

해저의 이모저모

최 영 박 / 수원과학대학장(고려대명예교수)

▶ 암흑의 해저

바다는 해수로서 가득히 채워져 있다. 해수는 빛을 거의 통과시키지 않는다.

수족관내의 고기나 유리박스 안의 금붕어는 잘 보이지 않은 가라고 말할 수도 있다. 하지만 보인다는 것은 그 용기의 크기가 작던가 수심이 얇은 까닭이다. 빛은 해수 중에서 흡수되고 산란되어서 자꾸 약해지고 만다.

10m 저쪽에서 나온 빛은 매우 맑은 해수에서도 시초의 밝음 정도의 20% 이하로 되고 만다. 태양이 번쩍번쩍 눈부시게 내비치는 열대의 바다에서도 100m 깊이에서는 해질 녘의 밝음 밖에 되지 않는다.

더 깊은 곳은 밤낮 없이 암흑의 세계이다.

깊은 해저에 무엇이 있는가 해면에서 얼마나 한눈을 집중

해서 봐도 볼 수가 없다. 그뿐만 아니라 성능이 좋은 잠수선이 바다 속에 잠수해서 라이트로 조명해도 수 10m 앞의 모습은 보이지 않는다. 심해해저의 상세한 모습이 아직도 잘 알려져 있지 않은 원인의 하나는 이 까닭이다.

깊은 해저의 연구를 방해하는 또 다른 하나의 사실은 해수는 빛만이 아니고 전파도 통과시키지 않는 성질을 가지고 있는 것이다.

육상에서는 전파를 사용해서 통신이 가능하고 지구에서 수만km 떨어진 우주선과의 사이에도 전파에 의한 통신이 가능하며 리모콘도 가능하다. 해중에서는 이와 같은 전파에 의한 원격측정이 전혀 불가능하다.

▶ 해저의 측정

그렇다면 심해의 길이나 해

저의 기복(起伏)을 어떻게 하면 알 수 있는가.

예전에는 배에서 긴 로프를 내려지게 해서 바다의 깊이를 측정하였다. 로프의 끝에 무거운 추나 분동을 달고 이 추가 해저에 도달하면 바로 로프가 느슨하게 되므로 이때 내려간 로프의 길이를 측정하면 여기서 바다의 깊이를 측정하는 것이 된다.

하지만 얼마간이나 수km 앞에서 추가 해저에 도달되었는가 어떤가를 알고 자한 것이므로 이는 마치 낚싯줄 끝에 작은 고기가 걸려있는가 어떤가를 찾는 것과 같은 것이다.

하지만 이 방법으로 세계바다의 대부분의 장소에서 수심이 측정되었다. 바다의 깊이를 알아두면 선박이 암초에 타올라가지 않고 안전 항행하기 위해서는 필요하므로 각국이 경쟁하다 시피해서 상세한 해심

측정을 하였다.

그 결과 해저는 의외로 기복이 풍부하며 산이 계곡이 있고 낭떠러지나 절벽 등의 단애(斷崖)가 있어서 복잡한 모습으로 된 세계라는 것을 알게 되었다.

