

발간등록번호

11-1192000-001819-01

# 2023년 연안침식 실태조사

[파랑 모니터링]

2023. 12



해양수산부

# 2023년 연안침식 실태조사

[파랑 모니터링]

2023. 12



해양수산부

# 제 출 문

해양수산부장관 귀하

귀 기관과 계약 체결한 「2023년 연안침식 실태조사(남해안권역)」  
용역에 대한 최종보고서를 과업지시서에 따라 제출합니다.

2023년 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	장 은 석	자료분석
상 무	문 종 윤	기본모니터링/분야책임	차 장	최 희 재	현장조사
상 무	김 현 우	파랑모니터링/분야책임	과 장	이 백 근	자료분석
이 사	이 대 규	저감대책/분야책임	대 리	정 부 영	현장조사
부 사 장	신 동 균	자료품질	사 원	송 시 은	자료분석
이 사	손 주 원	현장조사	사 원	김 현 희	자료분석
이 사	강 훈	자료분석			

(주)지오시스템리서치

직급(위)	성명	담당업무	직급(위)	성명	담당업무
선 임	황 순 미	자료분석	전 임	황 예 진	현장조사

해양수산부

항만연안재생과	과 장	김 원 중
	감 독 자	정 영 제
		하 창 성

## 〈 목 차 〉

그림 목차 .....	v
표 목차 .....	viii
 제1장 파랑모니터링 개요 .....	1
1.1 목적 .....	1
1.2 대상지역 및 관측위치 .....	1
1.3 용역 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(후포항) .....	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) .....	18
3) 경상북도 울진군(후포) .....	26
4) 경상북도 경주시(수념말) .....	34

5) 충청남도 태안(흑도) .....	42
<b>제5장 우리나라 해안 권역별 파랑특성 검토 .....</b>	<b>48</b>
5.1 동해안 파랑특성 검토 .....	52
1) 공현진항 .....	52
2) 맹방 해수욕장 .....	54
3) 경상북도 울진군 후포항 .....	57
4) 경상북도 경주시 수렴말 .....	59
5.2 남해안 파랑특성 검토 .....	62
1) 해운대 .....	62
2) 여수신항 .....	64
3) 완도항 .....	67
4) 서귀포항 .....	70
5.3 서해안 파랑특성 검토 .....	73
1) 안마도 .....	73
2) 새만금 .....	76
3) 흑도 .....	79
4) 인천신항 .....	81
<b>부록 .....</b>	<b>84</b>

## 〈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 수렴말 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〉 2022년 10월~12월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성) .....	11
〈그림 4-2〉 2023년 1월~3월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성) .....	12
〈그림 4-3〉 2023년 4월~6월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성) .....	13
〈그림 4-4〉 2023년 7월~9월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성) .....	14
〈그림 4-5〉 2023년 10월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성) .....	15
〈그림 4-6〉 파랑장미도(고성 공현진, 2016/04/29~2023/10/13) .....	16
〈그림 4-7〉 2022년 10월~12월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척) .....	19
〈그림 4-8〉 2023년 1월~3월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척) .....	20
〈그림 4-9〉 2023년 4월~6월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척) .....	21
〈그림 4-10〉 2023년 7월~9월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척) .....	22
〈그림 4-11〉 2023년 10월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척) .....	23
〈그림 4-12〉 파랑장미도(삼척 맹방해수욕장, 2013/09/27~2023/10/14) .....	24
〈그림 4-13〉 2022년 10월~12월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진) .....	27
〈그림 4-14〉 2023년 1월~3월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진) .....	28
〈그림 4-15〉 2023년 4월~6월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진) .....	29
〈그림 4-16〉 2023년 7월~9월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진) .....	30

〈그림 4-17〉 2023년 10월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(울진) .....	31
〈그림 4-18〉 파랑장미도(울진 후포, 2015/07/03~2023/10/12) .....	32
〈그림 4-19〉 2022년 10월~12월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(경주) .....	35
〈그림 4-20〉 2023년 1월~3월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(경주) .....	36
〈그림 4-21〉 2023년 4월~6월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(경주) .....	37
〈그림 4-22〉 2023년 7월~9월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(경주) .....	38
〈그림 4-23〉 2023년 10월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(경주) .....	39
〈그림 4-24〉 파랑장미도(경주시 수념말, 2014/07/21~2023/10/18) .....	40
〈그림 4-25〉 2022년 10월~12월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(태안) .....	43
〈그림 4-26〉 2023년 1월~3월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(태안) .....	44
〈그림 4-27〉 2023년 4월~6월의 유의파고, 침두주기 및 침두파향(태안) .....	45
〈그림 4-28〉 파랑장미도(태안 흑도, 2014/7/12~2023/6/9) .....	46
〈그림 5-1〉 권역별 파랑 관측 위치도 .....	48
〈그림 5-2〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 고성군 공현진) .....	53
〈그림 5-3〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 고성군 공현진) .....	53
〈그림 5-4〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (동해안 권역, 고성군 공현진) .....	54
〈그림 5-5〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장) .....	55
〈그림 5-6〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장) .....	56
〈그림 5-7〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장) .....	56
〈그림 5-8〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 울진군 후포항) .....	57
〈그림 5-9〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 울진군 후포항) .....	58
〈그림 5-10〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (동해안 권역, 울진군 후포항) .....	58
〈그림 5-11〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 경주시 수념말) .....	60
〈그림 5-12〉 월별 최대 및 평균 유의파고(동해안 권역, 경주시 수념말) .....	60
〈그림 5-13〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (동해안 권역, 경주시 수념말) .....	61
〈그림 5-14〉 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 해운대) .....	62
〈그림 5-15〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 해운대) .....	63
〈그림 5-16〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (남해안 권역, 해운대) .....	64



〈그림 5-17〉 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 여수신항) .....	65
〈그림 5-18〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 여수신항) .....	66
〈그림 5-19〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (남해안 권역, 여수신항) .....	66
〈그림 5-20〉 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 완도항) .....	68
〈그림 5-21〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 완도항) .....	69
〈그림 5-22〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (남해안 권역, 완도항) .....	69
〈그림 5-23〉 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 서귀포항) .....	70
〈그림 5-24〉 월별 최대 및 평균 유의파고(남해안 권역, 서귀포항) .....	71
〈그림 5-25〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (남해안 권역, 서귀포항) .....	72
〈그림 5-26〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 안마도) .....	73
〈그림 5-27〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 안마도) .....	74
〈그림 5-28〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (서해안 권역, 안마도) .....	75
〈그림 5-29〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 새만금) .....	76
〈그림 5-30〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 새만금) .....	77
〈그림 5-31〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (서해안 권역, 새만금) .....	78
〈그림 5-32〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 태안군 흑도) .....	79
〈그림 5-33〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 태안군 흑도) .....	80
〈그림 5-34〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (서해안 권역, 태안군 흑도) .....	80
〈그림 5-35〉 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 인천신항) .....	81
〈그림 5-36〉 월별 최대 및 평균 유의파고(서해안 권역, 인천신항) .....	82
〈그림 5-37〉 연별 폭풍파고 출현율(%) (서해안 권역, 인천신항) .....	83

## 〈 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, 2016/04/29~2023/10/13) .....	16
〈표 4-2〉 고성군 공현진 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율 .....	17
〈표 4-3〉 파향별 출현빈도와 출현율(삼척 맹방해수욕장, 2013/09/27~2023/10/14) ..	24
〈표 4-4〉 삼척시 맹방해수욕장 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율 .....	25
〈표 4-5〉 파향별 출현빈도와 출현율(울진 후포, 2015/07/03~2023/10/12) .....	32
〈표 4-6〉 울진군 후포항 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율 .....	33
〈표 4-7〉 파향별 출현빈도와 출현율(경주 수념말, 2014/07/21~2023/10/18) .....	40
〈표 4-8〉 경주시 수념말 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율 .....	41
〈표 4-9〉 파향별 출현빈도와 출현율(태안 흑도, 2014/7/12~2023/6/9) .....	46
〈표 4-10〉 태안군 흑도 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율 .....	47
〈표 5-1〉 권역별 파랑 관측자료의 연별 관측률 .....	50
〈표 5-2〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 고성군 공현진) .....	54
〈표 5-3〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장) .....	56
〈표 5-4〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 울진군 후포항) .....	58
〈표 5-5〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 경주시 수념말) .....	61
〈표 5-6〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 해운대) .....	61
〈표 5-7〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 여수신항) .....	66
〈표 5-8〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 완도항) .....	69

〈표 5-9〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 서귀포항) .....	72
〈표 5-10〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 안마도) .....	75
〈표 5-11〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 새만금) .....	78
〈표 5-12〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 태안군 흑도) .....	80
〈표 5-13〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 인천신항) .....	83



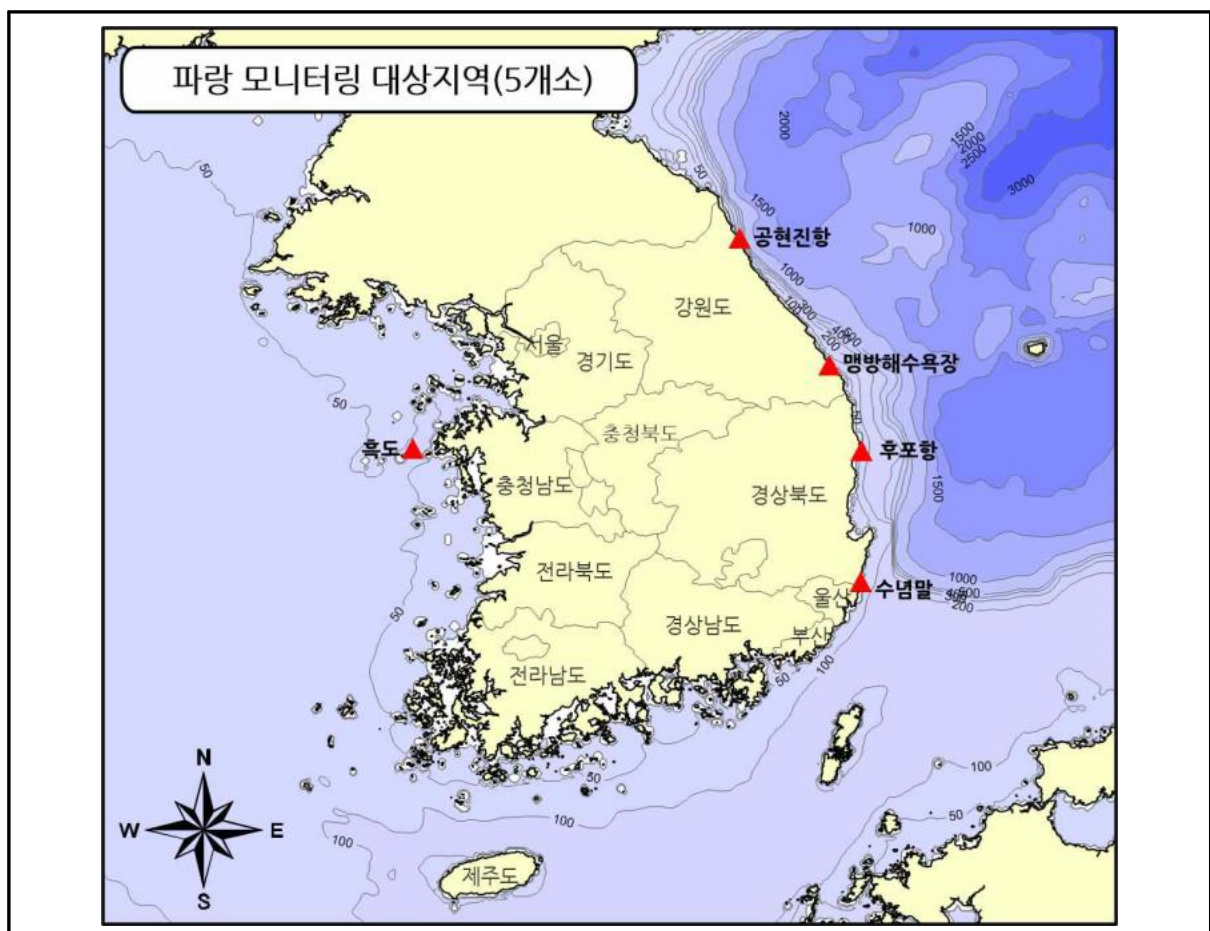
## 제1장 파랑 모니터링 개요

### 1.1 목적

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

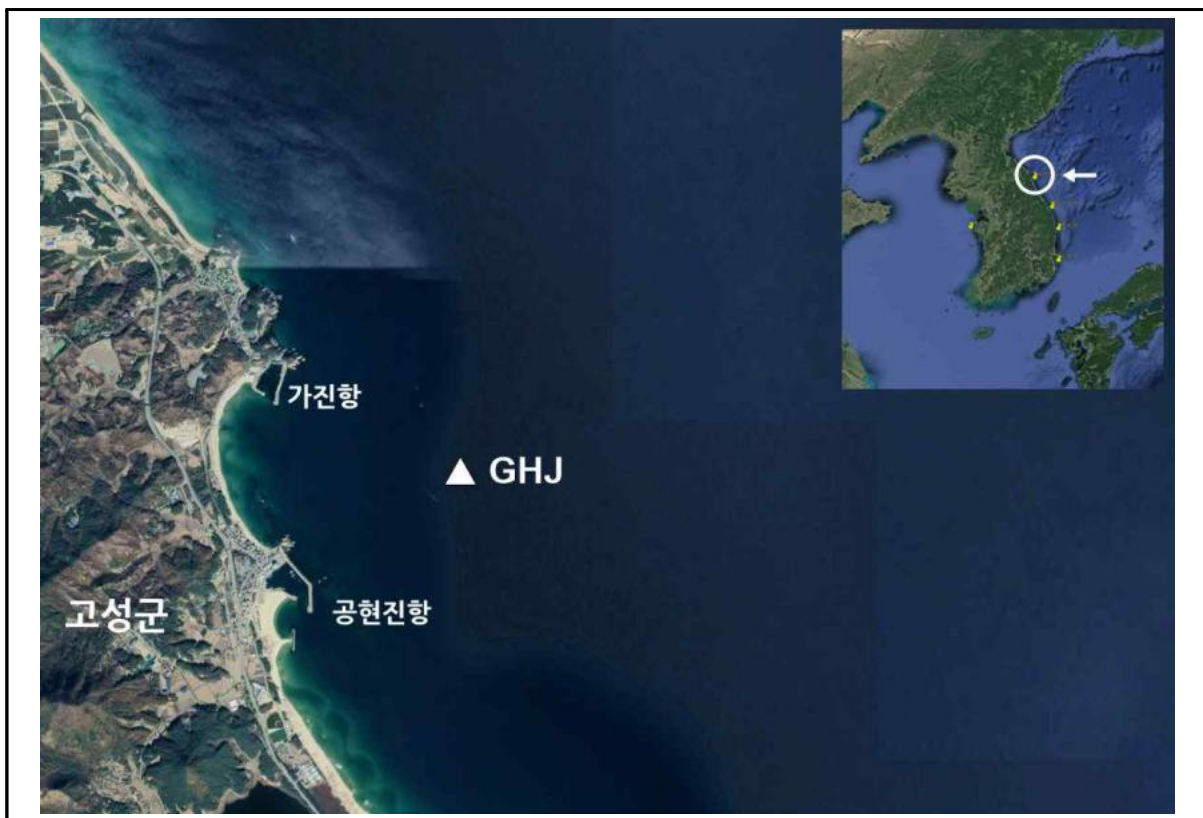
파랑 모니터링 대상지역은 <그림 1-1>과 <표 1-1>에 정리하였다.



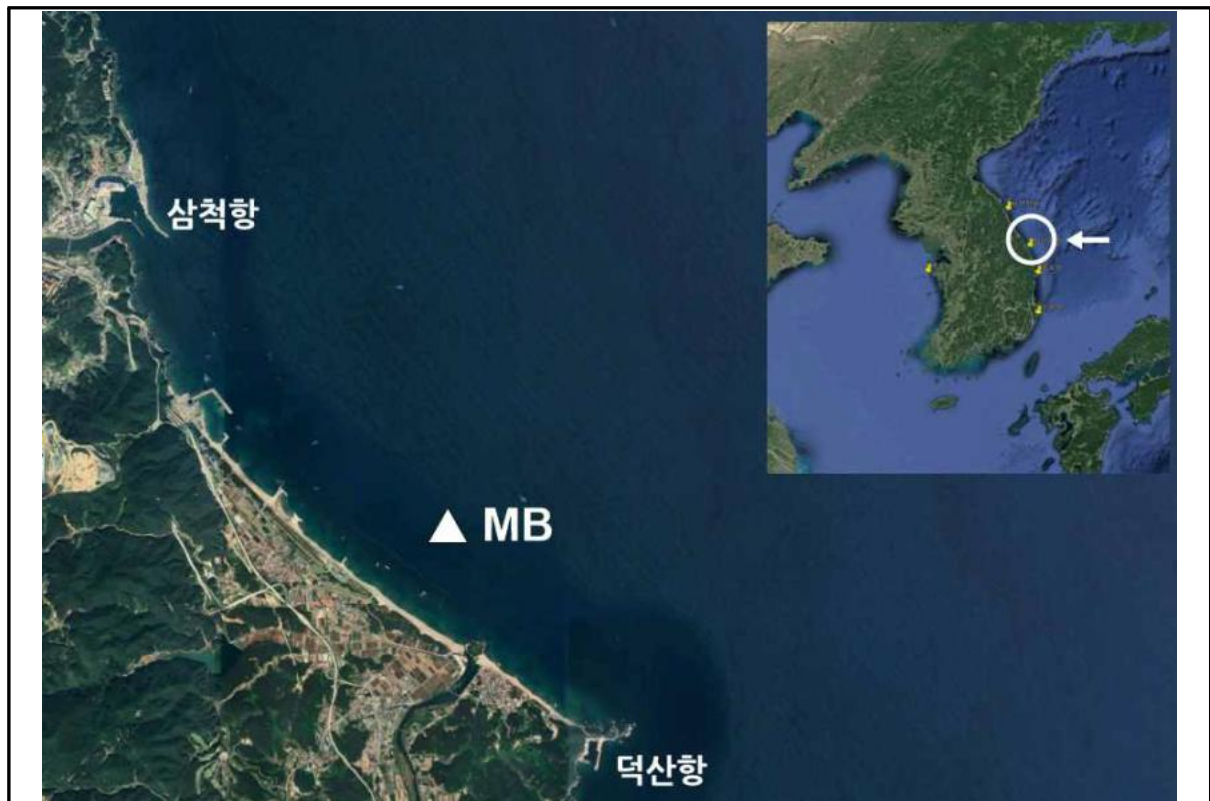
<그림 1-1> 파랑 모니터링 5개소 위치도

〈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)



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



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





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



〈그림 1-6〉 파랑 관측 위치도(충청남도 태안군 흑도 인근 해역)



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

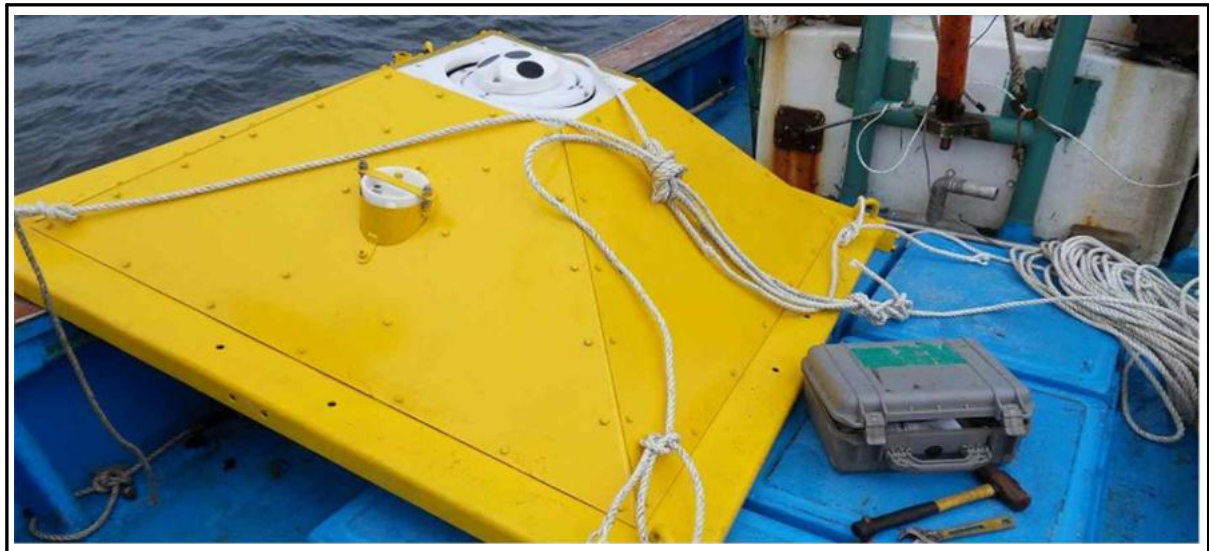
## 제2장 관측기기(파고·파향계, AWAC)

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

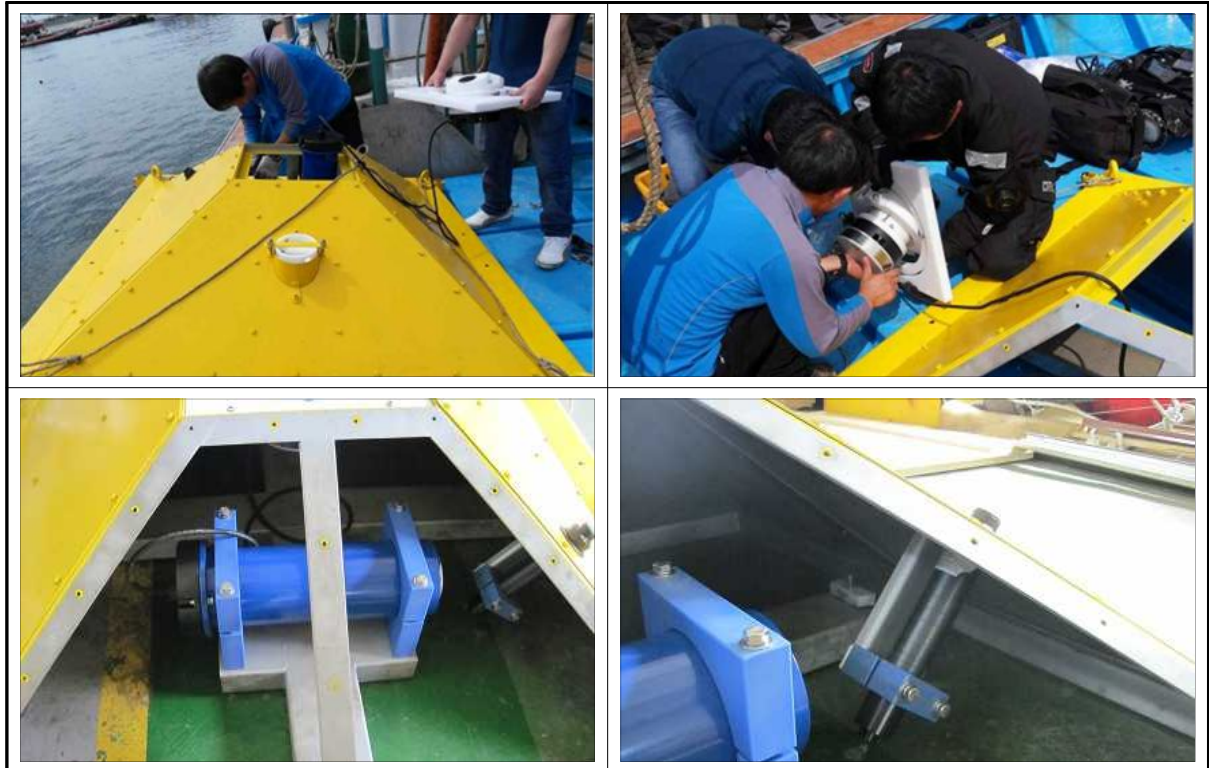
User control

Handled via "AWAC" software, NIPtalk or ActiveX controls

### 제3장 현장 설치

5개 관측 정점에서 파고·파향계를 설치하는 모습을 촬영한 사진자료를 <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 공현진항에서의 20~22차 자료 회수 시 잠수부가 확인한 바에 따르면 거치대를 포함한 관측 장비의 특별한 이상 징후는 없었으며 자료 분석 결과 자료의 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 한편, 1~19차 회수 및 재설치 작업에 대해서는 기존 보고서(2016~2022년)에 수록하였다.

#### 2) 강원도 삼척(맹방 해수욕장)

강원도 삼척시 맹방에서 27~29차 자료 회수 시 잠수부가 확인한 바에 따르면 2023년 2월 23일 27차 자료 회수 시 설치대가 전도된 것을 확인하였으며 일부 기간의 자료 불량을 확인하였다. 한편, 1~26차 자료 회수 및 재설치 작업에 대해서는 기존 보고서(2013~2022년)에 수록하였다. 27차 자료 회수 시 설치대의 전도를 확인한 직후 복구 작업을 완료하였으며 2023년 5월 18일 28차 자료 회수 시 추가로 보강작업을 실시하였다.

#### 3) 경상북도 울진(후포)

경상북도 울진군 후포항에서의 30~32차 자료 회수 시 잠수부가 확인한 바에 따르면 거치대를 포함한 관측 장비의 특별한 이상 징후는 없었으며 자료 분석 결과 자료의 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 한편, 1~29차 회수 및 재설치 작업에 대해서는 기존 보고서(2015~2022년)에 수록하였다.

#### 4) 경상북도 경주(수념말)

경상북도 경주시 수념말에서의 25~27차 자료 회수 시 잠수부의 보고에 따르면 거치대를 포함한 관측 장비의 특별한 이상 징후는 없었으며 자료 분석 결과 자료의 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 한편, 1~24차 회수 및 재설치 작업에 대해서는 기존 보고서(2014~2022년 보고서)에 수록하였다.

#### 5) 충청남도 태안(흑도)

충청남도 태안군 흑도에서의 25~27차 자료 회수 시 잠수부의 보고에 따르면 2023년 10월 23일 27차 자료 회수 후 검토 시 결측이 확인되었다. 결측의 원인파악을 위해 제조사에 정밀 검사를 의뢰하였으며, 검사 결과 메인보드의 고장으로 확인되어 메인보드 교체 등의 수리를 실시하였다. 한편, 1~24차 회수 및 재설치 작업에 대해서는 기존

보고서(2014~2022년 보고서)에 수록하였다. 본 보고서에는 수록되지는 않았지만 결측기간의 자료는 동시 관측한 수압식 파고계의 자료를 활용하여 대체할 예정이다.

## 4.2 파랑 관측자료 분석

### 1) 강원도 고성군(공현진항)

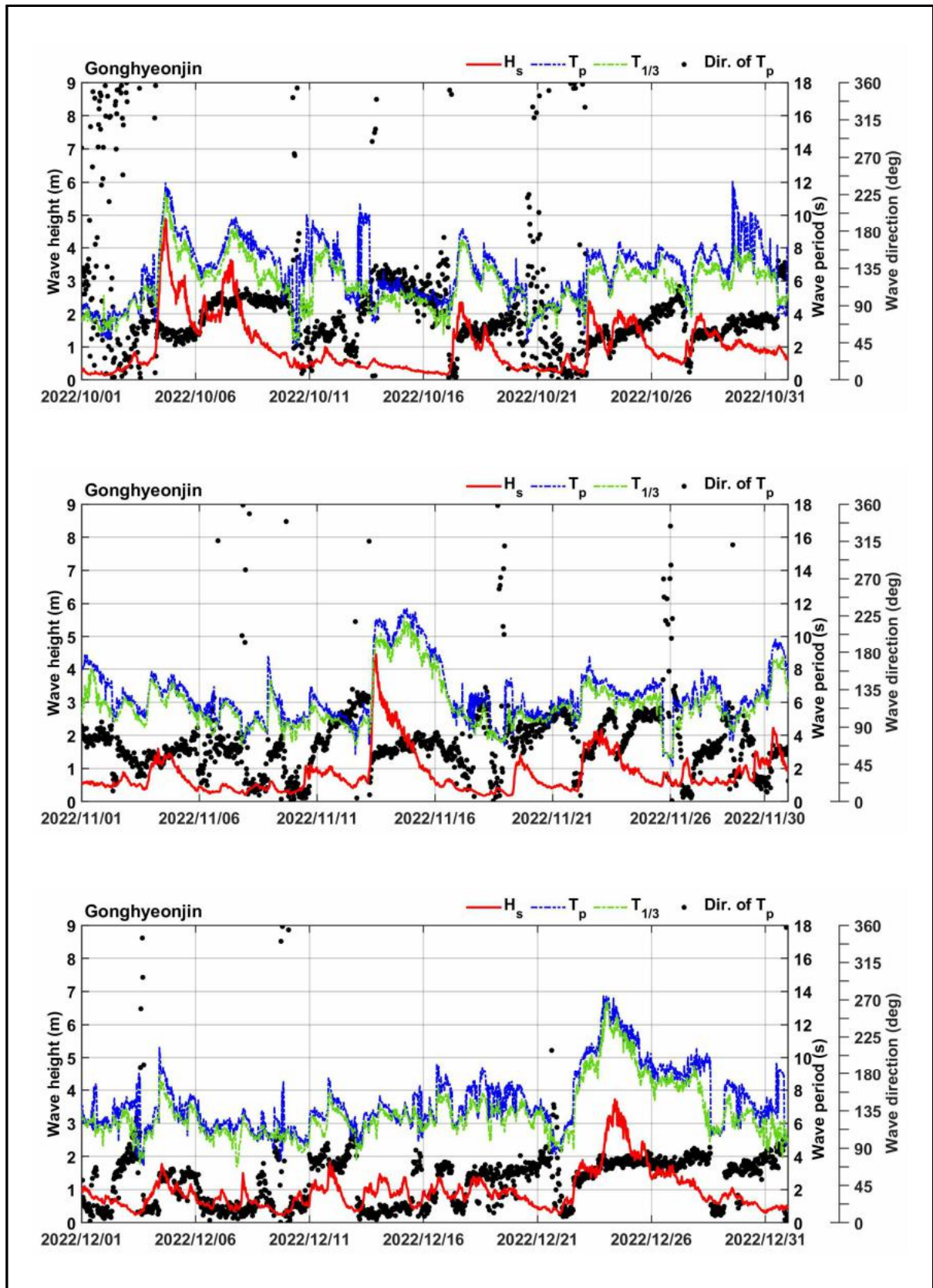
〈그림 1-2〉에 표시된 정점 GHJ에서 노르웨이 Nortek社의 초음파식 파고·파향계인 AWAC으로 관측된 원시자료를 제작사에서 제공하는 해석 프로그램(Storm64)를 사용하여 분석하였다. 30분 간격으로 관측된 유의파고( $H_{m0}$  or  $H_s$ ), 침두주기( $T_p$ ) 및 침두파향( $\theta_p$ )을 〈그림 4-1〉~〈그림 4-5〉에 도시하였다.

전체 관측기간 중 기록된 최대 유의파고( $H_{m0}$ )는 2020년 제10호 태풍 HAISHEN (2010)의 영향을 받은 2020년 9월 7일 15시 30분에 기록된 6.71 m( $T_p = 10.4s$ ,  $\theta_p = S70.7^\circ E$ )로 나타났다. 금번 관측기간 중 기록된 최대 유의파고( $H_{m0}$ )는 2023년 1월 14일 17시에 기록된 5.09 m( $T_p = 11.3s$ ,  $\theta_p = N58.1^\circ E$ )로 나타났다.

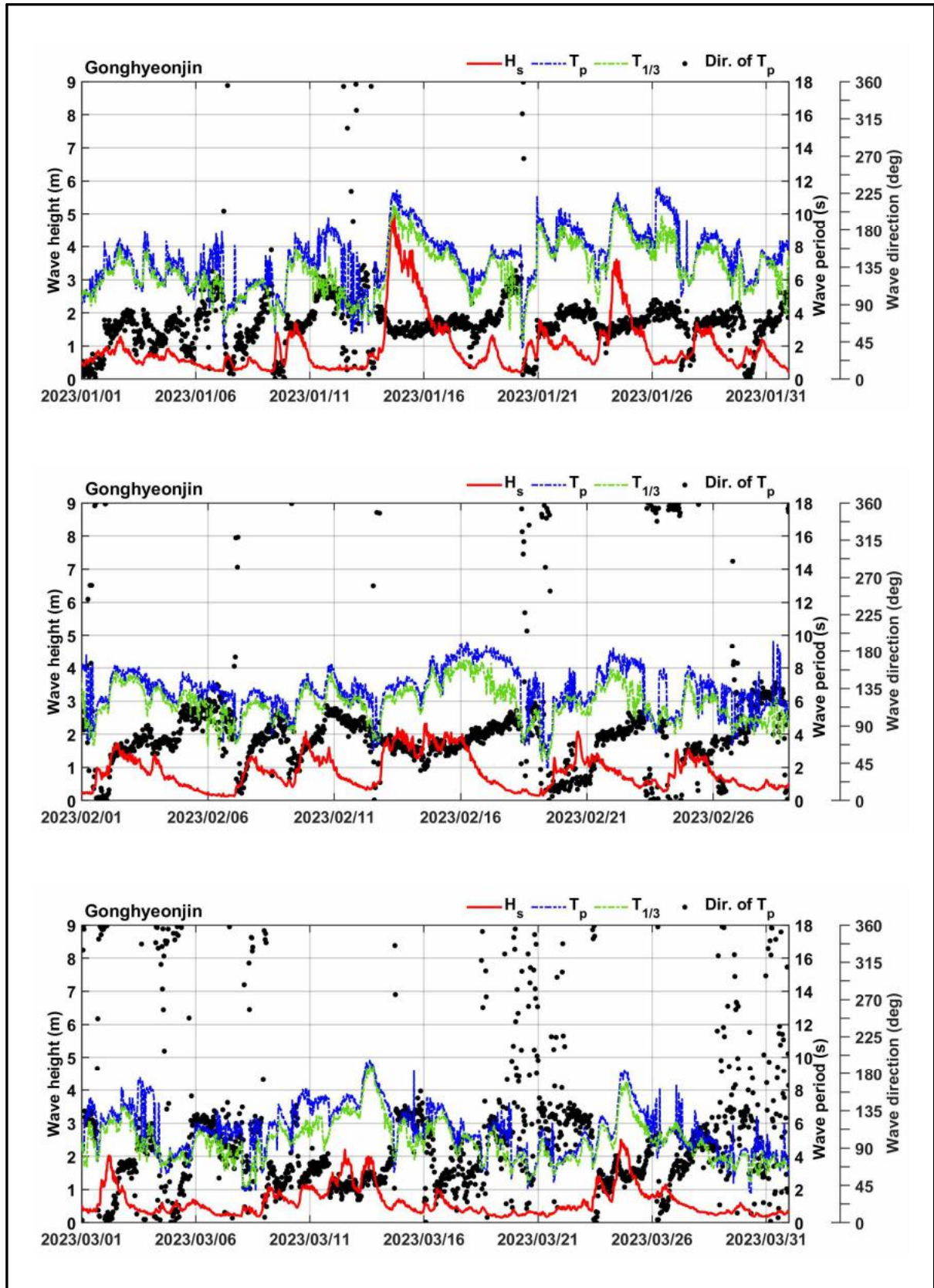
전체자료에 대한 파향별 출현율을 〈표 4-1〉에 정리하였으며 파랑장미도를 〈그림 4-6〉에 도시하였다. 관측자료 분석결과 16방위 분할을 기준으로 할 때 파향 ENE가 주파향으로 나타났다. 파향 ENE의 출현율이 25.2%로 가장 높았으며 NE, E, ESE, SE의 출현율이 각각 13.3%, 17.6%, 13.7%, 11.1%로 나타났다. 주파향 ENE를 제외하면 내습빈도가 높은 파향 NE부터 SE까지 상당히 넓고 고르게 분포하는 것으로 나타났다. 파향 NE부터 SE의 출현율을 합하면 80.8%로 나타났다.

침두주기 및 유의파고 구간별 출현빈도를 〈표 4-2a〉와 〈표 4-2b〉에 제시하였다. 유의파고 구간별 출현율은 0.25~0.75 m 구간에서 53.0%, 0.75~1.25 m에서 23.6%로 나타났으며, 이들의 출현율 합이 76.6%로 나타났다. 침두주기별 출현율은 6~8초 구간에서 37.4%, 4~6초 구간에서 35.8%, 8~10초 구간에서 14.2%로 나타났으며, 이들의 출현율 합이 87.4%로 나타났다.



