| E | 16,379 | 10.33 | |
| ESE | 9,635 | 6.07 | |
| SE | 8,519 | 5.37 | |
| SSE | 11,114 | 7.01 | |
| S | 3,337 | 2.10 | |
| SSW | 1,190 | 0.75 | |
| SW | 883 | 0.56 | |
| WSW | 724 | 0.46 | |
| W | 715 | 0.45 | |
| WNW | 666 | 0.42 | |
| NW | 673 | 0.42 | |
| NNW | 772 | 0.49 | |
| 전체합계 | 158,627 | 100.00 | |

〈표 4-6a〉 울진군 후포항 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도

| 계 | | 4,471 | 74,482 | 43,660 | 20,506 | 8,645 | 3,879 | 1,807 | 683 | 299 | 109 | 53 | 17 | 8 | 3 | 2 | - | 2 | 1 | 158,627 |
|-------------------|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| 주기 구간 [sec] | 14~16 | | | 2 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | 4 |
| | 12~14 | | 8 | 83 | 154 | 150 | 107 | 121 | 91 | 42 | 20 | 6 | 1 | | | 1 | | | | 784 |
| | 10~12 | 9 | 457 | 1,072 | 1,467 | 1,458 | 1,065 | 739 | 342 | 155 | 55 | 33 | 13 | 7 | 1 | | | 2 | 1 | 6,876 |
| | 08~10 | 55 | 4,548 | 8,435 | 6,777 | 3,524 | 1,658 | 738 | 233 | 101 | 34 | 14 | 3 | 1 | 2 | 1 | | | | 26,124 |
| | 06~08 | 554 | 24,588 | 21,568 | 9,784 | 3,333 | 1,047 | 209 | 15 | 1 | | | | | | | | | | 61,099 |
| | 04~06 | 2,051 | 32,452 | 11,688 | 2,321 | 180 | 2 | | | | | | | | | | | | | 48,694 |
| | 02~04 | 1,782 | 12,244 | 812 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | 14,841 |
| | 00~02 | 20 | 185 | | | | | | | | | | | | | | | | | 205 |
| 주기 | | 0.0 ~0.25 | 0.25 ~0.75 | 0.75 ~1.25 | 1.25 ~1.75 | 1.75 ~2.25 | 2.25 ~2.75 | 2.75 ~3.25 | 3.25 ~3.75 | 3.75 ~4.25 | 4.25 ~4.75 | 4.75 ~5.25 | 5.25 ~5.75 | 5.75 ~6.25 | 6.25 ~6.75 | 6.75 ~7.25 | 7.25 ~7.75 | 7.75 ~8.25 | 8.25 ~8.75 | |
| 파고 | | 파고 구간 [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

〈표 4-6b〉 울진군 후포항 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 출현율(%)

| 계 | | 2.82 | 46.95 | 27.52 | 12.93 | 5.45 | 2.45 | 1.14 | 0.43 | 0.19 | 0.07 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
|-------------------|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| 주기 구간 [sec] | 14~16 | | | 0.00 | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | 0.00 |
| | 12~14 | | 0.01 | 0.05 | 0.10 | 0.09 | 0.07 | 0.08 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | | 0.00 | | | | 0.49 |
| | 10~12 | 0.01 | 0.29 | 0.68 | 0.92 | 0.92 | 0.67 | 0.47 | 0.22 | 0.10 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | | 0.00 | 0.00 | 4.33 |
| | 08~10 | 0.03 | 2.87 | 5.32 | 4.27 | 2.22 | 1.05 | 0.47 | 0.15 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | 16.47 |
| | 06~08 | 0.35 | 15.50 | 13.60 | 6.17 | 2.10 | 0.66 | 0.13 | 0.01 | 0.00 | | | | | | | | | | 38.52 |
| | 04~06 | 1.29 | 20.46 | 7.37 | 1.46 | 0.11 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | 30.70 |
| | 02~04 | 1.12 | 7.72 | 0.51 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | 9.36 |
| | 00~02 | 0.01 | 0.12 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.13 |
| 주기 | | 0.0 ~0.25 | 0.25 ~0.75 | 0.75 ~1.25 | 1.25 ~1.75 | 1.75 ~2.25 | 2.25 ~2.75 | 2.75 ~3.25 | 3.25 ~3.75 | 3.75 ~4.25 | 4.25 ~4.75 | 4.75 ~5.25 | 5.25 ~5.75 | 5.75 ~6.25 | 6.25 ~6.75 | 6.75 ~7.25 | 7.25 ~7.75 | 7.75 ~8.25 | 8.25 ~8.75 | |
| 파고 | | 파고 구간 [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

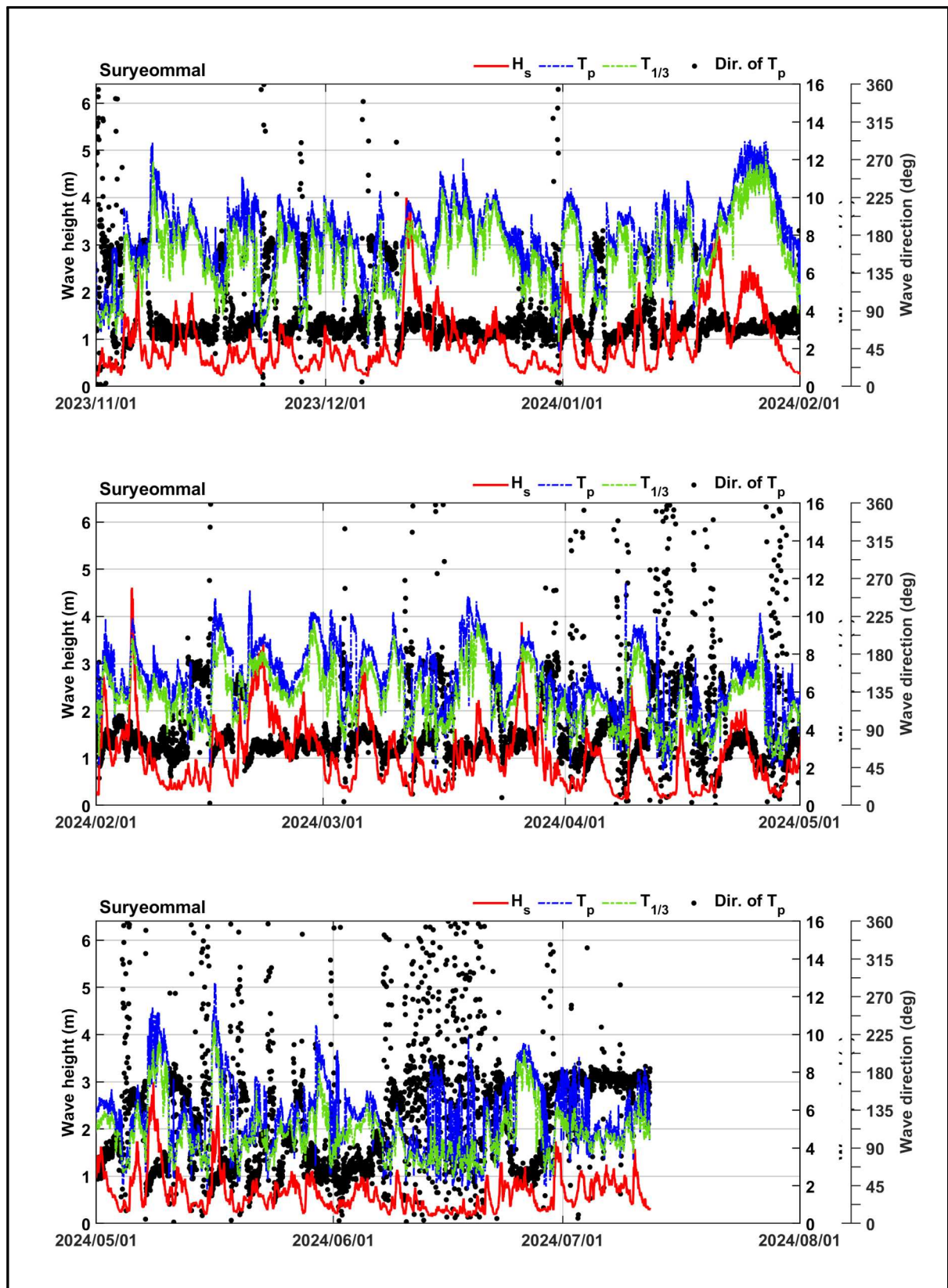
4) 경상북도 경주시(수념말)

〈그림 1-5〉에 표시된 정점 SNM에서 노르웨이 Nortek社의 초음파식 파고·파향계인 AWAC으로 관측된 원시자료를 제작사에서 제공하는 해석 프로그램(Storm64)를 사용하여 분석하였다. 30분 간격으로 관측된 유의파고(H_{m0} or H_s), 첨두주기(T_p) 및 첨두파향(θ_p)을 〈그림 4-10〉에 도시하였다.

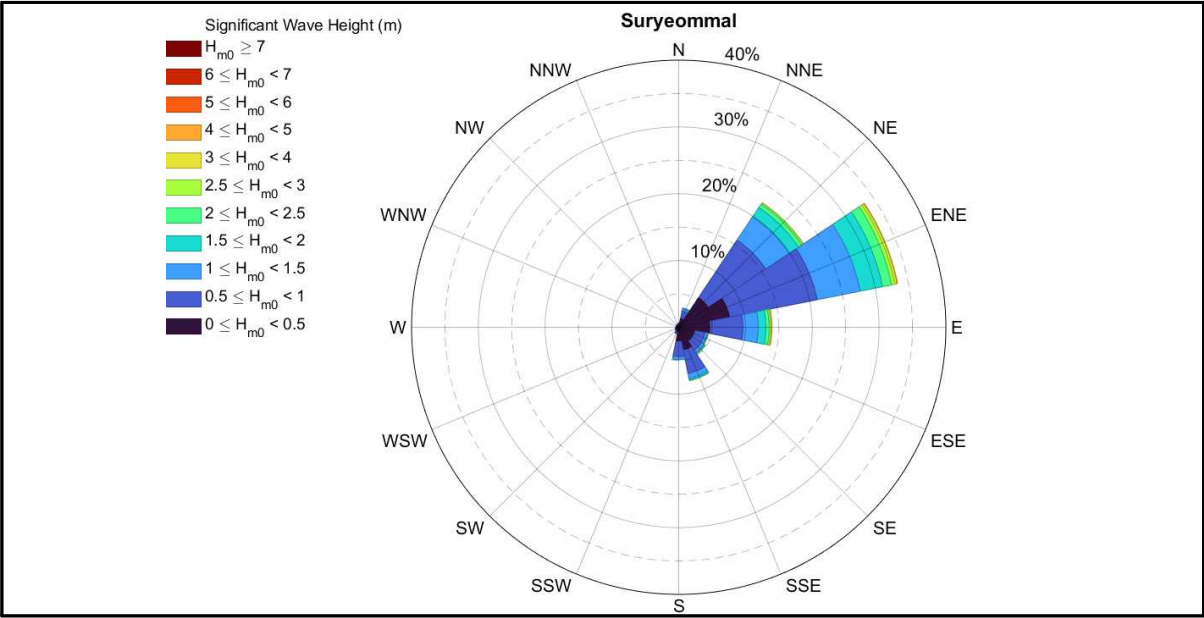
전체 관측기간 중 기록된 최대 유의파고(H_{m0})는 2020년 제9호 태풍 MAYSACK(2009)의 영향으로 7.8 m($T_p = 11.1$ s, $\theta_p = S39^\circ E$, 2020년 9월 3일 3시 30분)로 나타났다. 금차 관측기간 중 기록된 최대 유의파고(H_{m0})는 2024년 2월 5일 13시 30분에 기록된 4.6 m($T_p = 9.4$ s, $\theta_p = N75.3^\circ E$)로 나타났다.

전체자료에 대한 방향별 출현율을 〈표 4-7〉에 정리하였으며 파랑장미도를 〈그림 4-11〉에 도시하였다. 파향별 출현율 분석결과 16방위 분할을 기준으로 할 때 출현율은 파향 ENE가 33.4%로 가장 높았으며 파향 NE가 22.5%, 파향 E가 14.0%로 파향 NE~E까지 주파향의 출현율을 합하면 69.9%로 나타났다.

첨두주기 및 유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율을 〈표 4-8a〉와 〈표 4-8b〉에 제시하였다. 유의파고 구간별 출현율은 0.25~0.75 m 구간에서 53.0%, 0.75~1.25 m에서 24.7%, 1.25~1.75 m 구간에서 10.5%로 나타났으며, 이들 출현율의 합이 88.1%로 나타났다. 첨두주기별 출현율은 6~8초 구간에서 36.4%, 4~6초 구간에서 27.9%, 8~10초 구간에서 18.3%, 2~4초 구간에서 10.7%로 나타났으며, 이들 출현율의 합이 93.3%로 나타났다.



〈그림 4-10〉 2023년 11월~2024년 7월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(경주)



〈그림 4-11〉 파랑장미도(경주시 수념말, 2014/07/21~2024/07/12)

〈표 4-7〉 파향별 출현빈도와 출현율(경주 수념말, 2014/07/21~2023/07/12)

| 파향 | 출현빈도 | 출현율(%) | 비 고 |
|------|---------|--------|--------------|
| N | 1,130 | 0.65 | |
| NNE | 5,205 | 2.98 | |
| NE | 39,297 | 22.48 | ■NE~E: 69.9% |
| ENE | 58,421 | 33.42 | |
| E | 24,404 | 13.96 | |
| ESE | 7,956 | 4.55 | |
| SE | 8,432 | 4.82 | |
| SSE | 14,283 | 8.17 | |
| S | 8,491 | 4.86 | |
| SSW | 1,801 | 1.03 | |
| SW | 1,170 | 0.67 | |
| WSW | 972 | 0.56 | |
| W | 842 | 0.48 | |
| WNW | 761 | 0.44 | |
| NW | 838 | 0.48 | |
| NNW | 815 | 0.47 | |
| 전체합계 | 174,818 | 100.00 | |

〈표 4-8a〉 경주시 수렴말 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도

| 계 | | 8,405 | 92,596 | 43,100 | 18,322 | 7,559 | 2,793 | 1,102 | 519 | 191 | 119 | 60 | 25 | 10 | 7 | 5 | 2 | 3 | - | 174,818 |
|-------------------|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| 주기 구간 [sec] | 14~16 | | 4 | 10 | 2 | 1 | 3 | 6 | 1 | | | | | | | | | | | 27 |
| | 12~14 | 23 | 183 | 208 | 284 | 284 | 155 | 79 | 30 | 5 | 7 | 3 | | | | | | | | 1,261 |
| | 10~12 | 95 | 1,851 | 2,443 | 2,911 | 1,608 | 648 | 254 | 132 | 86 | 45 | 34 | 21 | 8 | 4 | 4 | 1 | 2 | | 10,147 |
| | 08~10 | 349 | 10,374 | 11,440 | 5,220 | 2,310 | 1,181 | 596 | 323 | 97 | 66 | 21 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | | 31,989 |
| | 06~08 | 1,600 | 32,381 | 17,154 | 8,319 | 3,229 | 798 | 167 | 33 | 3 | 1 | 2 | | | | | | | | 63,687 |
| | 04~06 | 3,198 | 32,695 | 11,096 | 1,586 | 127 | 8 | | | | | | | | | | | | | 48,710 |
| | 02~04 | 3,090 | 14,942 | 749 | | | | | | | | | | | | | | | | 18,781 |
| | 00~02 | 50 | 166 | | | | | | | | | | | | | | | | | 216 |
| 주기 파고 | | 0.0 ~0.25 | 0.25 ~0.75 | 0.75 ~1.25 | 1.25 ~1.75 | 1.75 ~2.25 | 2.25 ~2.75 | 2.75 ~3.25 | 3.25 ~3.75 | 3.75 ~4.25 | 4.25 ~4.75 | 4.75 ~5.25 | 5.25 ~5.75 | 5.75 ~6.25 | 6.25 ~6.75 | 6.75 ~7.25 | 7.25 ~7.75 | 7.75 ~8.25 | 8.25 ~8.75 | |
| | 파고 | 파고 구간 [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

〈표 4-8b〉 경주시 수렴말 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 출현율(%)

| 계 | | 4.81 | 52.97 | 24.65 | 10.48 | 4.32 | 1.60 | 0.63 | 0.30 | 0.11 | 0.07 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | - | 100.00 |
|-------------------|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| 주기 구간 [sec] | 14~16 | | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | 0.02 |
| | 12~14 | 0.01 | 0.10 | 0.12 | 0.16 | 0.16 | 0.09 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | 0.72 |
| | 10~12 | 0.05 | 1.06 | 1.40 | 1.67 | 0.92 | 0.37 | 0.15 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 5.80 |
| | 08~10 | 0.20 | 5.93 | 6.54 | 2.99 | 1.32 | 0.68 | 0.34 | 0.18 | 0.06 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 18.30 |
| | 06~08 | 0.92 | 18.52 | 9.81 | 4.76 | 1.85 | 0.46 | 0.10 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | 36.43 |
| | 04~06 | 1.83 | 18.70 | 6.35 | 0.91 | 0.07 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | 27.86 |
| | 02~04 | 1.77 | 8.55 | 0.43 | | | | | | | | | | | | | | | | 10.74 |
| | 00~02 | 0.03 | 0.09 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.12 |
| 주기 파고 | | 0.0 ~0.25 | 0.25 ~0.75 | 0.75 ~1.25 | 1.25 ~1.75 | 1.75 ~2.25 | 2.25 ~2.75 | 2.75 ~3.25 | 3.25 ~3.75 | 3.75 ~4.25 | 4.25 ~4.75 | 4.75 ~5.25 | 5.25 ~5.75 | 5.75 ~6.25 | 6.25 ~6.75 | 6.75 ~7.25 | 7.25 ~7.75 | 7.75 ~8.25 | 8.25 ~8.75 | |
| | 파고 | 파고 구간 [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5) 충청남도 태안(흑도)

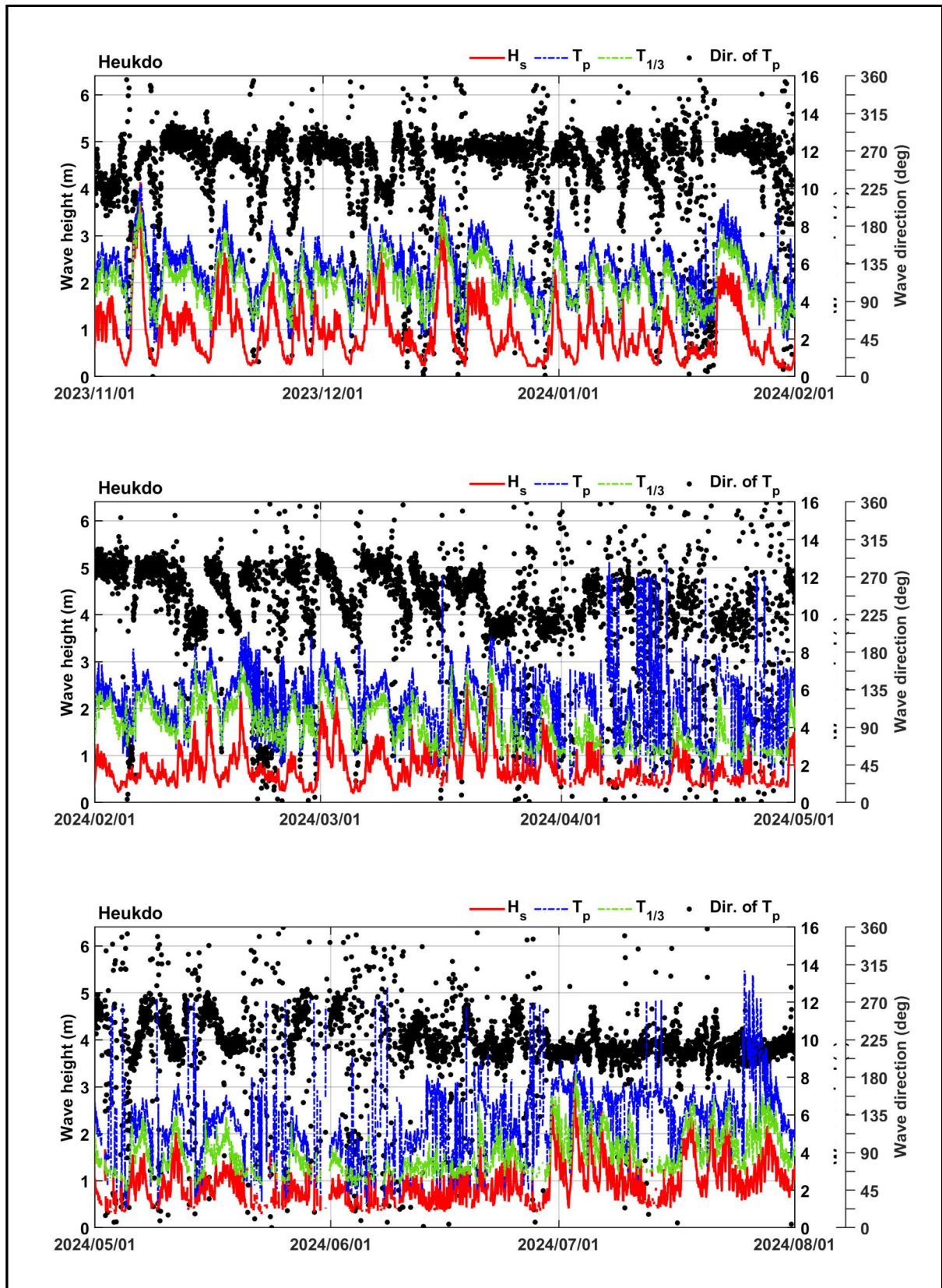
〈그림 1-6〉에 표시된 정점 HD에서 노르웨이 Nortek社의 초음파식 파고·파향계인 AWAC으로 관측된 원시자료를 제작사에서 제공하는 해석 프로그램(Storm64)를 사용하여 분석하였다. 30분 간격으로 관측된 유의파고(H_{m0} or H_s), 첨두주기(T_p) 및 첨두파향(θ_p)을 〈그림 4-12〉~〈그림 4-13〉에 도시하였다.

