


20    년    월    일    요일  
 시간 :    장소 :      
           학교    학년    반  
           번    이름 :

# 초음파를 이용한 해저 지형 탐구

보이지 않는 깊은 바닷속 지형을 알아내는 방법인 『음향측심법』의 원리를 알아보고, 숨겨진 해저지형 모형을 탐사해 봅시다.

## 실험키트구성 ....

해저 지형판, 종이도안 2종(커버 도안, 3단 도안), 빨대, 나무스틱, 초음파 스틱 스티커, 양면 테이프

## 준비물 ....

가위, 펜, 색칠도구

## 생각해보기 ....

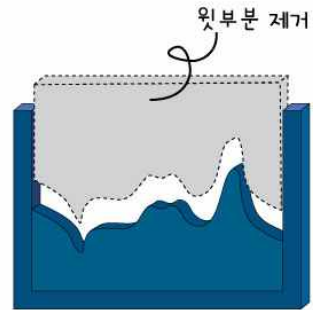
보이지 않는 깊은 바다 밑, 어떻게 깊이를 알아낼 수 있을까요?

## 실험방법 ....

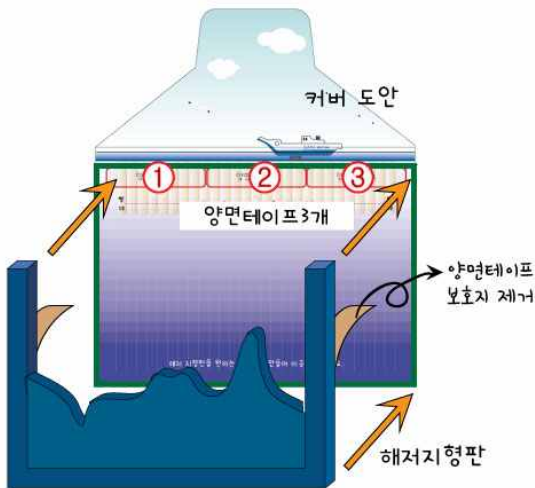
### [해저지형 탐구모형 만들기]

- 오른쪽 그림처럼 해저 지형판 중에서 바다 밑 지형이 될 아랫부분만 남기고 윗부분을 제거합니다.

★ TIP!! 윗부분을 뒤집어 사용하거나, 자유롭게 상상하여 마음껏 꾸며도 됩니다.  
 해저지형판은 가위로 잘 잘리며, 자를 때 손을 조심하세요.



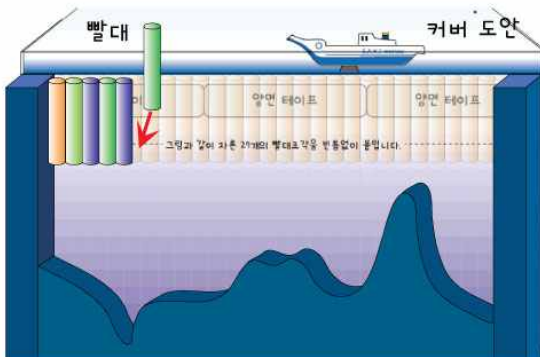
해저지형판



- 커버 도안의 양면테이프 자리(①②③)에 양면테이프 3개를 붙인 후 보호지를 제거합니다.

- 만든 지형판 뒷면의 양면테이프의 보호지를 제거하고 커버 도안에 붙이세요.

★ 커버 도안의 네 모서리와 잘 맞도록 붙입니다.



- 약 2.5cm 길이로 빨대를 잘라 그림의 위치에 붙입니다.

★ 총 27 조각의 빨대가 필요합니다.

바닥에 그려진 빨대의 위치에 최대한 맞추어 27 조각을 모두 붙이세요.

★ 빨대를 붙일 때에는 윗선이 가지런하게 맞추어 붙입니다.