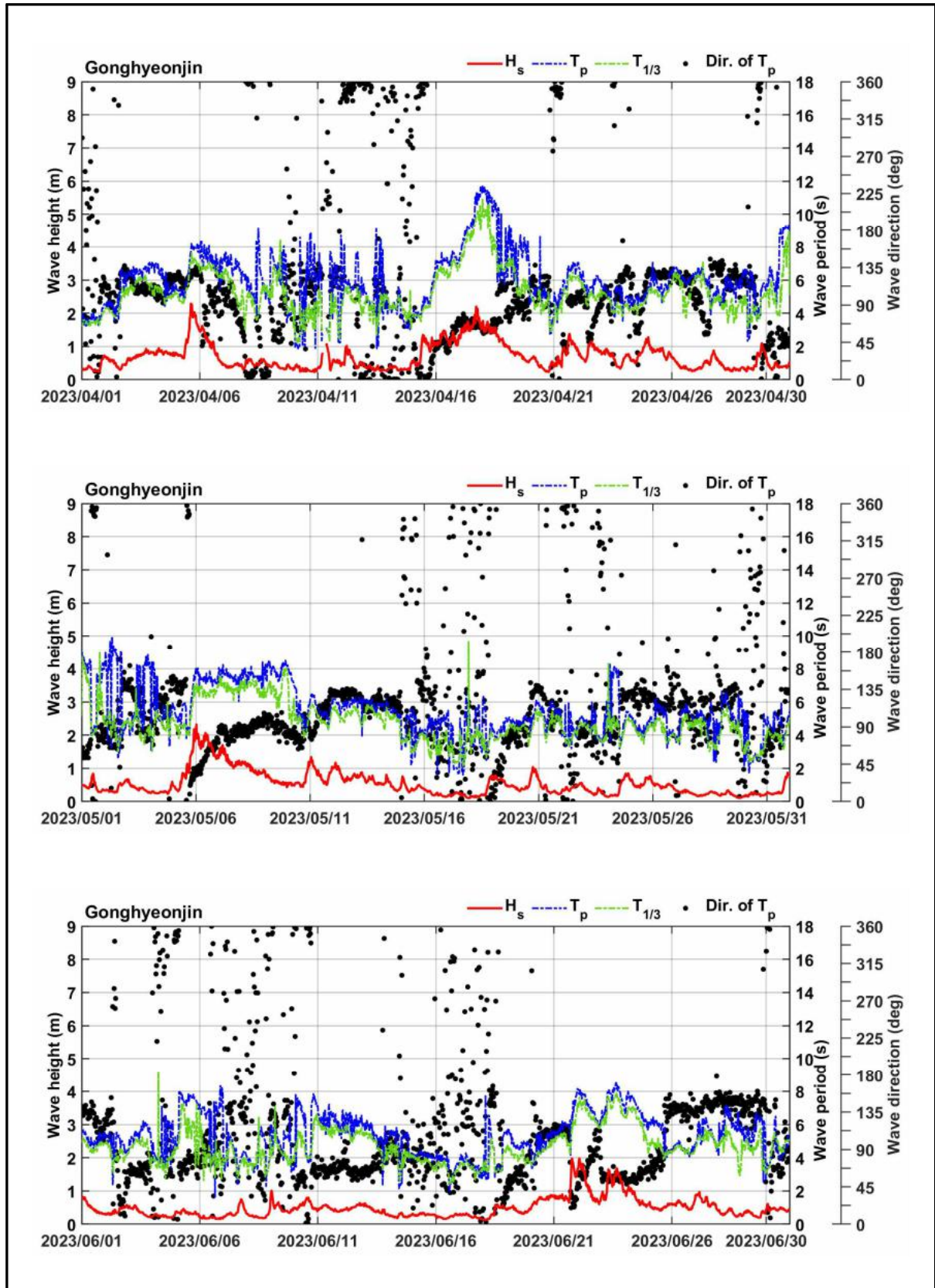


〈그림 4-1〉 2022년 10월~12월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성)

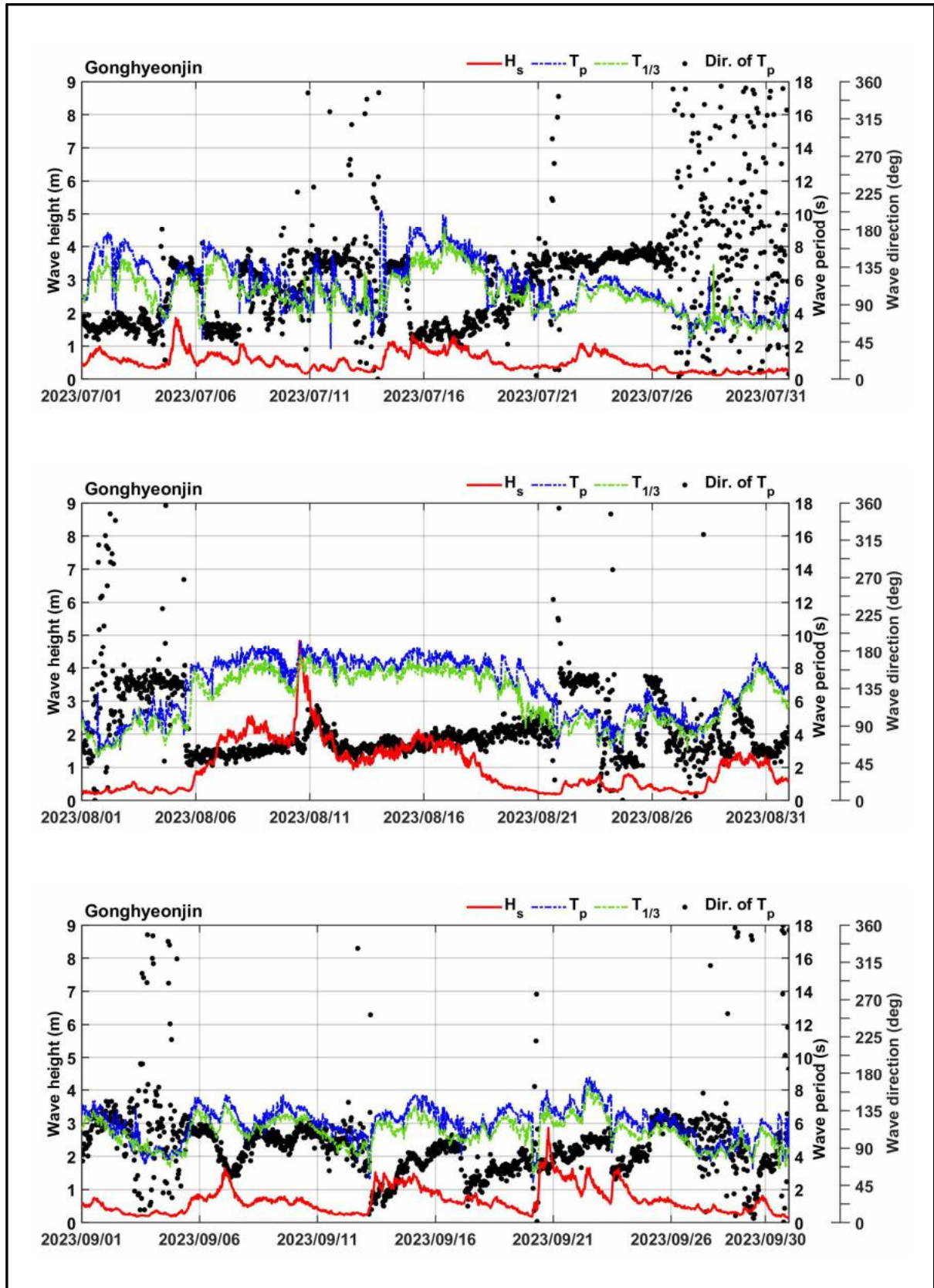


〈그림 4-2〉 2023년 1월~3월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성)

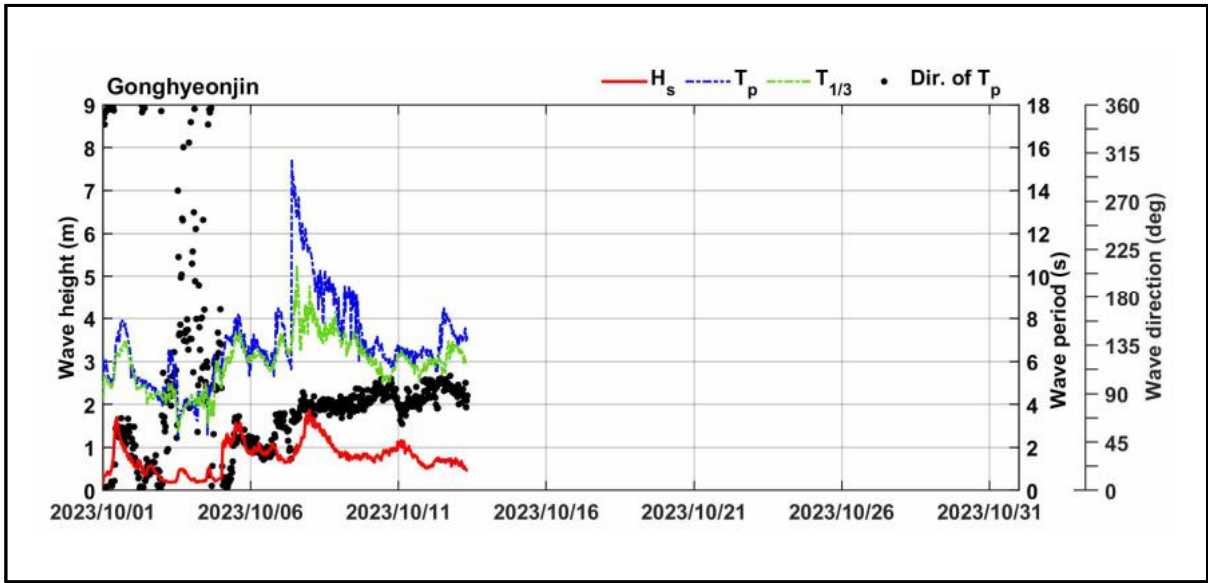




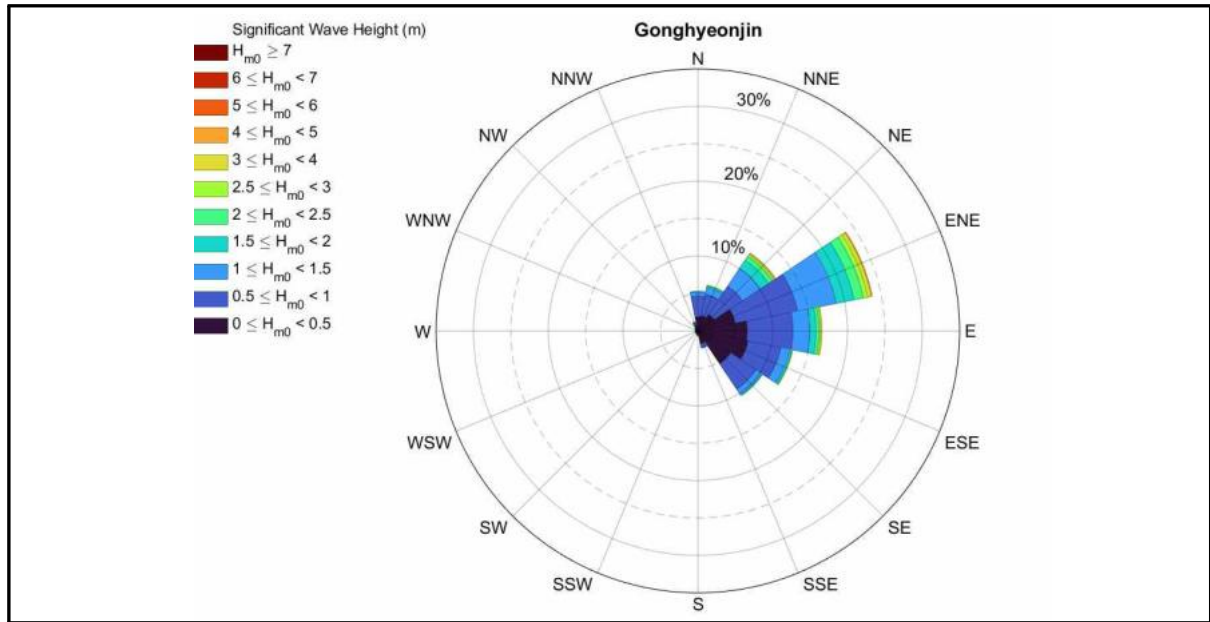
〈그림 4-3〉 2023년 4월~6월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성)



〈그림 4-4〉 2023년 7월~9월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성)



〈그림 4-5〉 2023년 10월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(고성)



〈그림 4-6〉 파랑장미도(고성 공현진, 2016/04/29~2023/10/13)

〈표 4-1〉 파향별 출현빈도와 출현율(고성 공현진, 2016/04/29~2023/10/13)

파향	출현빈도	출현율(%)	비 고
N	6,914	5.61	
NNE	8,144	6.61	
NE	16,344	13.26	■ NE~SE : 80.8%
ENE	31,047	25.19	
E	21,656	17.57	
ESE	16,874	13.69	
SE	13,615	11.05	
SSE	3,072	2.49	
S	817	0.66	
SSW	558	0.45	
SW	499	0.40	
WSW	517	0.42	
W	472	0.38	
WNW	461	0.37	
NW	647	0.52	
NNW	1,622	1.32	
전체합계	100,599	100.00	

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

계	8,404	65,378	29,073	11,588	4,446	2,178	1,129	563	277	138	57	26	-	2	-	-	-	-	123,259
주기 구간 [sec]	14~16	2	3	2															7
	12~14	1	37	106	60	38	27	35	26	34	21	6	1						392
	10~12	9	679	678	674	652	694	417	266	159	88	46	23	2					4,387
	08~10	280	4,106	4,750	4,111	2,199	1,077	602	258	84	29	5	2						17,503
	06~08	1,322	20,531	16,338	5,957	1,520	378	75	13										46,134
	04~06	3,896	32,410	6,967	784	37	2												44,096
	02~04	2,787	7,331	231															10,349
	00~02	109	282																391
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 4-2(b)〉 고성군 공현진 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 출현율(%)

계	6.82	53.04	23.59	9.40	3.61	1.77	0.92	0.46	0.22	0.11	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
주기 구간 [sec]	14~16	0.00	0.00	0.00															0.01
	12~14	0.00	0.03	0.09	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00						0.32
	10~12	0.01	0.55	0.55	0.55	0.53	0.56	0.34	0.22	0.13	0.07	0.04	0.02	0.00					3.56
	08~10	0.23	3.33	3.85	3.34	1.78	0.87	0.49	0.21	0.07	0.02	0.00	0.00						14.20
	06~08	1.07	16.66	13.26	4.83	1.23	0.31	0.06	0.01										37.43
	04~06	3.16	26.29	5.65	0.64	0.03	0.00												35.78
	02~04	2.26	5.95	0.19															8.40
	00~02	0.09	0.23																0.32
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]																			

## 2) 강원도 삼척시(맹방 해수욕장)

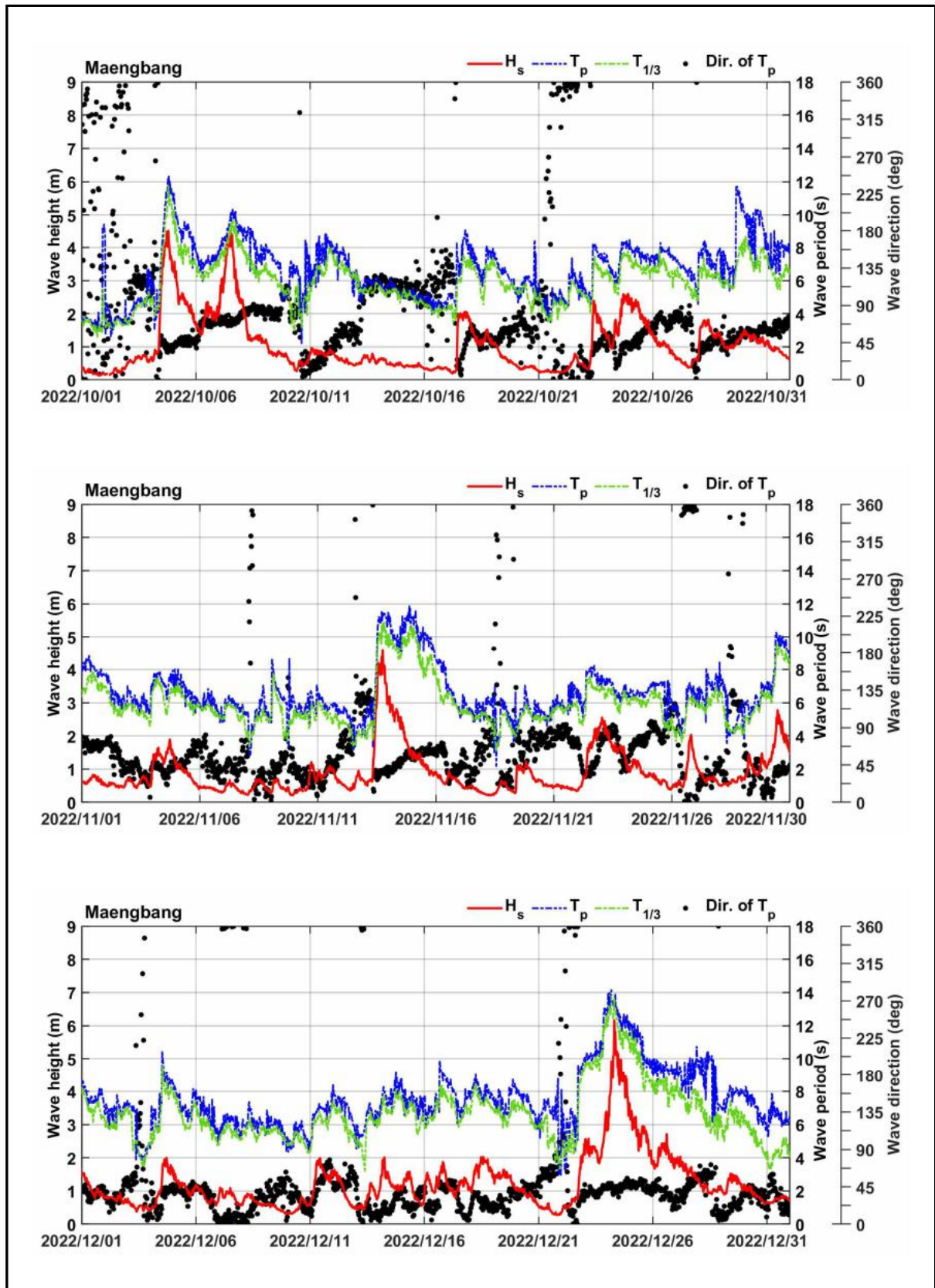
〈그림 1-3〉에 표시된 정점 MB에서 노르웨이 Nortek社의 초음파식 파고·파향계인 AWAC으로 관측된 원시자료를 제작사에서 제공하는 해석 프로그램(Storm64)를 사용하여 분석하였다. 30분 간격으로 관측된 유의파고( $H_{m0}$  or  $H_s$ ), 침두주기( $T_P$ ) 및 침두파향( $\theta_p$ )을 〈그림 4-7〉~〈그림 4-11〉에 도시하였다.

전체 관측기간 중 기록된 최대 유의파고( $H_{m0}$ )는 금번 관측기간 중 2022년 12월 24일 7시 30분에 기록된 6.16 m( $T_P = 13.1s$ ,  $\theta_p = N41.3^\circ E$ )로 나타났다.

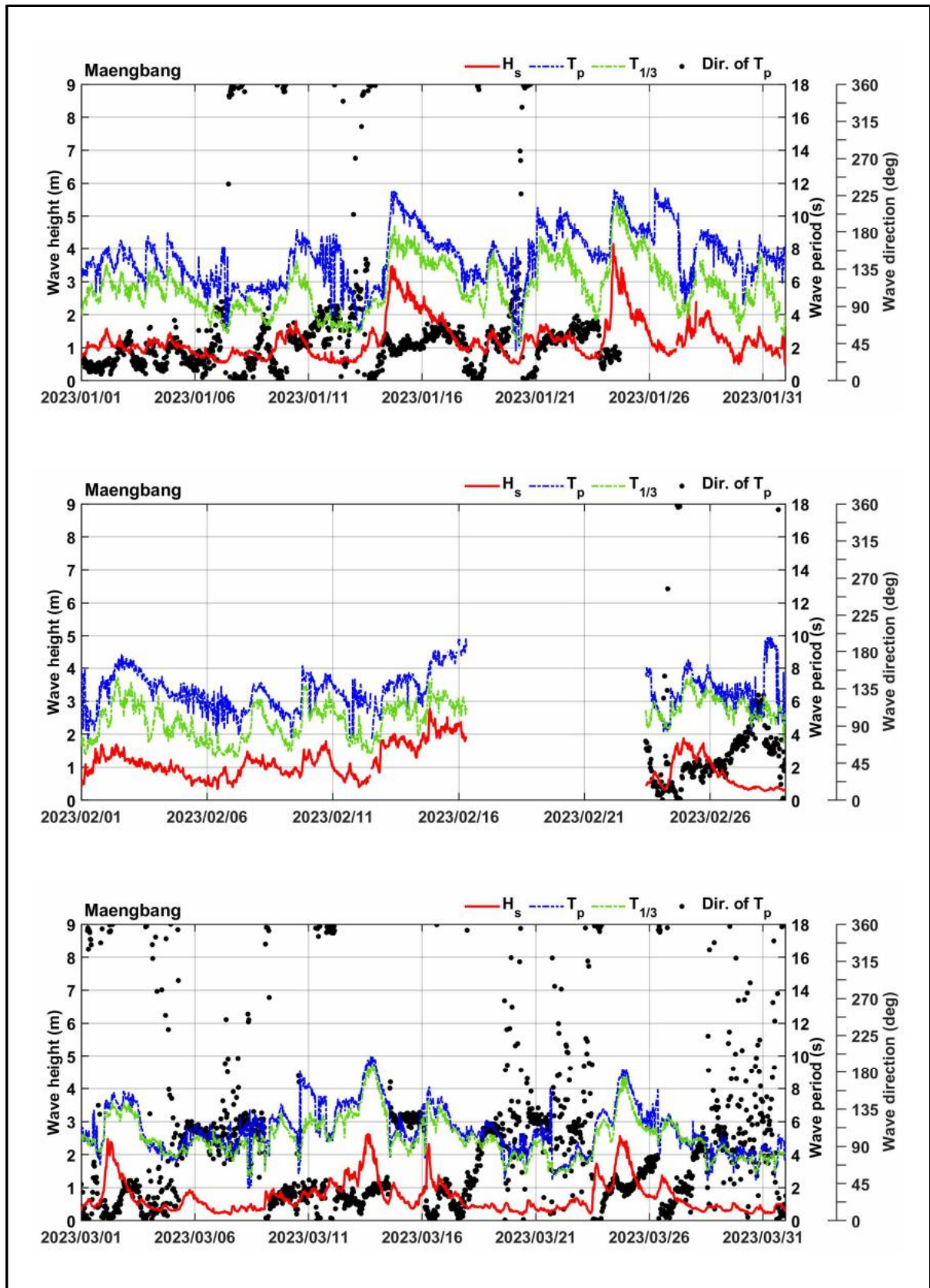
전체자료에 대한 파향별 출현율을 〈표 4-3〉에 정리하였으며 파랑장미도를 〈그림 4-12〉에 도시하였다. 관측자료 분석결과 16방위 분할을 기준으로 할 때 출현율은 파향 NE가 28.5%로 가장 높았으며, 파향 NNE가 16.7%, 파향 ENE가 19.1%, 파향 E가 12.0%로 나타났다. 파향 NNE~E 등 NE 계열 파향의 출현율을 합하면 76.2%로 나타났다.

침두주기 및 유의파고 구간별 출현빈도를 〈표 4-4a〉와 〈표 4-4b〉에 제시하였다. 유의파고 구간별 출현율은 0.25~0.75 m 구간에서 48.2%, 0.75~1.25 m에서 24.4%, 1.25~1.75 m의 구간에서 10.9%로 나타났으며, 이들의 출현율 합이 83.5%로 나타났다. 침두주기별 출현율은 6~8초 구간에서 38.4%, 4~6초 구간에서 32.2%, 8~10초 구간에서 15.9%로 나타났으며, 이들의 출현율 합이 86.5%로 나타났다.



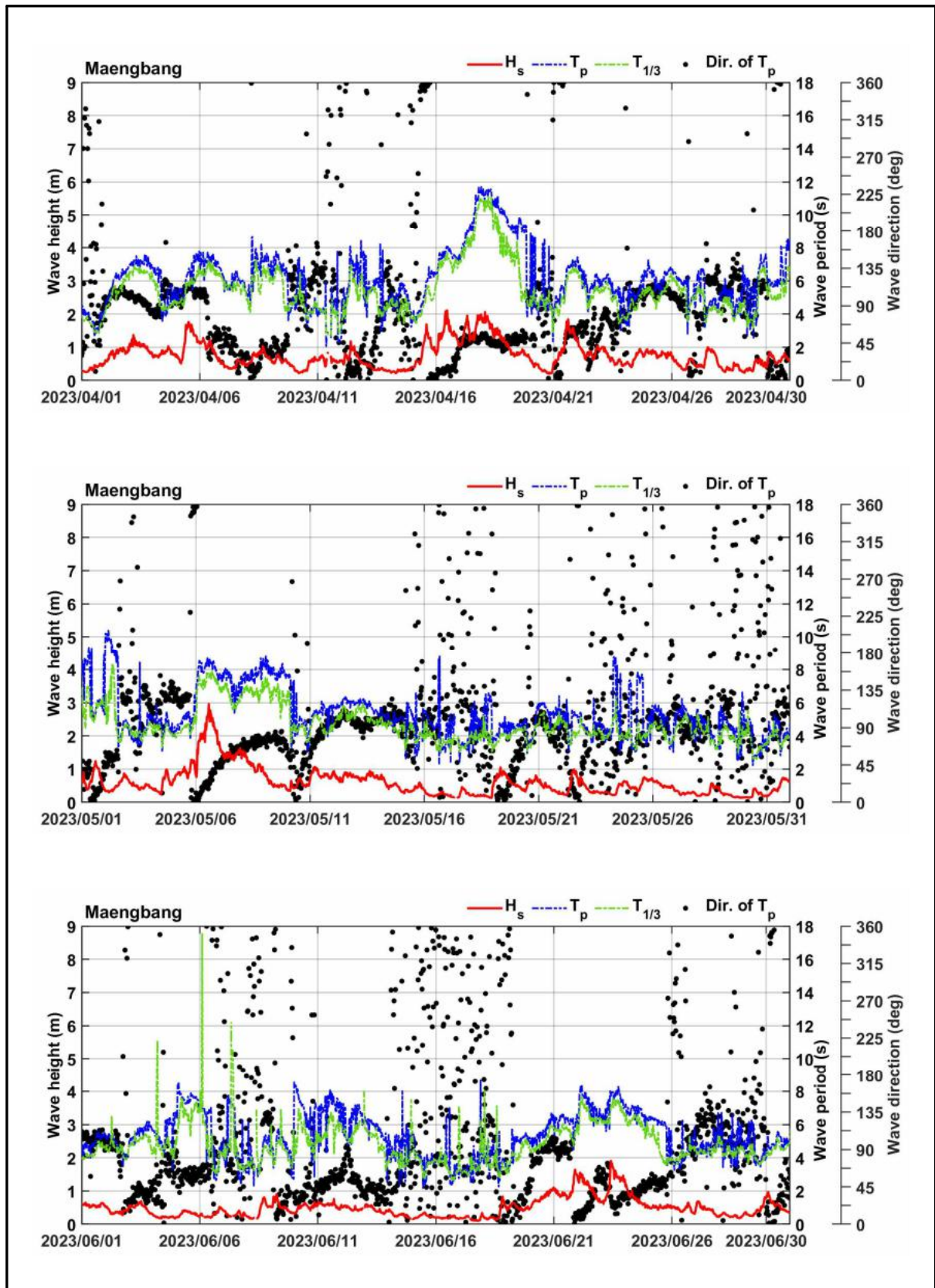


〈그림 4-7〉 2022년 10월~12월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척)

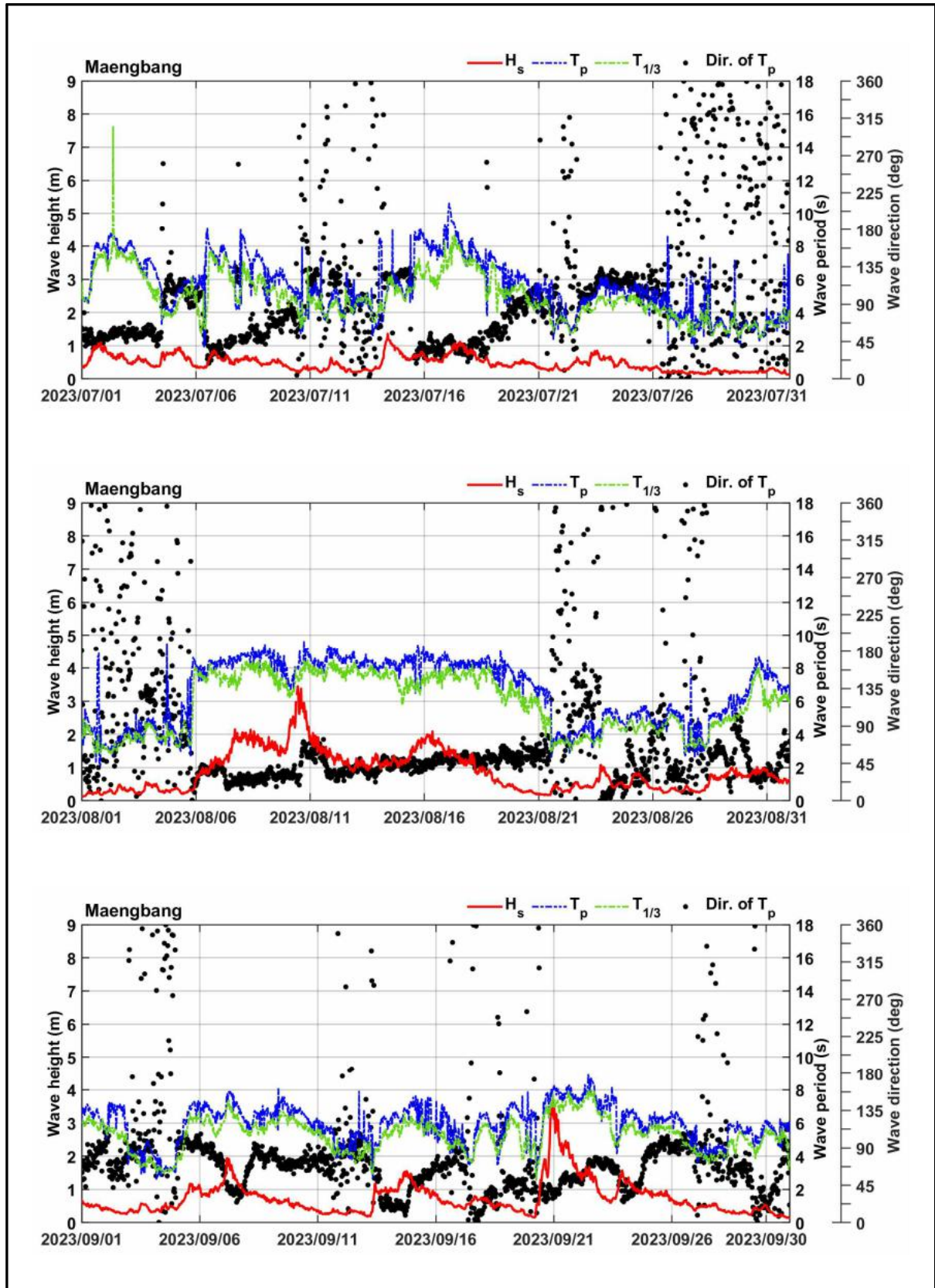


〈그림 4-8〉 2023년 1월~3월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척)

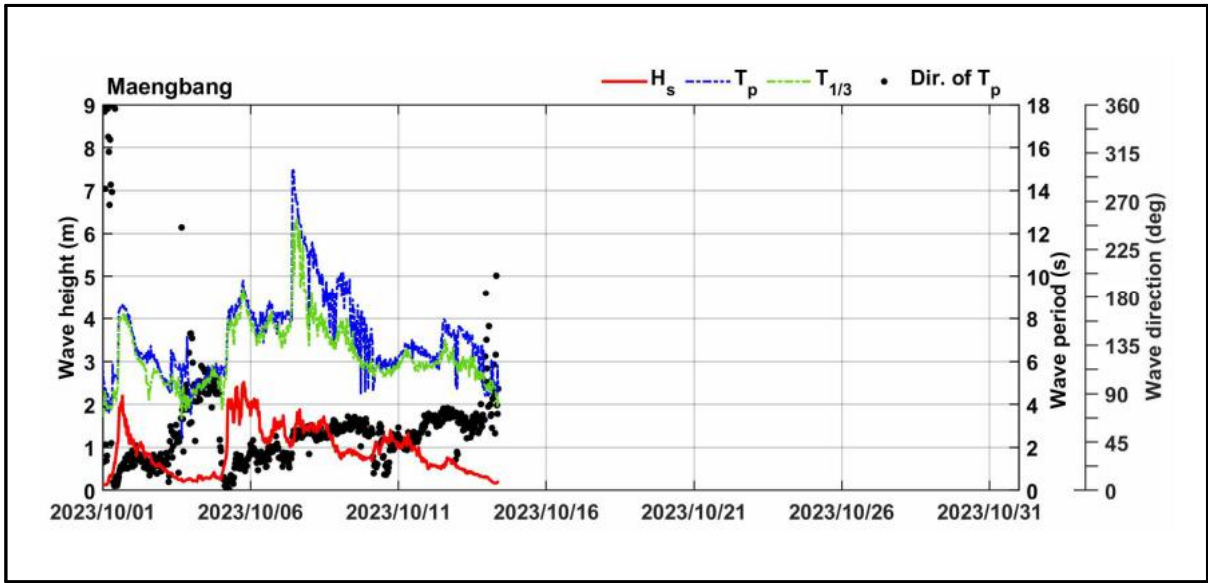




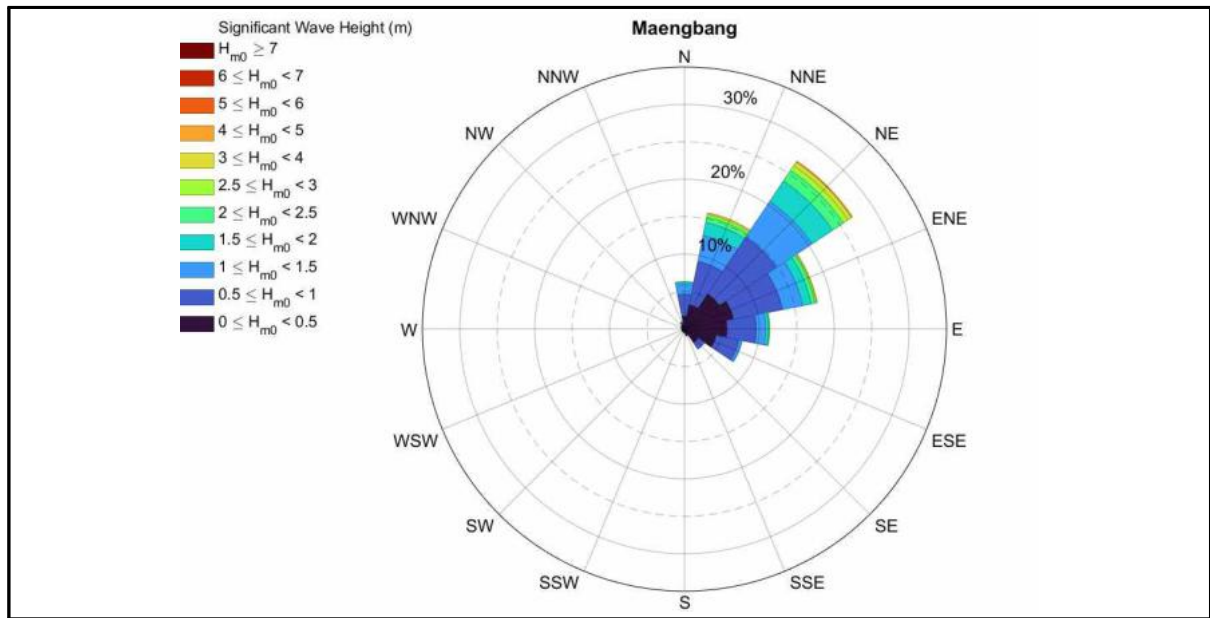
〈그림 4-9〉 2023년 4월~6월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척)



〈그림 4-10〉 2023년 7월~9월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척)



〈그림 4-11〉 2023년 10월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(삼척)



〈그림 4-12〉 파랑장미도(삼척 맹방해수욕장, 2013/09/27~2023/10/14)

〈표 4-3〉 파향별 출현빈도와 출현율(삼척 맹방해수욕장, 2013/09/27~2023/10/14)

파향	출현빈도	출현율(%)	비 고
N	11,172	6.69	
NNE	27,862	16.69	■ NNE~E : 76.2%
NE	47,506	28.46	
ENE	31,827	19.07	
E	20,049	12.01	
ESE	13,809	8.27	
SE	5,652	3.39	
SSE	1,644	0.98	
S	928	0.56	
SSW	780	0.47	
SW	699	0.42	
WSW	748	0.45	
W	686	0.41	
WNW	806	0.48	
NW	989	0.59	
NNW	1,766	1.06	
전체합계	166,923	100.00	

〈표 4-4(a)〉 삼척군 맹방해수욕장 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도

계	12,670	81,028	40,934	18,315	8,484	3,534	1,615	744	429	169	56	13	2	-	-	-	-	-	167,993
주기 구간 [sec]	14~16	1	8	1							1								11
	12~14	1	55	105	100	91	93	103	85	45	43	20	5	2					748
	10~12	25	786	1,150	1,147	1,267	891	686	362	267	104	27	8						6,720
	08~10	284	5,226	6,422	7,068	4,573	1,975	723	276	112	21	8							26,688
	06~08	1,592	26,329	24,484	8,985	2,483	574	103	21	5	1								64,577
	04~06	6,208	38,387	8,400	1,014	70	1												54,080
	02~04	4,526	10,195	365															15,086
	00~02	34	49																83
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 4-4(b)〉 삼척시 맹방해수욕장 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 출현율(%)

계	7.54	48.23	24.37	10.90	5.05	2.10	0.96	0.44	0.26	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.05	0.06	0.06	0.05	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00					0.45
	10~12	0.01	0.47	0.68	0.68	0.75	0.53	0.41	0.22	0.16	0.06	0.02	0.00						4.00
	08~10	0.17	3.11	3.82	4.21	2.72	1.18	0.43	0.16	0.07	0.01	0.00							15.89
	06~08	0.95	15.67	14.57	5.35	1.48	0.34	0.06	0.01	0.00	0.00								38.44
	04~06	3.70	22.85	5.00	0.60	0.04	0.00												32.19
	02~04	2.69	6.07	0.22															8.98
	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]																		



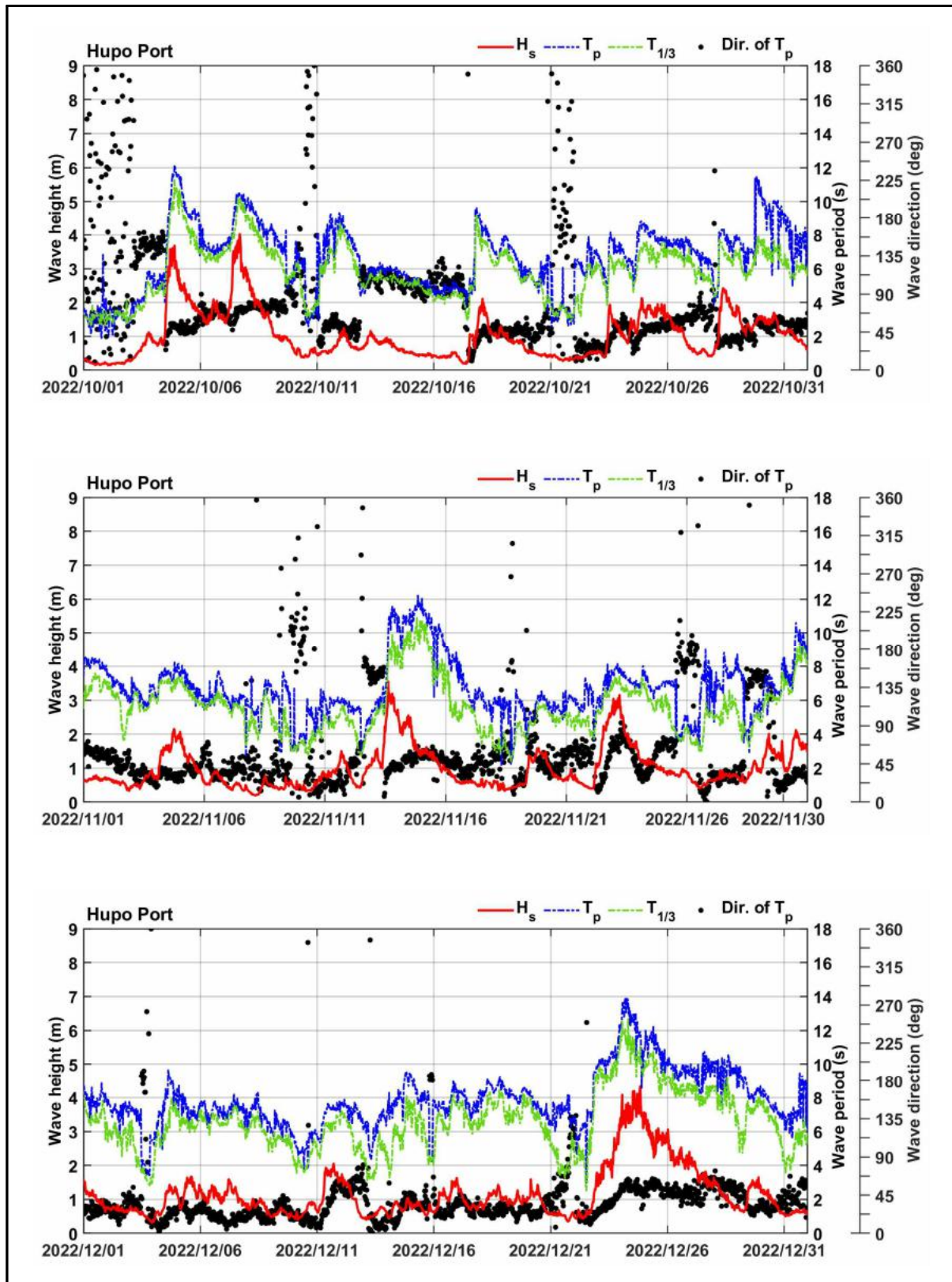
### 3) 경상북도 울진군(후포)

〈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  $H_s$ ), 침두주기( $T_p$ ) 및 침두파향( $\theta_p$ )을 〈그림 4-13〉~〈그림 4-17〉에 도시하였다.

