

우리나라의 지진해일 경향과 예보 시스템

국가지진정보시스템(National Earthquake Information System)

기상청 지진담당관실/학회편집위원회

1. 지진해일 일반

1) 지진해일이란

해저지진이나 해저화산분화, 산사태, 해저핵실험 등 기상 이외의 요인에 의해 해저가 융기하거나 침강하여 해수면이 변화하면서 발생한 파를 지진해일 이라 한다.

2) 지진해일의 성질

바다에서의 파는 주기가 1초 이하의 것에서부터 24시간 이상의 것까지 여러 종류의 파군이 있으나 지진해일은 그 중 수분에서 1~2시간에 걸친 파이다. 전파속도는 수심에 비례한다. 전파속도는

$$v = \sqrt{gH}$$

로 나타내며, 여기서 h는 수심, g는 중력가속도(9.8m/sec²)이다. 따라서, 수심이 2,000m라면 속도는 504km/hr, 1,000m라면 356km/hr이다. 일반적으로 지진에 의한 지진해일의 경우 규모 6.3 이상으로 진원깊이 80km이하의 얇은 곳에서 수직 단층운동에 의한 지진일 경우 발생 가능성이 있다.

3) 지진해일의 규모

지진해일도 지진과 같이 규모나 계급으로 표현하

는 경우가 있다. 규모를 m, 파고(지진해일의 높이)를 H라 할 때

$$m = \log H$$

로 나타낸다.

4) 지진해일 예보

현재의 과학기술로 지진발생을 예측하기는 어렵지만 먼 거리에서 발생한 지진해일에 대해서는 그 도착 시각을 예측할 수 있다. 가령 지진이 동해 북동부 해역(일본 북서근해)에서 발생할 경우 이로 인한 지진해일은 1시간에서 1시간 30분 후에 동해안에 도달하므로 적절한 경보 발표로 30분에서 1시간정도 대비시간을 가질 수 있다.

지진발생 후 지진해일이 발생할 것인가에 대한 확실한 증거를 찾는 데는 상당한 시간이 소요되므로 만일의 사태에 대비하여 해상에서 일정한 규모 이상의 얇은 지진이 발생할 경우 “주의보” 또는 “경보”를 발표하는 것이 국제적인 관례이다.

5) 지진해일 피해사례

1983년과 1993년 일본에서 발생한 지진해일로 인하여 우리나라 동해안에서 피해가 발생하였다(표 1).

6) 지진해일 대처요령

표 1. 지진해일 피해사례

발 생 시 기		1983. 5. 26~27	1993. 7. 12~13
지 진	진원시	5월 26일 11시 59분	7월 12일 22시 17분
	진앙	일본 혼슈 북구	일본 홋카이도 오키시리섬 북서쪽 근해
	규모	7.7	7.8
지 진 해 일	제1파 도착시각	울릉도 : 13시 17분 목 호 : 13시 35분 속 초 : 13시 47분 포 항 : 13시 52분	울릉도 : 23시 47분 속 초 : 00시 00분 동 해 : 00시 09분 포 항 : 01시 18분
	최대파고(cm) : 총수위변동폭/평균수면상 높이	울릉도 : 126/80 목 호 : 200이상/150 이상 속 초 : 156/123 포 항 : 62/52	울릉도 : 119/89 목 호 : 203/130 속 초 : 276/213 포 항 : 92/76
	평균주기(분)	8~12	8~10
	지속시간(시) : 큰수위변동/전체	3~5/24 이상	2~4/24 이상
	피해사항	인명 : 사망 1, 실종 2, 부상 2 선박(소형) : 81척 건물, 시설 : 100여 건	인명 : 피해없음 선박(소형) : 35척 어망, 어구 : 3,000여 통
	총피해액(당시금액)	3억 7천만원	3억 9천만원

지진해일은 다른 해일과 발생원인이 다르므로 아래와 같은 사항을 유념하여 대처하여야 한다. 우리나라는 먼 태평양에서 밀려오는 지진해일에 대해선 안전한 편이나 주변 해역에서 발생하는 지진해일은 주의를 필요로 한다.

