

# 바다로 접근하는 인간

## — 해양학의 탄생

원시 인간들은 깊은 계곡이나 내륙 들뜰에만 살다가 약 8천년 전인 신석기 초부터 바다에 접근하여 바다를 이용하면서 살기 시작했다. 바닷물은 왜 짜고 바닷물은 왜 줄지 않는가. 17세기에 이르러 해양지배의 중요성이 인식되기 시작했고 1662년 영국 학술원이 창립되면서부터 해양의 특성을 관측하기 시작했다. 19세기 중반들이 바다의 신비가 풀리면서부터 정규 해양학이 탄생한 것이다.



朴龍安  
(서울대 자연과학대학 해양학과 교수)

### 신석기 초 바다로 이동

먼 옛날 초기의 원시인간과 바다와의 관계를 고찰하여 볼 때, 아프리카, 유럽, 호주 및 아시아의 여러 곳에서 발굴·연구된 원시인간의 거주위치와 환경은 깊은 계곡이거나 내륙의 들뜰이었다는 사실이다. 그 당시의 생활환경과 문화는 바다와 아무런 관계가 없는 것으로 해석되고 있다. 아마도 바다를 무서워 했고, 두려움의 대상으로 인식했을 것이다.

그 후 상당한 시간이 지난 후, 구석기 시대의 후기와 신석기 시대의 초기에 이르면 인간의 생활 주거지와

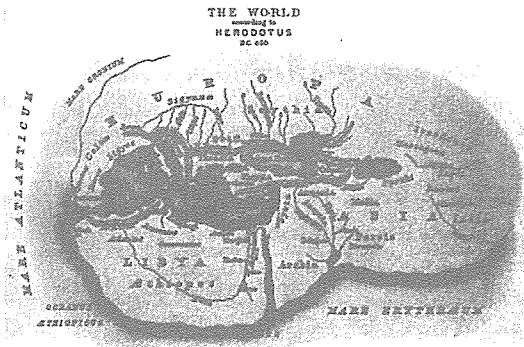
문화유물의 발굴장소가 바닷가로 밝혀지고 있다. 이러한 고고학적 문화층과 문화유물의 분석을 바다의 과학(해양학)적 측면으로 분석하면, 신석기(약 8천년 전) 초기부터 인간은 바다에 접근하여 바다를 이용하였다고 해석된다. 우리나라 동해안의 여러 지역(고성군 문암리, 양양군 오산리 등)과 서해안의 여러 곳에서도 바다에 접근하고 관찰하면서 바다를 이용한 신석기 시대의 고고학적 증거가 발견되고 있다.

바다에 접근하기 시작한 원시인들이 최초로 해안가에서 배를 띄워 단거리 이동을 하거나, 고기잡이를 하면서 바다의 지식은 싹트기 시작하였을 것으로 본다. 즉 역사시대 이전의 선사시대 사람들의 해안가 생활과 해안환경 관찰의 경험과 이해는 바다의 지식(해양학의 지식) 발달과정의 초기 단계라고 보아야 한다. 해안가에서 매일 매일 경험하며 느끼는 감정과 해안의 얕은 바다향해 경험은 초기적인 바다과학의 흥미유발의 원인이 되었다. 해안의 파도와 파랑의

힘, 밀물과 썰물의 갯벌환경, 연안해류 또는 해안가 수심 측정의 관찰경험은 과학의 체계를 갖추지 못하였고 지식의 발전을 위한 자료로 이용되지 못하였다.

고대 그리스의 박물학자들은 바다가 어떻게 형성되었는가 하는 의문을 해결하려고 노력하였고, 바닷물은 왜 넘쳐 흐르거나 증발되어 줄어들지 않고, 항상 일정하게 수위를 유지하는가? 바닷물은 호수물과 다르게 왜 짠맛을 가지고 있는가? 지중해에는 조석(밀물과 썰물)현상이 없는데 이웃의 대양에는 조석현상이 왜 존재하는가? 등의 바다 환경의 관찰에 따른 의문을 해결하려 노력하였다. 그러나 이러한 의문을 풀어낼 수 있는 그 당시의 지식은 너무나 빈약하였고 결정적인 해답을 도출하기에는 불가능하였다. 결국 이에 관한 논의는 창의력에 근거한 이론에 따른 추상적 수준에 머무는 정도였다.

