



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

정 승 현 이학석사학위논문

심해에서 발견한 지구의 역사  
- 대양 분지의 영구설을 중심으로 본  
존 머리(1841-1914)의 해양학 연구 -

2013년 8월

서울대학교 대학원  
과학사 및 과학철학 협동과정  
정승현

심해에서 발견한 지구의 역사  
- 대양 분지의 영구설을 중심으로 본  
존 머리(1841-1914)의 해양학 연구 -

지도교수 홍 성 욱  
이 논문을 정 승 현 석사학위논문으로 제출함

2013년 6월

서울대학교 대학원  
과학사 및 과학철학 협동과정  
정승현

정승현의 석사학위논문을 인준함  
2013년 8월

위 원 장

최형섭

부 위 원 장

홍성욱

위 원

한기원



한기원

## 국문초록

존 머리(Sir John Murray, 1841-1914)는 영국의 대표적인 해양학자로, 에든버러를 중심으로 활동하며 19세기 말 해양학의 발전을 이끈 인물이다. 그의 해저퇴적물에 관한 연구가 잘 알려져 있는데, 머리는 심해 연구를 바탕으로 ‘대양 분지의 영구설’(the theory of the permanence of ocean basins, 이하 ‘영구설’)을 주장하기도 했다. 영구설은 태초에 용융 상태였던 지구가 식으면서 지표면이 굳어진 이래로 대양 분지는 언제나 바다 밑에 위치해 왔다는 가설로, 과거에 육지와 바다가 수차례 뒤바뀌었다는 당대의 일반적인 인식에 부합하지 않아 논쟁의 대상이 되었다.

지금까지 머리의 영구설은 많은 해양학사 서술에서 소개되었지만, 그것이 해양학이라는 새로운 분과가 태동하던 맥락과 어떤 관계가 있는지는 깊이 분석되지 않았다. 이는 기존의 역사적 분석이 대체로 과학자 개인보다는 해양 탐사나 연구소 등의 기관을 단위로 하여 이루어졌기 때문이다. 그렇다 보니 직접 바다를 연구한 과학자의 학문적 동기나 목표는 상대적으로 덜 조명되었다. 머리의 영구설도 예외는 아니어서, 영구설에 관한 기존 분석은 주로 챌린저호 탐사(1872-1876)와 지질학 연구 사이의 접점을 지적하는 정도에 머물러 있다. 그러나 당대 바다 연구가 전개된 맥락과 머리 개인의 연구 궤적 속에서 영구설을 살펴보면 이것이 머리의 연구를 처음부터 끝까지 관통하는 주제였고, 영구설을 입증하는 것은 머리의 해양학 연구에서 핵심적인 과제였음이 드러난다.

뿐만 아니라 머리의 사례는 해양학의 성격을 이해하는 하나의 통로를 제공한다. 해양학은 공통의 연구 의제나 방법론보다는 바다라는 공통의 연구 대상으로 묶이는 다(多)학문적인 분야이다. 기존 연구에서 해양학의 이러한 특징은 굳이 설명되기보다는 자연스럽게 받아들여졌는데, 이는 자연의 다양한 요소들 간 관계와 상호작용에 주목하는 것이 과학 활동의 당위적인 측면으로 여겨지기 때문이라고 생각된다. 물론 하나

의 연구 방식을 선택하는 데 있어서 필요성과 당위성은 뚜렷이 구분하기 어려우며 어느 정도 합치되기도 한다. 이러한 사실을 감안하더라도, 머리는 해양학의 특징적인 성격이 한 학자의 개인적인 연구 과제가 전개되는 과정에서 수단으로서 발현된 흥미로운 사례가 될 수 있다.

이 논문은 머리가 주장한 영구설이라는 렌즈를 통해 19세기 말 ~ 20세기 초에 바다를 둘러싸고 벌어진 논의와 당대 바다 연구의 한 단면을 이해하고자 한다. 이 과정에서 머리가 지질학적인 관심으로부터 출발하여 종합적인 관점에서의 바다 연구를 추진했음이 드러나며, 이는 기존 해양학사 서술에서 취약했던 이론과 개인적인 맥락에 대한 연구를 보완하는 한편 제도화되기 이전 해양학에 나타난 다학문적인 성격에 대한 이해를 돕는다.

주요어: 존 머리, 19세기 말 해양학, 대양 분지의 영구설, 해저퇴적물,  
다학문적 과학 분야, 지구 표면의 변화

학번: 2010-23056

## 목차

1. 서론.....	1
2. 머리의 초기 생애와 심해 탐사의 배경.....	5
2.1. 머리의 초기 생애(1841-1872).....	7
2.2. ‘심해’의 등장과 챌린저호 탐사.....	10
3. 머리의 심해 연구.....	19
3.1. 해저퇴적물 연구를 통한 대양저 고대성의 확인.....	19
3.2. 산호초 연구를 바탕으로 육지의 침강설 비판.....	26
4. 대양 분지의 영구설과 머리의 해양학(oceanography).....	32
4.1. 영구설 논쟁과 일반화의 한계.....	32
4.2. 바다 연구에서 ‘해양학’으로: 영구설을 입증하기 위한 종합적 관점의 강조.....	38
4.3. 지구물리학의 영향: 대륙지각과 해양지각의 밀도 차이에 근거한 영구설 주장.....	44
5. 결론.....	48
참고문헌.....	51
Abstract.....	61
감사의 글.....	64

## 그림 목차

[그림 1] 존 머리.....	1
[그림 2] 챌린저호에 마련된 박물학 실험실.....	17
[그림 3] 챌린저호에서 사용된 일부 도구들.....	21
[그림 4] (左) 남태평양 약 4350m 깊이에서 발견된 검은 구체 (右) 남 태평양 약 6405m 깊이에서 발견된 콘드롤의 일종.....	25
[그림 5] 다윈과 머리의 환초 형성 가설을 설명한 그림.....	28

# 1. 서론

존 머리(Sir John Murray, 1841-1914)는 영국의 대표적인 해양학자로, 에든버러를 중심으로 활동하며 19세기 말 해양학의 발전을 이끈 인물이다. 그의 해저퇴적물에 관한 연구가 잘 알려져 있는데, 특히 이 주제에 관한 최초의 전문적 연구서인 『심해퇴적물』(*Deep-Sea Deposits*, 1891)에서 그가 제시한 퇴적물의 분류체계 및 분포상태지도는 기본골격을 유지한 채 현대 해양지질학의 근간을 이루고 있다. 머리는 심해 연구를 바탕으로 ‘대양 분지의 영구설’(the theory of the permanence of ocean basins, 이하 ‘영구설’)을 주장하기도 했다. 영구설은 태초에 용융 상태였던 지구가 식으면서 지표면이 굳어진 이래로 대양 분지는 언제나 바다 밑에 위치해 왔다는 가설로, 과거에 육지와 바다가 수차례 뒤바뀌었다는 당대의 일반적인 인식에 부합하지 않아 논쟁의 대상이 되었다. 영구설은 지각이 대규모로 융기 또는 침강한다는 기존의 생각과 20세기 중반까지 대립하다가, 1960년대에 해저확장설과 대륙이동설이 입증되면서 모두 폐기되었다.<sup>1)</sup>

영구설은 머리의 바다 연구에서 핵심적인 위치에 있다. 머리는 심해저를 둘러싼 기존의 추론들에 의존하기보다는 직접 채집한 해저퇴적물을 관찰하여 영구설을 도출했고, 이를 바탕으로 심해저 연구를 선도했다. 그는 퇴적물이 형성되고 그것이 해저에 분포하는 과정과 관련된 바다의 자연 현상들을 넓게 연구함으로써 영구설의 근거를 강화하고 설득력을 높이고자 했다. 즉 영구설을 입증하는 것은 머리가 바다를 탐구하

---

1) Harold L. Burstyn, "John Murray," in Charles C. Gillispie ed., *Dictionary of Scientific Biography* vol. IX (New York : Charles Scribner's Son, 1974), pp. 588-690; James H. Ashworth and Eric L. Mills, "Sir John Murray," *Oxford Dictionary of National Biography Online* (2013년 4월 4일 최종 접속.); John Murray and Alphonse F. Renard, *Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of the HMS "Challenger," 1873-76. Deep-Sea Deposit* (1891).



는 동력이었으며, 이를 위해서 바다의 여러 면면들을 연결 지어 살펴보는 종합적 관점이 중시된 것이다.

머리의 심해퇴적물 연구 및 영구설의 내용은 여러 해양학사 서술을 통해 많이 알려져 있지만, 이로부터 당대 바다 연구와 과학계의 모습을 읽어 내려는 노력은 미미했다. 지금까지 많은 해양학사 연구들이 개인 학자보다는 해양 탐사나 연구소 등의 기관을 단위로 하여 이루어졌기 때문이다. 그 근본적인 원인은 해양학이라는 분야의 특징에서 찾을 수 있다. 해양학은 공통의 연구 의제나 방법론보다는 바다라는 공통의 연구 대상으로 묶이는 다(多)학문적인 분야이다.<sup>2)</sup> 해양학의 이러한 성격은 과거에 바다를 대상으로 행해진 과학 활동 중 어디까지를 분석 범위로 설정해야 할지 판단하기 어렵게 만들기 때문에, 지금까지 해양학사 연구는 대체로 주요 탐사나 기관을 중심으로 해양학이 발전한 사회·문화·정치적 맥락에 치중해 왔다. 먼 바다를 탐사하기 위해서는 배를 띄우고 장비를 갖추기 위한 자금과 바다를 연구할 인력이 필요했으므로, 바다는 꼭 필요할 때 외에 개인이 자유롭게 연구하기 어려운 대상이었다. 19세기 유럽의 해양학은 식민지 개척이라든지 과학 활동을 통한 각국 간 군사·경제적 경쟁 등 바다를 알아야 하는 시대적인 필요 속에서 발전한 만큼, 이러한 역사적 상황이 끼친 영향이 특히 중요하게 다루어져 왔다.<sup>3)</sup>

---

2) 일례로 한 해양학 교과서에서는 해양학이 “해양환경에서 일어나는 모든 현상에 대한 과학적인 연구”로 “바닷물 자체와 그 속의 생명체 또 그 아래의 고체 지구를 연구 대상으로 포함”한다고 정리하며, 해양학의 다학문적인 성격을 강조했다. 앨런 P. 트루히요 · 해롤드 V. 서먼, 『최신 해양과학』 (제 10판), 이상룡·강효진·김대철·이동섭·이재철·정익교·허성희 옮김, 시그마프레스 (2012). [Alan P. Trujillo and Harold V. Thurman, *Essentials of Oceanography* 10th edition (New Jersey : Prentice Hall, 2011).

3) 로즈와도브스키(Helen M. Rowadowski)는 19세기 후반에서 20세기 전반에 이르기까지 사람들이 바다와 친숙해지고 바다를 보다 전략적으로 활용하게 되면서 해양 문화가 형성되었고, 해양학도 이러한 맥락 속에서 발전했다는 사실을 보여주었다. Helen M. Rowadowski, *Fathoming the Ocean : The Discovery and Exploration of the Deep Sea* (Cambridge: Harvard University Press, 2005); 대규모 해양 탐사인 챌린저호 탐사가 조직된 당시 영국 정부의 상황을 보여 준 버스틴(Harold L. Burstyn)과 19세기 후반 영국에 해양연구소들이 설립되는 과정을 다룬 디콘 등 보다

그렇다 보니 직접 바다를 연구한 과학자 개인의 학문적 동기나 목표는 상대적으로 덜 조명되었다.

머리의 영구설도 예외는 아니어서, 영구설에 관한 기존 분석은 주로 챌린저호 탐사(H.M.S. *Challenger* Expedition, 1872-1876)와 지질학 연구 사이의 접점을 지적하는 정도에 머물러 있다. 19-20세기 영국과 미국에서 해양학이 발전한 과정을 개괄한 슐레(Susan Schlee)는 19세기 말에 머리의 영구설이 지각의 운동을 둘러싸고 ‘침강(subsidence)설’과 대립했음을 보인 뒤, 비록 틀린 것으로 밝혀졌지만 심해저의 구체적인 환경을 밝혀 해양지질학이라는 세부 분야의 토대를 닦았다는 점에서 의미가 있다고 설명했다. 디콘(Margaret Deacon)은 챌린저호 탐사가 지질학에 끼친 영향을 짚은 글에서 영구설을 둘러싼 논쟁의 진행 양상을 보다 구체적으로 보였는데, 머리의 영구설이 적지 않은 지지를 받았음에도 불구하고 과학적 이론의 지위에 오르지 못했던 이유를 지구의 운동에 대한 당대의 연구 수준과 그로부터 비롯되는 증거의 부족에서 찾았다.<sup>4)</sup> 그런데 슐레와 디콘의 서술은 모두 머리의 영구설을 ‘실패한 가설’로 분류하는 데 그쳐, 영구설과 관련 논쟁을 당대 해양학의 발전에서 주변적인 것으로 만들었다. 그러나 당대 바다 연구가 전개된 맥락과 머리 개인의 연구 궤적 속에서 영구설을 살펴보면 이것이 머리의 연구를 처음부터 끝까지 관통하는 주제였고, 영구설을 입증하는 것은 머

---

구체적인 주제를 다룬 연구들은 탐사나 기관이 조직될 수 있었던 정치·사회적 배경을 자세히 보여주었다. Harold L. Burstyn, “Science and Government in the Nineteenth Century: the Challenger Expedition and its Report,” *Bulletin de l’Institut Océanographique*, Monaco Special number 2 (1968); Harold L. Burstyn, “Pioneering in Large-Scale Scientific Organization : The Challenger Expedition and its Report. I. Launching the Expedition,” *Proceedings of Royal Society of Edinburgh* Section B 72 (1972), pp.47-68; Margaret Deacon, “Crisis and Compromise: The Foundation of Marine Stations in Britain during the Late 19th Century,” *Earth Science History* 12 (1993), pp. 19-47.

4) Susan Schlee, *The Edge of an Unfamiliar World : A History of Oceanography*. (New York, E. P. Dutton & Co., Inc., 1973), pp. 139-169; Margaret Deacon, “The *Challenger* Expedition and Geology,” *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* Section B 27 (1972), pp. 145-153.

리의 해양학 연구에서 핵심적인 과제였음이 드러난다.

지질학사 연구자인 그린(Mott Greene)은 기존 연구들이 주로 역사적 맥락에 치중해 온 것이 해양학사 특징이자 한계라고 지적하며, 이를 극복하기 위해서는 해양학의 과학적 내용과 관련된 아이디어들에 주목해야 한다고 주장했다. 해양생물학자이자 역사가인 밀스(Eric Mills) 역시 기존의 편향된 해양학사 서술을 개선하기 위해서는 해양학을 추동시켜 온 다양한 관심들을 개인에 초점을 맞추어서 구체적으로 살펴보아야 한다고 강조했다. 그는 기존 서술의 단위가 되어 왔던 탐사나 기관 등은 일견 단일해 보이지만 사실 그 활동에 참여하는 학자들의 개성들이 섞여 만들어내는 ‘패치워크’와 같다고 말하며, 그 개인들을 이해해야만 과거 해양학 활동이 각 시대에 어떤 의미를 띠고 진행되었는지 이해할 수 있다고 평가했다.<sup>5)</sup>

그린과 밀스의 이와 같은 지적을 유념하면서, 이 논문은 머리가 주장한 영구설이라는 렌즈를 통해 19세기 말 ~ 20세기 초에 바다를 둘러싸고 벌어진 논의와 당대 바다 연구의 한 단면을 이해하고자 한다. 이 과정에서 머리가 지질학적인 관심으로부터 출발하여 종합적인 관점에서의 바다 연구를 추진했음이 드러나며, 이는 기존 해양학사 서술에서 취약했던 이론과 개인적인 맥락에 대한 연구를 보완할 수 있다.

여기에 더해 머리의 사례는 해양학의 종합적이고 다학문적인 성격을 이해하는 하나의 통로가 될 수 있다. 기존 연구에서 해양학의 이러

---

5) 그린에 따르면 물리학이나 화학과 같이 과학사에서 전통적으로 연구되어 온 분야의 경우 초기에 몇몇 영웅적 인물이 제시한 과학 이론 혹은 사상에 대한 분석이 주를 이루다가, 1970~80년대 사회사적 접근이 화두로 떠오른 후에야 사회적 측면에 주목하기 시작했다. 반면 해양학의 역사는 그 시작부터 해양학의 발전에 영향을 끼친 정치·사회제도·문화적 요소들이 주로 주목을 받아 왔다. 그 때문에 상대적으로 이론과 사상의 측면은 경시되어 왔다는 것이다. Mott T. Greene, "Oceanography's Double Life," *Earth Science History* 12 (1993); Eric L. Mills, "The Historian of Science and Oceanography After Twenty Years," *Earth Science History* 12 (1993), p. 5; Eric L. Mills, "Problems of Deep-Sea Biology : An Historical Perspective," in Gilbert T. Rowe ed., *Deep-Sea Biology* (Cambridge: Harvard University Press, 1983), pp. 1-79.

한 특징은 굳이 설명되기보다는 자연스럽게 받아들여졌는데, 이는 자연의 다양한 요소들 간 관계와 상호작용에 주목하는 것이 과학 활동의 당위적인 측면으로 여겨지기 때문이라고 생각된다. 물론 하나의 연구 방식을 선택하는 데 있어서 필요성과 당위성은 뚜렷이 구분하기 어려우며 어느 정도 합치되기도 한다. 이러한 사실을 감안하더라도, 머리는 해양학의 특징적인 성격이 한 학자의 개인적인 연구 과제가 전개되는 과정에서 수단으로서 발현된 흥미로운 사례가 될 수 있다.

본론은 다음과 같이 전개된다. 논문의 2절에서는 19세기 중반 영국에서 바다를 둘러싼 과학적 관심이 증대되는 배경을 이해하기 위해 1872년 챌린저호 탐사에 참여하기까지 머리의 성장 과정과 당시 바다 연구의 상황을 살펴본다. 그 다음 3절에서는 해저퇴적물과 산호초에 대한 머리의 연구 내용을 자세히 알아보고, 이를 통해 그가 깊은 바다 밑 대양 분지가 오랜 시간 동안 변화 없이 그 자리에 위치해 있었다는 결론에 이르렀음을 보일 것이다. 이렇게 해서 도출된 대양 분지의 영구설은 지지와 비판을 모두 받았는데, 4절에서는 머리가 영구설을 입증하기 위해 바다의 다양한 측면을 연구했음을 살펴보고, 이러한 연구 활동이 점차 ‘해양학’으로 인식되어갔음을 보일 것이다.

## 2. 머리의 초기 생애와 심해 탐사의 배경

오랜 시간 동안 바다는 통제 불가능한 자연이자 어부나 선원 등의 뱃사람들만이 살아가는 거칠고 혹독한 영역으로 여겨져 왔다. 그러나 19세기로 접어들면서 식민지 개척이 본격화되고 상업망이 확대되면서 바다를 오가는 사람들이 늘어나고, 바다로의 접근성이 용이해지면서 바다는 사람들의 일상에 가깝게 다가왔다. 증기선의 발명으로 보다 안전한 항해가 가능해져, 1838년에는 최초의 대서양 횡단 정기 기선인 그레이

트 웨스턴(Great Western) 호가 건조되었다. 산업화와 도시화가 빠르게 진행되면서, 사람들은 여가를 즐기고 휴식을 취하기 위해 전원적인 바닷가를 찾았다. 해수욕이 일반화된 것도 이 시기였으며, 경제적으로 여유가 있는 자들 사이에서는 요트가 취미 활동으로 인기를 끌며 요트를 타고 경주를 하거나 가까운 바다를 함께 돌아보는 요트 모임들이 여럿 생겨났다. 또한 바다 건너 새로운 지역을 탐사하거나 바다의 움직임 또는 기상 현상 등을 조사하기 위해 배에 오르는 탐험가와 과학자들이 늘어나면서, 이들이 항해 중에 또는 항해가 끝난 뒤에 집필한 일지가 큰 인기를 끌며 해양문학 문화라고 할 만한 것이 생겨났다. 바다의 신비로움과 아름다움, 그리고 거친 바다를 경험하는 뱃사람의 영웅적인 면모를 담은 이들의 모험담은 독자들로 하여금 바다를 동경하게 만들었다.<sup>6)</sup>

이와 같이 해양문화가 성장하는 가운데, 사람들은 바다에 대한 지식을 축적해 나갔다. 특히 해안선과 항로에 관한 정보는 군사적·상업적으로 중요하고 일상에서 꼭 필요했기에, 각국 정부와 군에 의해 꼼꼼히 기록되었다. 1850~60년대에 극지방을 제외하고 지구 위 거의 모든 장소의 지리적 정보를 수집했다고 느낀 유럽과 미국의 과학자들은 이제 그 누구의 손도 닿지 않은 깊은 바다로 눈을 돌렸다. 이 시기 영국의 해양 탐사를 주도한 인물 중 하나인 동물학자 찰스 와이빌 톰슨(Charles Wyville Thomson, 1830-1882)이 말했듯이, 이제 깊은 바다와 해저(海底)는 과학자들에게 있어서 “약속의 땅”이자 “놀랍도록 흥미로운 무한한 새로움”으로 가득 찬 마지막 프론티어였다.<sup>7)</sup>

---

6) Alain Corbin, *The Lure of the Sea: the Discovery of the Seaside in the Western World, 1750-1840* (Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1994), pp. 250-284; Helen M. Rozwadowski, “Small World : Forging a Scientific Maritime Culture for Oceanography,” *Isis* 87 (1996), pp. 409-429; Rozwadowski, *Fathoming the Ocean*, pp. 10-12.