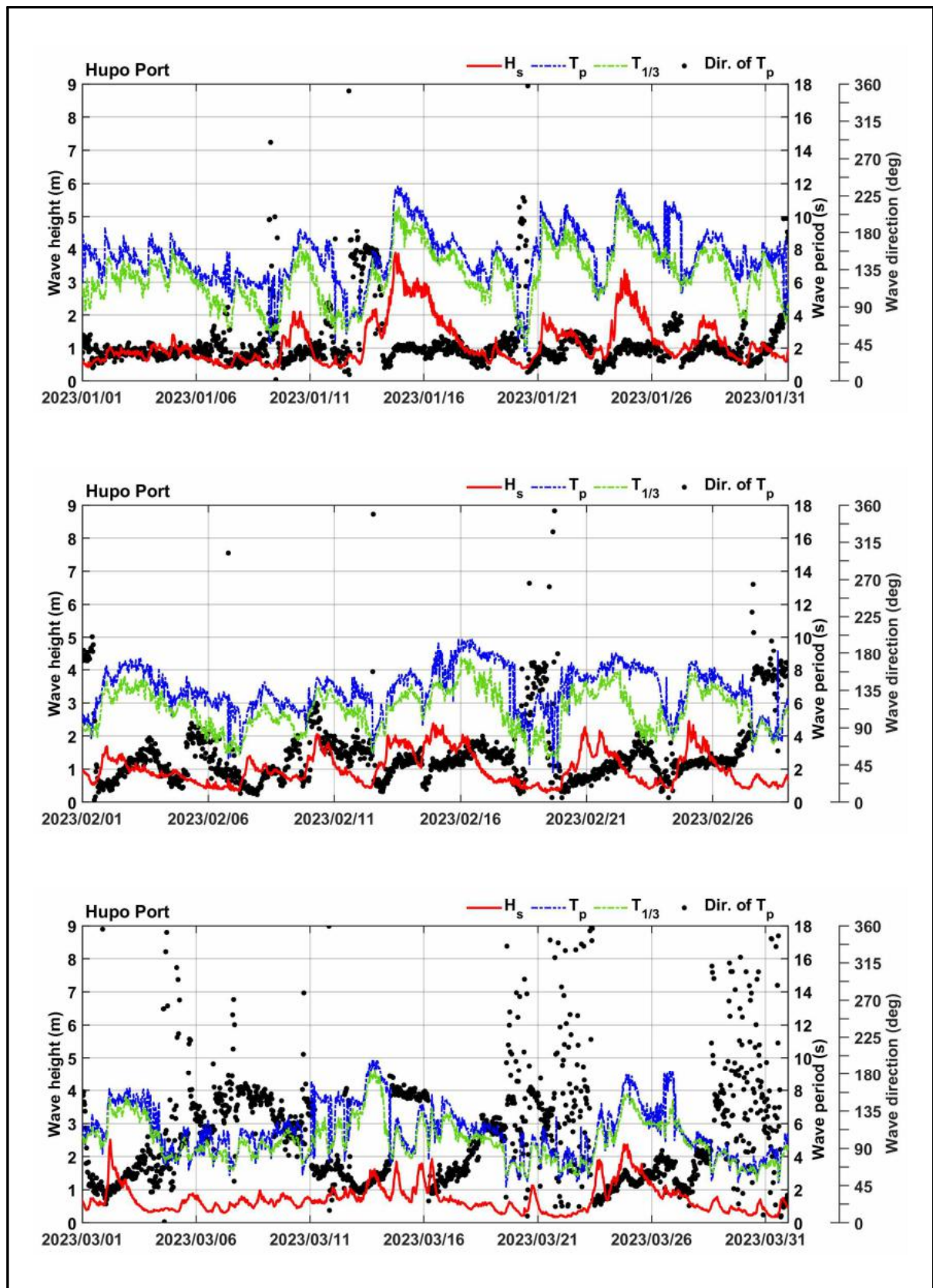
전체 관측기간 중 기록된 최대 유의파고( $H_{m0}$ )는 2020년 제9호 태풍 MAYSACK(2009)의 영향으로 8.55 m( $T_p = 10.9s$ ,  $\theta_p = S44.6^\circ E$ , 2020년 9월 3일 5시 30분)로 나타났다. 금번 관측기간 중 기록된 최대 유의파고( $H_{m0}$ )는 2023년 제7호 태풍 LAN(2307)의 영향으로 2023년 8월 10일 14시 30분에 기록된 5.56 m( $T_p = 9.7 s$ ,  $\theta_p = S30.6^\circ E$ )로 나타났다.

전체자료에 대한 파향별 출현율을 〈표 4-5〉에 정리하였으며 파랑장미도를 〈그림 4-18〉에 도시하였다. 관측자료 분석결과 16방위 분할을 기준으로 할 때 출현율은 파향 NE가 29.8%로 가장 높았으며 파향 NNE가 14.2%, 파향 ENE가 20.8%, 파향 E가 10.1%로 나타났다. 파향이 NNE~E를 중심으로 분포되어 있으며 이들 NE 계열의 파향의 출현율을 합하면 74.9%로 나타났다.

침두주기 및 유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율을 〈표 4-6a〉와 〈표 4-6b〉에 제시하였다. 유의파고 구간별 출현율은 0.25~0.75 m 구간에서 47.4%, 0.75~1.25 m에서 27.4%, 1.25~1.75 m에서 12.9%로 나타났으며, 이들의 합이 87.6%로 나타났다. 침두주기별 출현율은 6~8초 구간에서 38.8%, 4~6초 구간에서 30.7%, 8~10초 구간에서 16.2%로 나타났으며, 이들의 합이 85.7%로 나타났다.

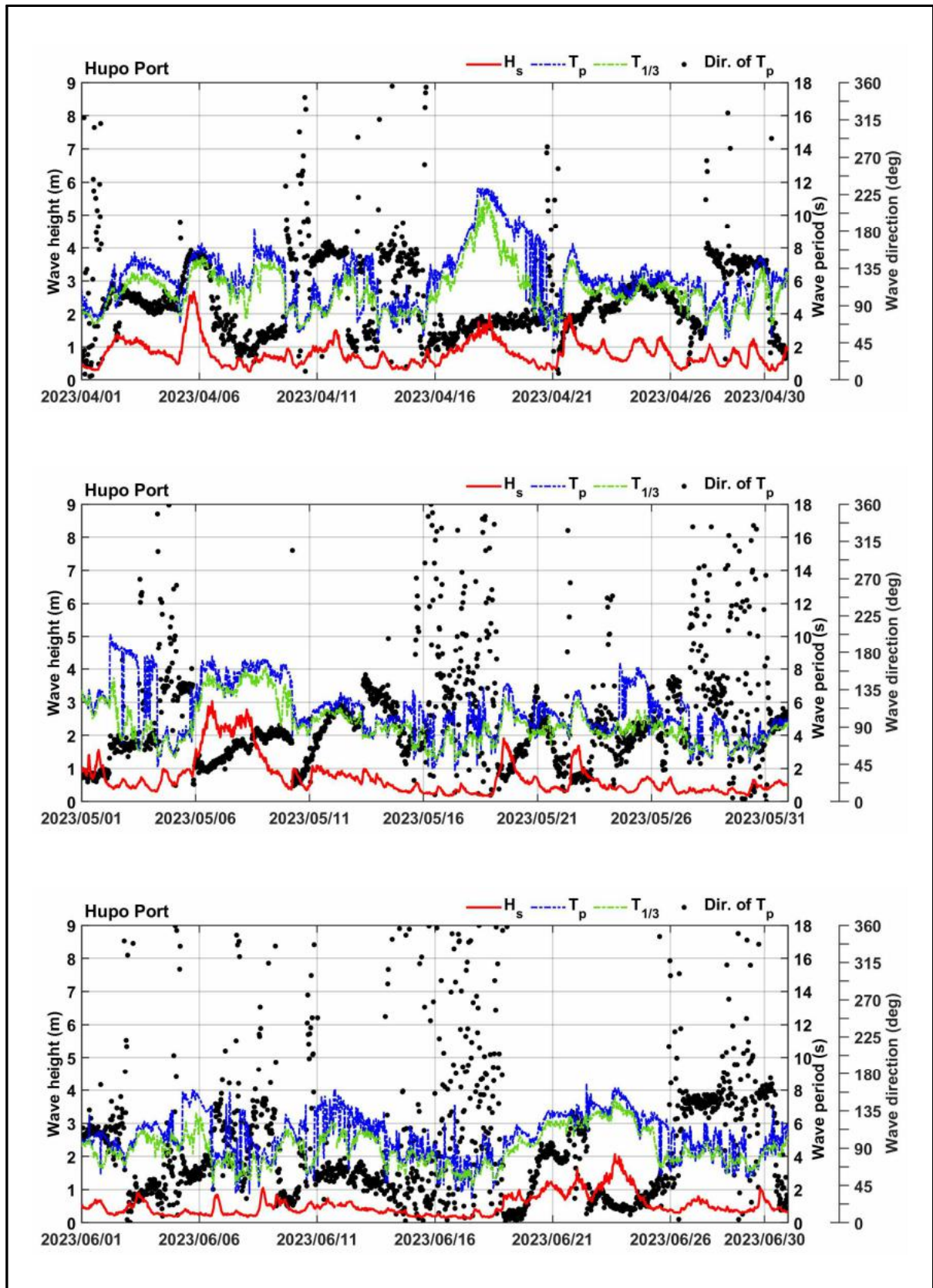


〈그림 4-13〉 2022년 10월~12월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진)

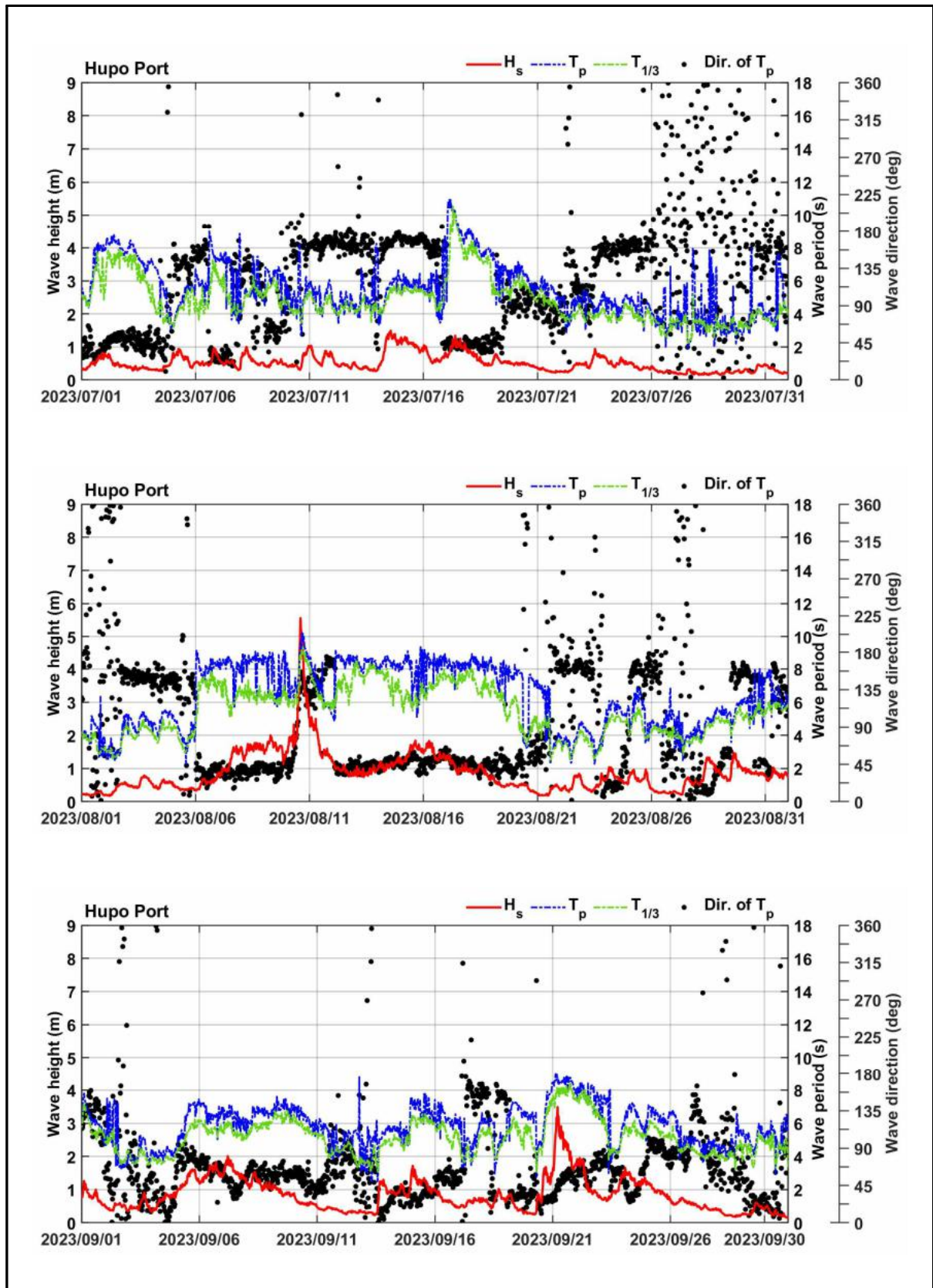


〈그림 4-14〉 2023년 1월~3월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진)

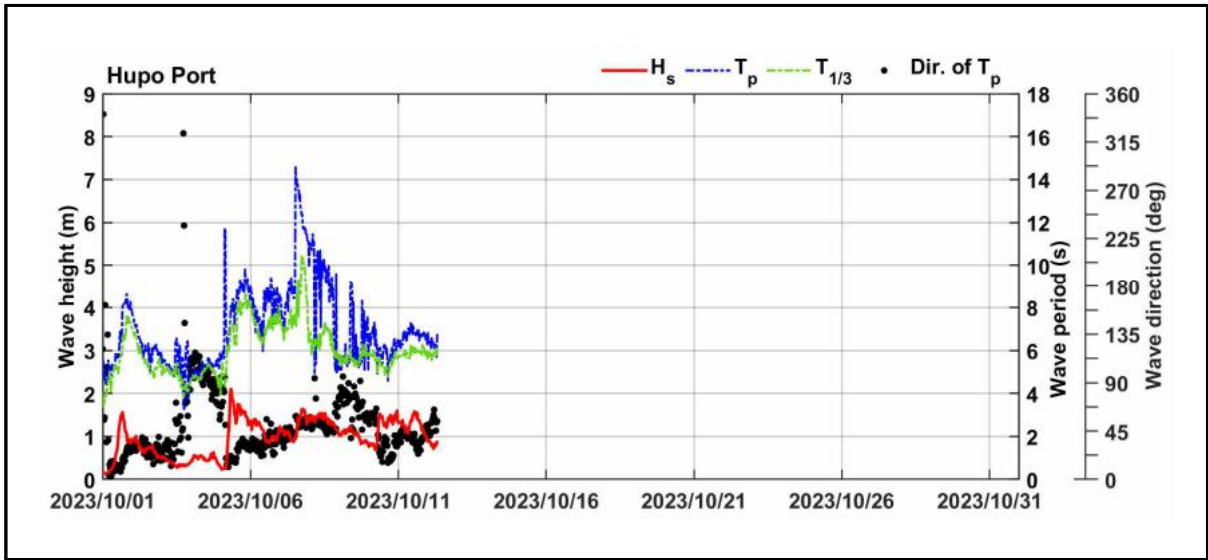




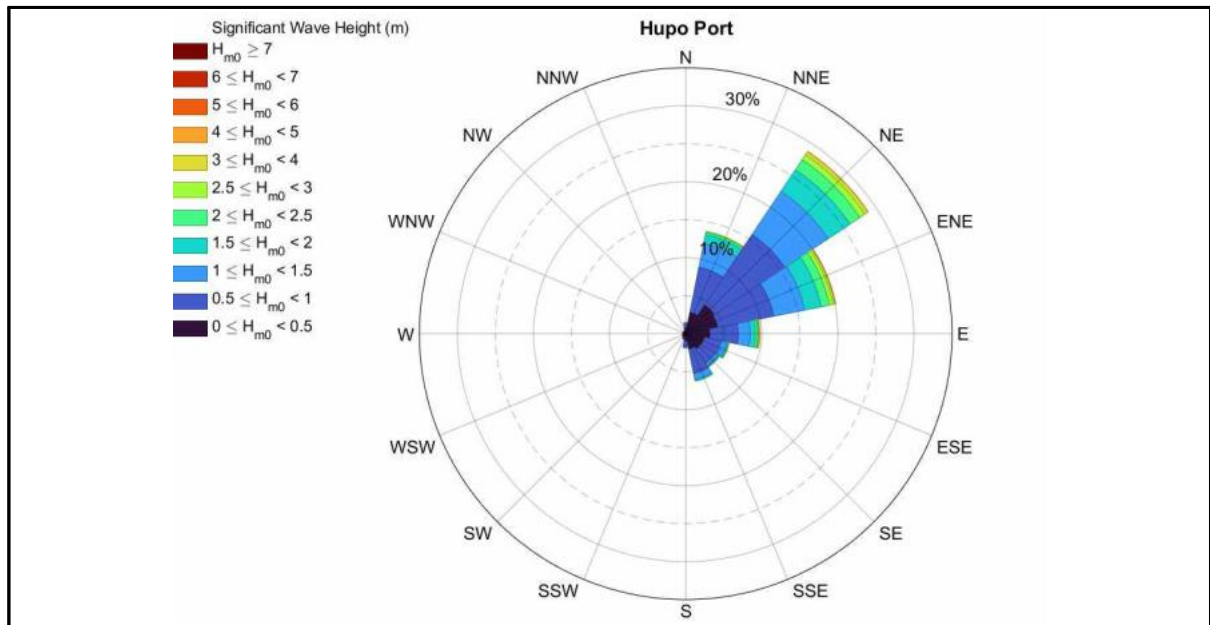
〈그림 4-15〉 2023년 4월~6월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진)



〈그림 4-16〉 2023년 7월~9월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진)



〈그림 4-17〉 2023년 10월~12월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(울진)



〈그림 4-18〉 파랑장미도(울진 후포, 2015/07/03~2023/10/12)

〈표 4-5〉 파향별 출현빈도와 출현율(울진 후포, 2015/07/03~2023/10/12)

파향	출현빈도	출현율(%)	비 고
N	2,126	1.51	■ NNE~E : 74.9%
NNE	19,954	14.22	
NE	41,866	29.83	
ENE	29,170	20.78	
E	14,143	10.08	
ESE	8,477	6.04	
SE	7,723	5.50	
SSE	9,261	6.60	
S	2,672	1.90	
SSW	1,080	0.77	
SW	774	0.55	
WSW	634	0.45	
W	633	0.45	
WNW	586	0.42	
NW	579	0.41	
NNW	682	0.49	
전체합계	140,360	100.00	

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

계		3,764	66,491	38,445	18,047	7,637	3,290	1,584	641	268	107	53	17	8	3	2	-	2	1	140,360
주기 구간 [sec]	14~16			2					2											4
	12~14		8	80	143	119	68	97	91	42	20	6	1			1				676
	10~12	9	426	921	1,330	1,351	931	666	335	155	55	33	13	7	1			2	1	6,236
	08~10	49	4,017	7,350	5,876	3,067	1,414	635	201	70	32	14	3	1	2	1				22,732
	06~08	390	22,232	19,153	8,651	2,953	876	186	12	1										54,454
	04~06	1,738	28,891	10,233	2,044	147	1													43,054
	02~04	1,558	10,782	706	3															13,049
	00~02	20	135																	155
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 4-6(b)〉 울진군 후포항 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 출현율(%)

계		2.68	47.37	27.39	12.86	5.44	2.34	1.13	0.46	0.19	0.08	0.04	0.01	0.01	0.00	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	0.06	0.10	0.08	0.05	0.07	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00			0.00				0.48
	10~12	0.01	0.30	0.66	0.95	0.96	0.66	0.47	0.24	0.11	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00			0.00	0.00	4.44
	08~10	0.03	2.86	5.24	4.19	2.19	1.01	0.45	0.14	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00				16.20
	06~08	0.28	15.84	13.65	6.16	2.10	0.62	0.13	0.01	0.00										38.80
	04~06	1.24	20.58	7.29	1.46	0.10	0.00													30.67
	02~04	1.11	7.68	0.50	0.00															9.30
	00~02	0.01	0.10																	0.11
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]																		



#### 4) 경상북도 경주시(수념말)

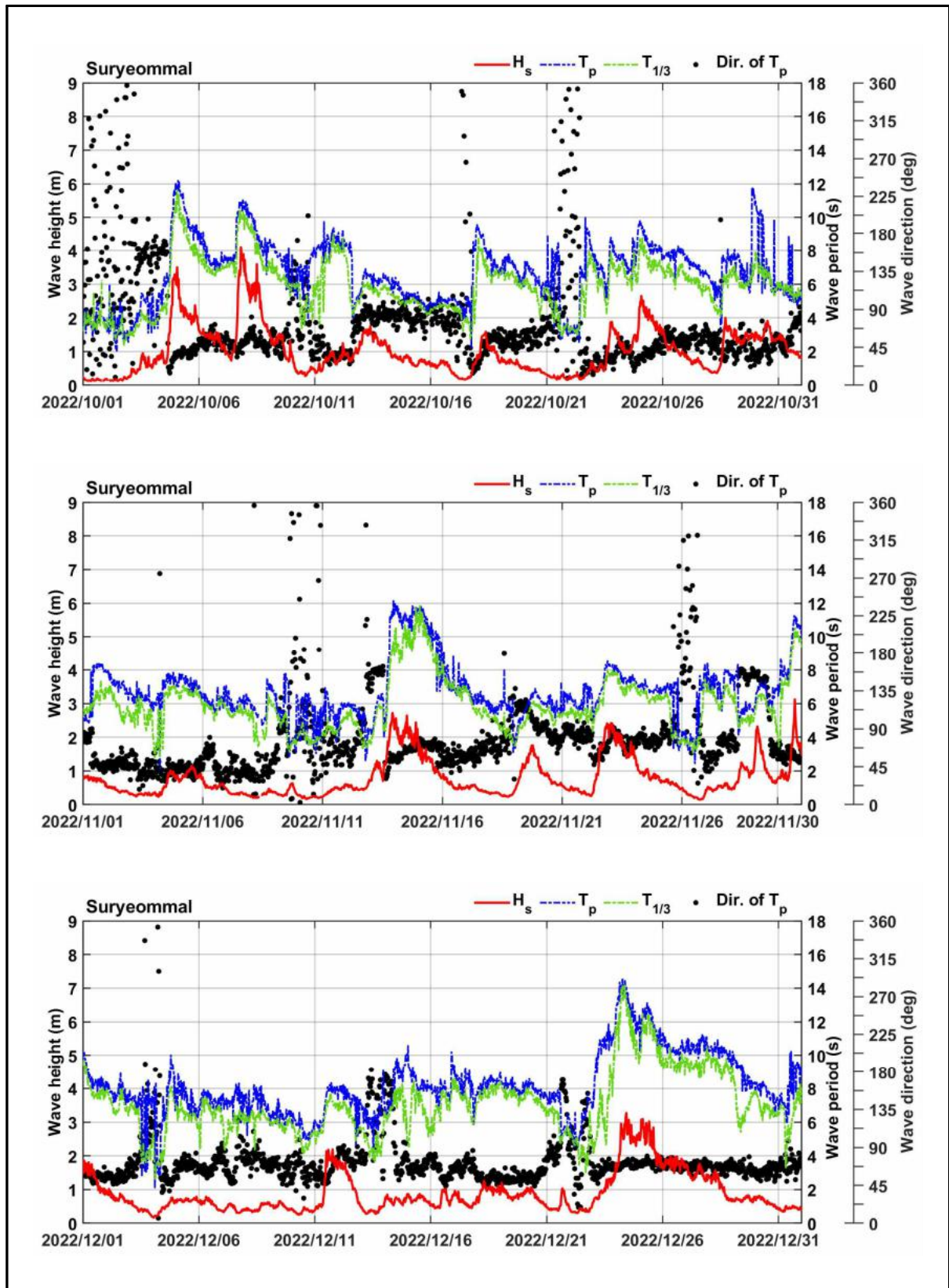
〈그림 1-5〉에 표시된 정점 SNM에서 노르웨이 Nortek社의 초음파식 파고·파향계인 AWAC으로 관측된 원시자료를 제작사에서 제공하는 해석 프로그램(Storm64)를 사용하여 분석하였다. 30분 간격으로 관측된 유의파고( $H_{m0}$  or  $H_s$ ), 침두주기( $T_p$ ) 및 침두파향( $\theta_p$ )을 〈그림 4-19〉~〈그림 4-23〉에 도시하였다.

전체 관측기간 중 기록된 최대 유의파고( $H_{m0}$ )는 2020년 제9호 태풍 MAYSACK(2009)의 영향으로 7.80 m( $T_p = 11.1s$ ,  $\theta_p = S39^\circ E$ , 2020년 9월 3일 3시 30분)로 나타났다. 금번 관측기간 중 기록된 최대 유의파고( $H_{m0}$ )는 2023년 제7호 태풍 LAN(2307)의 영향으로 2023년 8월 10일 11시 30분에 기록된 5.54 m( $T_p = 9.0 s$ ,  $\theta_p = S59.7^\circ E$ )로 나타났다.

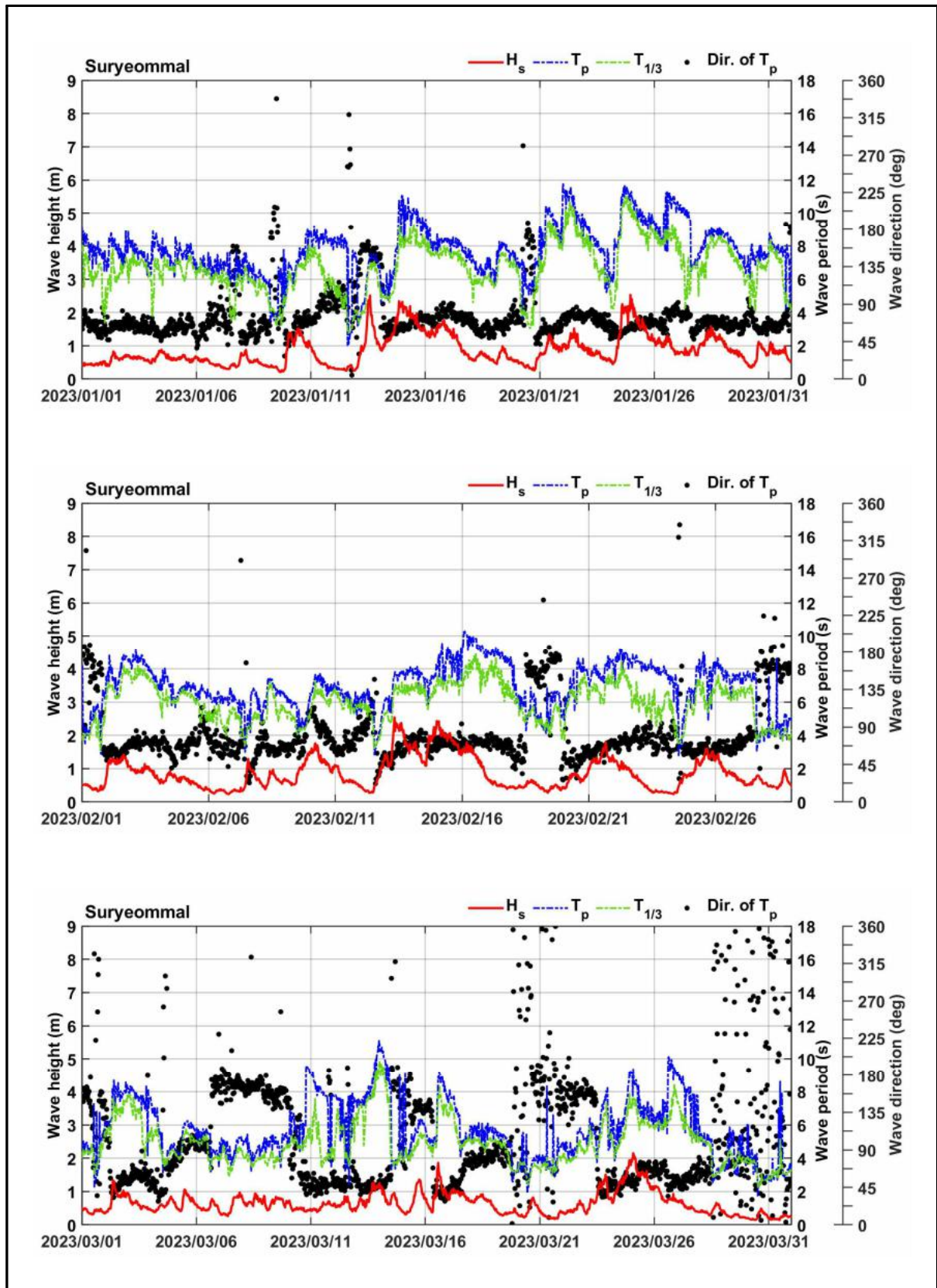
전체자료에 대한 방향별 출현율을 〈표 4-7〉에 정리하였으며 파랑장미도를 〈그림 4-24〉에 도시하였다. 파향별 출현율 분석결과 16방위 분할을 기준으로 할 때 출현율은 파향 ENE가 32.5%로 가장 높았으며 파향 NE가 23.6%, 파향 E가 13.8%로 파향 NE~E까지 주파향의 출현율을 합하면 69.9%로 나타났다.

침두주기 및 유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율을 〈표 4-8a〉와 〈표 4-8b〉에 제시하였다. 유의파고 구간별 출현율은 0.25~0.75 m 구간에서 53.4%, 0.75~1.25 m에서 24.5%, 1.25~1.75 m 구간에서 10.5%로 나타났으며, 이들 출현율의 합이 88.4%로 나타났다. 침두주기별 출현율은 6~8초 구간에서 36.7%, 4~6초 구간에서 28.1%, 8~10초 구간에서 17.7%, 2~4초 구간에서 10.8%로 나타났으며, 이들 출현율의 합이 93.3%로 나타났다.



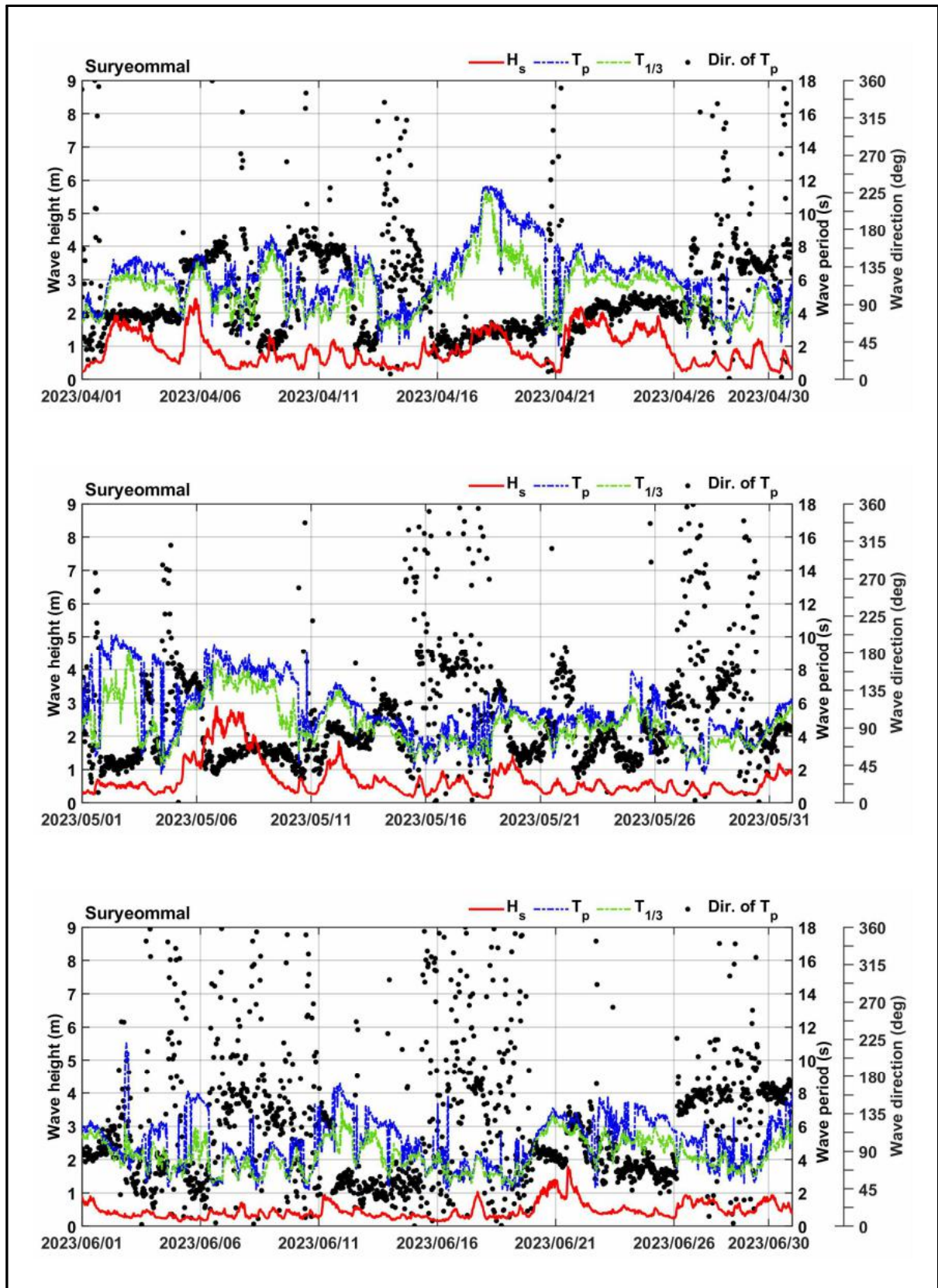


〈그림 4-19〉 2022년 10월~12월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(경주)

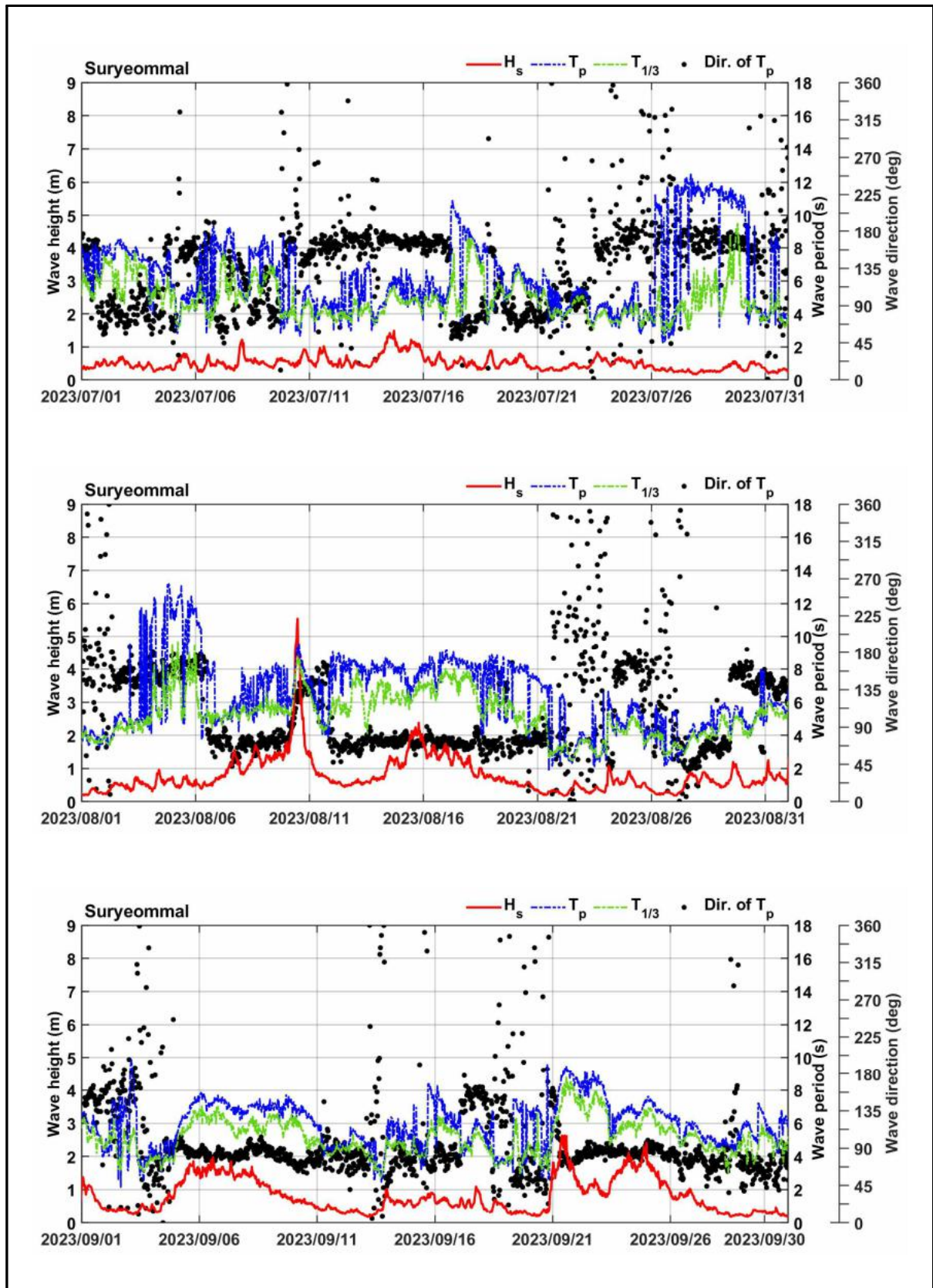


〈그림 4-20〉 2023년 1월~3월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(경주)

