



프랑스 노틸호

S & T 파일 >>>

# 6천500m 심해에서 과학탐사에 도전한다

글\_ 김웅서 한국해양연구원 심해저자원연구센터 책임연구원 wskim@kordi.re.kr

지난 6월 15일, 한국 과학자로는 바닷속 제일 깊은 곳까지 들어가 탐험하는 기록을 세웠다. 프랑스 국립해양개발연구소(IFREMER)의 심해유인잠수정 노틸(Nautille)을 타고 북위 9도 34분, 서경 150도 1분, 수심 5천44m에 달하는 태평양 바닥에 들어가 심해저 탐사를 하고 나온 것이다. 이번 심해저 탐사는 향후 태평양의 심해저에서 광물자원을 상업적으로 채광할 때, 이러한 인간의 활동이 심해환경에 어떠한 영향을 미치는지 조사하기 위해 프랑스가 수행한 심해

환경탐사에 동행하면서 이루어졌다. 탐사에는 프랑스 국립해양개발연구소의 연구선 아탈란테(L'Atalante)호가 사용되었으며, 탐사과정에서 아직까지 과학계에 잘 알려지지 않은 눈 없는 심해 물고기를 발견하는 등 부수적인 성과도 있었다.

심해탐사는 분명 흥미진진한 일이지만, 엄청난 수압을 견뎌야 하는 첨단 기술과 많은 노력이 필요한 일이다. 그렇기 때문에 바다가 바로 우리 곁에 있지만, 심해에 접근하기는 쉽지 않다. 현재 몇몇 해양선진국

만이 사람이 타고 심해에 들어갈 수 있는 심해유인잠수정을 보유하고 있으며, 심해의 신비를 밝히는데 앞장서고 있다. 이번 탐사를 계기로 심해탐사의 역사와 미국, 프랑스, 일본, 러시아가 보유하고 있는 심해유인잠수정에 대해 알아보기로 한다.

## 심해탐사는 엄청난 수압과의 싸움

불과 150년 전만해도 사람들은 심해에는 생물이 살고 있지 않다고 생각했다. 박물학자 에드워드 포브스(1815~54)는 2500년 전 아리스토텔레스가 에게해에서 관찰했던 해양생물과 비교하기 위해 그물로 해양생물을 채집했다. 그 과정에서 수심이 깊어질수록 동물의 종류가 줄어드는 것을 발견했고, 심해에는 동물이 살고 있지 않다는 결론을 내렸다. 사람들은 왜 이러한 생각을 믿었던 것일까? 동물은 먹이가 있어야 살 수 있다. 가장 근본적인 먹이는 광합성을 하여 스스로 영양분을 만드는 식물이다. 식물은 햇빛이 있어야 자랄 수가 있는데, 심해는 햇빛이 도달하지 못해 식물이 자랄 수 없는 환경이다. 그러므로 초식동물이 살 수 없고, 이를 잡아먹는 육식동물도 살지 못할 것이다. 이런 생각에서 당시 많은 사람들이 포브스의 심해무생물설을 믿었다.

그렇지만 지금은 심해에도 다양한 동물들이 살고 있다는 것을 알고 있다. 그러면 이들은 어떤 먹이를 먹고살까? 심해의 바닥에 사는 동물의 중요한 먹이는 위에서 죽어 가라앉은 생물의 사체이다. 그렇기 때문

에 심해는 먹이가 부족하고, 연안에 비하면 생물들의 숫자가 적은 것이 사실이다. 그러나 비교적 최근인 1977년 미국의 심해 유인잠수정 앨빈(Alvin)은 심해 열수분출공 주변에서 특이한 생태계를 발견했다. 이 생태계는 심해 화산활동에서 분출되는 화학물질을 이용하는 박테리아를 먹이의 근간으로 유지되며, 심해의 오아시스라 불릴 정도로 많은 생물들이 살고 있는 곳이다.

본격적인 심해생물 연구는 1872년에서 1876년까지 수행된 영국의 챌린저호 탐사를 기점으로 썩었다. 챌린저호는 68.8m 길이에 2천300톤이 나가는 배로 6명의 과학자가 12만7천km를 항해하면서 492곳에 달하는 심해의 수심을 측량하고, 133차례에 걸쳐 심해저에 살고 있는 생물을 채집하였다. 이 탐사 기간에는 수심측량과 심해생물 채집은 물론 수온측정, 퇴적물 채집, 심층수 채수, 해류측정, 기상관측 등을 하였다. 이 탐사에서 4천700종이 넘는 새로운 해양생물이 발견되었고, 그 당시로는 가장 깊은 8천180m 수심을 측량하여 챌린저해연이라는 이름 붙였다. 챌린저탐사 이후 바다에 대한 관심이 높아져 많은 해양탐사가 뒤를 이었다. 대표적인 것은 1950년에서 1952년까지 수행된 덴마크의 갈라테아호 탐사를 들 수 있다.

