



미국 · 일본의 심해생명공학 연구동향

김 상 진
한국해양연구원

최근 생명공학분야는 genomics, proteomics, physiomics, metabolomics, bioinformatics 등 매우 생소한 단어들 이 대두 되기 시작하면서 무섭게 빠른 변화를 보이고 있다. 이와 같은 새로운 접근방식들은 유용한 결과를 효율적으로 다량 확보할 수 있어 생물산업에 폭발적인 변화를 줄 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 아무리 좋은 방법이 있다하여도 생물의 다양성을 확보하지 못한다면 그 결과는 제한될 것이다. 다시 말하면 다양한 생물유전자원의 확보는 아직도 우리에게 중요한 임무이며 동시에 이와 같은 다양성은 지속가능한 개발을 전제로 하여야 한다. 이와 같은 생각으로 많은 과학자들은 다양한 생태계로부터 다양한 생물유전자원에 대한 연구를 수행하여 왔다. 그 경향은 연구대상이 경비, 노력면에서 손쉽게 접근이 가능한 육상생물 위주의 연구가 진행된 것이 최근 1900년도 중반까지의 일이다. 그 이후 호기심도 자꾸 높아지고 과학예산도 증가하면서 해양생물에 대한 관심이 높아지고 있으나 이 것 또한 일부 선진국에서는 예전 일이 되고 있다. 최근에는 좀 더 사람의 손이 닿지 않았던 미지의 생태계, 예를 들어 심해, 지각 등이 새로운 유전자원을 찾는 대상이 되고 있다. 심해에 그렇게 많은

생물이 존재하고 있다는 것을 우연히 안 것은 이제 겨우 25 년 전 일이다. 그전에 만 해도 심해는 사막으로 알고 있었고 이 분야의 연구가 본격적으로 시작된 것은 극히 최근으로 이제 겨우 10여년 남짓되었다.

이 분야에는 대표 연구기관인 미국의 MBARI (Montrey Bay Aquarium Research Institute), 일본의 JAMSTEC (Japan Marine Science and Technology Center)이 세계적으로 알려져있다. 따라서 본 고에서는 세계 선단연구기관인 두 기관의 심해생명공학 연구동향을 소개하여 우리의 앞길을 조명하는데 도움이 되 고자 한다.

먼저 미국에 있는 MBARI (Montrey Bay Aquarium Research Institute)는 1987년 우수 컴퓨터회사중 하나인 Hewlett-Packard 회사의 설립자 중 한 분인 David Packard에 의해 설립되었다. 설립자는 현존하고 있는 기술에 의해 제약받고 있는 중요한 해양과학의 제 문제점을 과학자와 기술자가 동시에 해결하기 위한 연구가 필요하다고 생각하여 본 연구소를 설립하게 되었다 고 한다. 그래서 그는 연구소의 과학자들이 외부 연구자금을 확보하기 위하여 시간 및 노력 낭비를 하지 않게끔 풍부하고 장

표 1. MBARI의 예산내역 및 규모

2001 회계년도			
항 목	수입액 (\$)	항 목	지출액 (\$)
David & Lucile Packard 재단	29,584,000	연구비	29,340,000
개인기부금	(5,000)	일반운영경비	7,549,000
연방정부 지원금	(2,940,000)		
기타	(1,070,000)		
2000 회계년도			
항 목	수입액 (\$)	항 목	지출액 (\$)
David & Lucile Packard 재단	35,951,000	연구비	24,983,000
개인기부금	(309,000)	일반운영경비	6,330,000
연방정부 지원금	(915,000)		
기타	(1,060,000)		

거적인 연구자금을 David & Lucile Packard 재단을 통해 출연하고 있다.

MBARI는 총 인원 200명으로 캘리포니아주 Moss Landing의 Montrey만 중앙에 위치하고 있고 샌프란시스코에서는 남쪽으로 약 100마일 떨어져 있다. 이 지역에 연구소가 위치하게 된 이유 중 하나는 미국 서부해안의 가장 큰 Montrey 수중협곡에 접근이 용이한 곳이기 때문이다. 따라서 과학자들은 심해 실험실인 이 협곡에서 실험하고 자료를 얻기 위해 항해를 자주 할 수 있을 뿐 아니라 태평양으로 나가기도 편리하다. 이 연구소는 수집된 자료를 Montrey Bay 수족관에 교육목적으로 공급, 전시하며, 영상물은 "Montrey 협곡 탐사"라는 프로그램으로 매일 제공하고 또한 실시간으로 연구소의 연구장면을 방문자에게 보여주고 있다.

