

Disaster Status Management Information

제7호

재난상황관리 정보

조석(潮汐, Tide)



소방방재청
재난상황실

해수면은 매일 밀물과 썰물이 반복되면서 주기적인 높이 변화를 일으킨다. 이러한 해수면의 정상적인 높이변화를 조석이라 한다. 이번호에서는 조석의 발생원인과 형태 그리고 조석예보 등에 대해 살펴 본다.

Disaster Status Management Information

제7호

재난상황관리 정보

조석(潮汐, Tide)



소방방재청
재난상황실



조석(潮汐, Tide)

1. 조석이란?	03
가. 정의	03
나. 간조, 만조 및 정조	04
2. 왜 조석은 매일 50분씩 늦춰질까?	05
3. 사리와 조금이란?	05
가. 사리와 조금	05
- 백중사리와 영등사리	06
나. 우리나라 해역 조차의 크기	07
- 세계에서 조차가 큰 곳 편디 만	09
- 조력 발전과 조류 발전	10
다. 조석의 크기가 다른 이유	10
라. 조석의 형태가 변한다	11
4. 조석은 어떻게 관측하나?	12
가. 조석 관측	12
나. 국가해양관측망	12
다. 관측 종류와 방법	14
라. 조석 예보	15
5. 시사점 및 주요 피해사례	17



조석(潮汐, Tide)

1 조석이란?

가. 정의

인천 앞바다의 해수면은 하루 2차례 규칙적으로 높아졌다 낮아졌다를 되풀이 한다. 이렇게 해수면이 하루 단위로 규칙적인 높낮이 운동을 하는 현상을 조석(潮汐, tide)이라 한다. 조석은 그 발생 원인을 크게 지구, 달, 태양 간의 인력인 기조력(起潮力, tidal force)으로 설명하는데, 일반적으로 지구에서 먼 태양보다는 가까운 달과의 인력의 영향을 주로 받으므로 여기서는 지구와 달의 인력인 기조력으로 조석현상을 먼저 설명한다.



그림 1. 기조력

기조력(起潮力, Tidal force) 원리

- 기조력을 이해하기 위해서는 뉴턴의 만유 인력을 이해하고 있어야 한다.
- 달과 지구 사이에는 서로를 끌어당기는 인력*이 작용한다. 또한 두 천체는 둘사이의 질량중심을 축으로 회전하기 때문에 원심력*이 발생한다.
 - * 인력(引力, attractive force) : 두 물체가 서로 끌어당기는 힘
 - ** 원심력(遠心力, centrifugal force) : 원운동을 하고 있는 물체에 나타나는 관성력
- 기조력은 지구와 천체의 질량에 비례하고 지구와 천체 사이의 거리 세제곱에 반비례한다. 태양과 달이 지구에 미치는 인력의 복합이 조석을 일으키는 주원인이긴 하지만, 실제로 조석을 일으키는 힘은 지구에서 조석을 일으키는 두 천체(달과 태양의 중심까지 거리의 3승에 반비례한다. 따라서 이 관계에서는 거리가 더욱 중요한 요소이며 다음과 같이 표시된다.

$$T \propto G \left(\frac{m_1 m_2}{r^3} \right)$$

여기서 T는 기조력, G는 만유인력상수, m_1 과 m_2 는 각각 두 물체의 질량, r는 두 지점 사이의 거리를 나타낸다.

- 태양의 질량은 달에 비해 약 2,700만 배 더 크지만 달보다 약 390배나 더 멀리 떨어져 있어 태양이 지구에 미치는 기조력은 달이 지구에 미치는 기조력에 비하여 약 46% 밖에 되지 않는다.
- 따라서, 달과 가까운 곳에서 인력에 의해 밀물의 만조가 나타나고 먼 곳에서는 원심력에 의한 밀물의 만조가 나타난다. 하지만, 주목할 사실은 달과 가까운 곳에서의 “인력-원심력”의 값과 달과 먼 곳에서의 “원심력-인력”의 값은 항상 같다. 이론적으로 지형조건 등이 같으면 서로간 만조의 크기는 같아야 한다.

나. 간조, 만조 및 정조

해수면이 상승하게 되면 해수가 육지쪽으로 밀려오게 되는데, 이를 밀물이라 하며 이러한 밀물에 의해 높아진 해면을 고조(高潮) 또는 만조(滿潮)라 한다. 거꾸로, 해수면이 하강하게 되면 해수가 바다쪽으로 빠지게 되는데, 이를 썰물이라 하며 이렇게 썰물에 의해 낮아진 해수면을 저조(低潮) 또는 간조(干潮)라고 한다. 또한 이러한 조석간만의 차, 즉, 고조와 저조 또는 만조와 간조의 차를 조차(潮差)라고 한다. 바다에서 밀물과 썰물이 바뀌는 과정에서 조류가 마치 정지한 것처럼 느껴지는 때가 있는데 이러한 전류시에 나타나는 조류의 흐름을 정조(錠潮)라고 한다. 일반적으로 정조는 30분에서 1시간 정도로 지속되는데, 그 지속시간은 적은 조차일때보다는 큰 조차일 때 더 길다.

