

OD1) 기상조에 의한 제주도 연안역의 이상조 현상

양태혁*, 문덕철¹, 강호성, 양안수, 양성기
제주대학교, 토목해양공학과, ¹제주발전연구원

1. 서 론

제주도 연안역은 외해와 직접 접해 있어 계절풍과 외양의 각종 해양현상으로부터 영향을 쉽게 받아 다양한 해양재해가 발생하고 있다. 하계 계절풍의 영향으로 태풍이 통과하는 길목이며, 동계에는 강한 북서 계절풍에 의해 북서부 연안역은 월파가 자주 발생하기도 한다. 이외에도 크고 작은 항만에서는 기상조에 의한 해일이나 부진동 및 침수가 발생하기도 한다.

제주도 북서안 중앙부에 위치한 옹포항에서는 2005년의 설날인 2월 9일 오후 2시40분경에 약 60cm의 해수면 상승으로 가옥이 침수되고 선박에 피해를 입히는 해일재해가 발생하여 사회적으로 큰 소동이 일어났다. 이 연구는 제주도 북서부 연안역에 위치한 옹포항의 침수원인을 규명하기 위하여 기상 자료 및 조석관측자료, 해양파랑자료 등을 이용하여 이상조의 현상을 파악하고, 그 원인이 되는 기상조 및 장파의 발생과 증폭이 항만 부진동과 결합된 이상조위 발생현상에 대하여 조사하였다.

2. 자료 및 방법

제주도 연안역에서의 이상조 현상을 조사하기 위하여 국립해양조사원의 검조소에서 관측하고 있는 1분간격의 실시간 조위자료(모슬포, 서귀포, 제주, 성산포, 추자도, 완도, 고흥, 통영, 가덕도, 부산)로부터 이상조위의 높이와 주기 및 공간적인 분포특성과 이들의 원인이 되는 장파의 유입경로를 추적하였다.

이상조의 원인이 되는 기상조의 특성을 파악하기 위하여 제주연안(제주, 서귀포, 고산, 성산포)에서 기상청이 관측하고 있는 풍향·풍속, AWS자료, 위성사진, 지상일기도 및 구름사진 등을 이용하였다. 또한, 한국해양연구원이 관측하고 있는 이어도해양과학기지와 마라도(도농탄)에서 관측하고 있는 기상자료도 분석되었다. 외해에서 기압파동에 의한 장파의 발생과 전파에 대한 특성을 분석하기 위하여 한국해양연구원이 이어도해양과학기지와 마라도(도농탄)에서 관측하고 있는 파랑자료와 기상청이 고산에서 관측하고 있는 파랑자료 및 제주의항의 파랑관측 자료를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 이상조 발생의 실례

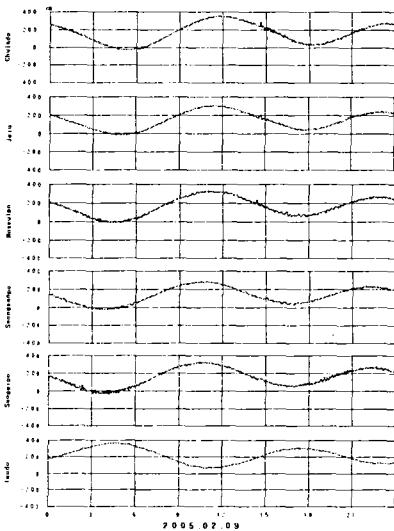
제주도 북서안 옹포항에서 발생한 침수가 발생한 조시는 대조기의 만조와 간조 중간이었으며, 육상의 침수높이가 약 50cm 이었으며 이로부터 옹포항의 평균해수면의 높이가 137cm이므로 이상조위의 파고는 190cm-200cm에 해당하였으며, 주기는 15분 전후로 3회 정도로 진동하고 있었다. 옹포항에 대한 고유진동주기와 진동모드를 라미안의 공식에 의해 산

정한 결과 14.5분으로 있었으며, 제1모드가 탁월하였다.

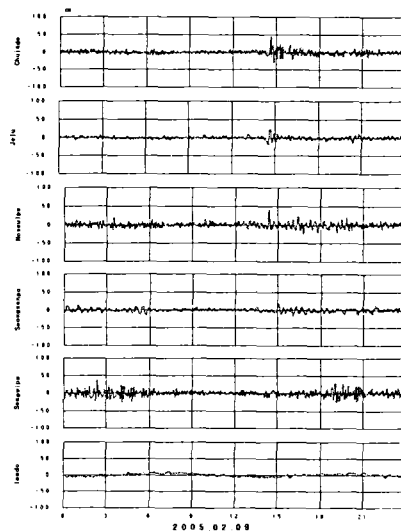
3.2. 제주도 주변해역에서의 부진동 발생과 장파유입

이상조위의 높이와 주기 및 공간적인 분포특성 등을 조사하기 위하여 1분간격의 실시간 조위를 그림 1에, 이들에 대한 60분간 이동 평균한 변동분을 그림2에 나타내었다. 이 그림에서 천문조에 의한 이상조위의 양상은 나타나지 않으며, 부진동에 의한 현저한 이상조의 현상이 2월9일 14시40분 전후에 나타나고 있다. 이 같은 현상은 제주도 북서연안역에서부터 완도와 통영 및 가덕에 이르는 전 남해 연안역에서 발생하고 있다. 예측 조위에 대한 변동성분(그림2)에서 이 같은 현상을 더욱 잘 나타나고 있다.