7) Rozwadowski, *Fathoming the Ocean*, p. 160.

## 2.1. 머리의 초기 생애 (1841-1872)



[그림 1] 존 머리 (사진 출처:  
<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/398261/Sir-John-Murray>)

존 머리[그림 1]의 청년기는 이처럼 바다가 과학자들 사이에서 점차 흥미로운 자연으로 부상하던 시기와 일치했다. 그의 아버지인 로버트 머리는 스코틀랜드 출신의 회계원이었는데, 결혼 후 부인인 엘리자베스와 함께 캐나다 온타리오 주로 이주하여 1841년에 머리를 낳았다. 아버지가 사망한 뒤 스코틀랜드 스티어링 주의 작은 마을의 재력가였던 외조부 존 맥팔레인(John Macfarlane, 1785-1868)에게 맡겨지게 된 머리는 17세의 나이로 대서양을 건너와 당시 항해술 교육으로 명성이 나 있던 스티어링 고등학교에 진학했다. 이곳에서 그는 육분이의 원리와 같이 실제로 항해에 필요한 기술을 배우기도 했지만, 그보다는 물리학과 지질학 수업을 좋아했고 전기에도 큰 관심을 보였다. 또한 머리는 고래의 유해를 발굴하고, 연안의 조개껍데기 퇴적물과 미생물을 관찰하거나, 과거 지질 시대 빙하의 흔적을 조사하는 등 바다에서의 실습활동을 즐겼다. 이 시절 머리는 주변의 작은 동식물을 가지고 박물학 컬렉션을 만들기도 했다. 머리의 양육을 맡은 맥팔레인은 손자의 이러한 박물학적 소양을 발견하고, 자신이 자선사업의 일환으로 운영하고 있던 자연사 박물관의 큐레이터 업무를 머리에게 맡겼다. 이곳에서 머리는 전시품을 구입 및 배치하고 그 목록을 정리하는 등의 일을 했으며, 자신의 컬렉션을 직접 전시하기도 했다. 맥팔레인은 머리를 런던의 영국 자연사 박물관과 파리 식물원으로 보내 분류학과 전시기획을 공부시키기도 했다. 자신의 박물관을 영국에서 런던의 자연사 박물관 다음가는 곳으로 만들고 싶었던 그는 머리가 큐레이터로서 자신의 뜻을 이어주

기를 바랐으나, 업무에 지친 머리는 외조부를 떠나 1863년 에든버러 대학 의학부에 입학했다.<sup>8)</sup>

머리가 대학에 입학할 당시 에든버러는 연안 탐사의 중심지로 각광받고 있었다. 에든버러의 육지 깊숙이 들어온 만과 얇은 바다는 요트를 띄워 바다 생물을 채집하거나 해안선 및 해안절벽과 같은 지형을 관찰하기에 매우 좋은 환경을 갖추고 있었다. 에든버러대학의 자연사 교수였던 로버트 제임슨(Robert Jameson, 1774-1854)은 수업의 일환으로 학생들과 함께 연안을 탐사하곤 했으며, 당시 제임슨의 학생이자 지질학과 동물학을 연구하던 찰스 다윈(Charles Darwin, 1809-1881)과 에드워드 포브스(Edward Forbes, 1815-1854) 같은 인물들도 자주 탐사에 참여했다. 이처럼 에든버러는 1820~30년대부터 연안 탐사에 적합한 자연환경과 인적 자원을 갖춘 탐사 현장으로 알려졌고, 이후 바닷가의 동물들이나 지형을 관찰하려는 박물학자 또는 지질학자들의 잦은 방문을 받았다. 그 밖에도 다양한 분야의 과학자들이 개인적인 흥미나 취미로 연안을 탐사하고 바다에 대한 지식을 공유하기 위해 에든버러를 찾거나, 신사 계층의 아마추어 과학자들이 연안 탐사를 필요로 하는 과학자들에게 요트 등의 물자를 제공하며 탐사에 참여하는 일이 많았다. 열역학 법칙을 세우고 해저 케이블 제작에 참여한 것으로 유명한 물리학자 윌리엄 톰슨(William Thomson, 1824-1907)은 1870년부터 에든버러에 머물며 자신의 요트에서 동료 학자들과 교류하기를 즐겼다. 이처럼 19세기 중반의 에든버러는 바다에 관심을 가진 사람들이 모이는 교류의 장이었고, 이들은 함께 연안을 탐사하며 서로의 지식과 의견을 주고받았다.<sup>9)</sup>

---

8) Roy Sexton, Cathy Sexton and Ken Mackay, "Sir John Murray of the Challenger Expedition: Founder of Oceanography," *Forth Naturalist and Historian* 31 (2008), pp. 15-33; William A. Herdman, "Ch. IV Sir John Murray, the Pioneer of Modern Oceanography," in *Founders of Oceanography and Their Work : An Introduction to the Science of the Sea* (London: Edward Arnold & Co., 1923), pp. 69-98; George R., Agassiz, "Sir John Murray (1841-1914)," *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 52 (1917), pp. 853-859.

이러한 환경 속에서 머리는 본격적으로 바다를 탐구하기 시작했다. 그는 전공인 의학보다는 박물학과 물리·화학 등에 더욱 몰두했고, 자신이 흥미를 느끼는 대로 다양한 분야의 강의를 골라 들었다. 이 과정에서 그는 물리학자인 피터 테이트(Peter Guthrie Tait, 1831-1901), 화학자 알렉산더 브라운(Alexander Crum Brown, 1838-1922), 지질학자 아치볼드 기키(Archibald Geikie, 1835-1924) 등의 저명한 학자들과 두터운 친분을 쌓았다. 또한 그는 동료들과 함께 연안을 탐사하며 동·식물 및 퇴적물을 채집하고 조사하는 작업을 즐겼다. 머리는 1868년에 고래잡이배 얀 마이엔(Jan Mayen)호에 선의(船醫)로 동행하여 처음으로 연안을 벗어나 북해를 항해하기도 했다. 7개월에 걸친 이 항해에서 머리는 한 차례 수심을 재고 규칙적으로 수온을 측정했고, 저인망으로 해저의 진흙과 해저 생물들을 채집하여 조사하는 경험을 쌓았다. 항해가 끝난 뒤 머리는 에든버러대학에 남아 테이트의 실험실에서 심해 전기 저항 온도계 개발 실험을 도우며 다양한 강의를 듣고 연안 탐사에 열중하는 생활을 계속했다. 이 시기에 머리는 당시 바다와 해안 지형을 연구하기 위해 에든버러를 찾은 학자들과 친분을 쌓았고, 그들로부터 그의 바다에서의 경험과 바다에 대한 지식을 인정받았다. 특히 윌리엄 톰슨은 머리로 부터 깊은 인상을 받아, 종종 그를 자신의 요트로 초청하여 바다에 관한 대화를 나누곤 했다.<sup>10)</sup>

1872년에 머리는 전 세계 바다의 환경을 조사하기 위한 챈링저호 탐사의 준비 작업에 참여했다. 챈링저호 탐사는 당시 에든버러대학 자연사 교수였던 찰스 와이빌 톰슨과 런던 왕립학회의 부회장인 윌리엄 카펜터(William Benjamin Carpenter, 1813-1885)가 제안하여 기획되었다. 톰슨이 탐사 중 과학 활동의 지휘를 맡게 되면서, 챈링저호의 출항 준비는 에든버러를 중심으로 진행되었다. 이 탐사에는 톰슨의 조수이

9) Philip F. Rehbock, "The Early Dredgers : 'Naturalizing' in British Seas, 1830-1850," *Journal of the History of Biology* 12 (1979), pp. 293-368; Rozwadowski, *Fathoming the Ocean*, p. 7.

10) Sexton et al., *op. cit.*, p. 19.



자 보조 과학자로 총 네 명의 과학자가 참여할 예정이었으나, 출항 직전 한 명이 참여하지 못하게 되자 테이트와 윌리엄 톰슨은 그 자리를 채울 과학자로 챌린저호의 과학 기구와 시설들을 준비하고 설치하는 작업을 돕고 있던 머리를 추천했다. 당시 머리와 톰슨이 어느 정도로 친분이 있는 사이였는지는 정확히 알 수 없지만, 머리가 많은 학자들과 교류하고 있었다는 점을 생각해 볼 때 1870년부터 에든버러 대학에 와 있었던 톰슨이 어느 정도는 머리를 알고 있었으리라고 추측된다. 톰슨은 테이트와 윌리엄 톰슨의 추천을 받아들였고, 이에 따라 머리는 챌린저호 탐사에 톰슨의 조수이자 박물학자로서 참여하게 되었다.<sup>11)</sup>

## 2.2. ‘심해’의 등장과 챌린저호 탐사

챌린저호 탐사는 1870년대에 학계뿐만 아니라 영국 정부에 있어서 바다의 자연환경이 큰 관심거리였음을 상징적으로 보여 주는 사건이다. 그런 만큼 이 탐사가 기획된 배경은 19세기 중반 영국에서 바다 연구가 어떻게 진행되었고, 어떤 맥락에서 심해에 대한 관심이 촉발되었는지를 잘 보여 준다.

초기 해양 탐사를 논하는 데 있어서 군사적 맥락은 매우 중요하다. 특히 해군은 바다의 자연환경에 대한 다양한 지식이 축적되는 데에 크게 기여했다. 경쟁적으로 식민지를 개척하던 유럽 열강들은 새로운 땅을 우선 점유하고 그에 대한 지배권을 행사하기 위해 본국과 잠재적 식민지를 연결하는 안전하고 빠른 항로를 개척하고 보다 정확한 해도를 제작해야 할 필요를 인식했다. 이에 따라 해류나 암초의 위치 등을 파악하고 해안선의 모양과 수심을 조사하는 것이 당면 과제로 떠올랐으며, 유럽 국가들과 당시 신흥 국가로 빠르게 성장하고 있던 미국은 세계 곳곳

---

11) William N. B. Watson, “Sir John Murray - A Chronic Student,” *University of Edinburgh Journal* 23 (1967), pp. 1-16; Herdman, *op. cit.*, p. 71.

에 해군을 파견하여 측량 탐사를 통해 바다의 물리적 환경에 대한 정보를 축적하도록 했다.<sup>12)</sup>

해상강국으로서의 정체성을 중시해 온 영국은 18세기부터 해군 측량 탐사에 적극적인 모습을 보여 왔다. 해군의 탐사는 일정 기간 동안 바다에서 직접 바다의 자연환경을 관찰할 수 있는 기회였기 때문에, 탐사선에는 종종 정부에 의해 임명되거나 자원한 과학자들이 동승하여 당시 중요하게 여겨진 문제들과 관련된 연구 활동을 진행했다. 이런 탐사의 경우 대개 왕립학회나 과학진흥협회의 연계 하에 과학적 목적을 가지고 파견되었고, 탐사를 파견한 국가의 과학적 성취도를 과시할 수 있는 장치로서 기능하기도 했다. 제임스 쿡(James Cook, 1728-1779)이 이끈 엔데버호(H.M.S. *Endeavour*) 탐사(1768-1771)는 해군에 의한 과학적 탐사가 본격화된 초기 사례로 꼽힌다. 엔데버호 탐사는 금성의 태양면통과를 관찰한다는 공식적인 임무를 수행하는 동시에, 남아메리카와 오스트레일리아 인근 바다에서 측량 탐사를 실시함으로써 이 영토에 대한 영국의 권리를 표명했다. 1839년부터 1843년 사이에 남극점의 정확한 위치를 알아내기 위해 파견된 에레버스호(H.M.S. *Erebus*)와 테러호(H.M.S. *Terror*) 탐사 또한 지자기 연구의 임무를 수행하는 동시에 남극에 대한 영국의 영향력을 유지하는 역할을 맡았다. 이처럼 당시 해군의 측량 탐사는 파견 국가의 국력을 과시하는 하나의 장치이자 바다의 자연환경에 대한 새로운 지식을 축적하는 수단이었다. 그러나 해군의 탐사는 식민지 운영과 무역에 있어서 중요한 가깝고 얇은 바다만을 대상으로 했기 때문에, 깊은 바다에 관한 지식은 아직 미비했다.<sup>13)</sup>

---

12) Keith R. Benson, "Field Stations and Surveys," in Peter J. Bowler and John V. Pickstone eds., *The Cambridge History of Science : Volume 6, Modern Biological and Earth Science* (Cambridge : Cambridge University Press, 2009), pp. 76-89; Roy MacLeod, "Discovery and Exploration," in Bowler and Pickstone eds., *op. cit.*, pp. 34-59.

13) Benson, *op. cit.*, pp. 76-89. 이전에도 항해 중 과학 활동이 이루어지는 경우는 많았지만, 쿡의 항해 이후 항해중의 과학 활동은 정치·전략적인 의도와 훨씬 긴밀하게 결합되었으며, 19세기부터는 점차 진지한 학문적인 연구 활동으로 인식되었다.

해저 케이블의 등장은 이러한 국면에 변화를 가져왔다. 케이블을 바다 밑에 안전하게 설치하기 위해서는 심해저의 지형은 물론 수압과 바닷물의 성분, 그리고 생명체의 서식 여부 등 다양한 환경을 자세히 알 필요가 있었다. 이에 따라 영국 정부와 전신 회사들은 심해의 환경을 조사하고 바닷물의 작용을 연구했으며, 그 결과 1851년에 영국해협에 최초의 해저 케이블이 설치되었다. 물론 이전에도 심해에 대한 사람들의 흥미가 전혀 없지는 않았으며, 1840년대에는 바다의 깊이를 재려는 시도가 유행처럼 일어나기도 했다. 영국의 극지탐험가였던 제임스 로스(Sir James Clark Ross, 1800-1862)가 1843년에 측정한 약 7320미터의 수심은 ‘로스 깊이(Ross Deep)’이라 불리며 바다의 깊이에 대한 사람들의 호기심을 자극했고, 로스를 따라 많은 이들이 측심을 시도했다. 그러나 당시에는 깊이를 재는 방식이 제각각이었을 뿐만 아니라, 측심 기술이 발달하지 못하여 측심기가 해저에 닿았는지 혹은 직선으로 내려졌는지 확인이 불가능했다. 또한 측심이 개인적인 차원에서 산발적으로 이루어졌기 때문에 새로운 발견에 관한 정보를 교환하거나 측심에 필요한 자원을 동원하기가 어려웠다. 이러한 상황에서 해저 케이블의 제작과 설치에 여러 사람들이 협력하여 심해를 보다 체계적으로 연구하는 계기가 되었다. 특히 대서양과 홍해 케이블이 망가진 이후로는 케이블이 안전하게 보존될 수 있는 최적의 조건을 찾기 위해 과학자들이 동원되어 심해 환경에 대한 보다 정밀한 조사가 진행되었다.<sup>14)</sup>

---

MacLeod, *op. cit.*, pp. 34-59; Jane Camerini, “Remains of the Day : Early Victorians in the Field,” in Bernard Lightman ed., *Victorian Science in Context* (Chicago : University of Chicago Press, 1997), pp. 354-377; Rozwasowski, *Fathoming the Ocean*. pp. 46-47.

- 14) 영국의 해저 케이블에 관해서는 Paul M. Kennedy, “Imperial Cable Communications and Strategy, 1870-1914,” *The English Historical Review* 86 (1971), pp. 728-762; Bruce J. Hunt, “Doing Science in a Global Empire: Cable Telegraphy and Electrical Physics in Victorian Britain,” in *Victorian Science in Context*, pp. 312-331; Helen M. Rozwadowski, “Technology and Ocean-Scape: Defining the Deep Sea in mid-Nineteenth Century,” *History and Technology* 17 (2001), pp. 217-247. 해저 케이블 설치에 따른 심해 환경 조사 작

동부 지중해의 케이블은 심해에 대한 동물학자와 지질학자들의 관심을 증폭시키는 계기를 제공했다. 약 2천 미터 깊이에 설치한 지 3년 만인 1860년에 고장이 나 수리를 하기 위해 꺼낸 이 케이블에서는 바다 생물들이 달라붙은 채로 발견되었다. 당시에는 에든버러 대학의 박물학자 에드워드 포브스가 1842년에 주장한 심해무생물설(azoic theory)을 따라, 수면으로부터 약 560미터 아래의 바다에는 생명이 존재하지 않는다는 생각이 학자들 사이에 일반적으로 공유되고 있었다.<sup>15)</sup> 그런데 케이블에 붙어 있던 이 총 열다섯 종의 생물들은 포브스의 가설에 대한 확실한 반증으로, 상당히 깊은 바다에 아직 알려지지 않은 생태계가 존재할 가능성을 암시했다. 동물학자들은 바다 밑 얼마나 깊은 곳까지 생명이 살 수 있는지, 햇빛이 닿지 않는 저온·고압의 심해 환경에서 어떻게 생명 활동이 가능한지 등의 질문을 던졌고, 이에 따라 해양 탐사의 범위를 연안에서 심해로 확대해야 한다는 주장이 조금씩 제기되었다. 또한, 일부 동물학자들이 케이블에 붙어 있던 생물들의 일부가 화석에서 발견된 과거 시대의 생물과 거의 같은 모습을 하고 있다는 사실을 지적함에 따라,

---

업의 전개에 관해서는 Margaret Deacon, *Scientists and the Sea, 1650-1900 : A Study of Marine Science* (Aldershot, Hampshire, Great Britain : Ashgate, 1997), p. 89.

- 15) Edward Forbes, "Report on the Mollusca and Radiata of the Aegean Sea, and on their distribution, considered as bearing on geology," *Report of the 13th meeting of the British Association for the Advancement of Science, 1843* (1844), pp. 130-193. 포브스는 1841년에 비컨호(H.M.S. *Beacon*)에 올라 지중해를 탐사한 결과를 바탕으로 심해무생물설을 주장했다. 그러나 이는 지중해의 특수한 조건 때문에 얻어진 결과였다. 육지 깊이 들어온 내해인 지중해는 산소가 부족하기 때문에, 수심에 따른 생물 개체 수의 감소가 다른 바다에 비해 일찍 나타난다. 따라서 포브스가 심해무생물설을 주장한 이후, 다른 바다에서 이에 대한 반증이 나타나는 경우가 종종 있었다. 그러나 이는 포브스의 주장을 무력화시키기에는 불충분했다. 심해 생물을 채집했다 하더라도, 이를 보존하기에 당시 탐사선의 환경에 열악했던 탓에 귀향 중에 생물 표본이 부패하거나 풍랑에 의해 유실되는 일이 잦았기 때문이다. 또한 심해 생물의 존재는 과학자들보다는 어부나 탐험가들의 사이에서 언급되었기 때문에, 포브스의 가설은 당시 학계에서 그의 명망이 높았던 점에 힘입어 20여년 정도 권위를 유지할 수 있었다. Thomas R. Anderson and Tony Rice, "Deserts on the Sea Floor: Edward Forbes and His Azoic Hypothesis for a Lifeless Deep Ocean," *Endeavour* 30 (2006), pp. 131-137; Schlee, *op. cit.*, pp. 84-89.