이 때 아리스토텔레스는 이러한 여러 논쟁을 힐책하면서 보편성이 없는 이러한 이론은 지속될 수 없다고 논평하였다. 아리스토텔레스는 대양과 대기권 사이의 물교환(물의 순환)에 관한 중요한 원리를 요약한 논문을 발표하였다. 그의 원리는 다음과 같은 내용이다. 계속적인 강우량의 증가와 큰 강의 바다 유입은 해수면 상승의 원인이 되지 못하는데, 그 까닭은 태양의 열에 의하여 증발하는 해수의 양에 있다고 하였다. 또한, 아리스토텔레스는 증발된 수증기는 응결되어 비로 다시 하강하는 물의 순환 개념을 제안하였다. 따라서 바다의 물이 상당한 양으로 감소하거나



〈그림 1〉 Herodotus가 제작한 기원전 450년의 세계지도. (주의)지중해는 세계의 대륙과 하나의 큰 대양으로 둘러싸여 있다.

증가하지 않고 거의 일정한 양으로 항상 유지된다는 이론에 부가적 설명이 필요없게 되었다. 이미 아리스토텔레스는 바다의 관찰에 근거하여 수준급에 달하는 해양학의 원리(화학해양학, chemical oceanography)를 발표한 것으로 보아야 한다. 또한 과학적인 근거에 기초한 바다의 연구를 구성하기 위하여 항해인의 지식과 자연박물학자의 추상적 논리를 결부하여야 했다. 기원전 초기 역사 시대의 고대 그리스 자연박물학자들은 해양과학의 원리를 터득하기 시작하였고 보아야 한다(그림 1).

### 해양학 탐구 17세기부터

과학지식의 빠른 확산이 가능하였던 17세기에 이르러 해양지배(해양력)의 중요성은 인식되었고 해양과학의 연구 입지는 확실하게 자리잡았다. 예를 들면, 영국 학술원(1662년에 창립)의 창립 과학자중의 여러 과학자들은 해양연구의 체계(system)가 중요하다고 인식하였고, 해양의 특성을 관측하려고 노력하였다. 즉, 표층해수와 심층해수의 특성을 관찰·관측하려고 노력하였고, 해수 표품

채취를 위한 장비개발과 관측자료의 기록장치 발전의 어려운 문제를 해결하려고 노력하였다. 깊은 바다의 신비와 해저 지형의 특성에도 의문이 많았다. 그 당시 영국 학술원(RS)에서 논의된 여러 문제 중의 하나는 깊은 바다의 수심을 측정하는데 사용되는 납추의 줄(수백~수천미터

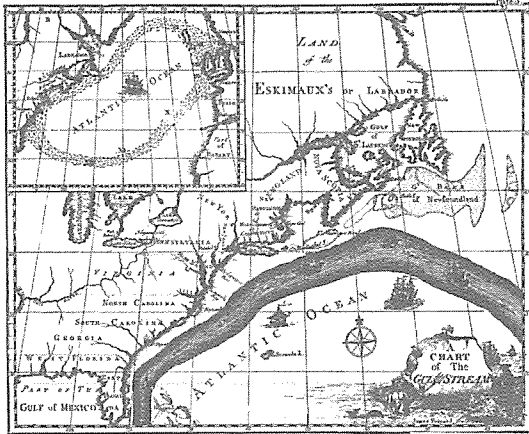
의 길이)에 관련된 문제를 어떻게 해결할 수 있는가 하는 것이었다. 이때에 이미 해수의 염분(salinity)과 수온을 측정하여야 한다는 개념이 새롭게 대두되었는데, R. Boyle(1627~1691년)의 경우 ‘보일의 법칙(1662년)’으로 유명하지만 Boyle 자신이 해수의 수온과 염분측정에 관심이 많았는데, 여러 가지 자료를 근거로 하여 해양의 수온과 염분의 분포는 지구의 기후대(적도, 중위도, 고위도 등)에 의하여 영향을 받아 열대(적도해역)해수는 더운(난류)해수 온도를 갖게되고 한대(극지방 해역)해수는 상대적으로 차가운(한류)해수 온도를 갖게됨을 발표하였다.