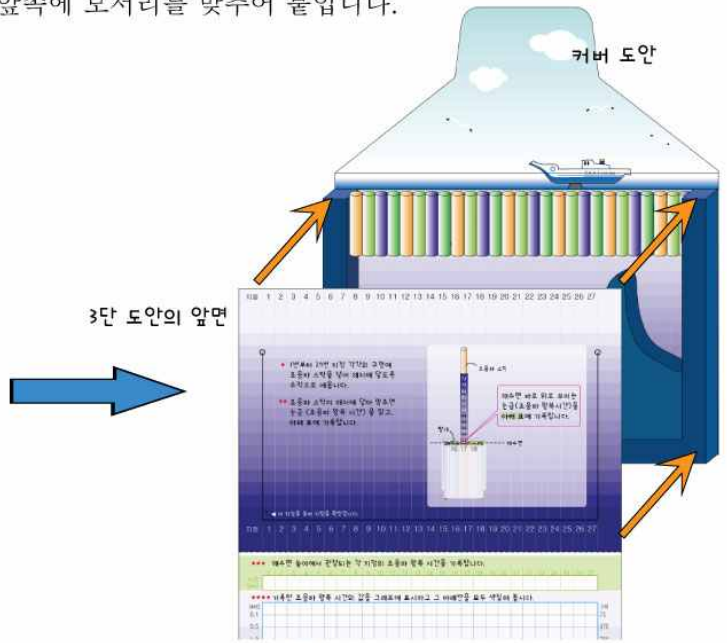
해저지형판

5. 3단 도안의 뒷면에 양면 테이프를 9개를 붙이고, 양면 테이프의 보호지를 떼어 내세요.

6. 양면테이프를 붙인 3단 도안을 해저 지형판 앞쪽에 모서리를 맞추어 붙입니다.



3단 도안의 뒷면



**[조음파 스틱 만들기]**

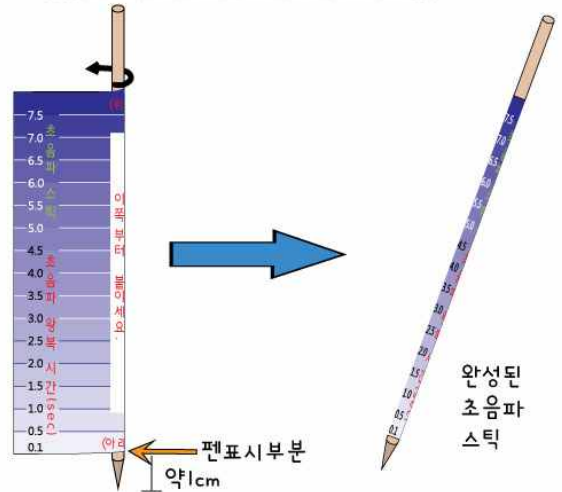
7. 나무 스틱의 뾰족한 끝 부분에서 약 1cm 떨어진 곳에 펜으로 표시합니다.

8. 스틱의 위아래가 바르지 확인하고, 스틱의 오른쪽을 나무스틱의 펜표시 윗부분에 맞추어 붙입니다.

★ ‘이쪽부터 붙이세요’ 글씨 확인!!

9. 모두 확인했다면 스틱을 나무스틱에 돌돌말아 붙입니다.

★ 끝이 뾰족하므로 다치지 않도록 주의하세요.



**[활동하기]**

1. 해수면 높이에서 관찰되는 각 지점의 조음파 왕복 시간을 기록합니다.

**조음파발사 !!**

① 그림처럼 조음파 스틱을 수직으로 세우고, 1번 지점부터 쫓습니다.

★ 튕! 떨어뜨리듯 쫓습니다. 바닥에 닿은 빨대를 힘주어 누르면 안됩니다.