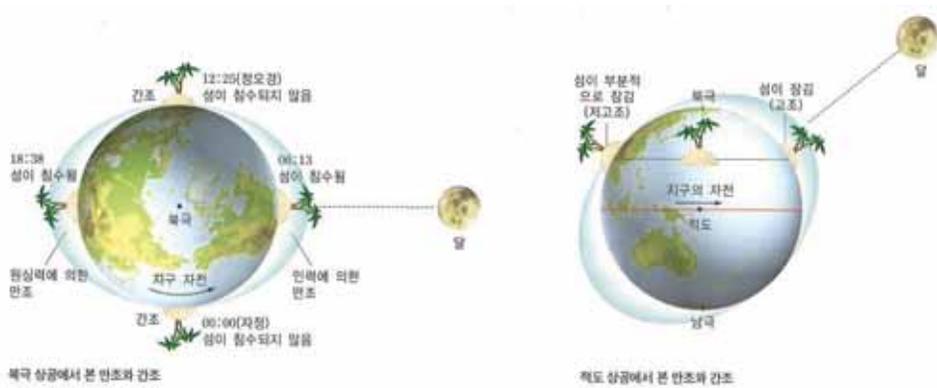


그림 2. 만조와 간조

그림2에서 0시에 간조였던 섬은 6시 13분경에 만조가 되어 해수면에 잠기며, 12시 25분경에는 다시 간조가 되어 섬이 해수면 위로 드러난다. 또, 18시 38분경에는 달의 반대쪽에서 만조가 되며, 다음 날 약 0시 50분경에 간조가 된다.

그림 3은 국립해양조사원에서 세월호 침몰사고가 발생한 금년 4월 제공한 전남 진도해역 맹골수도라는 곳의 조류예측 자료이다. 이 자료에서 최강류라 표현된 시간은 밀물 또는 썰물시기로 유속이 가장 빠른 흐름이며, 전류시는 밀물과 썰물이 바뀌는 정조가 발생하는 시각을 의미한다. 하루에 2차례 밀물과 썰물이 반복되며 이로 인해 4차례의 정조가 나타난다는 것도 확인할 수 있다.

날 짜	전류시	최강류 (유향, 유속)						
4. 27(일) (음)3.28	00:18	03:46 (남동, 1.7)	06:40	09:22 (북서, 1.1)	12:46	16:10 (남동, 2.2)	19:01	21:32 (북서, 1.4)
4. 28(월) (음)3.29	01:12	04:33 (남동, 1.8)	07:27	09:56 (북서, 1.1)	13:19	16:49 (남동, 2.3)	19:40	22:10 (북서, 1.6)
4. 29(화) (음)4.1	01:58	05:13 (남동, 1.9)	08:10	10:32 (북서, 1.1)	13:50	17:27 (남동, 2.4)	20:18	22:49 (북서, 1.7)
4. 30(수) (음)4.2	02:39	05:52 (남동, 1.9)	08:52	11:11 (북서, 1.1)	14:23	18:04 (남동, 2.4)	20:59	23:29 (북서, 1.8)

그림 3. 조류 예측 - 전남 진도 맹골수도 기준

TIP

해상에서 선박사고가 발생된 경우를 보면 “정조 시간때를 기다려서 주·야간으로 구조작업을 실시한다”는 언론보도를 많이 접했을 것이다.

이는, 정조시간 또는 전류시라 하여 하루에 6시간 주기로 조류의 흐름이 약하기 때문에 해상에서 수색·구조작업이 용이한 시간이라고 이해할 수 있다.

2 왜 조석은 매일 50분씩 늦춰질까?

조석 주기는 만조부터 다음 만조까지, 혹은 간조부터 다음 간조까지의 시간을 말하며, 약 12시간 25분이 걸린다. 만조와 간조는 각각 하루에 2회 정도씩 일어나며 날마다 50분 가량 늦어지게 된다. 그 이유는 지구가 하루 동안 1회 자전하는 동안 달이 동쪽으로 약 13° 공전하기 때문이다.

달이 다음 날 동일한 위치에 오기 위해서는 지구가 50분 정도 더 자전을 해야 하고, 이에 따라 조석도 날마다 약 50분씩 늦어지게 되는 것이다.



그림 3. 조석 주기

그림4에서 2회의 만조가 일어나기 위해서는 24시간 50분이 걸리는 셈이므로 조석주기는 약 12시간 25분이다.

3 사리와 조금 이란?

가. 사리와 조금

그렇다면 앞서 설명한 해수면은 매일 만조와 간조가 생기는데 달이 가장 크게 보이는 보름(음력 15일경)과 거의 보이지 않는 그믐(음력 1일경)에는 태양과 달, 지구의 위치가 일직선상에 놓이는데, 이때 인력과 원심력이 강하게 작용해 조차가 매우 커지는 시기를 사리라고 한다.

사리는 대조(大潮, spring tide)라고도 하며, 태양·지구·달 세 천체가 일직선상에 놓이게 되면, 태양에 의한 기조력인 태양 조석과 달에 의한 기조력인 태음 조석이 더해져 만조 때의 해수면은 더 높아지고 간조 때의 해수면은 더 낮아지는 현상을 말한다.



그림 4. 사리

삭(그림)과 망(보름)일 때 달 조석과 태양 조석이 합쳐져 고조는 더 높아지고 저조는 더 낮아 지는 사리가 된다.