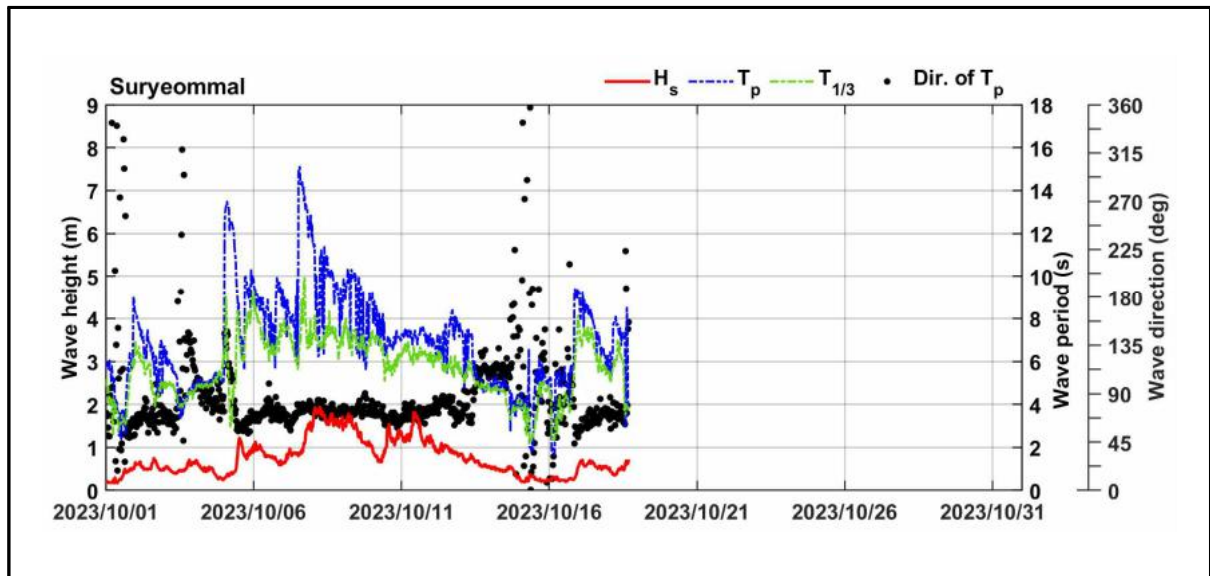




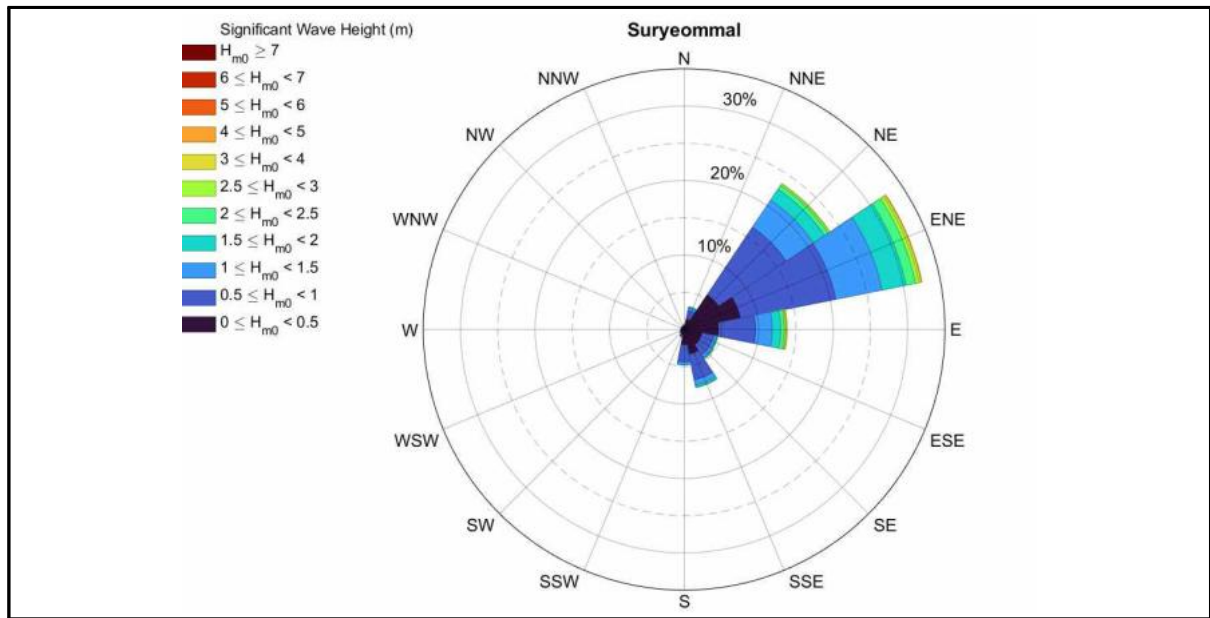
〈그림 4-21〉 2023년 4월~6월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(경주)



〈그림 4-22〉 2023년 7월~9월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(경주)



〈그림 4-23〉 2023년 10월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(경주)



〈그림 4-24〉 파랑장미도(경주시 수렴말, 2014/07/21~2023/10/18)

〈표 4-7〉 파향별 출현빈도와 출현율(경주 수렴말, 2014/07/21~2023/10/18)

파향	출현빈도	출현율(%)	비 고
N	1,029	0.64	
NNE	5,071	3.13	
NE	38,183	23.57	■ NE~E : 69.9%
ENE	52,692	32.53	
E	22,372	13.81	
ESE	7,494	4.63	
SE	7,750	4.78	
SSE	12,933	7.98	
S	7,716	4.76	
SSW	1,697	1.05	
SW	1,099	0.68	
WSW	907	0.56	
W	771	0.48	
WNW	707	0.44	
NW	782	0.48	
NNW	766	0.47	
전체합계	161,969	100.00	



〈표 4-8(a)〉 경주시 수년말 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도

계		7,690	86,434	39,736	16,927	6,848	2,493	960	475	179	115	60	25	10	7	5	2	3	-	161,969
주기 구간 [sec]	14~16		4	10	2	1	3	6	1											27
	12~14	23	177	206	262	231	131	79	30	5	7	3								1,154
	10~12	93	1,740	2,251	2,698	1,493	605	251	132	86	45	34	21	8	4	4	1	2		9,468
	08~10	298	9,389	10,326	4,700	2,052	1,042	475	279	85	62	21	4	2	3	1	1	1		28,741
	06~08	1,461	30,304	16,088	7,776	2,950	704	149	33	3	1	2								59,471
	04~06	2,923	30,749	10,152	1,489	121	8													45,442
	02~04	2,854	13,914	703																17,471
	00~02	38	157																	195
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 4-8(b)〉 경주시 수년말 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 출현율(%)

계		4.75	53.36	24.53	10.45	4.23	1.54	0.59	0.29	0.11	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00	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	0.11	0.13	0.16	0.14	0.08	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00								0.71
	10~12	0.06	1.07	1.39	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		5.85
	08~10	0.18	5.80	6.38	2.90	1.27	0.64	0.29	0.17	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		17.74
	06~08	0.90	18.71	9.93	4.80	1.82	0.43	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00								36.72
	04~06	1.80	18.98	6.27	0.92	0.07	0.00													28.06
	02~04	1.76	8.59	0.43																10.79
	00~02	0.02	0.10																	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)

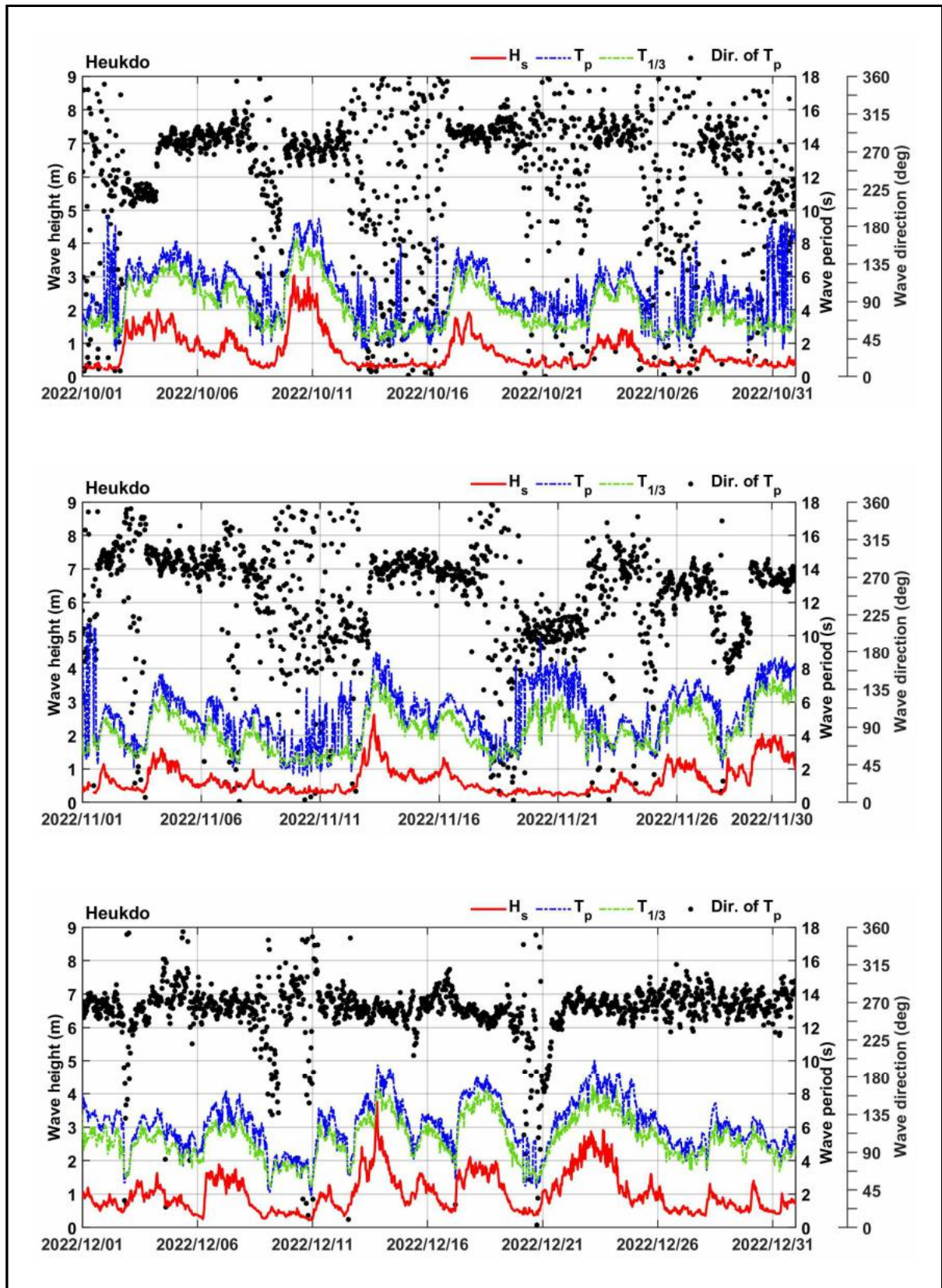
〈그림 1-6〉에 표시된 정점 HD에서 노르웨이 Nortek社의 초음파식 파고·파향계인 AWAC으로 관측된 원시자료를 제작사에서 제공하는 해석 프로그램(Storm64)를 사용하여 분석하였다. 30분 간격으로 관측된 유의파고( $H_{m0}$  or  $H_s$ ), 침두주기( $T_p$ ) 및 침두파향( $\theta_p$ )을 〈그림 4-25〉~〈그림 4-27〉에 도시하였다.

전체 관측기간 중 기록된 최대 유의파고( $H_{m0}$ )는 2020년 태풍 제8호 BAVI(2008)가 영향을 미친 시기의 8.06 m( $T_p = 11.1$  s,  $\theta_p = S26.8^\circ W$ , 2020년 8월 27일 3시 30분)로 나타났다. 금번 관측기간 중 기록된 최대 유의파고( $H_{m0}$ )는 2022년 12월 13일 19시 30분에 기록된 3.76 m( $T_p = 9.1$  s,  $\theta_p = N84.4^\circ W$ )로 나타났다.

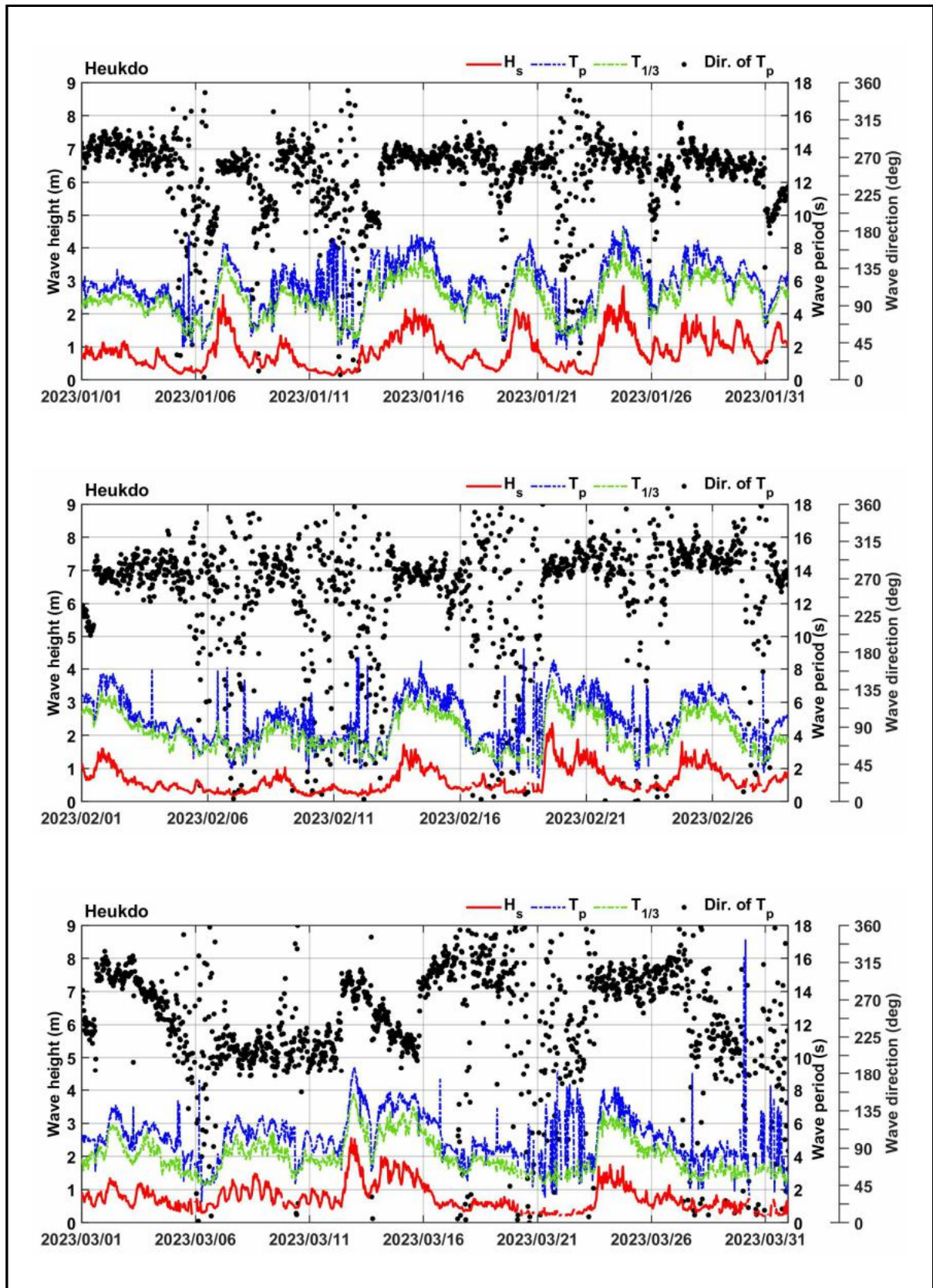
전체자료에 대한 파향별 출현율을 〈표 4-9〉에 정리하였으며 파랑장미도를 〈그림 4-28〉에 도시하였다. 관측자료 분석결과 16방위 분할을 기준으로 할 때 출현율은 파향 W가 20.8%로 가장 높았으며 파향 SSW, SW, WSW, WNW가 각각 16.6%, 15.7%, 11.4%, 16.8%로 나타났다. 전반적으로 파향의 집중도가 낮으며 파향 SSW부터 WNW까지 넓게 분포되어 있으며 이들 파향의 출현율을 합하면 81.2%로 나타났다.

침두주기 및 유의파고 구간별 발생빈도 및 출현율을 〈표 4-10a〉와 〈표 4-10b〉에 제시하였다. 유의파고 구간별 출현율은 0.25~0.75 m 구간에서 58.3%, 0.75~1.25 m에서 18.8%, 0~0.25 m 구간에서 12.3%로 나타났으며, 이들의 합이 89.4%로 나타났다. 침두주기별 출현율은 4~6초 구간에서 44.1%, 6~8초 구간에서 30.4%, 2~4초 구간에서 18.2%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.

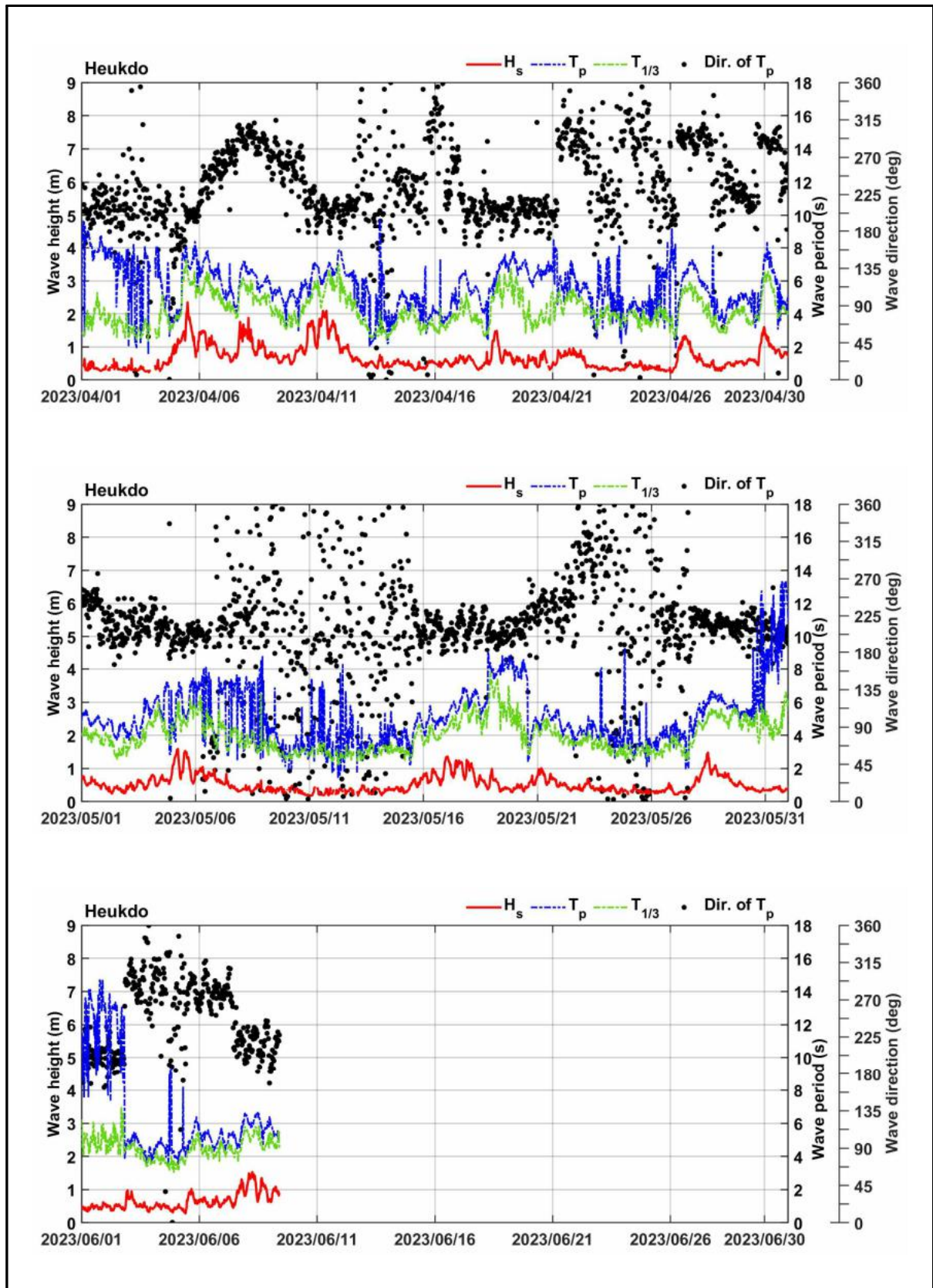


〈그림 4-25〉 2022년 10월~12월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(태안)



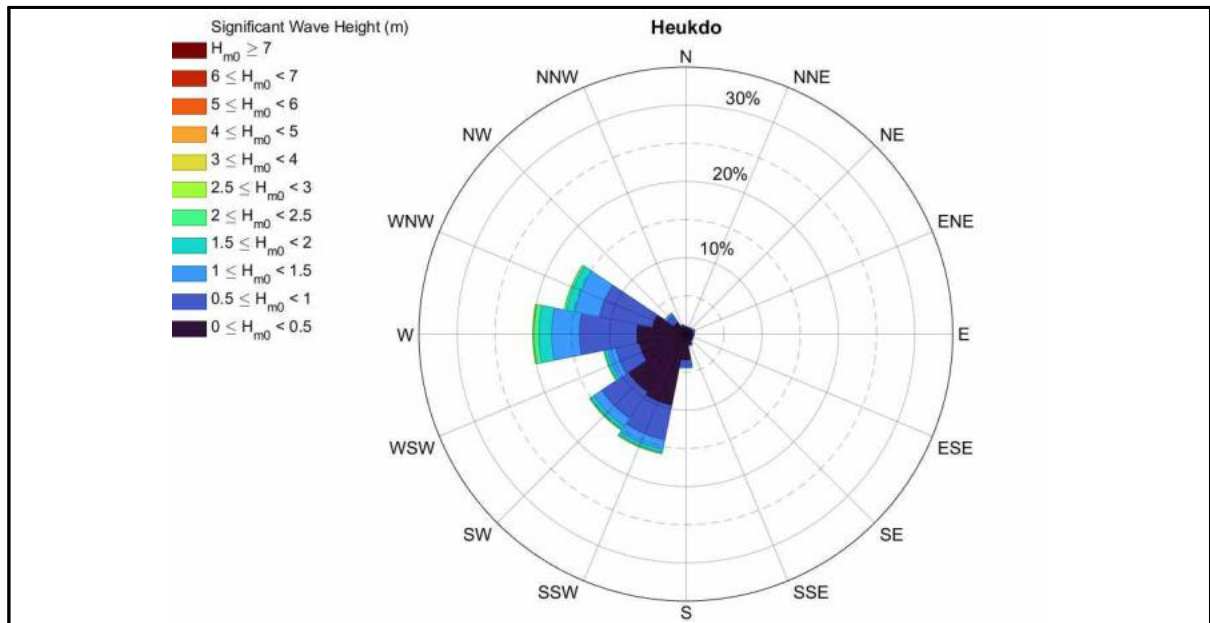
〈그림 4-26〉 2023년 1월~3월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(태안)





〈그림 4-27〉 2023년 4월~6월의 유의파고, 첨두주기 및 첨두파향(태안)





〈그림 4-28〉 파랑장미도(태안 흑도, 2014/7/12~2023/6/9)

〈표 4-9〉 파향별 출현빈도와 출현율(태안 흑도, 2014/7/12~2023/6/9)

파향	출현빈도	출현율(%)	비 고
N	1,588	1.05	
NNE	1,479	0.98	
NE	1,610	1.06	
ENE	1,944	1.29	
E	1,753	1.16	
ESE	1,629	1.08	
SE	1,793	1.19	
SSE	2,526	1.67	
S	6,989	4.62	
SSW	25,039	16.56	■ SSW~WNW : 81.2% 주파향 : W 파향집중도가 높지 않음.
SW	23,743	15.70	
WSW	17,167	11.35	
W	31,375	20.75	
WNW	25,392	16.79	
NW	5,192	3.43	
NNW	1,989	1.32	
전체합계	151,208	100.00	

〈표 4-10(a)〉 태안군 흑도 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도

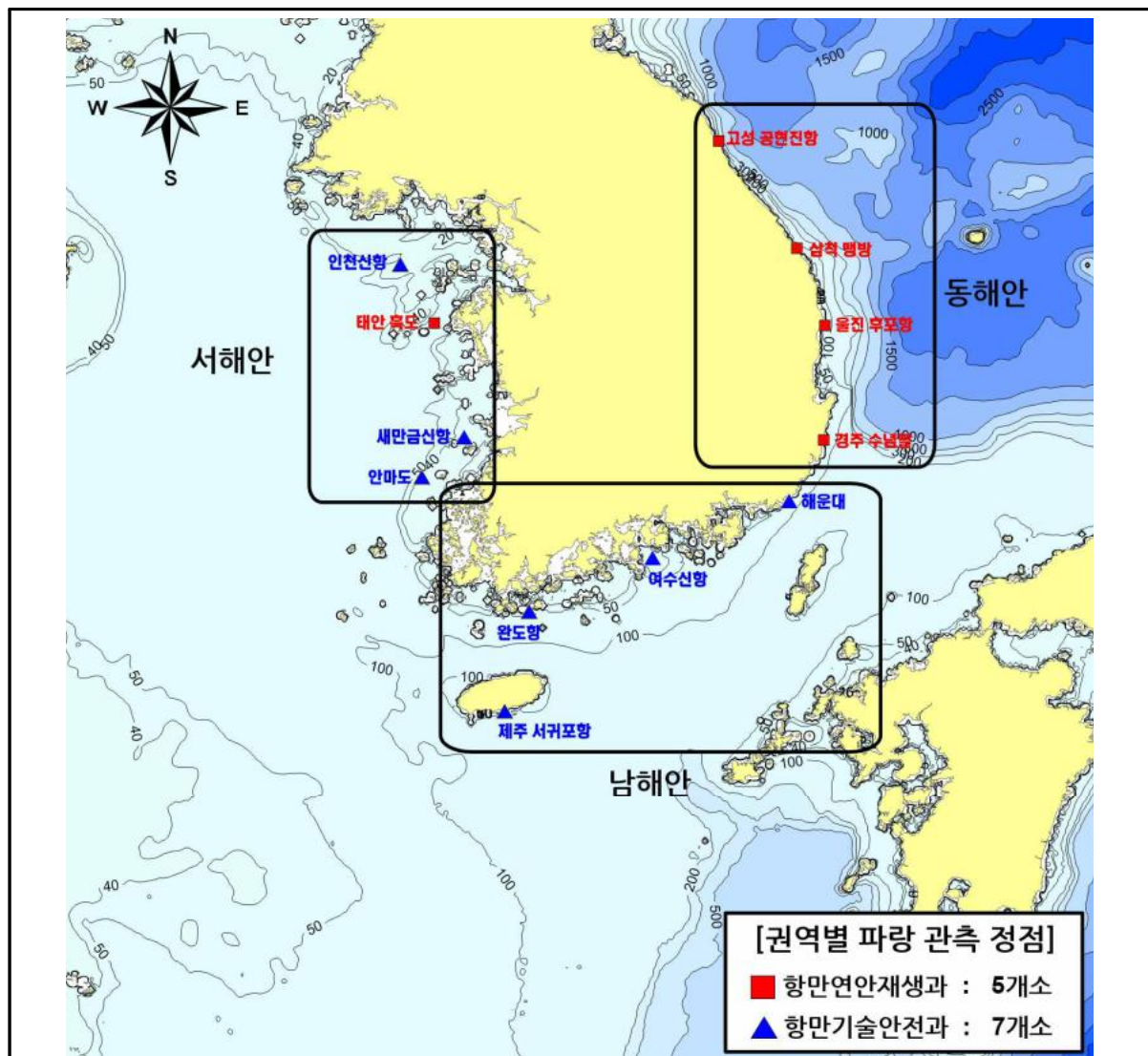
계	18,658	88,183	28,346	10,969	3,563	1,098	275	67	15	8	13	3	3	2	2	1	2	-	151,208
주기 구간 [sec]	14~16	27	99	9															135
	12~14	95	685	63	1	2		1											847
	10~12	143	1,035	145	17	5	4	1	2			1			2	2	1	2	1,360
	08~10	914	4,007	585	851	1,110	678	206	48	13	6	12	3	3					8,436
	06~08	4,593	16,923	13,347	8,295	2,280	410	66	17	2	2								45,935
	04~06	6,124	45,369	13,241	1,795	166	6	1											66,702
	02~04	6,684	19,904	955	10														27,553
	00~02	78	161	1															240
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 4-10(b)〉 태안군 흑도 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 출현율(%)

계	12.34	58.32	18.75	7.25	2.36	0.73	0.18	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
주기 구간 [sec]	14~16	0.02	0.07	0.01															0.09
	12~14	0.06	0.45	0.04	0.00	0.00		0.00											0.56
	10~12	0.09	0.68	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.90
	08~10	0.60	2.65	0.39	0.56	0.73	0.45	0.14	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00					5.58
	06~08	3.04	11.19	8.83	5.49	1.51	0.27	0.04	0.01	0.00	0.00								30.38
	04~06	4.05	30.00	8.76	1.19	0.11	0.00	0.00											44.11
	02~04	4.42	13.16	0.63	0.01														18.22
	00~02	0.05	0.11	0.00															0.16
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]																			

## 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. 동해안 권역에는 연안침식 실태조사 파랑모니터링 관측 정점인 강원도의 공현진항과 맹방해수욕장, 경상북도의 후포항과 수렴말의 관측자료가 활용되었다. 남해안 권역으로는 전국파랑 관측망의 관측 정점인 해운대, 여수신항, 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).



〈그림 5-1〉 권역별 파랑 관측 위치도

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, 맹방해수욕장의 관측자료의 연별 분석 시에 2013년 11월부터 2014년 10월까지의 자료를 2014년 자료로 간주하여 분석하였다. 이러한 기준으로 산정한 12개 관측점의 연별 관측률을 2013년 11월부터 2023년 10월까지의 총 10개년에 대해 <표 5-1(a)~(c)>에 정리하였다. 파랑장미도와 월별 평균 유의파고 및 최대 유의파고 분석 시에는 관측기간의 전체자료를 사용하였다.

동해안 권역의 고성군 공현진항에 대해서는 2016년 4월부터 2023년 10월까지 총 8개년 동안의 자료를 분석하였으며 첫해였던 2016년, 75.5%의 2020년과 94.8%의 2023년을 제외하고는 연별 관측률이 모두 99%를 상회하였다. 삼척시 맹방해수욕장에서는 2013년 9월부터 2023년 10월까지 총 10개년 동안의 자료를 분석하였으며 57.9%의 2020년, 98.9%의 2022년, 93%의 2023년을 제외하고는 연별 관측률이 모두 99%를 상회하였다. 울진군 후포항에서는 2015년 7월부터 2023년 10월까지 총 9개년 동안의 자료를 분석하였으며 첫해였던 2015년, 73.5%의 2016년과 94.6%의 2023년을 제외하면 연별 관측률이 모두 99%를 상회하였다. 경주시 수렴말에서는 2014년 7월부터 2023년 10월까지 총 10개년 동안의 자료를 분석하였으며 첫해였던 2014년과 96.3%의 2023년을 제외하면 관측 기간의 연별 관측률은 모두 99%를 상회하였다.

남해안 권역의 해운대에서는 2020년 7월부터 2023년 12월까지 4개년 동안의 자료를 분석하였으며 첫해인 2020년을 제외하면 연간 관측률이 모두 99%를 상회하였다. 여수시 여수신항에서는 2018년 12월부터 2023년 11월까지 총 5개년 동안의 자료를 분석하였으며 첫해였던 2019년과 60%의 2022년을 제외하면 연간 관측율이 모두 99%를 상회하였다. 완도항에서는 2022년 4월부터 2023년 12월까지 총 2개년 동안의 자료를 분석하였으며 첫해였던 2022년에는 52.7%, 2023년에는 99.97%로 기록되었다. 서귀포항에서는 2020년 6월부터 2023년 12월까지 총 4개년 동안의 자료를 분석하였으며 첫해였던 2020년, 97.9%의 2022년을 제외하면 연간 관측율이 모두 99%를 상회하였다.

서해안 권역의 안마도에서는 2022년 5월부터 2023년 9월까지 총 2개년 동안의 자료를 분석하였으며 2022년에 44.5%, 2023년에 84.8%를 기록하였다. 새만금신항에서는 2020년 7월부터 2023년 8월까지 총 4개년 동안의 자료를 분석하였으며 첫해였던 2020년과 33.7%의 2023년을 제외하면 연간 관측율이 모두 99%를 상회하였다. 태안 흑도에서는 2014년 7월부터 2023년 6월까지 총 10개년 동안의 자료를 분석하였으며 이 기간 동안의 연별 관측률은 첫해였던 2014년, 74.1%의 2017, 59.4%의 2023년을 제외하고는 모두 99%를 상회하였다. 인천신항에서는 2022년 5월부터 2023년 12월까지 총 2개년 동안의 자료를 분석하였으며 2022년에 44%, 2023년에 98.4%를 기록하였다.

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.

〈표 5-1(a)〉 권역별 파랑 관측자료의 연별 관측률(% , 동해안)

년도	동해안			
	공현진	맹방	후포	수념말
2014	-	99.58	-	28.09
2015	-	99.96	33.04	99.79
2016	32.95	99.94	73.47	99.97
2017	99.88	99.95	99.88	99.92
2018	99.97	99.93	99.93	99.97
2019	99.96	99.90	99.92	99.97
2020	75.74	57.92	99.96	99.93
2021	99.98	99.83	99.91	99.98
2022	99.95	98.93	99.98	99.98
2023	94.81	93.01	94.57	96.33

〈표 5-1(b)〉 권역별 파랑 관측자료의 연별 관측률(% , 남해안)

년도	남해안			
	해운대	여수	완도	서귀포
2019	-	88.03	-	-
2020	30.99	98.98	-	39.42
2021	99.81	98.77	-	99.89
2022	99.71	60.02	52.71	97.92
2023	99.78	96.63	99.97	99.12



〈표 5-1(c)〉 권역별 파랑 관측자료의 연별 관측률(% , 서해안)

년도	서해안			
	안마도	새만금	흑도	인천
2014	-	-	30.56	-
2015	-	-	99.39	-
2016	-	-	99.96	-
2017	-	-	74.09	-
2018	-	-	99.75	-
2019	-	-	99.87	-
2020	-	25.84	99.97	-
2021	-	99.97	99.92	-
2022	44.51	99.85	99.65	43.97
2023	84.81	33.74	59.36	98.41

## 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.

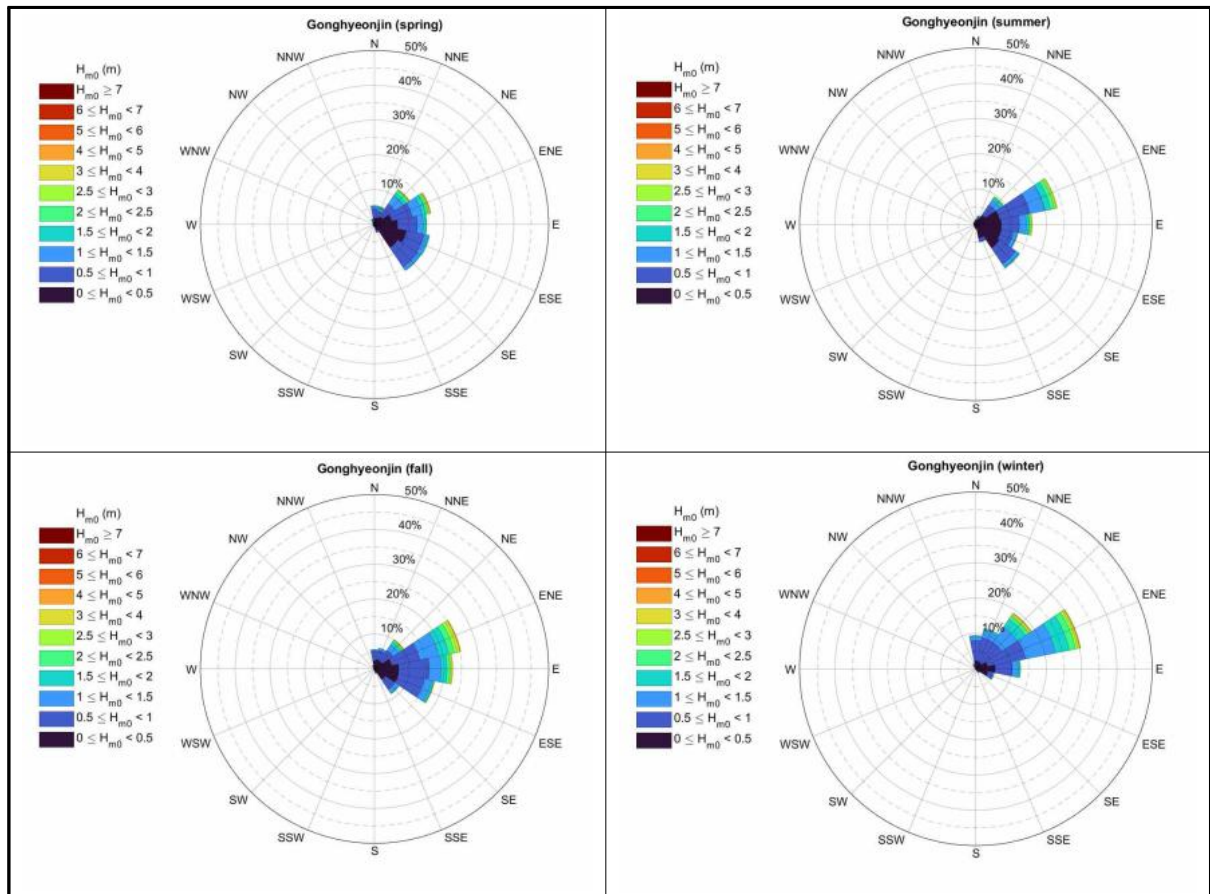
### 1) 공현진항

강원도 고성군 공현진항에 대해서는 2016년 4월부터 2023년 10월까지의 자료를 분석하였다.

