

2017 Canada-Korea-USA Beaufort Sea Geoscience Research Program



IBRV Araon – August 26-30, 2017 Update

작성자: 진영근, 극지연구소 (KOPRI), 아라온호 북극해 2항차 탐사 수석연구원
김수관, 극지연구소 (KOPRI), 지구물리 연구원

8월 26일 오후: 2017년 북극해 탐사 2항차 연구팀 승선

우리 팀은 알래스카 앵커리지를 출발하여 최북단 항구도시 배로우 공항에 오전 11시경에 도착했다. 공항에는 아라온호에서 하선하여 우리 팀이 타고 온 항공기 편으로 앵커리지로 떠나는 1항차 연구팀이 탑승을 기다리고 있었다. 오가는 한국 연구팀들로 인해 영상 5도 정도의 쌀쌀한 날씨에도 배로우 공항에는 활기가 넘쳤다. 우리를 마중 나온 에이전트의 안내를 받아 공항 한켠의 헬기 탑승장으로 이동하였다. 헬기를 이용하여 정오 무렵 배로우 앞바다에 정박 중인 아라온호에 연구팀은 모두 승선하였다. 2항차에는 헬기를 사용하지 않기 때문에 연구원들의 승선과 물품이송을 마지막으로 헬기는 아라온호에서 철수하였다.

이번 2항차 탐사에는 국내외 연구기관으로부터 총 5개국, 48명의 연구인력이 참여하며, 한국 30명, 미국 8명, 캐나다 6명, 중국 2명, 독일 2명으로 구성되었다. 한국팀은 극지연구소, 서울대, 한양대, 세종대, 경상대에서 참여하였고, 미국팀은 MBARI(Monterey Bay Aquarium Research Institute), 캐나다팀은 GSC(Geological Survey of Canada)에서 참여하였다. 미국팀에는 MBARI에 방문연구중인 노르웨이 트롬소대학 CAGE(Center of Arctic Gas hydrate and Environment)의 소장인 Mienert 교수가 포함되어 있으며, 캐나다팀에는 다중채널탄성파 탐사 동안(8월30일-9월 4일) 해양포유류 보호를 위해 3명의 보호감시관이 승선하였으며, 그중 2명은 캐나다 북극지역의 원주민이다.

8월 27일 10:30: 첫번째 사이언스 미팅 개최, 정오: 출항

8월 27일 오전 10시에 방문단 일행이 아라온호에서 떠난 후, 10시 30분에 2항차 참여 연구원 전원이 참석한 가운데 첫번째 사이언스 미팅이 선내 컨퍼런스룸에서 개최되었다. 각자 소개에 이어서, 이번 탐사의 수석과학자 진영근 박사가 이번 2항차 연구탐사의 목적과 탐사지역, 탐사내용, 탐사일정 등

2017 Canada-Korea-USA Beaufort Sea Geoscience Research Program



IBRV Araon – August 30-September 01, 2017 Update

작성자: 진영근, 극지연구소 (KOPRI), 아라온호 북극해 2항차 탐사 수석연구원
이영미, 극지연구소 (KOPRI), 미생물분야 연구원
김수관, 극지연구소 (KOPRI), 지구물리 연구원

8월 30일 14:00: 캐나다 해양포유류 관찰원 3명 승선, 18:00-24:00: 다중채널탄성파 탐사 준비

대규모 장비를 이용하는 다중채널탄성파 탐사를 수행하기 위해 여러 가지 준비과정이 필요하였다. 2개의 에어건(수중음파발생기)을 장착한 후, 바다에 내리고 해저지층에서 반사된 탄성파를 수신하는 1.5 km 길이의 스트리머를 설치하는데 약 4시간이 소요되었다.

그리고 캐나다 보퍼트해에서 다중채널탄성파 탐사를 수행하는 동안 연구지역의 해양포유류를 보호하고, 탐사가 해양환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있도록 하기 위해 많은 사전준비도 필요하였다.. 이를 위해 사전에 캐나다 해양수산부 산하 해양연구소(DFO)와의 논의를 통해 탐사를 설계하고, 환경영향평가 허가를 획득하였다. 또한 두 지역의 캐나다 북극해 원주민 정부기관과 단체들의 탐사허가도 획득하였다.

탐사기간 동안 해양포유류 보호를 위해 3명의 관찰원(MMO: marine mammal observer)들이 동승한다. MMO의 책임자는 여성 해양생물학자인 Rhonda Reidy가 맡고 있다. 나머지 2명은 이누이트 원주민이자 사촌 사이인 John Ruben과 Dale Ruben이다. Rhonda Reidy는 2013년과 2014년 보퍼트해 탐사에도 동승하여 활동했던 경험이 있으며, 우리 연구팀과 아라온호를 잘 아는 친숙한 분이다.

이들은 탄성파 탐사 전과 탐사기간 내내 연구선의 1000 m 반경 내에 존재하는 해양포유류를 관찰한다. 탄성파 탐사를 시작하기 전 1시간동안 해양포유류가 안전반경 내에 존재하지 않음을 확인한다. 탐사 중에 해양포유류가 안전반경 내로 진입할 경우에는 에어건 작동을 즉시 중단해야 한다. 이후 MMO는 탄성파 탐사를 언제 재개할 수 있을지 결정한다. 특히 시야가 확보되지 않은 밤에는 정해진 해양보호구역내에서는 탐사를 할 수 없기 때문에, 낮 시간에 이 구역을 통과하도록 탐사측선 일정을 잘 설계해야 한다.

8월 31일 00:00-9월 1일 24:00: 다중채널탄성파 탐사 진행

다중채널탄성파 탐사는 해저면 하부의 지층경계면에서 반사되어 돌아온 반사파 신호를 기록하여 지층구조를 영상화하는 방법이다. 이는 병원에서 초음파를 이용해서 우리 몸 속의 장기들 모습을 영상화하는 것과 같은 원리이다.

탄성파 탐사자료의 획득은 연구선의 후미에서 해수면 6 m 아래에 설치된 에어건에 주입된 고압의 공기를 수중으로 방출하여 강력한 음파 신호를 만들어내면서 시작된다. 이렇게 만들어진 탄성파는 해저면과 하부 퇴적층으로 진행한다. 진행하던 탄성파 신호 중 일부는 지층경계면에서 반사되고 해수면에 도달하여 1.5 km 길이의 수신기인 스트리머에 기록된다. 스트리머와 에어건은 아라온호의 후미 뒤에서 해상으로 내려져 아라온이 해당 장비를 끌고 가는 방식으로 탐사를 수행한다. 탄성파 탐사 수행 중 연구선의 속도는 시속 4.5 노트(약 8 km/h)로 유지하였다.

탐사기간 동안 2개의 에어건이 사용되었으며 총 용량은 420 cu.in이다. 아라온호의 탄성파 탐사시스템은 과학적 연구를 위해 해저면 하부 최대 4 km까지 존재하는 퇴적층의 구조를 보여줄 수 있도록 설계되었다. 이는 석유 및 천연가스탐사를 위해 사용되는 장비에 비해 상당히 작은 규모이지만 높은 해상도의 자료를 획득할 수 있다.

8월 31일 0시에 모든 준비와 테스트 측선 탐사를 마치고 드디어 5일 일정의 탐사에 돌입하였다. 이 기간 동안 흥미로운 지질구조 위를 지나게 설계된 탐사 측선들을 따라 탐사를 수행할 예정이다. 이번 탐사에서 맥켄지 강 하구를 경계로 서쪽 지역인 Yukon 해역 중 기존에 탐사가 수행되지 않았거나 미진한 지역을 대상으로 자료를 획득할 예정이다. 날씨와 장비상태가 양호하다면 총 12~14개 측선에서 약 700~1000 km 길이의 탄성파 탐사자료를 획득하는 것이 이번 탐사의 목표이다.

탄성파 탐사에서 획득한 자료를 통해 보퍼트해 대륙붕과 대륙사면의 전반적인 지체구조, 보퍼트해 분지의 퇴적환경변화 및 특성, 가스하이드레이트와 영구동토층의 분포, 보퍼트해 빙상의 발달사 연구 그리고 해저 사면 불안정성 및 사면 붕괴와 관련된 지질재해를 규명하고자 한다.

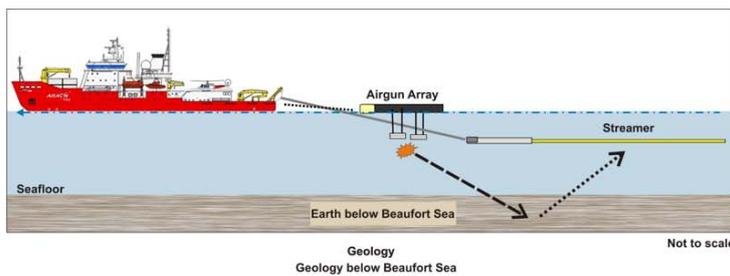
9월 1일 오전, 날씨는 화창하고 바다는 잔잔하다. 탐사장비가 잘 작동되고 있음을 알리는 주기적으로 터지는 에어건 소리를 들으면서 아라온호는 눈 쌓인 산봉우리들이 눈 부시게 빛나는 Yukon 해안 지역을 지났다.