생물과 지구의 진화를 연구하는 학자들 사이에 심해에 고대 생태계가 보존되어 있을지도 모른다는 기대감이 형성되었다.<sup>16)</sup>

진화의 문제, 즉 생물이나 지형이 어떤 과정을 거쳐 지금의 모습을 갖추게 되었는가 하는 문제는 이전부터 학자들의 중요한 연구 질문이었다. 고생물학자와 지질학자들은 화석 및 지층을 연구하여 진화의 흔적을 추적함으로써 과거의 모습을 보다 정확하게 이해하고자 했다. 따라서 화석을 닮은 심해 동물의 발견은 매우 고무적인 사건이었고, 심해 고대 생태계에 대한 학자들의 기대는 1859년에 다윈의 『종의 기원』(*Origin of Species*)이 출판되면서 더욱 높아졌다. 다윈은 자연선택에 따른 생물 종의 진화를 주장하면서, 자연 환경이 변하면 그곳에 서식하던 생물 종은 생존을 위해 새로운 환경에 유리한 형태로 진화하고 그러지 못한 종은 적응에 실패해 도태된다고 설명했다. 이는 거꾸로 자연 환경이 변하지 않는다면 진화도 일어나지 않는다는 것으로 해석될 수 있었다. 이러한 생각을 공유한 학자들은 심해에 화석과 닮은 생물들이 살고 있다면 과거의 자연환경도 보존되어 있을 것이라 생각하고, 이 ‘살아 있는 화석’을 조사하면 화석 기록에 나타난 생물 종 진화의 단절(missing link)을 메워 진화의 계보를 완성할 수 있을 것으로 기대했다. 이처럼 심해에 대한 관심은 진화와 고생물학의 질문들로 채워졌고, 그 답을 찾기 위해서 1860년대에 몇 차례의 심해 탐사가 시도되었다. 일례로 예전부터 심해 무생물설이 바다 밑 생명의 가능성을 지나치게 제한한다고 생각해 왔던 박물학자 조지 월리치(George Charles Wallich, 1815-1899)는 해저 케이블에 붙은 심해 동물이 발견된 후 심해 생명의 존재를 더욱 확신했고, 해저 케이블을 다시 설치하기 위한 측량 탐사인 불독호(H.M.S. *Bulldog*) 탐사에 동승하여 약 2천 미터 깊이 바다에서 생물의 존재를 확인했다.<sup>17)</sup>

---

16) Scheele, *op. cit.*, pp. 89-106; Eric L. Mills, “Edward Forbes, John Gwyn Jeffreys, and British Dredging before the *Challenger* Expedition,” *Journal of the Society for the Bibliography of Natural History* 8 (1978), pp. 507-536.

17) George C. Wallich, *Notes on the Presence of Animal Life at Vast Depths in*

찰스 와이빌 톰슨도 심해의 고대 생태계에 대한 기대감을 가진 학자 중 하나였다. 에든버러대학 재학 시절 포브스와 함께 연안을 탐사하면서 바다의 자연환경과 동물들을 접한 톰슨은 북아일랜드 벨파스트의 퀸즈 칼리지(Queen's College)에서 박물학을 가르치면서 화석과 멸종 동물 같은 고생물학적 주제에 관심을 가지게 되었다. 1866년, 카펜터와 함께 바다나리(극피동물의 하나)의 화석을 연구하고 있던 톰슨은 노르웨이의 동물학자인 미켈 사스(Michael Sars, 1805-1869)와 그의 아들 게요르그 사스(Georg Ossian Sars, 1837-1927)가 새로 발견한 바다나리가 화석과 유사한 형태를 하고 있다는 소식을 듣고 그들을 방문했다. 사스 부자가 북해 550미터 이상 깊이에서 채집한 동물들이 멸종된 것으로 알려졌거나 종종 화석에서 발견되는 과거 시대의 동물들과 비슷하다는 사실은 심해에 고대 생태계가 존재한다는 가설을 뒷받침해주는 것으로 보였다. 이에 톰슨과 카펜터는 직접 심해 환경을 조사하기 위한 탐사를 계획하고, 정부로부터 배와 예산을 지원받아 1868년과 1869년에 걸쳐 라이트닝호(H.M.S. *Lightning*)와 포큐파인호(H.M.S. *Porcupine*)로 대서양과 유럽 북서쪽 바다를 탐사했다. 이 두 탐사는 약 4천 미터 깊이의 바다에서도 여러 종의 생물들이 서식한다는 사실을 비롯하여, 어느 지역에서든 대체로 균일할 것으로 여겨져 왔던 심해의 수온·수압·지형·생태계와 같은 환경이 사실은 매우 다양하게 나타난다는 것을 발견했다.<sup>18)</sup>

두 탐사가 드러낸 심해의 역동적인 환경은 학계를 열광시켰다. 에드워드 포브스의 동생으로 광물학을 연구한 데이비드 포브스(David Forbes, 1828-1876)는 네이처(*Nature*) 지에서 포큐파인호 탐사 결과는 “최근 수년간 과학계의 주목을 받은 것들 중 가장 중요”한 발견이라고 평가했다. 톰슨은 그 업적을 인정받아 왕립학회의 회원이 되었을 뿐만

---

*the Sea: with observations on the Nature of the Sea Bed, as Bearing on Submarine Telegraphy* (Taylor and Francis, 1860). 해저 케이블에서 발견된 심해 생물에 모아진 당대의 관심에 대해서는 Deacon, *Scientists and the Sea*, p. 298; Rozwadowski, *Fathoming the Ocean*, p. 93.

18) Deacon, *Scientists and the Sea*, pp. 276-305.

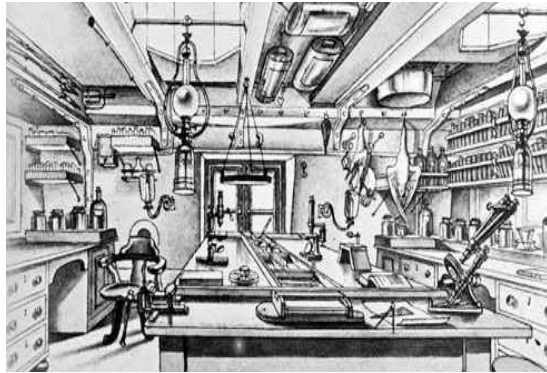
아니라 에든버러 대학의 흄정(欽定, Regius) 교수로 임명되었는데, 이러한 사실은 당시 심해 탐사에 모아진 관심을 잘 보여준다. 그러나 톰슨과 카펜터는 바다 전체의 생태계를 더욱 잘 이해하기 위해서 더 많은 지역을 조사할 필요가 있다는 데에 공감하고, 전 세계를 무대로 한 대규모 해양 탐사를 기획했다. 라이트닝호와 포큐파인호 탐사로 인해 영국이 다른 국가들보다 과학적으로 우월한 입지를 차지했다고 여긴 정부는 해양 탐사가 국력 신장에 기여하는 바가 크다고 판단하여 1872년 4월 해군성을 통해 대규모 탐사를 승인하고, 군함 챌린저호를 탐사선으로 지원했다. 톰슨은 나이와 건강상의 문제로 탐사에 함께 하지 못한 카펜터 대신 챌린저호에서의 과학 활동을 지휘하게 되었다. 심해 생태계의 모습을 확인하고 해저 지형을 정확히 조사할 임무를 받은 챌린저호는 같은 해 12월 출항 준비를 마쳤다.<sup>19)</sup>

챌린저호 탐사는 영국 정부가 바다 연구를 공식적인 임무로 내세운 최초의 해양 탐사였다. 물론 챌린저호는 당시 아직 지도에 기록되지 않았던 허드 맥도널드 제도(Heard and McDonald Islands)를 영국의 영토로 선점하기 위해 주변 바다를 측량하는 등 과학적 활동 외에 전략적 임무를 수행하기도 했다. 그러나 챌린저호 탐사는 다른 어떤 임무보다도 과학자들의 바다 연구가 우선시되었다는 점에서 이전까지의 해양 탐사와 달랐다. 원래 군함이었던 챌린저호는 최대한 과학 활동에 적합하게끔 개조되어, 대포가 대부분 제거되고 배 곳곳에 측심 기계와 채집을 위한 각종 그물망 등의 과학적 기구가 설치되었으며, 자료보관실과 과학자들의 숙소로 쓰일 선실들이 추가되었다. 각각 한 개씩 마련된 화학 실험실과 박물학 실험실[그림 2]은 과학자들의 관장 하에 설계되었고, 측심

---

19) David Forbes, "The Depths of the Sea," *Nature* 1 (1869), pp. 100-101; Royal Society, *Report of the Circumnavigation Committee of the Royal Society: On the Request of the British Admiralty for Suggestions Relative to Scientific Work of the Proposed Expedition of Her Britannic Majesty's Ship "Challenger" Round the World*, Bureau of Navigation, Navy Department (Washington : U. S. Government Printing Office, 1872).

에 사용되는 20킬로미터 이상의 피아노 와이어와 183킬로미터 이상의 로프를 보관할 공간도 마련되었다. 톰슨은 배에서 조지 네어스(George Nares, 1831-1915) 선장과 동등한 지위를 보장받았고, 과학자들의 활동은 해군과 선원들의 작업보다 우선시되었다.<sup>20)</sup>



[그림 2] 챌린저호에 마련된 박물학 실험실 (출처: William J. J. Spry, *The Cruise of H.M.S. Challenger: Voyages over Many Seas, Scenes in Many Lands* (London : Sampson Low, Marston, Searle & Rivington, 1878), p. 10.)

챌린저호 탐사에 참여한 과학자들은 모두 다섯 명이였다. 우선 톰슨은 과학자 팀의 책임자로서 과학 활동 전반을 지휘했다. 동시에 심해저의 생태계에 관심이 많았던 그는 심해 생물 연구에 관여하고 해저 지형과 지질 환경도 자세히 조사했다. 바다에서 채집된 각종 동물들에 대한 자세한 연구는 박물학자이자 동물학자인 헨리 모슬리(Henry Nottidge Moseley, 1844-1891)와 루돌프 폰 빌레모스-쉴름(Rudolph von Willemoes-Suhm, 1847-1875)이 맡았다. 모슬리는 옥스퍼드에서 공부를 마친 뒤 해양 탐사를 다니며 척추동물과 갯지렁이류를 연구하고 있었다. 화학자인 존 뷰캐넌(John Young Buchanan, 1844-1925)은 글래스고 출신으로 글래스고대학을 졸업한 뒤 독일과 프랑스에서도 공부를 한 인물로, 챌린저호에서는 바닷물 및 퇴적물의 성분을 분석하고 그것들이 일으키는 화학작용을 관찰하는 작업을 맡았다. 마지막으로 연안 탐사와 저인망 채집 경험이 풍부했던 머리가 합류하여, 전반적인 채집 작업을 살피고 탐사 중 채집되는 바닷물 및 퇴적물 시료들과 생물들을 표본으로 만들어 관리하는 역할을 맡았다. 이들 과학자는 톰슨이 왕립학회를 통해 해군에 제출한 추천 명단을 토대로 약간의 변경

20) Deacon, *Scientists and the Sea, op. cit.*, pp. 333-335.



을 거쳐 선정되었다.<sup>21)</sup>

모든 준비를 갖춘 챌린저호는 1872년 12월 21일에 출항했다. 이후 3년 반 동안 챌린저호의 과학자들은 총 362개의 관측 지점에서 수심을 재고 퇴적물과 바닷물 그리고 생물들을 채집했으며, 다양한 깊이에서 수온을 측정하고 해류의 속도와 방향을 기록했다. 특히 바다 생물들에 대해 챌린저호 탐사가 밝혀낸 새로운 지식들은 탐사 결과 중에서 가장 많은 주목을 받았다. 챌린저호에서는 화석과 유사한 형태를 한 것들을 포함하여 4천 중 이상의 새로운 동물을 발견했다. 또한 최고 5716미터 깊이까지 생물의 존재를 확인했는데, 이로써 학자들은 포브스의 심해무생물설이 완전히 반증되었다고 보고 어느 깊이에서나 생명이 존재할 수 있다는 가능성을 가늠하게 되었다.<sup>22)</sup>

1876년, 런던왕립학회의 의장을 맡은 조셉 후커(Joseph Dalton Hooker, 1817-1911)는 그 해의 가장 중요한 사건으로 챌린저호의 귀향을 꼽았다.<sup>23)</sup> 그만큼 학계는 챌린저호 탐사에 주목하고 있었고, 영국 정부는 바로 그 결과물을 정리하여 보고서로 만들기 위해 챌린저 위원회(Challenger Committee)를 조직했다. 보고서 작업의 총 지휘는 톰슨이 맡았고, 챌린저 위원회의 사무실은 에든버러에 설치되었다. 톰슨을 따라 에든버러에 돌아온 머리는 그의 수석 조수(first assistant)로 일하면서 탐사에서의 발견을 검토했다.

---

21) William J. J. Spry, *The Cruise of H.M.S. "Challenger" : Voyages over Many Seas, Sces in Many Lands* (Detroit : Craig and Taylor, 1878), pp. 10-11; Deacon, *Scientists and the Sea, op. cit.*, pp. 335-336.

22) 챌린저호 탐사의 경과에 관해서는 Burstyn, "Pioneering in Large-Scale Scientific Organization : The Challenger Expedition and its Report. I. Launching the Expedition"; Deacon, *op. cit.*, pp. 333-336; Daniel Merriman, "Challengers of Neptune : the 'Philosophers'," *Proceedings of Royal Society of Edinburgh* Section B 72 (1972), pp. 17-19; Schlee, *op. cit.*, pp. 107-135; Rozwadowski, *Fathoming the Ocean*, pp. 166-173, 183-184.

23) Joseph D. Hooker, "Anniversary Meeting," *Proceedings of the Royal Society of London* 25 (1876), p. 350.

### 3. 머리의 심해 연구

챌린저호에서 머리는 채집 활동과 채집물을 정리하는 작업과 함께 해저 퇴적물의 성질과 얇은 바다에 서식하는 플랑크톤류의 분포상태, 그리고 산호초의 구조를 조사하는 일을 담당했다. 이 주제들은 모두 당시 과학자들이 호기심을 갖고 있는 것들이었기 때문에 챌린저호 탐사에서 연구 대상에 포함되었고, 챌린저호 탐사 이후 머리의 학문적 행보에서 매우 중요한 역할을 했다. 특히 해저 퇴적물은 챌린저호 탐사 전까지 제대로 연구된 적이 없었기 때문에 챌린저호에서의 머리의 작업은 하나의 새로운 연구 분야를 연 것으로 평가받았고, 머리는 평생 해저 퇴적물에 관한 전문가로서 독보적인 위치를 유지할 수 있었다. 산호초는 다윈과 같은 학자들이 그 기원에 대해 비교적 일찍부터 관심을 가지고 자세히 조사한 지형이었지만, 머리는 산호초 주변의 해저 퇴적물을 조사하는 방식을 통해 기존 이론에 부합하지 않는 새로운 가설을 발표할 수 있었다. 이러한 연구를 하는 과정에서 머리는 플랑크톤과 같은 작은 바다생물의 생장이 퇴적물과 산호초의 형성 및 분포에 영향을 끼친다는 사실을 발견했다. 이 절에서는 퇴적물과 산호초 연구의 내용을 살펴봄으로써, 머리의 초기 심해 연구가 어떻게 해서 해저 지형과 지질구조의 문제와 연결되었는지 알아볼 것이다.

#### 3.1. 해저퇴적물 연구를 통한 대양저 고대성의 확인

해저 퇴적물은 이전부터 수심을 측정하거나 저인망 작업을 하는 과정에서 부수적으로 채집되곤 했는데, 과학자들의 관심을 끈 것은 이 퇴적물을 구성하는 물질이 작은 동물의 껍질과 뼈라는 사실이었다. 동물

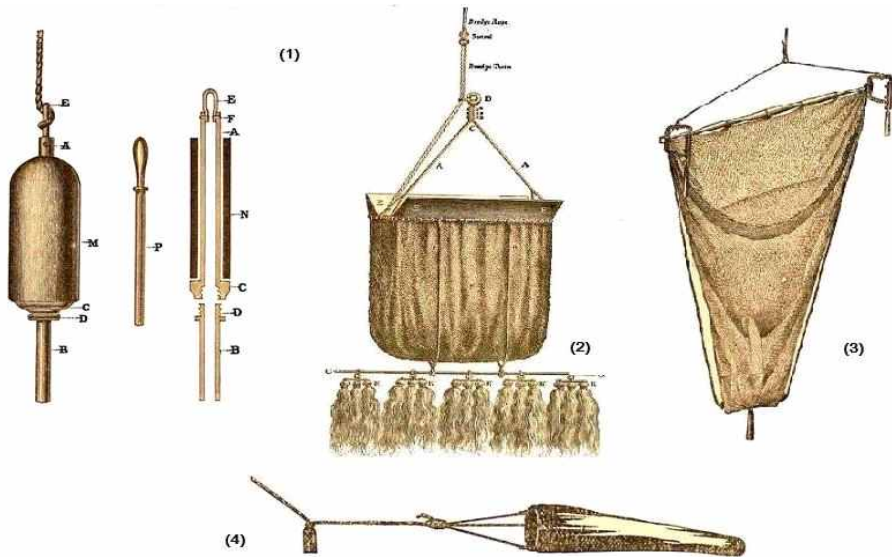
학자들은 이 동물들이 바다 표면이나 중간수역에 서식할지, 아니면 그 잔해가 발견되는 해저 바닥 가까이에 서식할지를 두고 의견이 분분했다. 만약 해저 퇴적물을 이루는 잔해의 주인인 동물들이 정말로 해저 바닥에 산다면, 이는 곧 수백 미터 아래의 깊은 바다에도 생명이 존재한다는 증거가 될 수 있었다. 또한 껍질과 뼈로 이루어진 퇴적층은 육지에서 발견되는 백악과 매우 유사했기 때문에, 톱슨을 비롯한 몇몇 학자들은 심해저에 백악기의 환경이 보존되어 있을 가능성을 점쳤다. 이러한 맥락에서 해저 퇴적물은 심해 생태계와 관련하여 매우 중요한 관심 대상으로 부상했고, 퇴적물이 무엇이고 어떤 규칙에 의해 해저에 분포되어 있는지 등을 조사하는 것이 챌린저호 탐사의 목적 중 하나로 포함되었다.<sup>24)</sup>

챌린저호 탐사에서 해저 퇴적물은 측심기와 몇 가지 종류의 그물망을 사용하여 채집되었다. 퇴적물 채집을 위해 마련된 측심기는 끝에 실린더나 관이 부착되어 해저에 내려졌을 때 소량의 퇴적물을 담도록 개량되었다. 저인망과 트롤망은 심해저에 내려져 해저에 사는 생물들과 함께 퇴적물을 쓸어 담았다. 채집된 퇴적물은 우선 그 색과 형태가 기록되고, 증류수로 씻어 말린 뒤 현미경 관찰과 화학실험을 통해 추가로 분석되었다. 그 밖에 얇은 바다에는 권현망이 내려져 수심 약 200미터 이내에 서식하는 플랑크톤을 채집했다.**[그림 3]**<sup>25)</sup>

탐사 초반에 머리는 권현망을 가지고 얇은 바다에서 유공충의 한 속(屬)인 글로비게리나를 대량으로 채집했다. 그는 석회질로 된 글로비게리나의 껍질과 뼈가 해저 퇴적물에서 발견되는 동물의 잔해와 일치한다는 사실을 확인했다. 해저에 내려진 저인망에서는 글로비게리나가 채집되지 않았기 때문에, 머리와 챌린저호의 과학자들은 해저 퇴적물이 표층수에 사는 글로비게리나가 죽어서 생긴 잔해가 바닥에 퇴적된 것이

24) Charles Wyville Thomson, "The Challenger Expedition," *Nature* 14 (1876), p.493.

25) John Murray, "Preliminary reports to Professor Wyville Thomson, F.R.S., Director of the civilian staff, on work done on board the Challenger," *Proceedings of the Royal Society* 24 (1876), pp. 471-544.