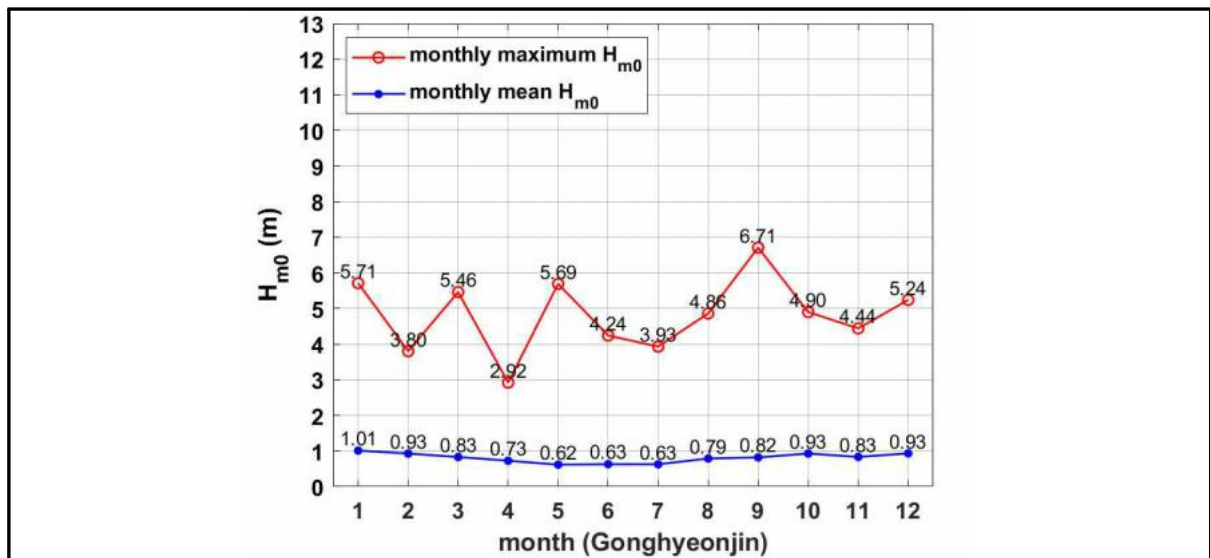
전체 관측자료 기준으로 공현진항 전면 해역에서는 파향 ENE가 주파향으로 나타나며, 이와 더불어 파향 NE에서부터 SE까지의 각 파향이 10%를 상회하는 고른 출현율을 나타냈다(그림 4-6 참조). 4계절 모두 파향 ENE가 주파향으로 나타나고 있지만, 봄에는 파향 NE의 집중도가 다소 낮아지면서 시계방향으로 파향 NE에서 파향 SE까지 파향별 출현율이 고르게 나타났다. 여름에는 다시 파향 ENE의 집중도가 높아졌다. 가을에는 파향 ENE를 주파향으로 시계방향으로 파향 ENE부터 파향 ESE까지의 출현율이 높게 나타났다. 겨울에는 주파향 ENE의 출현율이 유지된 가운데 NE계열의 출현율이 20%를 상회하여 높게 나타나며 N과 NNE의 파향 출현율도 높아지면서 파향 E부터 파향 ESE까지의 출현율은 크게 감소하였다(그림 5-2 참조).

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 MAYSACK(2009)에 의해서도 동월에 5.74 m를 기록했으나, 2020년의 이 두 태풍을 제외하고는 태풍의 영향으로 5 m 이상의 유의파고를 기록한 적이 없었다.

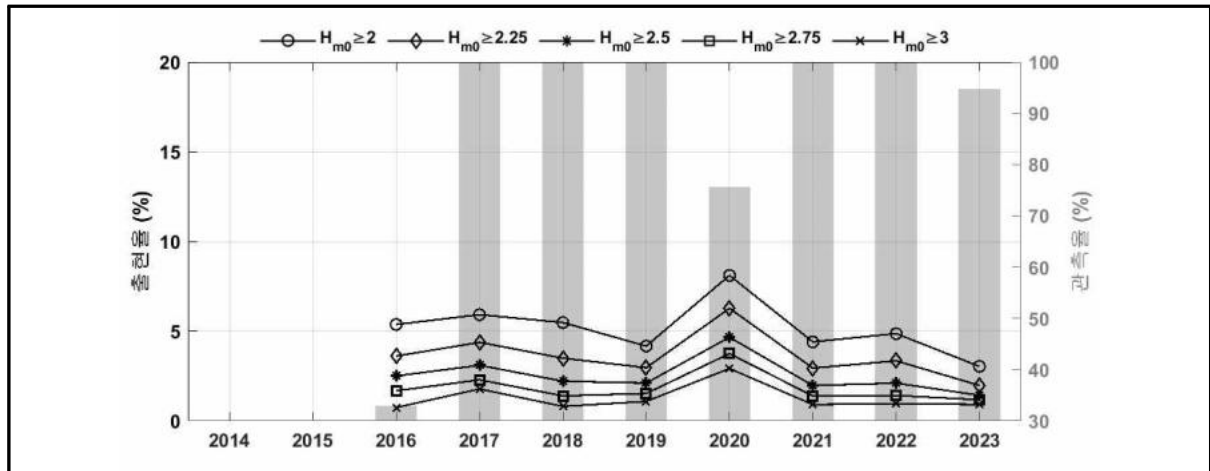
공현진항의 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 10% 이하의 연별 출현율을 보였다. 연별 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과, 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(그림 5-4, 표 5-2). 한편, 2020년의 폭풍파고 출현빈도는 낮은 관측률에도 불구하고 다른 연도에 비해 높게 나타났으며 이는 해당 기간(2019년 11월~2020년 10월)에 태풍 MAYSACK(2009)과 HAISHEN(2010)으로 인한 폭풍파가 연이어 공현진항 인근 해역에 내습하였기 때문으로 추정된다.



〈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
$H_{m0} \geq 2.00$ m	311	1,036	960	730	1,079	771	852	504
$H_{m0} \geq 2.25$ m	209	766	612	519	835	515	586	328
$H_{m0} \geq 2.50$ m	145	542	387	369	620	345	368	237
$H_{m0} \geq 2.75$ m	97	400	244	267	499	242	248	195
$H_{m0} \geq 3.00$ m	43	311	141	190	388	159	169	151

## 2) 맹방해수욕장

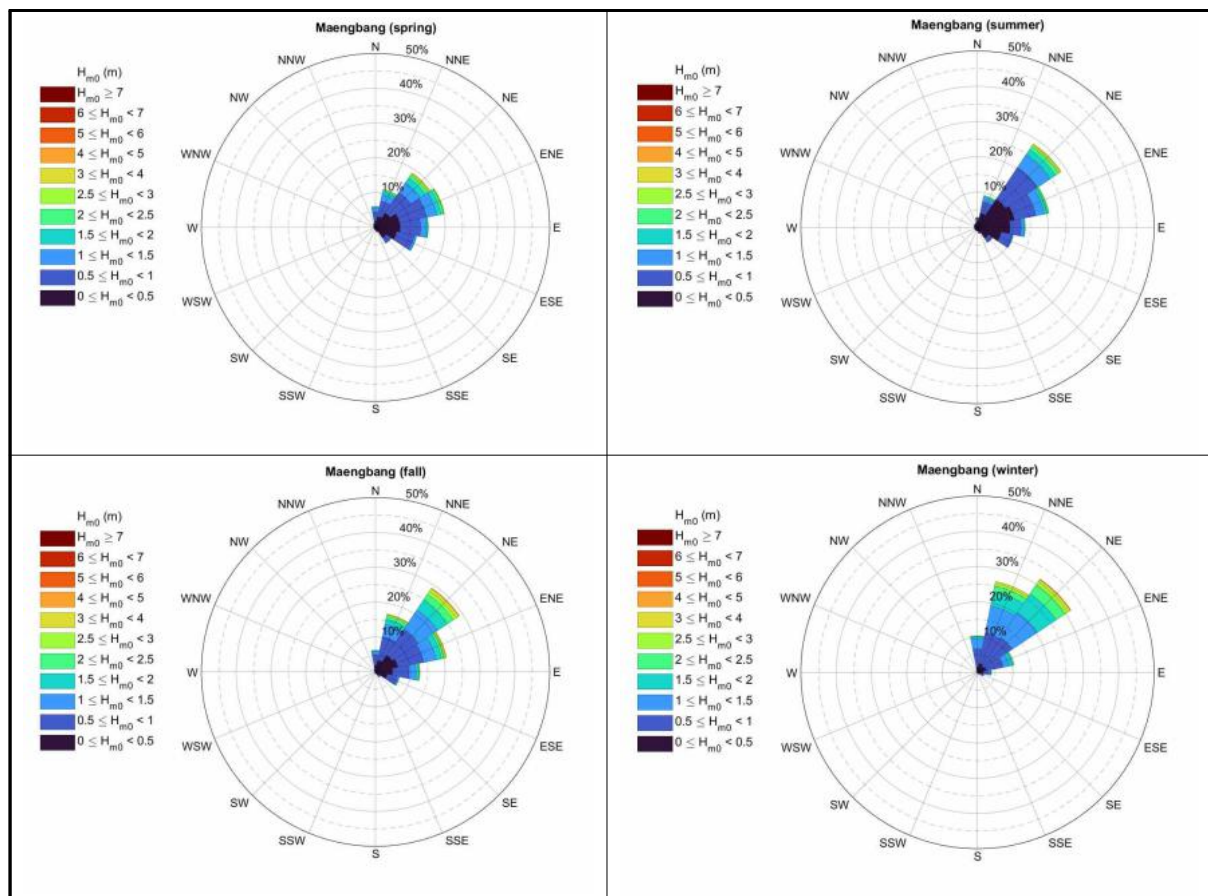
삼척시 맹방해수욕장에 대해서는 2013년 9월부터 2023년 10월까지의 자료를 분석하였다.

전체 관측자료 기준으로 맹방해수욕장 전면 해역에서는 주파향인 NE와 더불어 파향 ENE와 NNE에서도 상당한 출현율을 나타냈다(그림 4-12 참조). 다른 계절과 달리 봄에는 파향 ENE가 주파향으로 나타났지만, 파향 NE부터 파향E까지의 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 출현율 30%를 넘어가며 더 높아졌고 더불어 파향 NNE의 출현율도 25%를 상회하며 높게 나타났다(그림 5-5 참조).

관측기간 동안 맹방해수욕장의 월평균 유의파고는 전반적으로 동계기간의 파고가 하계기간보다 크게 나타나는 동해안 파랑의 계절별 특성을 나타내고 있다(그림 5-6). 월최대

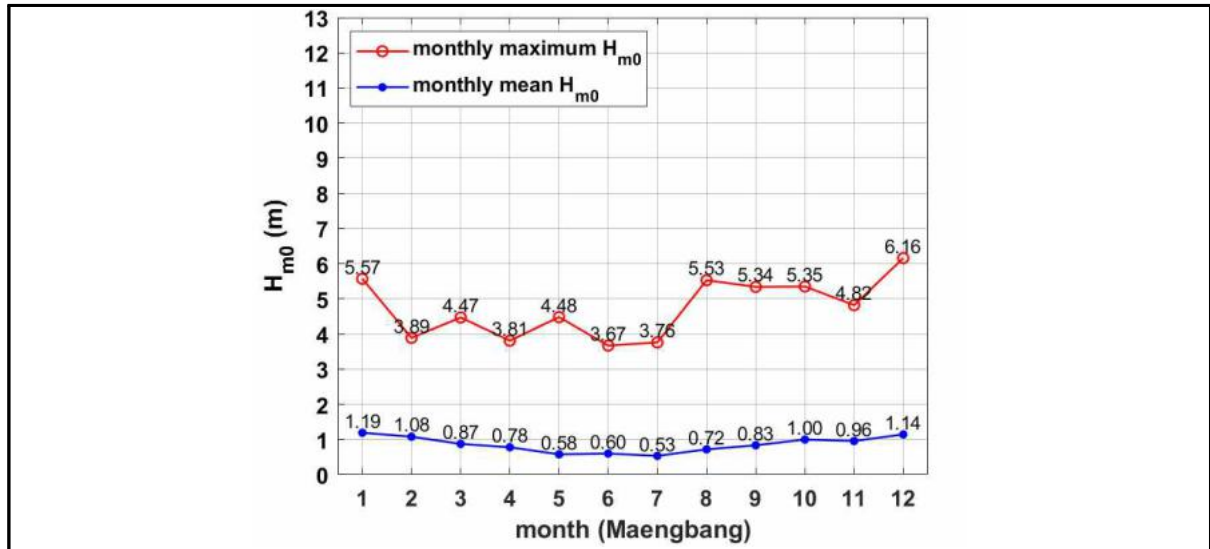
유의파고는 동계 폭풍파의 영향으로 2022년 12월 24일 7시 30분에 6.16 m로 가장 크게 나타났다. 다음으로는 2016년 1월 20일 11시 30분에 5.57로 나타났으며 하계에는 2015년 제 15호 태풍 GONI(1515)의 영향으로 2015년 8월 26일 5시 30분에 5.53 m로 나타났다. 맹방해수욕장에서의 월최대 유의파고는 동계 폭풍파와 하계 태풍의 영향으로 월평균 유의파고의 경향과 달리 불규칙한 경향을 보인다.

맹방해수욕장의 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 10% 이하의 연별 출현율을 보였다. 연별 3 m 이상의 폭풍파의 출현빈도는 2016년, 2017년과 2022년에 다른 해에 비해 다소 높게 나타났다. 금번 관측기간인 2023년의 폭풍파고 출현빈도는 평년 수준이었다. 연별 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(그림 5-7, 표 5-8).

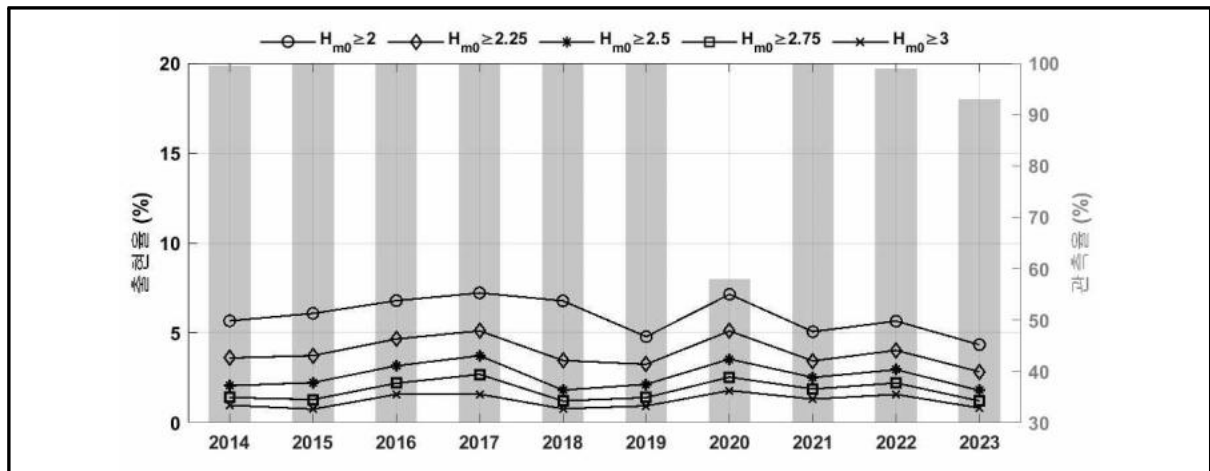


〈그림 5-5〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 삼척시 맹방해수욕장)





〈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
$H_{m0} \geq 2.00$ m	989	1,065	1,192	1,265	1,187	838	727	886	980	707
$H_{m0} \geq 2.25$ m	628	654	818	895	606	569	519	602	698	462
$H_{m0} \geq 2.50$ m	359	391	556	653	318	374	360	441	511	293
$H_{m0} \geq 2.75$ m	245	226	386	471	212	245	258	328	383	197
$H_{m0} \geq 3.00$ m	170	132	277	278	136	164	182	230	273	134

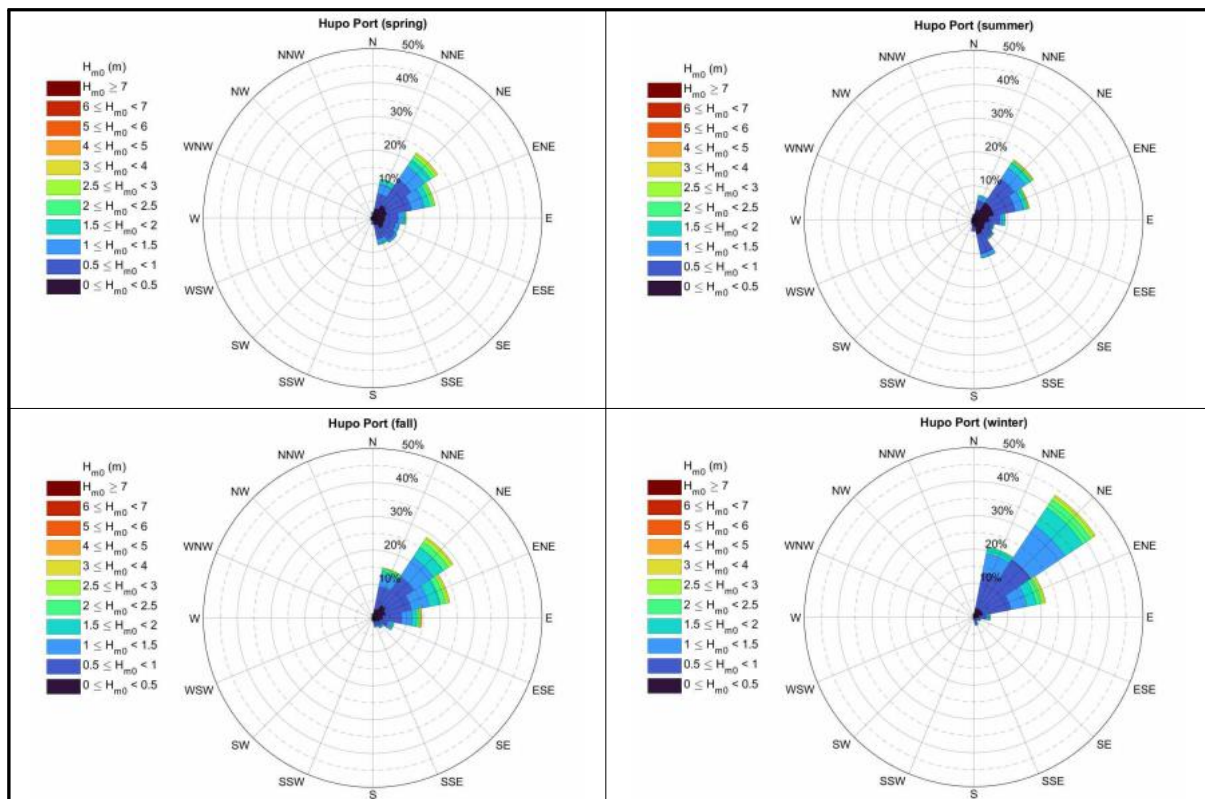
## 3) 경상북도 울진군 후포항

울진군 후포항에 대해서는 2015년 7월부터 2023년 10월까지의 자료를 분석하였다.

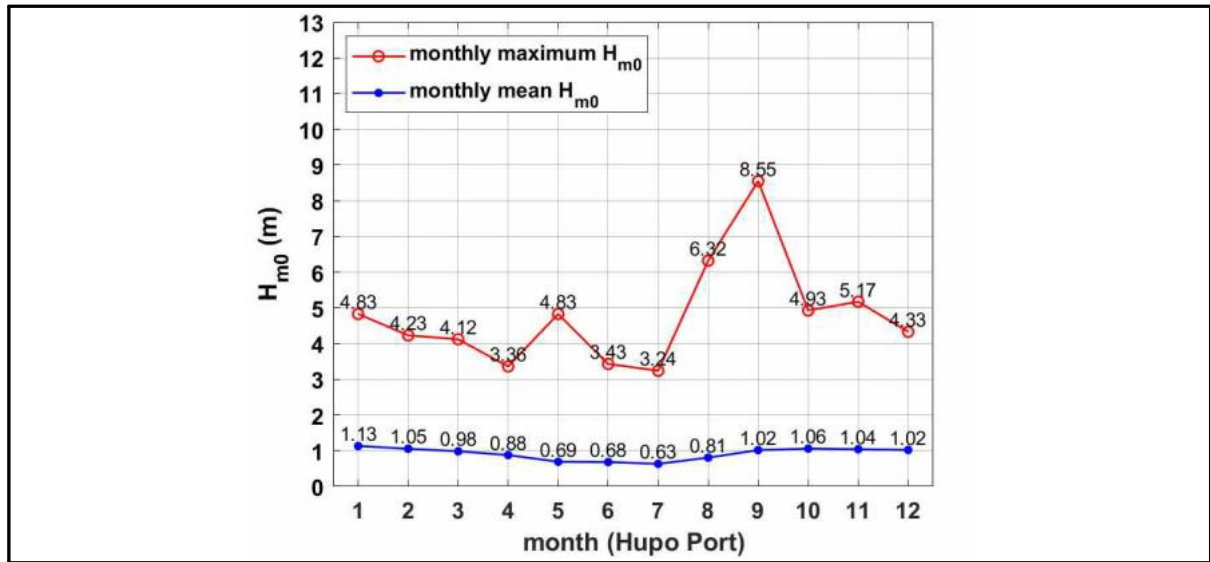
전체 관측자료 기준으로 후포항 전면 해역에서는 주파향 NE와 더불어 파향 ENE에서도 상당한 출현율을 나타냈다(그림 4-18 참조). 이 지역의 주파향은 4계절 모두 주파향 NE를 유지하며, 특히 겨울철에는 40%를 상회하는 비율로 나타나 주파향으로의 집중도가 높게 나타났다(그림 5-8 참조). 한편, 봄과 여름에 한하여 파향 SE~SSE에서의 출현율이 10% 내외로 나타났다.

관측기간 동안 후포항의 월평균 유의파고는 전반적으로 동계기간 중 1월에 가장 크게 나타나는 등 동해안 파랑의 계절별 특성을 나타내고 있지만, 태풍의 영향으로 8월과 9월에도 높게 나타났다. 월최대 유의파고는 태풍의 영향으로 인해 9월에 가장 크게 나타났다(그림 5-9). 9월의 월최대 유의파고는 2020년 제9호 태풍 MAYSACK(2009)의 영향으로 2020년 9월 3일 5시 30분에 기록된 8.55 m로 나타났다.

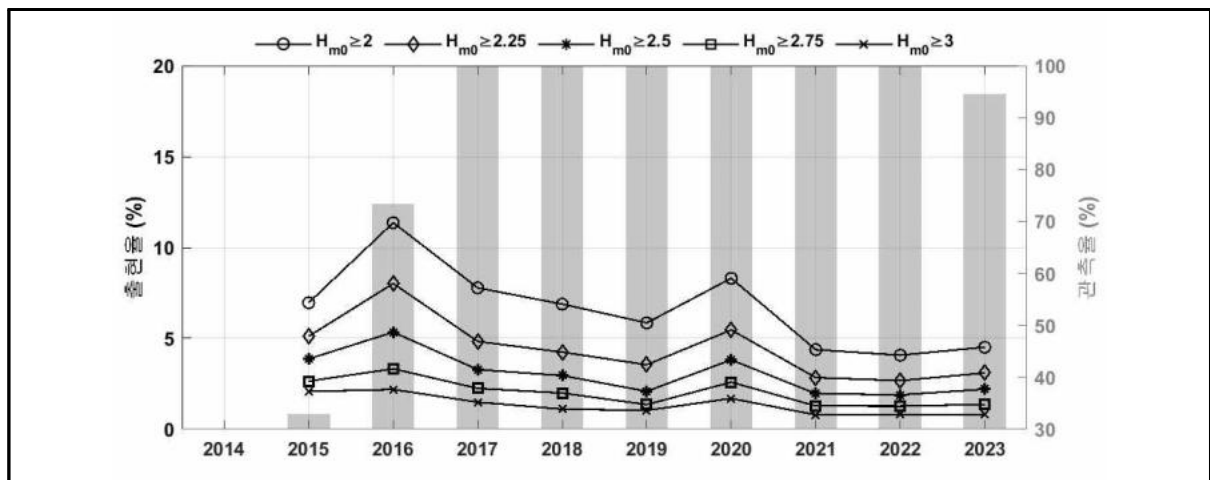
후포항의 연별 폭풍파는 2016년을 제외하면 모든 폭풍파고 기준구간에서 10% 이하의 연별 출현율을 보였다. 폭풍파고의 출현빈도는 2016년과 2020년에 다소 높게 나타났다. 연별 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(그림 5-10, 표 5-4).



〈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
$H_{m0} \geq 2.00$ m	403	1,467	1,361	1,205	1,024	1,459	766	713	748
$H_{m0} \geq 2.25$ m	296	1,035	845	742	621	959	497	468	513
$H_{m0} \geq 2.50$ m	224	689	574	516	365	670	343	331	364
$H_{m0} \geq 2.75$ m	153	429	393	348	237	454	224	222	226
$H_{m0} \geq 3.00$ m	120	282	260	193	181	297	138	141	134

#### 4) 경상북도 경주시 수렴말

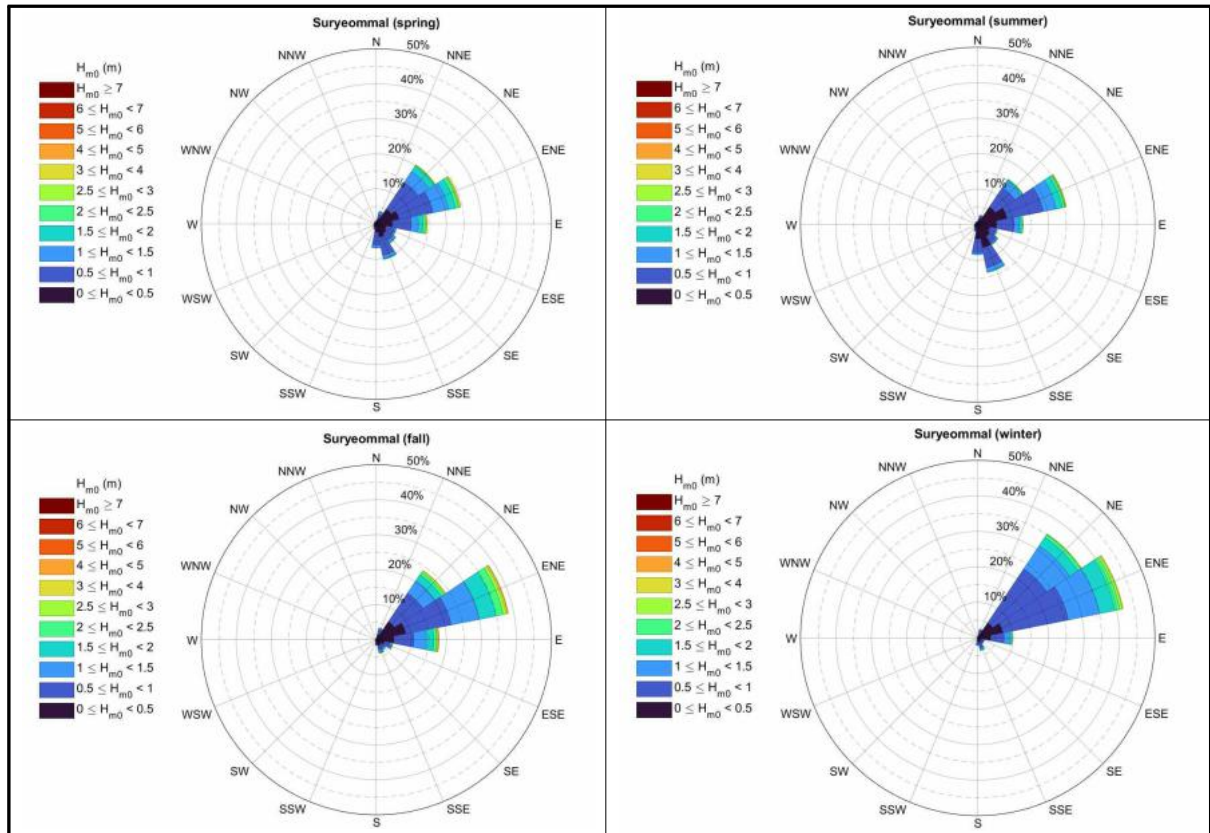
경주시 수렴말에 대해서는 2014년 7월부터 2023년 10월까지의 자료를 분석하였다.

전체 관측자료 기준으로 수렴말 전면 해역에서는 주파향 ENE와 더불어 파향 NE에서도 높은 출현율을 나타냈다(그림 4-24 참조). 이 지역의 주파향은 봄에서 겨울까지 전 계절에 파향 ENE로 나타났지만, 봄과 겨울철에는 파향 NE가 ENE와 유사한 출현율을 보이면서 크게 나타났다(그림 5-11 참조). 한편, 봄과 여름에 한하여 파향 S~SSE에서의 출현율이 가을과 겨울철에 비해 상대적으로 높게 나타나고 있으며 파향 SSE에서는 10%를 초과하여 나타났다. 동해안 중북부의 공현진과 맹방해수욕장에서는 파향 S~SE 계열의 파가 거의 나타나지 않고 있지만 동해안 남쪽으로 갈수록 S~SE 계열의 파가 나타나고 있다.

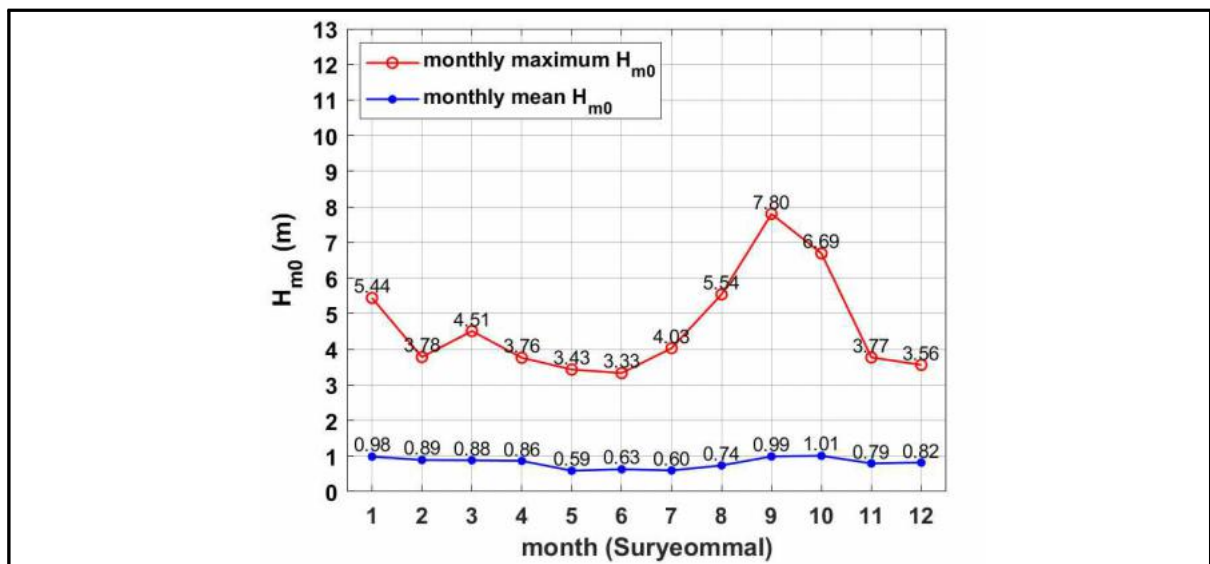
관측기간 동안 수렴말의 월평균 유의파고는 태풍의 영향으로 9월에 가장 높게 나타났다(그림 5-12). 월최대 유의파고의 최고값은 2020년 제9호 태풍 MAYSACK(2009)의 영향으로 9월 3일 3시 30분에 기록된 7.80 m로 나타났다. 그 다음으로 높은 월최대 유의파고를 보이는 10월에는 2018년 제25호 태풍 KONG-REY(1825)의 영향으로 10월 6일 12시에 유의파고 6.69 m를 기록하였다. 세 번째로 높은 월최대 유의파고를 보이는 8월에는 2015년 제15호 태풍 GONI(1515)의 영향으로 8월 25일 18시 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 출현빈도는 2020년이 다른 해에 비해 다소 높게 나타났다. 연별 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(그림 5-13, 표 5-5).

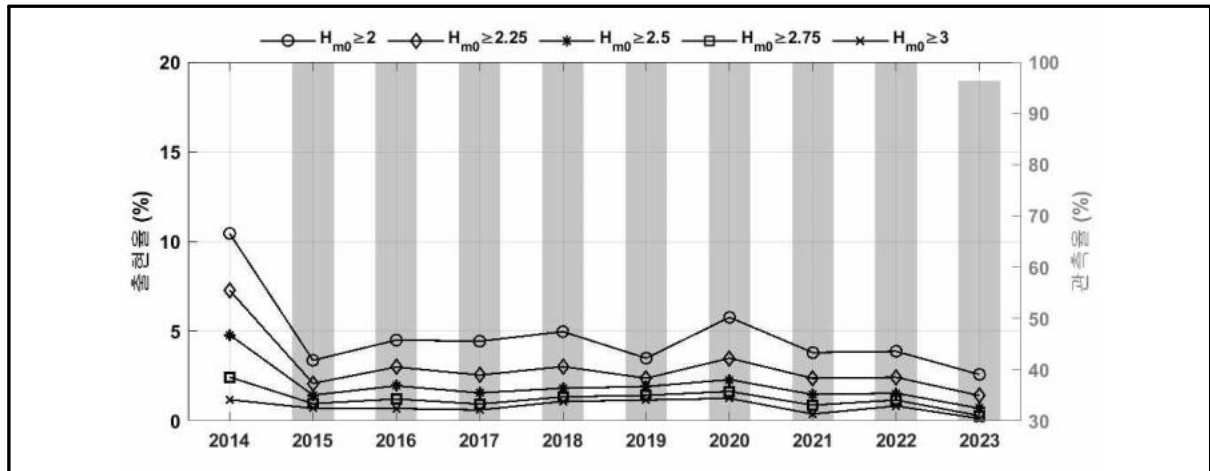


〈그림 5-11〉 계절별 파랑장미도(동해안 권역, 경주시 수념말)



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





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

〈표 5-5〉 연별 폭풍파고 출현빈도(동해안 권역, 경주시 수렴말)

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

## 5.2 남해안 파랑특성 검토

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

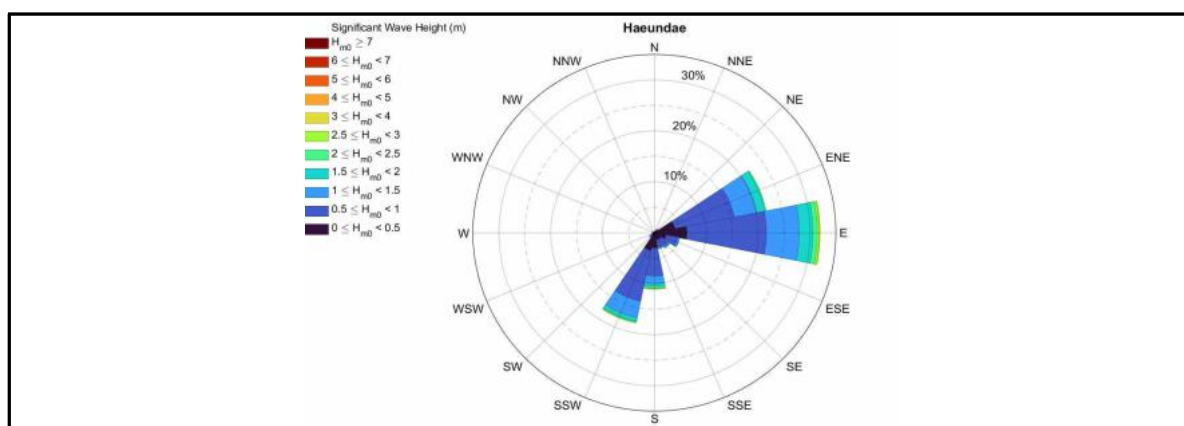
### 1) 해운대

부산광역시 해운대에서는 2020년 7월부터 2023년 12월까지의 자료를 분석하였다.