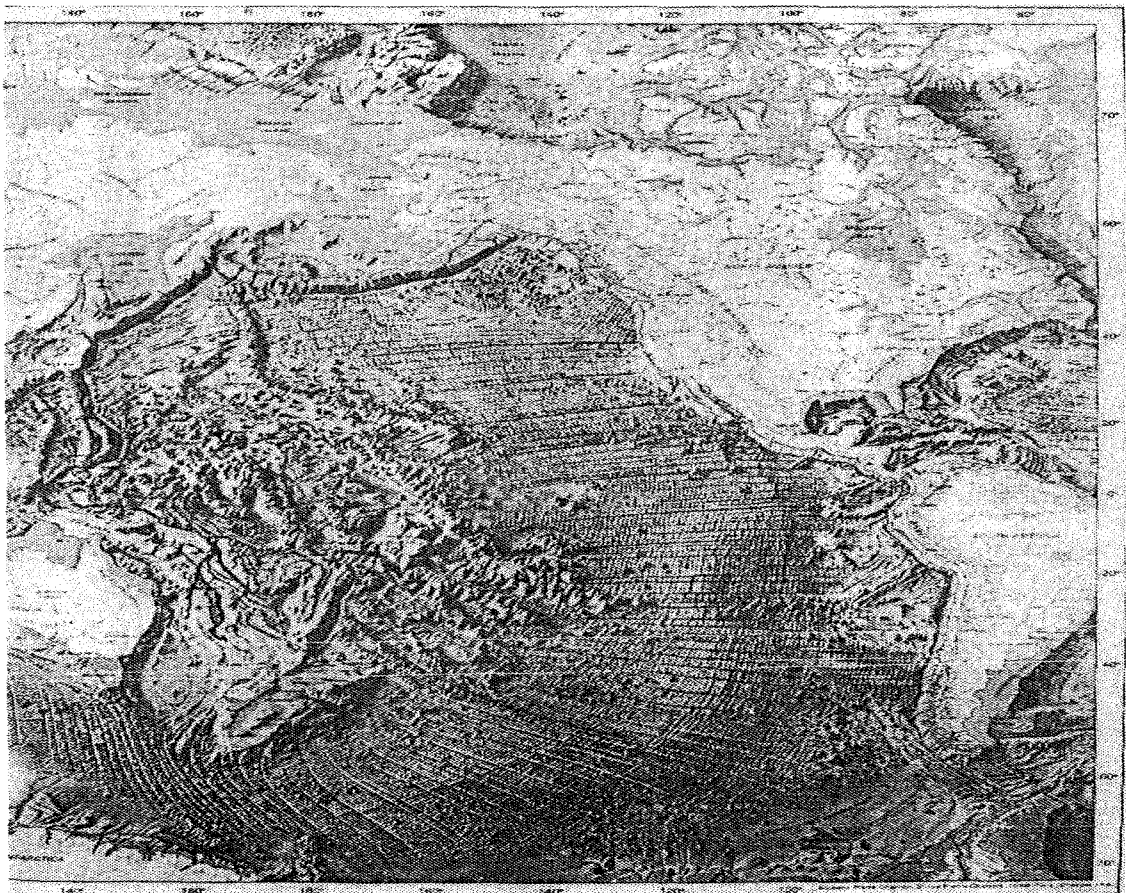
▶ 음향측심기(音響測深器)의 발달

로프나 강철로 된 철사 즉, 와이어를 사용한 측심은 방법이 익숙하게 되면 매우 정확한

값을 얻을 수가 있다. 현재 항해에서 사용되고 있는 해도에서도 이 방법으로 측정된 수심이 기입되고 있는데 최신의 기계로서 측정한 값과 거의 같다.

하지만 1점을 측정할 때마다 배를 멈추고 긴 시간을 걸리면서 추를 상하 시키지 않으면 안되므로 넓은 해역의 측심에는 막대한 시간이 소요된다. 그래서 이를 고안한 것이 음파의 이용이다. 해수 중에서는 빛 대신

에 음파가 공기 중에서 보다 빠르고 거기에서 먼 곳까지 미치는 것이 알려져 있다. 그래서 배 바닥에 아래방향으로 큰 소리를 내어 그 소리가 해저에서 반사하여 다시 배까지 되돌아오는 시간을 측정하면 바다의 깊이를 측정할 수 있다. 보통 해수중에서의 음파의 속도는 1초 사이에 1,500m이므로 만약, 음파를 발사한 후 반사음을 수신할 때까지 6초 걸렸다고



〈그림-1〉 태평양의 해저를 내려다본 부감도(俯瞰圖)

하면 이것은 음파가 배와 해저를 왕복하는데 소요되는 시간 이므로 편도는 3초, 따라서 수심은 $1,500 \times 3 = 4,500\text{m}$ 이다. 보통 배가 항해하는 속력은 매초 5내지 10m정도이므로 배가 주행해도 바로 튀어서 뒤돌아온 음파를 배 바닥에 장치한 청음기로서 듣는 것이 가능하다.

여기서 이 방법(음향측심)에서는 배가 달리면서 계속 이어서 깊이를 측정하는 것이 가능하다. 이 방법에서는 통상, 귀로 듣는 소리보다도 약간 높은 초음파를 사용한다.