[그림 3] 챌린저호에서 사용된 일부 도구들. (1) 측심기의 끝부분 : 일반적인 측심기를 뷰캐넌이 개조한 것으로, 크고 굵은 금속 추의 무게 때문에 관이 해저면에 꽂히게 되면 그 관의 텅 빈 내부로 소량의 해저퇴적물이 들어온다. 중앙의 도구는 이렇게 관 안에 끼인 퇴적물을 빼내는 데 사용되었다. (2) 저인망 : 해저 바닥에 서식하는 생물과 토양을 쓸어 담는 망으로, 입구가 쇠로 만들어져 있다. 끝에 달린 천이나 솔은 미세한 입자나 미생물들을 채집하기 위한 것이다. (3) 트롤망 : 입구의 한 쪽이 금속 봉으로 고정되어 있는 망으로, 깊은 바다의 동물 및 퇴적물을 채집하는 데 사용되었다. (4) 권현망(tow-net) : 저인망이나 트롤망을 내리는 로프, 또는 선체 아래쪽에 부착되어 얕은 바다나 중간 수역에 서식하는 동물들을 채집하는 용도로 쓰였다. (그림 출처 : Murray and Renard, *Deep-Sea Deposits* (1891), pp. 2-10).

라고 확신했다. 그러나 탐사가 계속되고 챌린저호가 보다 깊은 바다로 나아갈수록, 글로비게리나 잔해 퇴적층의 특징인 하얀 석회질 성분이 점차 사라지고 규소 성분으로 이루어진 퇴적물이 나타났다. 머리는 이 지역 약 2000미터 깊이 수역에 규질 골격을 가지고 있는 방산충이 서식하는 것을 발견하고, 이 퇴적물은 글로비게리나가 아니라 방산충의 잔해라고 생각했다. 그러나 표층수에서는 여전히 글로비게리나가 풍부하게 채집되었으므로, 머리와 톰슨 그리고 챌린저호의 화학자 뷰캐넌은 석회질이 탄산에 의해 용해된다는 사실을 근거로 하여 수심이 깊어질수록 해수

에 녹아 있는 탄산의 농도가 진해져 석회질로 되어 있는 글로비게리나의 잔해를 용해하기 때문에 표층수 생물과 해저면 잔해 간의 불일치가 나타난다고 추측했다. 그 밖에도 심해저에는 익족류나 규조류 등 해당 지역 중간수역에 서식하는 플랑크톤의 잔해로 이루어진 퇴적물이 깔려 있다는 것이 관찰되었다. 또한 약 3500미터가 넘는 아주 깊은 바다에서는 생물의 흔적이 거의 없이 화산분출물과 금속 물질이 주성분인 붉고 고운 점토질의 퇴적층이 발견되었다.<sup>26)</sup>

머리는 이 다양한 종류의 해저 퇴적물을 형태적 특징과 주성분에 따라 분류하고 명명했다. 동물플랑크톤의 잔해로 이루어진 유기물 퇴적물은 부드러운 진흙인 연니(軟泥, ooze) 형태로 해저에 깔려 있었으며, 각 시료에서 그 파편이 가장 많이 발견되는 생물의 이름을 따 각각 글로비게리나 연니, 방산충 연니, 규조류 연니 등으로 분류되었다. 대륙과 가까운 바다에서는 암석 물질과 같은 대륙성 파편이 발견되었는데, 이 파편은 대륙으로부터 약 230km 떨어진 지점에서부터 점점 없어지다가 깊은 바다에서는 자취를 감추었다. 이에 따라 머리는 이러한 대륙성 파편을 포함하고 있는 비교적 얇은 바다의 해저 퇴적물은 해안 퇴적물(shore deposit)로, 포함하지 않는 나머지를 심해 퇴적물(deep-sea deposit)로 분류했다. 해안 퇴적물은 대륙성 파편의 종류에 따라 구분되었고, 그 형태적 특징을 기준으로 청니(靑泥, blue mud), 녹니(綠泥, green mud), 녹사(綠砂, green sand), 적니(赤泥, red mud)로 명명되었다. 심해 퇴적물에는 유기 퇴적물과 함께 가장 깊은 바다 밑에서 발견된 적갈색의 퇴적층인 적점토(red clay)가 포함되었다.<sup>27)</sup>

이처럼 해저 퇴적물을 관찰하고 분석하는 과정에서 머리는 해안 퇴적물과 심해 퇴적물 사이에 나타나는 뚜렷한 이질성에 주목했다. 대륙성 파편이 아주 제한된 지역에서만 발견되고 깊은 바다에서는 눈에 띄지 않는다는 사실은 해안 퇴적물과 심해 퇴적물이 서로 섞인 적이 없다는

---

26) Thomson, *op. cit.*, pp. 493-494.

27) Murray, "Preliminary reports," pp. 471-473.

증거였고, 이는 머리로 하여금 지구의 표면이 처음 굳어진 이래로 지각은 대륙과 바다가 뒤바뀌는 등의 큰 변화를 겪은 적이 없을 것이라고 추측하게 했다. 특히 적점토에서 드러난 대양저의 몇 가지 특징은 대양 분지가 아주 오랜 시간 동안 변화를 거의 겪지 않았음을 암시했다. 적점토는 대체로 해저 전체에 깔려 있지만, 얕은 바다에서는 다른 심해 퇴적물에 덮여 있어 여러 다른 퇴적층의 맨 밑에서 소량만이 채집되거나 발견 자체가 어려운 경우가 많았다. 반면 아주 깊은 바다에서는 적점토 위에 다른 퇴적물이 거의 퇴적되지 않아 아주 넓은 지역에서 적점토를 관찰할 수 있었다. 이를 통해 머리는 적점토가 퇴적물 중 가장 오래 전에 형성되었기 때문에 가장 바닥에 퇴적되었다고 짐작했다. 뿐만 아니라 적점토에서는 이미 멸종한 것으로 보이는 고래와 상어 종류의 귀 뼈나 상어 이빨 화석이 발견되었다. 이러한 사실들은 머리로 하여금 적점토가 아주 오래 전에 형성되었을 가능성을 더욱 신뢰하게 했다.<sup>28)</sup>

탐사가 끝난 뒤 머리는 1878년 챌린저호 탐사 예비 보고서를 통해 이상의 내용을 발표했다. 이전까지 해저퇴적물에 대한 체계적인 연구가 드물었던 데다, 심해 퇴적물의 경우 챌린저호에서 처음으로 채집되었던 만큼 머리의 보고서는 심해 퇴적물의 성질과 형성 과정 및 분포상태에 대한 최초의 합리적인 설명으로 평가받았다. 톰슨은 『네이처』에서 챌린저호의 여정을 간략히 정리하면서, 과학적 성과 중에서는 가장 먼저 해저 퇴적물 조사 내용을 집중적으로 소개했다. 특히 적점토는 토머스 헉슬리(Thomas Henry Huxley, 1825-1895)에 의해 “엄청난 수수께끼”라고 표현되는 등, 그 기원과 관련하여 가장 많은 궁금증을 불러일으켰다. 이러한 관심이 모아지자 머리는 1877년 6월에 런던에서 열린 동물학회 모임에서 적점토와 함께 채집된 고대의 상어 및 고래의 뼈와 이빨 등을 전시하기도 했다.<sup>29)</sup>

28) *Ibid.*, pp. 519-532.

29) Thomson, *op. cit.*, pp. 493-494; Thomas H. Huxley, “Dinner to the ‘Challenger’ Staff,” *Nature* 14 (1876), p. 239; “Societies and Academies,” *Nature* 16 (1877), p.219. 머리의 해저퇴적물 연구에 대한 긍정적인 반응에 대해서

머리의 해저퇴적물 연구는 챌린저호 탐사 이후에 본격적으로 진행되었다. 머리는 1878년부터 벨기에의 지질학자이자 광물학자인 알폰스 르나르(Alphonse Francois Renard, 1842-1903)와 함께 퇴적물 연구를 시작했다. 브뤼셀 왕립 자연사박물관의 큐레이터였던 르나르는 머리의 퇴적물 분석 작업을 돕기 위해 틸슨에 의해 에든버러로 초청되었다. 머리와 르나르는 챌린저호 탐사는 물론, 당시 진행된 여러 해양 탐사로부터 다양한 지역과 수심에서 채집된 퇴적물을 전달받아 자세히 분석했다. 그 중에서도 머리와 르나르가 특히 관심을 가진 것은 적점토에서 발견되는 대량의 화산분출물과 금속 성분이었다.<sup>30)</sup>

해저퇴적물에 화산물질이 포함되어 있다는 것은 이전부터 잘 알려진 사실이었고, 그 기원에 대해 학자들은 일반적으로 화산분출물이 식어 굳어진 암석이 분쇄되어 과도나 해류에 쓸려 바다 밑에 쌓인 것이라고 해석했다. 그러나 머리와 르나르는 현미경을 통해 심해저 화산물질의 대부분이 유리질의 부석과 다공성(多孔性)의 스킨리아<sup>31)</sup>라는 물질로 이루어져 있음을 관찰하고, 이것이 암석이 분쇄되어 만들어졌다고 보기는 어렵다고 생각했다. 그들은 화산이 폭발할 때 지각 아래에 있는 뜨거운 액체(마그마)가 분출함에 따라 그 안에 이미 포함되어 있던 유리질이 대기를 통과하면서 빠르게 식으면서 형성된다고 주장했다. 이러한 화산물질의 기원으로는 양도(洋島, 지질적으로 대륙과 무관하게 대륙붕 위에

---

는 Herdman, *op. cit.*, p. 60.

30) Guy T. Houvenaghel, "Belgium at the Early Development of Modern Oceanography, Including a Note on A. F. Renard," in *Oceanography : The Past*, Mary Sears and Daniel Merriman eds. (Berlin : Springer-Verlag, 1980), pp. 675-680.

31) 스킨리아(scoria): 화산 쇄설물의 일종으로 특유한 외형을 나타내고 다공질의 내부 구조를 이루고, 검은색이나 암갈색을 띠며, 암재·용암재라고도 한다. (출처: 지구과학 사전, (사)한국지구과학회, 2009.8.30, 북스힐.

<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=571&docId=979825&mobile&categoryId=3299>

(2013년 3월 10일 최종 접속.)

때 있는 섬)나 해저에 위치한 화산이 지목되었다. 이는 1883년에 폭발한 크라카토아(Krakatoa) 화산의 분출물과 심해저 화산물질의 성분이 거의 일치한다는 사실에 근거를 두고 있었다. 인도네시아 열도에 위치한 크라카토아 섬은 태고에 폭발한 해저 화산의 칼데라와 3개의 화산섬으로 이루어져 있는데, 1883년에 역사상 기록적인 대폭발이 일어나 엄청난 양의 화산물질이 분출되었다. 여기에서는 화산 분출물 특유의 유리질과 다공성 물질이 발견되었고, 이는 심해퇴적물의 화산물질을 이루는 성분과 거의 일치했다. 대륙 화산에서 분출된 물질의 경우, 대륙성 파편이면 바다까지 쓸러가지 않는 것처럼 파도나 해류만으로는 육지에서 분출된 화산재가 먼 바다까지 운반되기 어렵다고 생각한 머리는 가장 작고 고운 소량의 입자만이 멀고 깊은 바다에 퇴적될 수 있다고 여겼다. 이러한 분석 결과는 심해저에서 발견되는 화산물질은 대양 분지가 대륙성 파편과는 무관한 성분으로 이루어져 있다는 점을 입증해 주었다.<sup>32)</sup>

화산분출물과 함께 적점토에서 많이 발견된 금속 성분은 우주에서 기원했다는 것이 드러났다. 이는 심해퇴적물에서만 발견되는 두 종류의 독특한 소구체가 운석에서 발견되는 것과 동일한 금속 성분으로 이루어져 있다는 사실로부터 알 수 있었다. [그림 4] 하나는 겉면이 윤이 나는 검은 색으로 코팅된 작은 소구체로, 머리와 르나르는 화학 실험을 통해 이것이 자연철 또는 코발트-니켈 등 운석을 이루는 대표적인 성분으로 이루어져 있다는 것을 발견했다. 검고 윤이 나는 겉면 코팅은 산화철로 이루어져 있는데, 이것 역시 운석에



[그림 4] (左) 남태평양 약 4350m 깊이에서 발견된 검은 구체. (右) 남태평양 약 6405m 깊이에서 발견된 콘드롤의 일종. J. Murray and A. F. Renard, "On the Microscopic Characters of Volcanic Ashes and Cosmic Dust, and their Distribution in the Deep Sea Deposits," (1884) p. 491, 493.

32) John Murray and Alphonse F. Renard, "On the Microscopic Characters of Volcanic Ashes and Cosmic Dust, and their Distribution in the Deep Sea Deposits," *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 12 (1883-1884), pp. 476-488.



서 많이 발견되는 특징으로 지구로 떨어지던 운석이 대기층에서 연소하면서 철 성분이 산화되어 만들어지는 것이었다. 또 다른 소구체는 검은 코팅의 소구체보다 약간 크고, 황갈색으로 윤이 나며, 그 표면은 여러 겹의 박막으로 이루어져 있었는데, 이는 운석에서 가장 많이 발견되는 대표적인 물질로 알려져 있던 콘드룰<sup>33)</sup>이었다. 머리와 르나르는 이러한 우주기원 물질이 먼 과거에 바다로 떨어졌고, 환경의 변화가 적은 심해저에 오랜 시간 동안 머무르면서 바닷물의 침식 작용으로 인해 서서히 둥근 모습이 되었으며, 별다른 성분상의 변화 없이 보존되었다고 생각했다. 이는 곧 심해저가 아주 이른 지질 시대부터 큰 변화를 겪지 않았다는 생각을 뒷받침해주는 것이었다.<sup>34)</sup>

### 3.2. 산호초 연구를 바탕으로 육지의 침강설 비판

챌린저호 탐사 이전에 자세한 연구가 전무했던 해저퇴적물과 달리, 산호초는 이미 지질학자들의 중요한 연구 주제였다. 특히 태평양 적도 부근에 군락을 형성하고 있는 산호초들은 학자들로 하여금 대륙과 멀리 떨어진 곳에서 무엇을 기반으로 삼아 산호가 자랄 수 있었는지, 고리 모양의 환초는 어떤 원리에 의해 생겨나는지 등 많은 질문을 떠올리게

---

33) 콘드룰(chondrule): 콘드라이트 내에 들어 있는 작고 둥근 입자. 일반적으로 지름이 약 1mm이며, 주로 규산염광물인 감람석과 휘석으로 구성된다. 콘드룰은 행성이 형성되기 이전에 우주 공간에서 분산되고 용융된 작은 방울로 고온에서 형성된 후 고화되고 뭉쳐서 구립상 덩어리를 형성한 것으로 믿어진다. 그 구체적 형성과정은 아직 잘 이해되지 못하고 있으나, 이미 존재하고 있던 먼지 입자 또는 미행성들이 고속으로 충돌할 때 높은 에너지에 의해 용융되어 작은 방울로서 튀어나간 후 급격히 냉각되고 결정화되어 생성된 것으로 추정된다. (출처: 해양과학대사전 한국해양학회편, 2005.10.7. 아카데미서적.

<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=570&docId=373857&mobile&categoryId=1305>. 2013년 3월 10일 최종 접속.)

34) Murray and Renard, "On the Microscopic Characters of Volcanic Ashes and Cosmic Dust, and their Distribution in the Deep Sea Deposits," pp. 488-495.

했고, 이와 관련하여 영국에서는 1842년에 처음 발표된 다윈의 가설이 가장 권위 있게 받아들여져 있었다. 그런데 머리가 챈린저호에서의 관찰과 분석을 통해서 도출한 결론은 다윈의 가설에 부합하지 않았다. 때문에 머리의 산호초 연구 결과는 1880년 에든버러 왕립학회에서 발표되면서 많은 비판을 받았고, 산호초를 둘러싼 논쟁 속에서 머리는 다윈이라는 거물에 도전한 신진 학자로 학계에서 회자되었다.

쟁점은 환초가 형성되는 원리에 대한 다윈과 머리의 가설 사이의 갈등에 있었다. 다윈은 1831년부터 1836년까지 진행된 비글호(H.M.S. *Beagle*) 탐사에서의 관찰을 토대로 하여 환초가 다음과 같은 과정을 거쳐 만들어진다고 주장했다. 먼저 산호 포자가 섬의 해안가로 떠내려 왔다가 섬의 가장자리를 따라 자라난다. 이 섬은 지각의 운동에 의해 오랜 세월을 걸쳐 조금씩 바다 밑으로 가라앉게 되는데, 이에 따라 바닷물이 섬 안쪽으로 흘러들어가 초호가 만들어진다. 섬이 완전히 가라앉으면 산호만이 해수면 위로 노출되어 띠 모양의 환초가 형성된다.[그림5]<sup>35)</sup>

다윈이 이러한 가설을 세울 당시에는 따뜻하고 얕은 바다에서 자란 산호만이 발견되었으므로, 산호초가 만들어지기 위해서는 우선 깊이 얕은 바다에 산호가 자랄 수 있는 기반이 있어야 한다고 여겨졌다. 따라서 대륙과 멀리 떨어져 있는 태평양 적도의 산호초는 지금은 바다에 가라앉아 보이지 않는 섬을 기반으로 자랐다고 생각되었다. 그러나 챈린저호 탐사는 심해 저인망 채집을 통해서 비교적 깊은 바다에서도 산호가 자란다는 사실을 확인했다. 또한 머리는 산호초 주변의 해저 퇴적물을 채집하여 조사한 결과, 그 대부분이 암석 물질보다는 화산분출물과 동물 플랑크톤의 잔해로 보이는 석회질로 이루어져 있다는 사실을 발견하고 다음과 같이 추론했다. 첫째, 산호초는 육지가 아니라 과거 화산활동으

35) Charles Darwin, *The Structure and Distribution of Coral Reefs* (London : Smith, Elder and Co., 65, Cornhill, 1942). 다윈의 산호초 연구에 관해서는 Brian Roy Rosen, "Darwin, Coral Reefs, and Global Geology," *BioScience* 32 (1982), pp. 519-525; Schlee, *op. cit.*, pp. 158-159.

로 인해 솟아오른 해저 언덕을 기반으로 만들어진다. 둘째, 산호초는 파도를 타고 떠내려 오는 동물플랑크톤을 영양분으로 섭취한다. 이를 바탕으로 머리는 환초가 형성되는 과정을 다음과 같이 설명했다. 해수면에 가깝게 솟아오른 해저 언덕에 산호가 자라 산호초가 형성된다. 바람이 불어오는 쪽의 산호는 영양분인 동물플랑크톤을 풍부하게 공급받아 빠르게 성장하지만, 안쪽의 산호는 가장자리 산호에 의해 영양 공급이 차단되어 느리게 성장하거나 점차 죽어 없어진다. 그렇게 생긴 빈 공간에 바닷물이 들어오면서 초호가 생기는데, 산호가 점차 바깥쪽을 향해 자라고 안쪽 산호는 죽는 과정이 반복되면서 초호가 확장되어 결국엔 가장자리에만 산호만 남은 환초가 형성된다. 또한 죽은 산호는 계속해서 바다 밑에 퇴적되어 산호질 석회암을 형성하게 된다.[그림5]<sup>36)</sup>

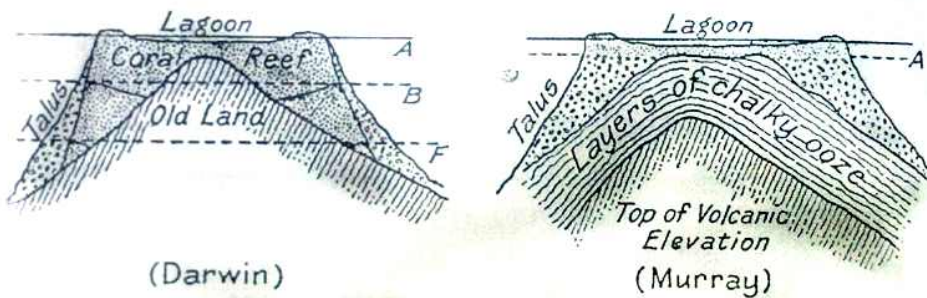


FIG. 11.—THEORIES OF THE FORMATION OF CORAL ATOLLS.