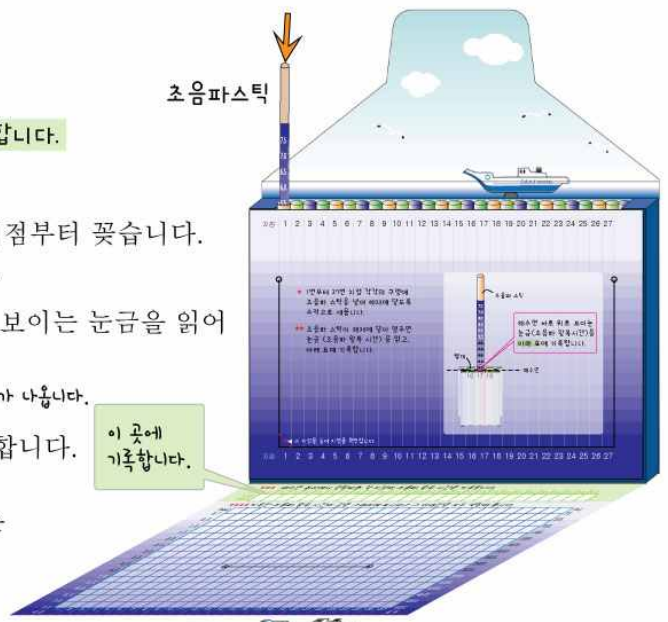
② 조음파스틱을 쫓았을 때 빨대 바로 위(해수면)에 보이는 눈금을 읽어 아래 연두색 칸에 기록합니다.

★ 눈금은 0.5초 단위이며, 사이값을 어렵하여 기록하면 좀 더 정밀한 결과가 나옵니다.

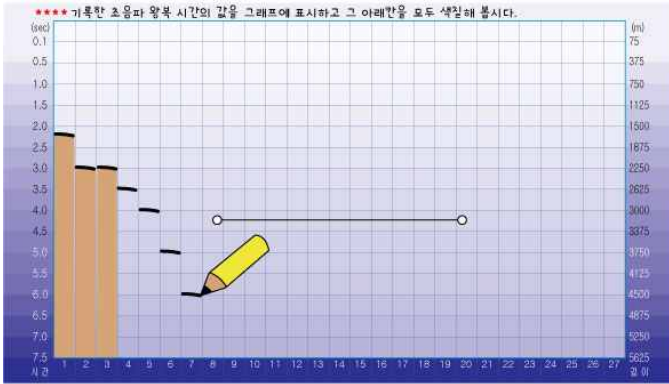
③ 1번부터 27번 지점까지 빠짐없이 측정하여 기록합니다.

이 곳에 기록합니다.

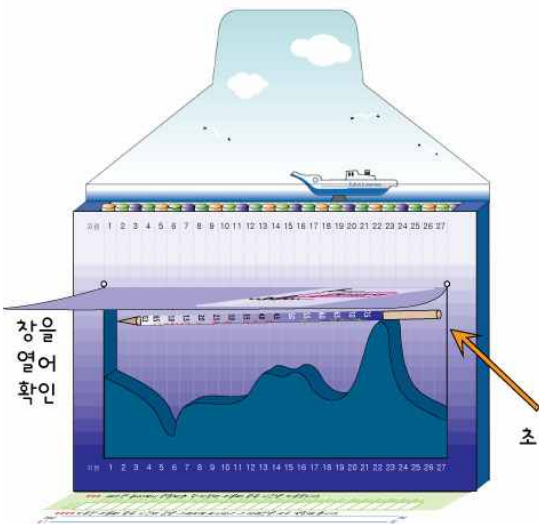
④ 측정한 값은 조음파가 해저에 닿았다가 되돌아 온 왕복 시간(단위 : 초) 입니다.



2. 기록한 초음파 왕복 시간을 그래프에 표시하고, 그 아래칸을 모두 색칠해 봅시다.

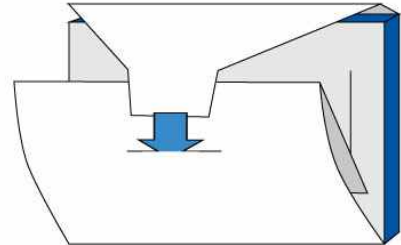


- ① 연두색 표에 기록한 각 지점의 초음파 왕복시간을 확인하여 보라색 그래프에 선으로 표시합니다.
- ② 표시한 선 아래칸을 원하는 색으로 모두 칠합니다.  
★ 막대그래프가 되며, 색칠한 부분은 해저 지형의 땅 부분입니다.