백중사리와 영등사리

<백중사리>

- 백중사리는 “백중(百中)”과 “사리(spring tides)”의 합성어로, 백중을 전·후한 사리 때 경험적으로 해수면이 가장 높아서 붙여진 이름이라고 한다.
- 백중은 음력 7월 15일을 의미하고, 이 전·후 3~4일 동안 발생하는 대조를 백중사리라 한다. 백중사리는 태양, 지구와 달의 위치가 일직선상에 있으면서(대조기) 달의 연중 최단 근지점(Perigee, 가장 가까운 거리)에 있을 때이므로 연중 조차가 가장 크다고 한다.
- 백중사리 때에 조차가 크기 때문에 높은 고조가 발생하므로 저지대의 침수가 발생할 수 있고, 이 시기에 폭풍해일이 발생하게 되면 해수면의 높이가 최대로 될 수 있어서 주의해야 한다.

<영등사리>

- 영등사리는 “영등(靈登)”과 “사리(spring tides)”의 합성어로, 옛날부터 민간에서는 음력 2월을 영등달이라고 부르는데, 영등은 바람을 일으키는 신이라고 한다.
- 1년 중 백중사리와 함께 영등사리 때도 조수간만의 차이가 가장 큰 시기라고 한다. 동해안 지역 영등의 어원으로는 1년 중 가장 큰 명절, 또한 풍신이라고 부르고, 남해안 진도 회동 지역에는 영등사리 기간에 바닷길이 열리는데 3일 동안 영등 축제를 하였고, 현재는 신비의 바닷길 축제로 음력 2월경에 연다.
- 바다갈라짐 현상은 평상시에는 육지와 떨어져 있는 섬이었다가 해수면이 낮아지는 저조시에 해저면이 노출되면서 육지와 섬이 연결되는 현상을 말한다. 우리나라 대표 지역은 전남 진도이고 그 외에 10개 지역에서 바다갈라짐 현상이 나타난다. (살미도, 소야도, 제부도, 웅도, 무창포, 하섬(변산반도), 서건도, 우도(고흥), 소매물도, 동섬)

사리와 반대로 달이 반쪽만 보이는 상현(음력 8일경)과 하현(음력 23일경)에는 태양과 지구, 달이 직각을 이루어 인력이 서로 다른 방향으로 작용하기 때문에 조차가 가장 작은 시기를 조금이라고 하며, 조금은 소조(小潮, neap tide)라고도 한다. 일반적으로 소조기보다는 대조기 때 조류의 흐름이 빠르다.

태양과 달이 지구를 중심으로 직각을 이루면, 태음 조석*이 태양 조석*에 의해 상쇄되어 가장 낮은 만조와 가장 높은 간조가 일어나는 현상이다.

- * 태음 조석(lunar tide) : 달과 지구 사이의 인력과 관성의 의한 조석
- * 태양 조석(solar tide) : 태양과 지구의 사이의 인력과 관성에 의한 조석



그림 5. 조금

상현(반달)과 하현 때는 태양-지구-달이 직각의 위치에 있어 고조는 낮아지고 저조는 높아지는 조금이 된다.

나. 우리나라 해역 조차의 크기

조차(潮差)는 해안선의 모양·해저지형·수심 등의 영향을 받으므로 지역에 따라 그 크기가 다르다. 해양에서는 조차가 매우 작고, 일반적으로 해안에서는 조차가 약 2m 이하지만, 좁은 만이나 해협에서는 조차가 더 크게 나타난다. 우리나라 주변 해역 중 황해의 경우는 세계적으로도 조차가 아주 큰 해역이지만 동해의 경우는 조차가 작아 조석이 없는 것처럼 보이기도 한다.

인천과 속초에서 밀물과 썰물 때 높이 차이가 서로 다르게 나타나는 까닭

- 밀물과 썰물 때 높이 차이는 태양과 달의 인력에 의한 영향과 더불어 해안선 및 해저의 모양과 크기의 영향을 받는다. 만이나 해협 등과 같이 막혀 있는 지형 내의 바다에서는 밀물과 썰물 때 높이 차이가 커서 그 차이가 15.2m나 되는 경우도 있다.
- 인천의 경우는 수심이 낮은 황해와 옹진 반도의 해안선에 의해 조석 에너지가 쌓여 밀물과 썰물 때 높이 차이가 8~10m나 되지만, 속초는 동해의 수심이 깊고 동해안의 해안선이 복잡하지 않으므로 밀물과 썰물 때 높이 차이가 1~2m로 매우 작다

황해의 조석은 가장 조차가 큰 해역으로 대조차는 목포에서 3m이고 북쪽으로 갈수록 점차 커져서 인천에서 최대 9m까지 난다. 그 이유는 해안선의 모양·해저지형·수심 등의 영향과 달이 적도로부터 가까워 일조부등¹⁾은 상당히 적은 편이기 때문이다.

⇒ 황해의 조석이 이렇게 큰 이유는 북서태평양의 조석이 동중국해를 통해 황해로 전파되면서 얕은 수심으로 인해 진폭이 증가하고 황해의 지형이 반일주조²⁾ 조석을 증폭시킬 수 있는 규모이기 때문

동해의 조석은 조차가 매우 작으며, 동해안 북측으로 갈수록 조차가 작아져 속초에서 대조차는 30cm 이하로 서해 및 남해에 비하여 매우 작으며 일조부등이 다른 해역보다는 크게 나타난다.

⇒ 이렇게 조차가 작은 동해안은 해수면의 변동에서 파랑 영향이 상대적으로 크게 나타난다.