연구소의 예산규모를 살펴보면 <표 1>과 같다. 표에서 보는 바와 같이 대부분의 출연금은 David & Lucile Packard 재단으로부터 지원되어 과학자 대부분이 외부의 연구자금을 받기 위해 시간을 낭비하지 않고 연구에 몰두할 수 있는 과학자의 낙원이라고 소속원들이 이야기하고 있다.

MBARI의 연구는 주로 해양의 생물학, 화학, 지질학, 물리학분야에 중점을 두고 있고, 어떻게 해양생태계, 지구기후변화, 지질학적변화에 관한 문제점을 밝힐 수 있는가를 다학제간 연계를 통해 연구하고 있다. 이와 같은 연구결과로 지금까지 다음과 같은 분야에서 획기적인 발견을 하였다.

- 유해조류 대량발생의 검출
- El Nino의 규명 및 예측
- 심해 CO₂의 저장
- 개스 Hydrates
- 해양미생물 유전학
- 심해생태학
- 지진학
- 해중 산사태

신기술의 개발 및 개선은 MBARI의 연구과제에서 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 따라서 해양을 연구할 수 있는 수단으로 기술자들이 ROV(Remotely Operated Vehicle)인 *Tiburon*을 자체 설계, 제작하였을 뿐 아니라 ROV *Ventana*에는 첨단 센서, 카메라장치, 시료채취 장치 등을 설계하여 장착하였다. 또한 수중에서 광범위한 지역을 모선의 도움없이 자기 스스로 자료를 자동수집할 수 있는 몇개의 AUV (Autonomous Underwater Vehicle)를 개발하여 사용하고 있다. 그중 어뢰 모양의 *Dorado*라는 AUV는 연구소가 자랑하고 있는 것 중 하나이다. MBARI는 이와 같은 다양한 장비를 이용하여 외부 연구자들과 공동연구를 통해 첨단 해양관측망을 구축하는 것이 중요한 목표 중 하나이다.

MBARI는 2개의 ROV, 몇 개의 AUV, 3 척의 연구선을 운영하고 있다. 수심 1,850 m까지 잠항이 가능한 ROV *Ventana*

는 1989년 건조된 이래 2,000 여회 이상 잠수하면서 MBARI 심해연구프로그램의 근간이 되었다. 1997년에 건조된 ROV *Tiburon*은 과학자들이 수심 4,000 m 까지 연구할 수 있게 지원하고 있다. 연구선 *Point Lobos*는 ROV *Ventana*의 모선으로서 매일 Montrey Canyon을 운항하고 있다. 연구선 *Western Flyer*는 *Tiburon*을 주로 지원하며 일주일에서 3개월간의 장기 및 원거리 항해임무를 수행한다. MBARI의 최신선박인 *Zephyr*는 AUV모선으로 활용되며 Montrey 만의 근접지역을 주로 항해한다.

MBARI의 특징은 만내에 계류시킨 다양한 센서와 ROV 운용을 통해 귀중한 과학자료를 지속적으로 수집하고 있다. 이를 위해서 연구선을 통해 Montrey만의 물리, 화학, 생물학적 변화를 시간별로 관측하기도 한다. 이 연구소의 가장 두드러진 특징이자 보물같이 여기는 것은 1988년부터 심해의 환경과 생물을 영상자료로 기록하여 보존하는 것이다. 이 자료는 과학연구에 사용될 뿐 아니라 교육에도 활용되고 있다.

MBARI의 다양한 연구분야를 구분하면 다음과 같다. 인원이 2명 정도부터 십수명으로 구성된 총 61개의 연구팀이 다음과 같은 연구를 수행하고 있으며 일부 연구책임자(생명공학관련)는 괄호안에 표기하였다.