### [결과 확인]

1. 그림과 같이 해저 지형판이 보이도록 창을 들어올려 자신이 측정하고 완성한 해저 지형의 모습과 비교하여 봅시다.
2. 그래프 아래쪽의 내용을 읽고 응용문제도 풀어봅시다.
3. 활동이 끝나면 사용한 초음파 스틱은 해저 지형판 안에 넣고, 3단 도안을 안으로 두번 접고, 커버도안의 뚜껑을 끼워 보관합니다.



### 실험시 주의사항 ....

1. 해저 지형판은 ① 제공되는 모양(위, 아래 두 가지 모양 중 선택)을 그냥 사용해도 되고,  
② 직접 잘라 원하는 모양을 만들어서 사용해도 되며,  
③ 해저지형탐구교재 자체를 친구와 바꾸어 만들어 게임을 즐길 수도 있습니다.
2. 각 지점에 초음파 스틱을 꽂을 때 자연스럽게 멈추는 곳의 눈금을 읽으며, 힘주어 누르지 않습니다.

### 확인학습 ....

1. 여러분이 탐구한 바다는 가장 깊은 곳의 깊이가 얼마입니까? 직접 계산하여 보세요.

2. 실제로 바다에서 초음파로 측정하여 예상한 해저 지형이 실제 모습과 다르다면 어떤 이유 때문일까요?

## 원리학습 ....

**초음파**는 사람의 귀가 들을 수 있는 주파수 20~20kHz 보다 큰 20kHz 이상의 음파를 말합니다. 이 초음파는 파장이 짧아서 직진성이 강한 특징이 있지요. 우리 몸 속 내장의 모습을 관찰할 때, 임산부의 뱃 속 태아의 모습을 볼 때, 또한 건축물의 안전성이나 수명 등을 조사할 때 등등 내부를 직접 볼 수 없는 경우에 초음파는 널리 쓰이고 있습니다.

바다 속도 마찬가지로입니다. 지구 표면의 70% 이상을 차지하는 바다는 깊이가 1만m 인 곳도 있을 정도로 깊습니다. 1016년 프랑스의 물리학자인 랑주뱅이 초음파를 이용한 수중 음파 탐지기인 소나( Sonar )를 개발하여 잠수함을 탐지한 것 부터 역사가 시작됩니다. 깊은 바다의 아래까지 직접 내려갈 수는 없어도 이 초음파 덕에 우리는 해저 지형을 탐구할 수 있고, 물고기 떼를 찾을 수도 있습니다.

자, 그럼 오늘 우리가 직접 실험해본 해저지형탐구의 원리를 살펴봅시다.

바다 속으로 초음파를 보내면 해저에 닿아 다시 되돌아 오는데, 그 시간을 측정하여 바다의 깊이를 알 수 있습니다. 이렇게 음파를 이용한 깊이 측정법을 **음향측심법** 이라고 합니다.