전체 관측기간 중 기록된 최대 유의파고(H_{m0})는 2020년 태풍 제8호 BAVI(2008)가 영향을 미친 시기의 8.1 m($T_p = 11.1$ s, $\theta_p = S26.8^\circ W$, 2020년 8월 27일 3시 30분)로 나타났다. 금차 관측기간 중 기록된 최대 유의파고(H_{m0})는 2023년 11월 6일 23시 30분에 기록된 4.1 m($T_p = 10.0$ s, $\theta_p = S87.4^\circ E$)로 나타났다.

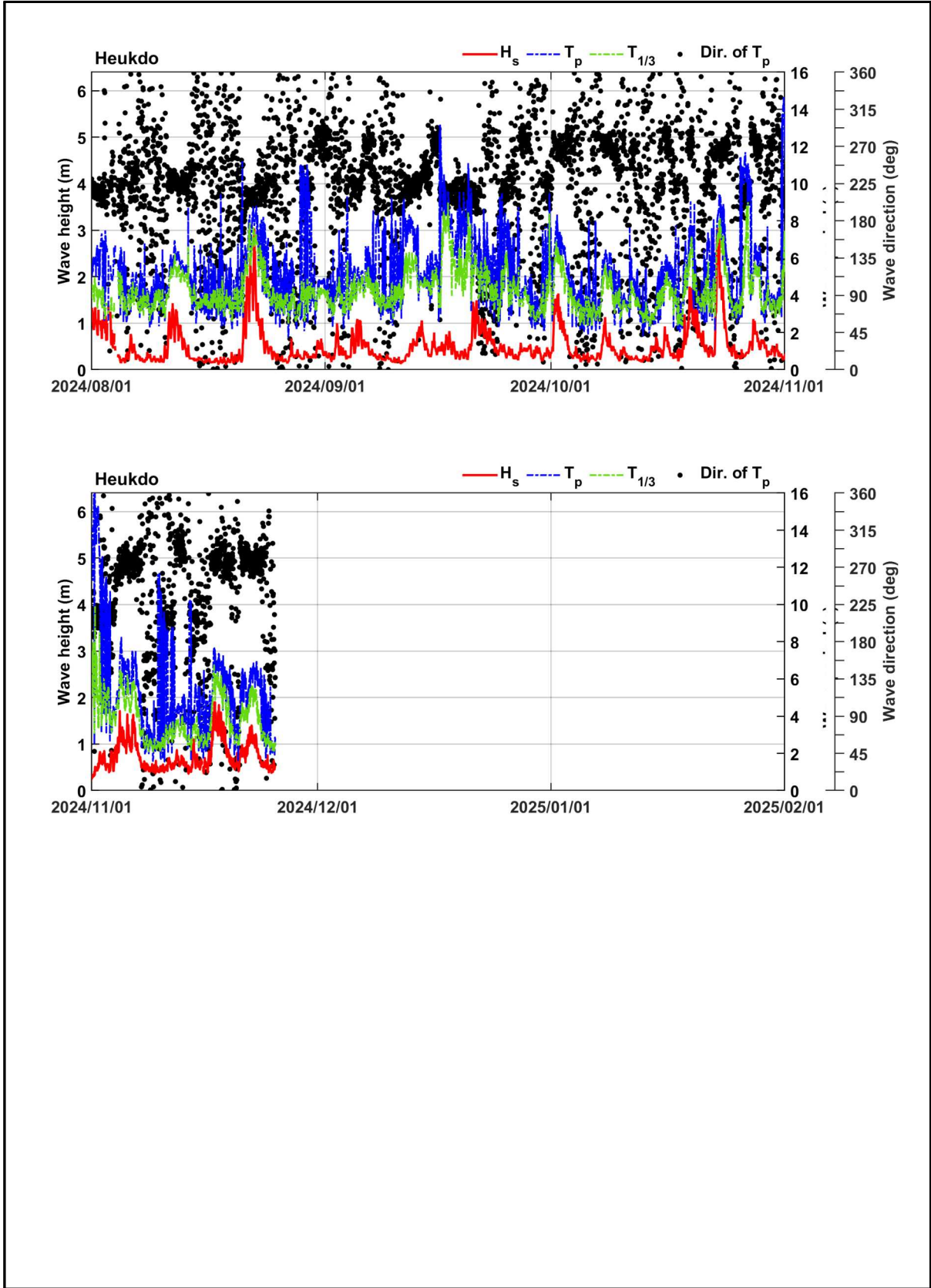
전체자료에 대한 파향별 출현율을 〈표 4-9〉에 정리하였으며 파랑장미도를 〈그림 4-14〉에 도시하였다. 관측자료 분석결과 16방위 분할을 기준으로 할 때 출현율은 파향 W가 21.0%로 가장 높았으며 파향 SSW, SW, WSW, WNW가 각각 16.3%, 16.0%, 11.5%, 16.2%로 나타났다. 전반적으로 파향의 집중도가 낮으며 파향 SSW부터 WNW까지 넓게 분포되어 있으며 이들 파향의 출현율을 합하면 81.2%로 나타났다.

첨두주기 및 유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율을 〈표 4-10a〉와 〈표 4-10b〉에 제시하였다. 유의파고 구간별 출현율은 0.25~0.75 m 구간에서 57.6%, 0.75~1.25 m에서 19.7%, 0~0.25 m 구간에서 11.8%로 나타났으며, 이들의 합이 89.0%로 나타났다. 첨두주기별 출현율은 4~6초 구간에서 43.7%, 6~8초 구간에서 30.5%, 2~4초 구간에서 18.5%로 나타났으며, 이들이 합이 92.7%로 나타났다.

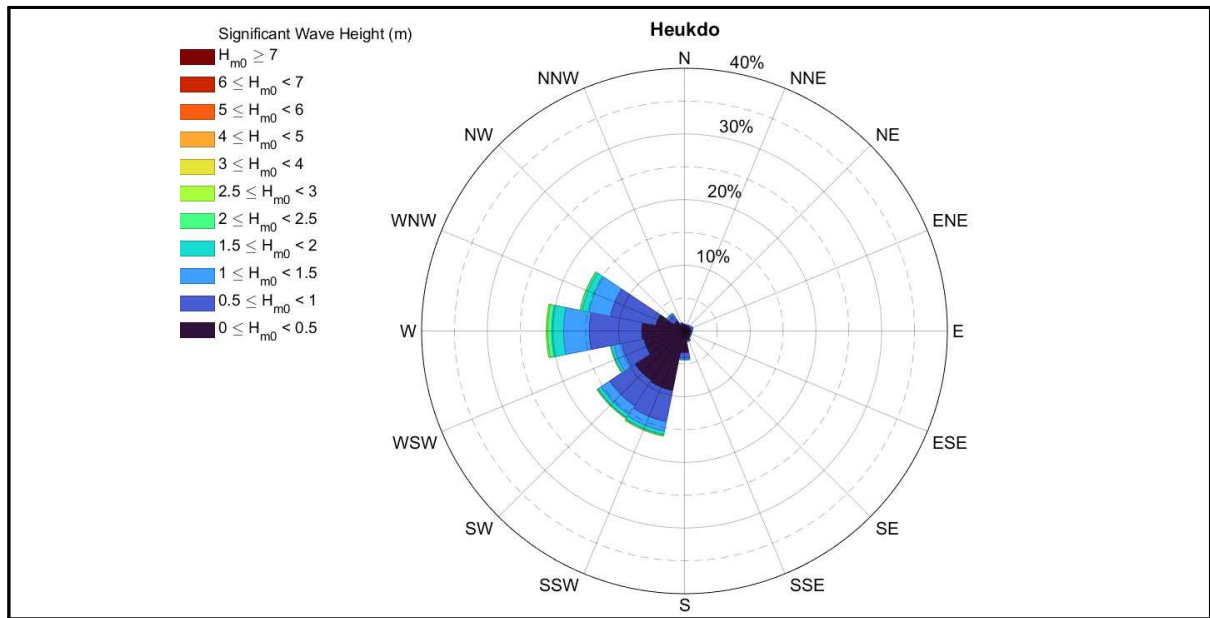
한편, 2017년 보고서에 수록된 바와 같이 파향 자료에 문제가 있는 2017년 1월 15일부터 4월 20일까지 기간의 자료들은 파향 관련 자료 분석 시에 제외하였다.



〈그림 4-12〉 2023년 11월~2024년 7월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(태안)



〈그림 4-13〉 2024년 8월~11월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(태안)



〈그림 4-14〉 파랑장미도(태안 흑도, 2014/7/12~2024/11/25)

〈표 4-9〉 파향별 출현빈도와 출현율(태안 흑도, 2014/7/12~2024/11/25)

| 파향 | 출현빈도 | 출현율(%) | 비 고 |
|------|---------|--------|---|
| N | 1,769 | 1.05 | |
| NNE | 1,698 | 1.01 | |
| NE | 1,903 | 1.13 | |
| ENE | 2,281 | 1.35 | |
| E | 2,055 | 1.22 | |
| ESE | 1,902 | 1.13 | |
| SE | 2,087 | 1.24 | |
| SSE | 2,845 | 1.68 | |
| S | 7,503 | 4.44 | |
| SSW | 27,592 | 16.34 | ■ SSW~WNW : 81.2% 주파향 : W 파향집중도가 높지 않음. |
| SW | 27,081 | 16.04 | |
| WSW | 19,444 | 11.51 | |
| W | 35,533 | 21.04 | |
| WNW | 27,394 | 16.22 | |
| NW | 5,536 | 3.28 | |
| NNW | 2,238 | 1.33 | |
| 전체합계 | 168,861 | 100.00 | |

〈표 4-10a〉 태안군 흑도 파랑 관측자료의 첨두주기-유의파고 구간별 발생빈도

| 계 | | 19,848 | 97,173 | 33,197 | 12,696 | 4,220 | 1,243 | 343 | 88 | 19 | 8 | 13 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | - | 168,861 |
|-------------------|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| 주기 구간 [sec] | 14~16 | 32 | 132 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | 173 |
| | 12~14 | 97 | 767 | 75 | 1 | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | | 943 |
| | 10~12 | 156 | 1,206 | 180 | 26 | 5 | 4 | 3 | 2 | 3 | | 1 | | | 2 | 2 | 1 | 2 | | 1,593 |
| | 08~10 | 957 | 4,261 | 666 | 990 | 1,267 | 753 | 253 | 69 | 14 | 6 | 12 | 3 | 3 | | | | | | 9,254 |
| | 06~08 | 4,723 | 18,581 | 15,418 | 9,488 | 2,737 | 480 | 85 | 17 | 2 | 2 | | | | | | | | | 51,533 |
| | 04~06 | 6,615 | 49,346 | 15,391 | 2,152 | 208 | 6 | 1 | | | | | | | | | | | | 73,719 |
| | 02~04 | 7,182 | 22,582 | 1,446 | 39 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 31,250 |
| | 00~02 | 86 | 298 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | 396 |
| 주기 파고 | | 0.0 ~0.25 | 0.25 ~0.75 | 0.75 ~1.25 | 1.25 ~1.75 | 1.75 ~2.25 | 2.25 ~2.75 | 2.75 ~3.25 | 3.25 ~3.75 | 3.75 ~4.25 | 4.25 ~4.75 | 4.75 ~5.25 | 5.25 ~5.75 | 5.75 ~6.25 | 6.25 ~6.75 | 6.75 ~7.25 | 7.25 ~7.75 | 7.75 ~8.25 | 8.25 ~8.75 | |
| | 파고 | 파고 구간 [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

〈표 4-10b〉 태안군 흑도 파랑 관측자료의 첨두주기-유의파고 구간별 출현율(%)

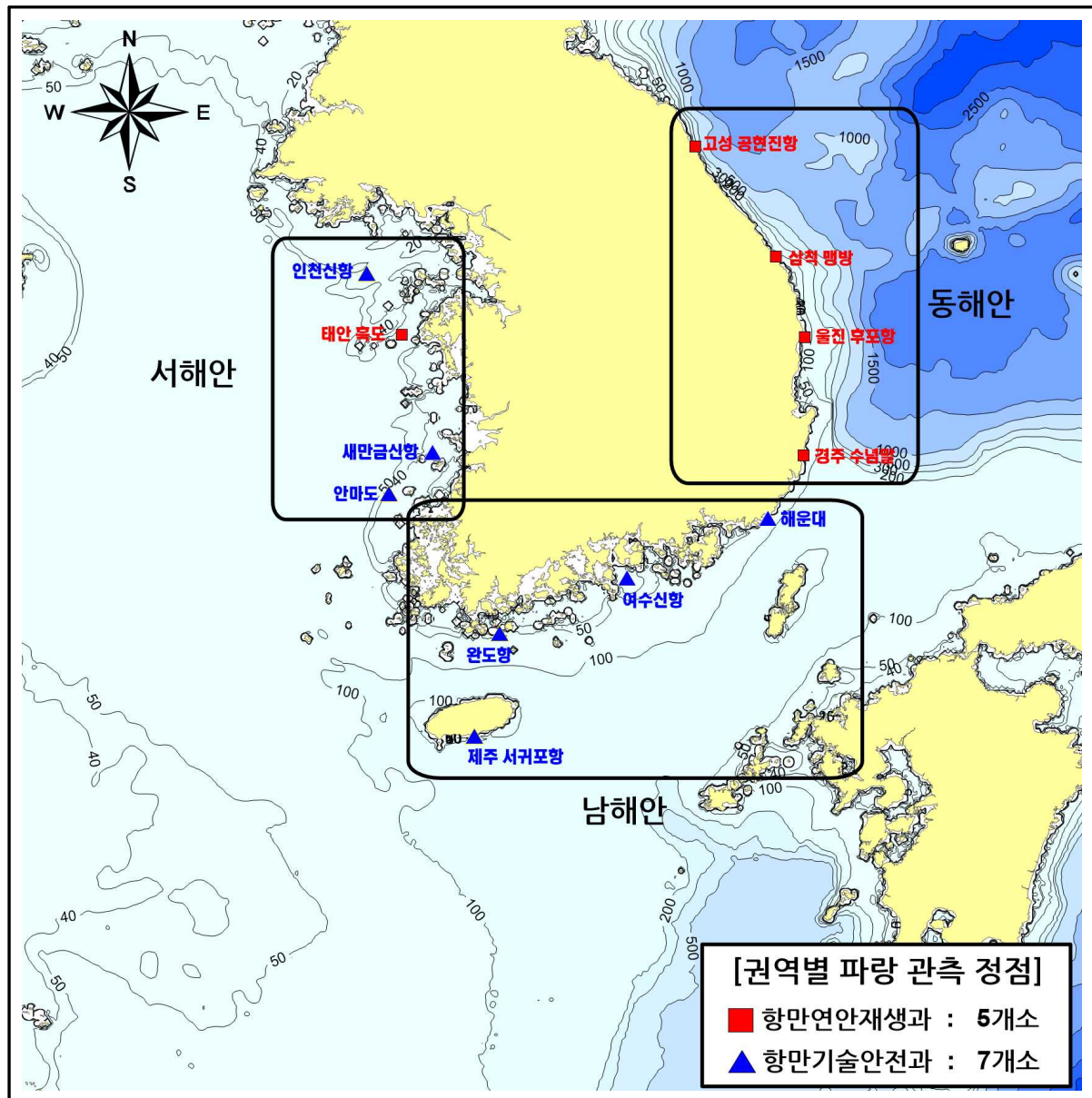
| 계 | | 11.75 | 57.55 | 19.66 | 7.52 | 2.50 | 0.74 | 0.20 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
|-------------------|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| 주기 구간 [sec] | 14~16 | 0.02 | 0.08 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.10 |
| | 12~14 | 0.06 | 0.45 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | | | | | | | | | | | 0.56 |
| | 10~12 | 0.09 | 0.71 | 0.11 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.94 |
| | 08~10 | 0.57 | 2.52 | 0.39 | 0.59 | 0.75 | 0.45 | 0.15 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | | | | | 5.48 |
| | 06~08 | 2.80 | 11.00 | 9.13 | 5.62 | 1.62 | 0.28 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | 30.52 |
| | 04~06 | 3.92 | 29.22 | 9.11 | 1.27 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | 43.66 |
| | 02~04 | 4.25 | 13.37 | 0.86 | 0.02 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | 18.51 |
| | 00~02 | 0.05 | 0.18 | 0.01 | | | | | | | | | | | | | | | | 0.23 |
| 주기 파고 | | 0.0 ~0.25 | 0.25 ~0.75 | 0.75 ~1.25 | 1.25 ~1.75 | 1.75 ~2.25 | 2.25 ~2.75 | 2.75 ~3.25 | 3.25 ~3.75 | 3.75 ~4.25 | 4.25 ~4.75 | 4.75 ~5.25 | 5.25 ~5.75 | 5.75 ~6.25 | 6.25 ~6.75 | 6.75 ~7.25 | 7.25 ~7.75 | 7.75 ~8.25 | 8.25 ~8.75 | |
| | 파고 | 파고 구간 [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

제5장 우리나라 해안 권역별 파랑특성 검토

우리나라 해안을 동해안, 남해안, 서해안의 3개 권역별로 구분하여 파랑특성을 검토하였다. 권역별 검토를 위해 연안침식 실태조사 파랑 모니터링(항만연안재생과)의 관측 정점 5개소와 해양수산부 항만기술안전과에서 수행 중인 전국파랑 관측망의 관측 정점 7개소 등 12개소의 파랑 자료를 확보하여 분석하였다. 전국파랑 관측망의 관측자료는 전국파랑 관측자료 제공시스템(WINK)에서 제공하는 자료를 사용하였다. 동해안 권역에는 연안침식 실태조사 파랑모니터링 관측 정점인 강원도의 공현진항과 맹방해수욕장, 경상북도의 후포항과 수렴말의 관측자료가 활용되었다. 남해안 권역으로는 전국파랑 관측망의 관측 정점인 해운대, 여수, 완도, 서귀포의 관측자료가 활용되었다. 서해안 권역으로는 연안침식 실태조사 파랑모니터링 관측 정점인 태안군 흑도와 전국파랑 관측망의 관측 정점인 인천신항, 안마도, 새만금신항의 관측자료가 활용되었다(그림 5-1 참조).

3.5절에서 본 과제 기간에 따른 연별 최종 자료회수 시기를 감안하여 연도별 분석이 필요한 연별 관측률, 연별 폭풍파고 출현빈도 및 출현율 등의 항목에서는 연도별 기간을 매해 11월부터 이듬해 10월까지로 계상하여 분석하였다. 즉, 3.5절에서는 맹방해수욕장 관측자료의 연별 분석 시에 2013년 11월부터 2014년 10월까지의 자료를 2014년 자료로 간주하여 분석하였다. 이러한 기준으로 산정한 12개 관측정점의 연별 관측률을 2013년 11월부터 2024년 10월까지의 총 11개년에 대해 <표 5-1(a)~(c)>에 정리하였다.

각 권역별 파랑특성을 검토하기 위해 권역별 관측정점의 계절별 파랑장미도, 월별 평균 유의파고와 월별 최대 유의파고, 연별 폭풍파 출현빈도와 출현율을 검토하였다. 폭풍파 출현빈도는 정점별 관측자료에서 출현한 유의파고 2 m 이상에 대하여 기준 유의파고(2, 2.25, 2.5, 2.75, 3 m)에 따라 폭풍파 개수를 산출하였으며, 이를 각 연별 관측자료의 총 개수로 나누어 폭풍파 출현율을 계산하였다.



〈그림 5-1〉 권역별 파랑 관측 위치도

〈표 5-1〉 권역별 파랑 관측자료의 관측률(2024년)

| 동해안 | | 남해안 | | 서해안 | |
|------|--------|------|--------|------|--------|
| 관측지점 | 관측률(%) | 관측지점 | 관측률(%) | 관측지점 | 관측률(%) |
| 공현진 | 99.96 | 해운대 | 93.77 | 안마도 | 88.04 |
| 맹방 | 96.74 | 여수 | 93.93 | 새만금 | 93.09 |
| 후포 | 97.34 | 완도 | 99.89 | 흑도 | 91.90 |
| 수념말 | 69.51 | 서귀포 | 93.79 | 인천 | 99.96 |

5.1 동해안 파랑특성 검토

동해안의 파랑특성을 검토하기 위해 본 과제를 통해서 취득한 고성군 공현진항, 강원도의 삼척시 맹방해수욕장, 울진군 후포항과 경상북도의 경주시 수렴말 등 4개의 파랑 모니터링 정점에서 관측한 자료를 분석하였다.

동해안의 관측정점들에서는 전반적으로 동계의 월평균파고가 하계에 비해 크게 나타나는 경향을 보이고 있다. 월별 최대파고의 경우 공현진항과 맹방해수욕장 등 동해안 중북부의 경우 동계 폭풍파와 하계, 추계 태풍파의 영향으로 들쭉날쭉한 경향을 보이고 있다. 반면에 울진 후포항과 경주 수렴말의 경우 하계와 추계 태풍파의 영향으로 8~10월에 가장 크게 나타나고 있다. 동해안의 각 정점별로 계절별 파향분포가 다르게 나타나기는 하지만 대부분 시계방향으로 NNE~E 계열의 파향 출현율이 지배적으로 나타나고 있다.