연구 일정 및 배경:

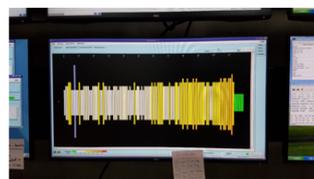
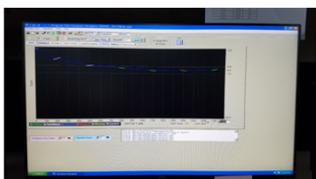
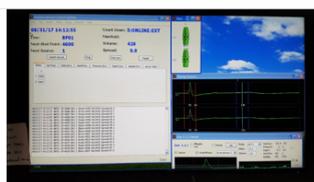
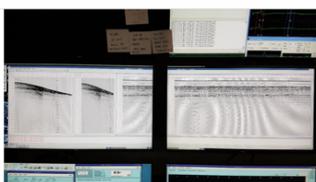
이번 아라온호 북극 2 항차 탐사는 8월 27일 알래스카 최북단 항구도시 배로우를 출항하여 8월 29일부터 9월 12일까지 15일동안 캐나다 보퍼트해 연구지역에서 현장탐사를 수행한 후, 연구지역을 떠나 9월 16일 알래스카 놉에 도착하는 일정으로 진행된다.

이번 탐사는 해양수산부의 R&D 과제로 진행되는 연구프로그램으로, 한국의 쇄빙연구선 아라온호를 활용하여 한국-캐나다-미국 3개국이 공동으로 캐나다 북극 보퍼트해 수역 내에 진입하여 연구를 수행한다. 이번 연구탐사의 목적은 북극 캐나다 보퍼트해 대륙붕과 대륙사면의 해저자원환경을 파악할 수 있는 기초원천자료를 획득하고, 영구동토층과 가스하이드레이트의 해리에 따른 안정성 변동현상, 해저-수층-대기간 메탄 가스의 이동현상 등을 규명하는 것으로, 해양지질학, 지구물리학, 해양학 현상을 관찰할 수 있는 다양한 탐사가 수행될 예정이다.

오늘의 사진:



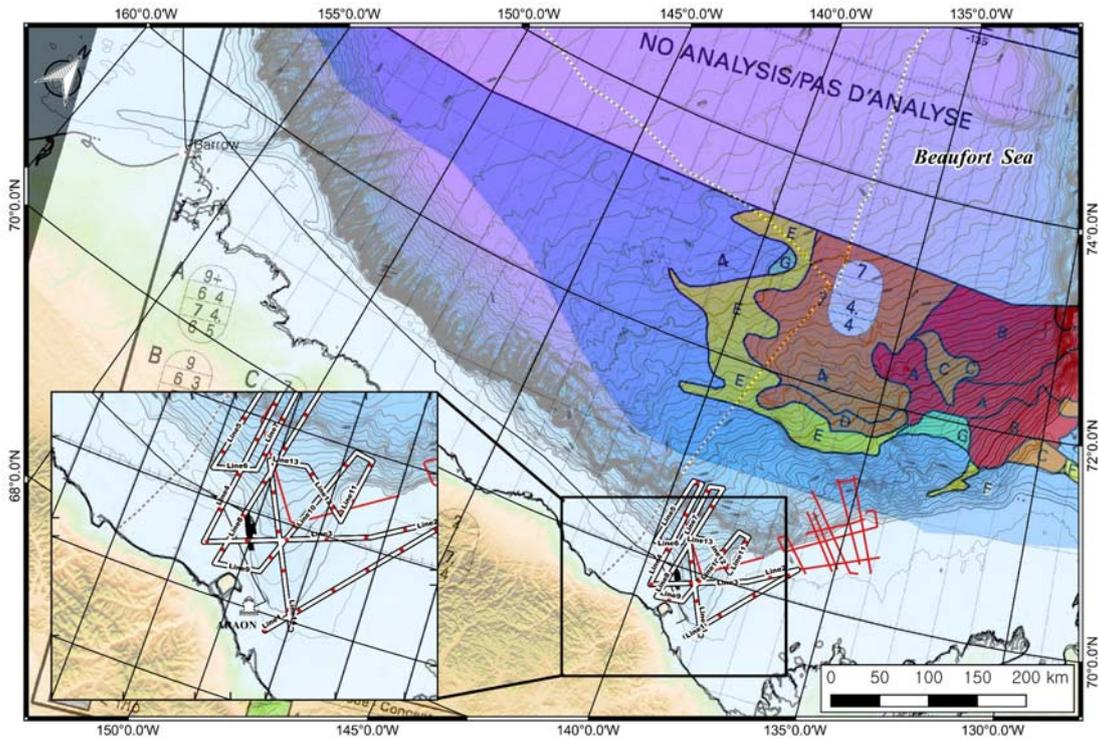
(왼쪽) 다채널 탄성과 탐사장비 모식도, (오른쪽) 선미 갑판에서 발파중인 에어건



(왼쪽) 선내 탄성파탐사장비 조종실 모니터들, (오른쪽) 탐사 현황을 모니터링하는 한국-캐나다 연구진



(왼쪽) 캐나다 해양포유류 관찰원, (오른쪽) 고요한 바다와 멀리 보이는 Yukon 해안의 설산들



9월 1일 오전 현재 탐사지역과 아라온호 위치

이 뉴스레터는 이번 2017년 아라온호 북극해 2항차 기간 동안에 수행된 탐사활동을 알리기 위해 작성된 비공식 소식지이다. GSC/MBARI Blog site: 192.168.1.202/html/

전반적인 내용을 브리핑하였다. 탐사기간 동안 매일 오전 9시에 전날의 탐사활동 및 결과와 당일의 계획을 논의하는 사이언스 미팅이 계속될 예정이다. 13시에는 승선연구원을 대상으로 해상안전교육과 선상훈련이 있었다.

이번 2항차의 주요 탐사내용으로 1) 이전까지 거의 탐사가 수행되지 않은 맥켄지 강 하구 서쪽 지역에서 약 5일간의 다중채널탄성파 탐사와 2) 이 지역을 포함해서 진흙화산 등 기존 보퍼트해 남쪽 대륙붕/대륙사면의 주요 특이지질현상 지점들에서 약 9일간의 ROV(Remotely Operated Vehicles, 원격조정탐사정)과 AUV(Autonomous Underwater Vehicles, 자율무인탐사정) 탐사이다. 이번 탐사는 세계 최고 수준의 해양장비 운영기관인 MBARI의 첨단 해저무인탐사장비를 활용하고 운영기술을 습득하는 좋은 기회가 될 것이다. 탐사기간 동안 해저지형자료와 천부탄성파 자료를 항상 기록하고 해수표층 메탄농도를 실시간으로 획득한다. 주간에만 진행되는 무인해저탐사장비 탐사기간 동안에는 야간 시간을 이용하여 해수와 해저퇴적물 시료를 채취하고 지열을 측정하는 작업이 이루어질 예정이다.

8월 27일 12:00-8월 28일 24:00: 알래스카 배로우에서 캐나다 연구지역까지 이동

이동 항해 중 탐사에 투입 될 연구장비를 설치하고 최상의 조건에서 운영할 수 있는 준비를 하였다. 아라온호의 각종 지구물리탐사 장비 중 다중빔 해저지형 측심장비(multi-beam echo sounder, 이하 '멀티빔'), 천부지층탐사기 (sub-bottom profiler, 이하 'SBP'), 단일빔 수중음향측심기 (single-beam echo sounder, 이하 '싱글빔') 등 음향장비를 점검하고 초기설정을 진행하였다. 또한 이번 탐사에서 가장 핵심적인 탐사장비 중 하나인 다중채널탄성파(multi-channel seismic) 탐사시스템의 음파발생기(airgun, 이하 '에어건')를 점검하고 장착하였다.

특히 해저탐사장비인 Mini ROV과 AUV를 초기 설정하는 일에는 많은 작업이 필요하였다. 다양한 부품 조립, 전원을 공급하기 위한 전선 설치, 자료 전송을 위한 연결선 구축, 4) 중계 안테나 설치, 5) 수십미터 길이의 전송케이블을 주조종실에서 선교 위 안테나로 연결하는 작업 등이 이동시간 내내 진행되었다.

8월 29일 00:00-8월 30일 08:00: 맥켄지강 서측 Yukon 대륙붕 지역 지형탐사

연구 작업은 미국-캐나다의 해상경계선을 넘는 순간 시작되었다. Yukon지역 북쪽의 낮은 해상도의 기존 수심도를 보완하기 위하여, 연구 작업 시작 후 첫 30시간 동안 아라온호에 탑재된 멀티빔을 이용하여 맥켄지(Mackenzie)강 하구의 서쪽사면에서 해저지형 탐사를 수행하였다. 이 해저지형자료는 9월 5일 이후에 수행될 AUV와 Mini ROV를 이용한 정밀해저탐사와 퇴적물 코어시추 정점 선정에 필요한 기초자료로 활용될 예정이다. 정밀하지 못한 기존 수심도의 경우 이번 연구에서 목표로 하는 특이한 지질현상이 나타나는 지점을 찾는 일이 모래사장에서 바늘 '하나'를 찾는 것 같은 어려운 일이라고 한다면, 아라온호의 멀티빔을 이용하여 새롭게 획득한 해저지형자료를 참고한다면 모래사장에서 여러 개의 바늘'들'을 찾는 일이라 할 수 있다.

8월 30일 10:00-12:00: 허셜(Herschel)섬에서의 AUV와 ROV 해상 연습

첨단 해저무인탐사장비인 AUV와 Mini ROV를 성공적으로 진수시키고 회수하는 일은 많은 어려움이 따르는 작업이다. 특히 아라온호처럼 새로운 연구선에 설치해서 사용하는 경우에는 처음 운영단계에서 여러 문제점이 발생할 수 있다. 복잡한 연구항해 일정, 외국인 연구팀과 한국인 승무원간의 소통문제, 추운 날씨 그리고 예측할 수 없는 해황 등도 작업의 어려움을 가중시킨다. 연구팀은 초기 문제점을 최대한 줄이기 위해 파고가 높지 않은 허셜섬 안 허셜만에서 Mini ROV와 AUV를 점검하고 작동하는 리허설을 시행하였다. 리허설 동안 실제 장비 진수 및 회수에 대한 소중한 경험을 쌓을 수 있었고, 수중 장비를 실제로 운용하는 연습 및 평형수를 조정할 수 있었다.