조위관측 자료로부터 이상조의 도착시간과 부진동의 주기 및 파고를 분석하였다. 그 결과 이상조가 이어도(13시55분)로 부터 전파되어 도착시간이 서쪽 연안역에서 가장 빠르며, 동측으로 갈수록 늦게 나타났다. 모슬포가 14시 17분이었으며, 제주항이 14시 16분 및 성산포가 14시 54분이었다. 부진동의 주기는 9분에서 23분으로 나타나고 있으나, 모슬포와 제주항은 각각 14분과 16분으로 거의 비슷하게 나타나고 있다. 이때 파고는 모슬포가 가장 높은 65cm, 서귀포가 가장 낮은 37cm를 보이고 있다. 이러한 결과로부터 이상조의 전파는 제주도 남서방에 위치한 이어도로부터 장파가 입사하여 제주도 서안에서 북서방향으로 유파하고, 이어서 한국 남해 연안역에 이르고 있음을 알 수 있다. 이어도와 마라도 및 고산지역의 파랑관측 자료로부터 이상조가 발생한 시간에 이들 관측점들의 파고는 높게 나타났고, 파향은 북북서~북동류를 나타내고 있어 이상조 발생의 전파와 유사한 경향을 보이고 있다.



<그림 1> 한국 남해안의 조위변화

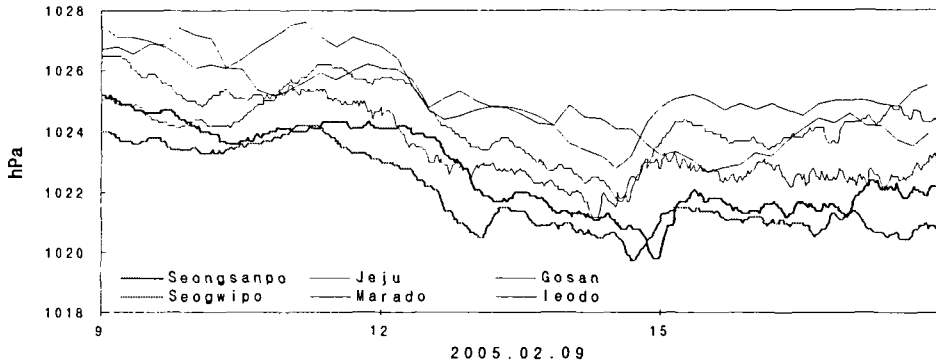


<그림 2> 이상조위의 변동

3.3. 기압파동의 전파특성

이상조의 원인을 파악하기 위하여 기상요소 중에서 바람에 의한 영향과 해면기압의 변동에 의한 변화를 조사하였다. 연안역에서 이상조가 발생한 전후의 풍속은 그다지 강하지 않

있다. 한편, 기압변동을 보면 이상조 발생 전 약 2-3시간 전부터 전 관측점에서 저기압 파동이 발생하여 이것이 해양의 장파를 발생시키는 원인으로 판단된다.



<그림 3> 동중국해 및 제주도연안의 기압변화

이어도에서는 전반적으로 낮은 값을 보이고 있으나, 제주도 북안에서 2월9일에 이상조 발생 2-3시간 전부터 낮아져 발생시간 전후에 최소값을 보이고 있다. 이 같은 기압파동은 이어도에서부터 마라도, 고산과 서귀포, 그리고 제주와 성산포로 전파하고 있을 알 수 있다. 기압파동은 해양표면에서 장파를 발생시켜 연안역의 해일재해를 일으키기도 한다. 그러나 이어도와 마라도의 해면기압의 절대치가 다른 것은 관측간격이 각각 10분과 2시간이여서 매분 간격으로 측정되는 기상청의 자료에서 나타나는 단주기 및 최저치가 각각의 시간으로 평균화되기 때문으로 판단된다.

4. 결 론

제주도 북서안에 위치한 옹포리의 침수원인과 제주도 연안역의 이상조현상을 규명하기 위하여 12개소의 관측자료 등을 검토한 결과 이번 유사해일은 모슬포항에서 가장먼저 관측되었고 제주, 서귀포 추자도, 순으로 관측되었으며, 그 범위도 남해안을 따라 부산 앞바다 까지 넓은 해역에까지 관측되었다. 옹포리 침수는 항의 진동주기와 같은 장파의 유입으로 해일이 있었으며, 이후도 2-3회 반복되었다. 또한, 옹포항이 침수는 옹포항 연안의 지형적인 영향을 받아 남서쪽에서 유입된 장파의 회절, 반사, 천수효과 등의 복합적인 상호작용에 의하여 증폭된 것으로 판단된다. 장파의 발생원인은 기상조에 의한 기압파동에 의해 구동된다. 이 같은 자연재해를 의 피해를 최소화하기 위하여 반드시 방재대책이 필요한 실정이다.

참 고 문 헌

- Akamatsu H.(1978), Abiki phenomenon in nagasaki harbour. In, 100th anniversary volume of the Nagasaki Marine Observatory, ed. and published by Nagasaki Marine observatory, Nagasaki, pp. 154-162.
- A. B. Rabinovich and S. Monserrat(1996), Meteorological tsunamis near the Balearic and Kuril Islands: Descriptive and statistical analysis. Nat. Hazards, 13-90.