1) 공현진항

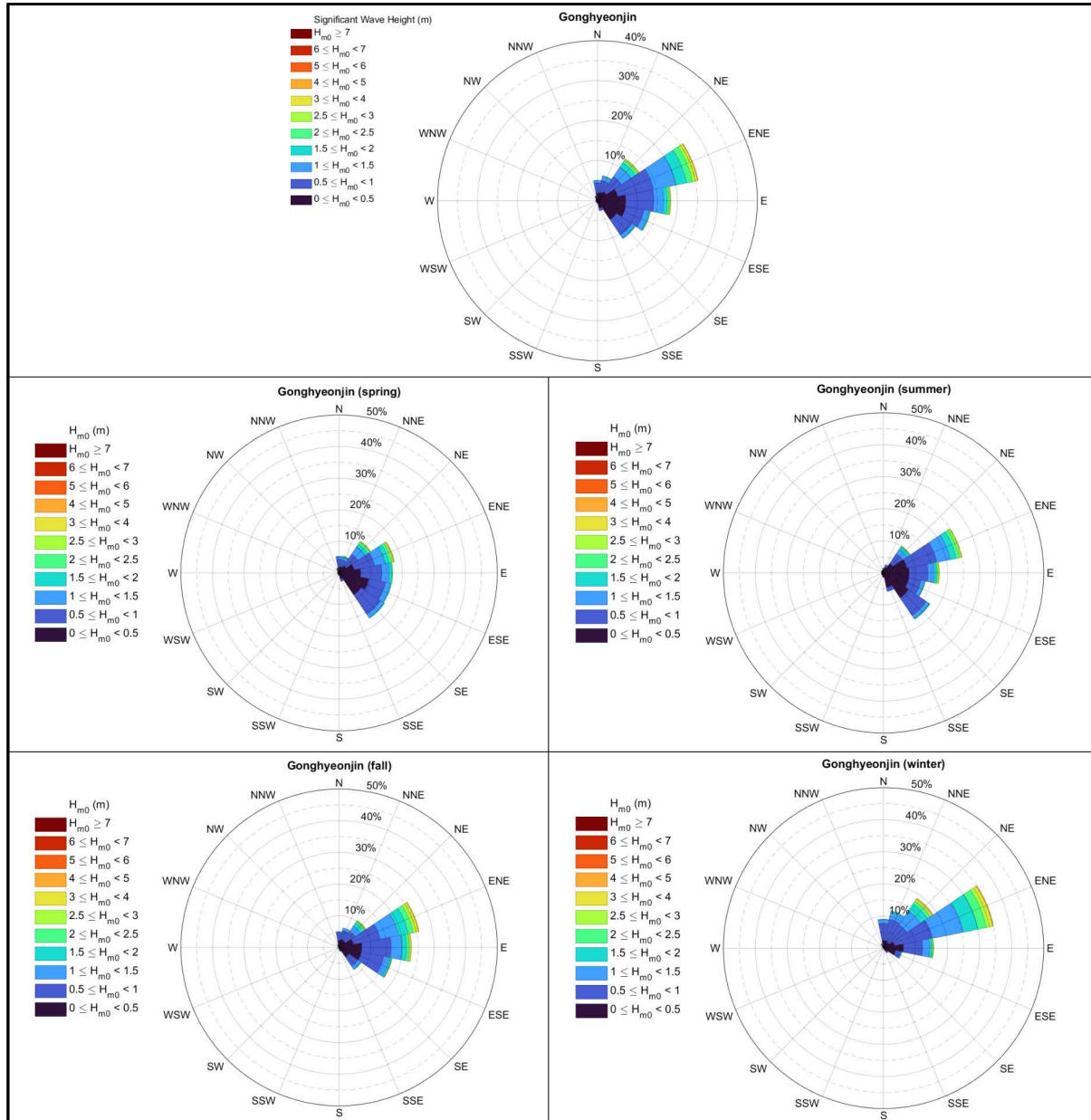
강원도 고성군 공현진항에 대해서는 2016년 4월부터 2024년 10월까지의 자료를 분석하였다.

전체 관측자료 기준으로 공현진항 전면 해역에서는 파향 ENE가 25.7%의 출현율로 주파향으로 나타나며, 시계방향으로 파향 NE에서부터 SE까지의 각 파향이 10%를 상회하는 고른 출현율을 나타냈다. 4계절 모두 파향 ENE가 주파향으로 나타나고 있지만, 봄에는 시계방향으로 파향 ENE에서 파향 SE까지 파향별 출현율이 고르게 나타났다. 여름에는 다시 파향 ENE의 집중도가 높아졌다. 가을에는 파향 ENE를 주파향으로 시계방향으로 파향 ENE부터 파향 ESE까지의 출현율이 높게 나타났다. 겨울에는 다시 파향 ENE의 집중도가 높아지면서 4계절 중 파향 ENE의 출현율이 가장 크게 나타났다(<그림 5-2>).

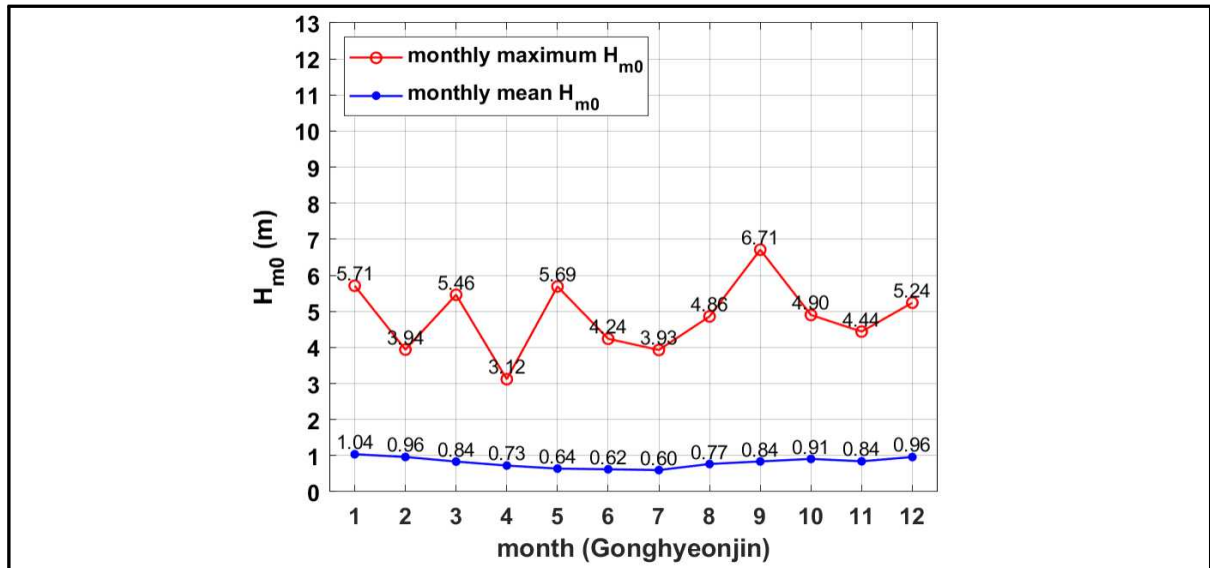
관측기간 동안 공현진항의 월평균 유의파고는 전반적으로는 동계기간의 파고가 하계기간보다 크게 나타나는 동해안 파랑의 계절별 특성을 나타내고 있다(<그림 5-3>). 공현진항의 월최대 유의파고는 동계 폭풍파의 영향을 받는 겨울철에 주로 발생했었으나, 2020년 제10호 태풍 HAISHEN(2010)의 영향으로 9월에 기록된 6.71 m가 월최대 유의파고로 기록되었다. 이에 더하여 2020년 제9호 태풍 MAYSAK(2009)에 의해서도 동월에 5.74 m를 기록했으나, 2020년의 이 두 태풍을 제외하고는 태풍의 영향으로 5 m 이상의 유의파고를 기록한 적이 없었다.

공현진항의 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 10% 이하의 연별 출현율을 보였다. 2024년에 유의파고 2 m 이상의 출현율이 2020년 다음으로 높게 나타나기는 했지만 전반적으로 유의할만한 변화는 보이지 않았다. 전체적인 연별 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과에서도 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(<그림 5-4>, <표 5-2>).

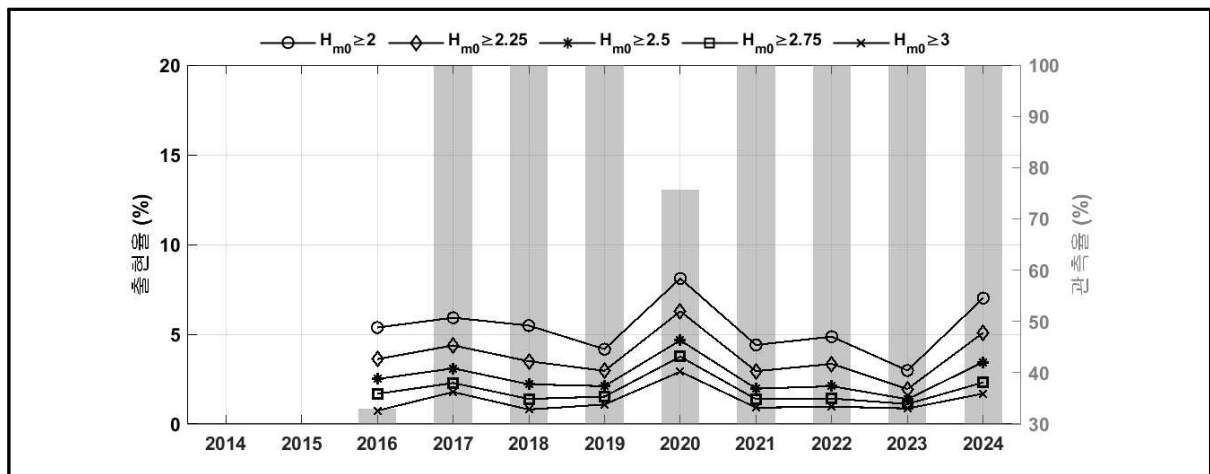
한편, 2020년의 폭풍파고 출현빈도는 낮은 관측률에도 불구하고 다른 연도에 비해 높게 나타났으며 이는 해당 기간(2019년 11월~2020년 10월)에 태풍 MAYSACK(2009)과 HAISHEN(2010)으로 인한 폭풍파가 연이어 공현진행 인근 해역에 내습하였기 때문으로 추정된다.



〈그림 5-2〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 고성군 공현진)



〈그림 5-3〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 고성군 공현진)



〈그림 5-4〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (동해안 권역, 고성군 공현진)

〈표 5-2〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 고성군 공현진)

| 구간 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 311 | 1,036 | 960 | 730 | 1,079 | 771 | 852 | 521 | 1,232 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 209 | 766 | 612 | 519 | 835 | 515 | 586 | 341 | 893 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 145 | 542 | 387 | 369 | 620 | 345 | 368 | 242 | 605 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 97 | 400 | 244 | 267 | 499 | 242 | 248 | 195 | 406 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 43 | 311 | 141 | 190 | 388 | 159 | 169 | 151 | 297 |

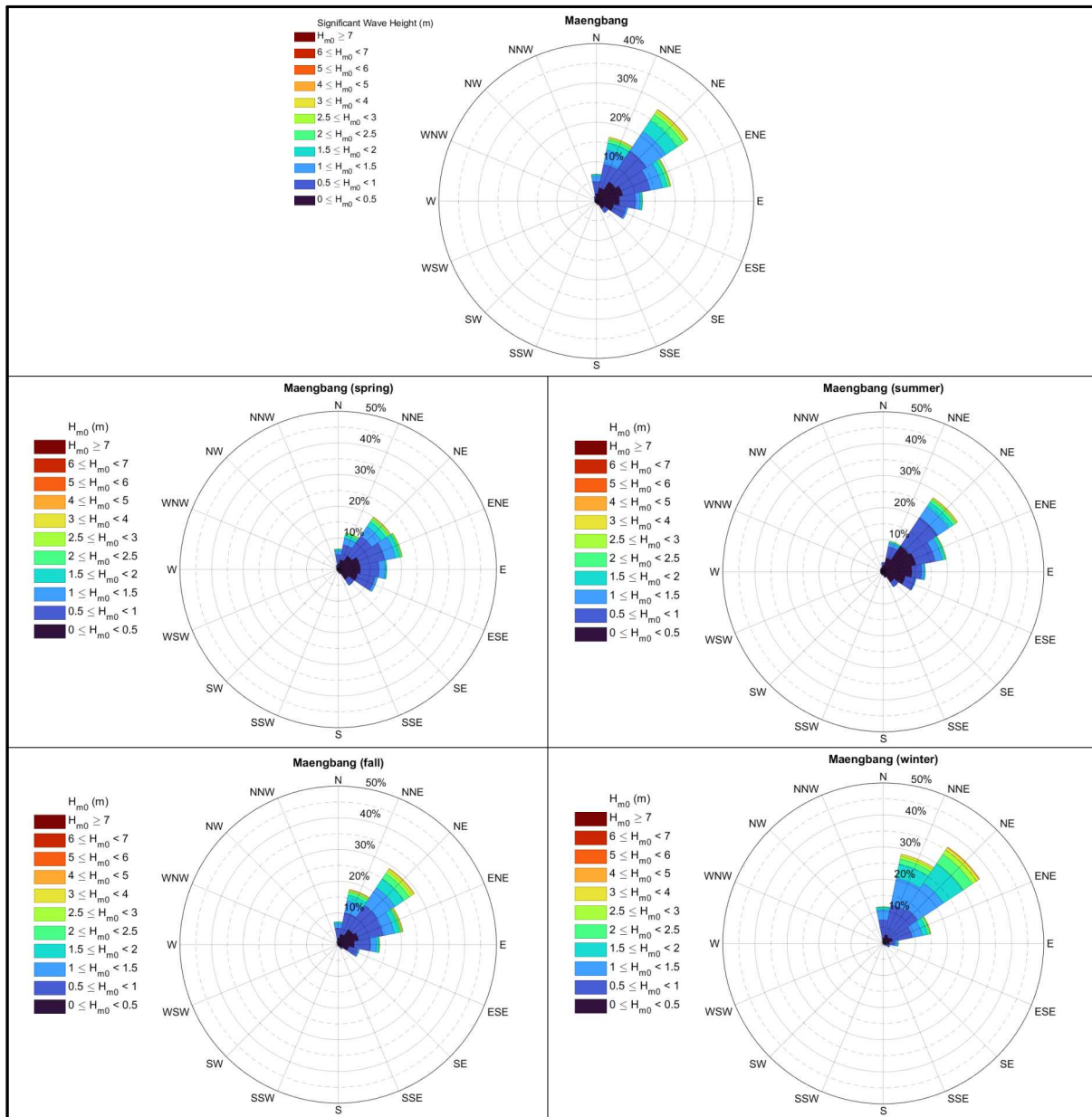
2) 맹방해수욕장

삼척시 맹방해수욕장에 대해서는 2013년 9월부터 2024년 10월까지의 자료를 분석하였다.

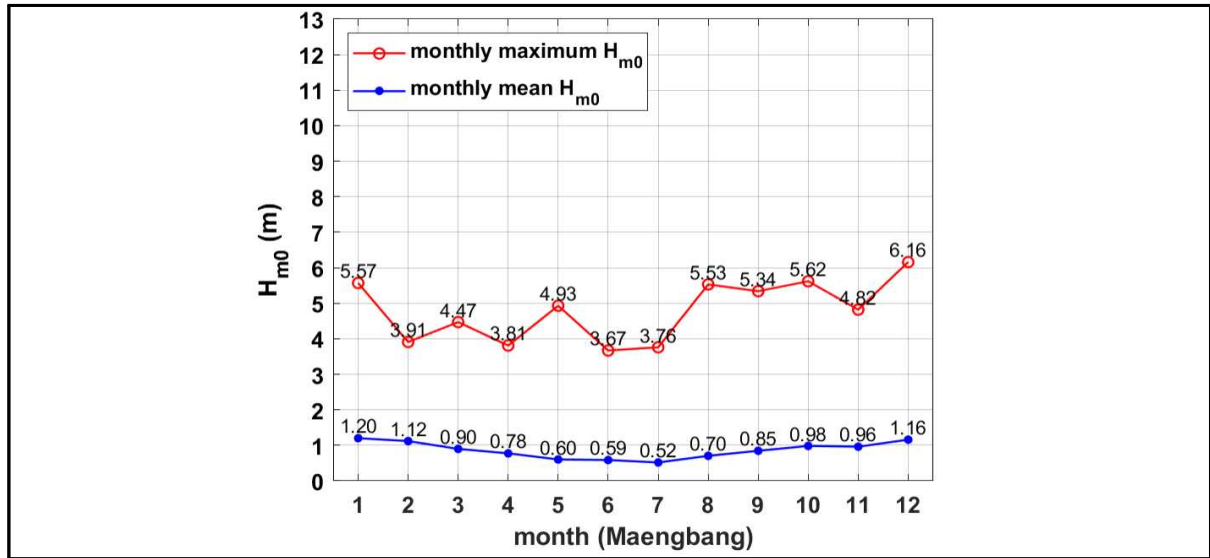
전체 관측자료 기준으로 맹방해수욕장 전면 해역에서는 주파향인 NE와 더불어 파향 ENE와 NNE에서도 상당한 출현율을 나타냈다. 다른 계절과 달리 봄에는 파향 ENE가 주파향으로 나타났지만, 파향 NE부터 파향 E까지의 출현율이 고른 분포를 보였다. 여름에는 다시 NE를 주파향으로 하여 파향 ENE의 출현율도 높게 나타났다. 가을에도 여전히 NE가 주파향으로 나타났으며 파향 ENE와 NNE의 출현율이 높게 나타났다. 겨울에는 주파향 NE의 출현율이 30%를 넘어가며 4계절 중 가장 높은 출현율을 나타냈다. 파향 NNE의 출현율도 25%를 상회하며 높게 나타났다(<그림 5-5>).

관측기간 동안 맹방해수욕장의 월평균 유의파고는 전반적으로 동계기간의 파고가 하계기간보다 크게 나타나는 동해안 파랑의 계절별 특성을 나타내고 있다(<그림 5-6>). 월최대 유의파고는 동계 폭풍파의 영향으로 2022년 12월 24일 7시 30분에 6.16 m로 가장 크게 나타났다. 다음으로는 2024년 10월 19일 20시에 기록된 5.62 m, 2016년 1월 20일 11시 30분에 5.57 m로 나타났다. 하계에는 2015년 제 15호 태풍 GONI(1515)의 영향으로 2015년 8월 26일 5시 30분에 5.53 m로 나타났다. 맹방해수욕장에서의 월최대 유의파고는 동계 폭풍파와 하계 태풍의 영향으로 월평균 유의파고의 경향과 달리 불규칙한 경향을 보인다.

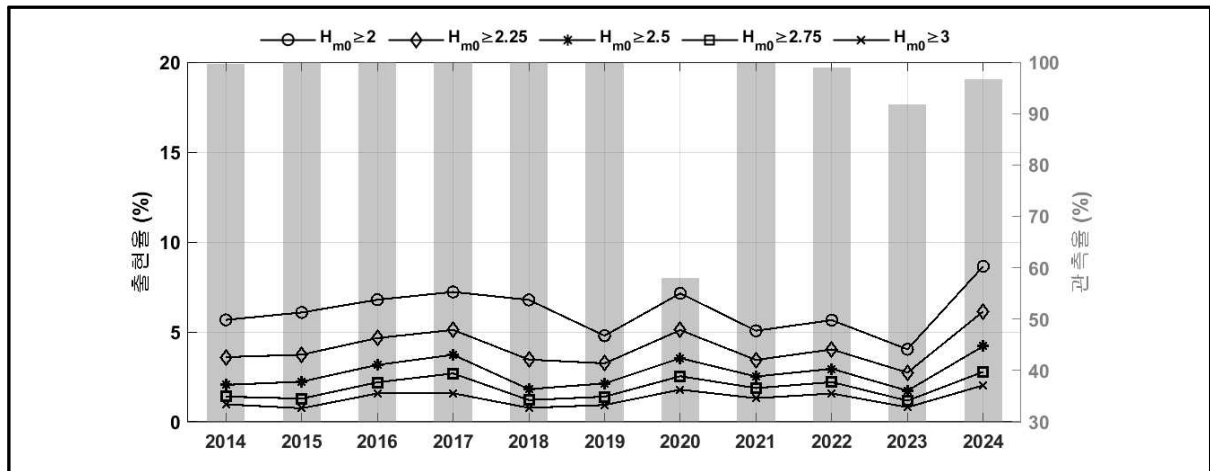
맹방해수욕장의 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 10% 이하의 연별 출현율을 보였다. 연별 3 m 이상의 폭풍파의 출현빈도는 2016년, 2017년, 2022년과 2024년에 다른 해에 비해 다소 높게 나타났다. 금번 관측기간인 2024년의 폭풍파고 출현빈도는 가장 높은 수준이었다. 연별 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(<그림 5-7>, <표 5-3>).



〈그림 5-5〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장)



〈그림 5-6〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장)



〈그림 5-7〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장)

〈표 5-3〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장)

| 구간 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 989 | 1,065 | 1,192 | 1,265 | 1,187 | 838 | 727 | 886 | 980 | 747 | 1,470 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 628 | 654 | 818 | 895 | 606 | 569 | 519 | 602 | 698 | 482 | 1,044 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 359 | 391 | 556 | 653 | 318 | 374 | 360 | 441 | 511 | 300 | 715 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 245 | 226 | 386 | 471 | 212 | 245 | 258 | 328 | 383 | 199 | 473 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 170 | 132 | 277 | 278 | 136 | 164 | 182 | 230 | 273 | 135 | 345 |

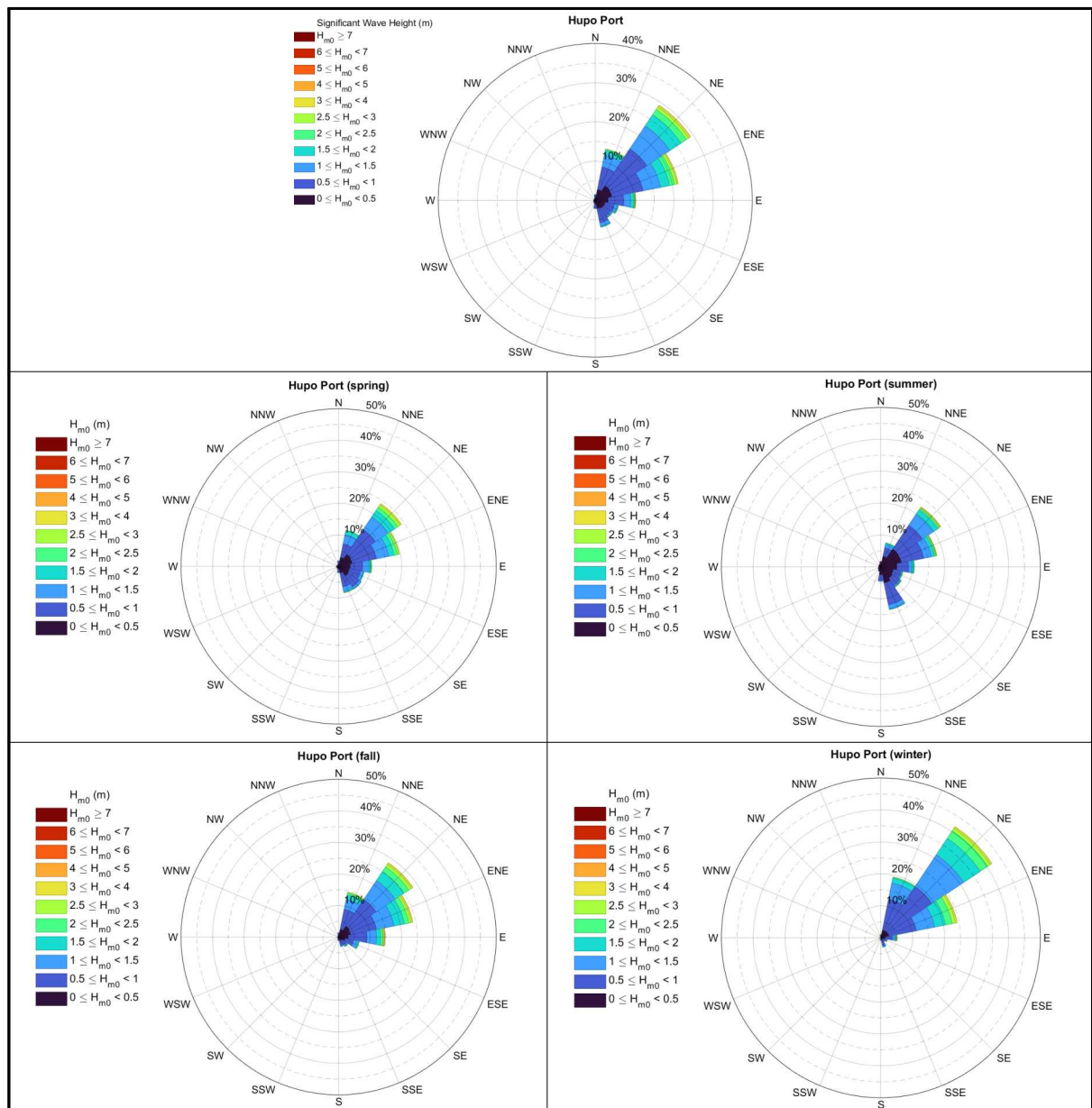
3) 경상북도 울진군 후포항

울진군 후포항에 대해서는 2015년 7월부터 2024년 10월까지의 자료를 분석하였다.