남해의 조석은 동해보다는 강하고 황해보다는 약한 특성을 보인다. 대조차는 부산에서 1.2m이고 서쪽으로 갈수록 점차 커져 완도에서 3m로 나타난다.

⇒ 남해서측해역(완도)에서 동측(부산)으로 갈수록 일주조³⁾의 영향이 크게 나타나지만, 일조부등 현상은 동해처럼 뚜렷하지 않다.

【표 1. 세계적으로 조차가 큰 해역】

구역	장소	대조차(m)
캐나다 동안 펀디 만	Burntcoat Head	13.6
잉글랜드 서안 프리스틀 해협	Beachley	13.1
프랑스 북서안	Granvile	12.2
알래스카 남안	Sunrise	12.0
아르헨티나 남안 마젤란 해협 부근	Coy Inlet	9.8
멕시코 서안 캘리포니아 만	Rio Colorado 하구	9.6
오스트레일리아 북서안	Hall Point	9.3
프랑스 북서안	LeTr'eport	9.3
브라질 북동안	Maracca	9.1
잉글랜드 서안	Garstion	8.8
한국 서안	아산	8.2

1) 일조부등(日潮不等, diurnal inequality of tide) *자세한 내용은 11페이지 참고

2) 반일주조(半日週潮) : 1일에 2회의 만조와 간조가 일어나는 현상

3) 일주조(日週潮) : 1일에 1회의 만조와 간조가 일어난 현상

세계에서 조차가 가장 큰 곳 “펀디 만(Bay of Fundy)”

- 세계에서 조수 간만의 차이가 가장 큰 곳은 캐나다의 펀디 만이라는 곳이다.
- 캐나다 동부 해안의 노바스코티아와 뉴 브런스윅 사이에 갈매기 모양으로 길게 뻗은 곳이 펀디 만인데, 이곳에 밀물이 들어올 때에는 10여 층짜리 빌딩 높이 정도의 파도가 해안을 덮칠 듯 몰려오는 장관이 펼쳐진다고 한다. 캐나다 펀디 만의 경우 동쪽 끝에서의 조차가 무려 15m나 되며 캘리포니아 동부 코르테즈 해(Cortez Sea) 북쪽 끝에서는 9m의 조차가 발생한다.
- 이는 우리나라에서 조차가 가장 큰 인천지역의 약 8m에 비하면 2배나 되는 높이 이다. 조차는 해양의 형태에 따라 달라지는데, 한 해역이라고 하더라도 조차가 모두 같지 않다.
- 즉, 같은 해역이라도 해안의 조차와 해역 중앙부의 조차가 다르다. 조차는 보통 큰 해역의 주변부, 특히 조석파 에너지가 집중되는 만의 입구에서 크게 나타난다.



그림 6. 전 세계에서 가장 조차가 큰 펀디 만

조력 발전과 조류 발전

● <조력 발전>

조력 발전이란 밀물과 썰물이 발생하는 하구나 만을 방조제로 막아 바닷물을 가두고 수차 발전기를 설치하여 밀물과 썰물의 수위 차를 이용하여 발전하는 방식으로서, 해수가 들어올 때나 나갈 때 모두 발전기가 가동되는 해양 에너지에 의한 발전 방식 중에서 가장 먼저 개발되었다. 최초의 조력발전소는 1967년에 조차가 13.4m나 되는 프랑스 랑스 강 하구에 건설되었는데, 연간 5억 4,400만 KW/h의 발전 용량을 갖춘 24개의 발전기와 850m 높이의 제방으로 되어 있다. 조력 발전은 무한의 에너지를 이용하여 발전소의 운영비가 적게 들고 이산화탄소를 방출하지 않는 등 많은 장점을 가지고 있으나, 문제점도 많이 있다. 전 세계의 가능한 모든 장소에 조력발전소를 건설한다 해도 얻을 수 있는 전기는 전 세계 에너지 필요량의 10%를 넘지 못한다는 약점을 가지며, 폭풍에 의하여 발전 시설이 파괴될 수도 있고, 수문과 수차들이 해수에 의해 부식될 수도 있다. 또 조력 발전으로 인해 늘어난 조력 마찰은 지구의 자전 속도를 감소시킬 수 있다고도 한다.



그림 7. 프랑스 서부 랑스 강 하구에 건설된 조력발전소

● <우리나라의 조력 발전과 조류 발전>

우리나라 서해안의 경우는 조차가 매우 크기 때문에 조력 발전의 좋은 입지 조건을 갖추고 있다. 경기도 안산의 시화호에는 25,400kw급 발전기 10기를 세워 총 254,000kw의 발전 용량을 가진 세계 최대 규모의 조력 발전소를 건립했다. 흐르는 조류에 의해서도 발전이 가능한데, 우리나라에서 가장 조류가 센 진도와 해남 사이의 울돌목은 최대 유속이 12노트나 된다. 울돌목에는 1,000kw급 시험용 조류 발전소가 설립('09년 5월)되어 시험 발전하고 있다.

다. 조석의 크기가 다른 이유

우리나라 해역마다 조석의 크기가 다른 이유는 하루에 두 번씩 고조와 저조가 생기는데 각각 첫 번째 고조와 두 번째 고조의 차이가 달라서 조석의 크기가 다른 이유라고 한다. 이 현상을 일조부등(日潮不等, diurnal inequality of tide)이라고 한다.

일조부등은 달이 적도 부근과 가까운 해역은 작게 나타나고, 그 반대로 달이 적도로부터 남북으로 먼 해역은 크게 나타난다고 한다.

