

# 동해안의 너울성 고파랑 피해사례와 원인 고찰



김규한  
관동대학교 토목공학과 교수  
kkhkim@kd.ac.kr

## 1. 서론

오래 전부터 고파랑에 의한 피해는 연안재해의 중요한 한 요소로서 취급되어져 왔다. 최근에는 이러한 고파랑의 피해가 장주기의 특성을 지닌 너울성 고파랑 현상으로 나타나는 경우가 빈번하고 이상기후의 영향으로 인한 이벤트성 파랑으로서의 출현빈도도 증가되고 있다 (<그림 1>). 장주기의 특성을 지닌 너울성 파랑은 동일한 진폭의 단주기 파랑에 비해 연안부근에서의 파에너지가 매우 크기 때문에



<그림 1> 너울성 고파랑

내습시 피해규모도 커지게 되는 특성을 지니고 있다.

2008년 2월 24일 16-17시경에 우리나라 동해안의 안목항에서 위에서 언급한 바와 같은 너울성 고파랑에 의한 피해가 발생하였다. 당시에 발생한 너울성 고파랑은 안목항 방파제 두부구간에서 바다를 조망하고 있던 관광객 18명에게 인명피해(사망 3, 중상 8, 경상 7)를 불러 일으켰으며, 구조 활동을 벌이던 소방구급차 및 경찰순찰차가 파손되는 등의 피해가 발생하였다.

이번 너울성 고파랑이 많은 인명피해를 발생시켰고 관심이 집중되는 것은 고파랑이 내습했던 2월 24일 16-17시경은 23일에 존재했던 저기압이 이미 물러나고 고기압의 영향권에 놓여 기상도 회복되고 바람도 강하지 않은 상황에서 갑작스런 너울성 고파랑이 내습한 것이기 때문이다.

따라서, 본고에서는 이처럼 맑은 날씨 속에서 기습적으로 발생하는 너울성 고파랑의 발생 원인을 공

학적 측면에서 다양한 자료를 통해 추적하고 너울성 파랑이 동해안에서 심각한 재해를 불러일으키는 메커니즘에 대하여 고찰함과 동시에 그 대책에 대해서도 살펴보고자 한다.

## 2. 2008년 2월 24일 출현한 너울성 고파랑의 발생과정

2008년 2월 24일 발생한 너울성 고파랑은 2월 23일 러시아와 일본 북해도 근방의 동해에서 발생한 저기압이 동해를 통과하면서 반일 정도 정체하고, 이 저기압에 의해 일본 북해도 북서쪽 해상에서 북쪽으로부터의 강풍 (20m/sec)이 반나절 정도 계속됨에 따라 큰 풍랑이 발생한 것이 첫번째 원인이 되었다. 이때 발생한 풍랑이 너울이 되어 남하했으며, 남하하는 동안 저기압은 일본을 통과하여 태평양으로 이동하였으며 동해에는 고기압이 자리잡아 기상상태가 회복되었다. 남하한 너울성 고파랑은 에너지를 소멸시키지 못한 채 너울성 고파랑으로 2월 24일 16시경 안목항에 내습하게 된 것이다.

〈그림 2〉는 22일부터 24일까지 동 시각 (오후 3시경)의 기압배치상황을 나타내고 있다. 22일부터 23일에 걸쳐 동해상에는 저기압이 분포되어 있으며, 너울성 고파랑이 안목항에 내습한 24일에는 이미 저기압은 일본 동측 태평양으로 빠져나가고 우리나라는 고기압의 영향권에 놓여 있음을 확인할

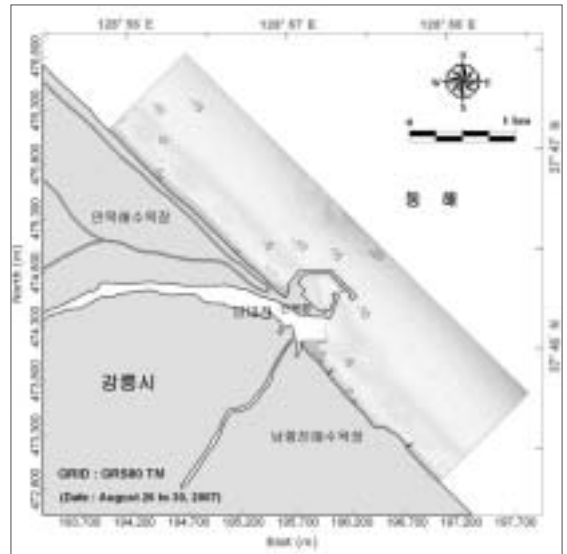


〈그림 2〉 기상도 (2008. 2.22 ~ 2.24)