AUV는 크레인을 통해 들어올려진 후 조심스럽게 아라온호의 측면으로 이동된 후, 평형수 및 전기케이블연결 상태 점검을 위해 수면으로 내려졌다. 이후 MBARI 기술팀과 아라온호 승무원이 승선한 소형 고무보트가 내려졌다. 이 보트는 해저탐사를 마치고 바다 위로 떠오른 AUV를 아라온호까지 이동시키고 연구선 위로 올리는데 핵심적인 역할을 하게 된다. 리허설 중에 AUV와 아라온호 크레인이 연결된 고리가 분리되는 일이 발생되었다. 간단한 점검으로 시작한 일이 실제 AUV회수 작업으로 바뀌고, 해상 상황이 처음 점검작업을 시작할 때와 달리 파고가 많이 높아져 어려운 상황이 되었다. 여러 번의 시도 끝에 고무 보트에 승선한 팀이 크레인 연결고리를 AUV에 연결하는데 성공하였다. 이후 AUV는 본선으로 안전하게 운반되었다. 제대로 훈련을 한 셈이다.

AUV 회수 직후, Mini ROV는 시험 작동을 위해 성공적으로 진수되었다. ROV팀의 수석인 Dale Graves와 조종사 Frank Flores, Dave French는 작은 어려움 없이 ROV를 작동 점검한 후 회수하였다. 이번 리허설을 통해 아라온호 승조원과 MBARI 장비운용팀이 실제 상황을 함께 연습해 보고 손발을 맞출 수 있었다. 해상상황이 더 좋지 않을 것으로 예상되는 먼 바다에서의 ROV, AUV의 운용을 대비하여 좋은 연습이 된 것 같다. 모든 탐사장비의 준비가 완료되었다. 연구팀은 다음 날부터 수행될 5일 동안의 다중채널탄성파 탐사 이후 시작될 ROV, AUV 탐사를 기대하고 있다.

연구 배경:

이번 아라온호 북극 2 항차 탐사는 8월 27일 알래스카 최북단 항구도시 배로우를 출항하여 8월 이번 아라온호 북극 2 항차 탐사는 8월 27일 알래스카 최북단 항구도시 배로우를 출항하여 8월 29일부터 9월 12일까지 15일동안 캐나다 보퍼트해 연구지역에서 현장탐사를 수행한 후, 연구지역을 떠나 9월 16일 알래스카 놀에 도착하는 일정으로 진행된다.

이번 탐사는 해양수산부의 R&D 과제로 진행되는 연구프로그램으로, 한국의 쇄빙연구선 아라온호를 활용하여 한국-캐나다-미국 3개국이 공동으로 캐나다 북극 보퍼트해 수역 내에 진입하여 연구를 수행한다. 이번 연구탐사의 목적은 북극 캐나다 보퍼트해 대륙붕과 대륙사면의 해저자원환경을 파악할 수 있는 기초원천자료를 획득하고, 영구동토층과 가스하이드레이트의 해리에 따른 안정성 변동현상,

해저-수층-대기간 메탄 가스의 이동현상 등을 규명하는 것으로, 해양지질학, 지구물리학, 해양학 현상을 관찰할 수 있는 다양한 탐사가 수행될 예정이다.

오늘의 사진:



(왼쪽) 배로우에서 헬기편으로 아라온호에 승선하는 외국인 연구원들, (오른쪽) 첫 사이언스 미팅 장면



(왼쪽) AUV 회수 작업 리허설, (오른쪽) ROV 입수 테스트

이 뉴스레터는 이번 2017년 아라온호 북극해 2 항차 기간 동안에 수행된 탐사활동을 알리기 위해 작성된 비공식 소식지이다. GSC/MBARI Blog site: 192.168.1.202/html/

2017 Canada-Korea-USA Beaufort Sea Geoscience Research Program



IBRV Araon – September 2-September 4, 2017 Update

작성자: 진영근, 극지연구소 (KOPRI), 아라온호 북극해 2항차 탐사 수석연구원
이영미, 극지연구소 (KOPRI), 미생물분야 연구원
김수관, 극지연구소 (KOPRI), 지구물리분야 연구원

9월 2일 14:00: Mienert 교수 세미나, 9월 3일 15:00 진영근 박사 세미나

9월 2일 오후 2시 컨퍼런스룸에서 노르웨이 트롬소대학의 북극 가스하이드레이트 연구기관 CAGE(Center for Arctic Gas Hydrate, Environment and Climate)를 이끌고 있는 Jürgen Mienert 교수의 세미나가 개최되었다. 세미나는 CAGE가 위치한 노르웨이 트롬소와 기관 설립 및 연구비 획득과정에 대한 소개로 시작되었다. CAGE는 북극 카라해, 바렌츠해의 해저지층하부에 존재하는 메탄 하이드레이트와 온실기체의 방출과정에 대한 연구를 수행 중이다. 2014년 연구선 Helmer Hanssen호를 이용하여 탐사를 성공적으로 수행하였으며, 해저지층, 해저지형, 해양 그리고 대기권까지 다양한수층에서 관측된 가스분출현상을 결합한 그림과 매년 동일한 지역에서 획득한 자료를 비교하여 메탄방출의 연변화를 비교한 결과가 매우 인상적이었다.

다음 날 오후 3시 이번 연구항해의 수석연구원인 진영근 박사의 세미나가 개최되었다. 메탄 하이드레이트의 생성 기작 및 메탄 하이드레이트가 갖는 양면성인 기후변화에 영향을 주는 온실가스와 천연자원으로써의 가능성에 대한 깊이 있는 소개를 통해 본 연구과제의 목표와 연구를 이해할 수 유익한 시간이었다.

9월 2일 14:00-9월 4일 09:00: 다중채널탄성파 탐사 수행

북극해는 전체 면적의 절반 가량이 평균수심 100 m 보다 얕은 바다인 대륙붕으로 구성되어 있다. 북극에는 2년이상 공공 얼어붙은 땅을 의미하는 영구동토층이 육상과 얕은 북극해 대륙붕 지역에

광범위하게 분포한다. 약 2만년전은 마지막 빙하기가 최고조를 이루었던 시기(LGM: Last Glacial Maximum)이다. 당시 지구상의 물들이 두꺼운 빙하상태로 대륙에 쌓이면서 바닷물이 적어져 해수면이 지금보다 120 m 정도 낮았다. 이후 기온이 점차 따뜻해지면서 육상의 빙하들이 녹으면서 해수면이 지금처럼 높아졌다. 따라서 현재 북극해 대륙붕은 최대빙하기 때 육지였다가 이후 해수면이 높아지면서 바다로 변한 것이다. 북극해 대륙붕 지역의 영구동토층은 육지였던 시기에 영하 20도를 넘나드는 혹한의 기후에서 만들어진 이후 현재까지 남아있는 것이다. 영구동토층에는 '불타는 얼음'이라 불리는 메탄하이드레이트가 함께 존재한다.

과학자들은 현재 최대빙하기 이후 밀려온 따뜻한 바닷물의 열이 북극해 대륙붕 아래로 전달되어 이제는 1000 m 깊이까지 영향을 주어서 대륙붕의 영구동토층을 녹고 있는 상황이라고 주장한다. 이렇게 대륙붕의 영구동토층과 가스하이드레이트층이 녹기 시작하게 되면 그 속에 갇혀있던 엄청난 양의 메탄가스가 뿜어져 나오게 된다. 메탄은 이산화탄소 보다 25배에 달하는 강력한 온실효과를 유발하는 기체이다. 동시베리아해에만 지구 대기 중 메탄 총량만큼의 메탄이 대륙붕에 묻혀 있다고 추정된다. 최근 북극해 메탄방출이 지구온난화를 걸잡을 수 없이 증폭시킬 수 있는 '온난화 폭탄'으로 큰 주목받은 이유가 여기에 있다. 우리에게 대재앙을 가져올 것이라는 이런 과학자들의 주장이 실제 북극해 대륙붕에서 일어나고 있는 것일까?

이 질문에 대한 답을 찾는 것이 지금 캐나다 보퍼트해 대륙붕에서 진행되고 있는 한-캐-미 국제공동연구탐사의 가장 중요한 연구목표이다. 다중채널탄성파 탐사자료를 획득하면 북극해 대륙붕의 3-4 km 아래까지 심부지층의 영상을 만들 수 있다. 지층영상을 통해 북극해 영구동토층과 메탄하이드레이트층이 어디에 분포하는지, 현재 지층이 정말로 변화하고 있는지를 파악할 수 있다. 또한 탄성파 탐사자료는 캐나다 보퍼트해 대륙붕에 석유나 가스자원이 어디에 얼마나 있는지를 파악할 수 있는 중요자료로 활용할 수 있다.

9월 2일과 3일 좋은 날씨 속에서 수중음파발생기인 에어건은 아무런 이상없이 잘 작동되었다. 에어건이 4일 이상을 연속적으로 정상 작동한 것은 아라온호를 이용한 남북극 탐사에서 최장 연속작동 기록이다. MMO가 허셜섬으로 다시 돌아가는 시간이 9월 4일 오후 6시로 확정되었다. 날씨가 나빠지거나 예상치 못한 상황 때문에 MMO들이 배에서 내리지 못하게 되면 전체 탐사일정에 큰 어려움을 줄 수 있기 때문에 이 시간을 맞추기 위해 계획된 측선을 계속 단축해야 했다.