일조부등(日潮不等, diurnal inequality of tide)

- 반일주조의 조석에서 연속하는 고조나 저조의 해수면 높이와 그 사이의 시간은 같지 않다. 이러한 현상을 일조부등이라고 한다.
- 달이 적도 부근에 위치할 때는 일조부등이 작게 나타나지만 달이 적도로부터 남북으로 멀어지면 일조부등이 커진다. 일조부등의 경우 하루 두 번의 고조 중에서 수위가 더 높은 것을 고고조(高高潮), 수위가 낮은 것을 저고조(低高潮)라고 하며, 저조 중에서 수위가 높은 것을 고저조(高低潮), 수위가 낮은 것은 저저조(低低潮)라고 한다.

라. 조석의 형태가 변한다

조석의 형태는 대륙의 분포에 따라 달라진다. 즉, 지구가 자전하기 때문에 대륙의 분포는 조석의 진행 방향과 속도가 바뀌는 복잡한 운동을 하게 한다. 위도별 만조와 간조가 나타나는 횟수가 달라지는 이유는 지구의 적도면이 달의 공전 궤도면에 대해 약 28° 기울어져 있어 달라지고, 우리나라의 경우 지형적 영향으로 서해와 남해안은 반일주조, 동해안은 혼합조로 나타난다.

- 반일주조(半日週潮) : 적도 지역(1일 2회조), 1일에 2회의 만조와 간조가 일어나는 현상, 연속되는 두 만조나 간조 사이의 수위와 시간 간격이 같다. 조석 주기는 평균 12시간 25분이 걸린다.
⇒ 오스트레일리아 동해안, 뉴질랜드 전역, 중부 아메리카 및 남아메리카 대륙 서해안
- 일주조(日週潮) : 고위도 지역(1일 1회조), 1일에 1회의 만조와 간조가 일어난 현상, 조석 주기는 평균 24시간 50분이 걸린다. ⇒ 알류산 열도 부근(미국의 알래스카, 북태평양 위치한 섬)
- 혼합조(混合潮) : 중위도 지역, 1일에 2회의 만조와 간조가 나타나고, 연속되는 두 만조나 간조 사이의 수위와 시간 간격이 다르다. 반일주조와 일주조가 혼합된 조석 ⇒ 북아메리카 서해안, 남아메리카 일부

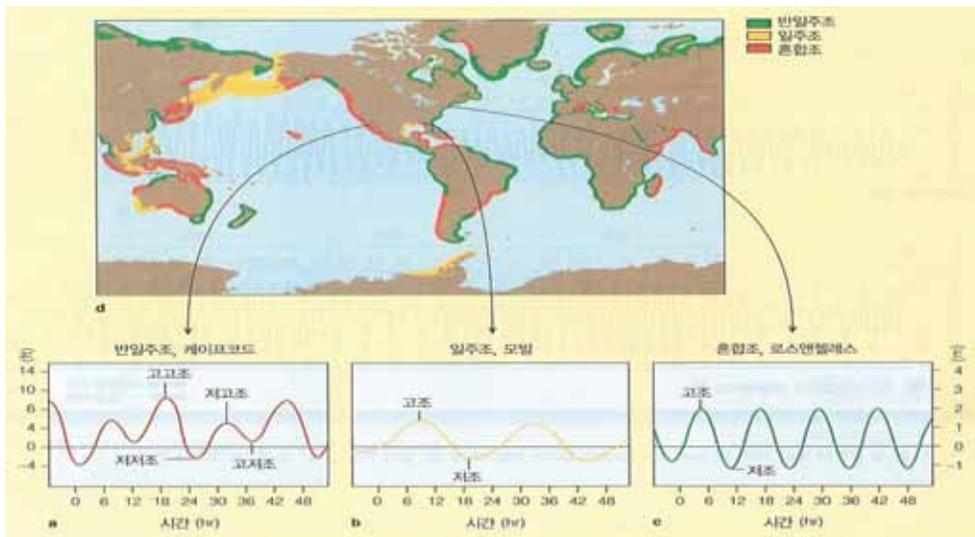


그림 8. 세계 해안의 조석 형태

4 조석은 어떻게 관측하나?

가. 조석 관측

조석 관측은 달, 태양 등의 기조력과 기압, 바람 등에 의해서 일어나는 해수면의 주기적인 승강현상을 연속 관측하는 것을 말한다.

관측 자료는 우리나라 평균해면*, 최저조위 등과 같은 유용한 조석정보 생산 및 수심측량의 기준면을 결정하고 연안 및 항만건설 등에 필요한 설계 자료로 제공된다. 또한, 선박의 안전운항과 바다 갈라짐 현상을 예보하여 관광자원 개발과 레저 활동 자료로도 활용한다. 더욱 중요한 것은 연안재해예방을 위한 조위경보발령 자료로 이용하고 태풍 및 위험기상 시 재해예방을 위한 자료와 지진, 해일 및 지반의 융기나 침강 등의 연구 자료로도 활용된다.