[그림 5] 다윈과 머리의 환초 형성 가설을 설명한 그림. 다윈의 가설을 설명한 첫 번째 그림은 시간이 흘러 섬이 점차 바다 아래로 가라앉으면서 산호가 섬의 높이와 비교했을 때 (F)-(B)-(A)의 높이로 자란다는 것을 보여준다. 머리의 가설을 설명한 두 번째 그림은 산호초의 기반이 해저화산과 동물플랑크톤 잔해의 퇴적층이라는 것을 잘 드러낸다. (출처: W. A. Herdman, *Founders of Oceanography and Their Work*, p. 204.)

머리는 다윈이 섬의 침강이라는 전제에 의존하고 있다는 점을 집중적으로 비판했다. 그는 환초의 형성 과정을 설명하는 데 있어서 침강 운동은 초호의 존재를 설명하기 위해 동원된 것으로, 심해에서 육지

36) John Murray, "On the Structure and Origin of Coral Reefs and Islands", *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 10 (1880), pp. 505-518.

가 침강했다는 증거를 발견할 수 없었다고 주장했다. 반면 직접 해저 퇴적물을 관찰하여 세워진 자신의 가설은 육지의 침강이라는 무리한 전체에 의존할 필요 없이 환초의 형성을 설명할 수 있음을 강조했다.<sup>37)</sup>

그러나 다윈의 가설은 이론적 완성도가 높고 단순해서 이해하기 쉬우며, 육지가 침강한다는 당대 일반적인 인식에 부합한데다가, 다윈이라는 학자의 명성까지 더해져 머리의 비판으로 인해 쉽게 손상되지는 않았다. 머리의 주장이 가지고 있는 가장 큰 약점은 바로 그것이 환초의 형성에 관한 하나의 대안적 설명에 불과할 뿐, 다윈 가설의 유효성을 손상시키지 못한다는 것이었다. 일례로 고생물학자이자 지질학자였던 존 가드너(John Starkie Gardner, 1844-1930)는 머리의 주장이 일리는 있지만 육지의 침강이 불가능하다는 사실을 입증한 것은 아니기 때문에 다윈의 가설을 완전히 무력화시킬만한 힘은 가지지 못한다고 지적했다. 미국 예일대 지질학과 교수였던 제임스 데이너(James Dwight Dana, 1813-1895)는 머리의 가설 역시 관찰 증거가 완벽한 것은 아니며, 다윈 가설이 요구하는 침강은 머리의 주장에 담긴 그 어떤 사실로도 반박되지 않았기 때문에 다윈의 가설은 환초와 산호초의 기원에 대한 설명으로 여전히 유효하다고 주장했다.<sup>38)</sup>

그럼에도 불구하고 적지 않은 학자들이 다음의 두 가지 이유로 머리의 가설을 지지했다. 하나는 이전까지 육지의 침강만으로는 그 구조

---

37) Murray, "On the Structure and Origin of Coral Reefs and Islands", pp. 515-518.

38) John Starkie Gardner, "Elevation and Subsidence," *Nature* (1883), p. 489; James Dwight Dana, "Origin of Coral Reefs and Island," *American Journal of Science* 30 (1885), pp. 89-105, 169-191. 머리의 가설이 받아들여지지 않은 데에는 물론 그 가설에 허점이 많았다는 이유도 있었다. 특히 문제가 된 것은 바닷물이 석회질을 용해하는 작용에 대한 모순된 설명이었다. 머리에 따르면 산호초의 중심부에는 영양 공급이 부족하여 죽은 산호가 쌓이는데, 이것이 바닷물에 의해 용해되면서 초호가 생긴다. 머리의 가설을 비판한 자들은 죽은 산호를 용해할 정도로 강력한 바닷물이 화학 작용이 어째서 산호초의 기반을 이루는 유기 퇴적물의 석회물질에는 아무런 영향도 끼치지 않는지를 문제 삼았다. 환초에 대한 머리의 가설을 둘러싼 당대 학계의 반응에 대해서는 Schlee, *op. cit.*, p. 162-163; Deacon, "The *Challenger* Expedition and Geology," pp. 148-150.

와 형성 과정을 설명하기 어려웠던 지형을 머리의 가설을 통해서 설명할 수 있다는 점이다. 피지 섬의 경우 거초(섬이나 육지 주변에 붙어서 발달하는 산호초로, 산호초 중 가장 단순한 형태)와 보초(해안에서 약간 떨어진 바다에 있는 산호초) 그리고 환초 모두를 한 지점에서 관찰할 수 있는데, 섬이 침강하면서 거초가 환초로 바뀌게 된다는 다윈의 가설로는 이러한 지형이 형성된 과정을 설명하기 어려웠다.<sup>39)</sup> 거의 전역이 산호로 뒤덮여 있는 플로리다 키스(Florida Keys) 제도의 예도 마찬가지였다. 미국의 의사이자 지질학자인 조셉 르 콩트(Joseph Le Conte, 1823-1901)는 키스제도에서는 육지가 바다 아래로 가라앉아 사라진 흔적을 찾을 수 없으며, 오히려 죽은 산호가 계속해서 퇴적됨에 따라 제도의 길이가 연장된다고 하며 머리의 가설이 더 적절한 설명을 제공한다고 주장했다.<sup>40)</sup>

다른 하나는 머리의 가설이 심해에서 직접 채집하여 분석한 관찰 증거를 바탕으로 두고 있다는 점이다. 다윈 가설이 육지의 침강이라는 단순하고 불분명한 전제에 의존한다는 사실에 불만을 가지고 있던 학자들은 이러한 전제를 불필요하게 만드는 머리의 가설에 주목했다. 아치볼드 기키는 다윈의 가설이 이론적으로 훌륭하고 지금까지 충분한 설명을 제공해 왔지만, 새로운 증거를 통한 대안적 설명이 제시된 이상 이것만이 유일한 완벽한 이론이라고 할 수 없다며 머리의 가설을 진지하게 고려해야 한다고 주장했다. 미국의 동물학자 알렉산더 아가시(Alexander E. Agassiz, 1835-1910)는 챌린저호 탐사의 결과물을 정리하기 위해 톰슨으로부터 초청되어 머리와 함께 작업을 하다가 환초 형성에 대한 그의 가설을 듣게 되었다. 환초와 같은 지형이 다윈이 제시한 것처럼 단순한 이론에 따라 일괄적으로 형성될 리 없으며, 복수의 작용이 얽혀 만들어질 것이라고 믿었던 그는 머리의 가설이 그 복잡한 작용 중 하나를 설명해 주는 것이라고 생각했다. 또한 아가시는 머리가 다윈

39) "Societies and Academies," *Nature* 22 (1880), pp. 23-24.

40) Joseph Le Conte, "Coral Reefs and Islands," *Nature* 22 (1880) pp. 558-559.

의 가설이 가진 이론적인 완성도에 의지하지 않고 오로지 관찰 증거를 바탕으로 자신의 가설을 도출했다는 점에서도 그의 가설을 신뢰했다.<sup>41)</sup>

이처럼 산호초에 대한 머리의 연구는 다윈의 가설을 완전히 무력화시키지는 못했지만, 환초의 형성 과정을 설명하는 데에 있어서 그것이 미진했던 부분을 보완함으로써 지지를 얻었다. 또한 다윈 가설이 워낙 권위 있게 받아들여져 있었기 때문에, 이에 대한 머리의 비판은 많은 학자들의 관심을 모으고 머리의 심해 연구가 많이 알려지는 데 일조했다. 무엇보다도 머리에게 있어서 환초에 관한 그의 가설은 심해퇴적물을 분석하여 이끌어낸 결론, 즉 현재의 대양 분지가 과거에 육지였던 적이 없다는 결론과 일관된다는 점에서 중요했다. 환초는 육지의 침강을 배제한 채 플랑크톤의 성질과 바닷물의 화학작용 그리고 산호초 지역 해저면의 상태를 근거로 설명될 수 있었던 것이다. 다시 말해 머리는 환초 가설을 세움으로써 위와 같은 생각이 유효함을 어느 정도 확인할 수 있었고, 이는 그가 대양 분지에 대한 그의 생각을 지질현상 일반에 대한 하나의 가설로 발전시키는 중요한 바탕이 되었다.<sup>42)</sup>

---

41) Archibald Geikie, "The Origin of Coral-Reefs," *Nature* 29 (Nov. 29, 1883), pp. 107-110, 124-128; Schlee, *op. cit.*, p. 164-166.

42) John W. Judd's letter to Prof. Huxley (1887. 10. 10.). Thomas Henry Huxley, "An Episcopal Trilogy," (1887) in *Collected Essays Volume 5 : Science and Christian Tradition* (New York : D. Appleton and Company, 1902), pp. 157-159에서 재인용. [<http://www.gutenberg.org/ebooks/15905>] 1887년과 1888년에 걸쳐 제 8대 아가일 공작이었던 조지 캠벨(George Campbell, 8th Duke of Argyll, 1823-1900)은 머리의 환초 형성 가설이 그에 합당한 주목을 받지 못하고 있음을 지적하며, 과학자들이 다윈이라는 거물의 가설만을 맹신하여 신진 학자의 주장에 귀를 기울이지 않고 있다고 비난했다. 이에 지질학자 존 주드(John Wesley Judd, 1840-1916)는 토머스 헉슬리에게 보내는 편지에서 1880년 머리의 연구가 처음 발표된 이후 영국의 알렉산더 그린(Alexander Henry Green, 1832-1896), 조셉 프레스트위치(Joseph Prestwich, 1812-1897), 제임스 기키(James Geikie, 1839-1915)와 프랑스의 알베르 드 라파랑(Albert Auguste Cochon De Lapparent, 1839-1908), 독일의 카를 크레드너(Carl Hermann Credner, 1841-1913) 그리고 미국의 테이너와 아가시까지 각국의 저명한 지질학자들이 머리의 가설을 심도 있게 다루었다는 사실을 통해 머리의 가설이 많은 관심을 받고 있다는 사실을 보이며 아가일 공작의 비난에 반박했다. 이와 관련해서는 David R. Stoddard, "The Duke, The Professors, and the Great Coral Reef Controversy of 1887-1888," *Earth*

## 4. 대양 분지의 영구설과 머리의 해양학 (oceanography)

### 4.1. 영구설 논쟁과 일반화의 한계

머리는 1885년에 열린 영국과학진흥협회 회의에서 켈린저호 탐사 이후 진행된 심해 연구 내용을 발표했다. 여기에서 그는 탐사에서 새롭게 발견된 동물들, 수온과 수압분포 등을 소개한 뒤, 마지막으로 해저 퇴적물과 산호초 분석을 통해 대양 분지가 “지구의 표면 중에서 가장 변화가 없었던 지역”임이 드러났다고 주장했다.<sup>43)</sup>

머리의 주장은 대륙과 대양 분지가 지표면이 처음 굳어졌을 때 형성된 지형이며, 이 두 지형이 전환되는 대규모 수직 운동은 일어난 적이 없다는 내용을 골자로 했다. 이는 심해 퇴적물 연구를 통해 관찰한 다음의 사실들로 뒷받침되었다. 첫째, 대양저에서 대륙성 파편과 같은 육지의 흔적을 찾아볼 수 없다. 둘째, 대양저에 깔린 퇴적물들에서는 아주 이른 지질 시대에 형성된 뒤 쪽 심해에 보존되어 온 것으로 보이는 성분들이 발견되었다. 그러나 이는 과거에 지각 전체가 어떤 변화도 없이 계속 같은 상태를 유지해 왔다는 주장은 아니었다. 일례로 머리는 해안가나 비교적 얇은 바다의 땅은 지구 내부의 열이 지표면에 힘을 가할 때 소폭으로 진동할 수 있다며 육지에서 종종 바다생물의 화석이나 바닷물의 흔적이 남아 있는 퇴적층이 발견되는 이유를 설명했다. 다만 영구설은 현재 대양저가 과거에 대륙이나 섬과 같은 육지였을 가능성만을 완전히 부정했다. 즉 머리는 지질현상을 설명하는 어떤 거대한 원리를 제

---

*Science History* 7 (1988), pp. 90-98.

43) John Murray, “The Great Ocean Basins,” *Nature* 32 (1885), p. 613.

시했다기보다는, 당대 지질현상을 연구하는 학자들의 대부분이 대륙과 대양저의 전환을 전제하는 경향에 반론을 내놓은 것이었다고 할 수 있다.

대륙이 바다 밑으로 가라앉고 바다가 육지로 솟아오른다는 발상은 당시 자연에서 볼 수 있는 여러 증거들을 바탕으로 형성되었다. 육지에서 발견되는 해양성 퇴적층 및 퇴적암은 그 대륙 또는 섬이 과거에 바다 밑에 있었다는 증거로 생각되었다. 또 다른 예로, 한 지역에서 과거에 번성했던 생물의 화석이 갑자기 자취를 감추거나 남아메리카와 아프리카 대륙처럼 멀리 떨어져 있는 곳에서 유사한 화석이 이어지는 등 화석의 분포상태에서 나타나는 단절은 육지가 바다 밑으로 가라앉았음을 암시했다.<sup>44)</sup>

스코틀랜드 출신의 지질학자 찰스 라이엘(Charles Lyell, 1797-1875)은 이탈리아 나폴리의 오래된 신전에서 바닷물에 잠긴 흔적이 있는 기둥 몇 개를 발견하고, 지각이 수직으로 운동하되 기둥이 파손되지 않을 정도로 아주 서서히 오랜 시간에 걸쳐 움직인다고 추측했다. 그는 역시 스코틀랜드 출신인 제임스 허턴(James Hutton, 1726-1797)이 정립한 동일과정설(uniformitarianism)을 계승하여 이러한 지각의 수직 운동이 일정한 패턴을 따라 순환하며 영원히 발생한다고 생각했다. 동일과정설은 자연이 단순한 법칙으로 움직이는 완전한 존재라는 믿음 하에, 지질현상은 같은 패턴으로 무한히 순환되므로 현재의 변화를 관찰함으로써 과거의 변화도 알 수 있다는 주장을 담고 있었다. 이처럼 영원히 계속되는 지질현상을 설명하기 위해 동일과정설에서는 지구의 내부에서 지각 운동을 일으키는 뜨거운 열이 무한히 생성된다고 전제되었다. 라이엘에 따르면 육지의 여러 곳에서 발견되는 바다의 흔적은 대륙과 대양 분지가 전환된 적이 있다는 증거이며, 이러한 전환도 자연의 순환에 따라 영원히 반복적으로 일어나는 '동일과정'의 일부였다. 라이엘은 이러한 변화가 사람이 체감하지 못할 정도로 느린 속도로 진행된다고 생각했

---

44) Schlee, *op. cit.*, pp. 139-169.



는데, 다윈은 이로부터 영향을 받아 지금 관찰 가능한 환초는 땅이 서서히 가라앉았다가 솟아오르기를 반복하는 가운데 침강하는 단계에서 형성된 것이라고 추측했다. 동일과정설은 1830년에 나온 라이엘의 『지질학 원리』(Principles of Geology)가 널리 읽히면서 19세기 중반에 큰 지지를 받았다. 특히 자연은 느린 속도로 변화하며, 이러한 변화가 일어나기 위해서는 지구의 수명이 충분히 길어야 한다는 인식은 라이엘 이후 지질학의 기본 전제가 되었다.<sup>45)</sup> 그러나 동일과정설은 용기와 침강이 일어나는 이유나 원리를 충분히 설명하지 않았으며, 지구 내부에서 나오는 무한한 열과 에너지의 개념이 뜨거운 것은 반드시 식는다는 일상적인 경험과 모순되어 설득력이 떨어졌다. 결국 1860년대에 이 무한한 에너지 개념이 반박되고 지구의 수축설(contraction theory)이 지지를 얻으면서, 동일과정설의 핵심인 영원하고 순환적인 자연현상의 발생은 그 설득력을 잃었다.<sup>46)</sup>

지구의 수축설은 에너지의 점진적인 상실을 가정하고, 지질현상이 일어나는 원인과 과정에 대한 나름대로 합리적인 설명을 내놓아 많은 지지를 얻었다. 이에 따르면 지구 내부의 열은 시간이 흐름에 따라 점차 지표면 밖으로 빠져나가고, 이로 인해 지구의 중심부부터 냉각이 시작되

---

45) 이렇게 느린 지각운동을 통해 현재의 지형이 만들어지기 위해서는 지구의 나이를 기존에 생각했던 것보다 훨씬 길게 잡아야 했다. 라이엘은 지질학적으로 매우 오래된 지층에서 당시 현존하는 동물들과 거의 흡사하여 상당히 최근의 것으로 여겨지던 화석들을 발견했는데, 그는 이것이 생물의 진화 역시 아주 느리게 진행되며 아주 긴 지구의 나이를 뒷받침해주는 근거라고 생각했다. David R. Oldroyd, *Thinking About the Earth : A History of Ideas in Geology* (Cambridge: Harvard University Press, 1996), pp. 134-140.

46) 윌리엄 톰슨은 동일과정설의 무한한 열 개념이 에너지보존법칙을 위반한다고 비판했다. 그에 따르면 내부 에너지 방출에 따라 지구가 점차 냉각되고, 종국에 지질 작용은 완전히 정지할 것이므로 동일과정설에서의 순환적인 지질 작용은 불가능했다. 지구 내부의 운동과 나이에 관한 톰슨의 연구에 대해서는 Leonard G. Wilson, "Religious assumptions in Lord Kelvin's Estimates of the Earth's Age," *Earth Science History* vol 29 (2010), pp.197-199; David Kushner, "Sir George Darwin and a British School of Geophysics," *Osiris* 8 (1993), pp. 197-298; Greene, *Geology in the Nineteenth Century*, pp. 235-236.

어 지구의 수축이 야기된다. 지구 내부의 부피와 밀도가 줄어들면서 지구는 쭈그러들게 되고, 이 때 수축하는 힘이 지표면에 충격을 가해 산맥과 단층 및 습곡, 대양 분지 등의 요철이 형성된다는 것이다. 지구가 냉각하는 속도나 지표면에 주름을 발생시키는 힘의 작용과 같은 구체적인 사항에 대해서는 여러 가지 다른 주장이 제기되었지만, 지구가 점차 식으면서 쭈그러들고 있다는 인식은 널리 공유되었다.<sup>47)</sup>

수축설을 지지한 학자들 중에는 에두아르트 쥐스(Eduard Suess, 1831-1914)와 같이 격렬한 지각운동으로 인해 대륙과 바다가 뒤바뀔 수 있다는 주장을 제기한 자들도 있었지만, 기본적으로 수축설은 동일과 정설과 달리 대륙과 바다의 전환을 반드시 필요로 하는 가설은 아니었다.<sup>48)</sup> 미국의 제임스 데이너는 1840년대에 이미 수축설을 바탕으로 한 대양 분지의 영구설을 주장한 바 있었다. 그는 바다와 대륙은 처음 지표면이 굳었을 때 만들어진 태초의 지형이라고 보았다. 데이너는 육지에서는 거의 일어나지 않는 화산활동이 해저나 대륙으로부터 멀리 떨어진 바다에서는 아직도 활발하게 일어나고 있다는 사실에 주목했고, 그 이유를 대륙과 대양 분지를 이루는 지각의 이질적인 성격에서 찾았다. 그에 따르면 지구가 수축할 때 냉각 속도가 대륙 지각이 먼저 굳어 지질현상이 거의 멈추었지만, 보다 천천히 냉각되어 보다 깊이 가라앉은 해양지각에서는 여전히 활발한 변화가 일어나고 있다는 것이다. 데이너는 이처럼 대륙지각과 해양지각은 냉각과 침강 속도에서 차이가 나기 때문에 이 둘의 위치가 뒤바뀌는 일은 일어나지 않는다고 생각되었다. 데이너의 가설은 ‘영구설’ 또는 ‘고정설(fixism)’으로 알려졌고, 데이너가 이를 바탕으로 아팔라치아 산맥 등 미국의 여러 지질구조를 설득력 있게 설명했기

---

47) Mott T. Greene, *Geology in the Nineteenth Century : Changing Views of a Changing World* (New York : Cornell University Press, 1982), pp. 89-91.

48) 오스트리아의 지질학자인 쥐스는 과거에 유럽과 아프리카가 연결되어 있고 지금의 알프스 지역이 커다란 내해를 이루고 있었는데, 지구의 수축에 따라 대륙이 횡압력을 받으면서 알프스가 솟아올랐다고 설명하며 지중해가 이 내해의 흔적이라고 생각했다. Oldroyd, *op. cit.*, pp. 179-183.