□ Benthic Process (12개 연구팀)

- Canyon Dynamics
- Continental Margin Processes
- Ocean Crust Geochemistry
- Tectonic of Montrey Bay
- Benthic Biology and Ecology
- ROAVERRS-Antarctic Ecosystem Studies
- Ecophysiology and Genetics of Montrey Canyon *Beggiatoa* (D. C. Nelson)
- Molecular Ecology of Marine and Aquatic Organisms (R. Vrijenhoek)
- Long-Term Broadband Seismic Observatory in Montrey Bay
- Ridge Observatory Development
- Submarine Volcanism
- Ocean Chemistry of Greenhouse Gases

□ The Hawaiian Expedition (6개 연구팀)

- The Hawaii Transits
- Continental Margins Process: Hawaiian Expedition
- Hawaiian Submarine Canyons
- Hawaiian Submarine Volcanology

- Hydrology of Hawaiian Swell
- Midwater Research (4개 연구팀)
 - Midwater Ecology
 - Population and Taxonomic Analysis of Comb Jellies
 - Benthopelagic Coupling: Krill on the Edge of the Canyon
 - Impact of Artificial White Light on Assessments of Marine Organism Abundance and Diversity
- Upper Ocean Biogeochemistry (5개 연구팀)
 - DNA Probes for Phytoplankton (C. Sholin)
 - Molecular Monitoring of Picoplankton (Ed DeLong)
 - Biogeochemical Responses to Ocean Variability
 - Inorganic Carbon in Coastal Upwelling ecosystems
 - Southern Ocean Iron Fertilization Experiments
- MBARI Ocean Observing System (8개 연구팀)
 - MOOS Mooring System
 - Mooring Controller
 - MOOS Shore Side Data System
 - Instrumentation Software Infrastructure
 - MUSE Data Analysis
 - AUV *Dorado*
 - R/V *Zephyr*
- New In Situ Instruments (7개 연구팀)
 - Fluid Flow, Diagenesis, and Chemical Fluxes in the Oceanic Crust
 - Chemical Sensor Program
 - Determining Gas Content Stratigraphies in ODP Cores by Monitoring Core Recovery
 - Technology transfer: Demonstrating MBARI's Probe Technology using a Volunteer Corps
 - Laser Raman Spectrometer
 - Side ARM Application-Specific Hardware
 - AUV Multibeam Mapping
- Information Dissemination and Outreach (9개 연구팀)
 - Core Data: CTD, Navigation, Video Annotation, Mooring Data
 - Video Annotation and Reference System
 - Data Manager Support

- ROV Data Visualization
- Joint Projects with the Monterey Bay Aquarium

- ROV Enhancements and Upgrades (10개 연구팀)
 - Precision control Technologies for ROVs
 - Quantitative Video Technology
 - *Tiburon* Vibracore
 - *Tiburon* Upgrades
 - *Ventana* Upgrades
 - Camera Training for Scientists

본 연구소의 다양한 연구결과 중 해양생명공학분야의 흥미 있는 것을 소개하면 다음과 같다.

□ DNA Probes for Phytoplankton

MBARI의 Sholin 그룹에서는 해양미생물 종별로 현장에서 특이 검출할 수 있는 원격기술을 5년 이상 연구 개발하였다. ESP (Environmental Sample Processor)가 대표적인 성과인데 이것은 해수시료를 불연속적으로 채취하여 미생물을 농축하고 미리 프로그램된 분석을 시행하는 장치이다. 이 장비를 2001년 5월 Maine주 Casco Bay에서 수심 30m에 장치하여 DNA probe를 이용하여 유해적조 *Alexandrium tamarense* 및 *Pseudo-nitzschia* 종들을 최초로 현장에서 검출하는데 성공하였다. 이 장치는 약 100-200 cell/liter 농도를 검출하여 무선용 통해 결과를 전송할 수 있어 활용잠재력이 높은 장치이다. 앞으로 이 장치는 연근해역 건강도의 현장 모니터링이 가능하게 할 뿐 아니라 유해적조 대량증식을 유발시키는 해양환경 조건을 궁극적으로 규명하는데 매우 유용하게 활용될 것이다.

□ Molecular Monitoring of Picoplankton

해양에는 단세포인 부유미생물이 가장 풍부하게 서식하는 생물종류이다. 이 미생물들은 해양의 탄소, 질소, 황을 포함한 다양한 생지화학적 순환계에서 매우 중요한 역할을 한다. 그러나 대부분의 해양미생물은 배양이 불가능하여 이와 같은 미생물의 정체성, 변화, 능력 등에 대해 이해하는 것은 매우 제한되어 있다. 이와 같은 문제점을 해결하고 해양생태계에 대하여 좀 더 이해하기 위하여 분자생물학적 방법으로 미생물을 규명하고 시공간적으로 미생물의 능력에 대한 연구를 수행하고 있다.