그 때의 또다른 해양과학적 측면의 의문과 문제가 과학자들 사이에 제기된 것은 지중해로 유입되는 대서양의 해수와 주변부 큰 강의 담수 유입이 항상 지속적이라면 지중해의 바닷물은 계속하여 넘치고 해수면은 상승하여야 하는데, 지중해의 해수면은 항상 일정하게 그 수위를 유지하고 있는 사실이었다. 이 문제는 현대 해양학(modern oceanography)에 의하여 훌륭히 연구되었고 많은 논문이

발표되었다. 즉, 오늘의 해양학자들은 지중해의 바닷물은 높은 증발량에 의하여 염분이 증가되고 높은 밀도를 갖게되어 지중해의 심층류(bottom current)를 형성하고 Gibraltar해협을 통과하여 대서양으로 빠져나가는 것을 규명하였다. 그러나 17세기 그때의 수학자 J. Greaves는 지중해의 밑바닥에 큰 구멍이 있으므로 그곳을 통하여 바닷물이 새므로써 대서양으로부터의 많은 양의 해수 유입에도 불구하고 지중해의 해수면은 항상 같은 수위를 유지한다고 추측하였다.

그러나 모로코의 Tangier항구의 방파제 건설 기술자였던 Henry Sheeress는 Greaves의 추측을 비웃으면서 ‘대자연의 순리’ 그 자체이므로 지중해로 많은 양의 물이 유입하면 그 만큼의 물은 지중해로부터 빠져나가는 것이라고 하였다. 따라서 이 자연의 순리를 다른 어떤 추측으로 설명하는 것은 어리석은 것이라고 논평하였다.

그러나 그 당시의 몇몇 과학자는 Gibraltar해협을 통과하여 대서양으로 빠져나가는 지중해의 심층해류를 밝혀내는 방법(관측방법)을 찾아내려고 노력하였던 것도 사실이었다. 결국, 지중해의 심층해류가 Gibraltar해협의 바닥을 따라 대서양으로 빠져나가는 저층류(undercurrent)의 흐름을 관측하는 실체적인 조사는 2백여년 동안이나 지연되었다. 또한 Galileo(1636년)는 바닷물의 밀물-썰물의 현상(조석현상)을 관찰하고 그 원인이 지구 자전에 있다고 주장하면서, 지구 자전의 증거로 추론하였다. 그 후 20여년이 지나는 동안



<그림 2> Benjamin Franklin이 발견한 'Gulf Stream' 과 멕시코만류의 해류지도(1769년)

I. Newton은 만유인력의 법칙에 따른 물리적 영향으로 조석현상을 설명하였으며, 이것이 근대적 해수조석이론의 근본을 이루었다.

18세기 초기에 C. Marsigli는 해양탐사의 선구자적 성향을 나타내어 Lyon 앞바다에서 수심측정, 수온측정, 염분측정, 조류와 해류측정, 식물상과 동물상의 조사까지 거의 완벽한 해양탐사를 실시하였다. 또한 그는 1725년에 해양과학(science of the sea)에 관한 훌륭한 논문발표 업적을 이룩하였다. 1769년에 B. Franklin은 유럽과 북미대륙 사이의 우편물 수송선박의 항해자료와 관련 관측자료를 종합하여 해양학으로 가치있는 최초의 해류도를 발표하였는데, 이 해류를 'Gulf Stream(멕시코만 해류)'이라 하였다(그림 2). 즉, Franklin은 'Gulf stream'이라는 난류를 발견하였다. 이와 같은 사실은 해양학의 초기 역사가 항해역사와 밀접히 관련되었다는 것을 의미한다.