9월 4일 오전 9시 정각에 36,000번째 발파를 끝으로 5일간 다중채널탄성파 탐사의 대장정을 마쳤다. 이번 2항차 항해에서 가장 핵심적인 탐사 중 하나를 무사히 마친 것이다. 총 12개 측선, 약 900 L-km의 자료를 획득하였으며, 이는 서울과 부산을 왕복하는 거리를 탐사한 셈이다. 이번 탐사에서는 새로운 에어건 시스템인 GI건을 사용하였다. 기존 에어건은 고압으로 압축한 공기를 수중에서 순간적으로

터뜨리면 공간이 팽창하면서 첫 번째 큰 진폭의 음파를 발생하고, 크게 팽창했던 공간이 수축하면서 두 번째로 상당 크기의 음파를 발생한다. 두 번째 음파 신호는 큰 잡음을 만들어 자료의 질을 상당히 떨어뜨린다. 새 GI건은 두 번째 음파발생을 제한하기 때문에 양질의 자료를 만들어냈다. 이번 탐사에 함께 참여하고 있는 캐나다와 미국 연구자들로부터 보기 드물게 좋은 자료라고 큰 호평을 받았다.

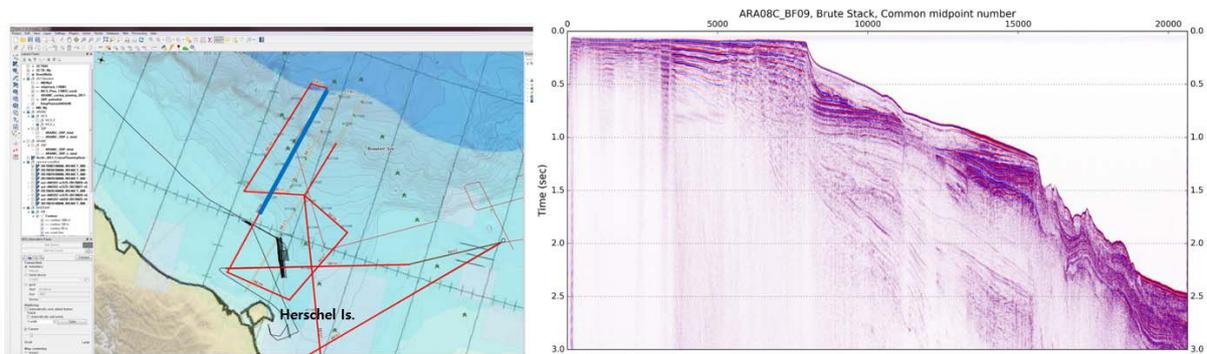
9월 4일 18:30: 캐나다 해양포유류 관찰원(MMO) 하선

8월 30일 14:00에 허셜섬에서 캐나다 해양경찰청 헬기로 연구선에 승선한 세 명의 MMO가 탄성파탐사가 종료됨에 따라 9월 4일 18:30에 다시 허셜섬에서 하선했다. 이번에는 아라온호의 고무보트로 허셜섬 부두까지 이동하였다. 제법 파고가 높았지만 아라온호 승무원이 고무보트를 잘 운항해서 무사히 MMO가 귀환할 수 있었다. MMO 책임자인 Ronda는 2013년, 204년과 이번 탐사에 이어 2019년 탐사에도 참여하기를 기약하였다.

오늘의 사진:



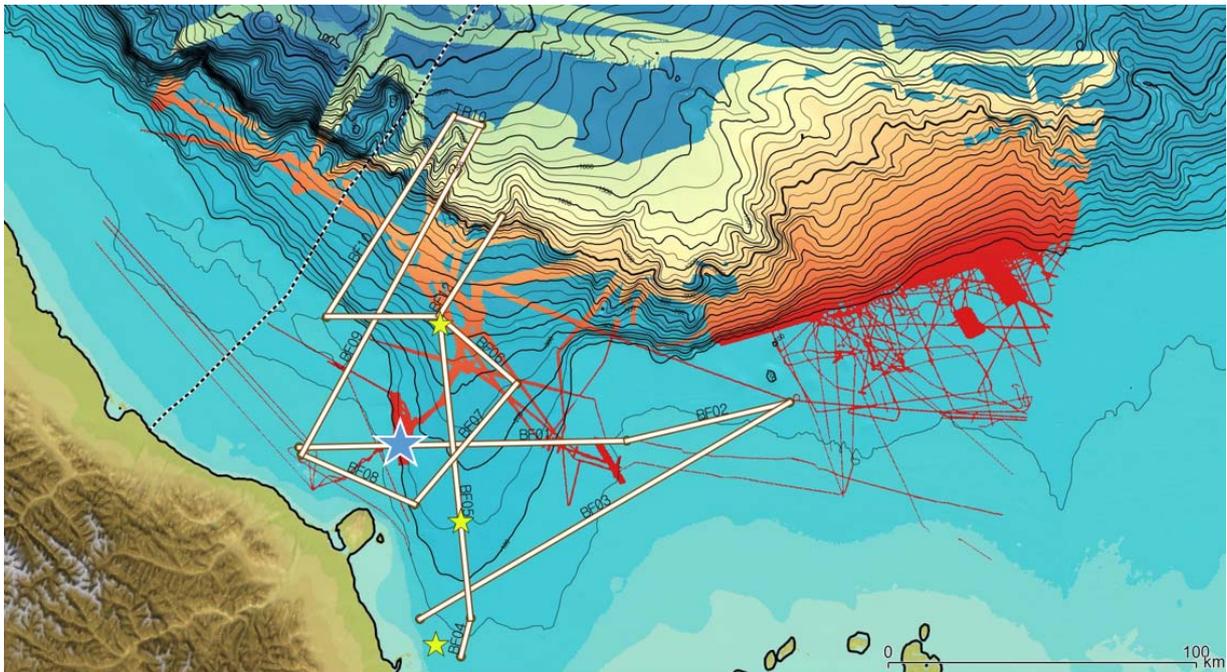
(왼쪽) CAGE 소장 Mienert 교수 강연, (오른쪽) 아라온호 지구물리탐사팀



(왼쪽) 이번 탐사에서 획득한 탄성파 축선도, (오른쪽) 탄성파 탐사축선 Line 9의 지층단면도(파란색 축선)



(왼쪽) 캐나다 MMO들 (오른쪽) 아라온호 고무보트를 타고 허셜섬으로 향하는 MMO들



9월 5일 08:00 현재 탐사지역과 아라온호 위치 (파란색 별표)

이 뉴스레터는 이번 2017년 아라온호 북극해 2항차 기간 동안에 수행된 탐사활동을 알리기 위해 작성된 비공식 소식지이다. GSC/MBARI Blog site: 192.168.1.202/html/

2017 Canada-Korea-USA Beaufort Sea Geoscience Research Program



IBRV Araon – September 5-September 8, 2017 Update

작성자: 진영근, 극지연구소 (KOPRI), 아라온호 북극해 2항차 탐사 수석연구원
이영미, 극지연구소 (KOPRI), 미생물분야 연구원
김수관, 극지연구소 (KOPRI), 지구물리분야 연구원

9월 5일 09:00-9월 6일 08:00: 유콘(Yukon) 해역의 맥킨지곡(Mackenzie Trough) 서쪽 지역의 새로운 탐사

캐나다 보퍼트해 맥킨지곡 동쪽의 대륙붕과 대륙사면 지역은 석유와 가스자원의 부존가능성이 높아서 지난 50년 동안 지질 및 지체구조에 대한 탐사가 활발히 수행되었다. 수많은 심부지층과 지체구조를 파악할 수 있는 다중채널 탄성파 탐사자료와 자세한 해저지형을 관찰할 수 있는 다중빔 해저지형자료 등 많은 지구물리 탐사자료가 획득된 바 있고, 막대한 비용을 들여서 해저지층 수백미터까지 시추하여 암석 시료와 지층정보를 획득한 시추정이 100개도 넘게 존재한다. 그리고 과학적 목적으로 수 백개의 5미터 길이 퇴적물 시추코어가 이 지역에서 집중적으로 얻어졌다.

반면, 미국-캐나다 해양경계선에 가까운 맥킨지곡의 서쪽지역, 유콘(Yukon) 해역에는 낮은 해상도의 해저지형자료, 일부 지역에 국한된 정밀해저지형자료, 낮은 품질의 탄성파 탐사자료, 그리고 단 한 곳의 석유/가스 시추공 자료 등 상대적으로 매우 적은 자료만 존재할 뿐이다. 그 동안 맥킨지곡 동쪽 지역에서 많이 관찰되어온 해저지질현상들이 맥킨지곡 서쪽지역에서도 나타나는데 대해서는 잘 알려지지 않다. 이번 항해 동안 우리 국제연구팀은 첨단해저탐사장비를 활용하여 유콘 해역에서 집중적인 탐사를 할 계획이다. 총 15일의 탐사기간 중, 맥킨지곡을 중심으로 서쪽지역과 동쪽지역에서 각각 절반씩 시간을 할애할 예정이다.

캐나다/미국 연구팀과 함께 이 지역의 자료를 지난 2년 동안 분석하여 두세 군데의 흥미로운 탐사후보지역을 선정하였다. 많은 기존 자료와 지도들은 낮은 해상도를 가지고 있었고, 일부 단서만 보여주는 정도였다. 우리 탐사팀은 지난 7일 동안 아라온호에 장착된 다중빔 해저지형탐사기와 고해상도

천부지층탐사기를 이용하여 미리 선정된 후보지점을 중심으로 상세한 해저지형도와 천부지층단면도를 작성하였다. 이러한 자료를 분석하여 후보지점 중 최종 탐사지점을 확정하였다.

이어서 이번 탐사에서 다중채널탄성파 탐사와 함께 가장 중요한 탐사인 해저무인탐사를 시작하였다. 탐사에 사용되는 장비는 세계적인 해저무인탐사능력을 갖춘 미국 MBARI가 자체개발한 ROV(Remotely Operated Vehicles, 원격조종탐사정)와 AUV(Autonomous Underwater Vehicles, 자율무인탐사정)이다.