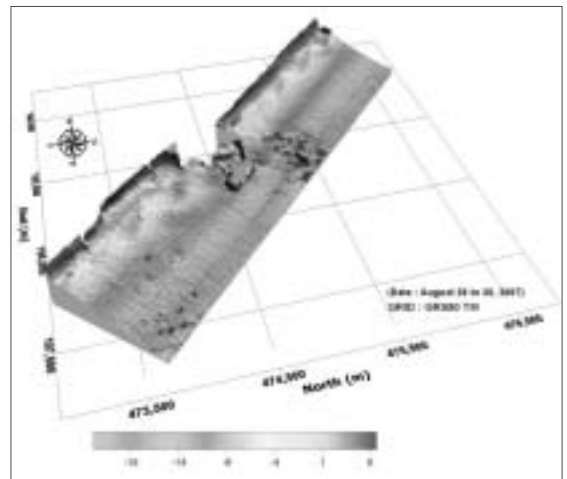
수 있다.

### 2.1 해저지형 특성

〈그림 3〉과 〈그림 4〉는 안목항 주변의 수심도이며, 수심도로부터 안목항 전면 해상은 급한 경사를



〈그림 3〉 안목항 주변의 등수심도 (2007. 8 현재)



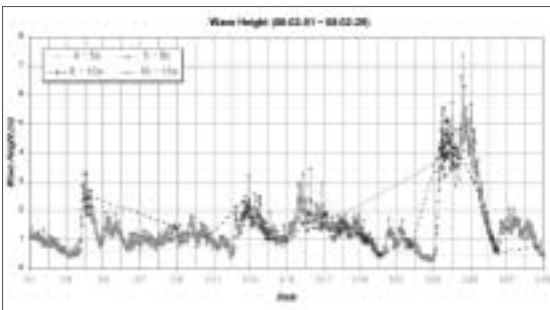
〈그림 4〉 안목항 주변의 수심현황 (2007. 8 현재)

이루고 있으며 안목항 북측 600m지점에 해저곡과 암초역이 존재함을 알 수 있다.

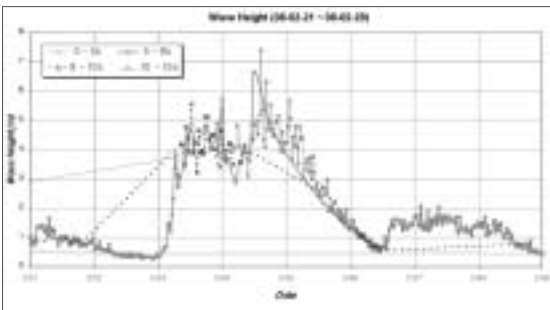
### 2.2 파랑특성

피해 발생시기 전후(2/23~2/25)에 안목에서 발생된 최대파와 그 발생시간은 다음과 같고, 비슷한 시간대에 일본 서해안 도야마지역에서 관측된 파랑관측치는 이하에 나타내는 바와 같다. 도야마지역의 파고가 큰 이유는 도야마는 만의 특성을 지니고 있기 때문에 파고가 연안에 도달하면서 증폭되었을 것으로 예상된다.

- Anmok :  $H_{max} = 7.39(m) / T_{max} = 15.3(sec)$  ; 2/24 14:30



〈그림 5〉 파랑 주기별 파고의 시계열 (2008. 2.1 ~ 2.29)



〈그림 6〉 파랑 주기별 파고의 시계열 (2008. 2. 21 ~ 2. 29)

- Toyama :  $H_{max} = 14.53(m) / T_{max} = 16.1(sec)$  ; 2/24 16:00

〈그림 5〉 및 〈그림 6〉에 안목항 부근의 관측자료를 이용하여 「주기별 파고의 시계열변화」에 대한 결과를 나타내었으며, 관측결과는 각각 1개월간(2/1~2/29), 9일간(2/21~2/29)의 결과로서 나타내었다.