미르호



눈없는 물고기



심해 꼬리해삼

이 탐사로 바다 중에 가장 깊은 마리아나 해구에도 말미잘이나 해삼과 같은 바다생물이 살고 있다는 것이 밝혀졌다. 그러나 이러한 심해탐사는 직접 사람이 심해에 내려갔던 것은 아니고 배를 이용한 것이었다.

**수심 8천180m 챌린저 탐사 후 본격화**

심해를 직접 탐사하기 위해서는 잠수할 수 있는 장비가 있어야 한다. 초창기의 잠수장비는 쇠줄에 매달려 물속으로 내려지는 공모양의 잠수구였다. 윌리엄 비브와 오스티 바턴은 두께 3.8cm의 강철로 지름이 134cm인 공모양의 잠수구를 만들어 1930년 6월 6일 버뮤다 근처에서 수심 240m까지 들어갔다. 이 잠수

구에는 석영유리로 된 3개의 현창이 나있어 밖을 내다볼 수 있었다. 비브의 잠수구는 1934년 8월 11일 수심 908m까지 들어가는 기록을 세우고 은퇴하였다. 그 후 바턴은 새로운 잠수구를 만들어 1948년 1천 360m까지 잠수를 하였다. 바다의 최고 깊이까지 사람이 직접 내려간 것은 1960년대 들어서이다.

1960년 1월 22일 자크 피카르와 돈 월시는 미해군의 트리에스테호를 타고 마리아나해구의 수심 1만 916m까지 잠수에 성공하였다. 1962년 7월 26일에는 오버런, 사사키, 들로즈가 프랑스의 아르키메데스호를 타고 수심 9천545m까지 내려갔다. 비록 수심은 트리에스테호의 잠수 때보다 깊지 않았지만, 수백 장의 심해 사진을 찍고, 심해 퇴적물을 채집하고, 심해 동물의 관찰기록 등을 남긴 과학적으로는 더 의미 있었던 잠수였다.

그러나 이 당시 잠수정은 단지 깊이 들어가는데 목적이 있었으므로, 크기가 너무 크고 수중에서 자유롭게 활동할 수 없어 심해에서 과학적인 탐사를 하기에는 부적합하였다. 지금은 심해에 들어가 움직이면서 생물과 퇴적물을 채집할 수 있는 로봇 팔을 갖추고, 사진과 비디오를 찍을 수 있는 장비를 갖춘 심해유인 잠수정이 과학적인 연구에 사용되고 있다.

현재 심해 연구를 위한 유인잠수정을 보유하고 있는 나라는 미국, 프랑스, 일본, 러시아 등이다. 심해 유인잠수정 가운데 일본의 신카이 6500이 가장 깊은 수심인 6천500m까지 들어갈 수 있고, 프랑스의 노틸과 러시아의 미르가 6천m, 미국의 앨빈이 4천500m까지 들어갈 수 있다. 그러나 앞으로는 인명사고의 위험이 없는 심해무인잠수정 위주로 심해탐사를 하게 될 것이다. 참고로 심해무인잠수정은 모선과 연결되어 원격조종을 할 수 있는 원격조종잠수정(ROV)과 스스로 움직일 수 있는 자율형 무인잠수정(AUV)으로 나뉜다.

**미국 '앨빈' .. 티타늄 선체, 로봇팔로 샘플 채취**

미국 우즈홀해양연구소(WHOI)는 심해 유인잠수정 앨빈(Alvin)과 무인잠수정 제이슨 II를 포함하여 크고



신카이 2000



신카이 6500



작은 무인잠수정을 6척 가지고 있다. 1964년 심해 유인잠수정으로는 처음 만들어진 앨빈은 최장 10시간 동안 수심 4천500m까지 잠수할 수 있으며, 현재까지 4천회 이상 잠수하였다. 앨빈은 지난 40년 동안 많은 부분을 새로 바꾸었으며, 현재 6천500m까지 잠수가 가능한 새로운 앨빈을 만들고 있다. 한편 플로리다의 하버브랜치해양연구소(HBO)는 존슨 시 링크 I과 II, 클레리아 등 3개의 유인잠수정을, 하와이대학의 하와이해양연구소(HURL)는 유인잠수정 피시스 V와 IV를 보유하고 있다.