ROV는 케이블로 연결되어 해저로 내려간 후, 선상에서 연구원이 직접 조종하면서 생생한 해저영상을 촬영하고, 영상으로 확인된 해저의 암석/퇴적물과 생물체를 탐사정의 로봇팔을 이용해서 채취한다. 이번 탐사에서는 연구지역의 수심이 깊지 않기 때문에 1500 m 수심까지 운용이 가능하고 가동성이 높은 Mini ROV를 사용하였다. 이 ROV에는 고해상도 비디오카메라, 로봇팔, 온도 및 깊이 측정 센서, 퇴적물 코어 시료 채취장비 그리고 다양한 연구시료들을 담을 수 있는 상자 등이 장착되어 있다.

반면 AUV는 독립적으로 자율잠수항해를 하면서 해저의 정보를 획득하는 장비이다. 어뢰와 유사한 모양으로, 한 번에 최대 20시간까지 연속운항이 가능하다. AUV는 8월 29일-30일 양일간 미리 획득한 아라온호의 다중빔 해저지형자료를 바탕으로 설계된 조밀한 해저탐사측선을 따라 운항한다. 1 m 크기의 물체를 확인할 수 있을 정도의 높은 해상도의 해저지형자료를 획득하였다. 이번 현장에서 AUV로 획득한 해저지형도는 마치 최근의 고화질 TV영상을 보는 느낌을 주었다.

9월 5일 아침, 연구팀은 좋지 않은 기상상태 때문에 AUV 탐사를 진행할 지에 대해 심각한 고민을 하였다. AUV를 바다에 내리는 작업은 어렵지 않지만, 수면에 올라온 AUV를 찾아서 연구선까지 이동시켜 선상으로 회수하는 일은 매우 까다로운 일이다. 특히 AUV를 찾아서 이동시키기 위해서는 연구선에 탑재된 고무보트를 바다에 내려 5명 정도의 연구원과 승조원들이 함께 타서 작업을 해야 하는데, 이를 위해서는 고무보트를 안전하게 운행할 수 있는 해상상황이 필요하다. 따라서 AUV를 회수하게 될 20시간 이후의 날씨 상황을 정확히 파악하는 일이 무엇보다 중요하다. 결국 날씨사정으로 계획된 AUV 탐사를 오후에 다시 시도하기로 하고, 대신 ROV탐사로 전환했다. 해저로 내려간 ROV가 약 100 m 수심의 대륙붕단 부근에 발달한 Pingo(얼음으로 이루어진 뾰족한 봉우리) 지역의 해저면 영상을 보내왔다. 연구원들은 아라온호의 컨퍼런스룸, 지구물리탐사실, 선교의 모니터를 통해 생생한 해저영상을 시청할 수 있었다. 오후에 해황이 좋아짐에 따라 AUV를 바다에 내려서 정밀 해저지형탐사를 재개했다.

AUV가 밤새 바다속에서 자료를 획득하는 동안, 아라온호 선상의 연구원들도 밤새 해저지층의 퇴적물을 채취하는 작업을 하였다. 이번 탐사에서는 크게 세가지 방법으로 해저퇴적물을 채취하였다. 1) ROV에 장착된 짧은 푸쉬코어(해저에 밀어 넣어서 퇴적물을 뽑아내는 파이프 형태의 장비)를 이용하는 방법, 2) 연구선에서 30-40 cm의 박스코어(사각형 철통)를 내려서 채취하는 방법, 3) 연구선에서 3-6 m 길이의 중력 코어(약 10 cm 직경의 쇠파이프)를 내려서 채취하는 방법 등이다. 가장 많이 이용하는 중력 코어는

철로 된 파이프 내부에 퇴적물을 담은 플라스틱 파이프를 끼우고, 철파이프 맨 윗부분에 무거운 추(약 1톤 무게)를 달아서 연구선에서 수직으로 내린다. 철파이프가 수직으로 해저퇴적층을 파고 들어가 파이프 속으로 퇴적물이 들어가게 해서 채취하는 방식이다. 부드러운 퇴적층인 경우 6 m 길이의 파이프를 다 채울 수도 있고, 상대적으로 단단한 곳은 1~3 m 이하의 짧은 퇴적물을 획득할 수 있다. 채취한 해저퇴적물은 선상에서 일차 처리하고 잘 봉인한 후, 아라온호에 실어서 극지연구소로 운반된다. 이후 국내에서 퇴적물의 연대측정, 퇴적물의 종류와 기원분석, 퇴적물 내부에 존재하는 공극수에 대한 화학분석 등 다양한 분석이 수행될 예정이다. 밤새 퇴적물 시추작업 중 Pingo의 정상부에서 얻은 퇴적물 사이에서 몇 개의 얼음조각을 채취하였다.

18시간동안의 탐사를 마친 AUV가 예정된 시간과 장소에서 해수면으로 떠 올랐고, 아라온호의 갑판으로 무사히 회수되었다. 세 시간 동안의 자료처리과정을 통해 제작된 정밀해저지형도는 대륙붕 끝단과 평행하게 발달한 지질구조, 연장성이 좋은 능선과 계곡구조와 같은 해저지형을 놀라도록 선명하게 보여주었다. 그리고 지난 밤 얼음을 채취했던 중력코어가 정상부가 함몰된 10 m 높이의 둥근 pingo에서 채취된 것임을 알 수 있었다. 그동안 이러한 pingo지형은 맥킨지곡 동쪽 지역에서만 발견되었는데, 이번 탐사에서 서쪽 지역에도 같은 형태의 지형이 발달해 있음을 확인한 것이다.

9월 6일 08:00-9월 7일 17:50: 웨브론 해저계곡 지역 탐사

9월 6일 오전 8시에 AUV를 무사히 회수한 후, 두 번째 ROV/AUV 탐사지역인 웨브론 해저계곡 지역으로 이동하였다. 다음 날 해황이 무척 나쁠 것이라는 기상예보를 확인한 후, 오후에 계획했던 AUV 진수를 포기하고 ROV 탐사만 수행하기로 결정하였다. ROV탐사가 시작되자 연구원들이 다시 모니터 앞으로 모이기 시작했고, 화면에는 수심 1,200 m가 넘는 깊은 해저의 모습이 생생하게 전달되었다. 날씨가 계속해서 나빠져서 예정보다 이른 오후 5시반에 ROV탐사를 마쳤다.

지난 이틀 동안의 ROV 탐사기간 동안 네 번의 ROV 입수를 통해 약 30개 암석시료와 8개 퇴적물 푸쉬코어시료를 획득하였다. 그 중 두 개의 퇴적물 코어시료에는 해저면에서 자라는 박테리아가 군집되어 만든 토양과 메탄가스의 방출 장면이 관찰되었다.

낮 시간에는 ROV와 AUV탐사를 하고, 밤 시간에 정점작업(연구선이 정지해서 CTD(수온과 염분도 등 해수의 물성을 측정), 퇴적물 코어링, 지열측정 등 시료와 측정자료를 획득하는 작업)을 진행한다는 당초 계획에 따라, 이번 탐사에서 가장 깊은 1,800 m 수심의 정점으로 이동하여 시료 채취 작업을 하였다. 수심이 얇은 방향으로 이동하면서 밤새 총 세 개 정점에서 퇴적물 코어 작업과 CTD 작업을 마쳤다.

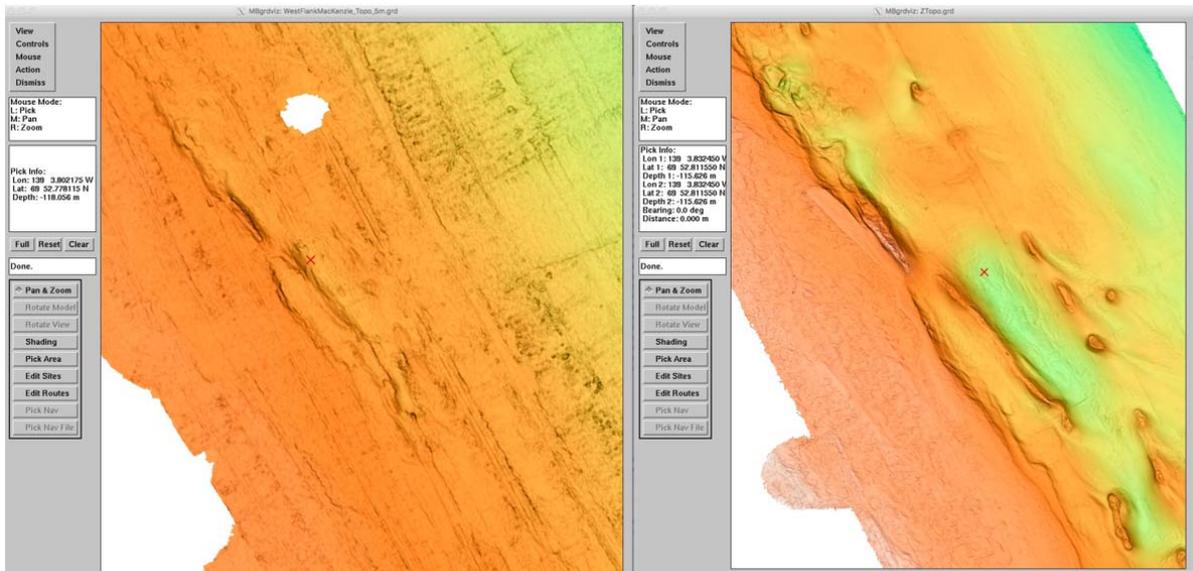
9월 7일 새벽녘부터 초속 20 m가 넘는 강풍이 몰아치는 나쁜 날씨로 인해 AUV와 ROV 탐사를 하기 어려웠다. 대신에 연구선은 계속 움직이면서 해저지형자료를 얻었다. 오후까지 웨브론 해저계곡

부근에서 기다렸지만 날씨 상황이 호전되지 않았다. 오후 5시 30분, 이 시간부로 서쪽지역에서의 탐사를 종료하고, 동쪽지역으로 이동하기로 결정하였다. 악천후에 잘 견딜 수 있게 설계된 아라온호 덕분에 우리는 폭풍 속에서도 안전하게 항해 할 수 있었고, 9월 8일 아침 7시경 다음 탐사지역인 동쪽지역의 해저 420 m 진흙화산에 도착하였다.