### 2.3 일본의 NOWPHAS 자료

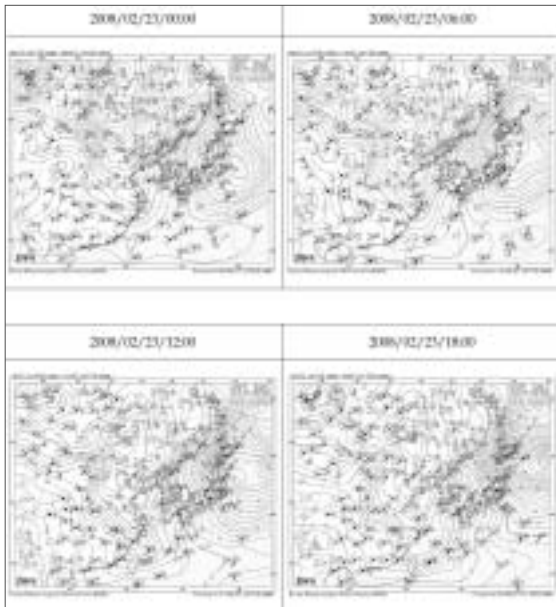
너울성 파랑은 동해를 가로질러 우리나라 동해안으로 남하하면서 파고와 주기가 증대됐을 것으로 추정된다. 일본에서 이용하고 있는 파랑관측시스템인 NOWPHAS에는 일본 서해안의 각 지점별 파랑관측데이터에 이 현상이 계속되어있다. 〈그림 7〉은 일본에서 관측된 각 지점별 유의파고와 주기 및 관측시각을 나타내 주고 있다. 관측시각과 지점에 따라 ①지점에서 ⑥지점까지 파고와 주기가 커지고 있음을 알 수 있다.

### 2.4 기압배치 자료

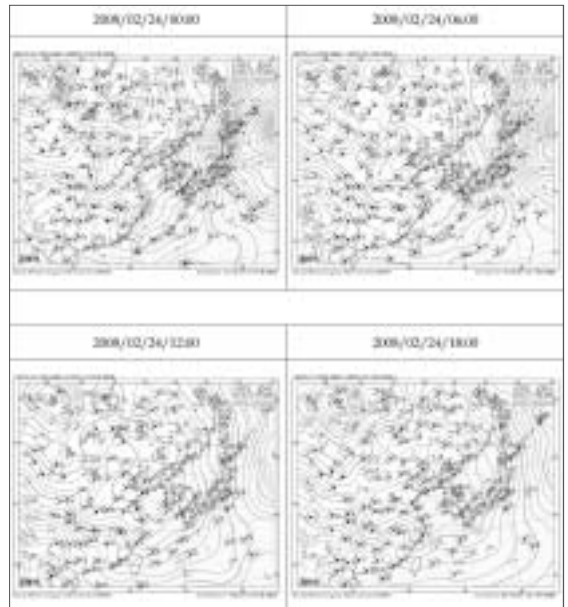
너울성 고파랑에 의한 피해발생일인 2월 24일을 기준으로 하여 2008년 2월 23일부터 2월 25일까지 기압배치를 〈그림 8〉~〈그림 9〉에 나타내었다.

観測点	最大観測有義波 (建築期)		
	有義波高	周 期	観測時刻
1. 釜 戸	3.83 m	9.0 秒	24日00:00
2. 新 湊	4.83 m	10.3 秒	24日00:00
3. 深 津	5.96 m	11.1 秒	24日00:20
4. 酒 田	7.99 m	12.3 秒	24日04:00
5. 輪 島	7.73 m	13.2 秒	24日12:20
6. 富 山	9.92 m	16.2 秒	24日16:00
7. 枕木浦	6.22 m	18.2 秒	24日11:00

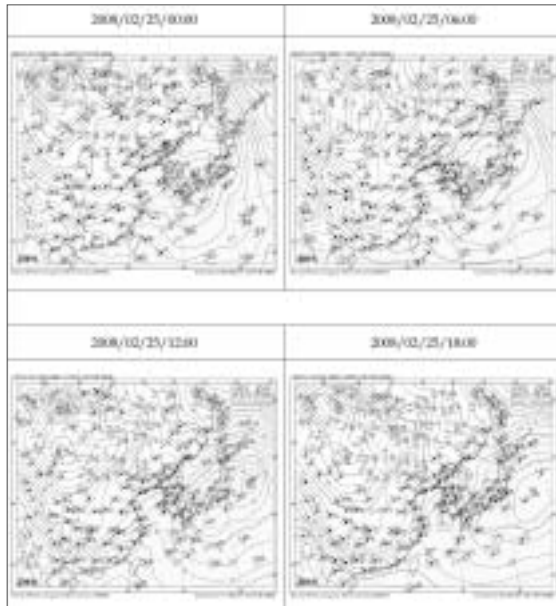
〈그림 7〉 관측점 별 주기-파고 상관관계 (일본)



〈그림 8〉 기상도 (2008. 2. 23)



〈그림 9〉 기상도 (2008. 2. 24)



〈그림 10〉 기상도 (2008. 2. 25)

피해 당일 전후의 기압배치를 보면, 고기압은 내륙쪽에 위치하고, 저기압은 일본 북해도 서측부근에 위치하고 있음을 알 수 있다.