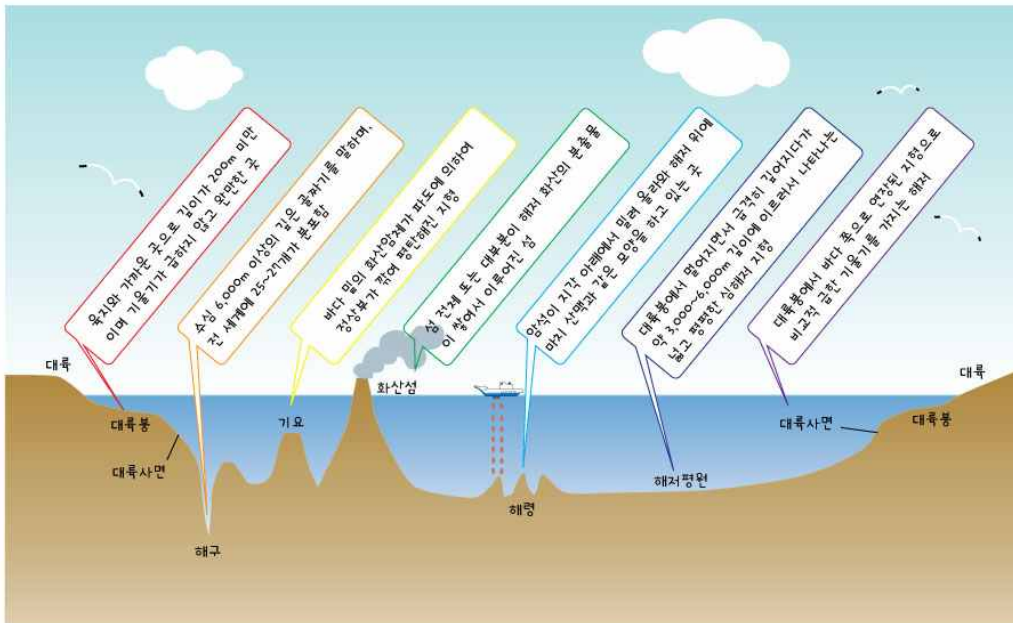
초음파를 연속적으로 발사하여 구한 바다의 깊이로 해저 지형을 완성할 수 있는데, 이 때 사용한 초음파의 전달속도는 해수의 온도, 염분, 수압, 해류 등 여러가지 요인에 의하여 달라질 수 있습니다.

따라서 지형을 관측하려는 곳의 초음파의 속도를 먼저 측정한 후에 그 값을 참고로 결과값을 보정해야 합니다.

$$\begin{aligned} \text{깊이} &= \frac{\text{초음파의 왕복 거리}}{2} \\ &= \frac{\text{초음파의 속도} \times \text{왕복 시간}}{2} \end{aligned}$$

최근에는 다중음향측심기로 3D에 가까운 지형도면을 얻을 수 있으며, 인공위성과 레이더도 이용되고 있습니다.

이렇게 관찰한 해저 지형은 육지와 마찬가지로 다양한 형태로 존재합니다. 바다 밑에도 산, 계곡, 평야 등이 있으며 그 형태나 특성도 다양하지만, 육지에 비하여 단순하고 기울기도 낮은 편입니다.



## 느낀점 ....

## ■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	초음파를 이용한 해저 지형 탐구		실험 원리	해저 지형 탐구	
실험 시간	40분	실험 분야	물리, 지구과학	실험 방법	개별 실험
세트구성물	해저 지형판, 종이도안 2종(커버 도안, 3단 도안), 빨대, 나무스틱, 초음파 스틱 스티커, 양면 테이프				
교사준비물			학생준비물	가위, 펜, 색칠 도구	
실험 결과	학생 1인당 해저 지형 탐구 키트 1개를 가지고 갑니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 해저 지형을 스스로 만들어 짝과 바꾸어 실험하면 모두 다른 해저 지형을 결과로 확인할 수 있어 더 재미있는 실험이 됩니다.</p> <p>TIP 2. 가위로 해저 지형판을 자르는 경우, 손을 다치지 않도록 주의합니다.</p>				

### 생각해보기 ....

보이지 않는 깊은 바다 밑, 어떻게 깊이를 알아낼 수 있을까요?

무거운 돌을 줄에 매달아 내려 보아 알 수 있습니다, 긴 막대기를 내려 뽐니다 등 다양한 의견을 적어 봅니다.

### 확인학습 ....

1. 여러분이 탐구한 바다는 가장 깊은 곳의 깊이가 얼마입니까?

가장 많이 걸린 초음파시간(s)에  $(1500\text{m/s}) \times (1/2)$ 를 곱하여 깊이를 예측합니다.

2. 실제로 바다에서 초음파로 측정하여 예상한 해저 지형이 실제 모습과 다르다면 어떤 이유 때문일까요?

수온, 염분, 수압, 해류 등 여러 요인에 의해 초음파의 진행 속도가 달라지기도 하고, 물고기 떼나 다른 장애물에 의해 초음파가 해저에 닿지 않는 경우도 있습니다.