오늘의 사진:



(왼쪽) 아라온호에서 AUV를 바다에 내리는 모습, (오른쪽) ROV를 내리는 모습



(왼쪽) 아라온호에서 획득한 다중빔 해저지형자료, (오른쪽) AUV에서 획득한 정밀 해저지형자료

2017 Canada-Korea-USA Beaufort Sea Geoscience Research Program



IBRV Araon – September 9-September 12, 2017 Update (5 호)

작성자: 진영근, 극지연구소 (KOPRI), 아라온호 북극해 2항차 탐사 수석연구원
이영미, 극지연구소 (KOPRI), 미생물분야 연구원
김수관, 극지연구소 (KOPRI), 지구물리분야 연구원

9월 8일 08:00-9월 9일 06:30: 420 m 진흙화산 탐사

캐나다 보퍼트해 대륙사면에는 수심이 각기 다른 세 지점에 진흙화산이 존재한다. 이번 탐사에서는 수심 420 m와 740 m 에서 나타나는 두 곳의 진흙화산을 탐사하였다. 진흙화산은 지하 깊은 곳의 유동성이 큰 진흙층이 상부에서 가해지는 큰 압력에 의해 지층 사이의 틈을 따라 짧은 시간에 많은 양이 해저면까지 이동하여 분출해서 생긴 화산 형태의 지질구조를 말한다. 진흙내에는 메탄가스가 많이 포함되어 있어 해저면에서 메탄가스가 뿜어져 나오는 곳이 많고, 해저표층에 가스하이드레이트가 자주 발견된다. 그리고 그 주변에는 메탄을 먹고 사는 여러 가지 특이한 해저생물들이 살고 있다. 전 세계적으로는 노르웨이 연구팀이 대규모 해저관측시설을 설치하여 운영 중인 북대서양 노르웨이 해역 인근의 Haakon Mosby 진흙화산이 가장 유명하다. 보퍼트해 진흙화산도 Haakon Mosby 진흙화산과 비슷한 규모이다.

미국팀은 지난 2013년 첫 탐사 이래로 이곳의 진흙화산들을 거의 매년 집중적으로 탐사해오고 있다. 2013년, 2014년, 2016년 AUV 탐사를 실시하여 제작한 정밀한 해저지형도와 후방반사강도 지도를 비교하여 매년 진흙화산이 어떻게 변화하는 지를 연구하고 있다. 또한 ROV를 이용해서 다양한 해저시료를 채취해서 진흙화산 지대의 지질학적, 생물학적인 특성을 연구하고 있다. 올해는 아라온호를 이용하여 한-캐-미 국제연구팀이 이 진흙화산을 탐사하고 있다.

9월 8일 오전 8시부터 첫 번째 ROV탐사를 시작하였다. 420 m 진흙화산 안에서 분출활동이 가장 활발한 지점을 북쪽에서 남쪽으로 가로지르는 측선을 따라 ROV가 움직였다. 연구선 후갑판에 설치된 조종실에서 3명의 연구원들이 작업을 한다. ROV는 해저면 위 1 m 이내에서 움직이면서 풀HD급 영상을 촬영하고, 퇴적물 시료와 해저생물체를 채집할 때는 바닥에 내려 로봇팔을 움직여서 작업을 한다. 생생한 진흙화산의 모습을 확인할 수 있고, 영상에 나타난 시료와

생물체를 획득할 수 있어 첨단장비의 위력을 실감하였다. 우리팀도 영상을 보면서 우리가 원하는 시료를 선정하여 푸쉬코어와 로봇팔을 이용해서 퇴적물과 생물체 7점을 획득했다.

1차 ROV 탐사를 마치고 오후 3시경에는 AUV를 해저로 내려 보냈다. 이번 AUV 탐사는 17시간 동안 잠수항해를 계속하여, 내일 오전 8시경에 회수할 예정이다. 해저지형을 40 cm 해상도로 측정한 AUV자료를 분석하면 진흙화산의 정밀해저지형도를 만들 수 있다. 작년과 비교해서 일년 사이에 어떻게 달라졌는지를 연구할 예정이다. 이어서 2차 ROV탐사가 저녁 8시까지 이어졌고, 아라온호 내에서 모니터를 통해 해저영상을 즐겼다.

낮 시간 동안 미국팀이 주도하는 ROV/AUV 탐사를 수행하였고, 밤 시간에는 우리 한국팀 주도로 진흙화산 위에서 퇴적물/해수시료를 채취하고 지열을 측정하였다. 진흙화산 중심부에서 얻은 첫 번째 박스코어에는 하얀색의 얇은 박편 형태의 가스하이드레이트가 박혀 있었다. 박스코어의 높이가 60 cm 임을 감안할 때, 이는 진흙화산 내에서 올라온 메탄가스가 차가운 바닷물과 만나는 해저면 표층 부근에서 가스하이드레이트가 생성된 것으로 추정된다. 밤새 7개 정점에서 퇴적물 박스코어와 CTD 정점작업이 이루어졌다. 획득한 각종 시료와 측정자료는 국내로 가져와 분석해서 진흙화산에 나타나는 생지화학적 및 미생물학적 특성, 해수층의 물성 및 지열을 연구할 계획이다.

9월 9일 08:00-9월 10일 06:30: 보퍼트해 대륙붕단 Pingo 지역 (SEP) 탐사

밤새 이어진 정점탐사를 새벽 6시에 모두 마치고, AUV 회수지점으로 이동해서 AUV가 수면 위로 떠오르기를 기다렸다. 오전 7시 반부터 회수작업을 시작하여 9시경에 AUV를 아라온호 헬리콥터 착륙장 위로 올려 놓았다. 이후 다음 탐사가 예정된 대륙붕단(대륙붕의 얇고 평탄한 지형이 끝나고 바다쪽으로 수심이 깊어지기 시작하는 지점)의 Pingo(얼음산) 지역으로 이동하였다.

AUV 장비는 탐사를 마치면 5시간의 배터리 충전이 필요하기 때문에 그 시간을 이용하여 ROV 탐사를 한다. 오전 10시반부터 1차 ROV 탐사가 시작되었다. 퇴적물들이 Pingo(얼음산)를 얇게 덮고 있어서 육안으로 얼음의 모습을 찾기는 어려웠다. ROV의 영상에는 새우, 물고기 등이 자주 나타나고, 불가사리가 널리 분포하고 있었다.

오후 2시반에 ROV를 회수하고, 3시에 충전을 마친 AUV를 내려 보냈다. AUV는 내일 아침까지 이 지역의 정밀해저지형자료를 획득하게 된다. 이전 정밀해저탐사 자료를 보면 이 지역에는 산이나 언덕 같은 지형보다는 함몰된 지형이 많이 발달해 있다. 얼음산들이 녹아서 이런 지형을 만든 것으로 해석되는데 정확한 성인에 대해서는 아직 많은 연구가 필요하다. 우리 탐사의 주요 연구주제 중 하나이다. 이후 오후 4시부터 밤 8시까지 2차 ROV 탐사를 실시하였다.

이 지역 해저에서 얼음을 실제로 채취하는 것은 매우 어려운 일이다. 얼음산은 매우 딱딱해서 중력코어장비가 뚫고 들어가기가 무척 어렵다. 이제까지 수년 동안 이 지역에서 얼음을 채취하려고 여러 번 시도했지만 성공한 적이 없다고 한다. 이번에도 얼음 시료를 얻기 위해 밤새 7 번의 중력코어작업을 시도했다. 첫번째 코어의 맨 바닥에서 조그만 얼음 알갱이 몇 개가 발견되었지만, 의미있는 시료는 아니었다. 나머지 코어에서도 얼음이 없는 퇴적물만 획득하였다. 새벽 2 시경에 이 지역에서의 코어 작업이 일찍 끝났다. 서둘러 30 분 거리에 위치한 420 m 진흙화산으로 돌아갔다. 어제 이 곳에서 계획했지만 시간이 없어 못했던 2 개 정점에서 지열을 측정하고, 퇴적물 시료를 채취하였다. 지난 밤의 박스코어에서 가스하이드레이트가 채취된 지점과 가까운 지점에 내린 중력코어의 끝단 부분에서 조그만 가스하이드레이트 시료가 확인되었다. 서둘러 코어를 길이 방향으로 잘라서 열어보았지만 가스하이드레이트는 이미 녹아버려서 녹은 흔적만 퇴적물에 남아 있었다. 아침 7 시에 전날 투하한 AUV 를 회수하기 위해 대륙붕단 pingo 지역으로 되돌아왔다.

9월 10일 07:30-9월 11일 08:30 : 740 m 진흙화산 ROV 탐사

아침 7시반에서 9시까지 어제 내렸던 AUV를 회수하고, 2시간 거리에 위치한 세번째 목표지점인 740 m 진흙화산으로 이동했다. 740 m 진흙화산은 실제로 세 개의 진흙화산이 모여서 하나처럼 보이는 진흙화산군으로, 남쪽의 가장 크고 정상부가 평탄한 진흙화산, 북쪽의 원뿔 형태의 정상부가 뾰족한 진흙화산, 동쪽의 형태가 뚜렷하지 않은 진흙화산으로 구성되어 있다. 12시반 부터 진흙 분출활동이 가장 왕성한 북쪽의 원뿔 진흙화산에서 ROV 탐사가 시작되었다. 오후 3시경에 정상부를 지날 때는 진흙이 분출하고 표면이 위아래로 움직이는 강한 활동이 생생한 영상으로 포착되었다. ROV 탐사의 진가를 또 한번 더 느끼는 순간이었다.