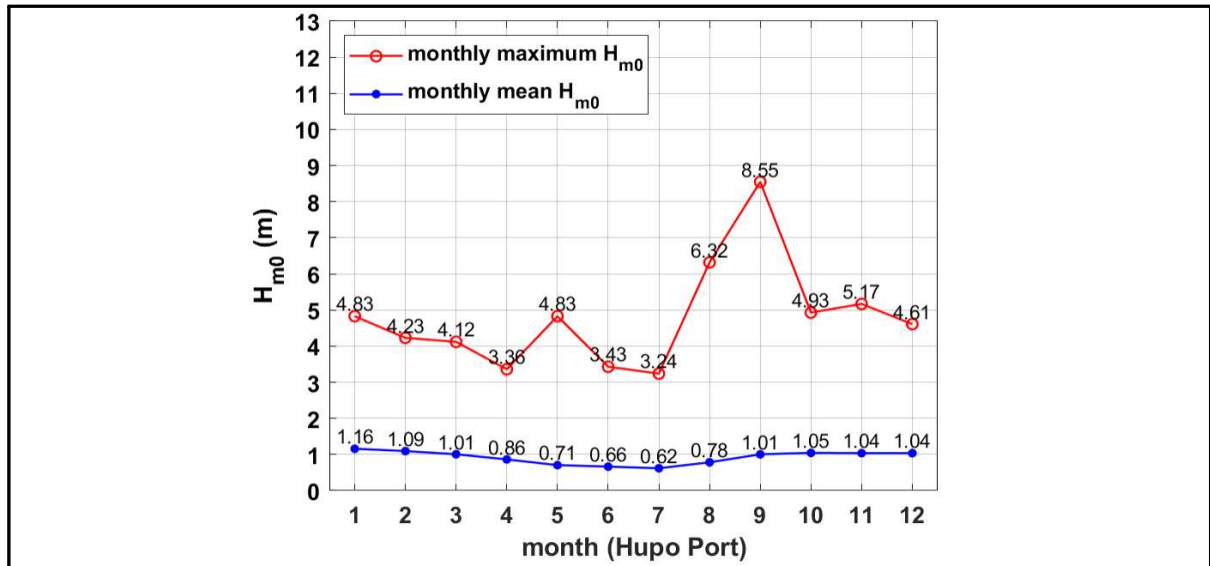
전체 관측자료 기준으로 후포항 전면 해역에서는 주파향 NE와 더불어 파향 ENE에서도 상당한 출현율을 나타냈다. 이 지역의 주파향은 4계절 모두 주파향 NE를 유지하며, 특히 겨울철에는 40%를 상회하는 비율로 나타나 주파향으로의 집중도가 높게 나타났다(〈그림 5-8〉). 한편, 여름에 한하여 파향 SSE에서의 출현율이 10%를 초과하는 것으로 나타났다.

관측기간 동안 후포항의 월평균 유의파고는 전반적으로 동계기간 중 1월에 가장 크게 나타나고 있으며 하계에 낮게 나타나는 등 동해안 파랑의 계절별 특성을 나타내고 있지만, 태풍의 영향으로 9월과 10월에도 높게 나타났다. 월최대 유의파고는 태풍의 영향으로 인해 9월에 가장 크게 나타났다(〈그림 5-9〉). 9월의 월최대 유의파고는 2020년 제9호 태풍 MAYSAK(2009)의 영향으로 2020년 9월 3일 5시 30분에 기록된 8.55 m로 나타났다.

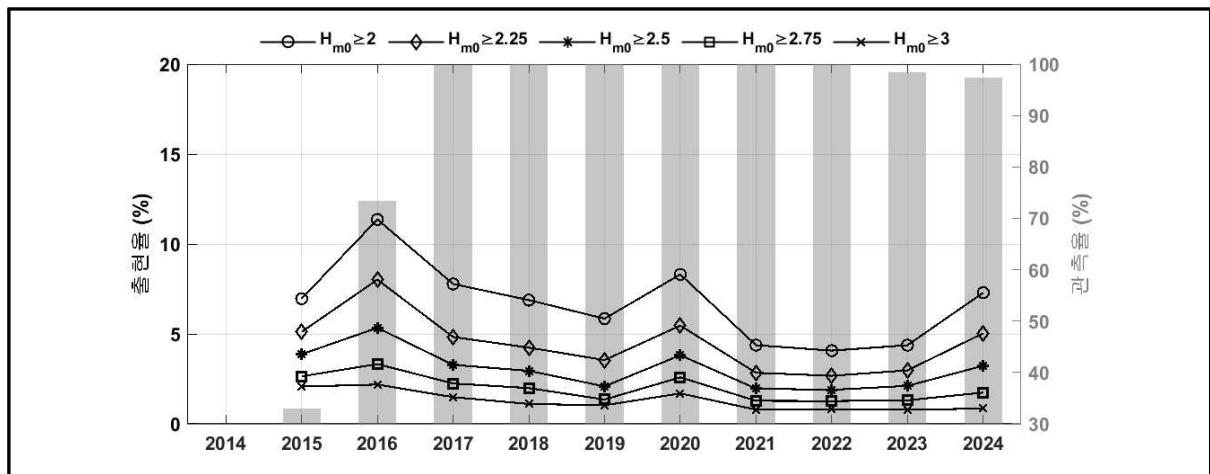
후포항의 연별 폭풍파는 2016년을 제외하면 모든 폭풍파고 기준구간에서 10% 이하의 연별 출현율을 보였다. 유의파고 3 m 이상의 폭풍파고의 출현빈도는 2016년과 2020년에 다소 높게 나타났다. 2024년에는 유의파고 2 m 이상의 폭풍파고 출현율은 다소 높게 나타났으나 유의파고 3 m 이상의 폭풍파고 출현율은 2021~2023년도와 비슷한 수준을 유지하였다. 연별 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(〈그림 5-10〉, 〈표 5-4〉).



〈그림 5-8〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 울진군 후포항)



〈그림 5-9〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 울진군 후포항)



〈그림 5-10〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (동해안 권역, 울진군 후포항)

〈표 5-4〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 울진군 후포항).

| 구간 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 403 | 1,467 | 1,361 | 1,205 | 1,024 | 1,459 | 766 | 713 | 754 | 1,247 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 296 | 1,035 | 845 | 742 | 621 | 959 | 497 | 468 | 513 | 861 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 224 | 689 | 574 | 516 | 365 | 670 | 343 | 331 | 364 | 552 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 153 | 429 | 393 | 348 | 237 | 454 | 224 | 222 | 226 | 297 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 120 | 282 | 260 | 193 | 181 | 297 | 138 | 141 | 134 | 146 |

4) 경상북도 경주시 수렴말

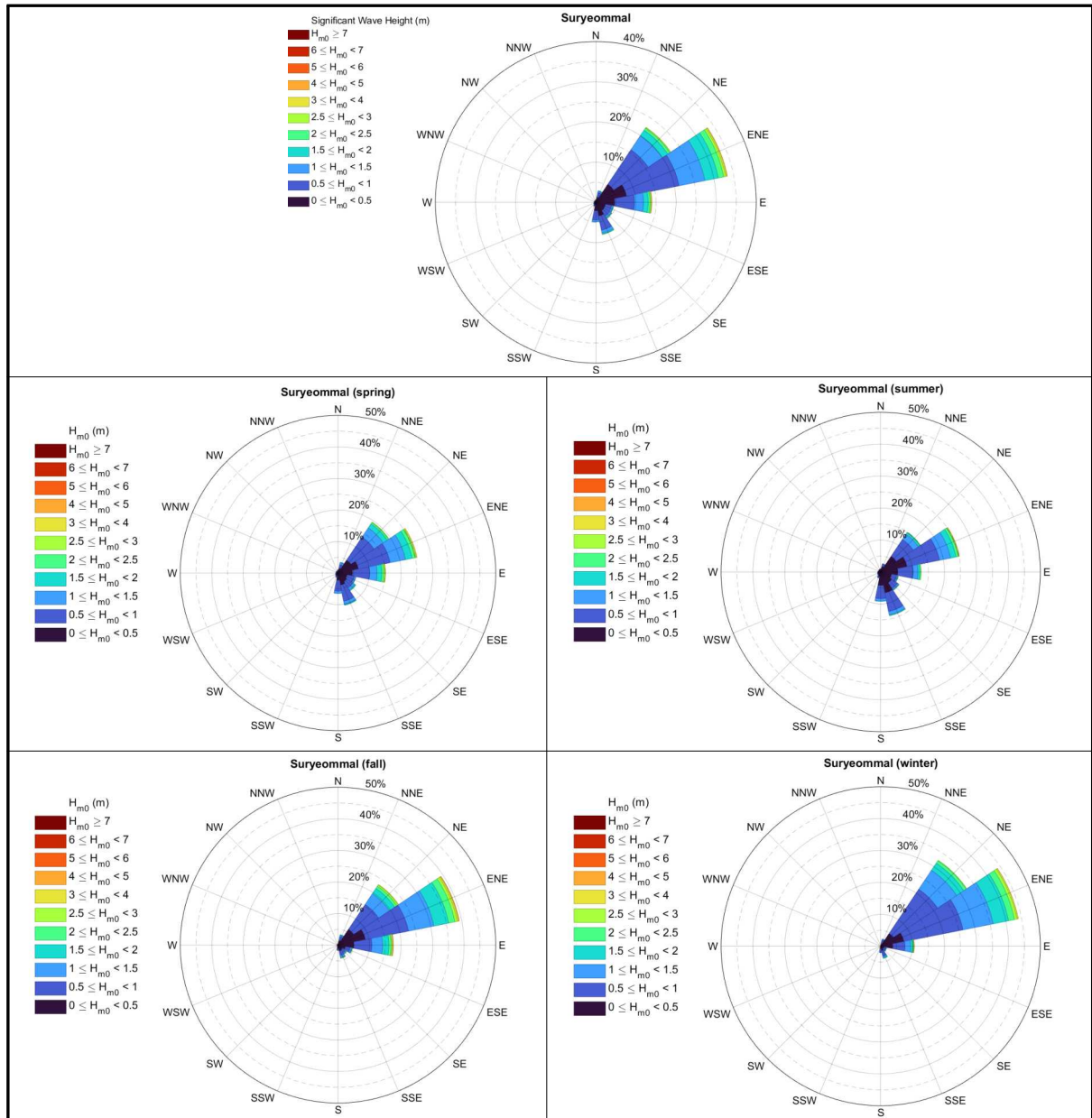
경주시 수렴말에 대해서는 2014년 7월부터 2024년 7월 12일까지의 자료를 분석하였다.

전체 관측자료 기준으로 수렴말 전면 해역에서는 주파향은 ENE로 나타났으며 다음으로 파향 NE와 E가 높은 출현율을 나타냈다. 봄에는 전체 파랑장미도와 유사한 분포를 보이고 있으며 주파향은 ENE로 나타났다. 여름에도 전체 파랑장미도와 유사한 분포를 보이고 있지만 파향 SSE의 출현율이 10%를 초과하여 높게 나타났다. 가을에도 전체 파랑장미도와 유사한 분포를 보이는 것으로 나타났다. 겨울철에는 파향 ENE와 NE를 중심으로 파향분포가 집중되는 것으로 나타났다(<그림 5-11>).

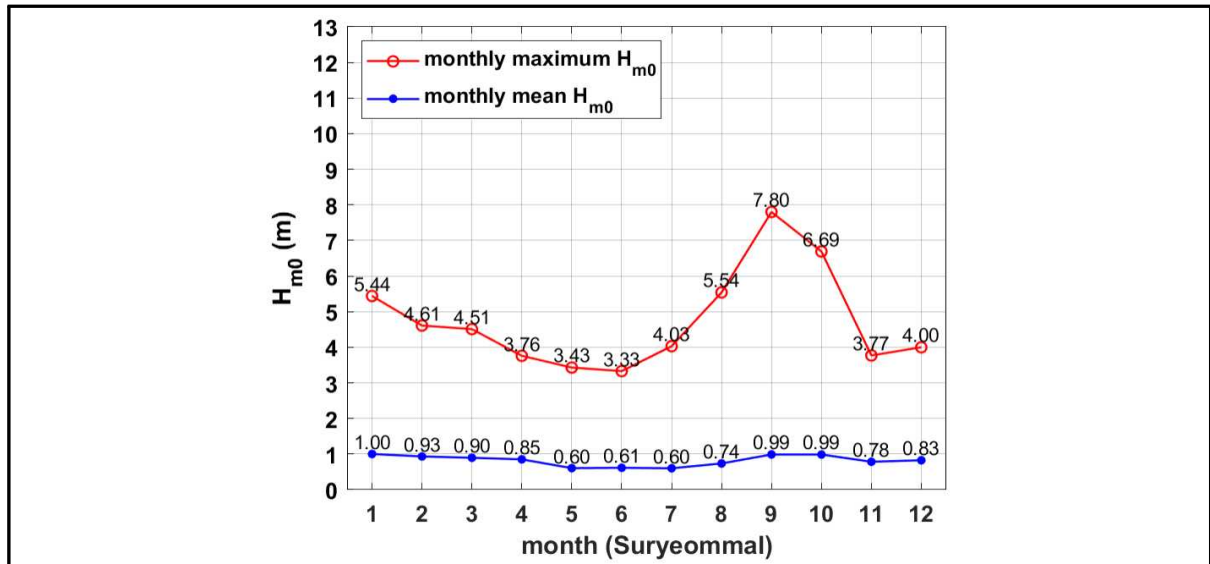
관측기간 동안 수렴말의 월평균 유의파고는 태풍의 영향으로 9월에 가장 높게 나타났다(<그림 5-12>). 월최대 유의파고의 최고값은 2020년 제9호 태풍 MAYSACK(2009)의 영향으로 9월 3일 3시 30분에 기록된 7.80 m로 나타났다. 그 다음으로 높은 월최대 유의파고를 보이는 10월에는 2018년 제25호 태풍 KONG-REY(1825)의 영향으로 10월 6일 12시에 유의파고 6.69 m를 기록하였다. 세 번째로 높은 월최대 유의파고를 보이는 8월에는 2015년 제15호 태풍 GONI(1515)의 영향으로 8월 25일 18시 30분에 유의파고 5.54 m를 기록하였다. 한편, 1월의 최대 유의파고도 2020년 1월 27일 23시에 5.44 m를 기록하였다.

수렴말은 남해안을 통과하여 동해안에 상륙하거나 동해안을 따라 북상하는 태풍의 영향을 받는 동해안 남부에 위치하고 있어서, GONI(1515), CHABA(1618), LAN(1721), KONG-REY(1825), TAPAH(1917), MITAG(1918), HAGIBIS(1919), MAYSACK(2009), HAISHEN(2010), HINNAMNOR(2211) 등 우리나라에 영향을 미친 태풍으로 인해 여름과 초가을에 파고가 유난히 높게 나타났다.

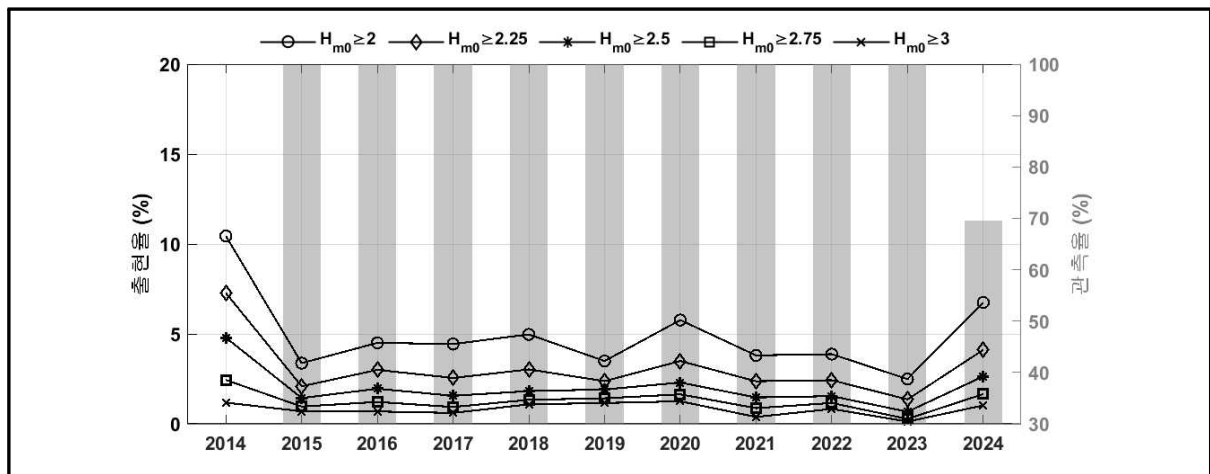
수렴말의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 10% 이하의 연별 출현율을 보였다. 폭풍파고의 출현빈도를 살펴보면 2020년에 가장 높게 나타나고 있다. 출현빈도를 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(<그림 5-13>, <표 5-5>).



〈그림 5-11〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 경주시 수렴말)



〈그림 5-12〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 경주시 수념말)



〈그림 5-13〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (동해안 권역, 경주시 수념말)

〈표 5-5〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 경주시 수념말)

| 구간 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 514 | 590 | 791 | 777 | 871 | 612 | 1,013 | 667 | 679 | 436 | 824 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 358 | 365 | 527 | 447 | 530 | 416 | 613 | 415 | 425 | 238 | 502 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 236 | 251 | 343 | 273 | 319 | 335 | 403 | 257 | 270 | 118 | 322 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 120 | 168 | 214 | 164 | 234 | 249 | 288 | 153 | 203 | 48 | 202 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 58 | 122 | 121 | 106 | 190 | 203 | 220 | 67 | 145 | 22 | 125 |

5) 동해안 고파랑 분석 결과

동해안에 내습한 고파랑의 출현 빈도 및 지속시간을 파악하기 위해 고성군 공현진항, 강원도의 삼척시 맹방해수욕장, 울진군 후포항과 경상북도의 경주시 수렴말 등 4개의 파랑 모니터링 정점에서 관측한 자료를 분석하였다.

동해안의 관측 지점들에서는 전반적으로 2023년 대비 고파랑 출현 빈도 및 지속시간이 증가하였으며, 경주시 수렴말에서 3.0m 이상의 고파랑 출현 빈도가 2023년 대비 약 5.7배 증가한 것으로 파악되었다(〈표 5-6〉).

계절별로는 여름 시기를 제외하고는 나머지 계절에 증가한 결과가 나타났는데, 2023년과 비교해 대부분 가을~겨울 시기에 고파랑 출현 빈도가 높게 나타났다(〈표 5-7〉).

〈표 5-6〉 동해안 고파랑 출현빈도 및 지속시간 현황

| 구 분 | 관측장소 | 2.5 m 이상 | | 3.0 m 이상 | |
|---------|--------|----------|-------|----------|------|
| | | 출현빈도 | 지속시간 | 출현빈도 | 지속시간 |
| 2023년 | 고성 공현진 | 237 | 116 | 151 | 74 |
| | 삼척 맹방 | 293 | 144 | 134 | 66 |
| | 울진 후포 | 364 | 182 | 134 | 67 |
| | 경주 수렴말 | 118 | 58 | 22 | 11 |
| 소 계 | - | 1,012 | 500 | 441 | 218 |
| 2024년 | 고성 공현진 | 605 | 292 | 297 | 147 |
| | 삼척 맹방 | 715 | 352 | 345 | 171 |
| | 울진 후포 | 552 | 276 | 146 | 74 |
| | 경주 수렴말 | 322 | 156 | 125 | 62 |
| 소 계 | - | 2,194 | 1,076 | 913 | 454 |
| ‘23년 대비 | - | 1,182 | 576 | 472 | 236 |

〈표 5-7〉 동해안 고파랑 계절별 내습 현황(2023~2024년)

| 관측장소 | 출현 계절 | 2.5 m 이상 | | | 3.0 m 이상 | | |
|--------|----------|----------|-------|-----|----------|-------|-----|
| | | 2023년 | 2024년 | 증감 | 2023년 | 2024년 | 증감 |
| 고성 공현진 | 겨울 | 150 | 435 | 285 | 103 | 213 | 110 |
| | 봄 | 1 | 80 | 79 | 0 | 39 | 39 |
| | 여름 | 43 | 2 | △41 | 27 | 1 | △26 |
| | 가을 | 43 | 88 | 45 | 21 | 43 | 22 |
| 삼척 맹방 | 겨울 | 181 | 475 | 294 | 89 | 214 | 125 |
| | 봄 | 17 | 79 | 62 | 0 | 40 | 40 |
| | 여름 | 20 | 21 | 1 | 7 | 27 | 20 |
| | 가을 | 75 | 139 | 64 | 38 | 64 | 26 |
| 울진 후포 | 겨울 | 226 | 343 | 117 | 100 | 91 | △9 |
| | 봄 | 42 | 64 | 22 | 1 | 17 | 16 |
| | 여름 | 28 | 42 | 14 | 19 | 11 | △8 |
| | 가을 | 68 | 103 | 35 | 14 | 27 | 13 |
| 경주 수렴말 | 겨울 | 54 | 200 | 146 | 6 | 78 | 72 |
| | 봄 | 29 | 37 | 8 | 0 | 14 | 14 |
| | 여름 | 22 | 25 | 3 | 15 | 10 | △5 |
| | 가을 | 13 | 60 | 47 | 1 | 23 | 22 |
| 소 계 | 겨울 | 611 | 1,453 | 842 | 298 | 596 | 298 |
| | 봄 | 89 | 260 | 171 | 1 | 110 | 109 |
| | 여름 | 113 | 90 | △23 | 68 | 49 | △19 |
| | 가을 | 199 | 390 | 191 | 74 | 157 | 83 |

※계절 구분: 겨울 12월~2월, 봄 3월~5월, 여름 6월~8월, 가을 9월~11월

5.2 남해안 파랑특성 검토

남해안의 파랑특성을 검토하기 위해 해양수산부 항만기술안전과에서 구축한 전국파랑 관측망의 해운대, 여수신항, 완도항, 서귀포항에서 관측한 파랑 관측자료를 분석하였다.