때문에 미국에서 큰 지지를 얻었고 영국에도 영향을 끼쳤다.<sup>49)</sup>

이와 같이 수축설에 바탕을 둔 데이너의 영구설은 대륙과 대양 분지가 전환하지 않는다고 보았다는 점에서 머리의 주장과 일치했다. 머리는 산호초를 연구할 때 데이너의 가설을 알고 있었고, 육지의 침강을 부정하는 자신의 환초 형성 가설이 대양 분지에 대한 데이너의 아이디어에 부합한다고 생각했다. 이 때문에 머리의 주장은 ‘영구설’이라고 불리면서 데이너와 같은 노선에 있는 주장으로 인식되었고, 어느 정도 익숙하고 근거가 있는 것으로 학자들에게 인식될 수 있었다.<sup>50)</sup>

머리의 영구설이 가지고 있던 가장 큰 강점은 당시 대륙과 대양 분지의 전환을 상정하는 가설들이 육지나 해안가에서 발견되는 증거들을 근거로 삼고 있었던 것과 달리, 심해라는 새로운 영역에서의 관찰을 바탕으로 세워져 있다는 점이었다. 머리는 심해에서 직접 관찰하고 채집한 증거들을 토대로 영구설을 도출했고, 그 증거들의 대부분은 머리에 의해서 처음으로 분석되었다. 지질학자들은 이러한 증거를 무시하거나 거부할 수 없었고, 이에 따라 적어도 아주 깊은 바다만큼은 영구히 오래된 지형이라는 생각이 점차 받아들여졌다.

그러나 이러한 증거들이 영구설에 대한 완전한 동의로까지 이어지지는 못했다. 영구설에 동의하지 않는 자들은 머리가 제시하는 증거들의 보편성을 의심하며, 비록 일부 지역에서는 영구설이 사실일지라도 이를 일반화할 수는 없다는 입장을 취했다. 환초 형성에 관한 머리의 가설을 비판하기도 했던 가드너는 유럽 온대지역에서 서식하는 생물들이 남아메리카 열대지방에서도 발견되거나, 이들이 유럽의 제 3기 생물들과

---

49) Robert H. Dott, Jr., "James Dwight Dana's Old Tectonics - Global Contraction Under Divine Direction," *American Journal of Science* 297 (1997), pp. 283-311.

50) Murray, "On the Structure and Origin of Coral Reefs and Islands," p. 517. 그러나 앞서 살펴보았듯이 데이너는 머리의 환초 형성 원리에 관한 가설을 비판했다. 데이너는 대륙과 대양 분지의 전환이 일어나지 않는다고 생각하긴 했지만, 태평양과 같은 넓은 바다의 대양 분지는 지구가 수축함에 따라 점진적으로 침강하고 있다고 보았다. Dott, Jr., "James Dwight Dana's Old Tectonics," pp. 283-311.

유사하다는 점 등 과거 대륙 간 육교설을 입증하는 증거가 너무 많기 때문에 영구설을 완전히 수용할 수는 없지만, 적어도 머리가 퇴적물을 관찰한 일부 지역 대양저의 영구성은 확실한 사실이므로 머리가 이러한 반증에 대한 설명을 제시해야 한다고 주장했다. 지질학자이자 박물학자이기도 했으며 생태지리에 관한 다수의 저서를 남긴 윌리엄 블랜포드(William Thomas Blanford, 1832-1905)는 영구설의 증거들을 인정하면서도, 대륙 간 육교의 흔적과 같은 반대 증거들도 많이 발견되므로 확실한 결론을 내리기는 어렵다는 의견을 취했다. 즉 모든 대륙과 대양저가 영구히 제 위치를 유지해왔다는 가설이나, 융기와 침강을 통해 전환되어 왔다는 가설 어느 한 쪽도 확신할 수 없다는 것이었다. 블랜포드는 이처럼 영구설을 뒷받침하는 증거와 그렇지 않은 증거가 모두 발견되는 상황에서 신중한 태도를 보이며 어느 한 쪽의 극단적인 주장에도 반대했다. 지질조사국(Geological Survey)의 일원이자 층서학 전문가로 대륙과 대양 분지의 전환을 지지했던 알프레드 주크-브라운(Alfred John Jukes-Browne, 1851-1914) 역시 대양저에 대한 지식이 부족한 현재 상태에서 영구설을 확신할 수 없다며 머리의 의견에 반대했다.<sup>51)</sup>

영구설을 둘러싼 논쟁의 양상을 지켜본 에든버러의 지리학자 휴 밀(Hugh Robert Mill, 1861-1950)은 영구설에 대한 반대 의견들은 이론적인 충돌보다는 대양저에서 발견된 증거들에 대한 확신의 차이 때문에 나온다고 보았다. 영구설에 확실한 증거와 반증이 모두 발견되는 상황에서 지질학자들은 확실한 관찰 증거를 수집할 때까지 영구설이나 대륙과 대양 분지의 전환 중 어느 쪽의 가설도 일반화하기를 주저했고, 이 때문에 지질학자들 사이에서 지질현상 논의는 별다른 진전이 없이 정체되었다.<sup>52)</sup>

---

51) John Starkie Gardner, "Permanence of Continents and Oceans," *Nature* 33 (1885), p. 53; William Thomas Blanford, "The Anniversary Address of the President," *The Quarterly Journal of the Geological Society of London* 46 (1890), pp. 59-110; Hugh Robert Mill, "The Permanence of Ocean Basins," *The Geographical Journal* 1 (1893), pp. 230-234.

## 4.2. 바다 연구에서 ‘해양학’으로: 영구설을 입증하기 위한 종합적 관점의 강조

영구설을 둘러싼 논의가 진행되던 때에 머리는 에든버러에 주로 머물며 바다 연구를 계속하고 있었다. 우선 해저퇴적물의 연구를 확대·심화하는 작업이 머리 연구의 주를 이루었다. 그는 챌린저호 탐사에서 얻은 결과뿐만 아니라 이후 진행된 각국의 해양 탐사에서 채집된 시료들도 수집하여 분석했고, 이를 토대로 르나르와의 협동 연구를 진행하고 지역에 따른 심해의 다양한 환경을 밝혔다. 여기에 더해 머리는 수심과 지역에 따른 바닷물의 온도분포, 해저 지형, 강수량이나 바람 등의 기후조건, 그리고 바다생물의 분포와 같은 다양한 주제들로 연구 범위를 확장해 갔다. 이 과정에서 르나르 외에도 아치발드 기키와 같은 권위 있는 지질학자부터 화학자인 로버트 얼바인(Robert Irvine, 1839-1902), 당시 젊은 생물학도였던 윌리엄 허드만(William Abbot Herdman, 1858-1924), 그리고 독일의 생물학자이자 철학자인 에른스트 헤켈(Ernst Heinrich Philipp August Haeckel, 1834-1919)과 같은 외국의 저명한 학자까지 다양한 인물들이 머리의 연구에 동참했다.<sup>53)</sup>

---

52) Mill, “The Permanence of Ocean Basins,” p. 232. 19세기 말 영국 지질학계의 보수적인 분위기에 대해서는 Deacon, “The Challenger Expedition and Geology,” pp. 151-153.

53) 머리의 해저퇴적물 연구로는 John Murray, “Drainage Areas of the Continents and Their Relation to Oceanic Deposits,” *Scottish Geological Magazine* 2 (1886), pp. 548-555; John Murray, “On Some Recent Deep-Sea Observations in the Indian Ocean,” *Scottish Geological Magazine* 3 (1887), pp. 553-561; John Murray, “On Marine Deposits in the Indian, Southern, and Antarctic Oceans,” *Scottish Geological Magazine* 5 (1889), pp. 405-436. 그 밖에 연구로는 John Murray, “The Physical and Biological Conditions of the Sea and Estuaries about North Britain,” *Scottish Geographical Magazine* 2 (1886), pp. 354-357; John Murray, “On the Height of the Land and the Depth of the Ocean,” *Scottish Geographical Magazine* 4 (1888), pp. 1-41; John Murray, “On the Effects of Winds on the Distribution of Temperature in the Sea- and

이와 같은 협동 연구와 지식의 교류는 주로 에든버러의 챈린저 위원회 사무실과 스코틀랜드 해양연구소(Scotland Marine Station)에서 진행되었다. 여기에서 머리는 챈린저호 탐사를 통해 얻은 권위를 토대로 바다 연구를 주도했으며, 각각의 공간을 바다와 관련된 거의 모든 지식과 정보들이 집결하고 이를 공유하기 위해서 많은 학자들이 방문하는 바다 연구의 중심지로 만들었다. 챈린저 위원회의 사무실에서는 챈린저호 탐사의 방대한 기록과 채집물을 직접 연구하는 한편 톰슨이 탐사 결과의 분석을 의뢰한 외국의 저명한 과학자들이 보내오는 보고서를 정리하는 작업이 이루어졌다. 이 때문에 사무실은 각종 표본·시료와 서류뿐만 아니라 해양 탐사의 컬렉션을 살펴보거나 챈린저 위원회의 작업을 돕기 위해 방문하는 사람들로 늘 북적였다. 1882년 찰스 와이빌 톰슨이 사망하면서 챈린저호 탐사 보고서 작업을 지휘하게 된 머리는 이와 같은 자료와 인물들의 교류 속에서 바다에 관한 최신 정보와 지식을 관리하는 위치에 서게 되었다. 보다 본격적인 실험 연구나 해양 탐사는 1884년에 세워진 스코틀랜드 해양연구소를 중심으로 이루어졌다. 챈린저 위원회의 젊은 학자들이 연구에 집중할 와수 있고 바다 관련된 새로운 정보에 빨리 접근할 수 있는 공간이 필요하다고 생각한 머리는 1882년 에든버러 수산 박람회 지원금의 여분이 수산화 발전을 위해 쓰이도록 증용되자 이 자급에 자신의 재산과 다른 동료 바다 연구자들이 모은 기금을 더해 연구소를 세웠다. 스코틀랜드 서쪽 해안에 위치한 그랜트(Grant) 지방에 세워진 이 연구소는 ‘아크(The Ark)’호와 ‘메두사(Medusa)’호 두 척의 배로 구성되어 육지 깊숙이 들어온 만 위에 띄워졌다. 방주호는 화학실험실과 생물실험실이 설치된 바지선으로 주로 한 자리에 고정된 채 사용되었고, 메두사호는 수심 측량과 저인망 작업용으로 쓰인 증기 요트로 인근 바다나 호수를 탐사하는 데에 유용했다. 머리는 함께 심해를 연구하고 지식을 공유하기 위해 연구소로 여러 학자들을 초청했다. 머리 자신

---

Fresh-water Lochs of the West of Scotland,” *Scottish Geographical Magazine* 4 (1888), pp. 345-347 등.

도 방주호의 실험실에서 화학자인 얼바인과 함께 바닷물과 퇴적물의 화학작용을 실험하거나 망간 단괴의 성분을 분석하는 등의 연구를 했다.<sup>54)</sup>

머리가 바다의 전체 환경을 중시하게 된 또 다른 계기로는 해양 생물분포 연구가 있다. 그는 바다에 생물이 지금과 같이 분포하게 된 과정과 그 이유를 설명하기 위해서는 퇴적물의 성분과 바닷물의 작용 및 기상현상에 대한 종합적인 연구가 필요함을 느꼈다. 머리는 챌린저호 탐사 보고서의 일부에서 심해퇴적물 연구와 영구설에 바탕을 두고 이에 대한 설명을 시도했다. 이에 따르면 심해에 생물이 출현한 것은 적어도 중생대 초기 이후로, 그 이전에 바다는 전체적으로 매우 뜨거웠고 산소를 거의 포함하지 않았으므로 생명이 살 수 없는 환경이었다. 그러나 극지

---

54) 챌린저 위원회 사무실의 풍경에 관해서는 Herdman, pp. 75-89. 해양연구소를 세울 당시 머리는 스코틀랜드 기상학회 산하에 설치된 수산학 위원회(Fisheries Committee)의 회장을 맡고 있었기 때문에 이러한 여분의 자금을 운용할 수 있었다. 수산학의 발전은 바다의 환경에 관한 다양한 지식들이 생산되고 교류되는 경향에 박차를 가했다. 수산자원(특히 식량)의 관리는 1880년대 초 유럽 국가들이 큰 관심을 보인 부분으로, 특히 스칸디나비아 반도 국가들이 중심이 되어 보다 효율적인 어업과 양식업을 위해 바다 생물의 생애주기 및 번식과 관련한 연구를 지원했다. William E. Hoyle, "The Scottish Marine Station and Its Work," *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 1 (1888), pp. 218-242. '방주'호는 이후 밀포트로 옮겨져 1897년에 개관한 밀포트 해양연구소(Millport Biological Station)의 일부가 되었다. Deacon, "Crisis and Compromise," pp. 19-47; Herdman, *op. cit.*, pp. 85. 챌린저 위원회와 스코틀랜드 해양연구소는 새로운 세대의 바다 연구자들이 양성되는 배경이 되기도 했다. 이후 지리학자이자 기상학자로 성장한 휴 밀을 비롯하여 이후 리버풀 대학에서 최초의 해양학 전공 교수가 되는 동물학자 허드만, 그리고 1906년 스코틀랜드 해양학 연구소(Scottish Oceanography Laboratory)를 설립하게 되는 윌리엄 브루스(William Speirs Bruce, 1867-1921) 등의 젊은 학자들은 챌린저 위원회의 사무실이나 스코틀랜드 해양연구소에서 각종 실험과 업무를 도우며 경험과 지식을 쌓았다. Herdman, *op. cit.*, pp. 75-89; Deacon, *Scientists and the Sea*, p. 366; Hugh Robert Mill, "Recollections of the Society's Early Years," *Scottish Geographical Magazine* 50 (1934), pp. 269-280. 머리와 얼바인의 연구로는 다음을 참고하라. John Murray and Robert Irvine, "On the Manganese Oxides and Manganese Nodules in Marine Deposits," *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 37 (1895), pp. 721-742; John Murray and Robert Irvine, "On the Chemical Changes which take place in the Composition of the Sea-Water associated with Blue Muds on the Floor of the Ocean," *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 37 (1895), pp. 481-507.

방에서 냉각이 시작되어 찬 물이 바다 밑으로 내려가면서 산소가 심해로 운반되고 바다 동물이 출현했으며, 처음에 극지방에 번성했던 생물들은 맞는 환경을 찾아 점점 따뜻한 적도 지역으로 내려왔다. 이러한 시도를 통해 머리는 생물의 분포에 대한 완전한 설명을 제공하지는 못했지만, 심해 환경을 관찰한 내용과 영구설을 바탕으로 하여 지구가 겪어 온 모든 환경의 변화의 역사에 대한 설명을 제공할 수 있다고 생각하게 되었다. 즉 바다 과학이나 지각변동을 둘러싼 논쟁의 일부가 아니라 전체 환경의 모든 요소를 종합적으로 조망할 수 있는 통로로서의 심해 연구를 구상하게 된 것이다.<sup>55)</sup>

이처럼 전체적인 관점을 강조한 바다 연구는 1890년대 즈음부터 ‘해양학(oceanography)’이라는 용어로 더 많이 표현되었다. 땅에 대한 연구인 지리학(geography)에 대응하여 바다에 대한 연구를 의미하는 ‘해양학’은 챌린저호 탐사 보고서의 출판과 함께 학계에 널리 퍼져 나갔다. 이전까지 바다 연구는 ‘바다 과학들(marine sciences)’ 또는 ‘바다 연구(marine research)’ 등으로 불려 왔고, 하나의 전문적인 분야라기보다는 기존 과학 분과의 탐구 대상이 바다로 확장된 것으로 인식되었다. 예를 들어 물리학자들은 육지에서의 물리적 현상과 자연법칙이 바다에서는 어떻게 나타나는지를 연구했고, 생물학자들은 발생과 진화의 문제를 탐구하기 위해 바다 생물들을 연구하는 식이었다. 그러나 ‘해양학’은 챌린저호 탐사 이후로 바다 연구에서 나타난 보다 긴밀한 협력과 교류를 반영하는 것으로, 머리는 챌린저호 탐사 보고서의 마지막 권인 『과학적 결과 요약본』(*A Summary of the Scientific Results*, 1895)에서 “천문학, 지리학, 지질학, 물리학, 화학, 생물학의 일부분들을 아우르는 지식의 집합이 근대 과학으로서의 해양학을 구성”한다고 설명하여, 해양학이 여러 분야의 종합인 동시에 독립적인 과학 분과로서의 지위를 갖는다고

---

55) Murray, “General Observations on the Distribution of marine Organisms,” in Charles Wyville Thomson and John Murray eds., *Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of the HMS "Challenger," 1873-76. Summary of the Scientific Results* (1895), pp. 1431-1462.



명시했다. 이후 바다 연구자들에게 챌린저호 탐사 보고서가 반드시 참고해야 할 중요한 자료가 되면서, ‘해양학’이라는 용어가 학계에서 점차 많이 사용되기 시작했다.<sup>56)</sup>

이처럼 종합적이고 다학문적인 성격이 강조된 바다 연구는 주로 지리학 저널을 통해 학계에 발표되었다. 이는 당시 영국의 지리학이 탐사나 측량 보고서 위주였던 기존의 방식에서 탈피하여 자연과학적인 분과로 변모하는 과정에 있었던 사실과 관련이 있다. 지리학자들은 탐험과 측량이 지리학의 본질적인 활동이기는 하지만 양 극지방을 제외한 세계 대부분의 지리가 파악된 19세기 말의 시점에서는 그동안 축적된 지리적 정보를 바탕으로 자연의 여러 가지 현상을 탐구하고 분석하는 일이 더 중요하다고 생각했다. 이에 따라 지리학자들은 지형에 따른 온도, 생물 분포, 기상현상 등 여러 환경적 요소의 변화와 그 사이에서 일어나는 상호작용을 이해하는 것을 중요한 연구 과제로 설정했다. 이는 바다라는 공간에서 일어나는 다양한 현상들을 탐구하며 진행되던 바다 연구의 방식과 비슷했고, 아직 바다 연구만을 다루는 독자적인 영역이 없는 상황에서 바다 연구는 땅을 연구하는 지리학과 함께 지구 위에서 일어나는 흐름과 변화를 연구하는 분야로 인식되었다.<sup>57)</sup>

---

56) John Murray, "A Summary of the Scientific Results," *Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of the HMS "Challenger," 1873-76* (1895). 머리는 이 단어가 16세기 프랑스어에서 발견되지만 영국에서는 자신이 처음으로 썼다고 언급하기도 했다. John Murray, *The Ocean: A General Account of the Science of the Sea* (New York : Holt, 1913), p.11. 해양학사 연구자들은 대체로 1884년 독일의 수로학자인 게오르그 폰 보그스와프스키(Georg von Boguslawski, 1827-1884)의 책 『해양학 안내서』(*Hanbuch der Ozeanographie*, 1884)가 영국에 소개되면서 ‘oceanography’라는 말도 함께 들어왔다고 본다. "Introduction," in Keith R. Benson and Philip F. Rehbock eds., *Oceanographic History* (Seattle : University of Washington Press, 2002); 디콘에 따르면 oceanography는 Thalassography나 oceanology와 혼용되었다고 한다. Deacon, *Scientists and the Sea*, p. 390 n186.

