

# 세계2차대전 후 해양의 신비 규명

20세기 중반인 세계2차대전중에 수집된 미국·독일·영국 해군의 해양관측자료들은 대서양 등 3대 해양의 현상과 신비를 파악하는데 크게 기여했다. 미국을 비롯한 선진 해양국가들은 대형 탐사선으로 해저지형과 해저층서 또는 판구조원리를 연구하여 20세기 후반의 해양학은 깊은 바다 해수의 물리적 특성과 생물순환의 비밀까지 규명할 수 있게 되었다.



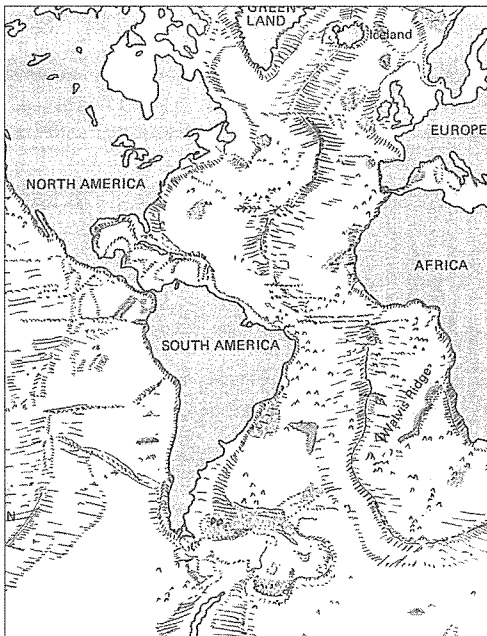
朴 龍 安

<서울대 자연과학대학 해양학과 교수>

20세기 중반에 해당하는 세계 제2차 대전 이후의 30여년동안에 기초과학의 모든 분야가 획기적인 발전과 변화를 맞이하는 시기였다고 한다면, 이중에서도 해양학은 기초과학으로서의 multidisciplinary science 기반을 다지고 현대적 해양학의 큰 발판을 이룩하게 되었다고 보아야 한다.

H.M.S. Challenger 해양탐사의 자료 분석과 연구 보고서가 계속 발표되는 한편 세계 제2차 대전 동안에 수집된 미국과 독일 또는 프랑스와 영국의 해군 음향측심자료와 해양관측자료들은 대서양, 태평양, 인도양 및 지중해의 해양 현상과 신비를 파악하게 되고 이해할 수 있는 중요한 자료

가 되었다. 대서양의 전체적 해저지형이 수많은 음향측심자료의 종합 처리 과정을 걸쳐 처음으로 밝혀지게 되었고, 이 해저 지형의 중요 모습은 <그림 1>과 같다. 대서양 해저의 동-서 방향 단면축의 중앙부에 큰 산맥이 위치하고 있고, 이 해저산맥(ocean ridge)의 동-서 좌우에는 대칭적으로 심해저 분지(deep ocean basin)가 분포하고 있을 뿐만 아니라, 대륙주변부(continent margin)라고 하는



<그림 1> 대서양 해저지형

해저지형 단위가 대칭적으로 발달하고 있다. 이러한 해저지형의 특징적인 분포와 모습의 새로운 발견은 1945년과 1950년 전의 20세기 중기에도 예견할 수 없었던 것이었다. 대서양의 깊은 수심의 바닥 밑바닥(deep sea floor)에서 큰 규모의 산맥이 존재하고 있다는 사실은 지구 전체의 진화과정과 대륙이동(continent drift)의 미해결 문제를 풀어내는데 결정적인 단서가 되었다. 지구의 진화와 수많은 지구 변천 및 대양 존재의 현상을 밝혀내는데 혁신적인 증거와 원인을 규명하는 해양과학의 거대 연구(big research)가 1960년대부터 시작되었다고 볼 수 있다.