Ed DeLong 그룹의 2001년도 주요 연구결과 중 해양에는 고세균이 살아있는 생물 중 20%를 차지하고 있다는 발견을 들 수 있다. 10년 전만 해도 해양수층에는 고세균이 존재하지 않는 것으로 알려졌다. 아직 고세균의 특성과 기능에 대해서 많

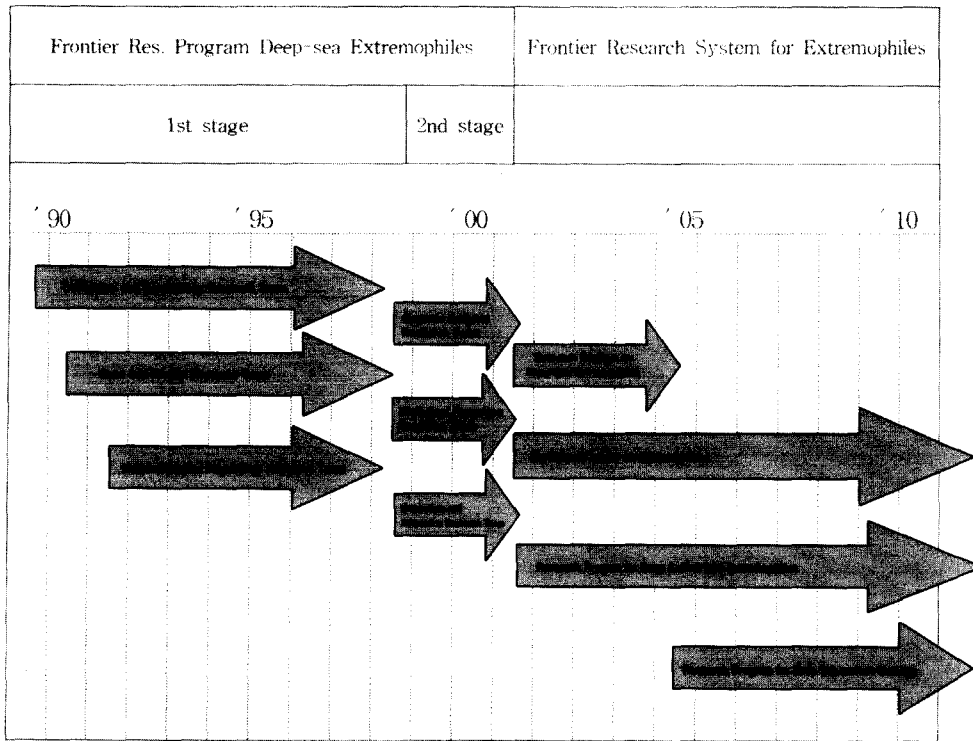


표 2. JAMSTEC의 발전사

이 알려져 있지는 않지만 이 세균들이 해양탄소순환에 매우 중요한 역할을 할 것이라는 증거들이 속속 밝혀지고 있다.

인체계놈 프로젝트의 발달된 기술을 적용하여 해양에 서식하고 있는 미생물의 특성을 파악하는 것이 용이해졌다. 이와 같은 게놈접근방식을 통해 MBARI에서는 미생물의 새로운 에너지생산 광단백질인 proteorhodopsin을 해양미생물로부터 최초 발견하였다. 이와 같은 실험실 연구결과는 텍사스대학의 생물리학자들과 공동연구를 통하여 현장에서도 확인하였다. 더욱이 proteorhodopsin의 유전적 변이를 발견하였을 뿐 아니라 해수층 유광대에서 깊이에 따라 특징적인 파장의 빛에 따라 바뀐다는 것을 증명하였다.

또한 펜실바니아 주립대학과 우즈홀 해양연구소와 공동연구를 통하여 미생물개체와 동위원소의 구성을 단세포 수준에서 동시에 관찰할 수 있는 새로운 현미경을 개발하였다. 이 현미경을 이용하여 심해 메탄가스 용출지역의 시료로부터 미생물이 혐기적 메탄 용출지역과 메탄수화물의 메탄을 이용하는 것을 최초로 직접 규명을 하였다. 이런 종류의 미생물들이 지구 대기상의 총 메탄순환량의 5-20%를 소비할 수 있어 본 발견은 해양 메탄순환과정을 이해하는데 매우 중요한 발전이다.