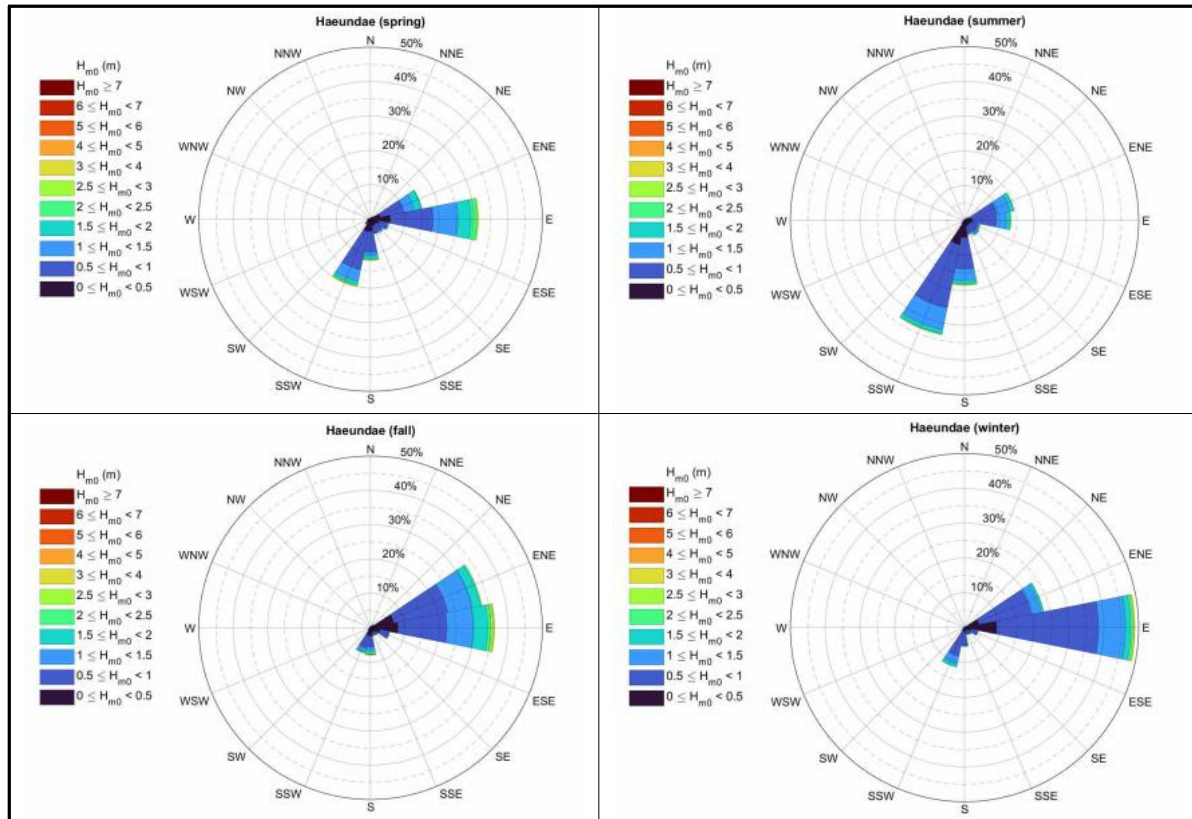
전체 관측자료 기준으로는 해운대의 주파향은 파향 E로 나타났지만, 이 외에도 파향 ENE, SSW와 S에서도 10%를 초과하는 출현을 분포를 보이고 있다(그림 5-14). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 시계 방향으로 파향 ENE~E 계열과 파향 S~SSW 계열을 중심으로 파향 분포가 양분되는 형태를 보이며 전체 파랑장미도와 유사한 모습으로 나타났다. 여름에는 파향 ENE~E 계열과 파향 S~SSW 계열을 중심으로 파향 분포가 양분되는 형태를 보이지만 S~SSW 계열의 출현율이 높게 나타났다. 가을에는 주파향 E와 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.

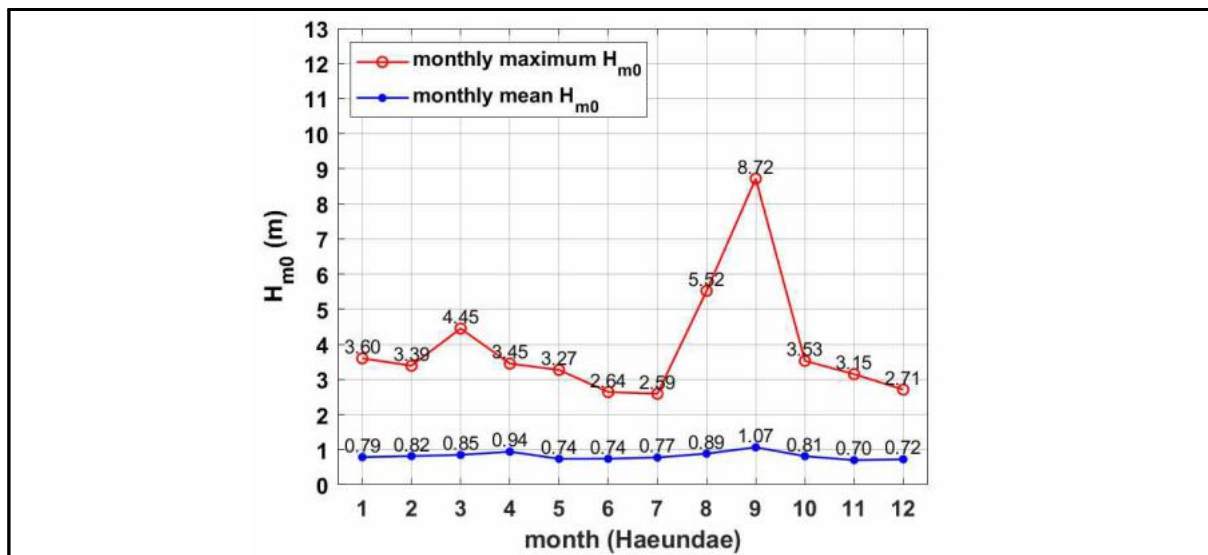
해운대의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 이하의 연별 출현율을 보였다. 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(그림 5-16, 표 5-6).



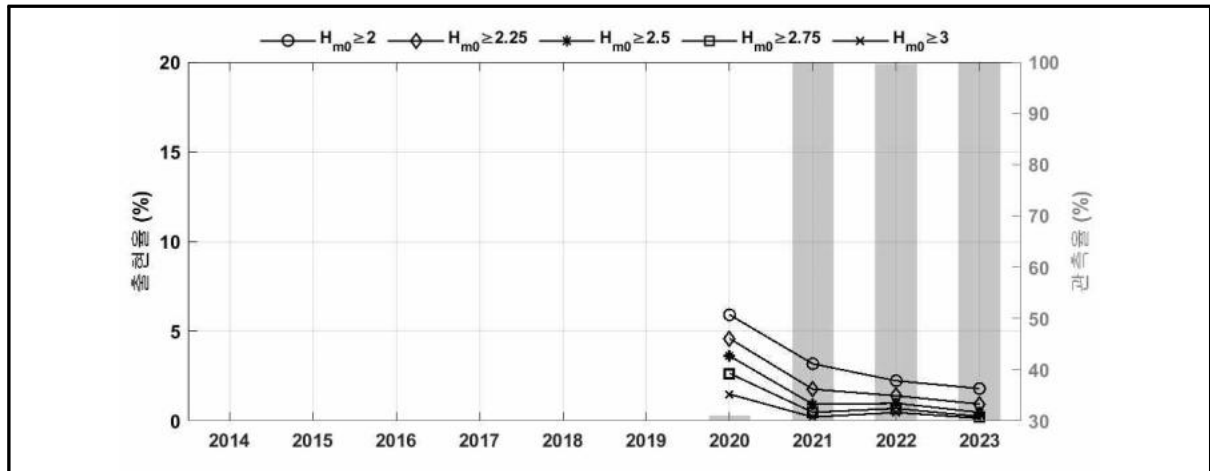
〈그림 5-14〉 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 해운대)



〈그림 5-14〉 (계속), 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 5-6〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 해운대)

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

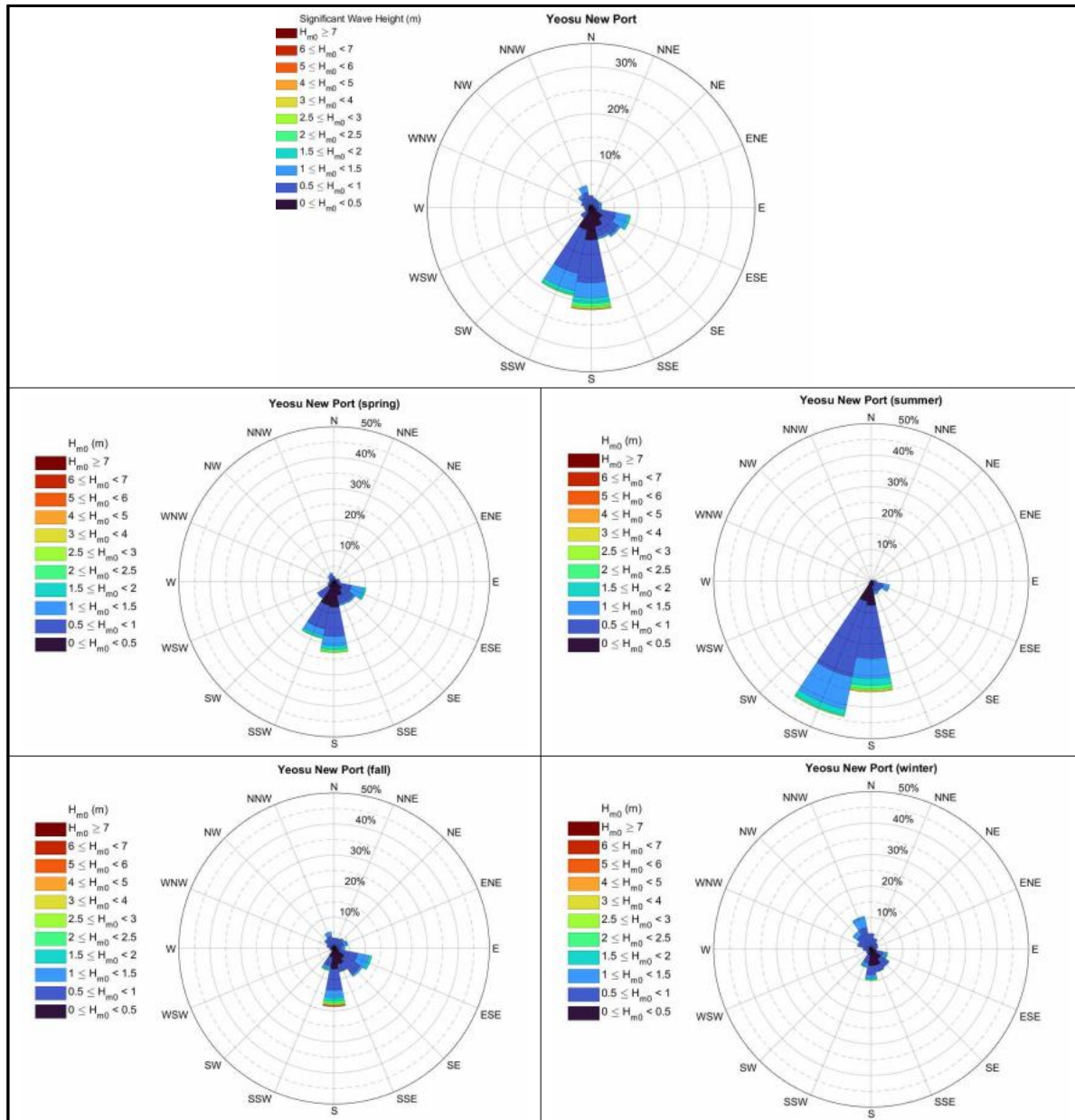
## 2) 여수신항

여수시 여수신항에 대해서는 2018년 12월부터 2023년 11월까지의 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 S~SSW 계열을 중심으로 출현율이 높게 나타나며 파향 SSW의 출현율은 40%를 초과하며 가장 높게 나타났다. 가을에는 주파향 S와 더불어 파향 ESE~SE로 파향 분포가 양분되는 형태를 보이고 있다. 겨울에는 파향 NNW의 출현율이 가장 높게 나타났다.

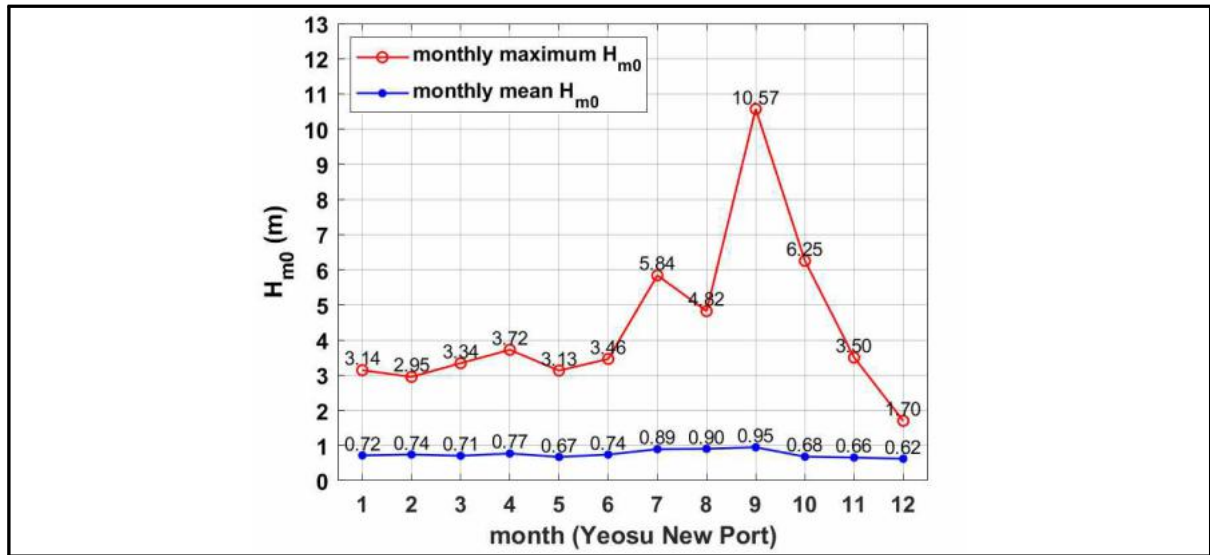
관측기간 동안 여수신항의 월평균 유의파고는 태풍의 영향을 직접적으로 받는 남해안의 특성상 9월에 가장 높게 나타났다(그림 5-18). 또한 월최대 유의파고가 가장 크게 나타난 기간 역시 2022년 제11호 태풍 HINNAMNOR(2211)의 영향으로 2022년 9월 6일 2시 30분에 유의파고 10.57 m로 가장 크게 나타났다.

여수신항의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 이하의 연별 출현율을 보였다. 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(그림 5-19, 표 5-7).

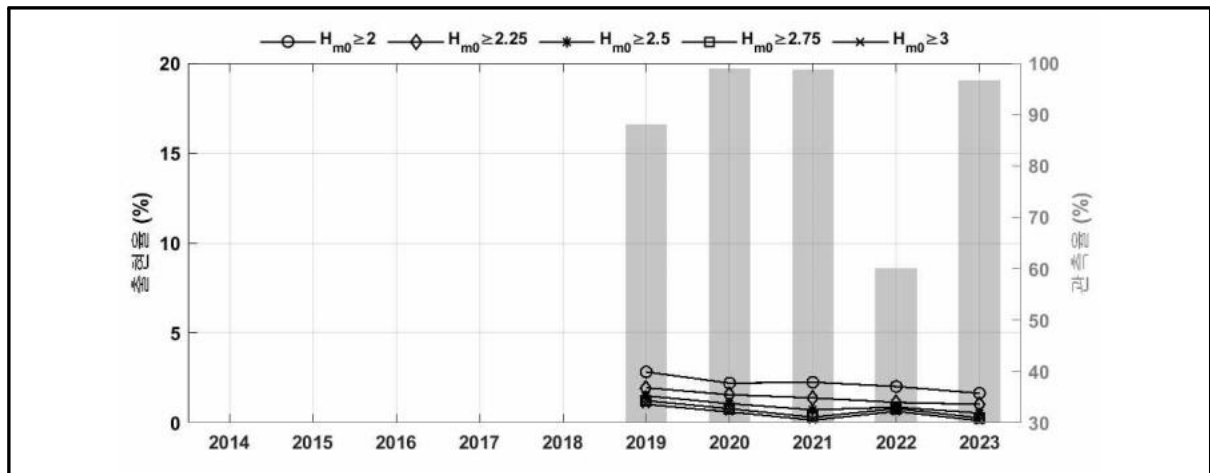


〈그림 5-17〉 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 여수신항)





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



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

〈표 5-7〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 여수신항)

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

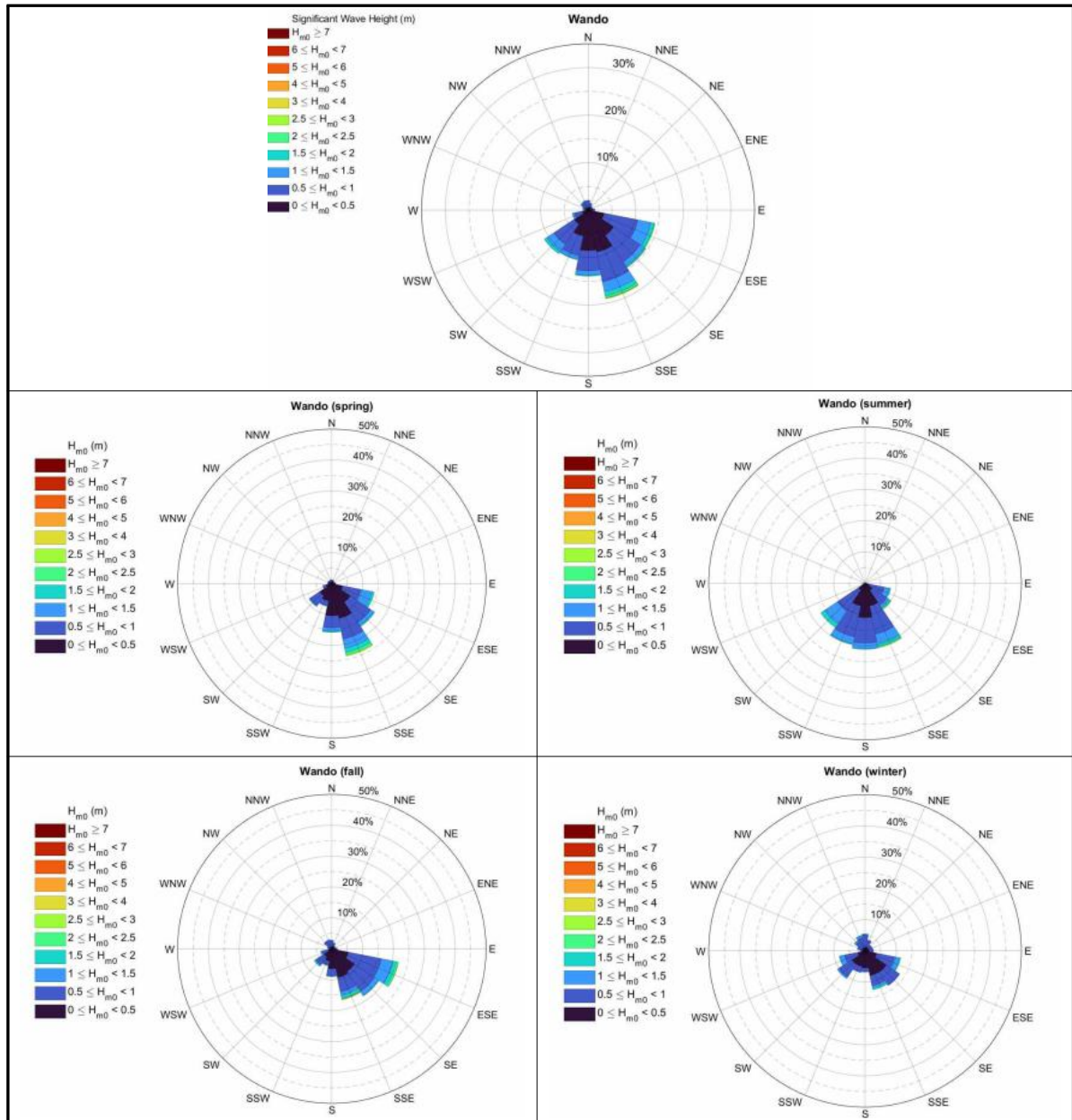
### 3) 완도항

전라남도 완도항에 대해서는 2022년 4월부터 2023년 12월까지의 자료를 분석하였다.

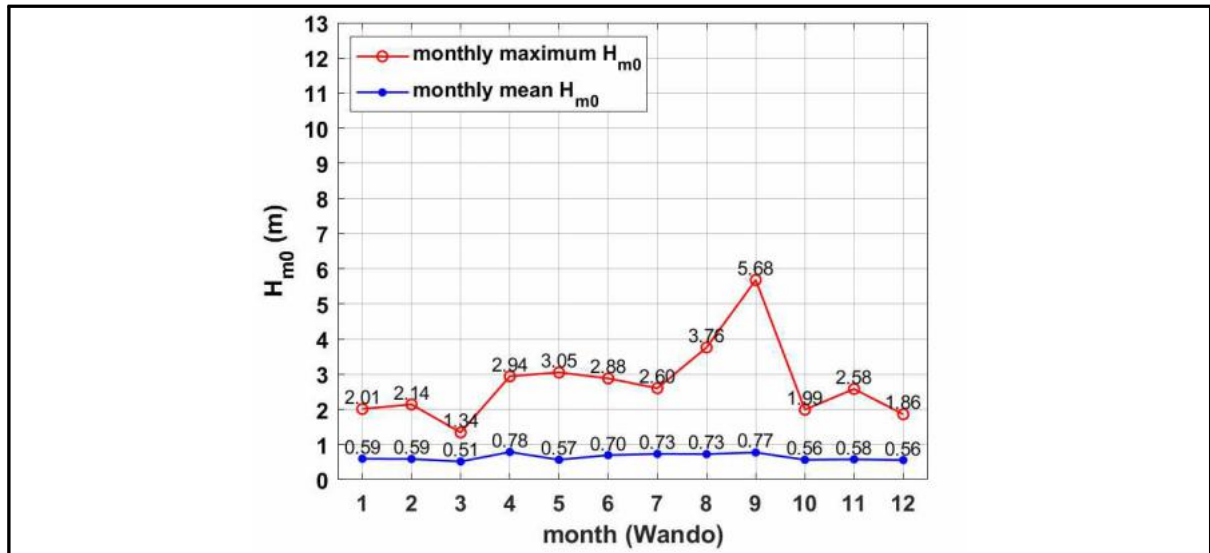
전체 관측자료 기준으로는 완도항의 주파향인 SSE를 중심으로 시계방향으로 파향 ESE~SW에 출현율 10%를 상회하며 고르게 분포하고 있다(그림 5-20). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 전체 파랑장미도와 유사한 모습으로 나타나면서 주파향인 파향 SSE의 출현율은 20%를 초과하고 있다. 여름에는 시계방향으로 파향 SSE~SW에 출현율 20% 내외로 고르게 분포하고 있다. 가을에는 주파향 ESE와 더불어 파향 SE~SSE에 파향이 집중되는 형태를 보이고 있다. 겨울에는 파향 ESE~SE 계열이 주파향으로 분포하면서 파향 SW~WSW 계열과 파향 NW~NNE 계열의 분포로 구분되어 나타난다.

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

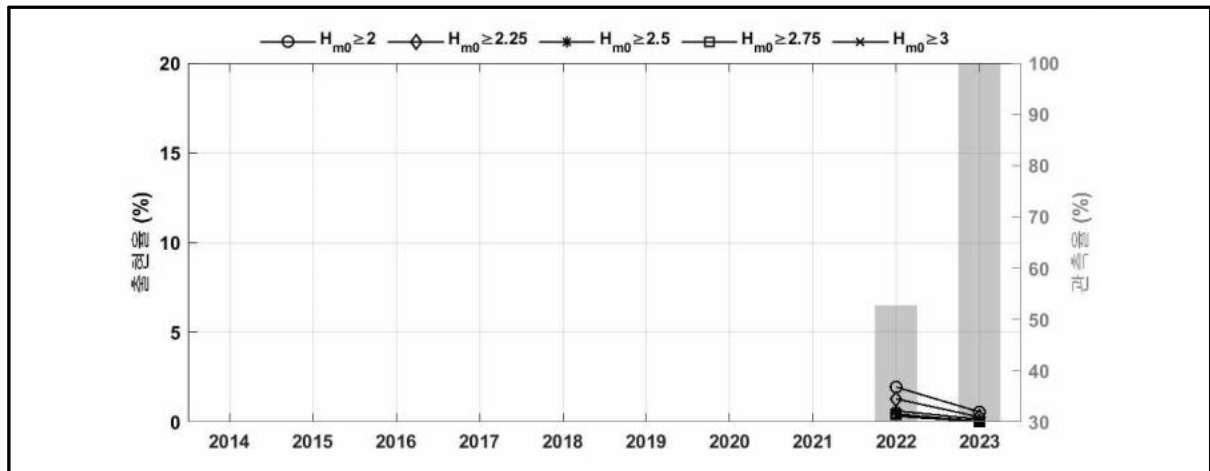
완도항의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 이하의 연별 출현율을 보였다(그림 5-22).



〈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 5-8〉 연별 폭풍파고 출현빈도(남해안 권역, 완도항)

구간	2022	2023
$H_{m0} \geq 2.00$ m	179	97
$H_{m0} \geq 2.25$ m	118	48
$H_{m0} \geq 2.50$ m	57	25
$H_{m0} \geq 2.75$ m	40	5
$H_{m0} \geq 3.00$ m	29	1

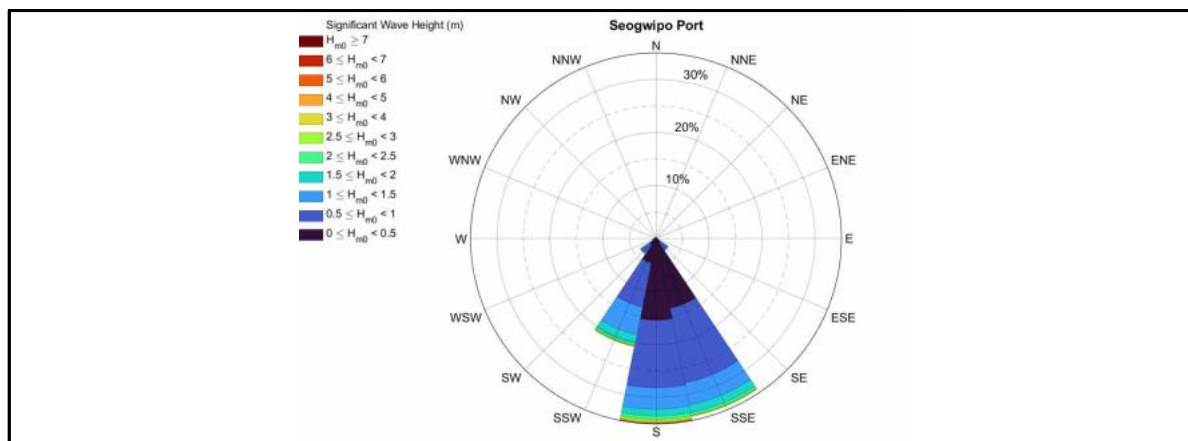
#### 4) 서귀포항

제주 특별자치도 서귀포항에서는 2020년 6월부터 2023년 12월까지의 자료를 분석하였다.

전체 관측자료 기준으로는 서귀포항의 주파향은 파향 S로 나타났지만, 파향 SSE에서도 30%를 상회하며 거의 유사한 출현율을 보이고 있다(그림 5-23). 이 지역의 주파향은 계절별로 약간의 차이를 보이는데, 봄에는 시계 방향으로 파향 SSE가 주파향으로 40%를 상회하고 있으며 다음으로 파향 S도 30%를 초과하는 분포를 보이고 있다. 여름에는 파향 SSW가 주파향으로 40%를 초과하고 있으며 다음으로 파향 S도 30%를 초과하는 분포를 보이고 있다. 가을에는 봄철과 거의 유사한 분포를 보이고 있다. 겨울에는 주파향 S와 더불어 파향 SSE에서 출현율이 높게 나타나고 있으며 파향 S의 출현율은 30%를 상회하며 파향 SSE는 30% 미만으로 나타났다.

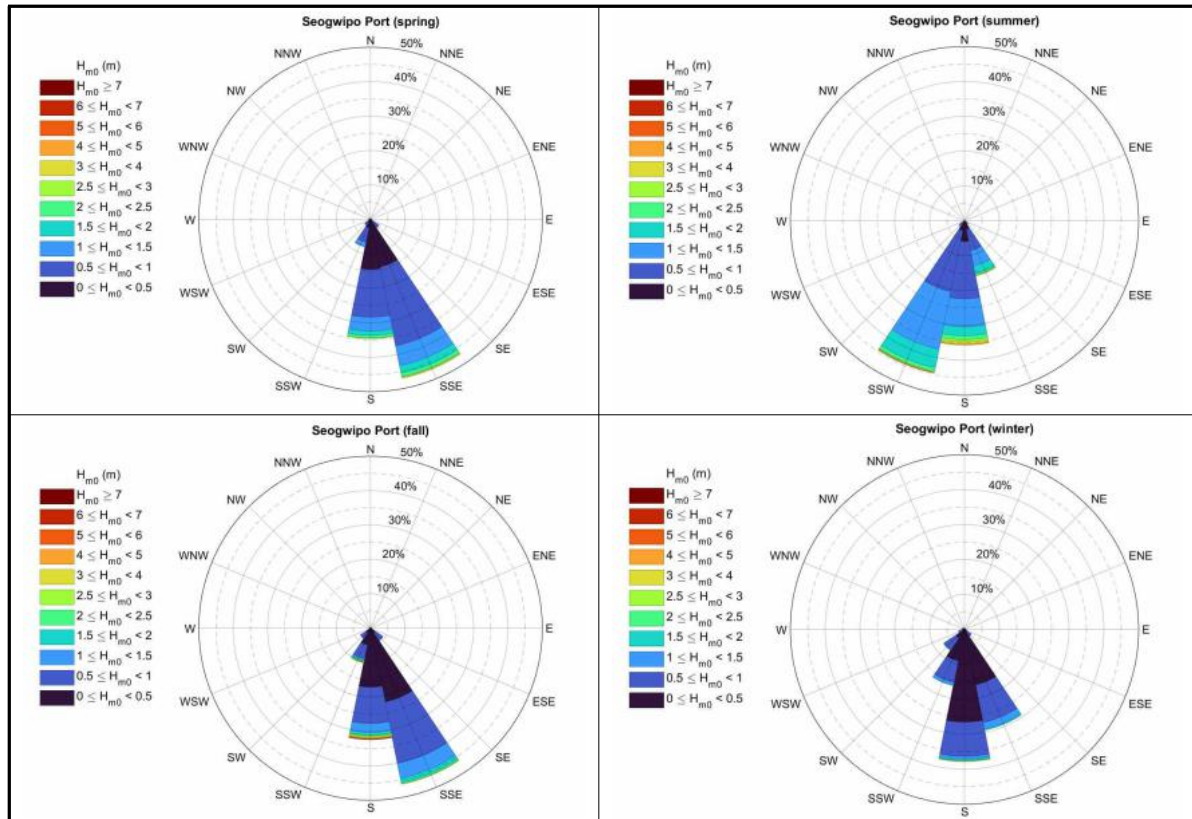
관측기간 동안 서귀포항의 월평균 유의파고는 태풍의 영향을 직접적으로 받는 남해안의 특성상 9월에 가장 높게 나타났다(그림 5-24). 또한 월최대 유의파고가 가장 크게 나타난 기간 역시 2022년 제11호 태풍 HINNAMNOR(2211)의 영향으로 2022년 9월 5일 21시 30분에 유의파고 9.44 m로 가장 크게 나타났다.

서귀포항의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 이하의 연별 출현율을 보였다. 폭풍파고의 출현율과 출현빈도 검토결과 유의할만한 변화나 경향은 보이지 않았다(그림 5-25, 표 5-9).

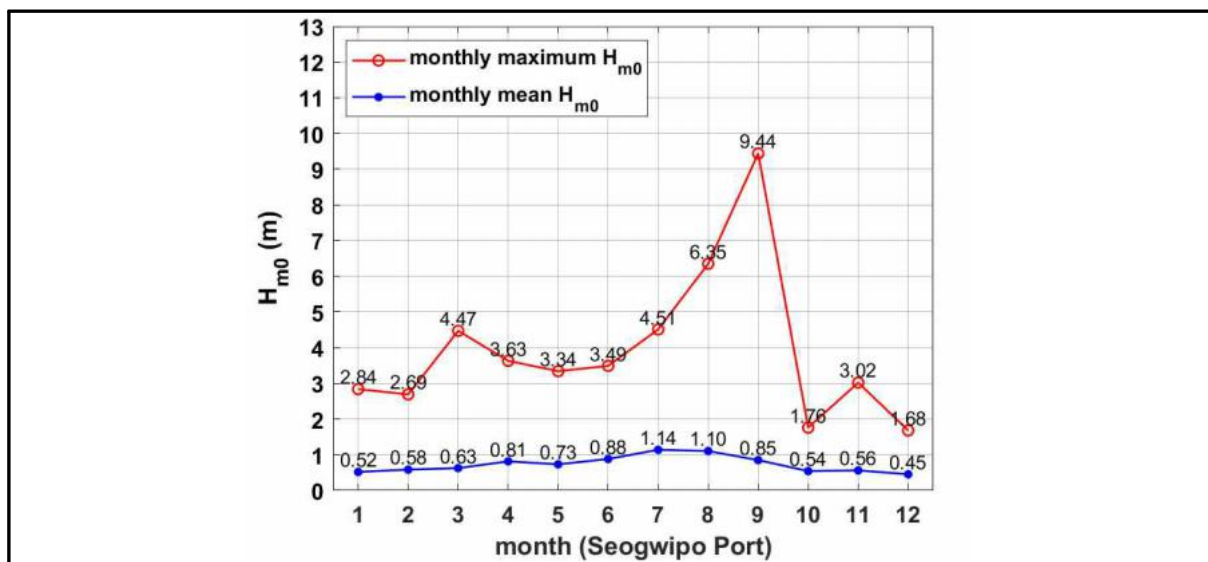


〈그림 5-23〉 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 서귀포항)

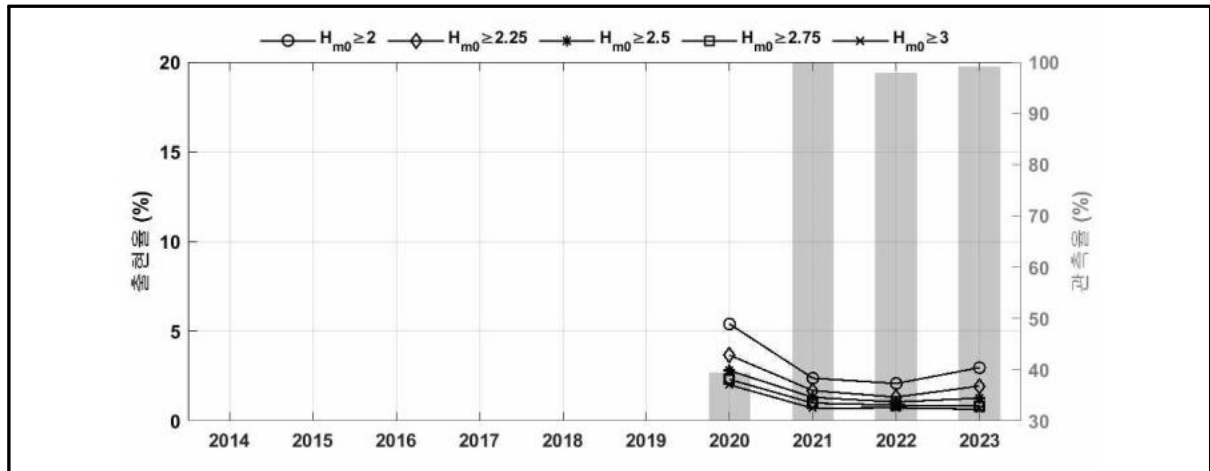




〈그림 5-23〉 (계속), 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(남해안 권역, 서귀포항)



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



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

〈표 5-9〉 연별 폭풍파고 출현빈도 (남해안 권역, 서귀포항)

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

### 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).

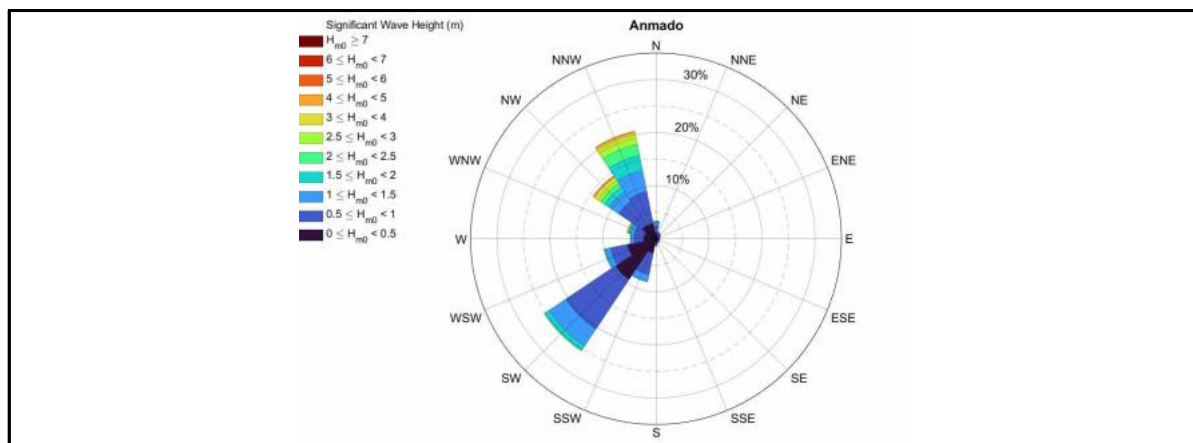
#### 1) 안마도

전라남도 안마도에 대해서는 2022년 5월부터 2023년 9월까지의 자료를 분석하였다.