오후 4시반경에 갑자기 ROV팀이 분주해졌다. 북쪽에서 바다얼음 띠가 탐사지역으로 내려오고 있는 것이 관찰되었다. 아라온호 선교에 설치된 해빙탐지레이더에 많은 얼음들이 나타났다. 약 7 km 거리에 넓게 분포한 얼음이 점차 탐사지역쪽으로 이동하고 있었다. ROV 탐사팀은 즉각 탐사를 중단하고 바다 속 ROV를 서둘러 배 위로 끌어 올렸다.

연구팀은 어제의 대륙붕단 pingo 지역으로 돌아가 남은 AUV 탐사를 재개하기로 하였다. 늦은 밤, 바다가 너무 잔잔해서 AUV가 바다 밑으로 내려가는데 상당한 시간이 걸렸다. AUV를 내린 후, 밤 11시경 30분 30분 떨어진 420 m 진흙화산으로 다시 돌아가서 4개 정점에서 지열 탐사를 다음날 아침까지 계속하고 Pingo 지역을 다시 돌아갔다. 여기 저기를 무척 바쁘게 돌아다닌 하루였다.

9월 11일 09:00-9월 12일 13:00: 맥켄지곡 심해 웨브론 해저계곡 탐사

아침 9시부터 11시까지 대륙붕단 pingo 지역에서 AUV 회수작업을 마무리했다. 이제 이곳을 끝으로 동쪽지역의 탐사를 마치고, 서쪽지역으로 다시 돌아가서 남은 탐사를 마무리할 시간이다. 가는 길에 짬을 내서 740 m 진흙화산에 잠깐 들러 정상부 부근에서 지열측정 두 점을 했다. 지열측정을 빠르게 마치고 서쪽으로 다시 방향을 잡으려는데, 다가 오는 바다얼음 위에 누워있는 북극곰을 우연히 발견했다. 매년 북극해 탐사에서 북극곰을 볼 수 있었는데, 이번에도 북극곰이 나타나 힘든 탐사에 큰 기쁨과 위로를 주었다.

저녁 7시반경에 맥켄지곡을 따라 심해로 들어가는 입구에 위치한 약 1000 m 수심의 웨브론 해저계곡에 도착했다. 이 곳은 해저사태가 일어나서 해저사면이 크게 깎인 곳이다. 노출된 해저지층을 따라 지하수가 유출되는 현상을 찾기 위해 AUV와 ROV탐사를 계획했던 곳이다. 하지만 AUV에 기계적 문제가 발생해서 탐사를 연기하고, 퇴적물 시료를 채취하는 정점탐사로 변경하여 밤새 작업을 진행했다.

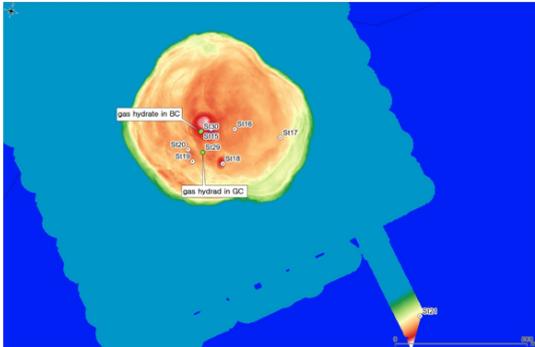
9월 12일 아침 7시까지 정점작업의 강행군이 이어졌다. 매일 밤 영하에 가까운 추운 날씨 속에 계속 이어진 코어작업으로, 연구원들이 무척 고생이 많았다. 8시에 ROV를 내려 오후 1시까지 해저의 모습을 관찰하였다. 이번 탐사의 마지막 ROV 탐사를 마쳤다. 긴 항해에 대비하여 그 동안 여기저기에 꺼내 놓았던 미국팀의 해저무인탐사장비를 정리하여 컨테이너 등에 보관하였다.

이번 북극해 2항차의 마지막 탐사작업은 세 시간 가량 떨어진 유콘 해역의 2개 정점에서 중력코어 시료를 획득하는 일이다. 해저 바닥이 무척 딱딱해서인지 첫 번째 코어는 20 cm 정도의 퇴적물 시료만 얻어지고, 두 번째 코어는 80 cm 정도의 짧은 시료만 얻어졌다.

9월 12일 저녁 7시 마지막 코어가 연구선 후갑판에 올려지면서 2017년 북극해 2항차 탐사가 종료되었다.

**** 다음 마지막호에는 이번 탐사의 결과를 간략하게 정리하고 참여연구원들을 소개할 예정이다.**

오늘의 사진:



(왼쪽) 420 m 진흙화산의 정밀지형도와 가스하이드레이트가 나온 퇴적물 코어 정점,
(오른쪽) St. 15 정점의 박스코어에서 채취된 가스하이드레이트



큰 돌 위 물고기와 알의 모습을 생생하게 보여주는 ROV영상 (958 m 수심의 웨브론
해저계곡에서 촬영)



(왼쪽) 9월 11일 서쪽지역으로 이동 중 만난 북극곰, (오른쪽) 마지막 중력코어 작업을 마친 연구팀

이 뉴스레터는 이번 2017년 아라온호 북극해 2항차 기간 동안에 수행된 탐사활동을 알리기 위해 작성된 비공식 소식지이다. GSC/MBARI Blog site: 192.168.1.202/html/

2017 Canada-Korea-USA Beaufort Sea Geoscience Research Program

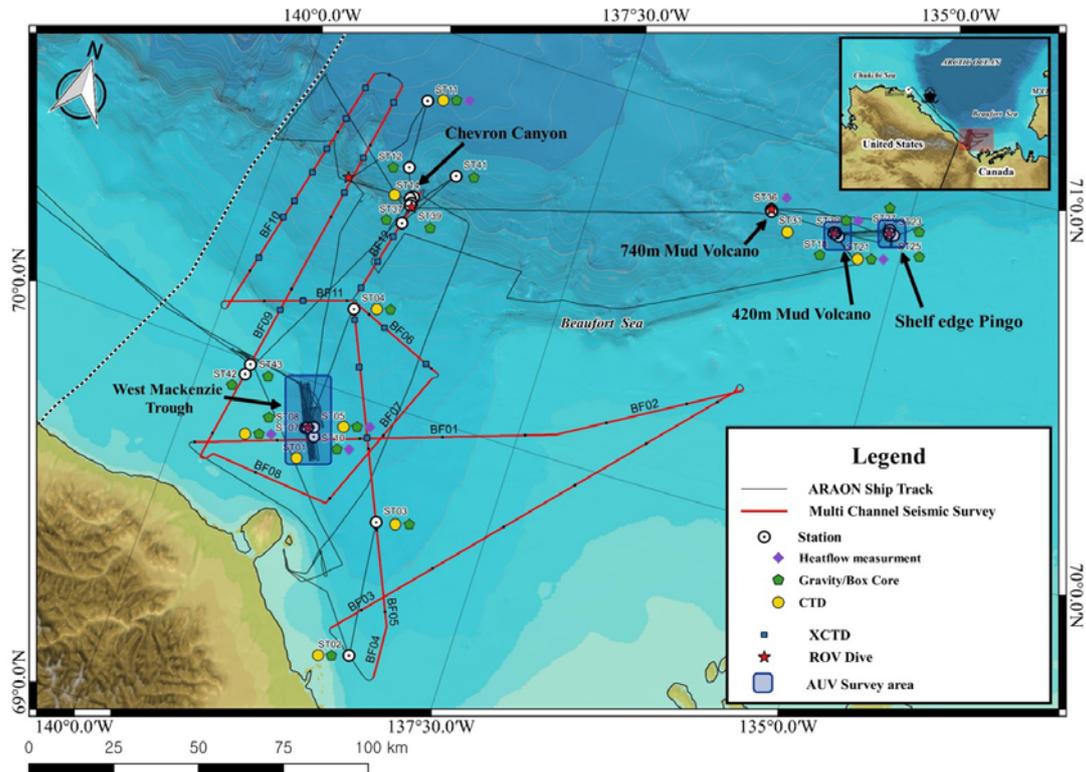


IBRV Araon – September 13-September 16, 2017 Update (6 호)

작성자: 진영근, 극지연구소 (KOPRI), 아라온호 북극해 2항차 탐사 수석연구원
 이영미, 극지연구소 (KOPRI), 미생물분야 연구원
 김수관, 극지연구소 (KOPRI), 지구물리분야 연구원

2017 아라온호 북극탐사 2항차 탐사 종료 – 2017 AMAGE (Arctic MArine Geoscience Expedition) Cruise

쇄빙연구선 아라온호 북극해 2항차(수석연구원: 극지연구소 진영근 박사)탐사는 캐나다 배타적 경제수역(EEZ)에 속하는 북극 보퍼트해에서 이루어졌다. 8월 27일 알래스카 최북단 항구 배로우를 출발해서 9월 16일 알래스카 놨에 도착하는 21일간의 일정으로 진행되었다.



2017 아라온호 북극해 2항차 탐사지역도

현장탐사는 8월 29일 00:00 캐나다 수역에 들어서면서 해저지형탐사를 시작하여 9월 12일 19:00 중력코아작업을 마지막으로 종료되었다. 이번 탐사의 실적은 다음과 같다.