□ Ecophysiology and Genetics of Monterey Canyon *Beggiatoa*

액포란 세포질이 없이 액체로 차있는 세포막에 붙어있는 소기관이다. 일반적으로 액포는 저장 혹은 소화기능을 갖고 있고 다양한 생물체내에서 발견된다. 20년 전 만해도 세균은 액포를 갖고 있지 않다는 것이 정설이었다. 그러나 현재는 Monterey Canyon의 용출수 부근에서 발견되는 *Beggiatoa*, *Thiothrix* 속의 황세균을 포함한 크기가 매우 크고 환경에서 중요한 역할을 하는 세균의 일부 중에서 액포가 발견되고 있다. Nelson 그룹에서는 최대세포의 지름이 120-80 마이크로미터나 되는 선형 *Beggiatoa* 세균의 액포 내에 주변해수의 10,000 배 이상 농도의 nitrate를 저장하고 이 저장된 화합물을 이용하여 산소가 없는 환경에서도 호흡할 수 있다는 것을 발견하였다. 또한 세균은 한 세포당 수천 개의 DNA를 갖고 있다. 보통 세균의 경우 세포당 1-4개의 DNA를 갖고 있는 것에 비하면 놀랄 정도로 많다. 이러한 이유로는 보통세균보다 만배나 큰 세포내의 신진대사를 조절유지하는데 이와 같이 풍부하게 많은 DNA가 필요할 것으로 추측한다. 현재 본 그룹에서는 혐기성호흡에 관여하는 효소유전자를 크로닝하고 있다.

그 외에도 MBARI의 Molecular Ecology of Marine and Aquatic Organisms 그룹의 책임자인 Bob Vrijenhoek는 분자표지를 이용한 해양 수생생물의 생태학적, 진화학적 과정을 연구개발하고 있다.

한편 심해생명공학분야에서 세계적으로 대표되는 연구기관

표 3. 예산 및 직원수 변화 추이

년 도	정직원수 (단위: 명)	총예산 (추가예산) (단위: 억엔)	년 도	정직원수 (단위: 명)	총예산 (추가예산) (단위: 억엔)
1971	30	7	1986	143	74
1972	58	8	1987	145	112 (26)
1973	81	12	1988	148	104
1974	83	11	1989	151	116
1975	85	19	1990	154	108
1976	88	14	1991	156	117
1977	91	19	1992	158	144 (21)
1978	102	33	1993	161	184 (53)
1979	109	46	1994	165	152
1980	113	51	1995	187	341 (165)
1981	121	75	1996	196	236 (30)
1982	128	60	1997	206	244
1983	133	58	1998	214	503 (250)
1984	137	58	1999	223	468 (223)
1985	141	77	2000	233	354

표 4. 총인원의 구성

구 분	인 원(명)	비 율(%)
정규연구직	90	7
계약직 연구직	324	27
정규 행정직	151	12
계약직 행정직	341	27
기술직 (지원회사)	111	9
선원 (지원회사)	172	13
해안경비직 (지원회사)	63	5

을 꼽으라면 이제는 많은 사람들이 주저 없이 일본의 일본해양과학기술센터(JAMSTEC: Japan Marine Science and Technology Center)를 꼽게 되었다. 그러면 그 이유를 알기 위해 JAMSTEC의 연구활동과 심해연구 동향을 살펴보기전에 JAMSTEC의 간단한 역사를 알아 본다. 소화 46년 즉 1971년에 창립한 일본해양과학기술센터(JAMSTEC: Japan Marine Science and Technology Center)는 현재 32년의 역사를 갖고 있고 <표 2>와 같은 발전을 거듭하였다. 한국해양연구원이 1973년 10월 30일 한국과학기술연구소 부설 해양개발연구소로 설립된 역사와 비교하여도 비슷한 것을 알 수 있다.