남해안의 관측정점들에서는 태풍의 영향을 받는 지역에 위치하여 전반적으로 월평균 파고와 월최대파고가 동계에 비해 하계와 추계에 더 크게 나타나는 경향을 보이고 있다. 동해안에 인접한 해운대와 도서지역으로 일부 차폐된 완도를 제외하면 S 계열의 파향이 지배적으로 나타나고 있다.

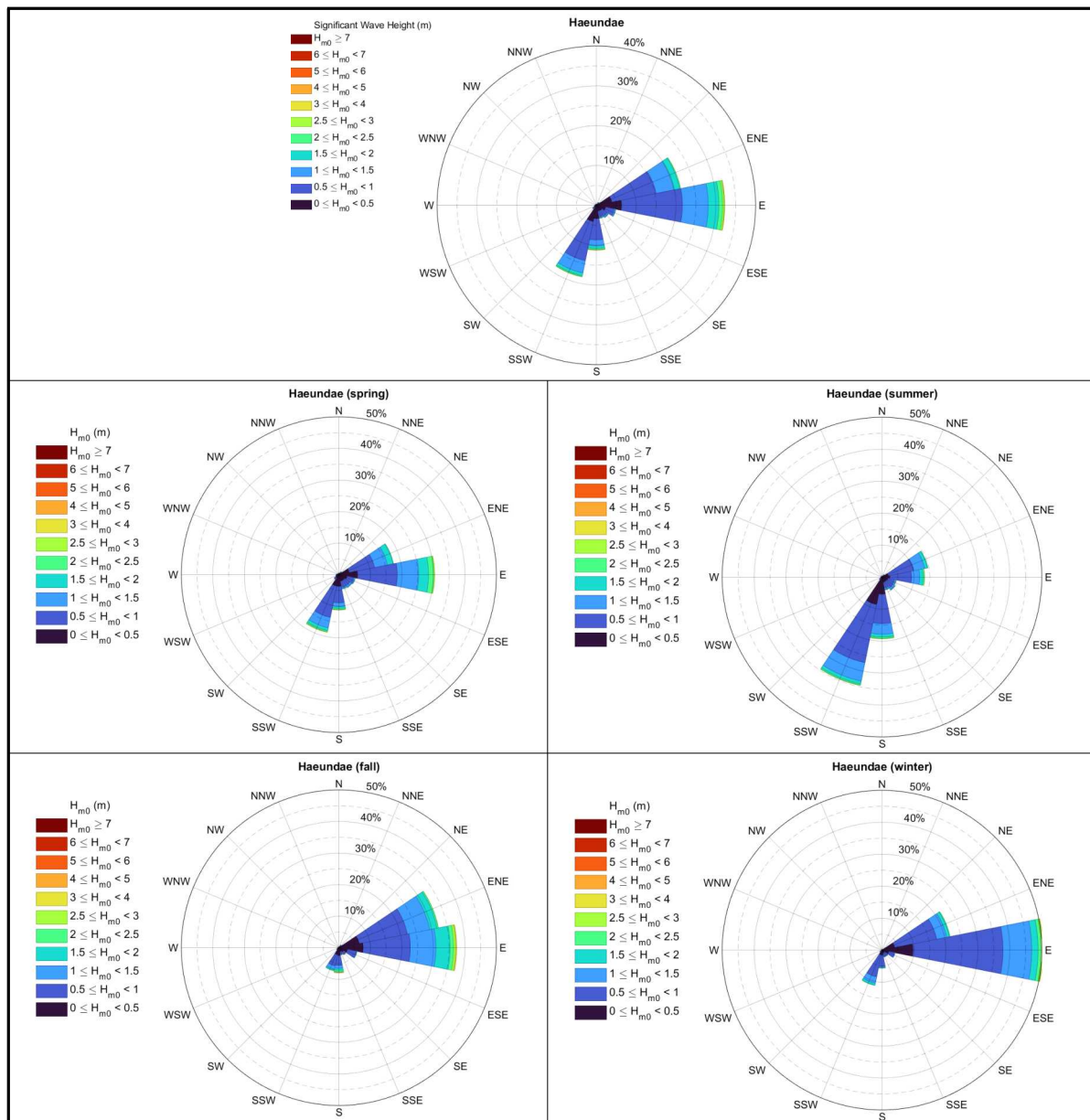
1) 해운대

부산광역시 해운대에서는 2020년 7월부터 2024년 10월 11일까지의 자료를 분석하였다.

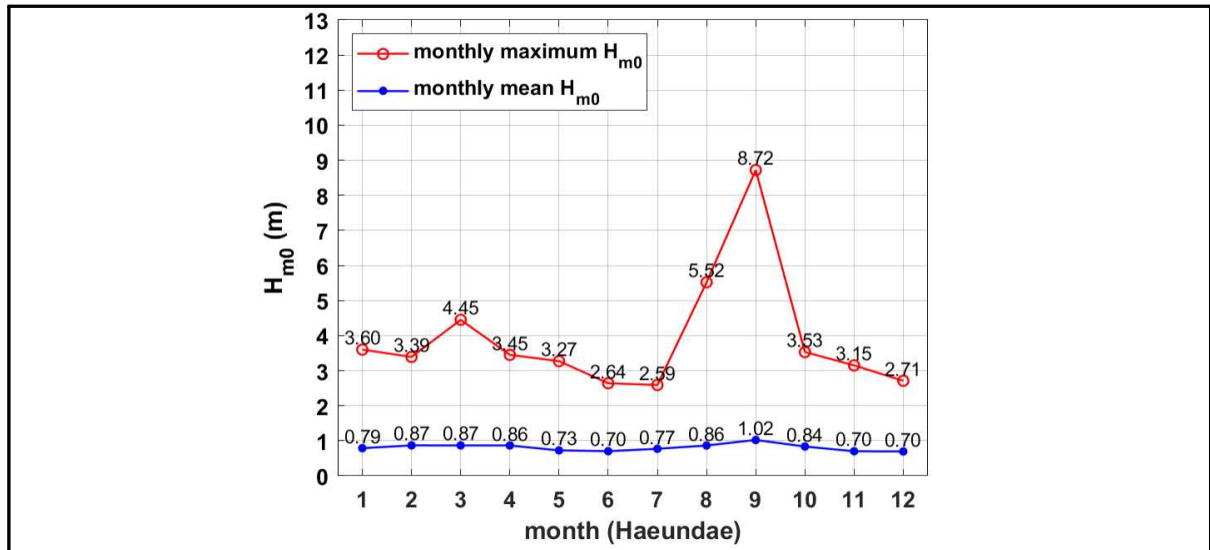
전체 관측자료 기준으로는 해운대의 주파향은 30%를 초과하는 출현율을 보이는 파향 E로 나타났으며, 출현율 20%를 초과하는 파향 ENE, 10%를 초과하는 SSW와 S가 다음으로 높은 출현율 분포를 보이고 있다(〈그림 5-14〉). 이 지역의 파향 분포는 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 전체 파랑장미도와 유사한 분포를 보이며 시계 방향으로 파향 ENE~E 계열과 파향 S~SSW 계열을 중심으로 파향 분포가 양분되는 형태를 보이고 있다. 여름에는 주파향은 SSW로 나타나고 있으며, 파향 ENE~E 계열과 파향 S~SSW 계열을 중심으로 파향 분포가 양분되는 형태를 보이지만 S~SSW 계열의 출현율이 높게 나타났다. 가을에는 주파향 E와 더불어 파향 ENE에서 출현율이 높게 나타났다. 겨울에는 주파향 E와 더불어 파향 ENE에서 출현율이 높게 나타나지만 파향 E의 출현율이 40%를 초과하며 가장 높게 나타났다.

관측기간 동안 해운대의 월평균 유의파고는 태풍의 영향을 직접적으로 받는 남해안의 특성상 9월에 가장 높게 나타났다(〈그림 5-15〉). 또한 월최대 유의파고가 가장 크게 나타난 기간 역시 2022년 제11호 태풍 HINNAMNOR(2211)의 영향으로 2022년 9월 6일 5시 30분에 유의파고 8.72 m로 가장 크게 나타났다.

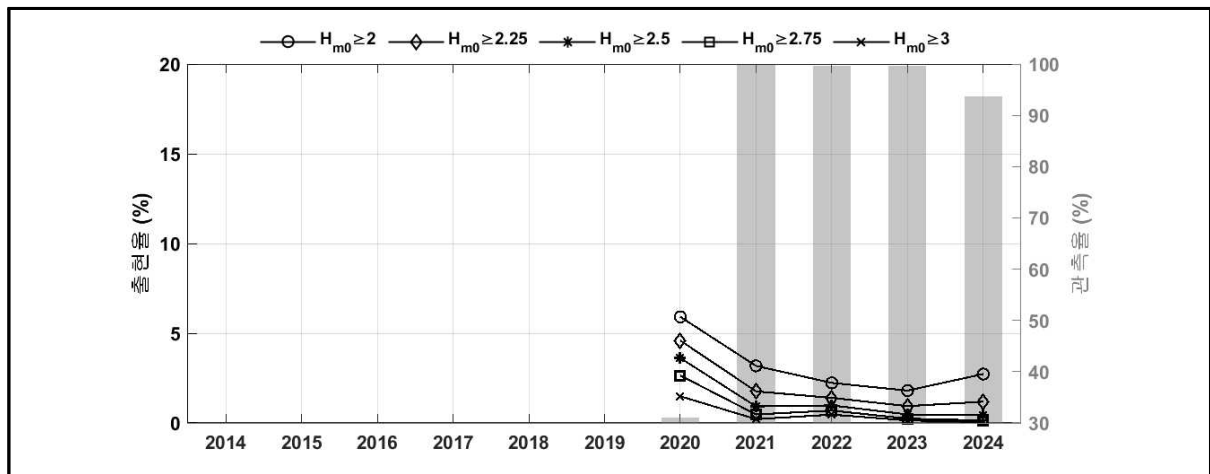
해운대의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 이하의 연별 출현율을 보였다. 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(〈그림 5-16〉, 〈표 5-8〉).



〈그림 5-14〉 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 해운대)



〈그림 5-15〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 해운대)



〈그림 5-16〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (남해안 권역, 해운대)

〈표 5-8〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 해운대)

| 구간 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|------|------|------|------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 322 | 556 | 390 | 315 | 449 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 250 | 308 | 244 | 164 | 195 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 197 | 161 | 171 | 83 | 73 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 144 | 83 | 121 | 42 | 23 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 81 | 37 | 81 | 25 | 8 |

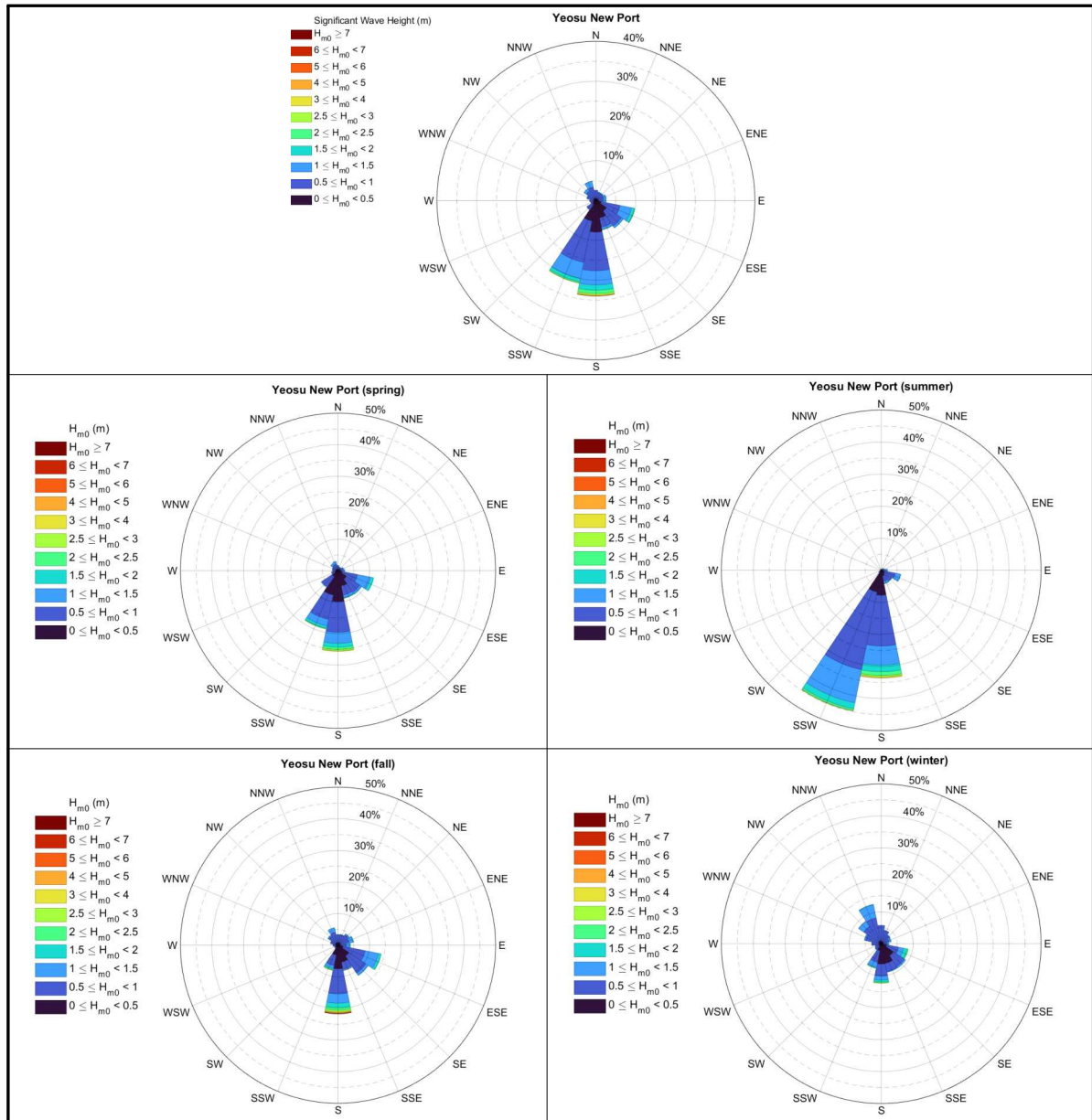
2) 여수신항

여수시 여수신항에 대해서는 2018년 12월부터 2024년 10월 11일까지의 자료를 분석하였다.

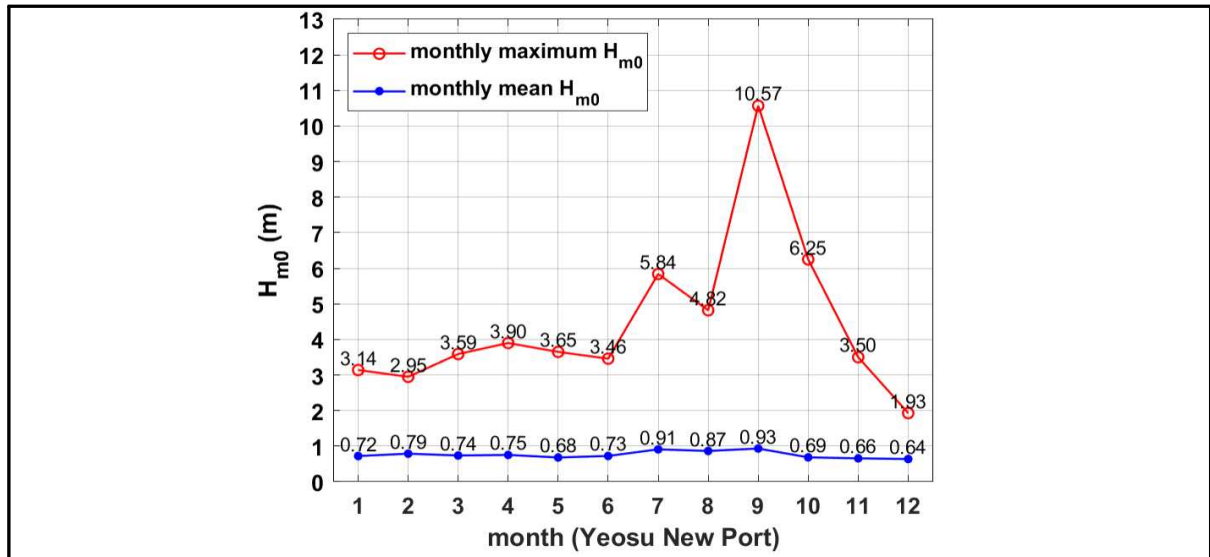
전체 관측자료 기준으로는 여수신항의 주파향인 파향 S와 더불어 파향 SSW의 출현율이 높게 나타나고 있다(〈그림 5-17〉). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 시계 방향으로 파향 S를 중심으로 S~SSW 계열의 출현율이 높게 나타나며 파향 ESE가 10%를 상회하는 출현율 분포를 보이고 있는 등 전체 파랑장미도와 유사한 모습으로 나타났다. 여름에는 파향 SSW를 중심으로 S~SSW 계열의 출현율이 지배적으로 파향 SSW의 출현율은 40%를 초과하며 가장 높게 나타났다. 가을에는 주파향 S와 파향 ESE~SE 계열로 파향 분포가 양분되는 형태를 보이고 있다. 겨울에는 파향 NNW의 출현율이 가장 높게 나타났다.

관측기간 동안 여수신항의 월평균 유의파고는 태풍의 영향을 직접적으로 받는 남해안의 특성상 9월에 가장 높게 나타났다(〈그림 5-18〉). 또한 월최대 유의파고가 가장 크게 나타난 기간 역시 2022년 제11호 태풍 HINNAMNOR(2211)의 영향으로 2022년 9월 6일 2시 30분에 유의파고 10.57 m로 가장 크게 나타났다.

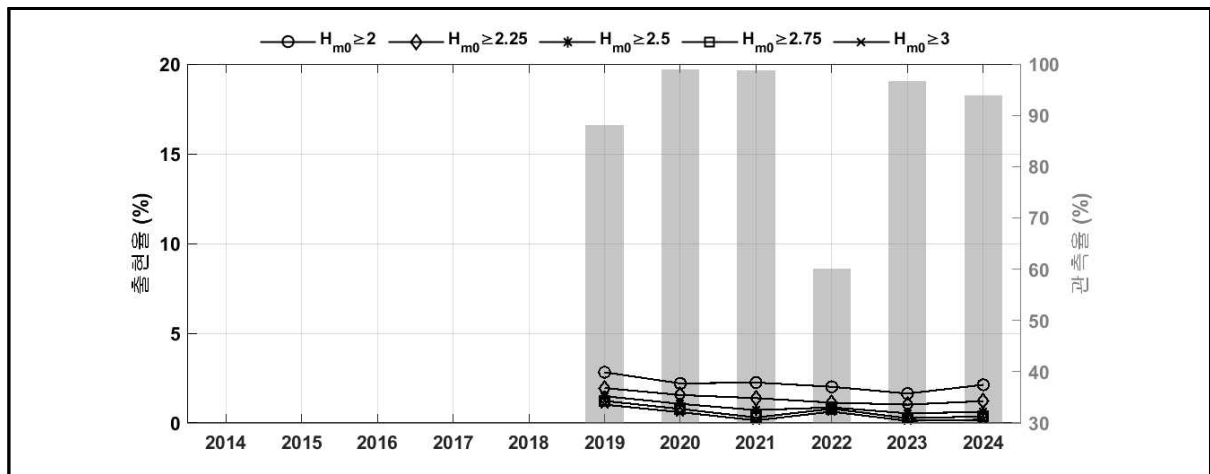
여수신항의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 이하의 연별 출현율을 보였다. 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(〈그림 5-19〉, 〈표 5-9〉).