57) 19세기 말 지리학의 변화는 영국과학진흥협회 내 지리학의 위치에도 반영되었다. 지리학 분과는 1834년에 지질학과 함께 묶여 ‘지질학과 지리학’이라는 이름으로 개설되었는데, 모험과 측량탐사 보고가 주를 이루는 것에 지질학자들이 불만을 표시하자 1841년 ‘지질학과 자연지리’로 분과 이름이 바뀌었다가 1851년 민족학

그런데 머리가 제시한 ‘해양학’은 종합적이고 다학문적인 성격을 갖는 동시에, 아주 구체적인 연구 대상과 목표를 가진 분야이기도 했다. 머리는 『과학적 결과 요약본』에서 고대부터 19세기까지 해양학의 발전사를 서술하면서, 바다 연구는 오랜 시간 동안 아주 얇은 바다와 연안 지역이라는 국한된 범위에서 매우 피상적으로 진행되어 오다가 심해 탐사가 가능해지면서부터 비로소 탐험의 단계를 넘어 과학으로 발전했다고 설명되었다. 특히 챈링저호 탐사는 전 세계 바다를 탐사하고 심해 퇴적물을 채집함으로써 “해양학의 새로운 시대를 열었다”고 표현되었는데, 이는 머리가 해양학의 발전사에서 심해와 대양저 환경에 대한 자신의 연구를 핵심에 위치시킨 것이라고 볼 수 있다.<sup>58)</sup>

그렇다면 이렇게 밝혀진 심해에 관한 지식은 무엇을 위한 것일까? 머리는 이러한 지식이 “과거 지질 시대 동안 지구의 표면이 거쳐 왔고 또 현재 거쳐 가고 있는 변화들”에 관한 이해에 기여한다고 썼다. 이는 심해 연구를 통해 지질현상의 원리를 파악하고, 대양 분지의 영구설을 입증하고자 하는 그의 개인적인 의도를 짐작하게 한다. 당시 지지부진한 상태로 머물러 있던 지질학자들의 논쟁에 지친 머리는 대륙과 대양 분지의 영구성에 힘을 실어주는 새로운 과학 논의에 주목했다. 이 새로운 논의는 그의 해양학의 방법론과 목표에 적극 받아들여져, 해양학의 일부를 이루게 되었다.<sup>59)</sup>

---

(ethnology)과 함께 새로운 분과로 재편되었다. 1869년 인류학 분과가 독립하면서 지리학도 독립 분과로 남았는데, 이후로 지리학의 성격과 역할에 대한 새로운 제안이 등장하기 시작했다. 일례로 1875년 지리학 분과 의장이었던 리처드 스트레이치(Richard Strachey, 1817-1908) 증장은 현재의 지형과 기후, 그리고 생물분포를 야기한 물리적 원인을 탐구할 것을 강조하며 더 이상의 탐험기는 제한했다. Richard Strachey, “Presidential Address,” *Report of the 44th Meeting of the British Association for the Advancement of Science; held at Bristol, in August 1875* (London : John Murray, 1876), p. 180. 19세기 후반 지리학의 변화에 관해서는 Hugh Robert Mill, “Recollections of the Society's Early Years,” pp. 269-280; Marion I. Newbigin, “Geography in Scotland Since 1889,” *Scottish Geographical Magazine* 29 (1913), pp. 471-473.

58) Murray, “A Summary of the Scientific Results,” *op. cit.*, pp. xxxv-xxxviii, p. 1, p. 104.

### 4.3. 지구물리학의 영향 : 대륙지각과 해양지각의 밀도차이에 근거한 영구설 주장

진화론으로 잘 알려진 알프레드 월러스(Alfred Russel Wallace, 1823-1913)는 머리의 영구설을 지지하는 글에서 그 근거의 하나로 육지의 높이와 바다의 깊이 사이에 극심한 불균형을 제시하며, 대륙과 대양 분지의 전환이 불가능에 가깝다고 주장했다. 대륙이 침강하고 대양 분지가 융기하는 정도는 어느 정도 균형을 맞추어서 일어난다고 볼 때, 대양 분지가 수면 위로 도달하는 시간과 대륙이 바다 아래로 침강하는 시간 사이에는 큰 차이가 벌어질 수밖에 없기 때문에 균형 있는 전환은 일어나기 매우 어려우며, 만일 가능하다 해도 오히려 육지 전체가 바다에 뒤덮힐 가능성이 크다고 주장했다.<sup>60)</sup>

월러스의 주장은 지질학자들의 방식과 달리 관찰 증거에 의지하지 않아, 지질학자들이 제시하는 반증으로부터 자유롭게 영구설을 일반화하여 주장할 수 있었다. 이처럼 머리의 영구설에 힘을 실어주는 주장은 지질학 밖에서 등장했다. 1870년대에 지각의 운동을 연구하고 있던 영국의 물리학자이자 수학자인 오스몬드 피셔(Osmond Fisher, 1817-1914)는 물리학적 계산을 통해서 대륙과 해양지각이 밀도의 차이를 보이며, 밀도가 더 큰 해양지각이 대륙지각보다 기층(基層, substratum)에 더 깊이 가라앉아 있고 반대로 가벼운 대륙지각은 높이 떠 있다는 사실을 알아냈다. 대양저의 적점토에서 철과 망간 등의 무거운 성분이 발견된다는 켈린저호 탐사의 결과는 피셔로 하여금 이러한 성분들이 해양지각의 밀도를 더욱 무겁게 만든다고 생각하게 했다. 이러한 밀도의 차이를 고려할 때 두 지각의 교대는 불가능하므로, 대륙과 대양

59) Murray, "A Summary of the Scientific Results," *op. cit.*, p. xxxv.

60) Alfred Russel Wallace, "The Permanence of the Great Ocean Basins," *Natural Science* 1 (1892), pp. 420-422.

분지는 형성되었을 때의 그 위치에 고정되어 있다고 보는 것이 타당했다.<sup>61)</sup>

피셔의 연구는 1880년대에 전문적인 분과로 태동하고 있던 지구물리학의 흐름 속에 나타난 것이었다. 지구물리학은 수학이나 물리학 등의 이론적 바탕을 가진 학자들이 지구에 관심을 가지면서 시작되었다. 19세기 지질학자들이 관찰 증거를 수집하여 지구의 변화 과정, 즉 역사를 기술(記述)하고자 했던 반면, 이 새로운 집단에 속한 학자들은 수학이나 물리학 또는 천문학 이론에 바탕을 두고 그 변화의 기본 원리를 이끌어내고자 했다. 물리학 법칙과 계산을 통해 지구의 나이를 추산하고자 했던 윌리엄 톰슨이 지구물리학의 초기 세대에 속한다고 볼 수 있는데, 톰슨과 같이 수치 측정과 수학적 계산을 통해 지구의 나이와 구조를 탐구하던 지구물리학자들은 점차 지질현상 자체에 관심을 갖기 시작했다. 지구물리학의 발전을 이끌었던 인물로 찰스 다윈의 아들이자 천문학자·지질학자였던 조지 다윈(George Howard Darwin, 1845-1912)은 지구에서 달이 분리되면서 대양저를 비롯한 여러 지형들이 형성되었다는 달 분리설을 주장한 것으로 잘 알려져 있다. 지질현상에 대한 구체적인 가설들은 다양하게 제시되었지만, 지구물리학자들은 암석의 분포상태와 지층을 관찰한 위에 세워진 가설들은 지구의 밀도나 내부의 온도변화와 같은 물리학적 근거를 결여하고 있기 때문에, 지표면의 다양한 지형이 형성된 원리를 설명하기에는 부족하다는 생각을 공통적으로 가지고 있었다.<sup>62)</sup>

---

61) Osmond Fisher, *Physics of the Earth's Crust* (London : MacMillan and Co., 1881); Osmond Fisher, "The Permanence of Ocean Basins," *Geological Magazine* 1 (1884), pp. 431-432.

62) 19세기 말 지구물리학의 부상에 대해서는 다음을 참고. Kushner, "Sir George Darwin and a British School of Geophysics," pp. 196-223; Greene, *Geology in the Nineteenth Century*, pp. 235-236; 피터 보울러 · 이완 모리스 지음, 김봉국 · 서민우 · 홍성욱 번역, 『현대과학의 풍경』(궁리, 2008) p. 163. [Bowler, Peter J. and Iwan R. Morus, *Making Modern Science : A Historical Survey* (Chicago : University of Chicago Press, 2005)].

같은 맥락에서 미국의 클레런스 더튼(Clarence Edward Dutton, 1841-1912)은 대륙 간 밀도차이와 이것이 지형에 끼치는 영향을 ‘지각 평형설(isostasy)’이라는 개념을 통해 설명했다. 그는 기층 위에 떠 있는 지각은 각 부분마다 비중이 다르기 때문에 평지가 아닌 요철을 이루게 되며, 그 상태가 자연스럽게 균형을 이룬다고 주장했다. 다만 풍화나 퇴적 작용에 의해 밀도가 가벼워지거나, 지구 내부의 열이 빠져나가는 등의 이유로 지각이 떠 있는 상태의 균형이 깨지면 이를 다시 맞추기 위해 지질현상이 발생했다. 그런데 대륙지각과 해양지각은 밀도의 차이가 나므로, 이러한 균형을 깨고 그 위치가 뒤바뀔 가능성은 거의 없었다. 더튼은 이러한 생각을 바탕으로 대륙과 대양 분지의 전환을 의심했고, 그 대신 지각 아래 마그마가 확장하거나 수축함에 따라 지질현상이 일어날 가능성을 고려했다.<sup>63)</sup>

이와 같은 지구물리학자들의 주장은 머리에게 있어서 영구설을 뒷받침해줄 뿐만 아니라, 관찰증거에 의존하는 지질학자들의 비판에 중 지부를 찍을 수 있는 확실한 근거로 여겨졌다. 이에 머리는 영구설을 주장하는 데 있어서 지구물리학의 논의를 적극적으로 받아들이고, 해양지각을 조사하여 지구물리학의 가설들을 뒷받침하는 증거를 찾는 것이 바다 연구의 역할이라고 생각했다. 이는 1899년 영국과학진흥협회 지리학 분과에서 발표된 머리의 연설문에서 드러난다. 그는 더튼의 지각평형설을 소개한 뒤, 바다 연구가 과학으로서 수행하는 가장 큰 역할은 지구의 “현재 지각이 거쳐 온 진화 과정”을 밝히는 것이라고 강조하며 지구물리학의 논의를 바탕으로 지질현상의 진짜 원인을 탐구해야 한다고 말했다. 머리가 대양 분지에 대한 지구물리학의 가설을 해양학에 적극적으로 반영함에 따라 그의 관심사는 점차 지구의 구조와 지질작용의 원리로 확대되었고 이러한 주제들은 그의 해저퇴적물 연구와 연결되었다.<sup>64)</sup>

63) Clarence E. Dutton, “On Some of the Greater Problems of Physical Geology,” *Bulletin of the Philosophical Society of Washington* 11 (1889), pp. 51-64; Oldroyd, *op. cit.*, pp. 249-250.

64) John Murray, “Oceanography,” *The Geographical Journal* 14 (1899), pp.

1913년에 출간된 『바다: 해양학 일반 이론』(*The Ocean: A General Account of the Science of the Sea*, 이하 『바다』)은 머리의 해양학에서 영구설이 차지하는 의미와 지구물리학으로부터 받은 영향을 잘 드러낸다. 이 책은 머리의 저작 중에서 보기 드문 짧고 간단한 개설서 형태를 하고 있는데, 여기에서 머리는 해양학의 발전사와 함께 바다의 깊이와 수심·수압·수온 등의 물리적 조건, 그리고 생태계의 모습과 퇴적물의 분포상태를 간략히 엮어낸 뒤, 마지막 장에서 지구의 구조와 지각의 형성에 관련된 논의를 담았다. ‘지권(地圈, geospheres)’라는 제목의 이 장은 비록 책의 마지막에 배치되었지만, 다른 장들이 각기 바다를 부분적으로 설명한 데 비해 지표면의 한 구성요소로서 바다를 다루고 자신이 고수해 온 영구설을 표명하고 있다는 점에서 중요한 의미를 갖는다고 볼 수 있다. 또한 이 장은 머리가 지구의 구조에 깊은 관심을 가지고 있었을 뿐만 아니라 이것이 해양학이라는 분야에 포함되는 주제라고 생각했음을 추측할 수 있게 해 준다.<sup>65)</sup>

‘지권’이란 동심원 형태로 지구를 구성하고 있는 여러 층들을 의미하며, 암석권, 대기권, 수권, 생물권(biosphere, 지구 위 생물이 살 수 있는 곳), 중심권(centrosphere), 그리고 뜨거운 중심권과 암석권 사이에 위치하여 고체와 액체 사이를 오가는 구조권(tektosphere)으로 이루어져 있었다. 머리는 이들 각 지권 간의 상호작용이 지표면에서 일어나는 지질현상의 원인이라고 설명하고, 해양학의 연구 대상으로 이들 여섯 층의 지권 중 육지와 대양저에 위치한 단단한 땅을 아우르는 암석권을 지목했다. 그는 저인망 채집을 통해 심해저에서 고래의 뼈나 운석의 파편 등 고대의 흔적을 발견한 것뿐만 아니라, 당시까지 암석권에 대한 물리·화학적 연구가 대륙과 대양 분지의 영구설에 대한 충분한 근거를 제시해 왔음을 강조했다. 일례로 머리는 밀도가 가벼운 규소 성분이 대륙에는 많은 반면 깊은 바다에서는 찾아볼 수 없다는 사실을 근거로 대륙

---

426-441; Herdman, 76-77.

65) John Murray, *The Ocean* (1913).

지각과 해양지각의 밀도차이를 설명했다. 이는 이전까지 해안 퇴적물과 심해 퇴적물이 다른 물질(암석 물질로 이루어진 대륙성 파편과 유기물 연니)로 구성되어 있다는 것을 증거로 대륙과 대양 분지의 이질성을 주장한 것과는 달라진 접근법을 보여 준다. 이처럼 지구물리학적 지식과 방법을 흡수한 머리는 지질학자들이 관찰 증거를 근거로 주장하는 가라앉은 대륙의 가설과 대륙 간 육교설을 일축했고, 지질현상에 관한 한 지질학자보다는 물리학자의 의견을 더욱 신뢰할 것이라고 단언했다.<sup>66)</sup>

## 5. 결론

머리의 노력에도 불구하고 영구설은 확고한 이론에 지위에 이르는 못했다. 앞서 살펴보았듯이 영구설은 적지 않은 지지를 얻었으며 새롭게 태동한 지구물리학 논의로부터 유리한 주장을 끌어오기도 했지만, 이에 반대하는 학자들의 비판을 완전히 해소하지 못했다. 또한 지각의 밀도차이에 기반을 둔 지구물리학의 가설들은 대륙지각과 해양지각의 상대적인 위치를 언급했을 뿐, 대륙과 대양 분지가 완전히 고정되어 있다고 주장하지는 않았다. 지각의 변화 과정과 원리를 확신할 수 있는 방법이 발견되지 않은 상황에서, 지각이 대규모의 수직이동을 겪었다는 기존의 주장과 영구설, 그리고 지구물리학의 새로운 논의들은 어느 한 쪽이 절대적인 지지를 얻는 일 없이 혼재하고 있었다. 그러던 중 머리는 교통사고로 사망했고, 같은 해에 제 1차 대전이 발발하면서 자연히 바다 연구에 필요한 인적·물적 자원의 국제적 교류가 중단되고 해양학을 전문화 및 제도화하려는 학자들의 노력도 약화되었다.

지금까지 대양 분지의 영구설을 중심으로 머리의 해양학 연구

---

66) Murray, *The Ocean*, pp. 226 - 234.

활동의 전개를 살펴보았다. 머리는 심해 환경에 대한 관심 속에서 기획된 챌린저호 탐사에 참여하면서 학자로서 이름을 알리기 시작했다. 챌린저호에서 머리는 해저퇴적물 연구를 통해 대양저의 환경이 매우 오래되었다는 사실에 주목했다. 그는 심해퇴적물에서 대륙성 물질을 찾아 볼 수 없다는 점, 그리고 아주 깊은 대양 분지에는 고대 생물의 잔해와 우주기원물질이 퇴적되어 있다는 것을 발견했다. 이를 바탕으로 머리는 심해 환경이 아주 오랜 시간 동안 큰 변화를 겪지 않았다고 생각하게 되었다. 여기에 더해 머리는 산호초의 구조를 연구하여 환초의 형성 과정에 대한 기존의 설명이 전제하는 육지의 침강은 실제로 일어났다는 증거를 찾을 수 없으며, 대신에 해저에서의 화산활동과 퇴적작용 그리고 바닷물의 화학작용을 통해서 기존의 설명을 대체할 수 있다고 주장했다. 이러한 결과는 머리로 하여금 대륙과 대양 분지가 뒤바뀐다는 일반적인 인식을 의심하게끔 했고, 그는 대양 분지가 처음 형성되었을 때의 환경을 그대로 유지하고 있다는 결론을 내렸다.

‘대양 분지의 영구설’은 곧바로 지질학자들 사이에서 논쟁을 불러일으켰다. 머리가 직접 탐사를 통해 확인한 심해 환경의 증거들은 대양저의 영구성을 뒷받침했다. 대륙과 대양 분지의 전환을 지지한 자들은 어떤 지역에서는 머리의 주장이 맞다 하더라도 영구설에 대한 반증 또한 분명 존재하기 때문에 영구설을 일반화시킬 수 없다는 입장을 취했다. 이렇게 영구설을 둘러싼 논쟁이 별다른 진전을 보이지 못하고 있던 상황에서 머리는 여러 학자들과 협력하여 심해퇴적물뿐만 아니라 바다의 여러 면면을 폭넓게 연구했다. 특히 그는 대륙지각과 해양지각의 밀도 차이를 근거로 대륙과 대양 분지의 전환을 반박하는 물리학적 논의에 주목했다. 수학과 물리학적인 계산에 근거하여 지질현상의 원리를 이해하고자 한 일련의 시도들은 1880년대 즈음부터 지구물리학이라는 하나의 분야로 태동하고 있었다. 머리는 지구물리학의 논의를 적극 받아들였고, 심해 환경 연구를 통해 영구설을 입증하고 지표면이 변화해 온 과정을 이해하는 것을 목표로 하는 ‘해양학’ 개념을 조형(造形)했다.



이처럼 영구설을 입증하는 것은 머리가 바다를 연구한 가장 중요한 목적이었다. 영구설은 지각의 변화에 관한 지질학적 가설이었지만, 그 근거를 찾는 과정에서 바다는 지질학에 국한되지 않은 여러 분야의 학자들에 의해 다양한 관점과 방식을 통해 연구되었다. 이 단계에서 바다 연구는 아직 완전한 과학 분과로 독립하지는 못했지만 적어도 하나의 전문적인 분야로 인식되었다. 해양학이 제도화되고 하나의 독립 분과로서 종합적이고 다학문적인 성격을 갖는다는 점이 강조된 것은 머리 사후의 일이지만, 이러한 특징을 갖는 연구 활동은 지질학의 오랜 과제와의 긴밀한 연결 속에서 19세기 말에 이루어지고 있었다.

# 참고문헌

## 1차 문헌

- Blanford, William Thomas, "The Anniversary Address of the President,"  
*The Quarterly Journal of the Geological Society of London* 46  
(1890), pp. 59-110.
- Dana, James Dwight, "Origin of Coral Reefs and Island," *American Journal  
of Science* 30 (1885), pp. 89-105, 169-191.
- Darwin, Charles, *The Structure and Distribution of Coral Reefs* (London :  
Smith, Elder and Co., 65, Cornhill, 1942).
- Dutton, Clarence E., "On Some of the Greater Problems of Physical  
Geology," *Bulletin of the Philosophical Society of Washington*  
11 (1889), pp. 51-64.
- Fisher, Osmond, *Physics of the Earth's Crust* (London : MacMillan and  
Co., 1881).
- \_\_\_\_\_, "The Permanence of Ocean Basins," *Geological Magazine*  
1 (1884), pp. 431-432.
- David, Forbes, "The Depths of the Sea," *Nature* 1 (1869), pp. 100-101;
- Forbes, Edward, "Report on the Mollusca and Radiata of the Aegean  
Sea, and on their distribution, considered as bearing on  
geology," Report of the 13th meeting of the British  
Association for the Advancement of Science, 1843 (1844), pp.  
130-193.

- Gardner, John Starkie, "Elevation and Subsidence," *Nature* 28 (1883), pp. 488-489.
- \_\_\_\_\_, "Permanence of Continents and Oceans," *Nature* 33 (1885), p. 53.
- Geikie, Archibald, "The Origin of Coral-Reefs," *Nature* 29 (Nov. 29, 1883), pp. 107-110, 124-128.
- Hooker, Joseph D., "Anniversary Meeting," *Proceedings of the Royal Society of London* 25 (1876), pp. 339-362.
- Hoyle, William E., "The Scottish Marine Station and Its Work," *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 1 (1888), pp. 218-242.
- Huxley, Thomas H., "Dinner to the 'Challenger' Staff," *Nature* 14 (1876), p. 239.
- Judd, John W., Letter to Prof. Huxley. [Thomas H. Huxley, "An Episcopal Trilogy,"(1887) in *Collected Essays Volume 5 : Science and Christian Tradition* (New York : D. Appleton and Company, 1902), pp. 157-159에서 재인용.  
<http://www.gutenberg.org/ebooks/15905> (2013년 5월 20일 최종 접속)]
- Le Conte, Joseph, "Coral Reefs and Islands," *Nature* 22 (1880) pp. 558-559.
- Mill, Hugh Robert, "The Permanence of Ocean Basins," *The Geographical Journal* 1 (1893), pp. 230-234.
- \_\_\_\_\_, "Recollections of the Society's Early Years," *Scottish Geographical Magazine* 50 (1934), pp. 269-280.