- * 기본수준면(Datum Level) : 평균해면에서 주요 4개 분조의 합만큼 내려간 면을 말하며 조위의 기준면이다. 약최저저조면(Approx.L.L.W)과도 같으며 해도 수심의 기준면이 된다.
- * 조석 기준면 : 조석의 높이를 재는 기준면(tidal datum)이라고 한다. 조석 기준면은 수 년 동안의 해수면 평균인 평균 해면(mean sea level)에 설정된 것이 아니다. 미국의 경우에는 혼합조의 해안에서는 하룻동안 두 개의 저조 중 더 낮은 저조의 평균인 평균 저저조면(mean lower low water, MLLW)을 기준면으로 설정하며, 일주조 해안에서는 모든 저조의 평균면이 평균 저조면(mean low water, MLW)으로 설정한다.

나. 국가해양관측망

국가해양관측망은 해양에 관한 장기·연속적인 해양관측자료를 수집하기 위해 구축·운영 중인 해양관측시설물로서 조위관측소, 해양관측소, 해양관측부이, 광역해수유동관측소, 해양과학기지를 말한다.

조위관측소는 2014년 현재 50개소가 있으며, 주요 임무는 그 지역의 해수면의 높이변화 또는 조석현상을 정밀하게 관측하기 위해 연안에 위치한 시설물을 말한다.

해양관측소(6개소)는 등표, 탑 등 연안에 위치한 고정구조물에 해수면 높이, 파랑, 해양기상 등을 관측하고, 해양관측부이(25개소)는 해수특성(수온, 염분 등), 해수흐름(유향, 유속), 파랑(파고, 파주기 등), 해양기상 등을 관측하기 위한 부표 및 부대시설을 말한다.

또한, 광역해수유동관측소(8개소)는 해안 또는 육상에서 고주파 레이더를 이용하여 넓은 해역의 해수 표층흐름(유향, 유속)을 관측하고, 해양과학기지(1개소)에서는 해양에 대한 조사·연구를 목적으로 연안에서 멀리 떨어진 특정해역에 설치한 해양구조물로서 관측장비, 부대장비(통신, 발전 등) 및 거주시설을 갖추고 관측자가 일정기간 상주할 수 있는 시설물을 말한다.



그림 9. 국가해양관측망 현황

관측시설(관리자)	관측항목
조위 관측소(국립해양조사원/유인 32, 무인18)	조위 ⁴⁾ , 수온, 염분, 해양기상
해양관측소(국립해양조사원)	조위, 파랑 ⁵⁾ , 해양기상
해양관측부이(국립해양조사원)	유향 ⁶⁾ , 유속, 파랑, 수온, 염분, 해양기상
광역해수유동관측소(국립해양조사원)	표층의 유향, 유속
해양과학기지(국립해양조사원)	조위, 해양, 기상, 환경, 구조물변화 등

4) 조위(潮位, tide level) : 일정한 기준면에서 해면을 측정했을 때의 높이

5) 파랑(波浪, wave) : 바람에 의해 생긴 수면상의 풍랑과 풍랑이 다른 해역까지 진행하면서 감쇠하여 생긴 너울

6) 유향 : 조류가 흘러가는 방향

다. 관측 종류와 방법

조석을 관측하는 방법 중 가장 쉬우면서 꼭 해야 하는 것은 눈금이 그려져 있는 자(표척)를 바닷물 속에 수직으로 세우고 바닷물의 높이를 눈으로 측정하는 표척 관측이다. 이러한 표척 관측은 짧은 시간 동안의 관측이나 해면의 높이 기준이 되는 기본수준점표 높이를 측정할 경우와 기계식 조위계 자료의 정확성을 파악하려 할 때 행해진다.

그림 10은 조위관측소 사진과 관측소의 모식도이며, 일반적으로 기계식 조석 관측장비 조위계를 이용한 장기관측을 시행하며 그 종류는 다음과 같다.

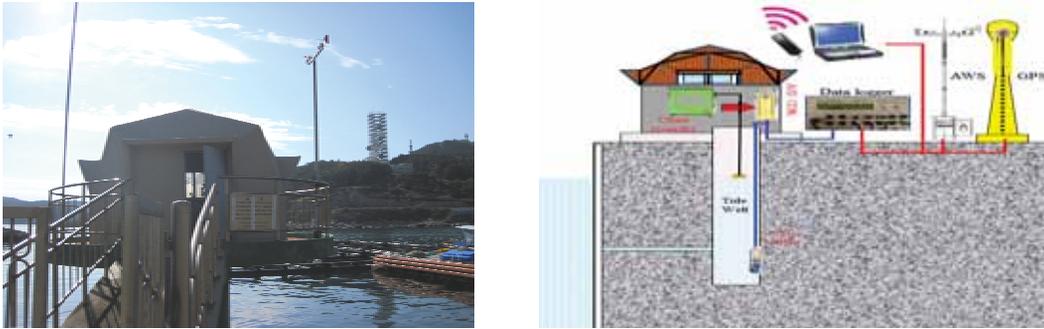


그림 10. 조위관측소 사진(좌)과 모식도(우)

- ① (부표식) 조위관측소 내부에 우물정을 설치하고 도수관을 통하여 해수를 우물정으로 유도하여 우물정 내부 부표의 상하이동을 측정하여 조석을 관측하는 방식이다. 디지털 및 아날로그 기록지 자료로 동시에 관측할 수 있으며 자료 결측 시에 상호 보완가능한 장점이 있다
- ② (수압식) 우물정 내부의 수위변화에 따른 압력(수압)을 감지하여 환산하는 방식이다.