〈그림 5-17〉 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 여수신항)



〈그림 5-18〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 여수신항)



〈그림 5-19〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (남해안 권역, 여수신항)

〈표 5-9〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 여수신항)

| 구간 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 436 | 383 | 390 | 212 | 277 | 351 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 300 | 271 | 239 | 119 | 173 | 201 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 230 | 185 | 124 | 91 | 91 | 101 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 189 | 136 | 53 | 83 | 45 | 60 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 157 | 104 | 25 | 66 | 20 | 30 |

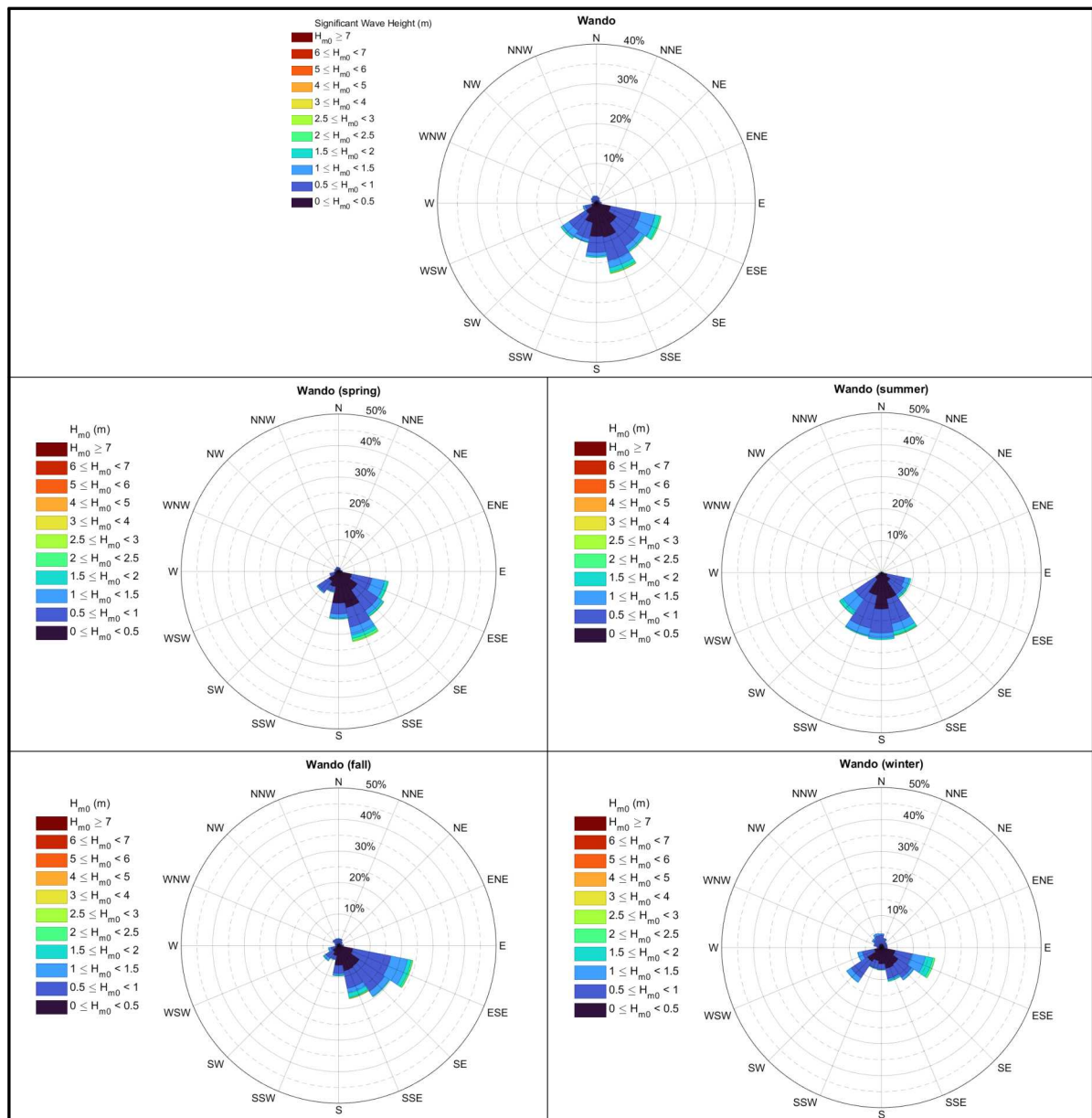
3) 완도항

전라남도 완도항에 대해서는 2022년 4월부터 2024년 10월까지의 자료를 분석하였다.

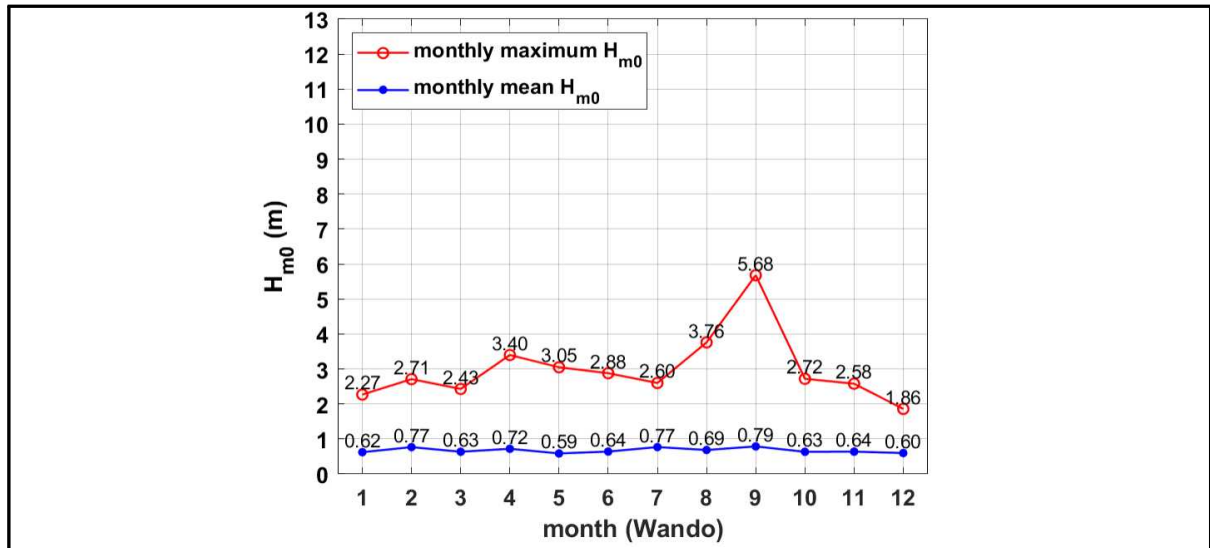
전체 관측자료 기준으로는 주파향은 SSE로 18.2%의 출현율을 나타냈다. 다만 시계방향으로 파향 ESE~SW까지 모두 출현율이 10%를 상회하며 고르게 분포하고 있다(〈그림 5-20〉). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 전체 파랑장미도와 유사한 모습으로 나타나면서 주파향인 파향 SSE의 출현율은 20%를 초과하고 있다. 여름에는 시계방향으로 파향 SSE~SW에 고르게 분포하고 있으며 파향 S가 주파향으로 나타났다. 가을에는 주파향은 ESE로 나타났으며 시계방향으로 파향 ESE~SSE에 파향이 집중되는 형태를 보이고 있다. 겨울에는 주파향은 ESE로 나타났으며 파향 ESE~SSE 계열과 파향 SW로 파향분포가 양분되는 형태를 보이고 있다.

관측기간 동안 완도항의 월평균 유의파고는 태풍의 영향을 직접적으로 받는 남해안의 특성상 9월에 0.79 m로 가장 높게 나타났으나 2월에도 0.77 m로 높은 값을 보이고 있다(〈그림 5-21〉). 또한 월최대 유의파고가 가장 크게 나타난 기간 역시 9월로 2022년 제11호 태풍 HINNAMNOR(2211)의 영향으로 2022년 9월 6일 0시 30분에 유의파고 5.68 m로 가장 크게 나타났다.

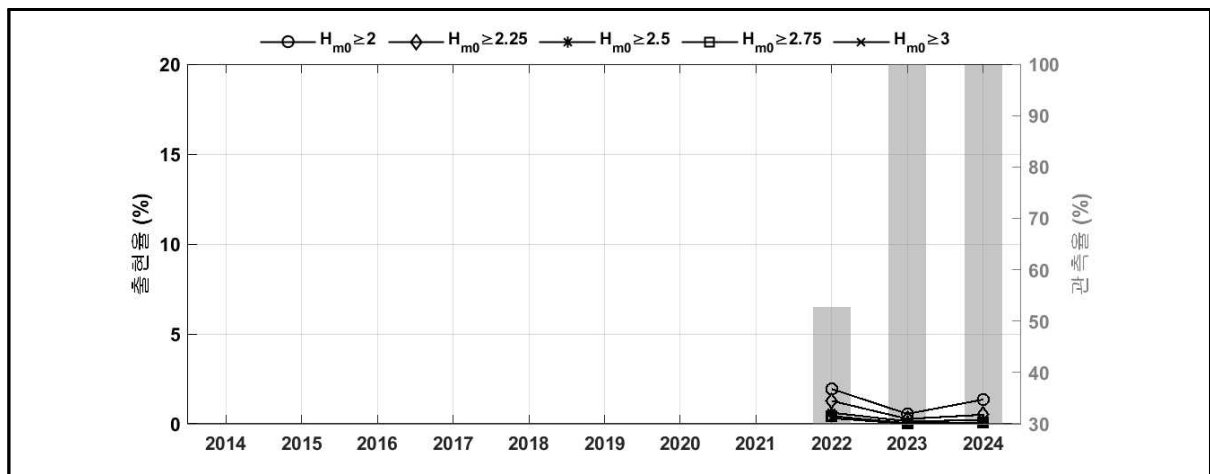
완도항의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 이하의 연별 출현율을 보였다(〈그림 5-22〉, 〈표 5-10〉).



〈그림 5-20〉 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 완도항)



〈그림 5-21〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 완도항)



〈그림 5-22〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (남해안 권역, 완도항)

〈표 5-10〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 완도항)

| 구간 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|------|------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 179 | 97 | 237 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 118 | 48 | 89 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 57 | 25 | 36 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 40 | 5 | 9 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 29 | 1 | 5 |

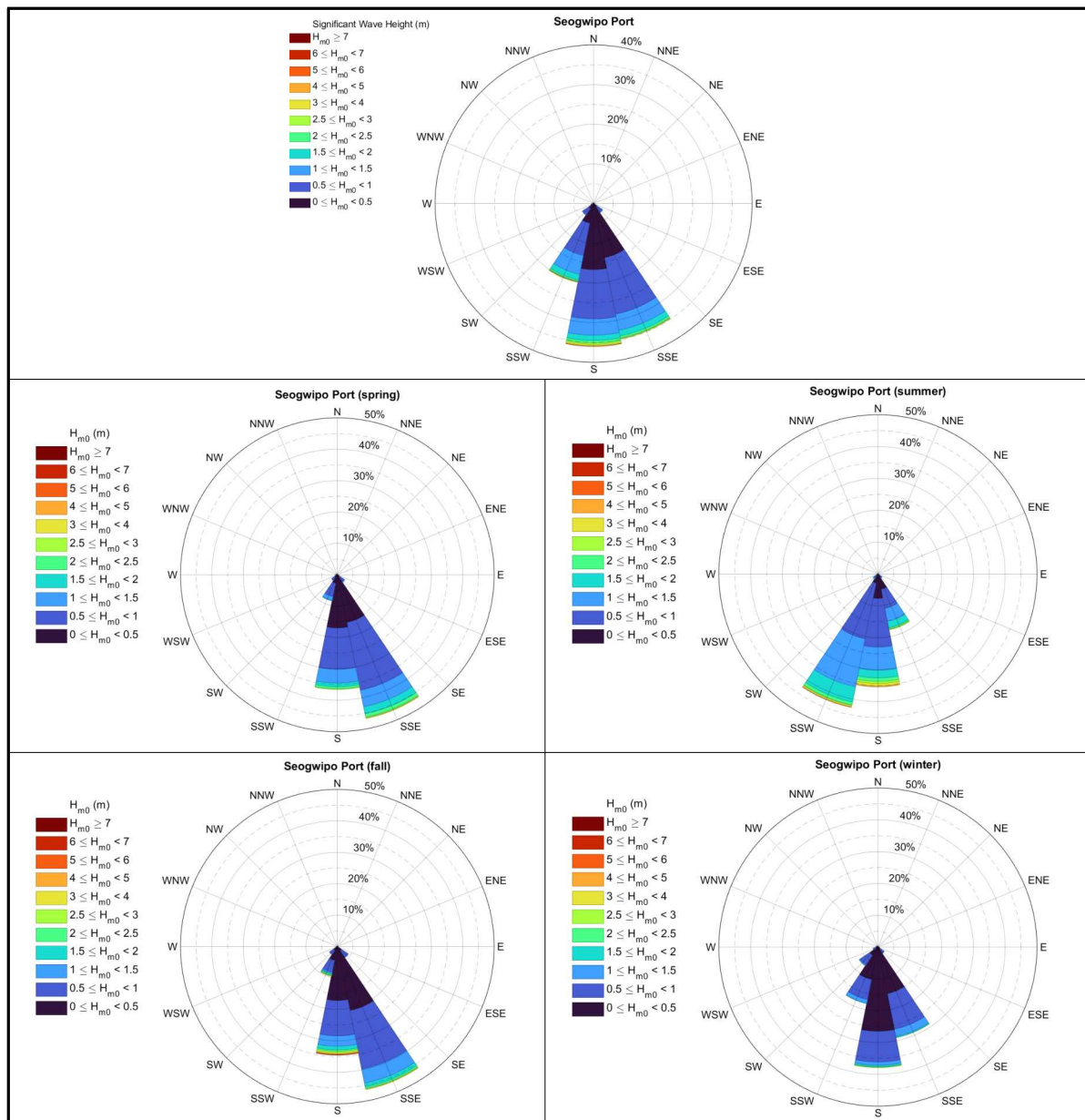
4) 서귀포항

제주 특별자치도 서귀포항에서는 2020년 6월부터 2024년 10월까지의 자료를 분석하였다.

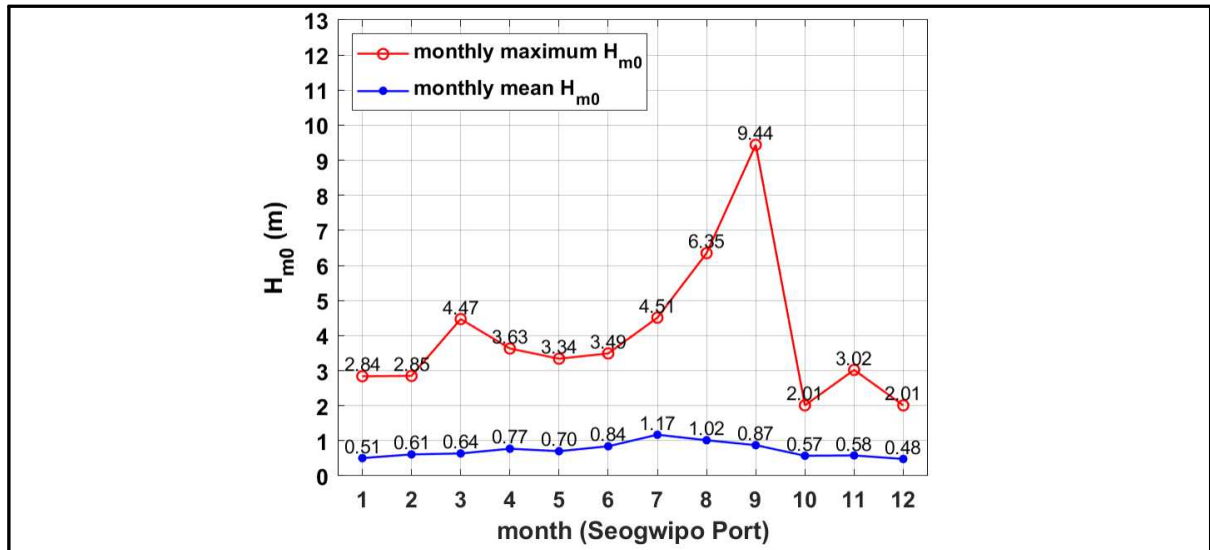
전체 관측자료 기준으로는 서귀포항의 주파향은 36.0%의 출현율을 보이는 파향 S로 나타났지만, 파향 SSE에서도 34.8%의 유사한 출현율을 보이고 있다(〈그림 5-23〉). 이 지역의 주파향은 계절별로 약간의 차이를 보이는데, 봄에는 시계 방향으로 파향 SSE~S 계열이 지배적으로 나타났다. 파향 SSE가 주파향으로 45%를 상회하고 있으며 다음으로 파향 S도 35%를 초과하는 분포를 보이고 있다. 여름에는 시계 방향으로 파향 S~SSW 계열이 지배적으로 나타났다. 파향 SSW가 주파향으로 40%를 초과하고 있으며 다음으로 파향 S도 35%를 초과하는 분포를 보이고 있다. 가을에는 봄철과 거의 유사한 분포를 보이고 있다. 겨울에는 시계 방향으로 파향 SSE~SSW 계열이 지배적으로 나타나고 있으며, 파향 S의 출현율은 35%를 초과하고 있으며 파향 SSE는 30% 미만으로 나타났다.

관측기간 동안 서귀포항의 월평균 유의파고는 남쪽으로 열려있어 하계태풍의 영향을 직접적으로 받는 남해안의 특성상 하계에 해당하는 7월에 가장 높게 나타났다(〈그림 5-24〉). 또한 월최대 유의파고가 가장 크게 나타난 시기 2022년 제11호 태풍 HINNAMNOR(2211)의 영향으로 2022년 9월 5일 21시 30분에 유의파고 9.44 m로 가장 크게 나타났다.

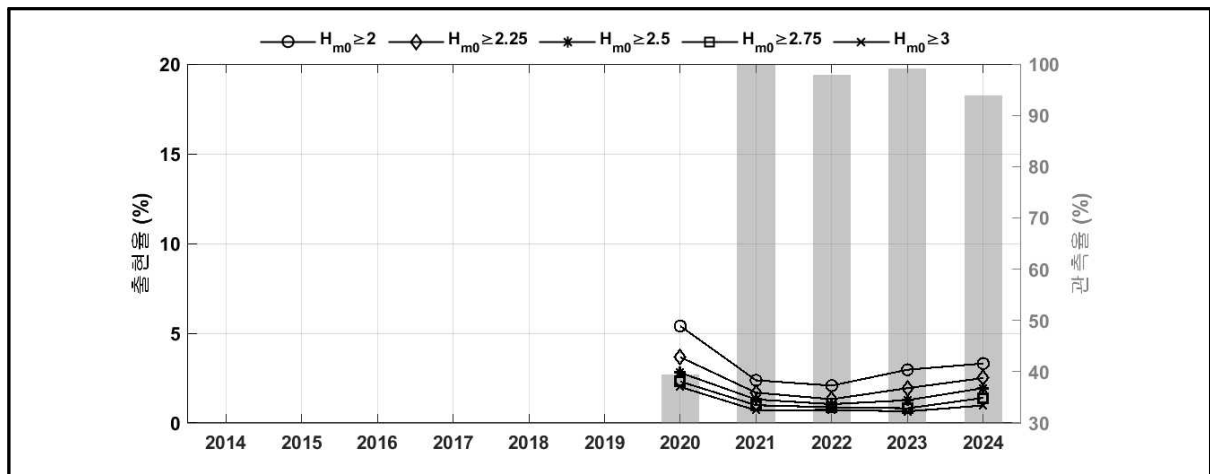
서귀포항의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 이하의 연별 출현율을 보였다. 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(〈그림 5-25〉, 〈표 5-11〉).



〈그림 5-23〉 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 서귀포항)



〈그림 5-24〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 서귀포항)



〈그림 5-25〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (남해안 권역, 서귀포항)

〈표 5-11〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 서귀포항)

| 구간 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|------|------|------|------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 374 | 416 | 357 | 515 | 546 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 254 | 295 | 227 | 337 | 412 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 194 | 229 | 180 | 220 | 320 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 160 | 173 | 150 | 142 | 230 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 139 | 123 | 125 | 112 | 160 |

5) 남해안 고파랑 분석 결과

남해안에 내습한 고파랑의 출현 빈도 및 지속시간을 파악하기 위해 해양수산부 항만기술안전과에서 구축한 전국파랑관측망(WINK)의 해운대, 여수신항, 완도항, 서귀포항에서 관측한 파랑 자료를 분석하였다.

남해안에 내습한 고파랑의 출현 빈도 및 지속시간은 2023년 대비 증가하였으며, 2.5m 이상의 고파랑 출현 빈도가 가장 크게 관측된 지점은 서귀포시 서귀포항으로 나타났다. 서귀포항에서 3.0m 이상의 고파랑 출현 빈도는 2023년 대비 약 1.4배 증가한 것으로 파악되었다(〈표 5-12〉).

계절별로는 전반적으로 여름 시기를 제외하고 대부분 계절에 증가한 결과를 보였는데, 2023년과 비교해 봄 시기에 고파랑 출현 빈도가 높게 증가하였다(〈표 5-13〉).

〈표 5-12〉 남해안 고파랑 출현빈도 및 지속시간 현황

| 구 분 | 관측장소 | 2.5 m 이상 | | 3.0 m 이상 | |
|---------|----------|----------|------|----------|------|
| | | 출현빈도 | 지속시간 | 출현빈도 | 지속시간 |
| 2023년 | 부산 해운대 | 83 | 41 | 25 | 12 |
| | 여수 여수신항 | 91 | 45 | 20 | 10 |
| | 완도 완도항 | 25 | 12 | 1 | 0 |
| | 서귀포 서귀포항 | 220 | 108 | 112 | 55 |
| 소 계 | - | 419 | 206 | 158 | 77 |
| 2024년 | 부산 해운대 | 73 | 35 | 8 | 4 |
| | 여수 여수신항 | 101 | 50 | 30 | 15 |
| | 완도 완도항 | 36 | 18 | 5 | 3 |
| | 서귀포 서귀포항 | 320 | 156 | 160 | 80 |
| 소 계 | - | 530 | 258 | 203 | 101 |
| '23년 대비 | - | 111 | 52 | 45 | 24 |

〈표 5-13〉 남해안 고파랑 계절별 내습 현황(2023~2024년)

| 관측장소 | 출현 계절 | 2.5 m 이상 | | | 3.0 m 이상 | | |
|-------------|----------|----------|-------|-----|----------|-------|-----|
| | | 2023년 | 2024년 | 증감 | 2023년 | 2024년 | 증감 |
| 부산 해운대 | 겨울 | 8 | 6 | △2 | 0 | 1 | 1 |
| | 봄 | 49 | 33 | △16 | 8 | 4 | △4 |
| | 여름 | 22 | 29 | 7 | 17 | 3 | △14 |
| | 가을 | 4 | 4 | - | 0 | 0 | - |
| 여수 여수신항 | 겨울 | 7 | 9 | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | 봄 | 55 | 47 | △8 | 16 | 14 | △2 |
| | 여름 | 14 | 39 | 25 | 0 | 12 | 12 |
| | 가을 | 15 | 6 | △9 | 4 | 2 | △2 |
| 완도 완도항 | 겨울 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | - |
| | 봄 | 25 | 18 | △7 | 1 | 2 | 1 |
| | 여름 | 0 | 14 | 14 | 0 | 2 | 2 |
| | 가을 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | - |
| 서귀포 서귀포항 | 겨울 | 18 | 28 | 10 | 0 | 14 | 14 |
| | 봄 | 63 | 157 | 94 | 23 | 79 | 56 |
| | 여름 | 133 | 118 | △15 | 89 | 59 | △30 |
| | 가을 | 6 | 17 | 11 | 0 | 9 | 9 |
| 소 계 | 겨울 | 33 | 46 | 13 | 0 | 18 | 18 |
| | 봄 | 192 | 255 | 63 | 48 | 99 | 51 |
| | 여름 | 169 | 200 | 31 | 106 | 76 | △30 |
| | 가을 | 25 | 29 | 4 | 4 | 11 | 7 |

※계절 구분: 겨울 12월~2월, 봄 3월~5월, 여름 6월~8월, 가을 9월~11월

5.3 서해안 파랑특성 검토

서해안의 파랑특성을 검토하기 위해 해양수산부 항만기술안전과에서 구축한 전국파랑 관측망의 안마도, 새만금신항, 인천신항에서 관측한 파랑 관측자료와 본 과제에서 취득한 태안군 흑도의 파랑 관측자료를 분석하였다(〈그림 5-1〉 참조).

