

# 레이더식 파랑계를 이용한 울릉도 주변해역 파고 비교분석

김창수\* · 김현수\* · 박동우\*\* · † 양영준

\*동명대학교 대학원, \*\*,† 동명대학교 조선해양공학부 교수

## A Comparative Study of Wave Height around Ulleungdo using the Radar

Chang-Su Kim\* · Hyun-Soo Kim\* · Dong-Woo Park\*\* · † Young-Jun Yang\*\*

\*Graduate School of Tongmyong University, Busan 48520, Korea

\*\* , † Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Tongmyong University, Busan 48520, Korea

**요 약** : X-band 항해용 레이더를 이용한 파랑계측시스템의 파고계측 정확성 검증을 위해 울릉도 주변해역의 부이 유의파고값을 분석하여 결과의 타당성을 확보하였다. 특히 울릉도부이(해양기상부이), 울릉읍파고부이, 구암파고부이 및 혈암파고부이의 유의파고를 계절별로 분석하여 레이더식 파랑계측 결과와의 상관계수를 도출하고 분석하였다.

**핵심용어** : 유의파고, 상관계수, X-밴드 항해용 레이더, 파고부이, 해양기상부이

**Abstract** : In order to verify the accuracy of wave measurement of the wave instrumentation system using X-band navigation radar, The validity of the results was obtained by analyzing the significant wave height around Ulleungdo. Especially, The correlations between the radar, wave height buoy and marine buoy for wave measurements were analyzed in season.

**Key words** : Significant Wave Height, Correlation Coefficient, X-band Marine Radar, Wave Height Buoy, Marine Buoy

## 1. 서 론

해양기상부이, 파고부이로부터 받은 자료는 어선, 여객선을 포함해 많은 해양 관련 종사자에게 유용하게 활용되고 있으며, 정확한 파악 및 예측은 해난 사고 대비를 통한 안전 보호 및 예측 가능한 해상 활동을 위해 매우 중요한 요소이다. 특히 해양 파는 선박, 부유체 및 해안 시설물에 외력으로 작용하며, 설계 시 매우 기초적인 요소로 활용되고 있다. 해양파를 계측하는 방법으로는 부이, 수압식 센서 등과 같은 접촉식 방법이 있으며, 레이더 및 인공위성과 같은 비접촉식 방법으로 크게 분류된다. 접촉식 방법은 in-situ 방식의 특징에 따라 특정 지점에서의 대표하는 값을 도출 할 수 있지만, 이동하는 선박이나 넓은 범위의 영역을 대표하는데에 한계가 있다. 따라서 인공위성 및 레이더와 같은 remote sensing을 통해 in-situ 방식의 한계를 극복하고 있다. 본 연구는 x-밴드 항해용 레이더 기반 파랑계측 장비의 파고 검증을 위해 울릉도 해역에 위치한 부이의 파고값을 활용하였으며, 부이별 파고 상관성을 판단하기 위해 상관계수 도출을 통해 비교하였다.

울릉도는 섬의 자체가 형태에 의한 장애물 역할을 하여 풍향 및 파향의 회절 및 왜곡이 발생할 수 있다. 특히 근해의 해안선은 대부분 단조롭고 높은 절벽을 이루며, 도동등대가 위치한 동

남 해안은 90m이상의 고도를 확일 할 수 있다.

본 논문에서는 울릉도 도동등대 상단에 설치되어있는 레이더식 파랑계측장비와 등대에서 동쪽으로 18km 떨어져 설치되어 있는 해양기상부이 유의파고를 중심으로 상관계수를 도출하였으며, 타당성 확보를 위해 울릉도 근해에 있는 3개의 파고부이자료도 활용하였다. 2017년 3월부터 2019년 1월까지 관측된 자료를 활용하여 해양기상부이-파고부이의 각각의 유의파고 상관계수를 확인하고, 레이더의 신호대잡음비(SNR, Signal to Noise Ratio, 이하 SNR)-유의파고의 상관계수를 확인하였다. 또한 계절별 분석을 통해 상관계수 도출의 타당성을 확보하였다.

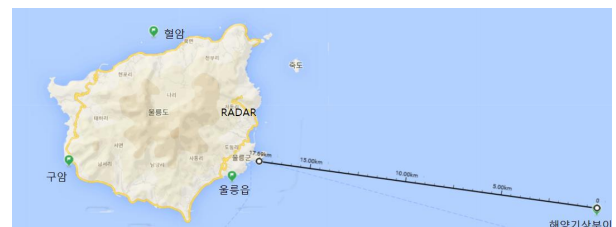


Fig. 1 The coastal data buoys near the Ulleungdo(기상청)

† 교신저자 : 정희원, yangyj@tu.ac.kr

\* mone153@naver.com

## 2. 유의파고 비교 결과

Table.1 는 기상청에서 운용하는 해양기상부이, 3지점(구암, 울릉읍, 혈암)의 파고부이를 이용하여 2017년 3월부터 2019년 1월까지 2년에 걸쳐 수집된 유의파고 자료를 가지고 계절별 상관계수를 살펴보았다. 구암 파고부이의 경우 겨울철에 최대 72.7%, 봄철에 최저 42.4%로 분석되었으며, 울릉읍 파고부이의 경우 여름철에 최대 85.8%, 겨울철에 최저 20.5%, 혈암 파고부이의 경우 가을철에 최대 91.7%, 여름철에 최저 63.9%로 분석되었다.