앨빈은 2명의 과학자와 1명의 조종사를 태우고 8시간 동안 잠수를 할 수 있으며, 최대 잠수수심은 4천500m이다. 최대수심까지 내려갔다 올라오는데 약 4시간이 소요되므로, 4시간 동안 심해탐사를 할 수 있다. 앨빈은 사진을 찍고, 샘플을 채취하고, 수중실험을 할 수 있다. 앨빈에는 4대의 비디오카메라가 달려 있고, 유압으로 작동되는 2개의 로봇 팔이 달려있다. 잠수정의 앞쪽에는 생물이나 퇴적물, 해수를 채집할 수 있는 기기와 각종 측정기기 등을 담은 바구니가 달려있다. 앨빈은 수압에 견디기 위해 선체가 티타늄으로 되어있다. 앨빈은 무게가 16.9톤, 길이가 7.1m, 높이가 3.6m, 폭이 2.6m이며, 보통 1노트 속도로 다니지만 최대 2노트까지 낼 수 있다.

앨빈이 수행한 수중작업 가운데 기록할 만한 것은 1966년 지중해에 빠뜨린 수소폭탄을 찾은 일, 1974년 프랑스와 공동으로 대서양중앙해저산맥에서 심해저확장설을 확인한 일, 1977년 태평양 갈라파고스제도 인근 심해에서 최초로 열수분출공을 발견한 일 등을 꼽을 수 있다. 열수분출공 주변에서는 관벌레를

비롯해 당시까지 세상에 전혀 알려지지 않았던 300여 종의 새로운 심해생물들이 발견되었다.

1985년에는 북대서양에 침몰한 타이타닉호를 찾는데 사용되었고, 1989년에는 제2차 세계대전 때 침몰한 독일전함 비스마르크 수색작업에 참여하였다.

그러나 앨빈은 1968년 강철 케이블이 끊어지면서 1천500m가 넘는 심해로 가라앉는 사고를 당하기도 하였다. 다행히 잠수정 안에 사람은 타지 않았었다. 앨빈은 인양될 때까지 해저에 11개월 동안이나 가라앉아 있었다. 심해는 온도가 낮고 산소가 부족하기 때문에 잠수정 안에 있던 점심이 11개월 후에도 먹을 수 있을 정도로 잘 보존되어 화제가 되기도 하였다.

### 프랑스 '노틸' .. 수심 6천m 잠수해 5시간 탐사

잠수정 노틸은 프랑스 국립해양개발연구소가 보유하고 있는 유인잠수정으로 세 사람이 탑승할 수 있으며, 수심 6천m까지 잠수가 가능하다. 1984년부터 현재까지 1천500회 이상의 잠수를 하며 심해의 과학탐사는 물론 해저통신케이블 점검, 수중구조물 설치, 타이타닉호와 같은 침몰선의 수색, TV 다큐멘터리와 영화 촬영 등 다양한 임무를 수행하였다. 잠수정 노틸을 운반하는 모선은 1974년 건조된 1천142톤의 나디르(Nadir)호와 1989년 건조되어 1990년 취역한 3천559



앨빈호



아탈랑테호

تون급 연구선 아탈랑테호이다.

노틸의 무게는 19.5톤이며 길이 8.00m, 폭 2.70m, 높이 3.81m이다. 조종실은 티타늄 합금으로 만들어졌으며, 내부지름이 2.10m인 구형이다. 조종실 양쪽 면은 각종 전자장비와 계기판, 동영상을 DVD에 녹화하는 장비가 가득 채우고 있고, 앞쪽으로는 밖을 내다 볼 수 있는 지름 12cm인 둥근 현창이 3개 있다. 그리고 뒷면에는 산소를 공급하고 이산화탄소를 제거하는 장치가 자리 잡고 있다. 해저에서는 최장 5시간 탐사 활동을 할 수 있으며, 잠수정의 앞부분에 부착된 2개의 로봇 팔로 수중장비를 조작하고 퇴적물 및 생물을 채집할 수 있다. 채집한 샘플은 잠수정 앞쪽에 자동으로 열고 닫을 수 있는 채집통에 보관한다.

잠수정은 꼬리부분에 달려있는 추진 프로펠러를 이용해 약 1.5노트의 속도로 움직이며, 이 밖에 상하, 전후로 움직일 수 있는 보조 추진 장치가 있다. 잠수정의 전원은 납 배터리로 230V와 28V 두 종류의 전압



피시스호

을 사용한다. 잠수정에는 2개의 650W 라이트, 5개의 400W 라이트가 달려있어 암흑세계인 심해저를 밝힐 수 있다. 그리고 동영상을 촬영하기 위해 2대의 칼라 비디오카메라와 사진을 찍기 위해 플래시가 달린 2대의 카메라가 장착되어 있다.