서해안의 관측정점들에서는 전반적으로 동계의 월평균파고가 하계에 비해 크게 나타나는 경향을 보이고 있으며 계절별로 파향분포가 다르게 나타나는 경향이 있다. 또한 새만금신항을 제외하면 파향분포가 양분되는 경향을 나타내고 있다. 다만 흑도를 제외하면 관측기간이 짧아 보다 장기간의 자료를 검토해야 할 필요가 있다.

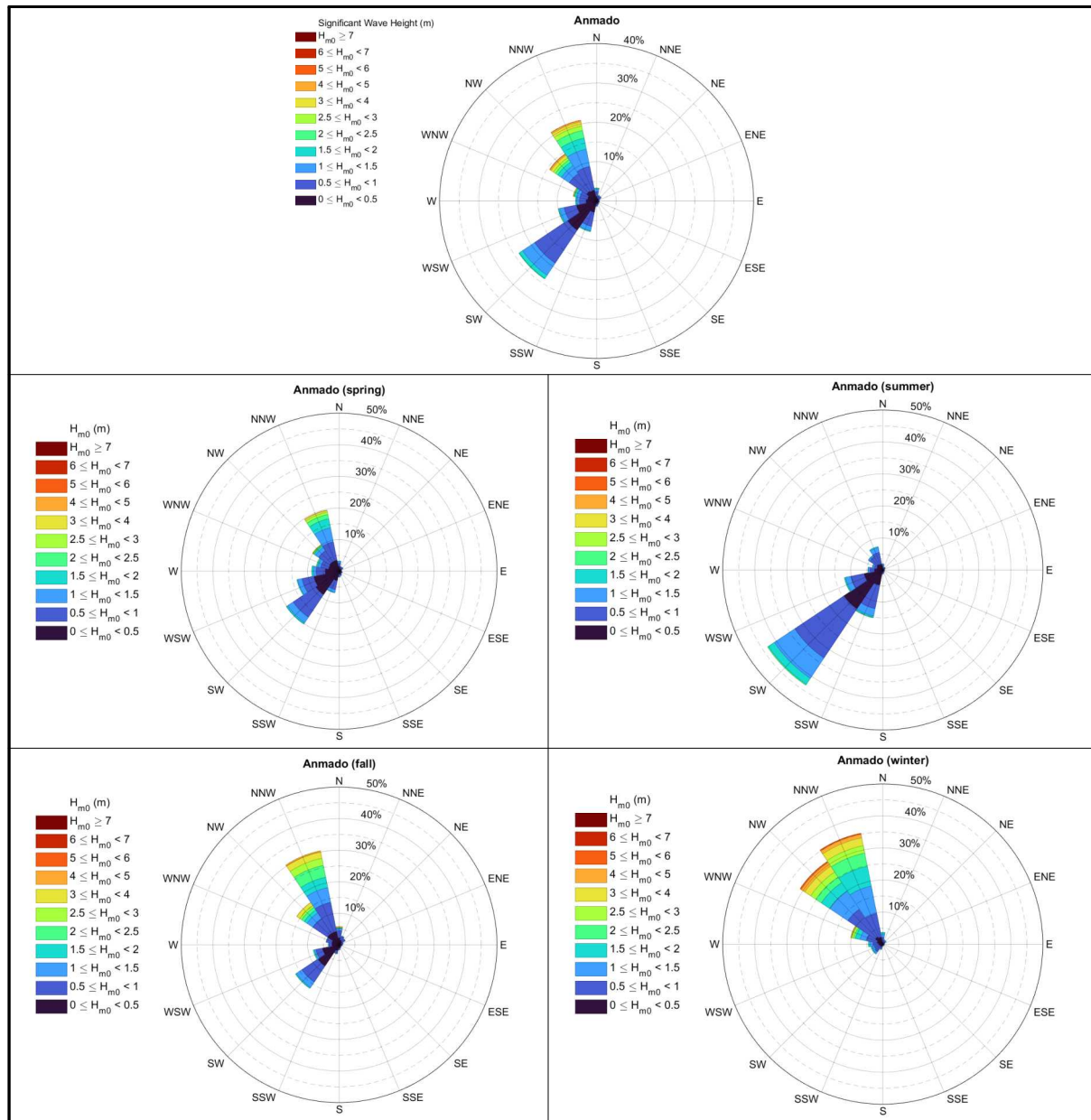
1) 안마도

전라남도 안마도에 대해서는 2022년 5월부터 2024년 10월 10일까지의 자료를 분석하였다.

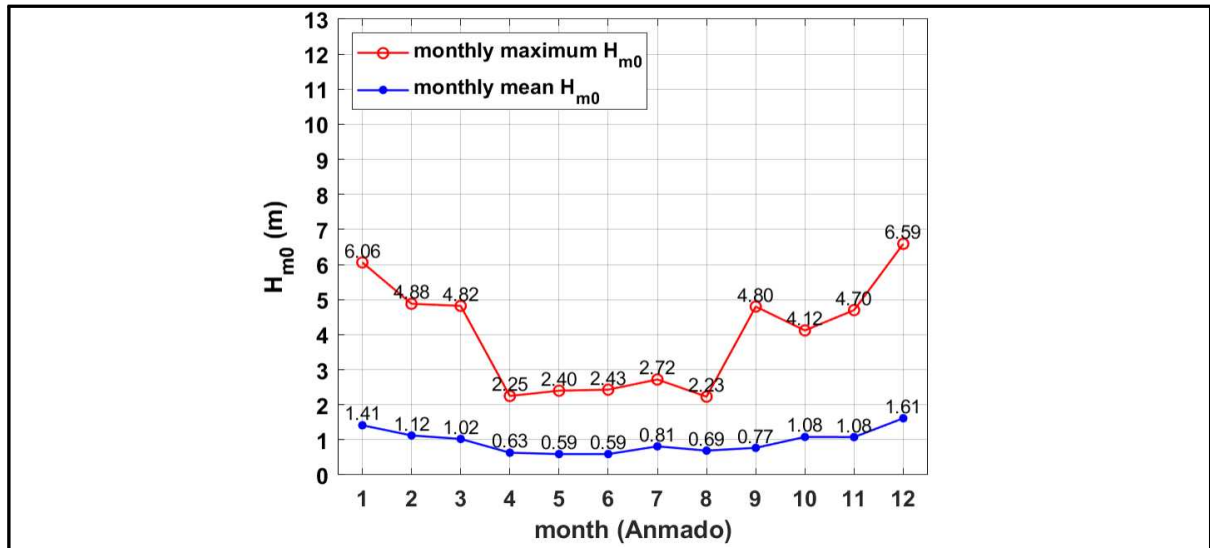
전체 관측자료 기준으로는 안마도 전면 해역의 주파향 SW와 시계방향으로 파향 NW~NNW 계열을 중심으로 파향 분포가 양분되는 형태를 보이고 있다(〈그림 5-26〉). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 전체 파랑장미도와 유사한 모습으로 나타내고 있다. 여름에는 주파향 SW를 기준으로 시계방향으로 파향 SSW~WSW의 출현빈도가 높게 나타났다. 가을철에는 주파향 NNW를 중심으로 시계방향으로 파향 NW~NNW 계열과 SW로 파향분포가 양분되는 형태를 보이기도 있다. 겨울철에는 주파향 NNW를 중심으로 파향 NNW와 NW의 출현율이 모두 30%를 상회하면서 지배적으로 나타났다.

관측기간 동안 안마도의 월평균 유의파고는 전반적으로 동계 기간의 파고가 하계 기간의 파고보다 크게 나타났다(〈그림 5-27〉). 월 최대 유의파고 역시 12월에 6.59 m, 1월에 6.06 m로 동계에 가장 높게 나타났다.

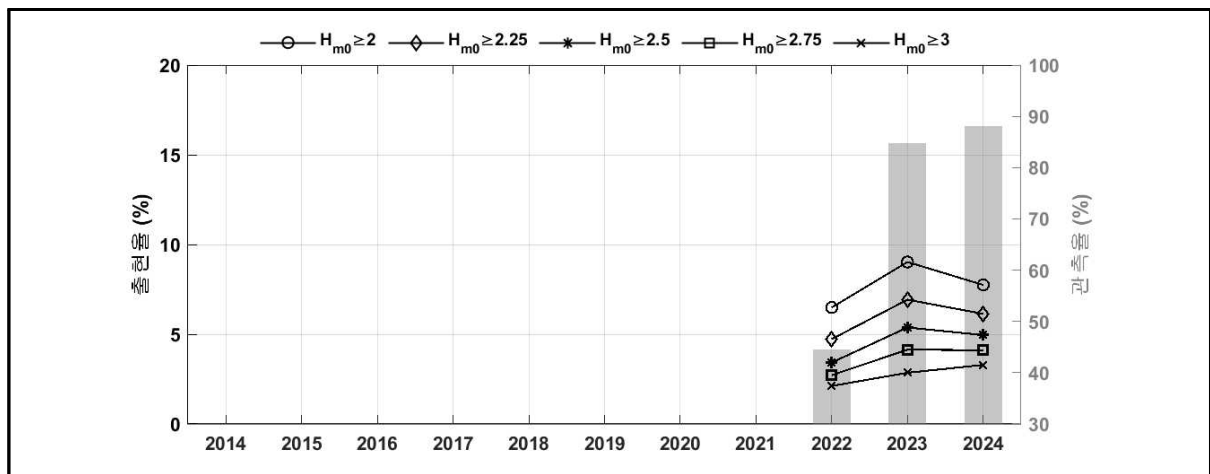
안마도의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 10% 이하의 연별 출현율을 보였다(〈그림 5-28〉, 〈표 5-14〉).



〈그림 5-26〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 안마도)



〈그림 5-27〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 안마도)



〈그림 5-28〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (서해안 권역, 안마도)

〈표 5-14〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 안마도)

| 구간 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|-------|-------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 506 | 1,341 | 1,198 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 369 | 1,029 | 949 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 267 | 799 | 766 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 212 | 615 | 636 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 165 | 424 | 509 |

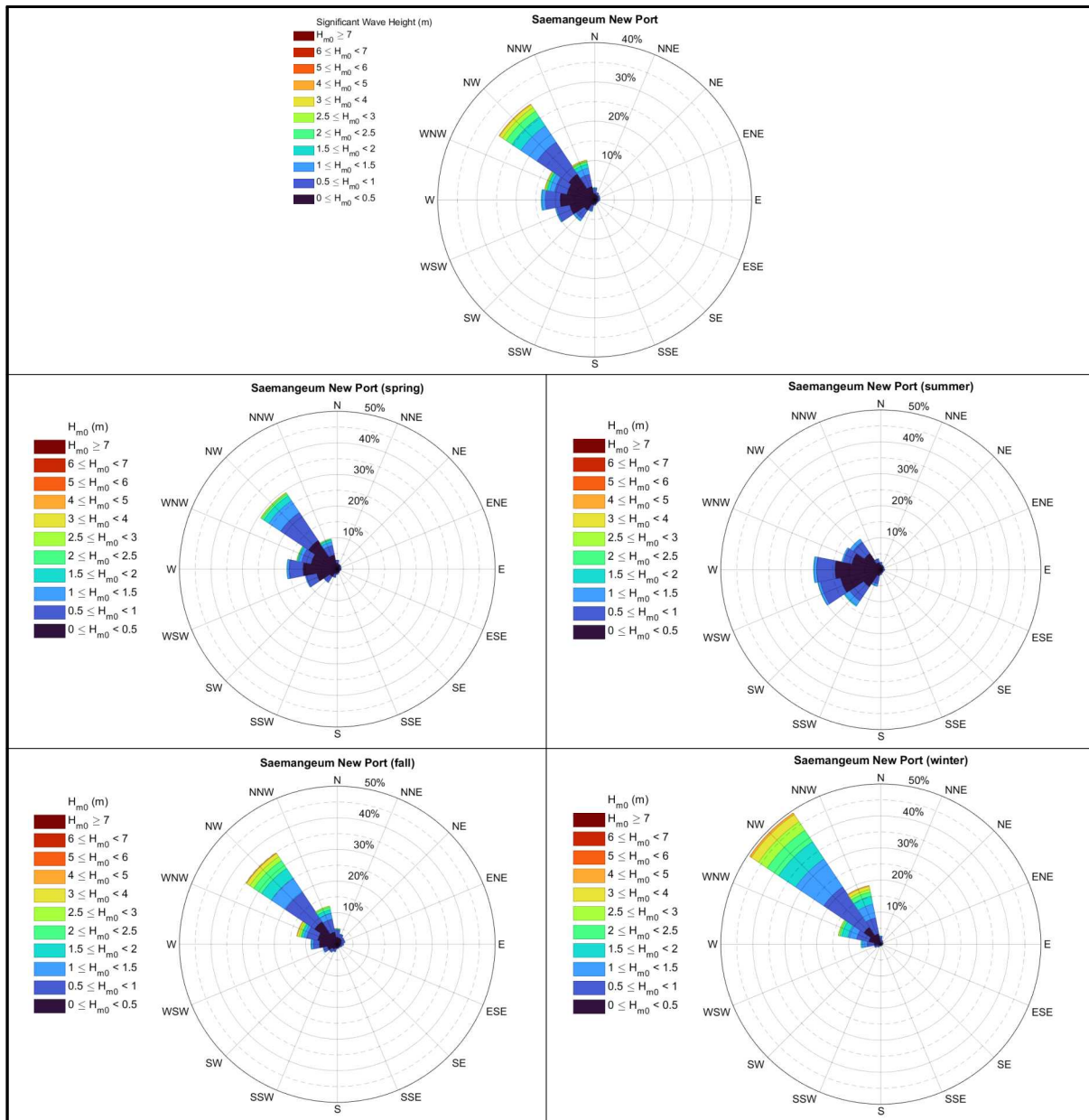
2) 새만금

전라북도 새만금에 대해서는 2020년 7월부터 2024년 10월 10일까지의 자료를 분석하였다.

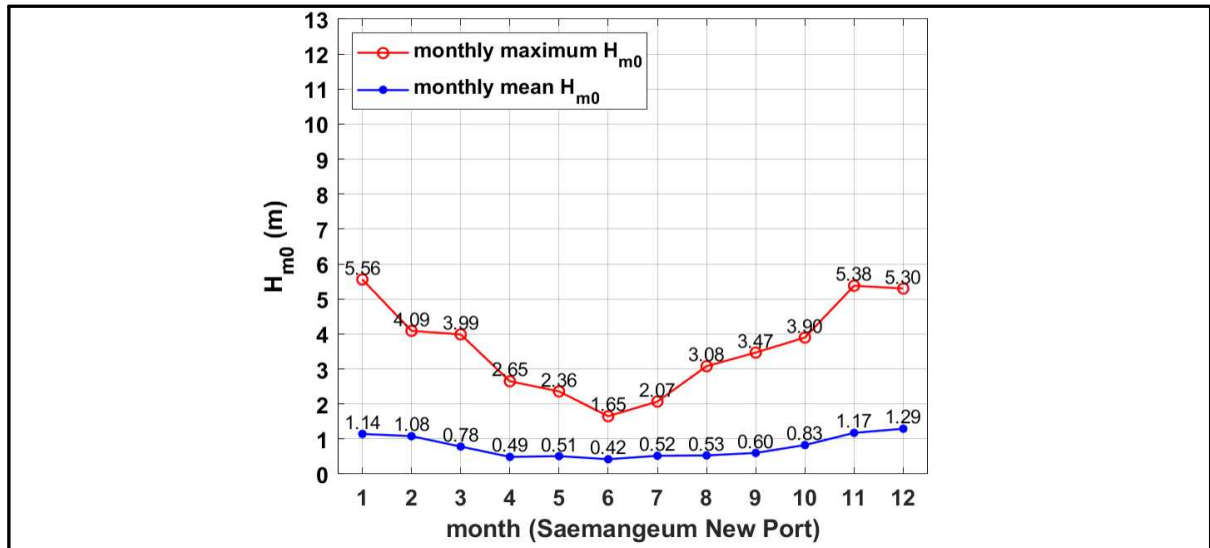
전체 관측자료 기준으로는 새만금 전면 해역의 주파향 NW를 기준으로 시계방향으로 파향 WSW~NNW까지 고르게 분포하고 있다(<그림 5-29>). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 전체 파랑장미도와 유사한 모습으로 나타나면서 주파향 NW의 출현율이 30%에 육박하고 있다. 여름에는 시계방향으로 파향 SW~NW까지 고르게 분포하고 있으며 주파향 W와 WSW의 출현율이 두드러지게 높게 나타나고 있다. 가을에는 전체 파랑장미도와 유사한 모습으로 나타나면서 주파향 NW의 출현율이 30%를 초과하고 있다. 겨울철에는 파향 NW를 주파향으로 하여 시계방향으로 파향 WNW~NNW의 출현율이 지배적으로 나타났다. 파향 NW의 출현율은 45%를 초과하는 것으로 나타났다.

관측기간 동안 새만금의 월평균 유의파고는 전반적으로 동계 기간의 파고가 하계 기간의 파고보다 크게 나타났다(<그림 5-30>). 월 최대 유의파고 역시 1월에 5.56 m, 11월과 12월에 각각 5.38 m와 5.30 m로 동계에 가장 높게 나타났다.

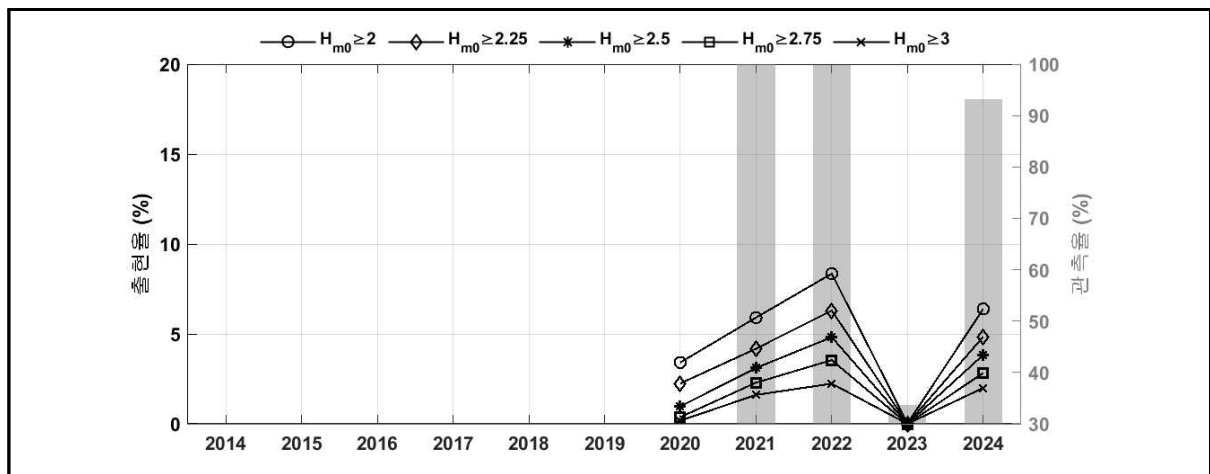
새만금의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준 구간에서 10% 이하의 출현율을 보였으며 2022년에는 다른 해에 비해 다소 높게 나타났다(<그림 5-31>, 표 5-15).



〈그림 5-29〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 새만금)



〈그림 5-30〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 새만금)



〈그림 5-31〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (서해안 권역, 새만금)

〈표 5-15〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 새만금)

| 구간 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|-------|-------|------|-------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 155 | 1,035 | 1,461 | 1 | 1,045 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 102 | 732 | 1,102 | - | 792 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 44 | 544 | 843 | - | 627 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 17 | 401 | 620 | - | 462 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 8 | 282 | 391 | - | 327 |

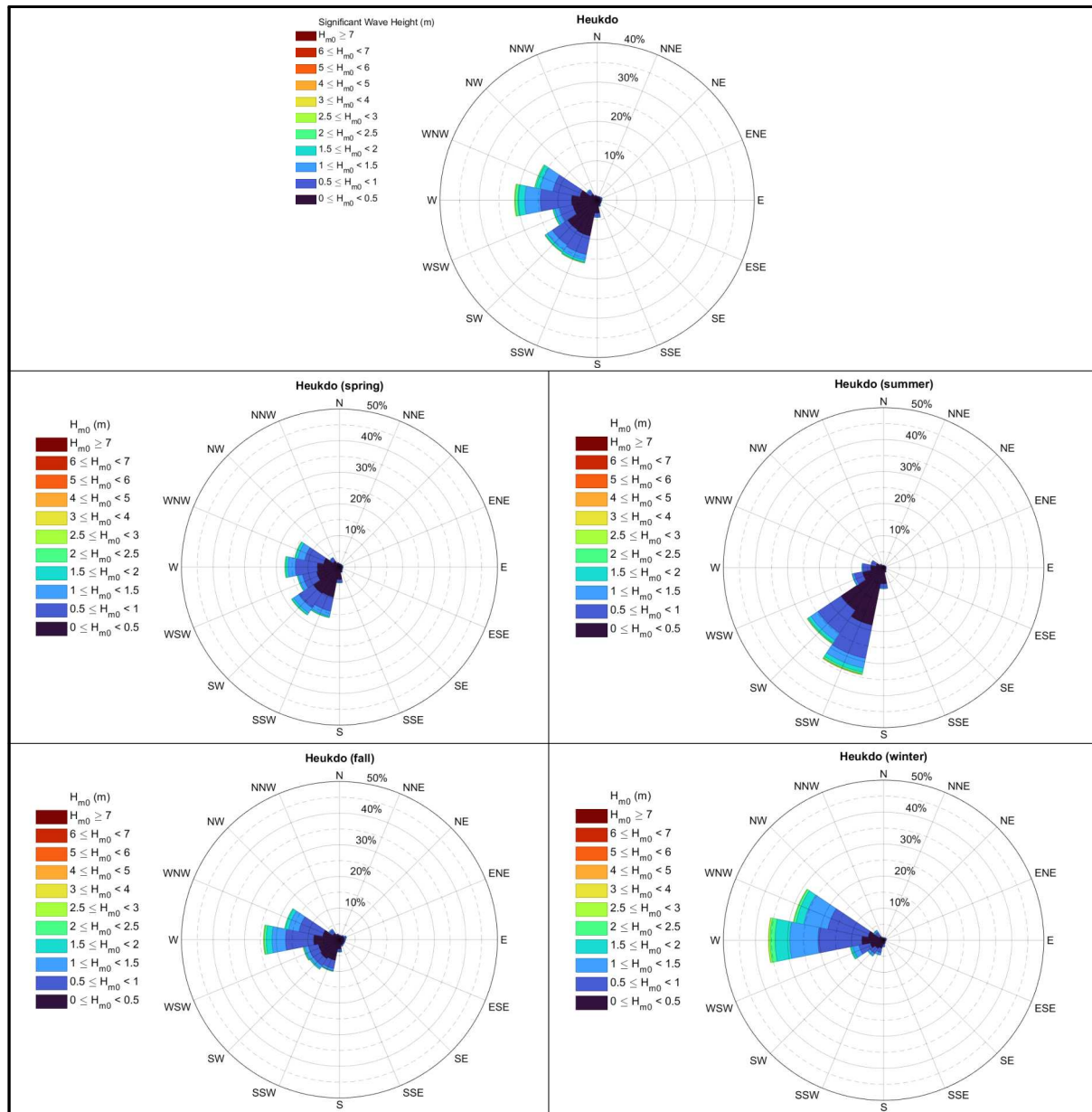
3) 흑도

태안군 흑도에 대해서는 2014년 7월부터 2024년 10월까지의 자료를 분석하였다.