- 격심한 지면진동을 느끼면 가까운 곳에서 큰 지진이 난 것이므로 해안지역의 주민은 즉시 높은 지대로 대피하여야 한다.

※ 해안 가까운 곳에서 발생한 지진해일은 수분 이내에 해안으로 밀려오므로 지진경보를 듣고 대비할 여유가 없음.

- 해안에서 먼 거리에 발생한 지진해일에 대해서는 기상청이 해일특보를 사전에 발표하므로 이를 기준으로 하여 재해대책위원의 안내에 따라 대비하거나 필요한 안전조치를 하여야 한다.

- 지진해일은 약 10분 간격으로 반복되며 제 3파나 제 4파(약 30분)에서 최대가 되는 경우가 많고 이러한 상태가 약 3-4시간 지속된 후 점차 약화되면서 하루정도 지속된다는 점에 유의하여야 한다.

- 지진해일 특보가 발표되면 수영, 보트놀이, 낚시, 야영 등을 즉시 중지하여야 한다.

- 지진해일시 먼바다에서 조업중인 선박은 해일경보가 해제될 때까지 항구 밖에서 대기하며, 시간적 여유가 있을 경우에 항 내의 선박도 먼바다로 대피하는 것이 보다 안전 하다.

2. 지진해일 피해사례

1) 아키다 지진해일

○ 지진요소

- 진원시 : 1983년 5월 26일 11시 59분 57.5초
- 진 앙 : 일본 혼슈 아키다현 서쪽 근해(북위 40.4°, 동경 139.1°)
- 규 모 : 7.7

○ 지진해일 발생현황

- 지진발생 후 우리나라 동해안에 1시간 30분 ~1시간 50분 동안 10분 주기로 지진해일이

표 2. 동해안 주요항구의 제1파 도착시각 및 해일 특성

지 명	제1파 도착시간(시간)	최대파고/평균수면높이	주기	지 속 시 간
울릉도	13시 17분(77분)	136cm/80cm	12분	큰수위변동 : 3~5시간, 전체 24시간
묵 호	13시 35분(95분)	200cm이상/150cm이상	14분	
속 초	13시 43분(103분)	156cm/123cm	13분	
포 향	13시 52분(112분)	62cm/52cm	8분	

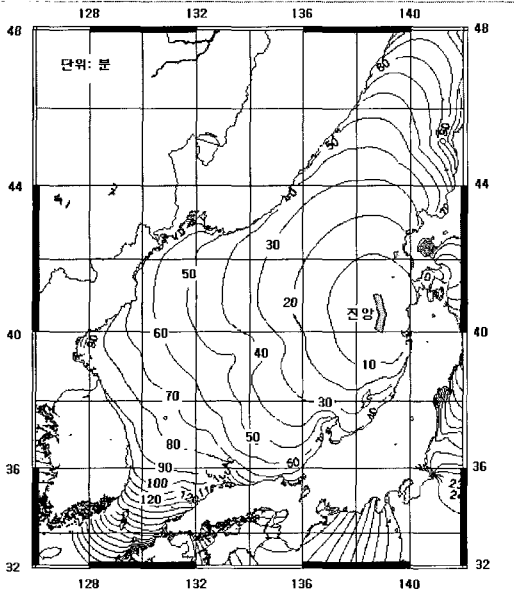


그림 1. 아키다 지진(1983. 5. 26) 해일 전파도(진앙 : 40.4°N, 139.1°E)

물러와 동해안의 여러 지역에 많은 피해를 주었음.

○ 현상 설명 (보도자료 종합)

- 동해안의 바다수면이 최고 3m 폭으로 높아졌다 낮아지는 해면 승강현상이 일어나 밤 9시경까지 계속되면서, 간만의 차가 최고 6m나 되는 조수현상까지 겹쳐 피해가 증폭되었음.
- “꽁!”하는 폭음과 함께 수심 5m의 항구 바닥이 드러날 정도로 한꺼번에 바닷물이 빠져 나갔다가 10분 후 “썹”하는 소리와 함께 다시 밀려 왔다함.