19세기 초기부터 바다에 관한 과학적 의문과 바다의 신비에 관한 문제

해결 노력과 계획이 서유럽의 여러 나라(영국, 스페인, 포르투갈, 네덜란드, 노르웨이, 덴마크)와 미국 등의 자연과학자들에 의하여 체계적으로 실행되기 시작하였다. 그 당시의 유력한 생물학자이며 에딘버러대학교의 교수였던 E. Forbes는 해양생물의 채집과 분류에 많은 업적을 성취하였으며, 그는 바

다의 수심이 깊어질수록 생물은 존재할 수 없다고 주장하였다. 요컨대, Forbes교수의 그 당시 권위있는 주장은 바다의 수심이 약 167m 이하이면 생물이 생존할 수 없는 무생물의 깊은 바다라고 제안한 것이었다. 이와 관련된 여러 다른 바다의 비밀과 의문에 관한 과학적 탐사·연구의 의욕과 계획이 실천되어야 할 과학계의 학문적 분위기는 영국 학술원의 원로 과학자들의 동요를 가져왔으며, 드디어 1872년 12월부터 3년 6개월에 걸친 H. M. S. Challenger호의 전세계 해양탐사 항해가 시작되었던 것이다. 이 Challenger해양탐사선은 영국 해군의 수송선을 개조한 선

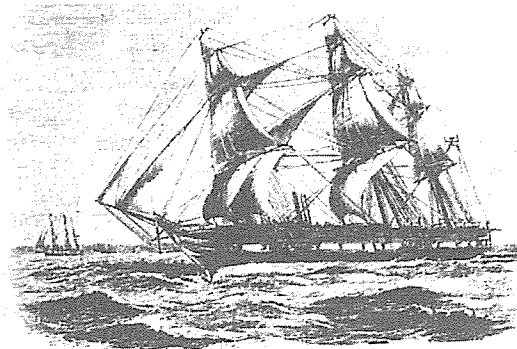
박으로 2천3백톤의 배수톤수와 68.8m의 선체길이 및 증기동력(steam power)을 갖추었다(그림 3).

### 19세기 들어 바다신비 풀어

역사적인 이 Challenger해양탐사선의 책임과학자는 Sir Charles Wyville Thomson박사였으며 5명의 과학자가 탐사에 참여하였다. 이 해양탐사의 총 항해 거리는 127,000km에 달하였으며, 4백92정점의 수심측정, 1백33개 정점의 해저물질 채취(dredging) 성과를 거두었다. 4천7백종의 해양생물 신종(news species)을 발견하였고, 심해저(4,200m 수심)에서 처음으로 망간단괴 광물을 발견하였다.

한마디로 H. M. S. Challenger의 해양탐사는 역사적인 것이었으며, 19세기 중반 이후부터 정규 해양학(oceanography)이 탄생되고 현대적 해양학으로 발전되는 획기적인 전환점을 이루었다. Challenger탐사로부터 획득된 식물, 동물 및 해수의 표본, 해류측정, 수심측정, 바람관측, 해저 퇴적물 표본의 수많은 자료를 분석하고 연구한 보고서는 2만9

천5백페이지에 달하였고, 3년의 오랜 기간이 소요되었다. 바다의 과학이 'little Science'에서 'big Science'로 모습을 갖추기 시작한 역사적인 시기가 바로 이때라고 할 수 있으며, 현대 해양학의 탄생시기라고 규정할 수 있다. ①



<그림 3> H. M. S. Challenger호의 해양탐사선(1872~1876년)