청음기가 하나 뿐일 때에는 배의 바로 아래에서 반사해온 소리를 듣고 바로 아래의 수심만을 알수 있으나 청음기의 수를 증가하면 약간 경사진 가로 방향에서 온 반사도 들어서 구별할 수가 있다.

스테레오 녹음이나 스테레오 방송의 구조를 상상해 보면 좋다. 이와 같이 해서 음향측심법을 사용하면 측량선의 항로를 중심으로 해서 연속해서 어느 쪽의 범위의 수심도를 작성할 수 있다.

▶ 해저의 기복

음향측심법이 진보된 까닭에 지금은 해저의 미세한 요철지도도 쓸 수 있게 되었다. 태평

양이 중앙 등은 아직 100만분의 1의 축척에서 500m간격의 등심선으로 표시된 지도를 쓸 정도이나 새로운 상세한 조사를 하면 이때까지 보지 못한 미지의 산이 발견될 정도이다.

그런데 조사가 잘된 해역에서는 500만분의 1의 축척에서 10m간격의 등심선이 쓰여질 정도로 되었다.

우리들이 평소 등산할 때 사용되는 축척 5만분의 1, 등고선 간격 100m정도를 많이 사용했는데 해저의 기복도 현재 육상과 같이 상세하게 알 수 있게 되었다.

그것뿐만 아니라 장소에 따라서는 서울 강남구 거리에서 몇 m의 높이를 가진 건물이 있다고 할 정도로 해저의 지형도 알게 되었다. <그림-2>는 일본 스루가 만의 상세한 수심도를 기본으로 해서 해저의 기복을 한눈으로 볼 수 있는 스케치로서 해저를 내려다 볼 수 있는 지도이다.

만약에 해수가 바짝 마른다면 한라산 위나 항공기상에서 <그림-2>와 같은 오목조목한 해저를 내려다 볼 수 있을 것이다.

▶ 해저의 확대와 대륙이동의 학설

바다는 지구 표면적의 약 70%를 차지하고 있다.

지도상에서는 바다는 다만 푸르게 칠하여져 있을 뿐 매우 단조롭다. 사실 지구는 지금부터 45억년전에 탄생하였다고 생각되어 왔다. 그후 지구내부에서 내뿜는 대량의 가스에 의해 지구의 대기가 형성되었는데 그 중에는 다량의 수증기가 포함되었다. 그런데 지구가 점차 냉각함에 따라 수증기는 응축되어 지표면으로 내려 흘러가 바다를 형성했다.

탄생한지 얼마 안된 바다는 역시 형성되어 얼마 되지 않은 대기 중에 존재한 염산(HCl)을 용해한 까닭에 강산성(PH3~4)을 나타내었다. 하지만 해저에 존재하는 암석과 반응해서 비교적 빨리 중화(中和)되었다. 그리고 그 후 현재까지 30억 년 간, 바다는 그 조성이 기본적으로 변화하지 않았다고 생각된다.

그런데 1950년대에 와서 영국의 지구과학자에 의해 암석의 잔류자기가 측정되어 대륙이동의 증거가 발견되었다. 1960년대 초에 미국의 일부학자가 해양 바다 확대 설이 제창되었다.

이때까지 해양이란 것은 지구 생성 때부터 계속 46억년 간 변동 없이 해양으로 생각되어왔는데 그 이후 새로운 해저가 대양중앙해령(大洋中央海



〈그림-2〉 일본 駿河灣의 해저를 내려다본 지도

嶺)에서 생출되어 벨트·컨베이어와 같이 이동하고 가벼운 대륙이 그 위에 올라타서 가로 방향으로 이동하는 것이라는 것을 알게되었다.

특히 심해의 바닥은 눈으로 볼 수가 없다. 그 기록의 하나하나가 우리인간들이 거주하는 지구의 역사를 가만히 암시해주고 있다.

▶ **예저를 달리는 단층(斷層)**

사실 세계중의 해저에는 '대양중앙해령'이라고 부르는 큰 산맥이 길게 뻗고 있다. 이 중앙해령의 형을 더욱 잘 조망하

면 그 산정은 여러 곳에서 생선회와 같이 절단되어 있는 것으로 깨닫게 한다.