### 초음파 [ ultrasonics wave / supersound, 超音波 ]

주파수가 가청주파수 20kHz(킬로헤르츠)보다 커서 인간이 청각을 이용해 들을 수 없는 음파이다. 사람의 귀가 들을 수 있는 음파의 주파수는 일반적으로 16Hz~20kHz의 범위다. 주파수가 20kHz를 넘는 음파를 초음파라고 한다.

#### 생활 속의 초음파

초음파세척에 많이 이용한다. 물속에서 초음파를 발생시키면 음파의 진동에 의해 수많은 거품들이 발생한다. 이때 거품이 진공청소기 같은 역할을 해서 물체 표면에 붙어 있는 이물질들을 떼어낸다. 또한 음파가 1초에 수만 번 물을 진동시키기 때문에 마치 빨랫방망이로 두드려서 세탁하는 효과를 나타내기도 한다.

또 모기 같은 해충의 퇴치에 이용한다. 사람의 피를 빠는 모기의 암컷은 여름철 알을 낳을 때가 되면 수컷 모기를 피한다. 그러므로 수컷 모기가 내는 초음파를 방안에서 발생시키면 암컷 모기가 접근하지 않는다.

임신했을 때 태아의 형상을 보기 위해서도 초음파를 사용한다. 초음파를 복부에 발생시키고 태아로부터 반사되어 온 음파를 분석하여 아기의 모습을 영상으로 보여준다. 또한 건축물의 안정성이나 수명 등을 조사할 때 초음파를 이용한 비파괴검사를 한다.

### 소나 [ sonar ]

sonar는 sound navigation and ranging으로부터 유래한다. 좁은 뜻으로는 수중청음기·음향 탐신기를 말한다. 제1차 세계대전 중 영국 해군에 의해 조직된 애스딕(ascdic)에 해당한다. 수중청음기는 잠수함 탐지를 위해 제1차 세계대전 이래 개발되어, 특히 제2차 세계대전 중과 전후에 급속히 발달하였다. 가시광선 등의 전자파와 레이더파는 바다 속에는 전달되지 않으므로 초음파를 써서 표정한다. 바다 속에 전달되는 소리의 빠르기는 바다의 상황에 따라 다르나 약 1,500 m/s이며, 물체에 닿으면 반사하여 되돌아오는 성질이 있어 각종 소나는 이것을 이용한다.

소나에는 음향탐신기형과 같이 스스로 소리를 내어 물체를 표정하는 것과(액티브소나), 수중청음기형과 같이 음원으로

부터의 소리를 측정하여 그것을 표정하는 것(패시브소나)의 두 종류가 있다. 전자에는 음향탐신기·음향측탐기가 있는데, 음향탐신기는 초음파를 짧은 단속음(斷續音)으로서 발사하고 이것이 물체에 부딪쳐 반사하여 되돌아오는 데 걸리는 시간을 재어 물체까지의 거리를 측정한다. 또 송파기(送波器)를 회전시켜 그 방향을 탐지한다. 실제로는 레이더의 PPI 스크프 방식과 같으며, 브라운관 위에 거리, 주위에 방위를 눈금으로 새겨 주사선(走査線)이 송파기의 회전과 함께 회전하도록 되어 있으며, 반향음(反響音)이 되돌아오면 브라운관 위에 광점(光點)으로서 물체가 나타나 거리 및 방위를 탐지하게 된다. 음향측탐기·어군탐지기(魚群探知機)·잠수함 및 지뢰탐지용 소나·해저의 구조를 탐측하는 사이드루킹(side looking) 소나 등은 이와 같은 본체가 음파를 내는 소나의 일종이다.