## 연구활동 60년대 본격화

1910년에 독일 마부룩대학교 교수 Alfred Wegener박사는 '대륙이동과 대양분지 생성'이라는 논문을 발표하였고, 이 논문은 학술논문으로서는 처음으로 지구의 큰 대륙(아메리카, 아프리카, 호주, 인도, 유라시아, 남극 등)들이 하나로 합쳐져 있었고 따라서 하나의 큰 대양만이 지구의 모습을 이루고 있었다는 놀랄만한 사실을 발표하였다. 그 당시(약 2억2천만년 전후)의 지구에는 한개의 큰 대륙 덩어리인 판게아(Pangaea)와 하나의 큰 대양인 판다라사(Panthalassa)만이 분포하고 있었는데, 오늘날의 지구 시간인 현세(Holocene)에 이르는 동안에 오늘날의 지구가 나타내는 대륙과 대양의 분포, 즉 6개의 큰 대륙 분

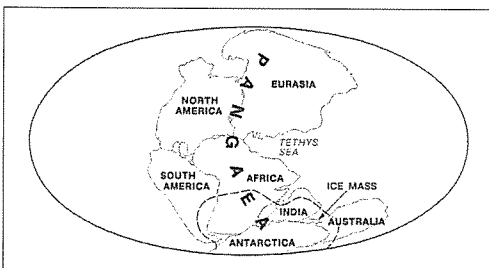


포와 3개의 큰 대양 분포를 가지게 되었다는 논문의 결론이 Wegener교수의 혁신적 연구 착상에 근거하여 도출되었다고 보는 것이다. 그런데 이 논문의 문제는 대륙이 분리되어 이동되는 원인을 설명 못하는데 있었으므로 20세기 초기의 여러 지구물리학자와 생물학자 또는 지질과학자들에 의하여 인정되지 못하는 논문이었고, Wegener교수의 기발한 연구 착상의 논문 내용은 빛을 보지 못하였었다.

<그림 2>는 Wegener교수의 논문에 제시된 것으로 하나의 대륙과 하나의 대양의 분포 모습을 나타낸다.

### 70년대 후반 판구조론 등장

그런데, 이미 설명된 바와 같이 1945년(세계 2차 대전 종식) 이후의 해양과학은 해양 탐사선의 근대적인 탐사장비 장착, 해저지형(특히 대서양 해저)의 새로운 이해와 해석, 대양의 심층 해류 발견, 또는 연구 인력의 증가 등에 의하여 현대적 해양학의 위치를 확실히 하게 되었다. 특히, Wegener교수의 1910년대 ‘대륙이동설’이 매장되었고, 대양분지(바다)의 생성 원인이 또한 해석될 수 없었던 해양학의 연구 수준이 1960년대 후반부터 혁신적으로 변하였고 발전되었