한편 잠수정에는 바닥으로부터 잠수정의 높이를 측정하고, 수중에서 물체를 찾기 위한 음파탐지기가 부착되어 있으며, 잠수 및 항해기록은 자동으로 컴퓨터에 저장된다. 노틸은 조종사, 부조종사, 전자기술자, 기계기술자 각 2명씩 모두 8명의 요원들에 의해 운영되고 있다. 노틸은 비상시 잠수정 탑승자가 5일 동안 생존할 수 있는 산소, 물, 비상식량을 갖추고 있다.

## 일본 · ‘신카이 6500’, 러시아 · ‘미르 I, II’

일본해양과학기술센터(JAMSTEC; 2004년 4월 독립행정법인 해양연구개발기구로 개칭)의 8개 연구부서 중에는 심해연구를 전담하고 있는 심해연구부가 있다. 이곳에는 심해연구선 가이레이를 비롯하여 유인잠수정 신카이 2000, 신카이 6500, 심해무인잠수정 가이코, 돌핀 3K 등의 최첨단 장비를 가지고 심해의 신비를 밝히고 있다. 심해연구선 가이레이는 4천600톤급이며 길이는 105m에 달한다. 유인잠수정 신카이 2000은 수심 2천m까지 잠수가능하며 길이는 9.3m이며, 신카이 6500은 수심 6천500m까지 잠수가능하다. 심해무인잠수정 가이코는 1만1천000m까지 잠수할 수 있어 현재 가장 깊이 탐사할 수 있는 잠수정이다. 4천500톤급 연구선 요코스카는 신카이 2000, 신카이 6500, 가이코의 모선으로 활약하고 있다.

신카이 6500은 길이 9.5m, 폭 2.7m, 높이 3.2m이며, 공기 중에서의 무게는 25.8톤이다. 조종사 2명과 과학자 1명 등 모두 세 사람이 탈 수 있으며, 조종실의 지름은 2.0m이다. 보통 9시간 잠수할 수 있으며, 비상시에는 탑승인원이 129시간까지 견딜 수 있다. 최대 속도는 2.5노트이며, 잠수정에는 칼라 비디오 카메라 2대, 사진을 찍기 위한 카메라 1대가 부착되어 있으며, 수온과 염분, 수압을 측정할 수 있는 센서가 달려있다. 또한 2개의 로봇 팔로 수중작업을 할 수 있다.

러시아과학아카데미 해양연구소가 보유하고 있는 유인잠수정 미르 I과 미르 II는 세 사람이 탈 수 있으며, 수심 6천m까지 내려갈 수 있다. 다른 심해 유인잠

수정과 마찬가지로 미르에는 비디오카메라가 장착되어 있으며, 로봇 팔로 심해생물과 퇴적물 등을 채집할 수 있다. 미르의 모선 켈디시(Keldysh)호는 1981년 핀란드에서 건조된 길이 122m의 6천250톤급 연구선으로, 미르 I과 미르 II를 동시에 운영할 수 있는 능력을 갖추고 있다. 그렇기 때문에 잠수정 한척이 심해탐사 중에 비상사태가 발생하더라도, 다른 한 척이 구조작업을 할 수 있다. 미르는 평화라는 의미로 러시아의 우주정거장 이름과도 같다.

잠수정 미르는 길이가 7.8m이고, 무게가 18.6톤이다. 조종실은 두께 5cm의 니켈과 철의 합금으로 만들어졌으며, 지름 2m의 구형이다. 미르는 1분에



탐사를 마치고

35~40m 속도로 잠수와 부상을 하기 때문에 수심 6천m까지 내려가려면 2시간이 넘게 걸린다. 그렇지만 추진 프로펠러가 크기 때문에 일단 바닥에 도착하면 다른 잠수정보다 빠른 최대 5노트의 속도로 움직일 수 있다. 잠수정에는 밖을 관찰할 수 있는 현창이 있고, 5천W의 밝은 라이트가 달려있어 비디오나 영화를 찍기에 좋다. 이 잠수정에는 과학자만 탔던 것은 아니고, 타이타닉 영화를 만든 제임스 카메론 감독도 탑승한 적이 있다. ㉓



글쓴이는 서울대학교 및 동대학원을 졸업하고 뉴욕주립대학교에서 이학박사학위(해양생태학)를 받았다. '해양생물', '아름다운 바다' 등의 저서와 다수의 역서가 있다.