○ 피해 상황

- 재산피해 : 총 약 3억 7,000여만원

- 원덕항 2억 4,300여만원, 삼척항 9,300여만원, 울릉도 2,100여만원, 울진 600여만원등
 - 인명피해 : 5명(사망 1명, 실종 2명, 부상 2명) 및 이재민 405명
 - 건물피해 : 44동(전파 1동, 소파 22동, 침수 21동)
 - 선박피해 : 81척(전파 47척, 반파 34척) 및 시설물 62동

2) 오쿠시리 지진해일

○ 지진 요소

- 진원시 : 1993년 7월 12일 22시 17분 34.6초
- 진 양 : 일본 홋카이도 오쿠시리섬 북서해역 (북위 42.8°, 동경 139.2°)
- 규 모 : 7.8

○ 지진해일 발생현황

- 지진발생 후 우리나라 동해안에 1시간 30분 ~3시간 동안 10분 주기로 지진해일이 밀려와 많은 피해를 주었음

○ 현상 설명(보도자료종합)

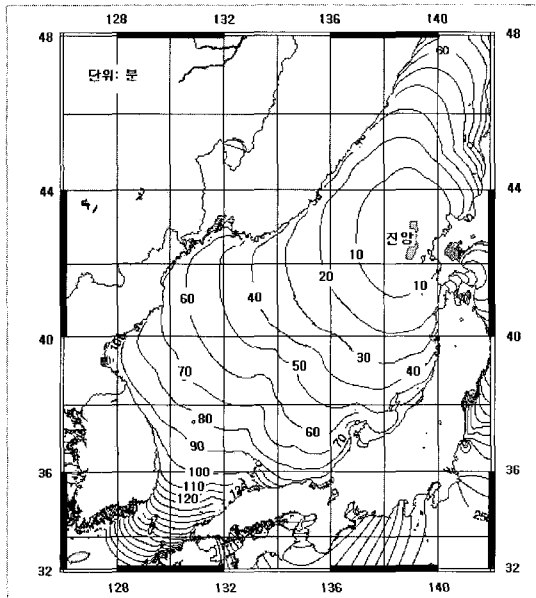
- 울릉도와 속초시 대포항, 장사항의 어선침몰을 비롯하여 동해, 삼척, 임원항에 이르는 강원도와 경상북도 동해안 일원에 최대 2~3m의 지진해일 발생.
- 1983년 아키다 지진해일과 달리, 기상청은 22시 50분 지진해일특보를 발표, 신속한 지진해일 대비업무를 수행하여 인명피해는 없었으며 재산피해도 줄일 수 있었음.

○ 피해 상황

- 재산피해 : 총 약 3억 9,000여만원

표 3. 동해안 주요항구의 제1파 도착시간 및 해일 특성

지 명	제1파 도착시간(시간)	최대파고/평균수면높이	주기	지 속 시 간
울릉도	23시 47분(90분)	119cm/89cm	10분	큰수위변동 : 2-4시간, 전체 24 시간 이상
속 초	00시 00분(103분)	203cm이상/130cm이상	10분	
동 해	00시 09분(112분)	276cm/213cm	6분	
포 항	01시 18분(181분)	92cm/76cm	8분	



- 인명피해 : 없음
- 어망/어구 : 3,000여 통
- 선박피해 : 35척(소형) 및 시설물

3. 지진해일 예보

현재의 과학기술로 지진발생을 예측할 수는 없지만 먼 거리에서 발생한 지진해일에 대해서는 해일 도착 시간을 예측할 수 있다. 가령 지진이 동해 북동부 해역(일본 북서근해)에서 발생할 경우 이로 인한 지진해일은 1시간에서 1시간 30분 후에 동해안에 도달함으로써 적절한 경보 발표로 30분에서 1시간정도 대비 시간을 가질 수 있다.