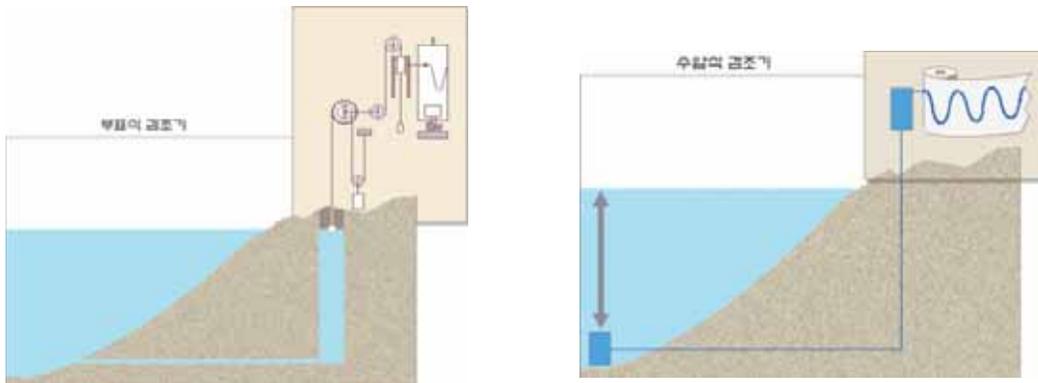


그림 11. 부표식 검조기와 수압식 검조기 모식도

- ③ (극초단파식) 9.4~ 9.8GHz 대역의 극초단파가 해면에 반사되어 돌아오는 시간을 거리로 환산하여 조석 및 파랑자료를 관측하는 방식이다. 우물정 설치가 불가능한 지역에서도 관측할 수 있는 장점이 있다.



그림 12. 극초단파식 조석측정기 사진

라. 조석 예보

정확한 조석 예보를 하기 위해서는 장기·연속적으로 해수면의 변화를 관측·기록하는 조석관측이 선행되어야 한다. 우리나라에서는 1951년 8월에 진해항에 조위관측소를 설치하여 처음으로 연안에서 조위관측소를 운영하고 있다, 또한 이러한 관측자료를 바탕으로 주요항만 등 50개 지점에 대해서 매년 조석예보를 실시하고 있다.

조석예보						21세기 해양강국 국립해양조사원이 만들어갑니다.
▶ 2014년 4월 진도(수품)지역 조석예보표						
◀ 이전달			다음달 ▶			
▲ : 고조 ▼ : 저조					단위(cm)	
월령	날짜	h : m (height)	음력			
	1	06 : 20 (1) ▼	11 : 57 (336) ▲	18 : 33 (-15) ▼		03/02
	2	00 : 25 (362) ▲	07 : 00 (19) ▼	12 : 31 (321) ▲	19 : 09 (-5) ▼	03/03
	3	01 : 06 (349) ▲	07 : 40 (45) ▼	13 : 06 (300) ▲	19 : 45 (14) ▼	03/04
	4	01 : 48 (331) ▲	08 : 21 (76) ▼	13 : 42 (277) ▲	20 : 22 (40) ▼	03/05
	5	02 : 33 (310) ▲	09 : 05 (106) ▼	14 : 22 (254) ▲	21 : 01 (68) ▼	03/06
	6	03 : 28 (288) ▲	09 : 57 (132) ▼	15 : 13 (232) ▲	21 : 47 (96) ▼	03/07
☾	7	04 : 41 (271) ▲	11 : 07 (150) ▼	16 : 40 (216) ▲	22 : 50 (118) ▼	03/08
	8	06 : 04 (263) ▲	12 : 43 (154) ▼	18 : 26 (216) ▲		03/09
	9	00 : 19 (129) ▼	07 : 20 (264) ▲	14 : 06 (141) ▼	19 : 46 (230) ▲	03/10
	10	01 : 48 (122) ▼	08 : 19 (273) ▲	14 : 58 (122) ▼	20 : 42 (251) ▲	03/11
	11	02 : 52 (106) ▼	09 : 03 (283) ▲	15 : 34 (100) ▼	21 : 24 (273) ▲	03/12
	12	03 : 38 (86) ▼	09 : 36 (294) ▲	16 : 04 (78) ▼	21 : 57 (295) ▲	03/13
	13	04 : 16 (67) ▼	10 : 04 (303) ▲	16 : 33 (55) ▼	22 : 26 (315) ▲	03/14
	14	04 : 51 (51) ▼	10 : 30 (311) ▲	17 : 02 (32) ▼	22 : 55 (332) ▲	03/15
☽	15	05 : 26 (38) ▼	10 : 58 (318) ▲	17 : 33 (12) ▼	23 : 25 (347) ▲	03/16
	16	06 : 01 (31) ▼	11 : 28 (322) ▲	18 : 06 (-3) ▼	23 : 58 (357) ▲	03/17
	17	06 : 38 (30) ▼	12 : 01 (320) ▲	18 : 42 (-9) ▼		03/18

그림 13. 조석 예보 국립해양조사원 www.khoa.go.kr 조회 화면



그림 14. 조위 관측소 실시간 관측 조회 화면

국립해양조사원에서는 조석경보를 발령하고 있는데, 발령기준은 약최고고조위에서 관측소별 각단계별 조위상승값 이상 상승하면 주의→경계→위험 3단계로 분류한다.