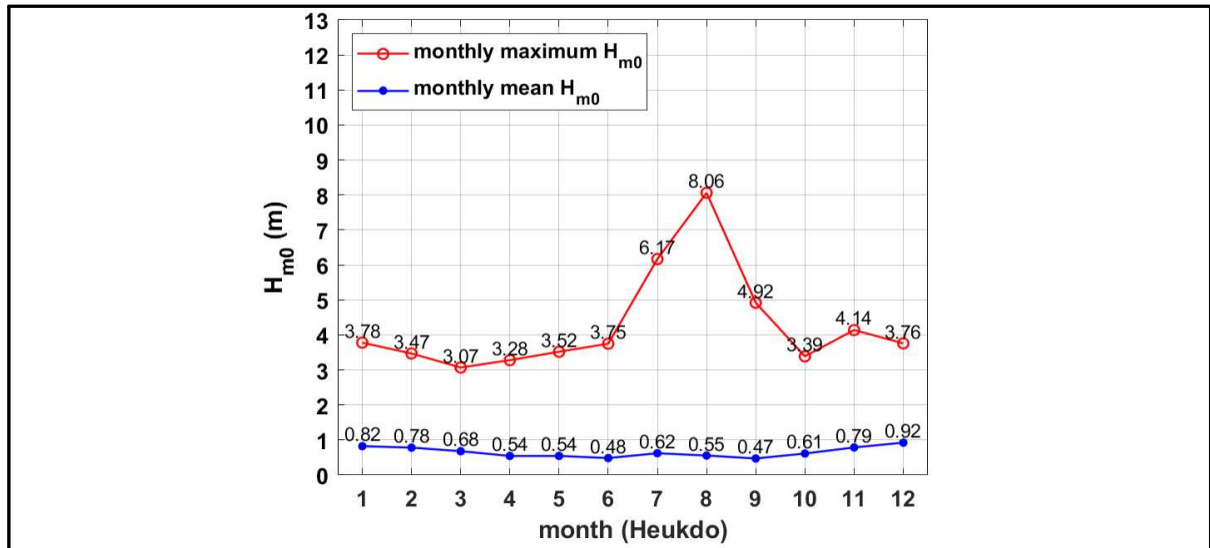
전체 관측자료 기준으로는 태안 흑도 전면 해역의 주파향은 파향 W이지만, 파향 SSW부터 파향 WNW까지 고르게 분포하고 있다(4절의 〈그림 4-14〉 참조). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 시계 방향으로 파향 SSW부터 파향 WNW까지 파향별로 비교적 고른 분포를 나타내며 전체 관측자료 기준의 분포와 유사한 형태를 보이고 있다. 여름에는 파향 SSW를 주파향으로 SW의 출현빈도가 함께 두드러지게 높게 나타나며 가을철에는 파향 W를 주파향으로 하여 WNW의 출현빈도도 높게 나타났다. 겨울철에는 가을철의 분포와 유사한 형태를 보이지만 파향 W와 WNW의 출현율이 더 높게 나타났다(〈그림 5-32〉).

관측기간 동안 태안 흑도의 월평균 유의파고는 전반적으로 동계 기간의 파고가 하계 기간의 파고보다 크게 나타났다(〈그림 5-33〉). 그러나 월 최대 유의파고는 태풍의 영향으로 인해 하계 기간에 가장 크게 나타났으며, 2020년 제8호 태풍 BAVI(2008)의 영향으로 인한 8월 27일 3시 30분에 관측된 8.06 m가 최대값으로 나타났다.

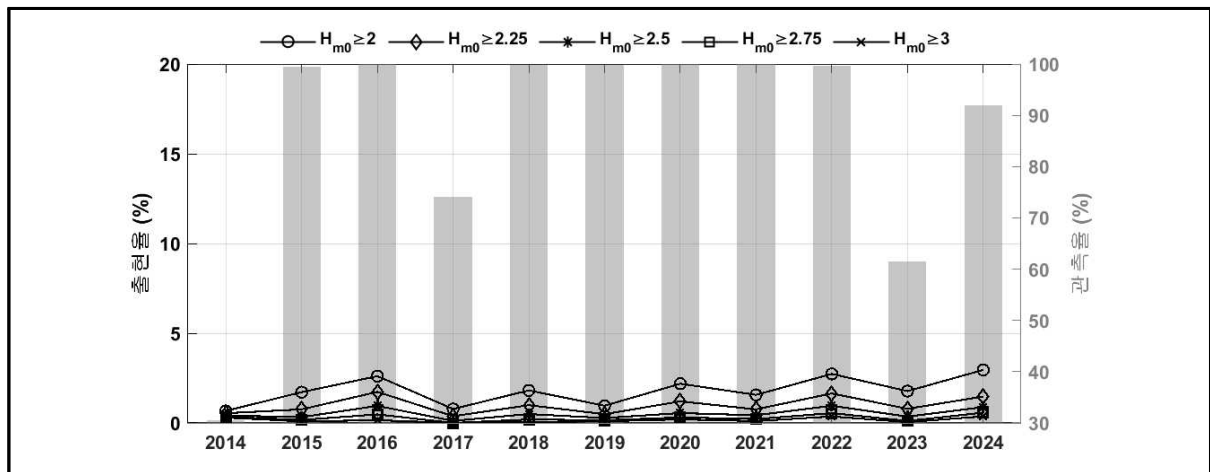
태안 흑도의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 이하의 출현율을 보였다(〈그림 5-34〉). 연별 폭풍파고의 출현빈도는 2016년, 2020년, 2022년, 2024년이 다른 해에 비해 다소 높게 나타났으며 유의할만한 변화나 경향성은 나타나지 않았다(〈표 5-16〉).



〈그림 5-32〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 태안군 흑도)



〈그림 5-33〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 태안군 흑도)



〈그림 5-34〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (서해안 권역, 태안군 흑도)

〈표 5-16〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 태안군 흑도)

| 구간 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 36 | 299 | 458 | 101 | 317 | 168 | 384 | 274 | 477 | 191 | 477 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 29 | 132 | 304 | 49 | 173 | 86 | 211 | 133 | 287 | 85 | 238 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 22 | 57 | 167 | 15 | 87 | 48 | 97 | 75 | 167 | 38 | 143 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 18 | 29 | 84 | - | 34 | 26 | 54 | 38 | 96 | 12 | 93 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 16 | 15 | 27 | - | 9 | 16 | 35 | 18 | 63 | 5 | 59 |

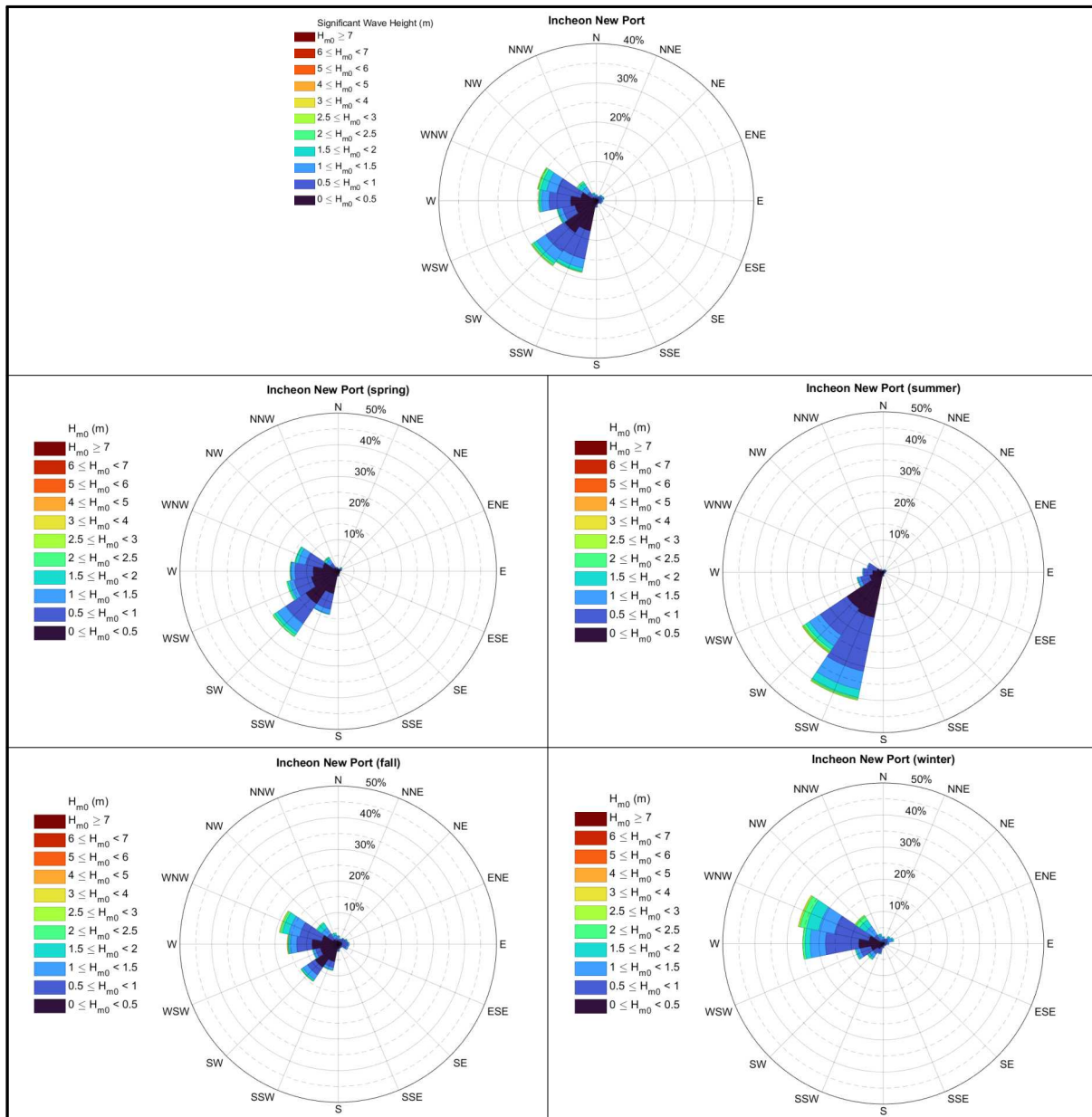
4) 인천신항

인천광역시 인천신항에 대해서는 2022년 5월부터 2024년 10월까지의 자료를 분석하였다.

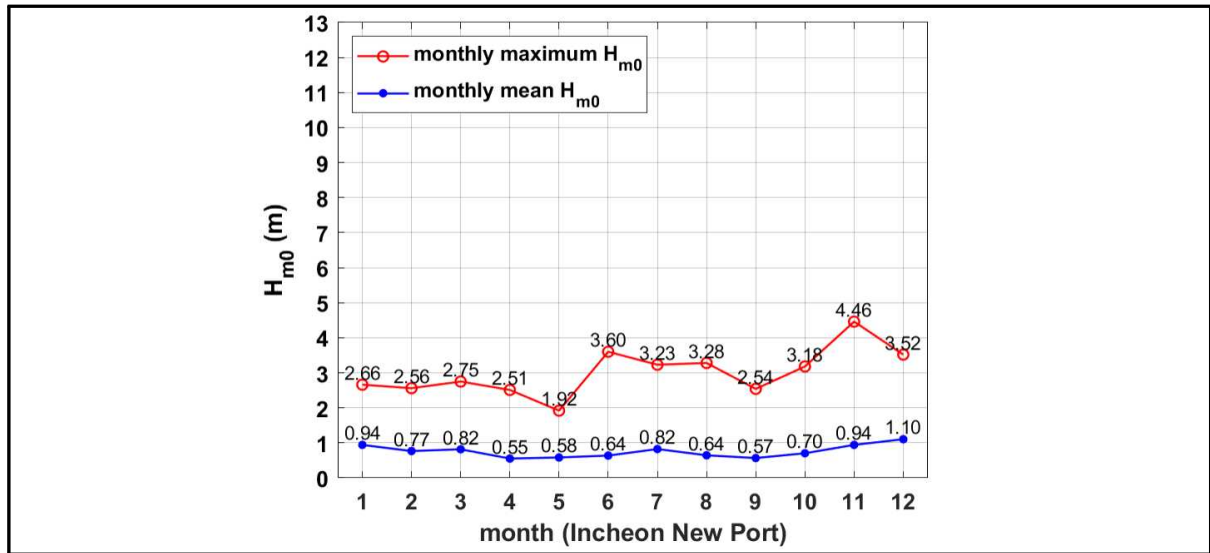
전체 관측자료 기준으로는 인천신항 전면 해역의 주파향은 파향 SW이지만, 시계방향으로 파향 SSW~SW와 파향 W~WNW 계열을 중심으로 파향 분포가 양분되는 형태를 보이고 있다(〈그림 5-35〉). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 시계 방향으로 파향 SSW부터 파향 WNW까지 파향별로 비교적 고른 분포를 보이면서 주파향 SW의 출현율이 가장 높게 나타났다. 여름에는 파향 SSW를 주파향으로 SW의 출현빈도가 함께 두드러지게 높게 나타났다. 가을철에는 주파향 WNW와 파향 W의 출현율이 높게 나타나면서 파향 SW의 출현율도 10%를 초과하는 것으로 나타났다. 겨울철에는 파향 WNW를 주파향으로 하여 W와 함께 출현율이 높게 나타났다.

관측기간 동안 인천신항의 월평균 유의파고는 전반적으로 동계 기간의 파고가 하계 기간의 파고보다 크게 나타났다(〈그림 5-36〉). 월 최대 유의파고는 2023년 11월 6일 17시 30분에 4.46 m가 최대값으로 나타났다.

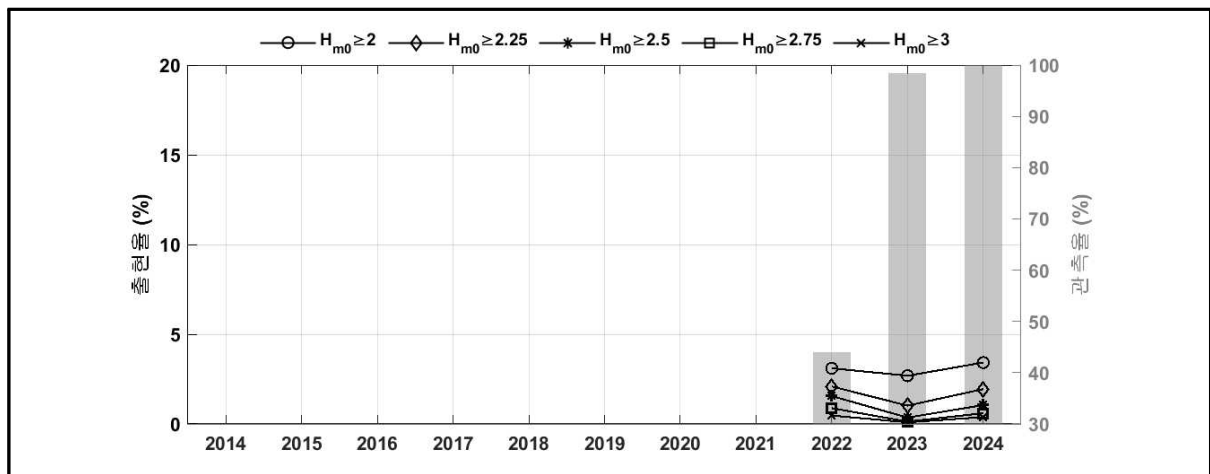
인천신항의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 미만의 출현율을 보였다(〈그림 5-37〉, 〈표 5-17〉).



〈그림 5-35〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 인천신항)



〈그림 5-36〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 인천신항)



〈그림 5-37〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (서해안 권역, 인천신항)

〈표 5-17〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 인천신항)

| 구간 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------|------|------|------|
| $H_{m0} \geq 2.00$ m | 239 | 463 | 601 |
| $H_{m0} \geq 2.25$ m | 161 | 176 | 341 |
| $H_{m0} \geq 2.50$ m | 120 | 61 | 185 |
| $H_{m0} \geq 2.75$ m | 68 | 22 | 105 |
| $H_{m0} \geq 3.00$ m | 36 | 16 | 67 |

5) 서해안 고파랑 분석 결과

서해안에 내습한 고파랑의 출현 빈도 및 지속시간을 파악하기 위해 태안군 흑도의 파랑 관측자료 및 해양수산부 항만기술안전과에서 구축한 전국파랑관측망(WINK)의 안마도, 새만금신항, 인천신항에서 관측한 파랑 자료를 분석하였다.

서해안에 내습한 고파랑의 출현 빈도 및 지속시간은 2023년 대비 증가하였으며, 3.0m 이상의 고파랑 출현 빈도가 가장 많이 증가한 지점은 태안군 흑도로 약 11.8배 증가한 것으로 파악되었다(〈표 5-18〉).

계절별로는 2023년 대비 고파랑 출현 빈도가 전반적으로 증가하였는데, 겨울 시기에 가장 많이 증가한 결과를 보였다(〈표 5-19〉).

〈표 5-18〉 서해안 고파랑 출현빈도 및 지속시간 현황

| 구 분 | 관측장소 | 2.5 m 이상 | | 3.0 m 이상 | |
|---------|----------|----------|------|----------|------|
| | | 출현빈도 | 지속시간 | 출현빈도 | 지속시간 |
| 2023년 | 인천 인천신항 | 61 | 30 | 16 | 8 |
| | 태안 흑도 | 38 | 19 | 5 | 2 |
| | 영광 안마도 | 799 | 393 | 424 | 211 |
| | 군산 새만금신항 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 소 계 | | 898 | 442 | 445 | 221 |
| 2024년 | 인천 인천신항 | 185 | 89 | 67 | 33 |
| | 태안 흑도 | 143 | 70 | 59 | 29 |
| | 영광 안마도 | 766 | 383 | 509 | 258 |
| | 군산 새만금신항 | 627 | 305 | 327 | 163 |
| 소 계 | | 1,721 | 847 | 962 | 483 |
| ‘23년 대비 | | 823 | 405 | 517 | 262 |

〈표 5-19〉 서해안 고파랑 계절별 내습 현황(2023~2024년)

| 관측장소 | 출현 계절 | 2.5 m 이상 | | | 3.0 m 이상 | | |
|---------------------------|----------|----------|-------|-----|----------|-------|-----|
| | | 2023년 | 2024년 | 증감 | 2023년 | 2024년 | 증감 |
| 인천 인천신항 | 겨울 | 43 | 131 | 88 | 16 | 47 | 31 |
| | 봄 | 9 | 17 | 8 | 0 | 6 | 6 |
| | 여름 | 9 | 12 | 3 | 0 | 4 | 4 |
| | 가을 | 0 | 26 | 26 | 0 | 9 | 9 |
| 태안 흑도 | 겨울 | 34 | 107 | 73 | 5 | 44 | 39 |
| | 봄 | 2 | 14 | 12 | 0 | 6 | 6 |
| | 여름 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | 가을 | 0 | 21 | 21 | 0 | 9 | 9 |
| 영광 안마도 | 겨울 | 593 | 579 | △14 | 322 | 385 | 63 |
| | 봄 | 74 | 69 | △5 | 24 | 46 | 22 |
| | 여름 | 0 | 5 | 5 | 0 | 3 | 3 |
| | 가을 | 132 | 112 | △20 | 78 | 75 | △3 |
| 군산 새만금신항 ¹⁾ | 겨울 | 0 | 468 | 468 | 0 | 244 | 244 |
| | 봄 | 0 | 59 | 59 | 0 | 31 | 31 |
| | 여름 | 0 | 6 | 6 | 0 | 3 | 3 |
| | 가을 | 0 | 94 | 94 | 0 | 49 | 49 |
| 소 계 | 겨울 | 670 | 1,285 | 615 | 343 | 720 | 377 |
| | 봄 | 85 | 159 | 74 | 24 | 89 | 65 |
| | 여름 | 9 | 24 | 15 | 0 | 11 | 11 |
| | 가을 | 134 | 253 | 119 | 78 | 142 | 64 |

※계절 구분: 겨울 12월~2월, 봄 3월~5월, 여름 6월~8월, 가을 9월~11월

1) 군산 새만금신항: '23년 계절별 자료결측 기간이 2개월 이상으로 통계자료에서 제외

주 의 사 항

1. 본 보고서는 해양수산부의 수탁을 받아 (주)해양정보기술 컨소시엄에서 수행한 연구보고서입니다
2. 본 내용을 대외적으로 게재, 인용할 때에는 반드시 해양수산부의 사전 허락을 받기 바라며, 무단 복제를 금합니다

2024년 연안침식 실태조사[파랑 모니터링]

발간등록번호 · 11-1192000-001917-01

발행일 · 2024년 12월

발행처 · 해양수산부

세종특별자치시 다솜2로 94(30110)

TEL · 044-200-5988

FAX · 044-200-5929