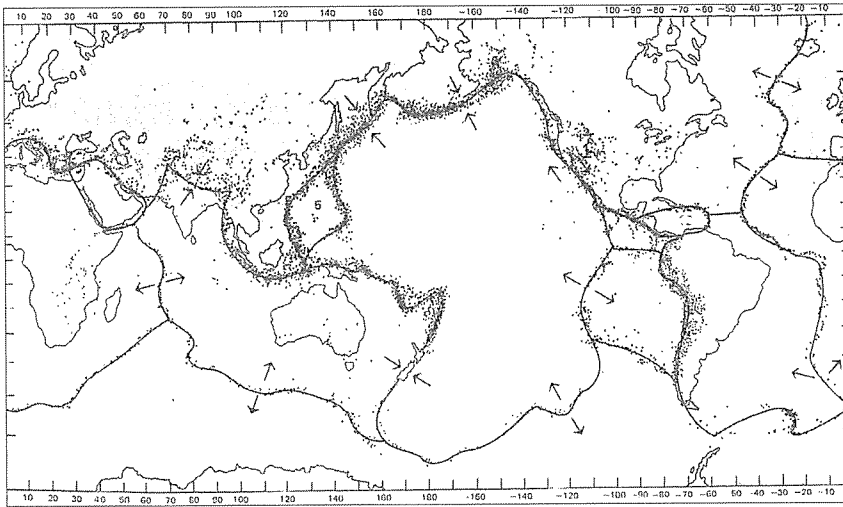


<그림 2> Wegener교수의 논문에 제시된 판게아(Pangaea) 대륙과 판다라사(Panthalassa) 대양

다. 우선, 미국 프린스턴대학교 교수 H. H. Hess박사의 1962년 논문은 대서양 심해저의 해저산맥(oceanic ridge system)이 대륙의 분리와 이동의 중심이며 동시에 새로운 해양 지각(oceanic crust)이 생성되는 중심이라고 밝히는 논문 내용이었는데, 이 논문은 해저확장의 이론(sea-floor spreading)을 설명하는 것으로 지구의 진화와 바다의 생성 또는 지구 변천의 여러 미해결 과제를 풀어낼 수 있는 단서와 메커니즘을 내포한 획기적인 연구 결과를 발표한 것이었다. 따라서 매장되었던 Wegener교수의 ‘대륙이동설’은 다시 새롭게 빛을 보게되었고 해양과학계와 지질과학계 또는 생물학계 등 수많은 과학자들은 Hess박사의 논문 내용을 실제로 검증하는 대서양 심해저의 퇴적층과 층서, 심층해류, 지구물리특성, 산맥 구성의 압축 층서와 연령 측정의 여러 가지 현대적 해양 탐사와 연구 과제를 주장하였다. 결국, 미국 과학재단(NSF)의 주관으로 세계 최초의 시추해양탐사선인 ‘Glomar Challenger호’가 건조되었고 소위 DSDP(Deep Sea Drilling Project)가 1968년 후반에 첫번째의 탐사와 시추를 실행하였다. 이러한 DSDP의 1차 결과는 놀랄만한 사실을 규명하였는데, Hess교수의 논문 내용과 같이 대서양 심해저의 해저산맥(해령)을 중심으로 좌측(미국대륙)과 우측(유럽)의 심해저 퇴적층의 두께는 대칭적으로 두꺼워지며, 지층의 연령도 대칭적으로 더 오래된 것으로 밝혀진 것이다. 이와 같은 바다 형

성의 신비가 규명되기 시작한 1970년대 초기부터 세계의 여러 선진 과학계는 계속하여 태평양과 인도양에서도 해저확장의 신비를 규명하는 연구를 수행하였다. DSDP의 지속적인 연구 계획에 따른 Glomar Challenger호의 세계 대양 해저탐사 결과는 1970년대 후반에 이르러 해저확장의 현상을 증명하고, 소위 ‘판구조론(Plate Tectonics)’의 새로운 지구 진화와 변천 원리를 제기하였다. 지구 탄생과 지구 진화에 대한 비밀과 기록을 가지고 있는 해양이 기초과학연구의 새로운 연구대상이 되기 시작한 때가 이때부터라고 해석된다. 즉, 20세기 중반부터 해양과학이 거대과학의 자리를 차지하기 시작하였다고 보아도 과언이 아니다.

오늘의 지구 환경에서 인류에게 가장 위협적인 자연 재해 중의 하나가 지진 발생이라고 한다면, 이러한 지진의 발생 원인을 육상 지질학 연구로서는 밝히지 못하였던 것을 해저 지각의 해양학적 탐사와 연구로 밝히게 된 것도 20세기 중반 이후(1970년대)부터이다. 금년 8월 중순의 터키 이스탄불 지역의 지진 발생은 근래에 발생한 세계 여러 다른 지역의 지진 재해보다도 더 극심한 재해였음은 잘 알려진 사실이다. 엄청난 수의 인명과 재산이 삼시간에 손실되어 버리는 대자연적 지진 재해인 것이다. 이러한 대규모적인 지구 사건의 발생 원인이 규명된 것도 20세기 중반부터의 활발한 해저 지각의 해양과학적인 연구결과인데, 지진 발생의 원인이 지각판의 경계에 있다는 사실이 밝혀진 것도 이때부터이다. <그림 3>과 같은 지각판의 분류



<그림 3> 지구의 지각판 분류와 이동

와 지각판의 이동 및 이동 방향 그리고 이동 속도를 규명한 판구조원리는 1970년대 후반부터 활발한 해저해양학 연구의 결과이다.