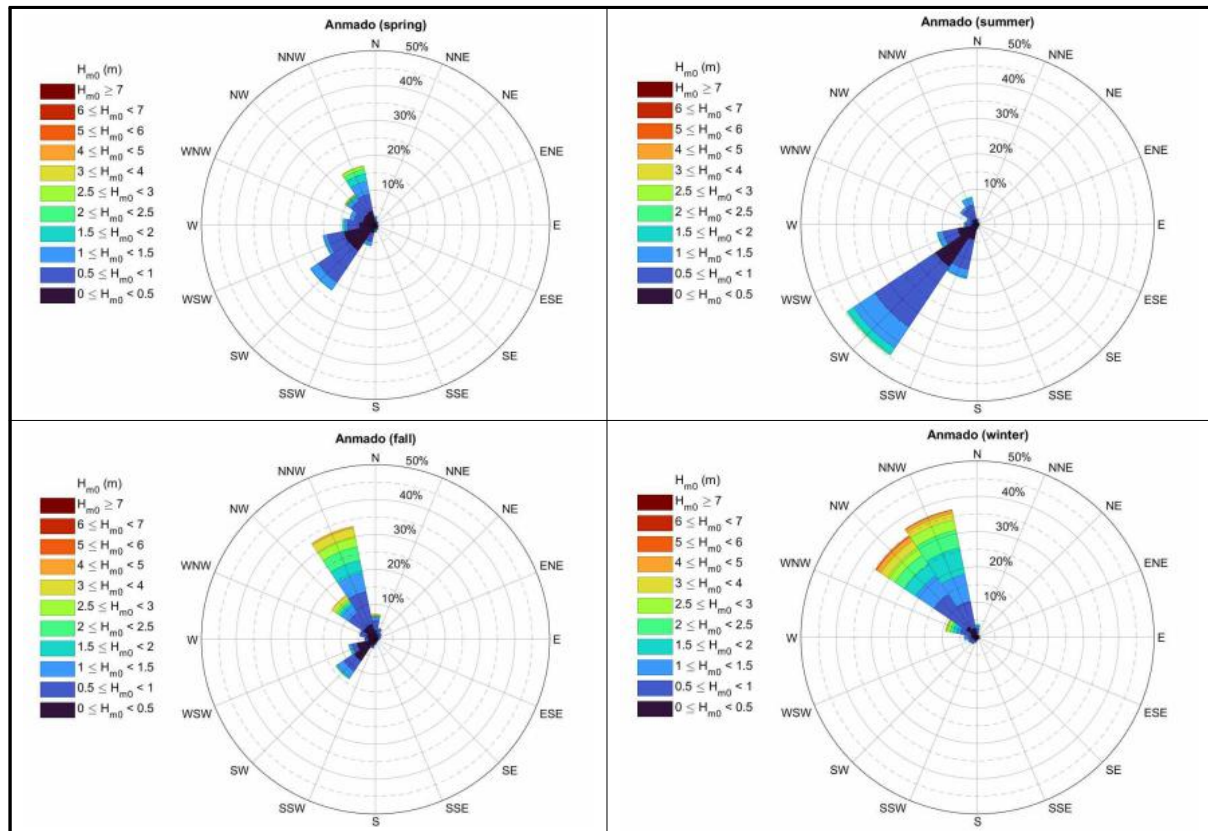
전체 관측자료 기준으로는 안마도 전면 해역의 주파향 SW와 파향 NW~NNW 계열을 중심으로 파향 분포가 양분되는 형태를 보이고 있다(그림 5-26 참조). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 전체 파랑장미도와 유사한 모습으로 나타나면서 주파향 SW의 출현율이 20%를 상회하고 있다. 여름에는 시계방향으로 파향 SSW~WSW의 출현빈도가 높게 나타나며 주파향 SW의 출현율은 40%를 상회하는 것으로 나타났다. 가을철에는 파향 NNW가 주파향으로 30%를 상회하는 것으로 나타났다. 겨울철에는 주파향 NNW와 NW의 출현율이 모두 30%를 상회하는 것으로 나타났다.

관측기간 동안 안마도의 월평균 유의파고는 전반적으로 동계 기간의 파고가 하계 기간의 파고보다 크게 나타났다(그림 5-27). 월 최대 유의파고 역시 1월에 5.65 m, 12월에 5.47 m로 동계에 가장 높게 나타났다.

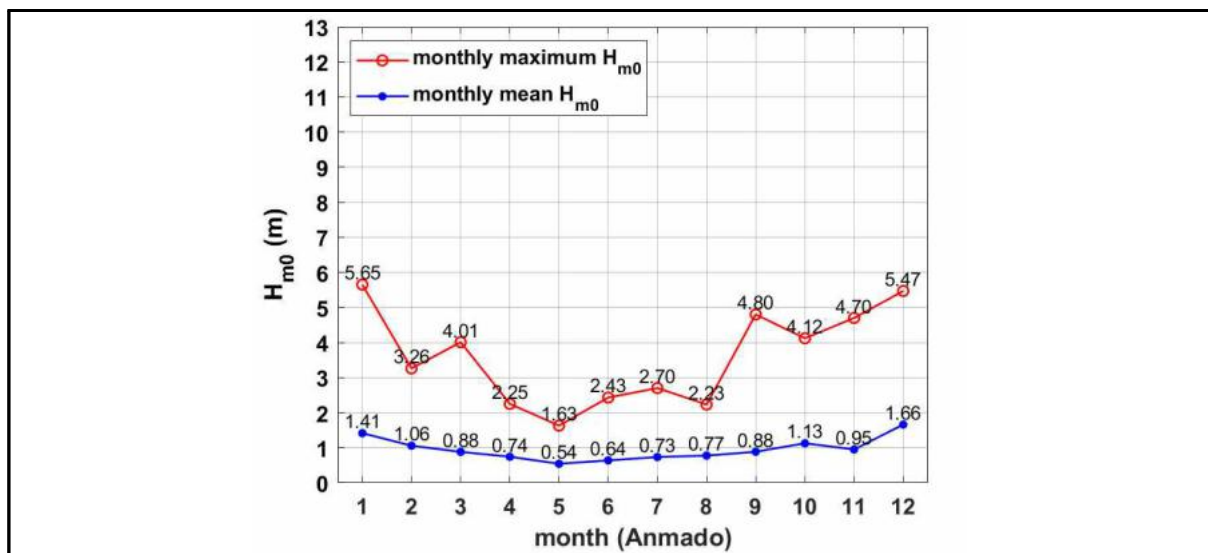
안마도의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 10% 이하의 연별 출현율을 보였다(그림 5-28).



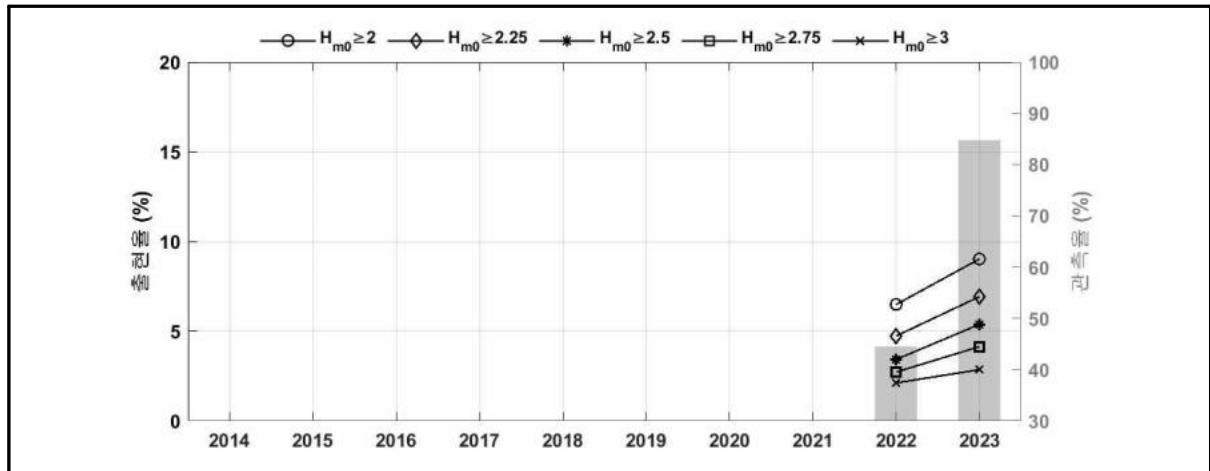
〈그림 5-26〉 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 안마도)



〈그림 5-26〉 (계속), 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 5-10〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 안마도)

구간	2022	2023
$H_{m0} \geq 2.00$ m	506	1,341
$H_{m0} \geq 2.25$ m	369	1,029
$H_{m0} \geq 2.50$ m	267	799
$H_{m0} \geq 2.75$ m	212	615
$H_{m0} \geq 3.00$ m	165	424



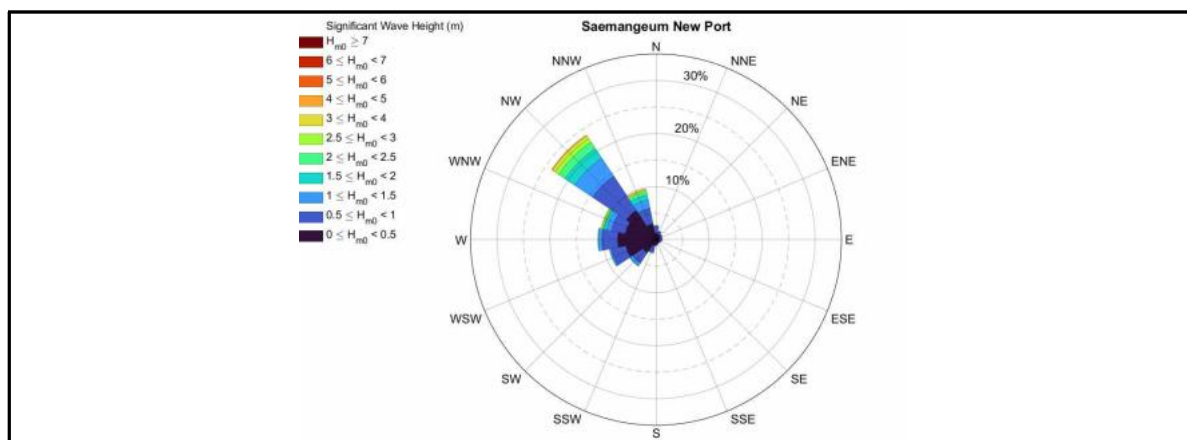
## 2) 새만금

전라북도 새만금에 대해서는 2020년 7월부터 2023년 8월까지의 자료를 분석하였다.

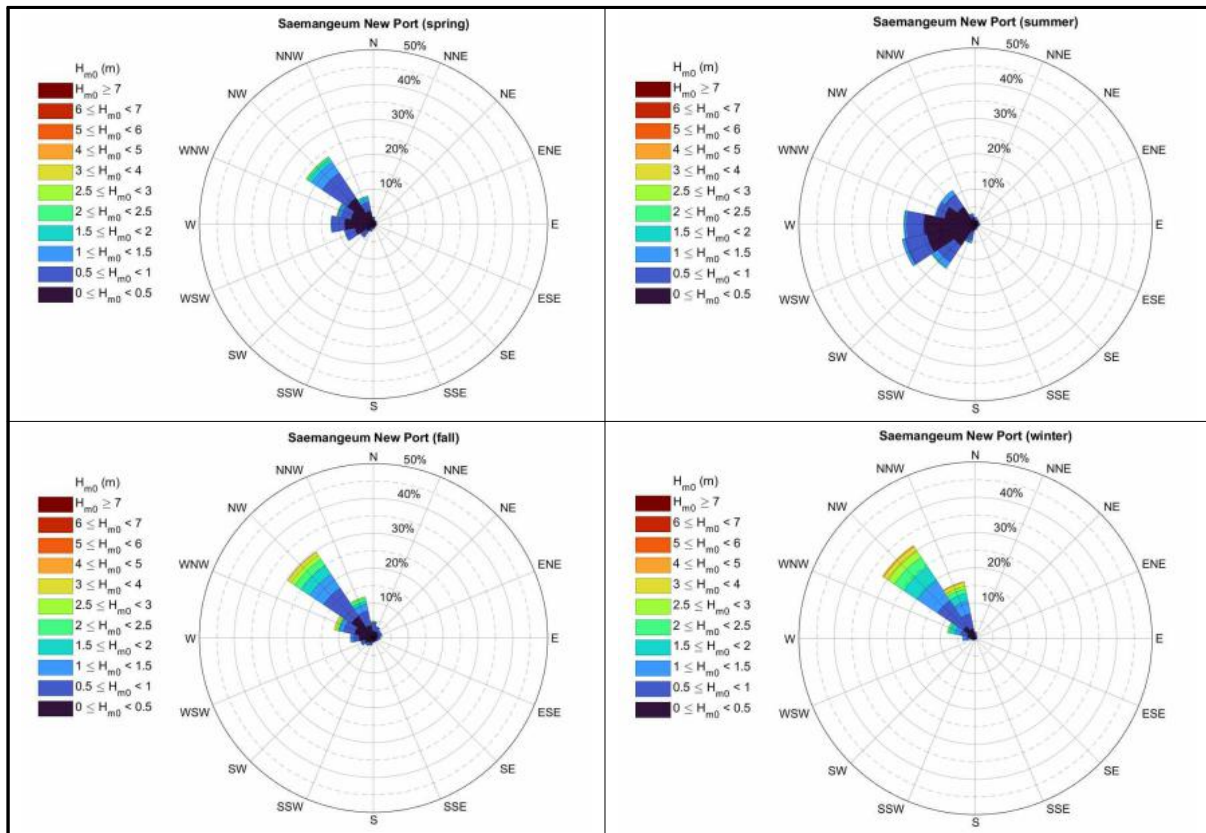
전체 관측자료 기준으로는 새만금 전면 해역의 주파향은 파향 NW이지만, 이 외에도 시계방향으로 파향 WSW~NNW까지 고르게 분포하고 있다(그림 5-29 참조). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 전체 파랑장미도와 유사한 모습으로 나타나면서 주파향 NW의 출현율이 20%를 상회하고 있다. 여름에는 시계방향으로 파향 SW~NW까지 고르게 분포하고 있으며 파향 WSW와 W의 출현율이 두드러지게 높게 나타나고 있다. 가을에는 주파향 NW가 두드러지게 높게 나타나고 있다. 겨울철에는 파향 NW를 주파향으로 하여 파향 NNW의 출현율도 높게 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.

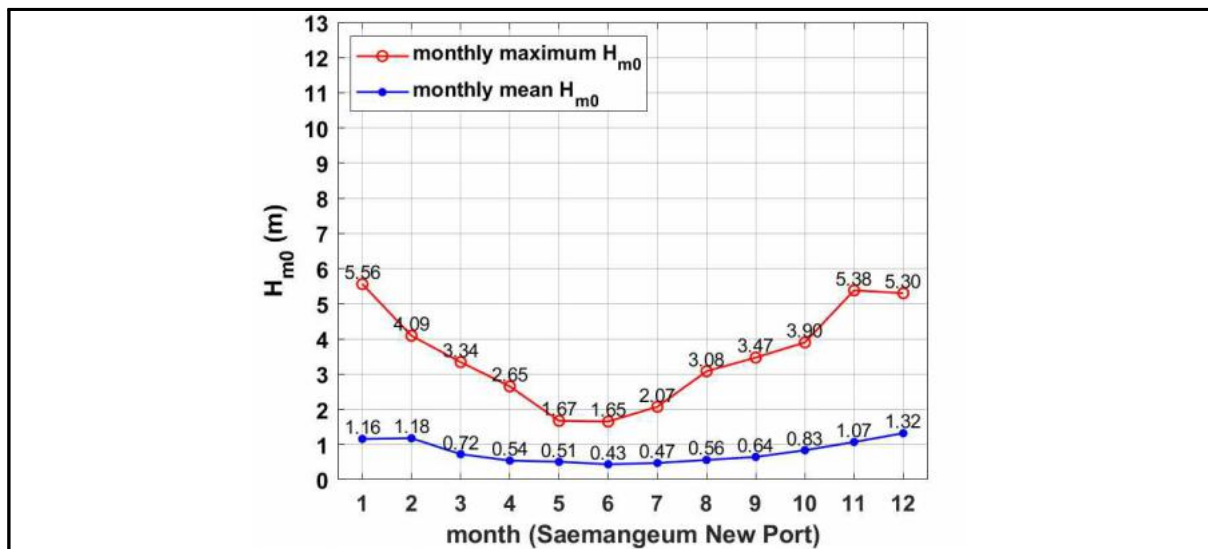
새만금의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준 구간에서 10% 이하의 출현율을 보였으며 2022년에는 다른 해에 비해 다소 높게 나타났다(그림 5-31, 표 5-11).



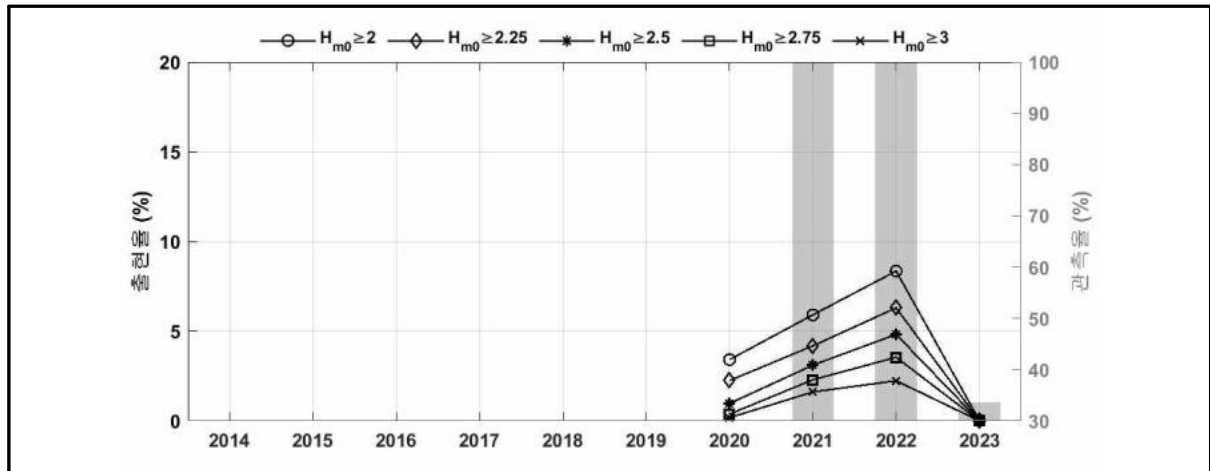
〈그림 5-29〉 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 새만금)



〈그림 5-29〉 (계속), 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 5-11〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 새만금)

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

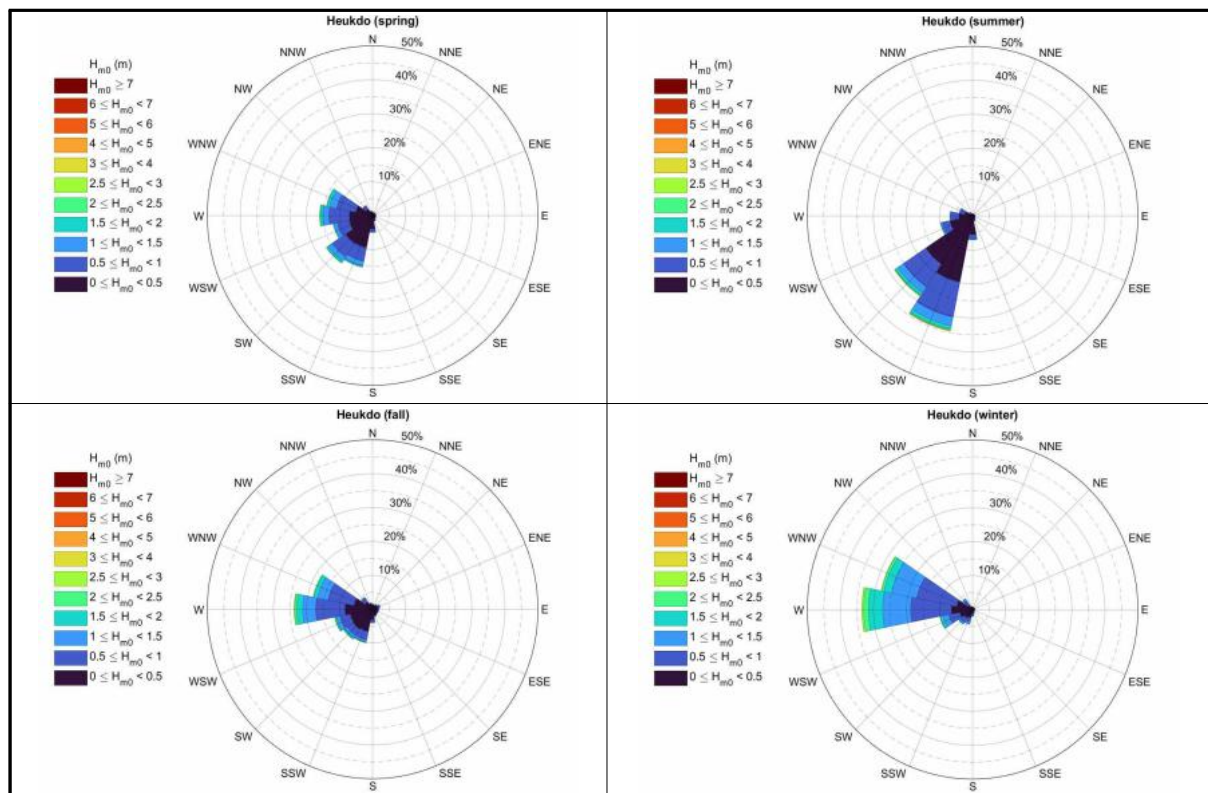
## 3) 흑도

태안군 흑도에 대해서는 2014년 7월부터 2023년 6월까지의 자료를 분석하였다.

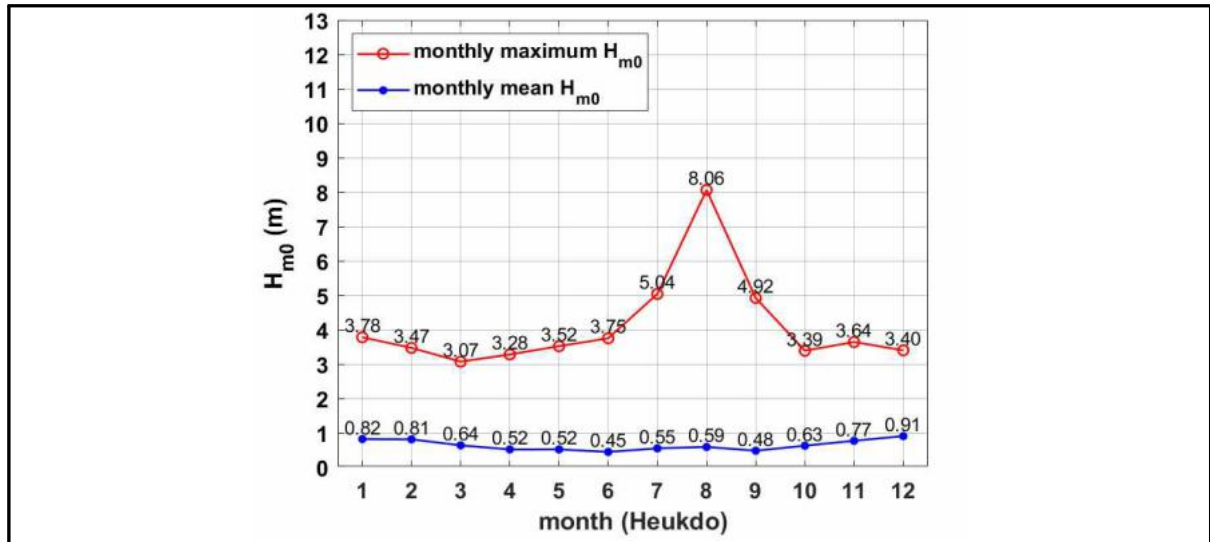
전체 관측자료 기준으로는 태안 흑도 전면 해역의 주파향은 파향 W이지만, 이 외에도 파향 SSW부터 파향 WNW까지 고르게 분포하고 있다(그림 4-28 참조). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 시계 방향으로 파향 SSW부터 파향 WNW까지 파향별로 비교적 고른 분포를 나타내며 전체 관측자료 기준의 분포와 유사한 형태를 보이고있다. 여름에는 파향 SSW를 주파향으로 SW의 출현빈도가 함께 두드러지게 높게 나타나며 가을철에는 파향 W를 주파향으로 하여 WNW의 출현빈도도 높게 나타났다(그림 5-32 참조). 겨울철에는 가을철의 분포와 유사한 형태를 보이지만 파향 W와 WNW의 출현율이 더 높게 나타났다.

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.

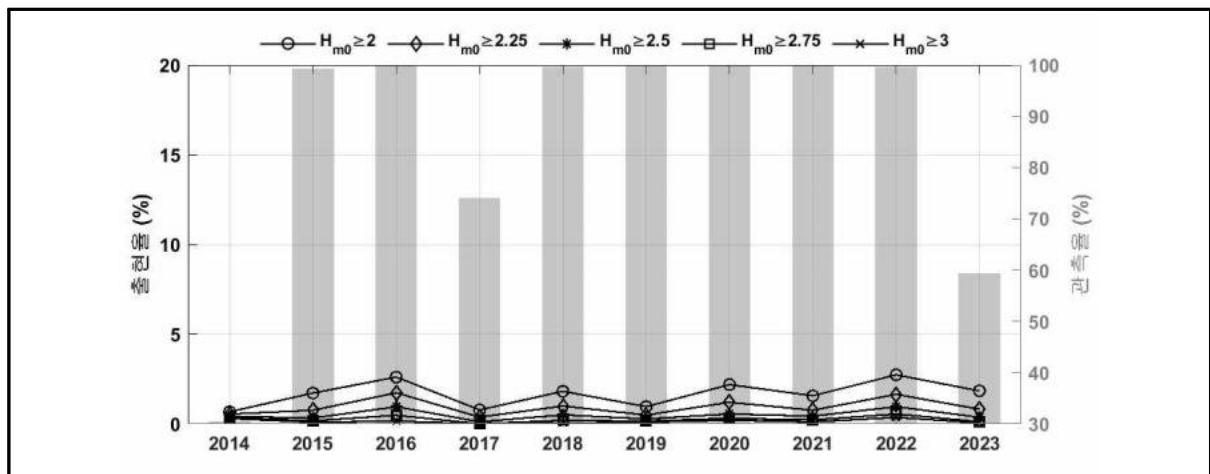
태안 흑도의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 이하의 출현율을 보였다(그림 5-34). 연별 폭풍파고의 출현빈도는 2016년, 2020년과 2022년이 다른 해에 비해 다소 높았으며, 2022년에 3 m 이상의 폭풍파고의 빈도가 가장 높게 나타났다(표 5-12).



〈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 5-12〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 태안군 흑도)

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



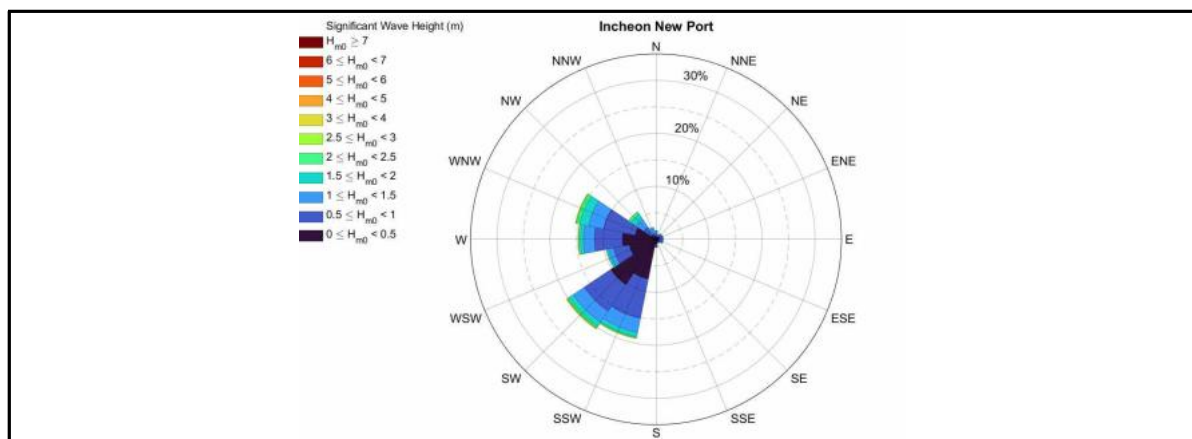
#### 4) 인천신항

인천광역시 인천신항에 대해서는 2022년 5월부터 2023년 12월까지의 자료를 분석하였다.

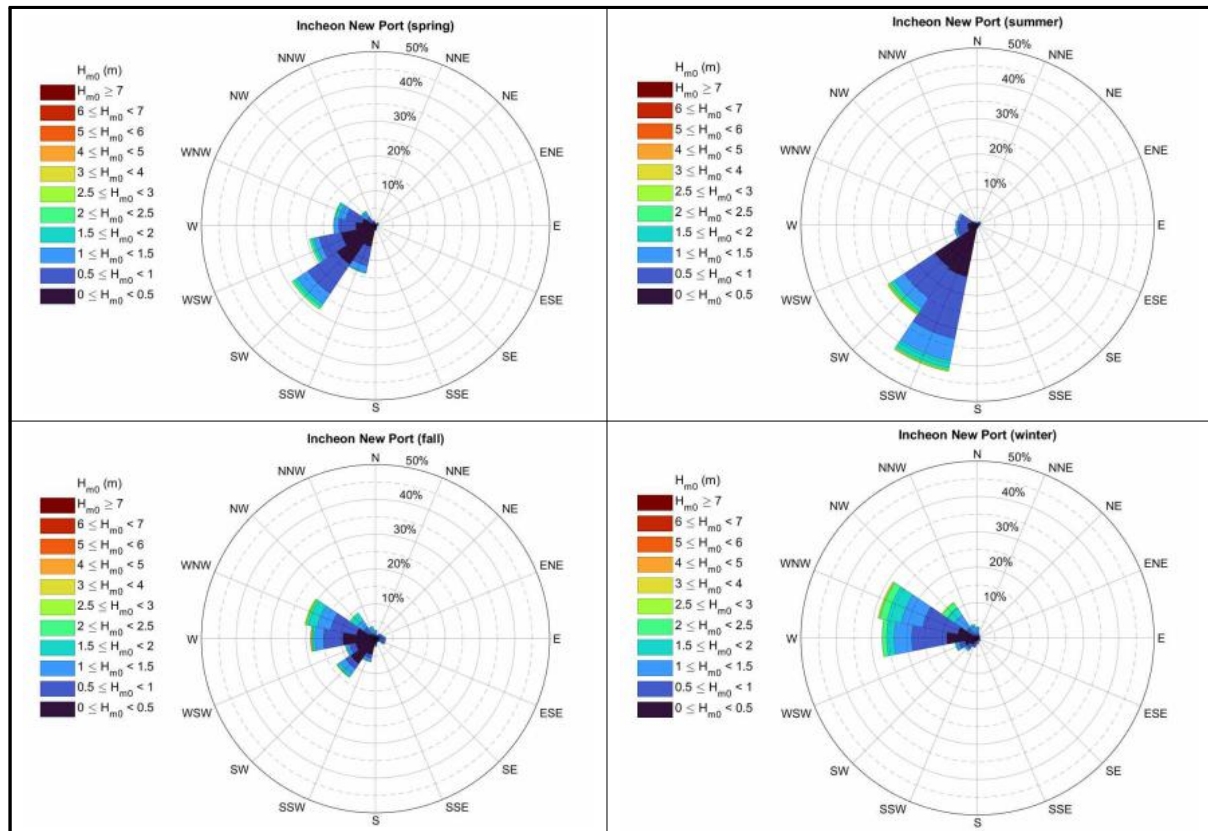
전체 관측자료 기준으로는 인천신항 전면 해역의 주파향은 파향 SW이지만, 시계방향으로 파향 SSW~SW와 파향 W~WNW 계열을 중심으로 파향 분포가 양분되는 형태를 보이고 있다(그림 5-35 참조). 이 지역의 주파향은 계절별로 차이를 보이는데, 봄에는 시계 방향으로 파향 SSW부터 파향 WNW까지 파향별로 비교적 고른 분포를 보이면서 주파향 SW와 파향 WSW의 출현율이 높게 나타났다. 여름에는 파향 SSW를 주파향으로 SW의 출현빈도가 함께 두드러지게 높게 나타났다. 가을철에는 주파향 WNW와 파향 W의 출현율이 높게 나타나면서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

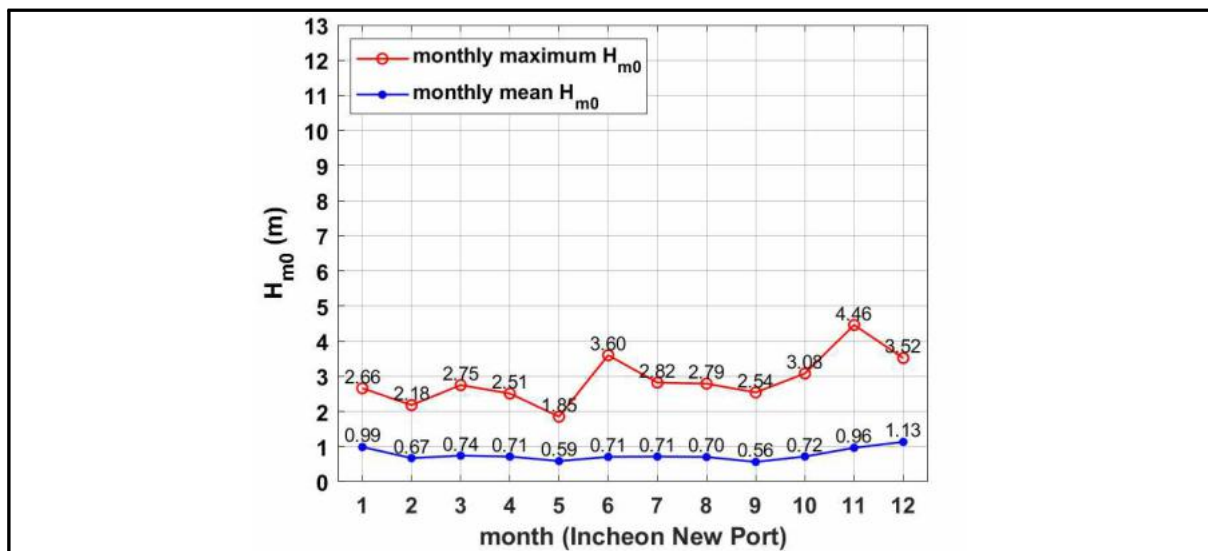
인천신항의 연별 폭풍파는 모든 폭풍파고 기준구간에서 5% 미만의 출현율을 보였다(그림 5-37).



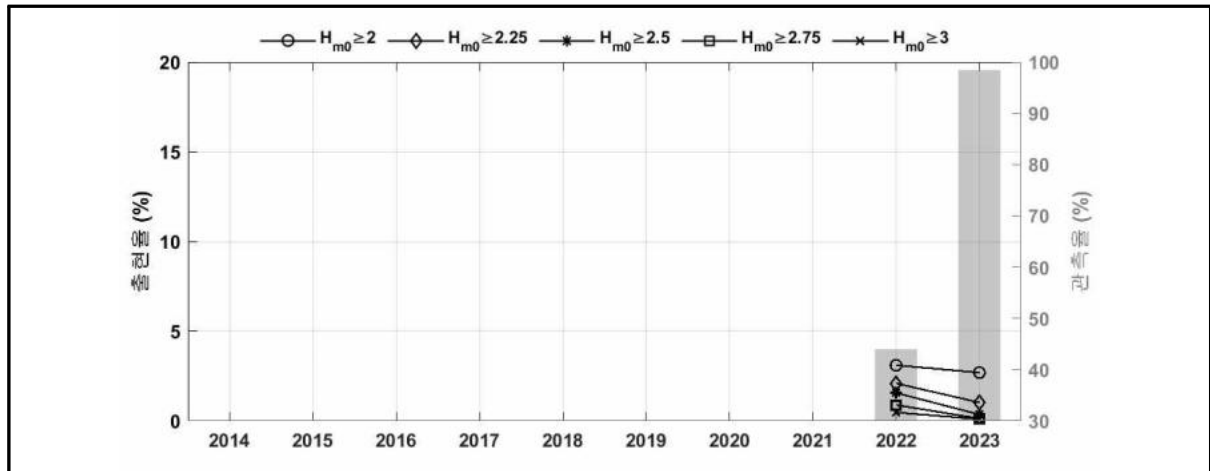
〈그림 5-35〉 전체 기간 및 계절별 파랑장미도(서해안 권역, 인천신항)



〈그림 5-35〉 (계속), 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 5-13〉 연별 폭풍파고 출현빈도(서해안 권역, 인천신항)

구간	2022	2023
$H_{m0} \geq 2.00$ m	239	463
$H_{m0} \geq 2.25$ m	161	176
$H_{m0} \geq 2.50$ m	120	61
$H_{m0} \geq 2.75$ m	68	22
$H_{m0} \geq 3.00$ m	36	16

## 〈 부 록 〉

### 1. 연안침식 실태조사 파랑모니터링 매뉴얼



# **연안침식 실태조사 파랑모니터링 매뉴얼**





## < 목 차 >

제1장 개요 .....	1
1.1 목적 및 필요성 .....	1
1.2 파랑의 개념 .....	1
제2장 파랑모니터링 계획수립 .....	3
2.1 대상지점 선정 .....	3
2.2 내용 및 범위 .....	3
2.3 관측장비 .....	4
2.4 관측장비 거치대 .....	6
2.5 관측자료 back-up 등 실행역 현장 작업 .....	7
제3장 관측자료 분석 .....	8
3.1 분석방법 .....	8
3.2 자료처리 및 분석 .....	9



## 1장 개요

- 본 매뉴얼은 해양수산부의 용역과제 “연안침식 실태조사” 과제 중 파랑모니터링 부문의 결과물로 연안침식과 연관된 파랑모니터링을 위한 기본적인 내용을 포함하고 있다.
- 연안침식 실태조사 중 파랑모니터링은 실태조사 계획수립 단계에서부터 사전 검토되어야 하며, 실태조사의 목표, 시행 등의 각 단계에서 유기적으로 피드백(feedback)되어야만 시행착오를 줄일 수 있을 뿐 아니라 목표로 하는 적절한 파랑모니터링을 수행할 수 있다.
- 일반적으로 연안침식의 외력으로 작용하는 파랑을 관측하는 경우는 많으나 세부적인 목적에 따라 여러 가지 방법을 제시할 수 있을 것이다. 여기서는 “연안침식 실태조사” 과제를 목적으로 수행한 파랑모니터링을 기준으로 매뉴얼을 작성하였다.

### 1.1 목적 및 필요성

- 최근 연안환경변화 및 해안 인공구조물 건설로 인하여 백사장 침식, 해안선 후퇴 등 심각한 연안침식 피해가 발생하고 있으며 이에 대한 연안침식 실태조사가 수행 중에 있다
- 해안선 측량, 비디오 모니터링 등 연안침식 실태조사를 수행한 결과물은 향후 해안침식 방지대책을 위한 기초자료로 활용되어야 하지만, 파랑 등 주요 외력조건에 대한 자료가 없이는 침식·퇴적의 원인분석이 불가능하여 방지대책 마련에 제한이 있다.
- 연안침식 실태조사의 실효역 파랑 모니터링 현장관측은 연안의 침식·퇴적에 가장 큰 영향을 주는 외력조건인 파랑자료를 획득하여 그 특성을 분석하고 연안침식의 원인파악을 위한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.
- 한편, 연안침식 실태조사에 사용하기 위한 파랑 자료는 연안에 내습하는 파랑의 특성을 파악할 수 있어야 하며 해안선의 변화와 상호 비교를 위해서 장기간 연속 관측이 수행되어야 한다.