해령의 능선은 해저가 깨어져 벌어져서 새로운 해저를 산출하는 장소와 같다. 그 배어진 단면은 해저가 깨어져서 확대해 가는 작용이 하나의 능선에서 다음능선으로 릴레이해 가는 이음눈에 해당되는 것이 꼭 공집기(뿔은 제비에 적힌 금액대로 추렴을 내어 음식을 나누어 먹는 방식)방식으로 나란하게 몇 개의 선(하나하나에 이름이 쓰여져 있는 것)에 가로로 몇 개의 선을 넣어두면 이 선과의 교점에 오면 반듯이 이 선을 건너서 이웃의 평행선으로 옮기지 않으면 안 되는 것과 같은 것이다.

이 배어진 단면의 양측에는 해저가 이동하는 방향이 정반대가 되므로 이 배어진 단면은 일종의 가로의 엇갈림 단층이 된다.

사실로 이와 같은 단층상에서 때때로 발생하는 지진을 관측해서 그의 발생 방식을 조사하면 확실히 단층선을 경계로 해서 수평으로 반대방향의 힘이 작용하고 있음을 알 수 있다.

한 해령에서 다음의 해령으로 그 단층에 따라서 해저가 확대되는 작용이 날아서 다른 대로 옮겨가고 있는 점에 착안해서 이것을 트랜스폼 단층이

라고 부른다.

위 해령이 잘린 곳이 없는 매끄러운 하나의 선이 아니고 적어도 300km에 1도 정도의 비율로 트레스폼 단층으로서 절단되어 있는 것은 한말로서 설명하기가 불가능하다.

딱딱한 밀가루나 쌀가루로서 반죽하여 만들어서 구운 납작과자나 빙판을 2개로 쪼갤 때 죽은 갈라진 금보다도 들쭉날쭉하게 연속적으로 있는 갈라진 금이 되는 것과 비슷하다고 본다.

▶ 해저의 만리장성

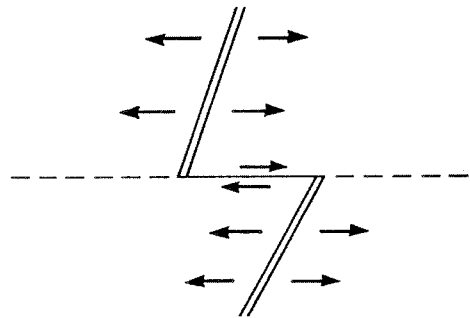
트랜스폼 단층을 지형으로서는 보통 주위의 해저보다도 깊다.

대서양에서는 옛날 해구라고 착각되기도 했다. 트랜스폼 단층은 해령의 능선과 능선을 연결하기만 하고 그 양측에의 연장선상 <그림-4>의 점선에는 아무런 수평운동도 없다. 하지만 해령이 어느 것이나 그 능선을 중심으로 해서 좌우대칭의 산형을 이루고 있다고 생각하면

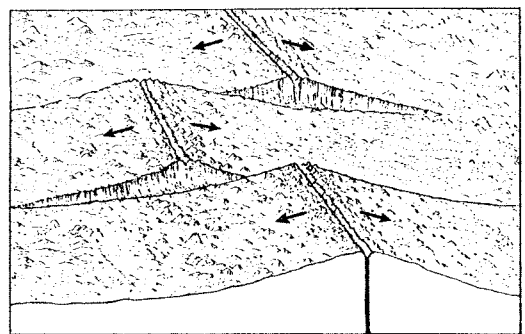
지형 상에서는 단층의 연장선 상에서도 절벽이 형성되는 것을 이해할 수 있다. 결국 단층을 사이에 두고 해령에 가까운 쪽이 먼쪽보다도 수심이 얕은 것이 되는 까닭이다.

거기에서 단층에 따라서 지구 심부의 암석, 물을 포함해서 부풀어 오른 암석(예컨대, 녹색의 사문암)이 관입해 오는 것이 자주 있으므로 절벽은 더욱 큰 규모로 될 때가 있다.

곳에 따라서는 높이 2,000m을 초과하는 급한 절벽이 장장 수 100km나 계속되기도 한다.



<그림-3> 트레스폼 단층(實線)과 단열대(點線). 2중선은 해령의 중축, 화살표는 해저의 방향을 표시한다.