### 해수의 물리적 특성 등 규명

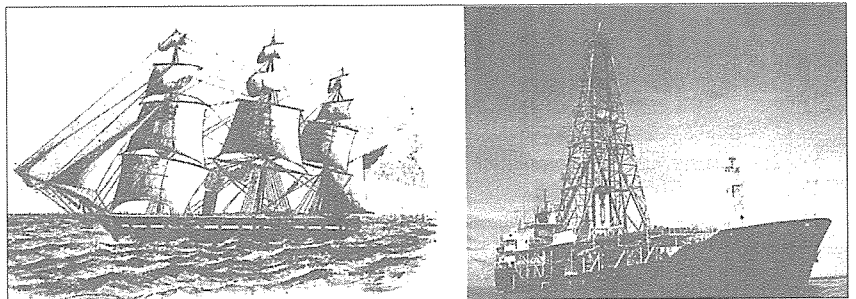
이러한 대규모적인 심해저 해저해양학적 연구는 Glomar Challenger 해양탐사선박 건조와 함께 시작된 DSDP에 의하여 가능하였던 것이다. 이러한 DSDP는 미국을 비롯한 선진 해양국가들의 연구비 투자로 가능하였다. 사실상 DSDP는 1968년부터 1983년까지 16년동안에 심해저 해저지형과 해저층서 또는 판구조 원리를 연구하고 새로운 사실을 밝혀내는데 결정적인 것이다. 높은 연구 수준에 달하는 DSDP는 Glomar Challenger의 해양탐사선으로 가능하였던 것이다.

1872년에서 1876년의 해양탐사선이었던 H. M. S. Challenger호와 1968년에서 1983년의 Glomar Challenger호의 해양탐사선은 19세기의 정규 해양학 연구의 수준과 내

용을 나타내며, 20세기의 현대적인 Big Science로서의 해양학 연구 수준과 내용을 나타낸다고 보아야 한다. 두개의 Challenger호에 의한 해양학 연구의 세대 차이를 분명히 이해할 수 있다. 두 Challenger호의 해양탐사장비를 비교한다면 해양학의 뿌리와 현 주소를 쉽게 이해할 수 있다. 사실상 바다의 과학 연구에 필수적인 탐사선박은 탐사선박 자체의 성능과 장착된 연구장비로써 해양과학의 연구 수준이 가름될 수 있다. H. M. S. Challenger호는 약 1천2백34마력의 증기 엔진을 가진 목선이며 61미터의 선체 길이와 2천3백톤 급의 선박으로써 항해 장비가 원시적이었다.

그러나 Glomar Challenger호는 1983년 3월 23일에 건조·진수된 탐사선박으로 1백22미터의 선체 길이에 달하는 1만5백톤급의 철선이다. 이 탐사선박은 최신 전자항해장치를 갖추고 심해저 시추를 수행하며 90여일 동안 계속하여 항해할 수 있다. <그림 4>는 두 Challenger호를 나타낸다.

1972년부터 전세계적 우수 해양과학자들에 의하여 시작된 GEOSECS (Geochemical Ocean Sections) 해양연구는 DSDP의 혁신적 연구 결과에 못지 않은 현대적 해양연구의 한 단면이다. 이 연구는 대양(태평양, 대서양, 인도양)에서의 해류 순환(circulation) 패턴과 혼합과정을 밝혀내는 대형과제로서, 심해의 수층 전체로부터 수온, 염분, 용존산소, 압력 및 입자성 물질의 정량적 측정 자료를 체계화하는 첨단 전자감지장비의 사용이 특징이다. 30리터의 해수를 동시에 채취할 수 있는 'rosettes sampling bottle'의 개발에 의하여 20세기 후반의 해양학은 깊은 바다 해수의 물리적 특성과 생물 순환의 비밀을 규명할 수 있게 되었다. 전자 관측장비의 개발과 잠수정의 심해 탐사 능력은 1990년대의 해양 연구를 한 차원 더 높였다고 보는 것이다. ①7



<그림 4> 왼쪽은 H. M. S. Challenger호이고 오른쪽은 Glomar Challenger호이다.