JAMSTEC은 Frontier 연구동이 위치한 Yokosuka에 본부를 두고 요코하마에는 지구과학연구소 및 Global Oceanographic Data Center, Mutsu 해양연구소, 동경지소, 워싱턴지소, 시애틀지소 외에 Muroto station, Nansei-cho station, Hatsushima

표 5. JAMSTEC 지출예산규모

내역	예산(억엔)	비율(%)
R & D	34.46	9
Frontier Research	66.82	18
Ocean Drilling Project	71.09	19
Earth Simulator	21.57	6
Common Research	6.28	2
선박운용	97.57	27
장비운용	4.89	1
정보 및 기술	19.33	5
인건비	33.39	9
일반행정	13.11	4

station, Yaizu 심해수 분석실험실이 있다. 조직구성에는 행정조직 내에 행정, 기획, 재무 및 회계기능 등이 있고 그 외에 안전관리, OD21 프로그램부, 연구지원부, Frontier Research Promotion 이 있고, 연구부서에는 심해연구부, 해양관측 및 연구부, 해양기술부, 해양생태계 연구부가 있으며 지원부서에 연구지원과, 컴퓨터 및 정보, Mutsu 연구소 지원과가 있다. Frontier Research Promotion하에 Deep-Sea Extremophiles, Subduction Dynamics, Observational Research, Global Change 와 같은 4개의 Frontier 사업을 추진하고 있다. 총 예산규모의 변화는 1971년 7 억엔에서 시작하여 2002년 현재 368.5억엔에 이르고 직원수는 정직원 기준 30명에서 현재 241명으로 증가하였다(표 3).

2002년 4월 1일 현재 선원 및 기술지원인력을 포함한 총인원은 1,252명으로 이의 구성비율은 <표 4>와 같다.

회계연도 2002년의 JAMSTEC 지출예산규모는 총 368.5 억 엔이고 그 구성비율은 <표 5>와 같다. 총 직접연구비는 54%에 달하고 선박, 장비 및 정보기술과 같은 연구지원비용은 33%, 인건비 및 행정소요비용이 13%를 차지하고 있다.

심해는 햇빛이 전혀 도달하지 않는 암흑의 세계이고 온도는 2-4 °C 정도의 차가운 세계이므로 많은 사람들이 심해는 생물이 살지 않는 죽음의 세계일 것이라고 오랫동안 상상해 왔다. 그러나 25 년 전인 1977년 미국의 유인잠수정인 alvin 호에 의해 심해 열수구가 발견되었고 많은 종류의 생물이 존재한다는 것이 보고되었다. 어류, 조개, 해삼, 게, 새우 등과 같은 다양한 동물이 깊고, 높은 압력이 존재하는 열악한 심해 환경에서 살고 있다는 것이 알려진 것이다. 특히 많은 미생물이 서식하는 것도 매우 흥미있는 사실이다. 최근 지구에서 가장 깊은 곳인 마리아나 해구에서도 180여종의 미생물이 분리되었다는 보고가 있다. 이와 같이 심해는 많은 생물이 활발하게 살고 있는 역동적인 세계인 것이다.

최근 JAMSTEC은 "지구" 호라는 이름의 지각시추선을 건조 중인데 이 배는 7,000 m 수심의 심해바닥에 있는 지각을 수 km 시추할 수 있는 능력을 갖고 있다. 이와 같은 시도는 우리의 연구영역을 심해뿐 아니라 지각심층 까지 확대시킬 수 있는 획기적인 일이 아닐 수 없다.

우리를 비롯해 모든 사람들에게 이와 같은 세계의 생물에 관해 많은 의문점과 아울러 기대감이 생길 수 있다. 예를 들어 어떻게 심해생물들은 고압에 적응할 수 있는가? 혹은 그와 같은 극한환경 조건에는 특별한 생물이 존재하는가? 그리고 이와 같은 생물은 우리에게 유용한가? 등이다. 이와 같은 의문과 기대를 해결하기 위해 JAMSTEC은 다음과 같은 심해생명공학연구를 중점적으로 진행하고 있다.

- 신규 심해 생물의 발견과 생물, 유전자 다양성의 연구
- 고압, 고온, 저온 등과 같은 극한환경 조건에 적응하는 기작의 규명
- 인류복지에 유용하게 사용할 수 있는 유용소재 및 기능의 탐색

이와 같은 목표를 달성하기 위해서는 심해생물과 아울러 심해생명체 주변의 물리화학적 환경에 대한 연구도 병행하여야 한다. 이를 위해 위에서 설명한 바와 같이 JAMSTEC의 복잡한 조직과 기능이 필요하다고 사료된다. 본고에서는 특히 Frontier Research 중에서도 심해 극한생물 (Deep-Sea Extremophiles)에 관해서 자세한 소개를 통해 세계의 선두그룹 중 하나인 일본의

심해생물 연구에 대한 동향을 살펴보기로 한다. 이 연구단의 명칭은 극한미생물 프론티어사업단이고 영문으로는 DEEPSTAR (DEep-crust Exploration Program for Subsurface Terrain Animalcule Retrieval)를 사용하고 있다. 이 연구를 책임지고 있는 프론티어사업단장은 토요대의 Horikoshi 박사이고 프로그램 디렉터는 동경기술연구소의 Aizawa 박사가 현재 맡고 있다.