Table.2 는 울릉도 도동등대에 위치한 레이더장비의 SNR을 이용하여 3지점(구암, 울릉읍, 혈암) 파고부이의 계절별 상관계수 분석 결과이다. 구암 파고부이의 경우 여름철에 최대 52.4%, 봄철에 최저 20.2%로 분석되었으며, 울릉읍 파고부이의 경우 여름철에 최대 80.2%, 겨울철에 최저 40.6%, 혈암 파고부이의 경우 여름철에 최대 79%, 겨울철에 최저 58.9%로 분석되었다. 특히 레이더식 파랑계의 신호대잡음비와 울릉도 해양기상부이의 유의파고간의 상관계수 분석 결과, 여름철에 최대 90.9%, 겨울철에 최저 74.6%로 분석되었다. 레이더의 SNR은 유의파고와의 선형곡선맞춤(linear curve fitting)을 통해 계수를 도출하고, 유의파고 값을 계산할 때 널리 활용되는 매개변수이다.

Table 1 Seasonal 3-points of wave height buoy and marine\_buoy correlation coefficient comparison

Period	울릉도 해양기상부이		
	구암 파고부이	울릉읍 파고부이	혈암 파고부이
2017.03~2017.05	67.7%	60.9%	75.1%
2017.06~2017.08	56.7%	77.4%	63.9%
2017.09~2017.11	52.9%	70.3%	91.7%
2017.12~2018.02	72.7%	20.5%	89.7%
2018.03~2018.05	42.4%	64.2%	85.8%
2018.06~2018.08	65.6%	85.8%	72.0%
2018.09~2018.11	62.9%	69.5%	75.3%
2018.12~2019.01	46.8%	31.8%	83.1%

Table 2 Seasonal 3-points of wave height buoy and radar equipment correlation coefficient comparison

Period	레이더			
	구암 파고부이	울릉읍 파고부이	혈암 파고부이	울릉도 해양기상부이
2017.03~2017.05	43.1%	54.9%	69.1%	87.2%
2017.06~2017.08	37.0%	75.6%	66.1%	84.5%
2017.09~2017.11	28.2%	72.2%	72.4%	82.5%
2017.12~2018.02	44.5%	40.6%	58.9%	70.7%
2018.03~2018.05	20.2%	65.0%	73.5%	86.0%
2018.06~2018.08	52.4%	80.2%	79.0%	90.9%
2018.09~2018.11	27.7%	78.7%	53.3%	77.7%
2018.12~2019.01	21.8%	53.4%	60.1%	74.6%



Fig. 2 Installation and facilities of x-band marine radar for wave monitoring on Dodong light house

## 3. 결 론

본 연구는 울릉도 주변해역의 3개의 파고부이와 해양기상부이, 레이더장비를 이용하여 2017년 3월부터 2019년 1월까지 유의파고 및 신호대잡음비를 분석하였으며 결론을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 레이더의 SNR 매개변수와 해양기상부이의 유의파고 상관계수는 주변 파고부이에 비해 높은 상관계수 결과를 확인하였다. 이는 레이더식 파랑계측장비의 경우 해안으로부터 약 1~2km 떨어진 영역을 계측하기 때문에 지형에 의한 파랑 왜곡이 적을 것으로 판단된다.

둘째, 해양기상부이-파고부이간의 상관계수는 파고부이별로 상당한 차이를 확인하였다. 특히 북북서에 위치한 혈암파고부이의 경우 해안가로부터 약 700m 지점에 설치되어 있지만, 타 부이의 경우 400~500m 떨어진 지점에 설치되어 상관계수의 차이로 사료된다.

끝으로 울릉도에서 멀리 떨어진 해양기상부이에서 수집된 데이터 자료와 울릉도내에 있는 레이더장비를 통해 수집된 자료를 비교하여 분석하고 이용한다면 향후 파고 뿐만 아니라 파향에 대해서도 더욱 정밀하게 측정하는데 도움을 줄 것으로 기대한다.

## 사 사

본 논문은 부산과학기술기획평가원의 2019년도 지역특화 기술개발·확산 개방형연구실 사업의 “스마트선박을 위한 딥러닝 기반 운항가이드 기술개발” 지원으로 발표함을 알려드립니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 강길봉, 고혜영, 백성애, 공옥권, 황애리, 강기룡, 장필훈, 2011, “두미도 파고부이 비교 관측 및 해상기상특성 연구”. 2011년도 한국기상학회 가을 학술대회 논문집, 38-39.
- [2] 김윤배, 김상미 2014, “동해 외해역 해양 기상 특성 및 풍랑 특보와 부이 관측 자료비교(2006-2013년)”, 수산해양교육연구, 제26권, 제5호, 통권71호, 1013-1025
- [3] 기상자료개방포털, <https://data.kma.go.kr/>