지진발생 후 해일이 발생할 것인가에 대한 확실한 증거를 찾는 데는 상당한 시간이 소요됨으로 만일의

그림 2. 홋카이도 오키시리 지진(1993. 7. 12) 해일 전파도(진앙 : 42.8°N, 139.2°E)

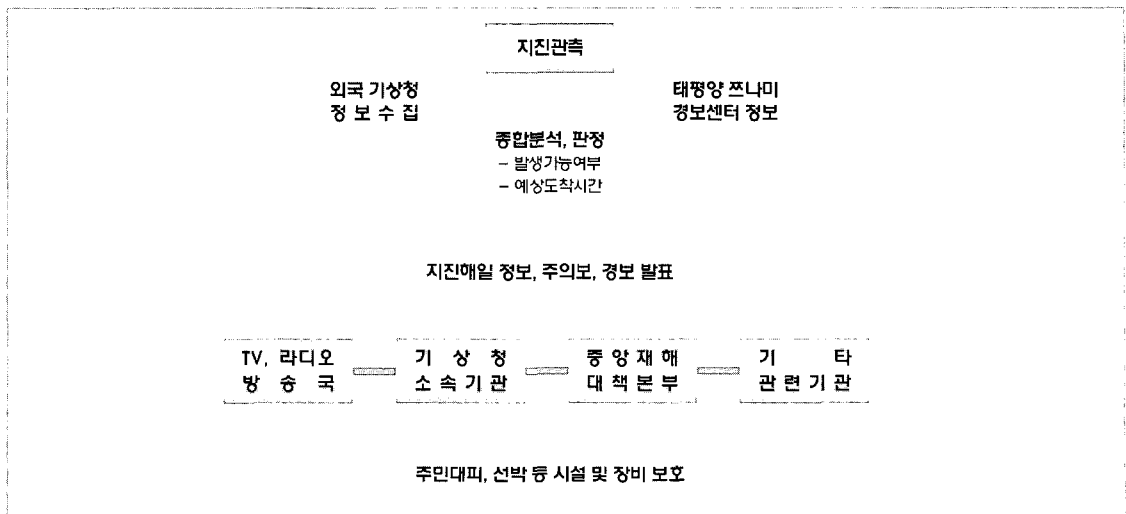


그림 3. 지진예보 및 경보 계통도

사태에 대비하여 해일이 발생할 가능성이 있을 경우 “주의보” 또는 “경보”를 발표하는 것이 국제적인 관례이다.

4. 울릉도 해일파고계

1) 해일파고계 설치장소

: 울릉도 동쪽 해안(울릉읍 저동리 9-1번지)

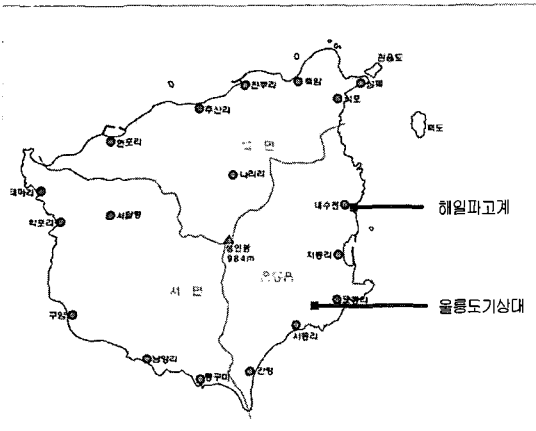


그림 4. 울릉도 해일파고계 설치 위치

2) 해일파고계 설치 모습

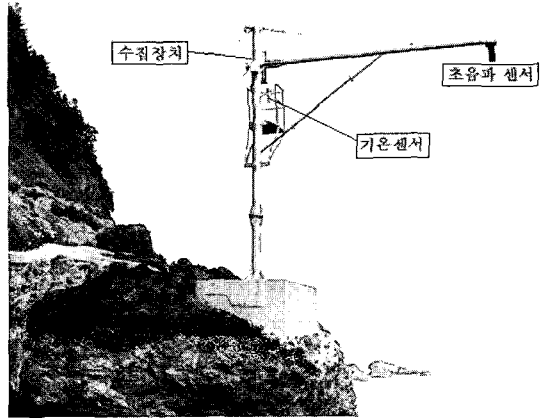


그림 5. 해일파고계 설치 모습

3) 센서의 특징

표 4. 센서의 특징

General Information	
발신방식	초음파(Ultra Sonic Wave)식
측정범위	센서에서 15m까지
정확도	10mm
작동온도	-30° ~ +45° C
자료간격	0.5초