수중청음기는 지향성(指向性)이 높은 청음기를 여러 개 조합하여 도달음의 시간차로부터 방위를 알 수 있다. 조건이 좋을 때는 이 종류의 소나는 160 km 앞의 선박을 탐지할 수 있다고 하며, 선박의 종류·형태에 따라서 나타내는 소리가 달라 음향탐신기형에 비하여 배의 종류까지도 식별이 가능하다. 이들은 주로 바다의 표면 가까이에서 사용되는데, 수온의 구조가 복잡한 변온층(變溫層)이 있어서 음파의 굴곡과 속도의 변화가 일어나 유효거리는 제한을 받게 된다. 일반적으로 여름보다 겨울이 유효거리가 길며, 열대해와 한대해로서는 열대해쪽이 길다. 최근에는 함선에 장치되는 것 외에 비행기로부터 투하되는 잠수함 탐지용인 음파탐지기 부호에도 이용된다. 음향탐신기형인 소나에서는 보통 매초 5천~5만 Hz인 초음파 펄스를 사용하고 있다.

**해저지형** [ submarine topography, 海底地形 ]

해저의 지형으로 육상지형에 비하여 국부적인 기복이 적고, 경사는 완만한 편이다. 깊이에 따라 대륙붕, 대륙사면, 심해저, 해구·해연으로 나눈다.

육상지형에 비하여 국부적인 기복이 적고, 경사는 완만한 편이다. 깊이에 따라 다음의 네 가지로 나눈다.

(1) 대륙붕(大陸棚): 대륙붕의 수심은 35~240m의 범위를 나타내며, 전세계에 분포하는 대륙붕의 평균수심은 128m이다. 바다쪽 한계는 기울기가 급변하는 곳이며, 이 부분이 바로 대륙붕과 대륙사면의 경계부분이다. 대륙붕의 평균기울기는 어느 정도 범위를 가지고 변화나 약 1:500 또는 1km:2m의 기울기를 가지며, 경사도로 나타내면 약 0°07'이다. 폭은 거의 없는 상태에서 최대 130km의 범위를 가진다. 일반적으로 기복은 낮으며, 약 20m 내외의 자연적 기복을 가진다. 해저협곡·천해분지 및 해저곡은 대륙붕의 저지형(topographic low)을 이루고 있다.



(2) 대륙사면(大陸斜面): 대륙붕에서 바다 쪽으로 연장된 해저지형으로 비교적 급한 기울기를 가지는 해저이다. 대륙사면은 1:2에서 1:40의 기울기 범위가 넓다. 각 대양저의 대륙사면이 가지는 평균경사도는 태평양에서는 5°20', 대서양에서는 3°34', 인도양에서는 2°55' 미만이다. 대륙사면은 평균수심 3,660m까지 발달한다. 그러나 대륙사면이 깊은 해구로 연결되는 경우에는 8,200m의 수심까지 이른다. 대륙사면의 기복은 1,000m 이상에 달하며, 특히 해저협곡에서는 큰 기복이 있다.

(3) 심해저: 심해저 평원(abysal plain)과 심해저구릉(abysal hill)으로 구성된다. 심해저평원은 1:1,000 이하의 기울기를 가지며, 심해저구릉은 집단적으로 모여 발달되며, 작고 다소 낮은 언덕형 지형이다. 심해저 평원은 저탁류에 의해서 운반된 퇴적물이 넓은 범위로 퍼져 퇴적되어 형성된 것이다. 심해저 구릉은 얇은 심해성 퇴적층으로 덮인 기반암이며, 수심 또는 수백 m의 높이를 가지며, 8~10km의 둘레를 가진다. 수심은 2,000~6,000m이다.

(4) 해구·해연: 수심 6,000m 이상의 좁고 긴 요지(凹地)를 해구라 하고, 그 중에 특히 깊은 곳을 해연이라고 한다. 해구는 호상열도(弧狀列島)와 관련되어 있으며, 전세계적으로 25~27개의 해구가 있다. 해구의 폭은 20~60km의 범위이다. 그 단면형은 V자형이고, 상부에서의 경사는 5~6°, 하부에서는 20° 이상에 달하는 것도 있다. 이 밖에 뚜렷한 기복의 지형으로는 해저돌출부(oceanic rise)·대륙대·해중산과 평정해산(平頂海山:기요) 등이 있다.