제 1단계는 1990년 10월부터 연차적으로 배양 및 형태 연구팀, 유전자 및 단백질 연구팀, 대사 및 생리연구팀 순으로 조직하여 연구를 시작하여 1998년 9월까지 8 년간 진행하였고, 동년 10월 제 2단계가 시작되어 오늘에 이르고 있다. 1단계 연구를 통해 150편 이상의 논문과 책을 저술하였고 국제 극한생물 학회를 개최하였고 고압생리학 (piezo-physiology)이라는 새로운 연구영역을 확립하는데 많은 공헌을 하였다.

현재는 극한환경생물 프론티어연구 시스템 (The frontier research system for extremophiles)하에 다음과 같은 3개의 연구영역과 bioventure 센터가 있다. 각각의 기능 및 역할을 보면 다음과 같다.

□지각내 미생물 연구영역

- 원시미생물의 탐색 및 생명기원에 대한 연구
- 극한 호압성미생물 탐색 및 생리분자생물학적 연구
- 극한 호열성미생물 탐색 및 생리분자생물학적 연구
- 신규 유용미생물 탐색 및 이용

□지각내 생태계연구영역(2005년도부터 수행예정)

- 심해지각의 biomapping 및 생체량의 추정
- 지질학적 환경과 미생물의 상호작용 연구
- 지각내 물질변환 특히 메탄수산화물생성에 미생물의 역할 규명

□심해미생물 연구영역

- 심해생물의 환경응답 연구
- 심해생물의 대사 및 적응기능 연구
- 계놈해석 연구

□심해 Bio-Venture Center

- 상기 연구영역의 성과를 조속히 산업화하는 활동
- 심해 및 심해지각 유래 유용미생물 유전체 분석
- 계놈정보를 이용한 유용단백질의 탐색 및 개선기술 개발
- 보유한 심해 및 심해지각 유래 미생물의 응용연구
- 기업체와 공동연구

한편 심해미생물연구영역은 심해환경 응답연구팀, 대사 및

적응기능 연구팀, 게놈해석 연구팀으로 나누어 다음과 같은 연구를 세부적으로 추진하고 있다.

□ 심해환경 응답연구팀

- 물리적인 자극에 대한 다세포생물의 생물학적 반응
- 초임계 상태 물의 colloid 과학
- 초임계 상태 물에서 생체물질의 용액 특성
- 고압, 고온 물속에서 생체물질과 생물의 행동

□ 대사 및 적응기능 연구팀

- 새로운 연구분야인 고압생리학의 발전
- 유전자, 단백질 발현에 대한 압력의 조절기능
- 극한조건에 적응된 심해생물의 생체막 기능
- 심해생물의 배양, 보존 및 분류학적 연구

□ 게놈해석 연구팀

- 호 알카리성 *Bacillus halodurans* C-125 균주 게놈서열의 완전 해독

- *Bacillus halodurans* 균주의 생물정보학적 분석
- *Bacillus halodurans* 균주의 게놈정보를 이용한 산업적 적용연구
- 기타 극한미생물의 게놈 분석

한편 최근에는 Iheya ridge에서 분리한 고도내염성 심해미생물인 *Oceanobacillus iheyensis* HTE 831 균주의 전체 유전자 서열을 밝혀 2002년도에 유전정보를 공개하였다. 2002년도에는 또 하나의 초고온성 균주의 염기서열을 밝히는 작업을 완료하였고, 이와 같이 확보된 유전정보를 이용한 후속연구를 계속 진행하고 있다.

참고문헌

<http://www.jamstec.go.jp/>
<http://www.mbari.org/>
 JAMSTEC, 2002, Report
 MBARI. 1997, MBARI's First Decade: A retrospective
 MBARI. 2002, 2001, Annual report
 Personal communication with scientists in MBARI and JAMSTEC

김상진



- 1975 서울대 미생물학과(이학사)
- 1977 서울대 미생물학과(이학석사)
- 1985 독일 Kiel대(이학박사)
- 1985~1990 KIST
- 1990~현재 한국해양연구원