Murray, John, "Preliminary reports to Professor Wyville Thomson, F.R.S., Director of the civilian staff, on work done on board the Challenger," *Proceedings of the Royal Society* 24 (1876), pp. 471-544.

\_\_\_\_\_, "On the Structure and Origin of Coral Reefs and Islands", *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 10 (1880), pp. 505-518.

\_\_\_\_\_, "The Great Ocean Basins," *Nature* 32 (1885), pp. 611-613.

\_\_\_\_\_, "The Physical and Biological Conditions of the Sea and Estuaries about North Britain," *Scottish Geographical Magazine* 2 (1886), pp. 354-357.

\_\_\_\_\_, "Drainage Areas of the Continents and Their Relation to Oceanic Deposits," *Scottish Geological Magazine* 2 (1886), pp. 548-555.

\_\_\_\_\_, "On the Height of the Land and the Depth of the Ocean," *Scottish Geographical Magazine* 4 (1888), pp. 1-41.

\_\_\_\_\_, "On the Effects of Winds on the Distribution of Temperature in the Sea- and Fresh-water Lochs of the West of Scotland," *Scottish Geographical Magazine* 4 (1888), pp. 345-347.

\_\_\_\_\_, "On Marine Deposits in the Indian, Southern, and Antarctic Oceans," *Scottish Geological Magazine* 5 (1889), pp. 405-436.

\_\_\_\_\_, "Oceanography," *The Geographical Journal* 14 (1899), pp. 426-441

\_\_\_\_\_, *The Ocean: A General Account of the Science of the Sea*  
(New York : Holt, 1913).

Murray, John and Robert Irvine, "On the Manganese Oxides and  
Manganese Nodules in Marine Deposits," *Transactions of the  
Royal Society of Edinburgh* 37 (1895), pp. 721-742.

\_\_\_\_\_, "On the Chemical Changes which take  
place in the Composition of the Sea-Water associated with  
Blue Muds on the Floor of the Ocean," *Transactions of the  
Royal Society of Edinburgh* 37 (1895), pp. 481-507.

Murray, John, and Alphonse F. Renard, "On the Microscopic Characters  
of Volcanic Ashes and Cosmic Dust, and their Distribution in  
the Deep Sea Deposits," *Proceedings of the Royal Society of  
Edinburgh* 12 (1883-1884), pp. 476-488.

\_\_\_\_\_, *Report of the Scientific Results  
of the Exploring Voyage of the HMS "Challenger," 1873-76.  
Deep-Sea Deposit* (1891).

Newbigin, Marion I., "Geography in Scotland Since 1889," *Scottish  
Geographical Magazine* 29 (1913), pp. 471-479.

Royal Society, *Report of the Circumnavigation Committee of the Royal  
Society: On the Request of the British Admiralty for  
Suggestions Relative to Scientific Work of the Proposed  
Expedition of Her Britannic Majesty's Ship "Challenger" Round  
the World, Bureau of Navigation, Navy Department*  
(Washington : U. S. Government Printing Office, 1872).

Strachey, Richard, "Presidential Address," Report of the 44th Meeting of  
the British Association for the Advancement of Science; held  
at Bristol, in August 1875 (London : John Murray, 1876), pp.

180-189.

Wyville, Thomson, Charles, "The Challenger Expedition," *Nature* 14 (1876), pp. 492-495.

Thomson, Charles Wyville and John Murray eds., *Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of the HMS "Challenger," 1873-76. Summary of the Scientific Results* (1895).

Wallace, Alfred Russel, "The Permanence of the Great Ocean Basins," *Natural Science* 1 (1892), pp. 420-422.

Wallich, George C., *Notes on the Presence of Animal Life at Vast Depths in the Sea: with observations on the Nature of the Sea Bed, as Bearing on Submarine Telegraphy* (Taylor and Francis, 1860).

Spry, William J. J., *The Cruise of H.M.S. "Challenger" : Voyages over Many Seas, Scées in Many Lands* (Detroit : Craig and Taylor, 1878).

"Societies and Academies," *Nature* 16 (1877), p.219.

## 2차 문헌

앨런 P. 트루히요 · 해롤드 V. 서먼, 『최신 해양과학』 (제 10판), 이상룡·강효진·김대철·이동섭·이재철·정익교·허성희 옮김, 시그마프레스 (2012). [Alan P. Trujillo and Harold V. Thurman, *Essentials of Oceanography* 10th edition (New Jersey : Prentice Hall, 2011).

피터 보올러 · 이완 모리스 지음, 김봉국 · 서민우 · 홍성욱 번역, 『현대과학의

풍경』 (궁리, 2008) [Bowler, Peter J. and Iwan R. Morus, *Making Modern Science : A Historical Survey* (Chicago : University of Chicago Press, 2005)].

“스코리아,” 지구과학사전, (사)한국지구과학회, 2009.8.30., 북스힐.  
<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=571&docId=979825&mobile&categoryId=3299> (2013년 3월 10일 최종 접속)

“콘드롤,” 해양과학대사전 한국해양학회편, 2005.10.7. 아카데미서적.  
<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=570&docId=373857&mobile&categoryId=1305>. 2013년 3월 10일 최종 접속.)

Anderson, Thomas R. and Tony Rice, “Deserts on the Sea Floor: Edward Forbes and His Azoic Hypothesis for a Lifeless Deep Ocean,” *Endeavour* 30 (2006), pp. 131-137.

Agassiz, George R., “Sir John Murray (1841-1914),” *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 52 (1917), pp. 853-859.

Ashworth, James H. and Eric L. Mills, "Sir John Murray," *Oxford Dictionary of National Biography Online* (2013년 4월 4일 최종 접속).

Benson, Keith R., “Field Stations and Surveys,” in Peter J. Bowler and John V. Pickstone eds., *The Cambridge History of Science : Volume 6, Modern Biological and Earth Science* (Cambridge : Cambridge University Press, 2009), pp. 76-89.

Benson, Keith R., and Philip F. Rehbock eds., *Oceanographic History* (Seattle : University of Washington Press, 2002).

Burstyn, Harold L., “Science and Government in the Nineteenth Century: the Challenger Expedition and its Report,” *Bulletin de l'Institut*

*Océanographique, Monaco Special number 2* (1968), pp. 603-613.

\_\_\_\_\_, "Pioneering in Large-Scale Scientific Organization : The Challenger Expedition and its Report. I. Launching the Expedition," *Proceedings of Royal Society of Edinburgh Section B* 72 (1972), pp.47-68

\_\_\_\_\_, "John Murray," in Charles C. Gillispie ed., *Dictionary of Scientific Biography* vol. IX (New York : Charles Scribner's Son, 1974), pp. 588-690.

Camerini, Jane, "Remains of the Day : Early Victorians in the Field," in Bernard Lightman ed., *Victorian Science in Context* (Chicago : University of Chicago Press, 1997), pp. 354-377.

Corbin, Alain, *The Lure of the Sea: the Discovery of the Seaside in the Western World, 1750-1840* (Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1994).

Deacon, Margaret, "The Challenger Expedition and Geology," *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh Section B* 27 (1972), pp. 145-153.

\_\_\_\_\_, "Crisis and Compromise: The Foundation of Marine Stations in Britain during the Late 19th Century," *Earth Science History* 12 (1993), pp. 19-47.

\_\_\_\_\_, *Scientists and the Sea, 1650-1900 : A Study of Marine Science* (Aldershot, Hampshire, Great Britain : Ashgate. 1997).

Dott, Jr., Robert H., "James Dwight Dana's Old Tectonics - Global Contraction Under Divine Direction," *American Journal of*



*Science* 297 (1997), pp. 283–311.

Greene, Mott T., *Geology in the Nineteenth Century : Changing Views of a Changing World* (New York : Cornell University Press, 1982).

\_\_\_\_\_, “Oceanography's Double Life,” *Earth Science History* 12 (1993)

Herdman, William A., “Ch. IV Sir John Murray, the Pioneer of Modern Oceanography,” in *Founders of Oceanography and Their Work : An Introduction to the Science of the Sea* (London: Edward Arnold & Co., 1923).

Houvenaghel, Guy T., “Belgium at the Early Development of Modern Oceanography, Including a Note on A. F. Renard,” in Mary Sears and Daniel Merriman eds., *Oceanography : The Past* (Berlin : Springer-Verlag, 1980), pp. 675–680.

Hunt, Bruce J., “Doing Science in a Global Empire: Cable Telegraphy and Electrical Physics in Victorian Britain,” in *Victorian Science in Context*, (Chicago : University of Chicago Press, 1997), pp. 312–331.

Kennedy, Paul M., “Imperial Cable Communications and Strategy, 1870–1914,” *The English Historical Review* 86 (1971), pp. 728–762.

Kushner, David, “Sir George Darwin and a British School of Geophysics,” *Osiris* 8 (1993), pp. 196–223.

MacLeod, Roy, “Discovery and Exploration,” in Peter J. Bowler and John V. Pickstone eds., *The Cambridge History of Science : Volume 6, Modern Biological and Earth Science* (Cambridge :

Cambridge University Press, 2009), pp. 34–59.

Merriman, Daniel, “Challengers of Neptune : the 'Philosophers',”  
*Proceedings of Royal Society of Edinburgh* Section B 72  
(1972), pp. 15–45.

Mills, Eric L., “Edward Forbes, John Gwyn Jeffreys, and British Dredging  
before the Challenger Expedition,” *Journal of the Society for  
the Bibliography of Natural History* 8 (1978), pp. 507–536.

\_\_\_\_\_, “Problems of Deep-Sea Biology : An Historical  
Perspective,” in Gilbert T. Rowe ed., *Deep-Sea Biology*  
(Cambridge: Harvard University Press, 1983), pp. 1–79.

\_\_\_\_\_, “The Historian of Science and Oceanography After  
Twenty Years,” *Earth Science History* 12 (1993), pp. 5–18.

Oldroyd, David R., *Thinking About the Earth : A History of Ideas in  
Geology* (Cambridge: Harvard University Press, 1996).

Rehbock, Philip F., “The Early Dredgers : ‘Naturalizing’ in British Seas,  
1830–1850,” *Journal of the History of Biology* 12 (1979), pp.  
293–368.

Rosen, Roy, “Darwin, Coral Reefs, and Global Geology,” *BioScience* 32  
(1982), pp. 519–525.

Rozwadowski, Helen M., “Small World : Forging a Scientific Maritime  
Culture for Oceanography,” *Isis* 87 (1996), pp. 409–429

\_\_\_\_\_, “Technology and Ocean-Scape: Defining the  
Deep Sea in mid-Nineteenth Century,” *History and  
Technology* 17 (2001), pp. 217–247.

---

\_\_\_\_\_, *Fathoming the Ocean : The Discovery and Exploration of the Deep Sea* (Cambridge: Harvard University Press, 2005).

Sexton, Roy, Cathy Sexton and Ken Mackay, "Sir John Murray of the Challenger Expedition: Founder of Oceanography," *Forth Naturalist and Historian* 31 (2008), pp. 15-33.

Schlee, Susan, *The Edge of an Unfamiliar World : A History of Oceanography*. (New York, E. P. Dutton & Co., Inc., 1973).

Stoddard, David R., "The Duke, The Professors, and the Great Coral Reef Controversy of 1887-1888," *Earth Science History* 7 (1988), pp. 90-98.

Watson, William N. B., "Sir John Murray - A Chronic Student," *University of Edinburgh Journal* 23 (1967), pp. 1-16.

Wilson, Leonard G., "Religious assumptions in Lord Kelvin's Estimates of the Earth's Age," *Earth Science History* 29 (2010), pp.187-212.

## Abstract

### History of the Earth Found in the Deep-Sea

- Study on John Murray(1841-1914)'s Oceanography  
based on the Theory of the Permanence of the Ocean Basins -

SeungHyun Chung

Program in History and Philosophy of Science

The Graduate School

Seoul National University

Sir John Murray(1841-1914) is the representative British oceanographer, who led the development of oceanography, mostly staying in Edinburgh, Britain. He is well known for his research in the deep-sea deposits, and based on the research of the deep-sea Murray argued 'the theory of the permanence of the ocean basins.' The theory insists that since the time when the firm surface of the Earth was formed through the process of cooling down of the molten Earth, the ocean basins have always stayed deep down in the sea. This theory became controversial because it did not accord with the perception of the time in which the lands and the oceans were perceived as changing positions for multiple of times throughout the history of the Earth.

The permanence theory of Murray was so far introduced in many narratives of history of oceanography. The consideration, however, on the relation between the theory and the context in which the new scientific field, oceanography, appeared has been limited. The reason for this limitation is that the existing

historical analyses have been focused on oceanographic expedition or institutions such as laboratory rather than individual scientists. Therefore academic motivation or goal of individual scientists was less considered. Murray's permanence theory was not an exception, and existing analyses on the theory stay in covering the point where the H.M.S. *Challenger* Expedition(1872-1876) and geological research shared at that time. When we examine the permanence theory in the context of the development of marine research and the track of Murray's own studying, it becomes clear that the theory penetrated his entire research and that the demonstration of the theory was the core task of Murray's studying of the ocean.

Furthermore, the Murray's case offers one way to understand the nature of oceanography. Oceanography is a multidisciplinary field, in which a variety of scientific practices are assembled by the common research object, the ocean, rather than a common research question or method. This feature of oceanography has been accepted as a natural thing in existing historical narratives, and the reason for this is probably the perception that scientists should pay attention to the relation and interchange between many elements of the nature. It is of course difficult to divide what is needed and what should be done, and sometimes these two coincide with each other. Even if we take this in consideration, Murray can be an interesting instance which shows that the present characteristic feature of oceanography was in the past mobilized as a means of a scientist's own research.

My dissertation is an attempt to understand the discussion on the oceans and an aspect of oceanographical research from

the late nineteenth to the early twentieth century through Murray's theory of the permanence of the ocean basins. It is revealed that Murray propelled the holoscopic point of view toward the oceans starting from geological interest. The analysis compliments the consideration of theories and individual's context which has been limited, and it helps to understand the multidisciplinary character of oceanography which existed before the institutionalization of the field.

**Key Words:** John Murray, oceanography of the late nineteenth century, the theory of permanence of the ocean basins, deep-sea deposits, multidisciplinary field of science, the change of the surface of the Earth.

*Student Number:* 2010-23056

## 감사의 글

서울대학교 과학사 및 과학철학 협동과정에 들어 온 지 3년 만에 부끄러운 논문을 남기고 졸업하게 되었습니다. 새로운 학교에서 생활하고, 새로운 것을 공부하고, 논문을 쓰면서 너무나 많은 분들의 도움을 받았습니다. 이 자리를 통해 그 분들께 감사의 말씀을 전하고자 합니다.

그 누구보다도 과사철에서 만나 뵈게 된 선생님들께 감사드립니다. 지도교수님이신 홍성욱 선생님께서는 미완성 단계의 논문 원고들을 여러 차례 꼼꼼히 검토하며 논문을 지도해주셨습니다. 논문 심사를 맡아 주신 한기원 선생님과 최형섭 선생님께도 감사드립니다. 한기원 선생님께서는 논문의 아이디어를 주시는 등 해양학의 역사와 관련하여 많은 도움을 주셨고, 찾아볼 때마다 늘 따뜻하게 대해 주셨습니다. 최형섭 선생님께서는 두 학기에 걸친 논문연구 수업을 통해 이 논문을 아주 초기 단계부터 보아 오시면서, 부족한 점을 일깨워 주시는 동시에 흥미롭게 부각될 수 있는 부분들을 짚어 주셨습니다. 학기가 끝난 이후에도 몇 차례 논문 모임을 지도해 주신 것 정말 감사드립니다. 임종태 선생님께도 진심으로 감사의 마음을 전하고 싶습니다. 선생님의 수업을 들은 것은 단 한 번이었지만, 그 수업에서 저는 너무나 많은 것들을 배웠고 훌륭한 연구서와 논문들을 읽는 즐거움을 느낄 수 있었습니다. 가끔 마주칠 때마다 걱정과 격려가 섞인 따뜻한 말씀을 건네주신 선생님께 진심으로 감사드립니다.

새로운 환경에 빨리 적응하고 편하게 생활할 수 있었던 데에는 여러 선후배님들과 동기들의 도움이 컸습니다. 먼저 편안하게 대해주고 공부를 도와주며, 자주 밥과 술과 간식을 안겨 준 선배들은 정말 든든한 존재였습니다. 같은 연구실이라는 공간에서 처음 만나게 된 변학문 · 이태희 · 박지영 선배는 즐거운 수다와 농담과 더불어 제 공부에 대한 관심과 격려를 아끼지 않았습니다. 편안하고 유쾌한 분위기를 만들어 주신

선배들에 대한 감사의 마음은 정말 말로 표현할 수 없을 정도입니다. 정세권 · 정성욱 · 타쿠야 · 이정 선배는 바쁜 와중에도 방학 때에까지 시간을 내어 논문의 아이디어와 일부 원고를 검토하고 유익한 코멘트를 해주셨습니다. 그것이 생각보다 어렵고 귀중한 시간의 많은 부분을 할애해야 하는 일인 만큼 언제나 감사하면서도 죄송했는데, 그 마음을 이제야 전합니다. 늘 제가 공부하는 내용에 관심을 가지고 많은 도움을 주신 김준수 선배에게도 감사드립니다. ‘폐북절친’ 김태호 선배는 온라인과 오프라인 모두에서 유쾌한 수다와 진지한 격려를 통해 큰 힘을 주셨습니다. 정동욱 · 박민아 선배는 학회와 같은 자리 외에는 만날 기회가 적었지만, 마주칠 때마다 제게 적극적으로 논문에 관한 질문들과 코멘트를 해주셨습니다. 그 불과 몇 번의 대화가 제게 얼마나 큰 도움이 되었는지 모릅니다. 김봉국 선배로부터 들은 여러 가지 지적들 역시 논문을 진행하면서 너무나 중요하게 와 닿았습니다. 이 선배들의 값진 지적과 평들을 논문에 제대로 반영하지 못한 탓은 전적으로 저의 부족함에 있습니다. 장하원 · 성한아 · 김연화 · 현재환 선배와의 즐거운 시간들이 없었다면 대학원 생활이 얼마나 삭막했을까요. 입학 전 신입생 세미나를 지도해 주신 오선실 · 김성원 선배에게도 감사드립니다.

석사 동기들인 원주영과 조아라 언니는 모두 같은 연구실에서 동고동락하며 큰 힘이 되어주었습니다. 특히 같은 동네에 살기도 하는 원주영은 대학원 생활에서 제가 가장 많은 것을 공유한 친구로, 논문에 관한 고민을 함께 나누며 의지가 되어 주었습니다. 같은 학기에 박사과정으로 입학하신 원정현 언니는 동기이면서도 선배처럼, 큰언니이자 때로는 엄마처럼 푸근하고 따뜻하게 저를 대해 주셨습니다. 정현 언니, 그리고 태의경 언니의 공부하는 모습이 제게는 언제나 너무나 대단하고 멋져 보였다고 늘 이야기하고 싶었습니다. 마치 고등학교 친구처럼 즐겁게 지낸 지선미 · 박선영에게도 감사의 마음을 전합니다. 그 밖에도 과사철의 모든 분들이 제게 너무나 따스하게 잘 대해주셨습니다. 논문을 마무리하는 마지막의 마지막까지 저의 자잘하고 성가신 질문 및 S.O.S.에 응



답해주신 분들에게 진심으로 감사드립니다. 긴장과 자신에 대한 실망으로 가득 찬 대학원 생활 중에 여러분의 격려가 정말 많은 힘이 되었습니다.

최고로 다정한 회원에게 항상 고맙습니다. 가족이자 친구이자 스승이신 한영혜 · 정진성 님, 존경하고 사랑합니다.