<그림-4> 단열대의 생성

이와 같은 성격의 절벽을 단열대(斷裂帶)라고 부른다.

북미 캘리포니아의 외해에서 서쪽을 향해 연장되고 있는 멘도시노 단열대는 그 최대의 예이다. 동은 멘도시노 값의 외해부터 서쪽은 일부(日附)변경선의 서쪽까지 고도차는 대단히 커서 무려 3,500m에 미치는 장소도 있다. 그야말로 해저의 만리장성이 아닌가.

동태평양의 장성은 멘도시노 단열대만이 아니다.

우스운 것이지만 이것 과거의 나란하게 약 600m의 간격을 두고 북쪽에서 남쪽으로 마래, 모로가이, 클라리온, 크리

파톤 등의 이름을 붙인 단열대가 나란히 늘어지고 있다.

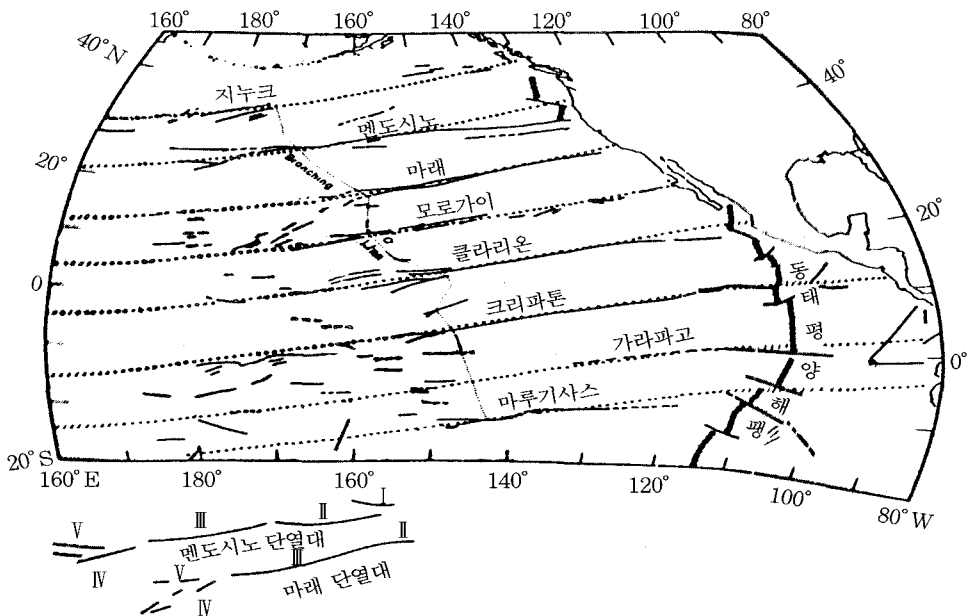
〈그림-5〉 멘도시노 단열대는 북측이 높고 남면 하는 절벽이나 마래 단열대는 절벽은 북쪽에 면하고 있다. 모로가이 단열대는 마치 하와이섬 중의 모로가이섬을 횡단하고 있어서 이 명칭으로 표시하게 되었다. 단열대는 대서양에서도 거의 다수 볼 수 있다. 서태평양이나 대서양의 양기슭과 같은 넓은 해저에서는 절벽의 단차가 점차 작게 되고 두꺼운 퇴적물에 덮여서 해저지형이 확실하게 나타나지 않고 있다.

단열대는 높은 절벽을 조성

할 뿐만 아니라 갈라진 금을 동반하는 경우가 자주 있다. 이 갈라진 금에 따라서 해저의 지각의 깊은 곳에 있는 암석이 표면에 얼굴을 보이는 가능성이 많다고 생각된다.

해저의 구조를 조사하는 학자들은 해저를 통해 지구의 심부를 탐색하고자 하는 학자들은 이점에서도 단열대에 주목한다.

잠수조사선에 의해 갈라진 금에 잠항해서 그 벽을 조사하던가 단열대로 보오링함으로써 육상에서 결코 볼 수 없는 지구 심부를 파악하는 그 날도 멀지 않다고 본다. ㉔



〈그림-5〉 북동태평양의 단열대

자세히 보면 왼쪽아래의 그림과 같이 5회의 다른 운동이 있고 점선은 3회에 대응한다.