<관측소별 고조정보 3단계 기준값>

(자료출처 : 국립해양조사원)

조위관측소	각단계별 조위상승값 (cm)	고조정보 3단계 기준값(cm)			약최고고조위 (cm)	
		주의	경계	위험		
1	인천	25	953	978	1003	927.0
2	안산	25	891	916	941	866.1
3	평택	25	956	981	1006	930.8
4	대산	25	853	878	903	827.8
5	보령	20	784	804	824	763.6
6	장항	20	768	788	808	748.2
7	군산외항	20	745	765	785	724.6
8	어청도	20	630	650	670	609.5
9	영광	20	703	723	743	683.4
10	위도	20	683	703	723	662.9

조위관측소	각단계별 조위상승값 (cm)	고조정보 3단계 기준값(cm)			약최고고조위 (cm)	
		주의	경계	위험		
11	목포	-	-	-	486.0	
12	진도	15	417	432	447	402.0
13	대흑산도	15	386	401	416	370.6
14	완도	15	416	431	446	400.5
15	추자도	10	346	356	366	335.6
16	서귀포	10	313	323	333	303.2
17	제주	10	288	298	308	278.1
18	모슬포	10	304	314	324	294.0
19	성산포	10	276	286	296	266.2
20	고흥	15	391	406	421	375.8
21	거문도	15	355	370	385	340.0
22	여수	-	-	-	-	361.6
23	통영	10	292	302	312	282.0
24	거제도	10	211	221	231	201.4
25	마산	10	207	217	227	196.7
26	가덕도	10	201	211	221	190.6
27	부산	10	140	150	160	129.8
28	울산	5	66	71	76	60.8
29	포항	5	30	35	40	24.6
30	후포	5	32	37	42	27.0
31	목호	5	43	48	53	37.6
32	속초	5	44	49	54	39.0

4 시사점 및 주요 피해사례

재난관리 측면에서 본 조석현상은 태풍 등에 의해 폭풍해일이 만조시에 발생할 경우, 큰 피해를 야기하고 특히 해수면이 만조일 경우 해당 지역의 강수(돌발성 집중호우) 등으로 인해 강수가 해수면으로 배출되지 않아 저지대 주택과 농경지 등이 침수피해가 발생하게 된다.

특히, 백중사리 기간 중에는 만조와 간조의 차이가 크기 때문에 높은 고조가 발생하므로 저지대의 침수가 발생할 수 있고, 이 시기에 폭풍해일이 발생하게 되면 해수면의 높이가 최대로 될 수 있어서 각별히 주의해야 한다. 아울러, 7월~ 8월 사리(대조)시 태풍 내습과 집중호우 영향을 받는 지자체에서는 피해사례 등을 참고하여 해안시설물 보강·신설하고 국민의 생명과 재산 피해를 최소화하는 데 만전을 기하여야 할 것이다.

주요 피해사례

□ 국내 주요 피해사례

발생년도	발생일	피해지역	피해액(천원)
1984	6.17,7.30~31	전남 영암, 전남 서해안	83,364
1985	11.16	충남 서해안	180,900
1987	1.2~3	전남 서해안	652,474
1992	8.30	경기, 전남 서해안	192,462
1997	8.19~21	서해안 전역	22,184,129
2003	9.12~13	마산 지역	600,000,000
2012	9.17	전남 진도	63,000,000

□ 백중사리시 태풍 내습으로 인한 피해

● 태풍 ‘위니’(‘97.8.19~21)

주요피해 내용은 충남 태안군 등 42곳, 농경지 447ha 바닷물 침수돼 22억9천여만원 재산피해, 전남 신안군은 바닷물 범람으로 109개소(975ha), 영광군 8개소(94ha), 함평군 3개소(18ha) 등 수확을 앞둔 벼는 1,339ha 침수, 주택은 영광군 법성면 340여채, 목포시 100여채 등 440여채의 주택이 침수 피해

● 태풍 ‘매미’(‘03.9.12.~13)

마산에서는 만조 시각과 겹쳐 지하 노래방에 갇힌 사람 10명 인명피해와 건물 33개소의 지하층에 침수피해를 입었으며, 마산항 부두에 적재되었던 목재가 시내로 진입하여 구호장비 등 접근이 어려웠던 사례. 당시 마산의 고조 높이는 약 180cm로 예측했으나 태풍에 의한 해일은 최대 439cm에 달했다



● 태풍 ‘산바’(‘12.9.17일 오전)

오전 10시 30분경 강한 비바람을 동반한 태풍 ‘산바’와 만조 시각까지 겹치면서 전남 진도군 진도읍 진도천이 범람해 농경지와 가옥 등 침수 피해



참고문헌

<국립해양조사원 자료>

- 해양관측업무 매뉴얼('12년), 해양관측업무규정('13년), www.khoa.go.kr
- 국가해양관측망 월간해양정보('13.12월), 국가해양관측정보 홈페이지 KOOFS

<기타 자료>

- HIGH TOP 지구과학('13년 11월, 두산동아), 방재학('12.9월, 한국방재학회), 최신 해양과학 축약본('13년 7월, 스키그마프레스)
- 국립재난안전연구원(홍성진 박사), '04년 한국해안·해양공학회 Workshop(최병호, 우리나라 서해안의 최고극조위)





Disaster Status Management Information 제7호

재난상황관리 정보

조석(潮汐, Tide)



소방방재청
재난상황실

발행처 : 소방방재청 재난상황실 Tel. 02) 2100-5030
(실장 : 임현우 / 팀장 : 이경자 / 담당 : 문균호)