

캐나다 보퍼트해에서 쇄빙연구선 아라온으로 수행된 해양지열 연구

Po-GE24

2014 추계연합학술발표회

제주 휘닉스아일랜드
2014. 11. 06-08

김영균^{1*}, 진영근¹, 이임교¹, 김형준², 홍종국¹, 이민규¹, 김수관¹, 서나리¹, 강승규¹

¹ 한국해양기술연구원부설극지연구소; *ykim@kopri.re.kr
² (주)엑스지오

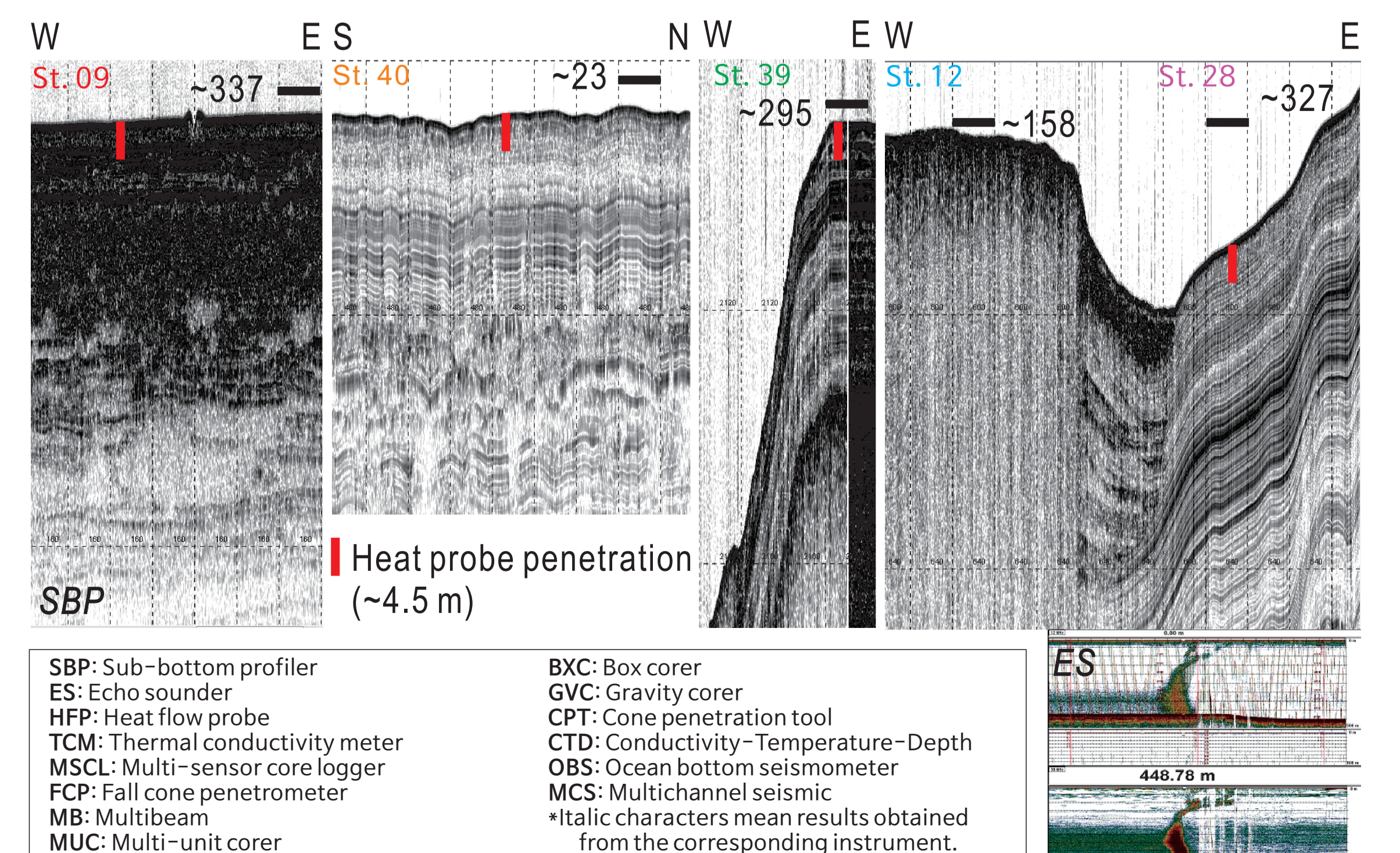
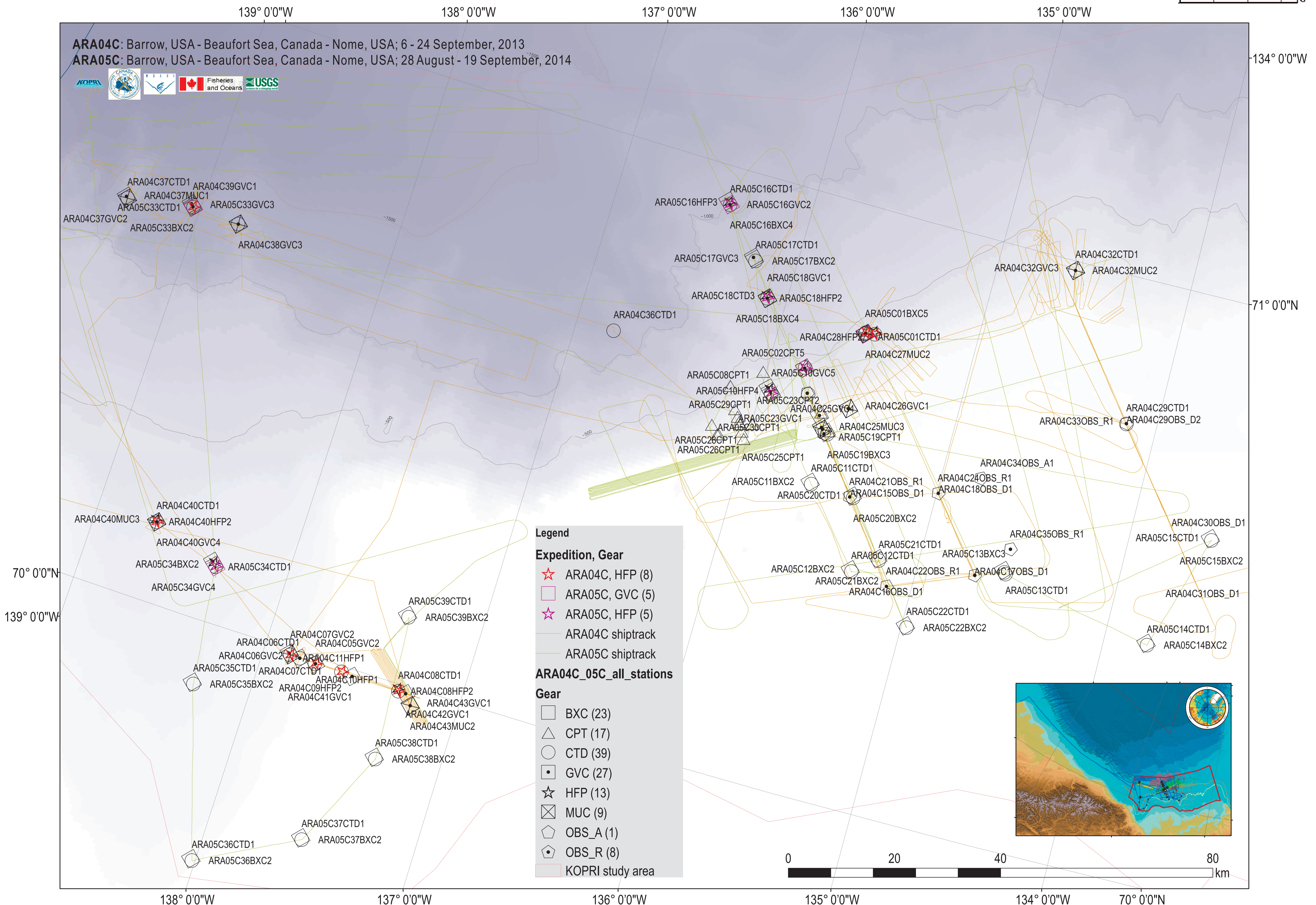
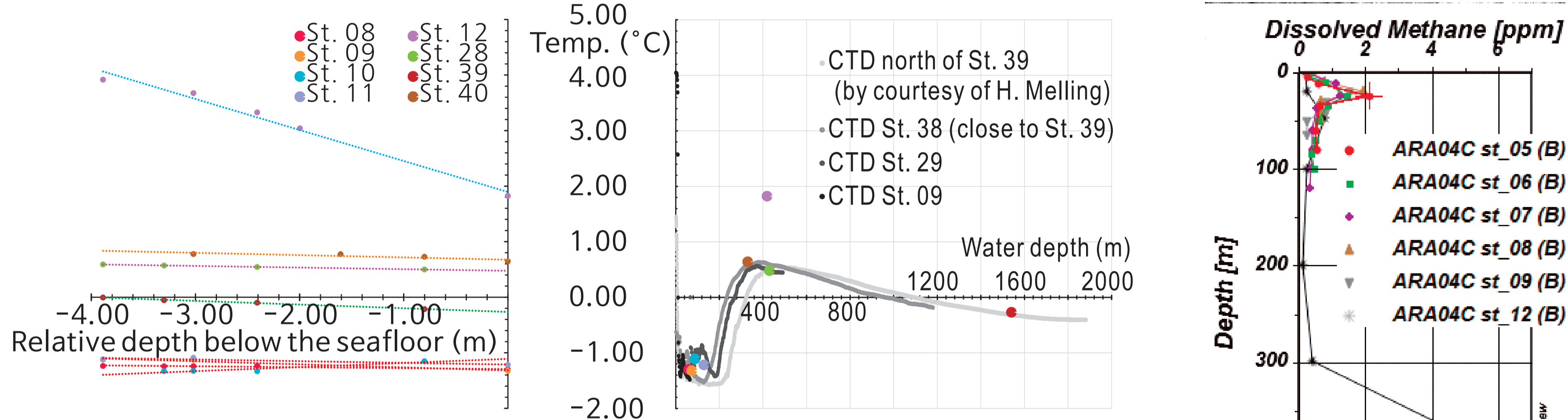