### 2.5 겨울성 고파랑의 대표적 특징

저기압과 강풍에 의한 풍랑이 발생한 뒤, 기압변화가 이루어지고 추후 장주기의 파랑이 동해안에 남하하여 발생하는 겨울성 고파랑은 다음과 같은 3가지의 특징을 지니고 있다.

- ① 돌연 내습 : 기상이 회복되고 바람도 그쳤을 때 갑자기 고파랑 내습
- ② 지역성 : 고파가 발생하는 지역과 발생하지 않는 지역이 있음
- ③ 시간차 공격 : 고파랑이 내습하는 시간이 장소에 따라 상이함

겨울성 고파랑은 주로 동계에 발생하지만 동절기

전후인 10월이나 4월에 발생하는 경우도 있다. 또한, 강한 동절기형의 기압배치(西高東低 ; 내륙에 고기압, 북해도부근에 저기압 배치)가 형성되었을 경우에 현저하다. 이러한 기압배치가 우리나라의 북동쪽 해상에서 형성·발달하게 되면 북쪽으로부터의 강한 바람이 불게 되고, 장시간 계속 되면 이 해역에서는 고파랑이 발생하게 된다. 또한, 발생한 고파랑은 swell의 형태로 동해상에서 남하하게 되며 고파랑 발생 후 약 12~24시간 후에 피해가 발생하는 사례가 많다. 따라서, <그림 11>에서와 같이 저기압이 북해도를 통과하여 동측으로 이동한 후, 즉 동해상에는 기상이 회복되고 강풍이 사라진 후에 너울성 고파랑이 내습하는 경우가 많다.

이러한 너울성 고파랑은 천수변형, 굴절, 회절 등의 수심 및 지형에 따른 영향을 받아 더욱 고파랑이 되어 연안측으로 전달되며, 특히 지형에 따라 집중적으로 영향을 미칠 수 있는 것이 특징이다. 따라서, 바람이 강하지 않더라도 갑자기 파고가 커지는 경우가 있기 때문에 해안부근에 있는 사람들은 충분히 주의를 해야 한다.



<그림 11> 너울성 고파랑의 전파

### 3. 결론

안목항에서 발생한 너울성 고파랑은 저기압에 의해 일본 북해도 서측 해상에 발생한 파고가 너울의 형태로 동해상에서 남측으로 전파되어 파고를 유지한 채 피해지역에 도달한 것으로 판단된다.

또한, 파고가 유지된 이유로서는 전파도중 해상의 강풍으로 발생한 풍랑의 작용이 있었다고 생각되며, 장주기파이기 때문에 다음의 2가지 효과에 의해 연안에서 파고가 더욱 증폭되었을 가능성이 있다.

- ① 수심이 얕아짐에 따른 파고 증폭
- ② 해저지형의 영향을 받아 파에너지가 일부 영역에 집중됨에 따른 파고 증폭

결론적으로 2008년 2월 24일 안목항에 발생한 너울성 고파랑은 하루 전 발생한 동해북부의 저기압과 풍랑이 초기원인이며, 그때 발생한 장주기성(너울성) 고파랑이 하루 뒤 동해안으로 내습하게 된 것이다. 이 너울성 고파랑은 안목항 주변에서 해저지형의 영향을 받아 처오름 높이가 상승되고 동해전역의 조위상승과 더불어 wave-set up에 의한 수위상승 등의 증첩현상이 초래되었을 것으로 추정된다. 뿐만 아니라 방파제 두부에서의 회절파도 함께 증첩됨으로서 피해 발생 당시 인명피해가 유발된 방파제 두부에서는 관측된 7.8m보다 더욱 높은 파랑이 내습했을 것이다.

지구온난화에 의한 해수면상승이 가속화 될 경우 너울성 파랑의 출현율은 증가될 것이고 그 강도 또한 증대될 것이 예상된다. 아울러, 경제성장과 더불어 연안역에서의 레크레이션의 욕구와 함께 새롭게 조성되는 어메니티 공간이 많이 조성되면 될수록 너울성 파랑으로 인한 피해는 전 연안역에서 증가할 것이 확실하다.

이러한 현상을 보다 면밀히 검토해석하기 위해서

는 무선 모니터링 시스템에 의한 파랑 및 조위에 대한 감시체제 구축이 필요하며, 파랑 및 조위의 실시간 데이터를 이용하여 종합적으로 판단하고 예측하는 시스템을 수립함에 따라 너울성 고파랑의 내습

을 수 시간 전에 예측할 수 있을 것이다. 이를 잘 활용한다면 기상청에서의 사전예보도 충분히 가능할 것으로 기대된다.