### 1.2 파랑의 개념

- 파랑은 일반적으로 파고, 주기, 파향으로 구분되어 설명할 수 있다. 예를 들어 파고계로 관측한 해수면의 파형을 가정할 때 한 파봉에서 다음 파봉까지를 1파로 간주하고, 그 사이의 시간을 주기, 봉에서부터 곡까지의 차를 파고로 정의할 수 있다. 또한 파향이란 파가 다가오는 방향을 의미한다.



- 파랑은 생성 원인, 수심, 주기 등의 여러 기준에 따라 분류할 수 있지만 가장 일반적으로 풍파와 너울로 구분된다. 이는 생성 원인에 의한 분류에 해당하는데 풍파는 바다 위를 부는 바람에 의해서 발생하는 파를 의미하며, 바람에 의해서 발생된 풍파가 전달되어 바람이 불지 않는 장소에 도달한 파를 너울이라고 한다. 또한 해저지진에 의해 발생하는 파를 쓰나미라고 한다. 수심에 의한 분류에서는 수심이 파장의 1/2 이상인 수역에서의 파랑인 심해파, 수심이 파장의 1/20 이하인 수역에서의 파랑인 천해파, 수심이 파장의 1/20 이상이고 1/2 이하인 수역에서의 파랑인 천이파로 구분할 수 있다. 주기에 의한 분류로는 주기가 수 초에서 30초까지의 단주기파, 그 이상인 장주기파라고 한다. 장주기파(또는 장파)는 다시 좁은 의미의 장주기파(또는 중력외파), 쓰나미, 폭풍해일, 조석, 부진동 등으로 분류된다.
- 전국파랑 관측망 연보에서 분석하는 파랑 관측자료는 해양수산부의 파랑 관측망 14개소에서 취득한 자료이며, 관측장비 제작사에서 제공하는 프로그램을 사용하여 관측자료를 분석하고 있다. 현재 해양수산부에서 운영하고 있는 전국파랑 관측망에서 제공하고 있는 파랑특성계수는 30분 간격의 유의파고( $H_s$ ), 첨두주기( $T_p$ ), 유의파주기( $T_{1/3}$ ) 그리고 첨두파향( $\theta_p$ ) 등이다. 한편, 본 과제 보고서 및 매뉴얼에서 다루는 파랑특성계수에 대한 설명은 아래와 같다.

- $H_s$  (유의파고) : 스펙트럼 방법을 이용한 파랑 분석 결과로, 파고계의 관측자료를 처리하여 주파수 스펙트럼을 구할 수 있으며 주파수 스펙트럼( $S(f)$ )에서 유의파고를 구할 수 있다.

$$H_s \approx 4\sqrt{m_0}, \quad m_0 = \int S(f)df$$

- $T_p$  (첨두주기) : 파고계의 관측자료를 처리하여 주파수 스펙트럼을 구할 수 있으며 여기서 주파수 스펙트럼의 최대 첨두(peak)의 주기(주파수)라 정의한다.
- $T_{1/3}$  (유의파주기) : 파별분석법(zero-crossing 방법)을 이용한 파랑 분석 결과로, 유의파(1/3 최대파)는 파고가 큰 쪽에서 1/3을 골라내어 평균을 낸 파인데 그 파고를 유의파고( $H_{1/3}$ ), 주기를 유의파 주기( $T_{1/3}$ , 1/3최대파 주기)라 정의한다.
- $\theta_p$  (첨두파향) : 파고계와 유속계의 관측자료를 처리함으로써 파향스펙트럼을 구할 수 있으며 여기서 파향스펙트럼의 최대 첨두(peak)의 방향을 첨두파향이라 정의한다.
- $\bar{\theta}$  (평균파향) : 파고계와 유속계의 관측자료를 처리함으로써 파향스펙트럼을 구할 수 있으며 여기서 파향스펙트럼의 무게중심의 방향을 평균파향이라 정의한다.



## 2장 파랑모니터링 계획수립

### 2.1 대상지점 선정

- 파랑 모니터링 대상지역은 연안침식 실태조사 대상지역 중 침식이 심각하여 침식원인규명이 필요한 지역, 대규모 연안정비사업이 계획된 지역으로 파랑자료가 필요한 지역에 대하여 수행한다. 따라서 연안침식 실태조사 중 파랑모니터링은 가급적 실태조사 계획수립 단계에서부터 함께 검토되어야 하며, 실태조사의 목표, 시행 등의 각 단계에서 유기적으로 피드백(feedback)되어야만 시행착오를 줄일 수 있을 뿐 아니라 최대한 빨리 목표로 하는 적절한 파랑모니터링을 수행하고 그 결과물을 취득할 수 있을 것이다.
- 파랑 모니터링은 인근 연안에 내습하는 파랑특성을 대표할 수 있는 지점을 선정하여 수행하여야 하며, 장기간 파고, 주기, 파향 등 양질의 파랑특성자료를 안정적으로 취득할 수 있어야 한다.
  - 파랑관측지점은 외해에서 연안으로 들어오는 파랑이 주변 섬이나 인공구조물에 영향을 받지 않는 지역으로 선정함
  - 파랑관측지점 수심은 착저식 운용을 전제로 초음파식 파고·파향계가 최적의 상태에서 관측할 수 있는 Datum Level 기준의 수심 20~40 m 지역을 기준으로 선정함
  - 위의 조건에 적합한 지점을 선정하기 위하여 대상지역 주변의 수심자료를 확보한 다음 면밀히 검토하여 최적의 지점을 선정함

### 2.2 내용 및 범위 검토

- 파고·파향계를 사용한 연중 연속관측을 원칙으로 1년 이상의 연속관측을 수행한다.
  - 조사항목은 파고, 파주기, 파향 등으로 하며 0.5초 또는 1초 간격으로 자료를 취득하고 매 30분 또는 1시간 간격으로 파고, 주기, 파향 등의 파랑특성계수들을 산정함
  - 파랑관측 장비는 파고와 파향을 동시에 관측할 수 있는 부이식과 초음파식 파고·파향계 중에서 자료취득율이 높은 초음파식 파고·파향계의 선택을 우선적으로 고려함
  - 초음파식 파고·파향계 중에서는 정확도가 우수하고 최근 사용실적이 많은 노르웨이 Nortek사의 AWAC(Acoustic Wave And Current meter, 600 KHz) 또는 동등 이상의 관측 장비를 사용하며 본 매뉴얼은 AWAC을 기준으로 작성하였음
- 필요에 따라서 파고·파향계와 연계하여 해안에서 중력외파를 관측할 수 있는 수압식 파고계 등 별도의 파랑 관측장비를 설치하고 운영한다.
- 여기에서는 실제 연안침식 실태조사에서 사용한 Nortek사의 AWAC 장비를 사용한 경험을 바탕으로 매뉴얼을 작성하였다.

## 2.3 관측장비

- 통상 연안의 파랑특성을 파악하기 위해 사용되는 파랑 관측장비들은 관측원리, 관측방법 등에 따라 다양한 종류가 있으나 우리나라에서는 주로 수압식 파고계, 초음파식 파고계, 부이식 파고계 등이 사용되고 있으며 최근에는 지상라이다, 비디오 모니터링 등의 새롭고 다양한 조사장비 및 방법들이 활용되고 있다. 이와 같이 우리나라에서 사용하고 있는 다양한 파랑 관측 장비가 존재하지만 여기에서는 연안침식 실태조사 파랑모니터링에서 사용하고 있는 관측 장비에 대한 내용을 중심으로 수록하였다.
- 연안침식 실태조사 과제에서 파랑모니터링은 앞에서 기술한 바와 같이 우리나라 해안침식의 원인 중 하나인 파랑을 장기연속 관측하고 해안선변화, 수심변화 등의 조사자료와 연계하여 파랑과 연안침식과의 상관관계를 검토하기 위해 수행되고 있는 만큼 우리나라 연안의 근해 파랑관측을 목표로 계획을 수립하였다. 또한 기본적으로 파향, 파고, 주기 등을 모두 포함한 장기연속 파랑 관측이 필요하였다. 이러한 파랑모니터링을 목적으로 파랑 관측장비 선정 시에는 관측의 목적과 우리나라 연안의 특성을 모두 고려하여 해저면에 착저식으로 설치하여 운영할 수 있고, 관측자료를 스펙트럼법과 파별분석법으로 분석할 수 있는 초음파식 관측장비를 최종 선정하였다.
- 어로작업이 활발한 우리나라의 연안 특성 상 어로작업으로 인해 관측장비가 훼손 또는 망실되는 경우가 많은데 특히 근해에서 사용하는 소형 부이식 장비는 어선과의 충돌, 계류선 절단 등으로 인해 훼손과 망실의 위험성이 높아 제외하였다. 부이식 장비를 안정적으로 사용하기 위해서는 근해에서도 기상청 또는 국립해양조사원에서 사용하는 대형부이를 사용해야 하는데 이는 불필요한 비용 상승이 발생하여 고려하지 않았다. 이외에 지상라이다, 비디오 모니터링 등의 장비는 지상 고고도에서의 관측이 필요하여 관측위치 선정 및 설치 시 제약과 고려해야 할 사항들이 많고, 관측자료의 정확도에도 논란이 있으며 다른 종류의 관측장비와 비교·검증 관측이 필요한 점 등을 고려하여 제외하였다. 한편, 관측장비 선정과정에서 파향 관측이 어려운 수압식 파고계는 제외하였으나 중력외파 관측을 목적으로 별도로 추가 설치하는 경우에는 고려할 수 있는 것으로 사료된다.
- 현재 연안침식 실태조사 파랑모니터링에 사용되는 초음파식 관측장비는 Nortek社の AWAC 600 모델의 장비로 별도의 설치대를 사용하여 해저면에 착저식으로 설치하여 운영하고 있다. 한편, 태풍 등의 이상 기상현상 시에도 안전하게 관측하기 위해 별도의 지지대를 추가로 설치하여 관측장비를 고정하는 등 안전성을 우선 고려하여 운영하고 있으며 매년 3회 이상의 정기 점검을 통해 유지관리를 실시하고 있다. 관측 장비 제원은 <표 2.3.1>와 <그림 2.3.1>에 정리하였다.



〈표 2-3-1〉 파고 · 파향계의 제원

항목	제 원 (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)	1 Hz velocity, 2 Hz 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/ 1 cm	
		Accuracy/ resolution ( $Dir.$ )	2° /0.1°	
		Period range	1~50 sec	
			Depth(m)	cut off period( $H_s$ )
	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		



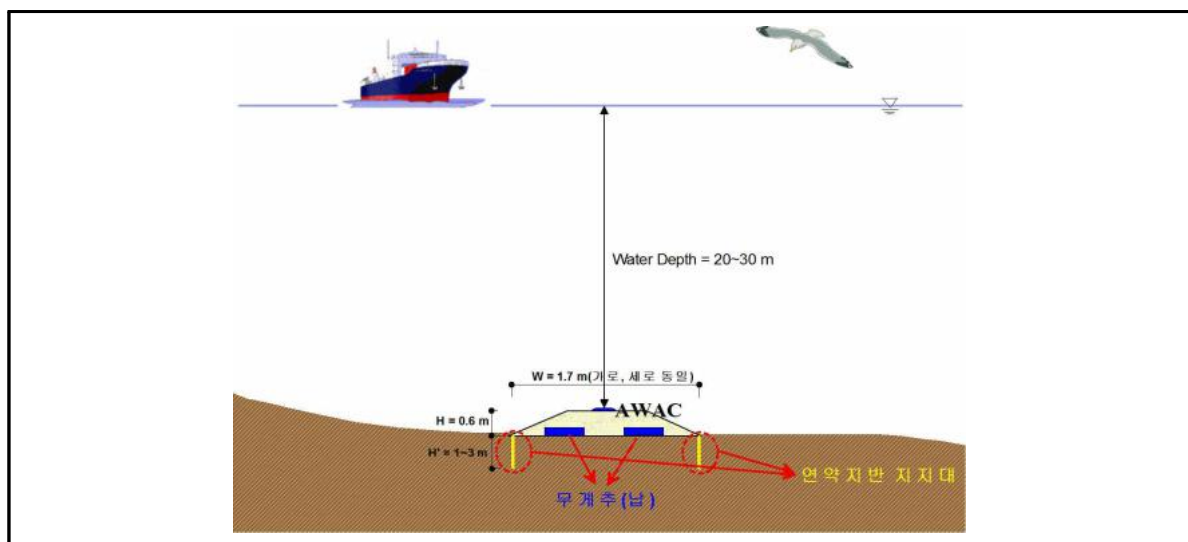
〈그림 2-3-1〉 초음파식 파고 · 파향계

## 2.4 관측장비 거치대

- 관측장비의 설치는 착저식을 기준으로 하며 관측장비의 안전과 안정적인 자료 취득을 위해 적절한 거치대를 사용하여 해저면에 고정 설치하였다.
- 설치대의 규격은 정해져 있지는 않으나 관측장비 및 외부 배터리 케이스 등 파랑모니터링 시스템의 유실을 방지할 수 있어야 하며, 어로 활동으로 인한 분실 또는 훼손을 방지할 수 있도록 설계·제작되어야 한다.
- 본 과제에서 사용한 거치대 사진과 거치대를 사용한 설치모식도를 <그림 2-4-1>과 <그림 2-4-2>에 각각 나타내었다.



<그림 2-4-1> 초음파식 파고·파향계 거치대



<그림 2-4-2> 거치대를 이용한 초음파식 파고·파향계 설치 모식도



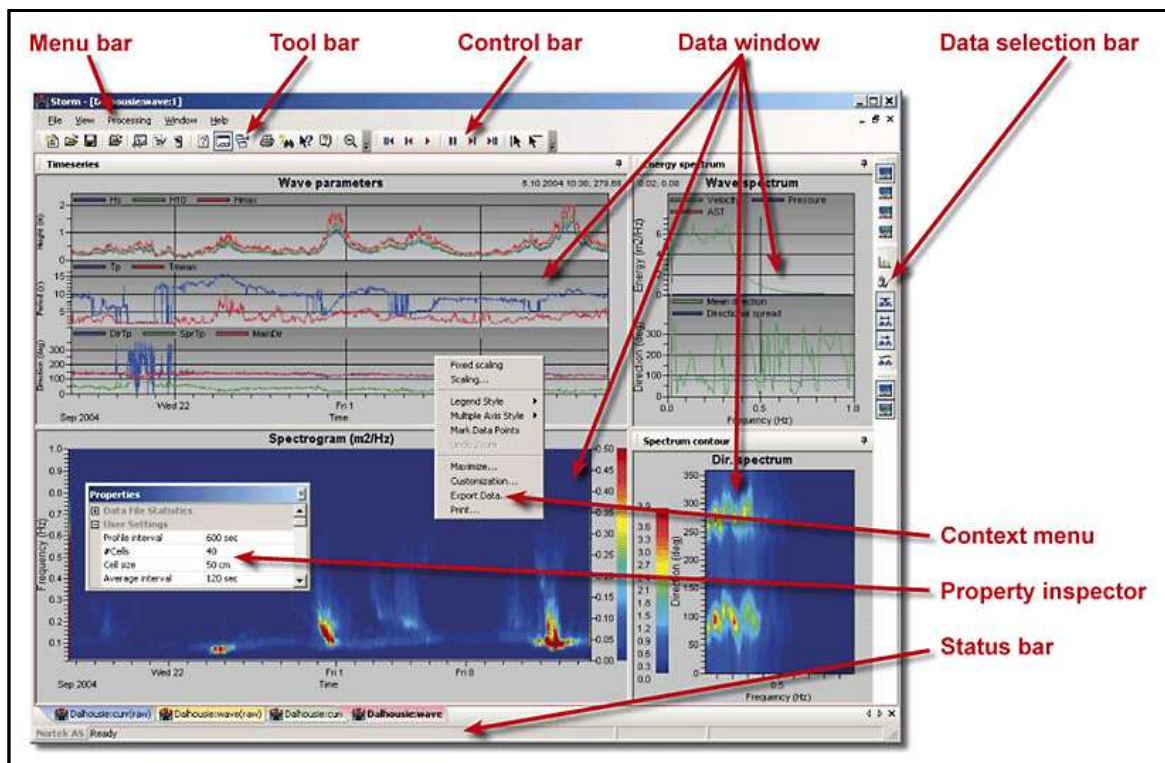
## 2.5 관측장비 설치 및 자료 back-up 등 실행역 현장 작업

- 본 과제의 관측장비의 현장설치는 잠수부를 이용하며 안전을 위해 잠수작업은 2인 1조를 기준으로 필요시 2개조 이상이 교체 투입되어 업무를 수행하여야 한다.
- 거치대의 고정은 수개월 이내의 단기 관측의 경우 거치대 또는 별도의 무게추를 사용하여 중력식으로 고정하기도 하지만 장기 관측 또는 이상고파의 위험이나 해류의 흐름이 강한 지점, 연약지반인 경우에는 별도의 지지대 등을 사용하여 거치대 및 장비의 이동, 전도, 침하 등을 방지해야 하며 암반인 경우에는 암반에 거치대를 고정하여야 한다.
- 연약지반에 지지대를 사용하여 고정할 경우에는 침식 등으로 인해 지지대가 들어나거나 어로 활동 중 거치대에 가해질 수 있는 외력을 감안하여 충분한 깊이로 지지대를 설치해야 한다.
- 장비설치 후 주기적인 배터리 교체 및 자료 back up 등의 원활한 수중 작업 수행을 위하여 수중 위치센서를 장착하는 것을 권고한다.
- 배터리 및 자료 back up을 위한 작업순서는 일반적으로 아래와 같다.
  - 잠수부 2인이 교체용 파고·파향계 및 배터리 팩을 가지고 잠수
  - 1인은 설치대의 측면 금속판을 분리하고 거치대 내부에 장착되어 있는 배터리 팩을 분리하며, 다른 1인은 설치대 상단의 파고·파향계에 장착되어 있는 사각형 플라스틱 판 전체를 분리
  - 개방된 설치대 상부를 통해 파고·파향계 및 배터리 팩을 수거
  - 교체용 파고·파향계 및 배터리 팩 일체를 회수의 역순으로 설치
  - 회수한 장비에서 관측 자료를 백업하고 분석·보정 수행
  - 여분의 파고·파향계가 없는 경우에는 설치된 파고·파향계 시스템을 회수하여 자료를 백업한 다음 재설치를 수행함. 단, 설치수심이 30 m를 초과하는 경우에는 잠수부의 안전을 위해 익일에 재설치할 수도 있으며 이 경우 하루 정도의 결측이 발생하게 됨
- 사례 검토를 통한 유지관리
  - 어로작업으로 인한 장비의 파손 또는 망실 사례가 빈번하므로 사전에 인근 수협, 해경에 협조관계 수립 필요
  - 그물, 밧줄, 쓰레기 등 폐 어구가 장비를 뒤덮는 사례가 빈번하여 현장상황에 맞추어 이를 방지할 수 있는 대책을 수립
  - 관측장비와 배터리 관련 케이블 연결부위의 누수 또는 연결불량 사례가 있으므로 설치 전 연결부위의 피복 및 방수점검 등 실시
  - 설치 전 장비, 메모리카드 및 배터리 점검을 필수로 실시하고 주기적인 점검 필요

## 3장 관측자료 분석

## 3.1 분석방법

- 파랑 관측자료 분석은 관측장비 AWAC 600를 사용하는 경우에는 관측장비의 제작사인 노르웨이 Nortek社에서 제공하는 전용 해석 프로그램 STORM64를 사용하여 분석하였다. 이 프로그램의 알고리즘을 통해 1차 품질관리와 스펙트럼 방법 및 파별분석법에 의한 파랑 관측자료 분석을 수행하고 30분 간격의 파랑 관측 시계열 자료를 취득하였다.
- 1차 품질관리를 수행한 이후에 필요한 경우 별도로 2차 품질관리를 수행하여 파랑 관측자료의 신뢰성 확보를 위해 노력하였다.  
1차 품질관리에서는 일반적인 자료 품질관리 방법인 알고리즘에 의한 원시자료 검 · 보정을 수행하였다. 알고리즘에 의한 파랑 관측자료 품질관리는 관측시간 이상유무(time), 장비 이상에 의한 오류값(error), 관측장비의 한계를 벗어나는 값(range), 비정상적으로 튀는 값(spike), 동일한 값으로 연속적으로 튀는 값(equal peaks), 동일한 값이 지속되는 경우(variation) 등을 검토하였다. 또한 2차 품질관리가 필요한 경우에는 관측자료의 파고( $H_s$ ), 주기( $T_p$  또는  $T_{1/3}$ ), 파향( $\theta_p$ ) 등의 시계열 자료를 후측파랑 자료<sup>1)</sup> 또는 인근 해역의 파랑 관측자료와 비교하여 시계열 값의 유사성과 변화의 경향성을 검토하였다.



〈그림 3-1-1〉 관측장비 AWAC 600 전용 해석 프로그램 STORM64

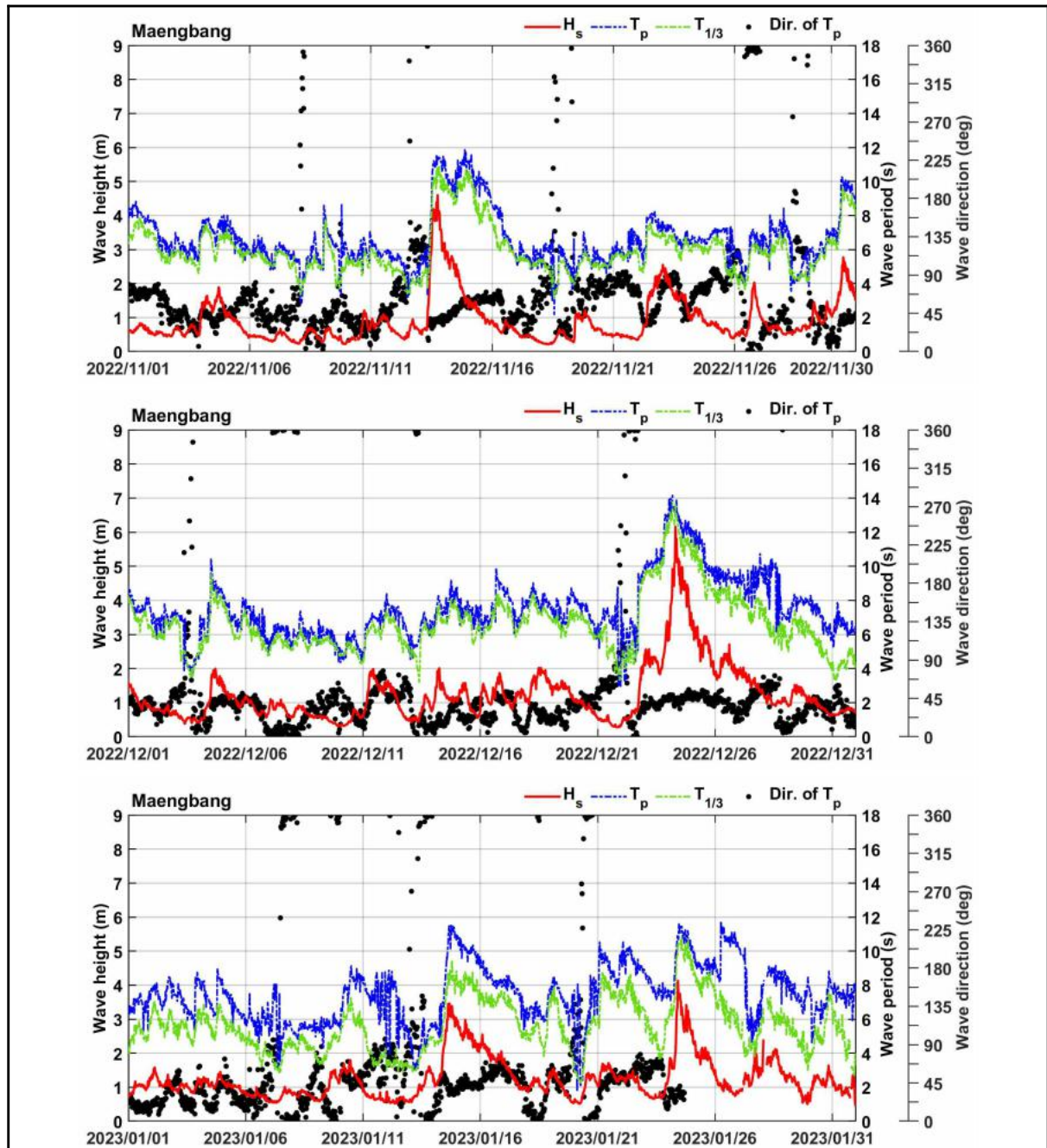




## 3.2 자료처리 및 분석

## ■ 자료처리

- 관측장비에서 관측된 원시 자료를 해석 프로그램을 통하여 파고, 파주기, 파향 자료를 획득함(〈그림 3-2-1〉)

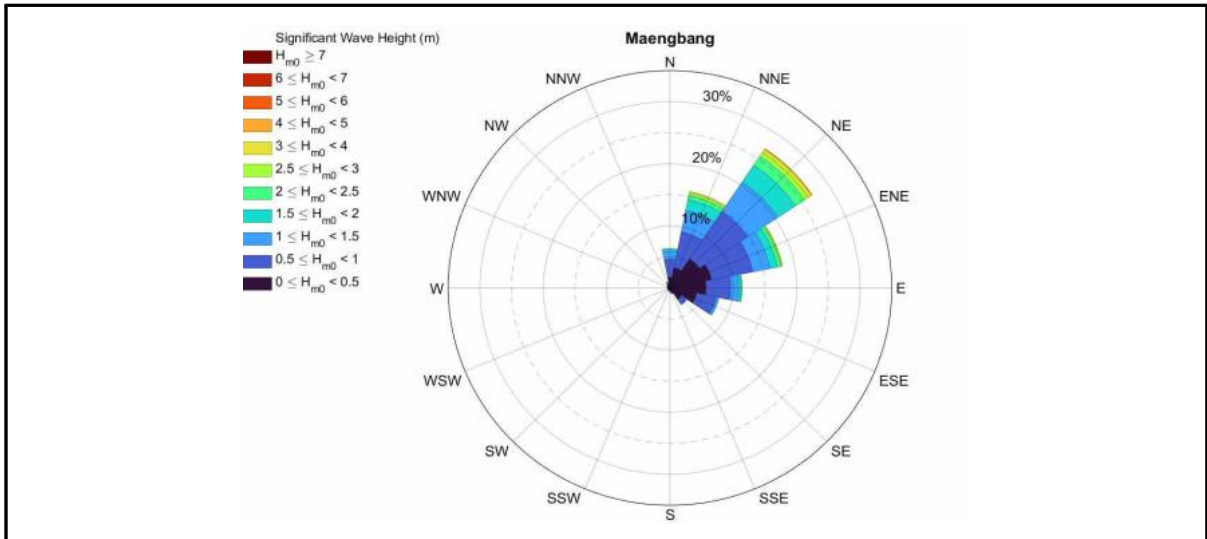


〈그림 3-2-1〉 파고, 파주기, 파향 시계열 그래프(예시 : 맹방해수욕장)

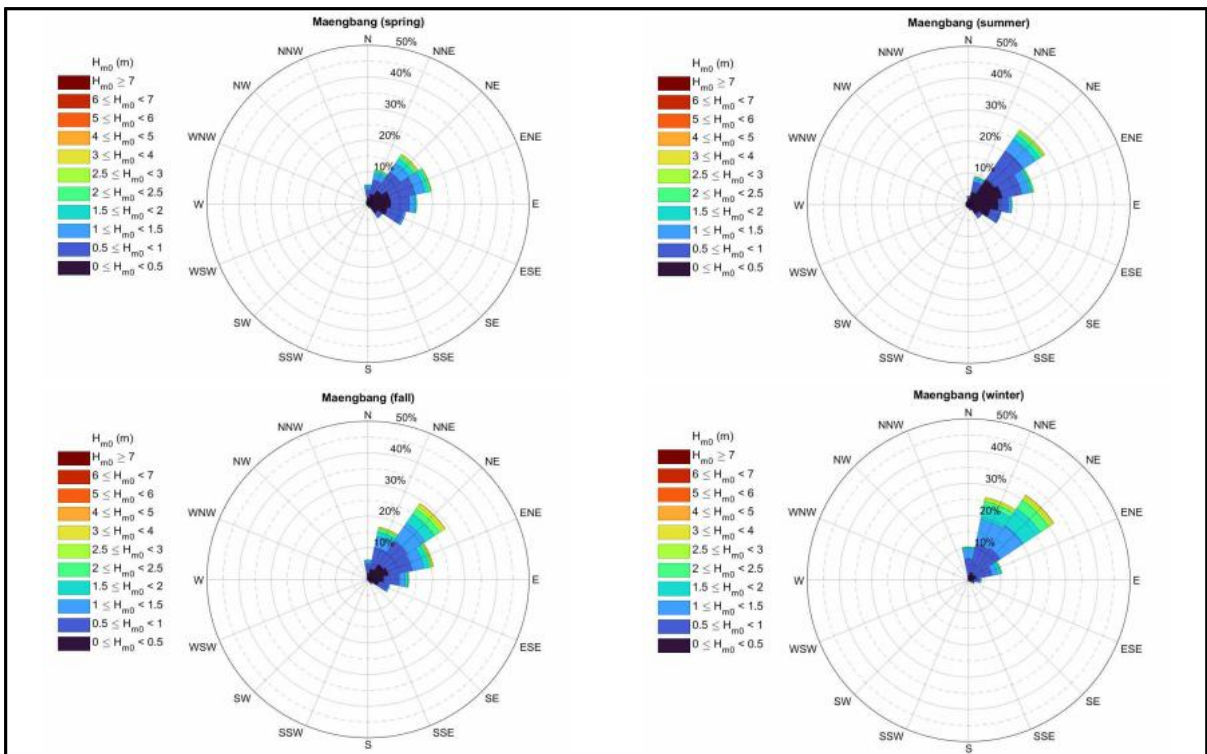
- 1) 바람장 자료와 SWAN(Delft 공대) 등 파랑변형 수치모형을 이용하여 계산된 파랑자료를 의미하며, 2020년 전국파랑 관측망 연보에서는 이와 같은 방법의 수치모형 실험을 후측파랑 수치실험 또는 후측 파랑 모델링이라고 정의하며, JMA-MSM 바람장과 SWAN 수치모형을 사용하였다.

## ■ 결과 분석

- 관측장비에서 획득한 파랑자료(파고, 파향, 파주기 등)를 분석하여 파랑시계열 자료 외에 파랑장미도, 월별 최대 및 평균 유의파고, 연도별 폭풍파고 출현율, 주기 및 파고계급별 발생빈도 등을 분석하여 대상지역의 파랑특성을 제시하고, 침식원인규명에 활용함(<그림 3-2-2>~<그림 3-2-5>, <표 3-2-1>)
- 축적된 파랑 관측자료와 관측점에 인접한 재현빈도별 심해파 조건들을 비교, 검토함

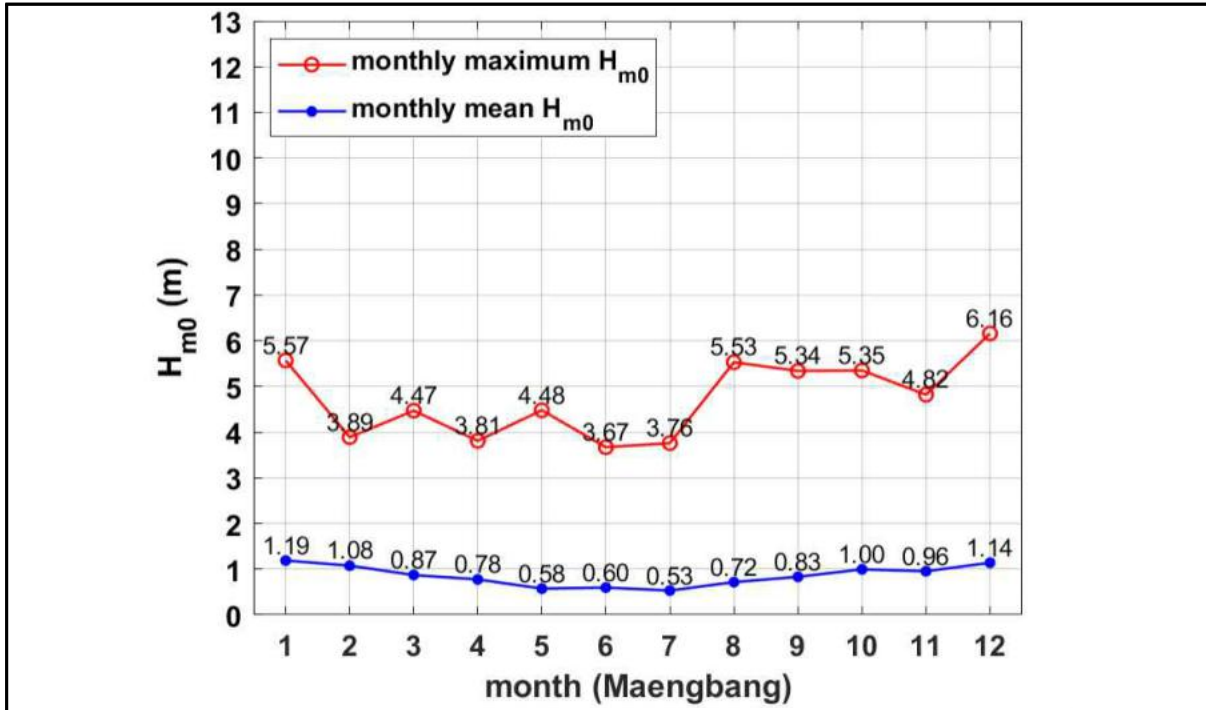


<그림 3-2-2> 파랑장미도(예시 : 맹방).

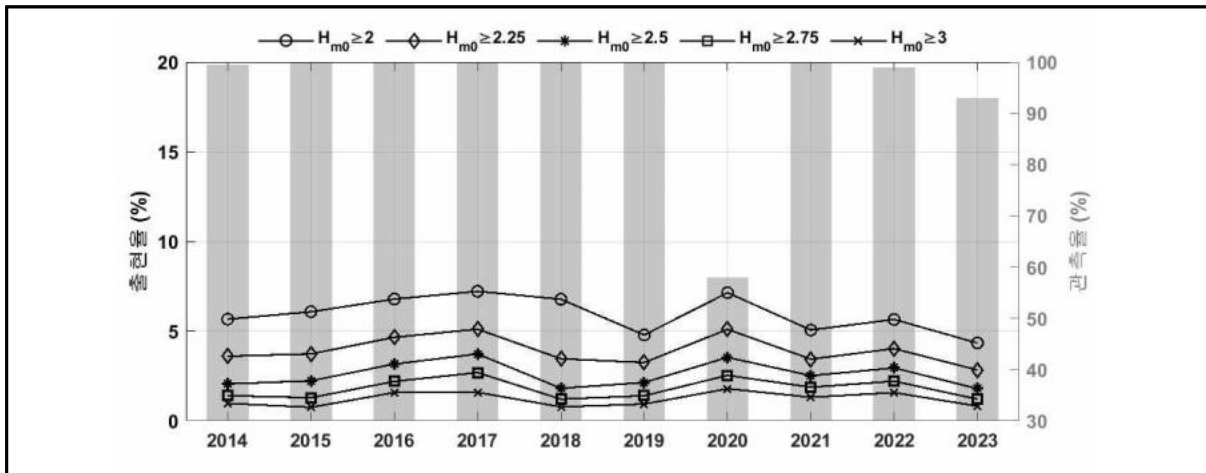


<그림 3-2-3> 계절별 파랑장미도(예시 : 맹방).





〈그림 3-2-4〉 월별 최대 및 평균 유의파고(예시 : 맹방)



〈그림 3-2-5〉 연도별 폭풍파고 출현율(%) (예시 : 맹방)

〈표 3-2-1〉 연별 폭풍파고 출현빈도(예시 : 맹방)

구간	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
$H_{m0} \geq 2.00$ m	989	1,065	1,192	1,265	1,187	838	727	886	980	707
$H_{m0} \geq 2.25$ m	628	654	818	895	606	569	519	602	698	462
$H_{m0} \geq 2.50$ m	359	391	556	653	318	374	360	441	511	293
$H_{m0} \geq 2.75$ m	245	226	386	471	212	245	258	328	383	197
$H_{m0} \geq 3.00$ m	170	132	277	278	136	164	182	230	273	134

<표 3-2-2(a)> 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 발생빈도(예시 : 맹방)

계	12,670	81,028	40,934	18,315	8,484	3,534	1,615	744	429	169	56	13	2	-	-	-	-	-	167,993
주기 구간 [sec]	14~16	1	8	1							1								11
	12~14	1	55	105	100	91	93	103	85	45	43	20	5	2					748
	10~12	25	786	1,150	1,147	1,267	891	686	362	267	104	27	8						6,720
	08~10	284	5,226	6,422	7,068	4,573	1,975	723	276	112	21	8							26,688
	06~08	1,592	26,329	24,484	8,985	2,483	574	103	21	5	1								64,577
	04~06	6,208	38,387	8,400	1,014	70	1												54,080
	02~04	4,526	10,195	365															15,086
	00~02	34	49																83
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 3-2-2(b)> 파랑 관측자료의 침두주기-유의파고 구간별 출현율(%) (예시 : 맹방)

계	7.54	48.23	24.37	10.90	5.05	2.10	0.96	0.44	0.26	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.05	0.06	0.06	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00						0.45
	10~12	0.01	0.47	0.68	0.68	0.75	0.53	0.41	0.22	0.16	0.06	0.02	0.00						4.00
	08~10	0.17	3.11	3.82	4.21	2.72	1.18	0.43	0.16	0.07	0.01	0.00							15.89
	06~08	0.95	15.67	14.57	5.35	1.48	0.34	0.06	0.01	0.00	0.00								38.44
	04~06	3.70	22.85	5.00	0.60	0.04	0.00												32.19
	02~04	2.69	6.07	0.22															8.98
	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]																		





### 주 의 사 항

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

## 2023년 연안침식 실태조사 [파랑 모니터링]

---

발간등록번호 · 11-1192000-001819-01

발행일 · 2023년 12월

발행처 · 해양수산부

세종특별자치시 다솜2로 94(30110)

TEL · 044-200-5988

FAX · 044-200-5929

---