탐사자료 항목	정점수/측선길이
3.5 kHz 천부지층 자료 (sub-bottom profiler: SBP)	2,154 km
다중빔 해저지형자료 (multi-beam bathymetry)	2,537 km
다중채널 탄성파 탐사자료 (Multi-channel seismic)	820 km
XCTD 자료	23개 정점
CTD 자료	13개 정점
지열 자료	19개 정점
박스 퇴적물 코아 시료	11개 정점
중력 퇴적물 코아 시료	31개 정점
AUV Dive	4개 정점
ROV Dive	10개 정점

이번 탐사의 주요성과는 보퍼트해 맥켄지곡 서쪽지역의 심부 해저자원환경을 파악할 수 있는 고해상도의 다중채널 탄성파탐사 자료 획득, 맥켄지곡 서쪽지역의 해저 얼음산(pingo)지역 발견, ROV/AUV 해저무인탐사장비를 이용한 보퍼트해 특이지질구조의 정밀해저탐사와 다양한 해저퇴적물 및 해저생물체 시료 채취, 420 m 진흙화산에서 가스하이드레이트 발견 등을 들 수 있다.

사람들 – Amazing peoples

이번 2항차 탐사에는 국내외 연구기관으로부터 총 5개국, 48명의 연구인력이 참여하며, 한국 30명, 미국 8명, 캐나다 6명, 중국 2명, 독일 2명이 참가하였다. 한국팀은 극지연구소, 서울대, 한양대, 세종대, 경상대에서 참여하였다. 미국팀은 MBARI(Monterey Bay Aquarium Research Institute), 캐나다팀은 GSC(Geological Survey of Canada)에서 참여하였다. 미국팀에는 MBARI에 방문연구중인 노르웨이 트롬소대학 CAGE(Center of Arctic Gas hydrate and Environment)의 소장인 Mienert 교수가 포함되어 있다. 캐나다팀에는 다중채널탄성파 탐사기간(8월30일-9월 4일) 동안 해양포유류 보호를 위해 3명의 보호관찰관이 승선하였으며, 그 중 2명은 캐나다 북극지역의 원주민이다.

2017 ARAON BEAUFORT SEA CRUISE ARA08C 《27. AUG. ~ 16. SEP.》



Young Seon Ji 장승준, KOPRI Chief Scientist	Seung-Gook Kang 강승구, KOPRI Geophysics	Jung Min Kim 김정민, KOPRI Organic Biogeochemistry	Yung Mi Lee 이영미, KOPRI Microbiology	Tae Yoon Park 박태윤, KOPRI Petrogeology	Dong Seob Shim 심동섭, KOPRI Scientific Technical Support	Edward King King, KOPRI Marine Geology	Jürgen Munnich Munnich, KOPRI Marine Geophysics	Charles Paul Paul, KOPRI Marine Geology
Jiyoun Park 박지연, KOPRI Marine Geophysics	Seung-Gook Kang 강승구, KOPRI Marine Geophysics	Juhwan Kim 김주환, KOPRI Scientific Technical Support	Yung Mi Lee 이영미, KOPRI Scientific Technical Support	Liang Jinhong 梁金洪, KOPRI Biology	David French French, KOPRI NOV Pilot	Dan Brown Brown, KOPRI NOV Pilot	Robert Swadlow Swadlow, KOPRI Geophysics	David Green Green, KOPRI Marine Geology
Wookyeon Lee 이우현, KOPRI Multi-Chamber System	Juhwan Kim 김주환, KOPRI Multi-Chamber System	Yung Mi Lee 이영미, KOPRI Multi-Chamber System	Jinyoung Kim 김진영, KOPRI Marine Geology	Michelle Cole Cole, KOPRI Marine Geology	Mathias Ducklow Ducklow, KOPRI Geophysics	Douglas Coale Coale, KOPRI NOV Operator	Frank Rober Rober, KOPRI NOV Pilot	Lutz Tackx Tackx, KOPRI NOV Operator
Juhwan Kim 김주환, KOPRI Marine Geology	Yung Mi Lee 이영미, KOPRI Marine Geology	Juhwan Kim 김주환, KOPRI Marine Geology						
Seung-Gook Kang 강승구, KOPRI Marine Geology	Yung Mi Lee 이영미, KOPRI Marine Geology	Juhwan Kim 김주환, KOPRI Marine Geology						
Mi Seon Kim 김미선, KOPRI Chemical Oceanography	Chang-Ho Lee 이창호, KOPRI Ocean Meteorology	Yung-Gook Kim 김영국, KOPRI Marine Geology	Han-Jin Kim 김한진, KOPRI Chemical Oceanography	Yoon-Pyeong 윤병형, KOPRI Physical Oceanography	Robert Cook Cook, KOPRI Marine Geology	John Robert Robert, KOPRI Marine Geology	Steven Parry Parry, KOPRI Marine Geology	
Dong-Hyun Lee 이동현, KOPRI Oceanography	Sujin Kang 강수진, KOPRI Oceanography	Eun-Jung Lee 이은정, KOPRI Oceanography	Soyoung Chung 정수영, KOPRI Oceanography	Boram KOP KOP, KOPRI Director	Keung-Ho Lim 김경호, KOPRI Photographer	Joong-Ho Kim 김중호, KOPRI Whaler	Chae-Ho Lim 이채호, KOPRI NOV Pilot	





[기고문] 북극의 사람들

오주영(동화작가)

북극은 또 다른 우주였습니다. 있다는 걸 알지만 범접하지는 못하는 곳. 일생에 한번 가보기 어려운 장소. 그래서 더더욱 가고 싶은 곳. 사실, 내가 북극해 위에 떠있다는 게 여전히 신기합니다.

아라온호에 타면 초고인 동화를 완성할 수 있으리라 낙관했습니다. 군데군데 비워둔 자리를 채우는 일이 그리 어렵지 않을 거라고 믿었습니다. 막상 이곳에 와 터무니없는 생각이었음을 알았습니다. 동화 속 허구의 장소와 인물이 현실에 맞지 않았습니다. 동화의 여러 요소가 개연성을 갖지 못하고 헛돌았습니다. 동화는 허구이므로 현실과 달라도 실재처럼 잘 직조한다면야 이야기로 만들 수 있겠지만, 이대로 동화를 계속 채워나가는 게 무의미하리라는 내부의 소리가 들렸습니다. 멈춰야 했습니다. 컨디션이 내려가며 멀미가 심하게 들었습니다. 바닥의 흔들림을 따라 머릿속이 울렁거렸습니다. 움직이면 관찰을까 이곳 저곳 돌아다녀보아도 나아지지 않았습니다. 한숨 잔 뒤 다시 시작하기로 했습니다.

‘눈앞의 사람들에게 직접 물어 길을 찾자.’

그렇게 인터뷰가 시작되었습니다. 인터뷰는 부가적인 효과도 냈습니다. 계속되던 멀미가 나아진 겁니다. 인터뷰 덕에 멀미가 덜 난다고 하자 누군가 그러더군요.

“역시나 사람은 할 일이 있어야 해요.”

공감합니다. 그 며칠 동안 이때껏 작업해온 글을 버려야 할지 망설이느라 한 줄도 글을 쓰지 못했습니다. 고민만 하고 있으니 멀미가 더 기승을 부렸던 거겠죠.

이곳에서 연구원들의 생생한 움직임을 보았습니다. 모니터의 그래프와 수치를 확인하고, 해수를 통에 받아 분류하고, 코어 작업한 진흙을 확인하고, 채취한 생물을 관찰하는 작업은 밤낮을 가리지 않았습니다. 아침이면 뜬 눈으로 밤을 샌 이들이 유령처럼 복도를 걸어 다녔습니다. 이런 풍경에 인터뷰가 더해져 새 이야기의 초고를 써내려 갈 수 있었습니다. 한국에 돌아가면 작업실에 틀어박혀 더 나은 이야기로 완성할 겁니다. 가능하다면 이곳에서 모은 것들로 어린이 논픽션 책도 만들려고 합니다.

아라온호의 여러 일들은 수많은 사람들의 협연에 의해 이루어지고 있었습니다. 과학자들은 연구를 위해 어느 곳을 탐사할지 의논합니다. 목표 지점까지 항해하는 일, 크레인을 이용해 탐사 장비를 내리는 일에는 승조원이 나섭니다. 배 안의 장비를 정비하고 설치하는 일은 엔지니어가 맡습니다. 각 분야의 전문가들이 각자의 일을 맡아 화음을 이룹니다.

한국문화예술위원회에서 지원하는 2017년 아라온호 승선 레지던시 참여로 2항차 탐사 기간 동안 이 특별한 협연을 만날 수 있어 행운이었습니다.

날마다 달라지던 바다의 색, 아스라이 환상처럼 보이던 설산, 바다로 훑날리던 진눈깨비, 밤하늘을 부드럽게 감싸던 초록 띠의 오로라, 길게 이어진 해빙 위를 타박타박 걸어가던 북극곰. 선물 같은 순간들을 가슴에 눌러 담았습니다. 여느 기억들처럼 이 선물 같은 순간들도 서서히 닳을 수밖에 없겠지만 나에게 시간의 일부를 기꺼이 나누어준 이들에 대한 기억만은 오래도록 생생할 것입니다. 감사합니다.

오주영: 동화작가, 장비 좋은 어린이책 대상, 푸른문학상 평론부문 신인상, 아르코 주목할 만한 작가, 동국대 강사

- * 저희 2017 아라온호 북극해 탐사 2항차가 성공적으로 완료될 수 있도록 헌신적으로 지원해주신 아라온호 김광현 선장님과 승조원 여러분들께 진심으로 감사를 드립니다.

이 뉴스레터는 이번 2017년 아라온호 북극해 2항차 기간 동안에 수행된 탐사활동을 알리기 위해 작성된 비공식 소식지이다. GSC/MBARI Blog site: 192.168.1.202/html/