초록: 캐나다 보퍼트해 (Beaufort Sea)는 최후 최대 빙하기 (Last Glacial Maximum) 동안 대륙빙이 드러나며 차가운 환경을 겪은 이후로 긴 시간 온난화를 겪었기 때문에, 대륙빙 영구동토 (permafrost) 층 내/주변의 가스하이드레이트 (gas hydrate) 층의 변동상을 연구하기에 가장 적합한 장소 중 하나이다. 쇄빙연구선 아라온을 이용한 한국-캐나다-미국 국제 공동 연구 프로그램의 일환으로 2013년 (ARA04C)과 2014년 (ARA05C) 탐사가 캐나다 배타적 경제 수역에 속하는 보퍼트해에서 수행되었다. 해저면 표층부에서 지열탐침 (heat probe)을 이용한 해양지열류량 측정 결과는 비록 짧은 시간 동안의 천부지층의 지열 분포의 스냅샷일지라도, 퇴적층 내의 유체 거동과 관련된 현상을 확인하는데 매우 유용한 정보를 제공한다. 두 차례의 현장탐사에서 총 15지점에서 5 m 길이의 지열탐침

과 해양열전도도 측정 시스템을 이용하여 해저면 밑 퇴적층의 지온경사도와 퇴적물 열전도도 측정이 이루어졌다. 주요 측정지점으로는 1) 음향측심기에서 가스분출이 관측된, 평탄한 상부를 갖는 진흙 화산의 내/외부, 2) 대륙빙 영구동토층 프런트가 후퇴하는 맥켄지 트러프 (Mackenzie Trough)의 동쪽 사면, 3) 대륙 사면에 위치한 국제해양발견프로그램 (IODP)의 예비 시추제안 #753 지점 주변의 배경 지점이다. 배경 지점은 영구동토층이 없을 것으로 예상되고, 수직적인 유체 유출 구조도 발견되지 않는 지역으로, 연구 지역 내에서 가장 깊은 수심에서 선정하였다. 진흙 화산에서 관측된 결과들은 1) 일반 해저면으로부터 관측된 배경 지온경사도 뿐만 아니라 진흙 화산의 외부에서 관측된 지온경사도보다 매우 높은 지온경사도, 2) 해저면 근처 해수 온도와 비교해 매우 높은 해저면 온도, 3) 해수 시료로부터 관측된 광장

히 높은 메탄 농도 등이다. 관측된 이런 결과는 따뜻한 메탄 함유 유체가 진흙 화산의 평탄한 상부 해저면으로부터 단속적으로 해양 수층으로 분출되고 있음을 지시한다. 다른 한편, 맥켄지 트러프의 동쪽 사면에서는 주변 수층 온도와 평형을 이루는 해저면 온도와 큰 변화를 보이는 지온경사도들이 관측되었는데, 이는 영구동토층에 의한 지온경사도 교란 가능성을 지시한다. 배경 지점의 관측 결과를 바탕으로 계산된 연구지점의 해양지열류량은 40~78 mW/m²이며, 이는 기존 심부시추공에서 획득된 결과와 비교할 만하다. 지열탐침과 퇴적물코어를 이용해서 얻어진 지열 분석 결과와 기존 심부 측정 지열 결과와의 심도 있는 비교가 이루어진다면, 온난화에 의해서 북극 대륙빙에서 일어나고 있는 영구동토층 및 가스하이드레이트 층의 지열 분포 변동 현상과 메탄 분출 현상을 이해하는 데 큰 도움을 줄 것이다.

ARA04C	St. 08	St. 09	St. 10	St. 11	St. 40	St. 39	St. 12	St. 28	
해저면 온도 (°C)	-1.30	-1.32	(-1.11)	(-1.22)	0.64	(-0.27)	1.82	(0.48)	
지온경사도 (mK/m)	16.8	55.3	-73.9	30.1	41.5	66.1	557.9	28.9	
수심 (m)	59	73	88	129	330	1540	419	430	
경점 정보	맥켄지 트러프 동쪽사면 (EMT); 해저면 퇴적층은 얼음을 포함하고 있는 영구동토층				EMT; 영구동토층 아님		IODP 예비 시추제안서 #753 근처		진흙화산 평탄한 상부 해저면



HFP (Data Logger)

MSCL

MUC

OBS

GVC (GH)

GVC (Void)

GVC (GH)

GVC (Ice)

SBP (GH from ARA05C18)

SBP (Ice from ARA05C23)

TCM (TK04 + needle probe)

Legend:

- Expedition, Gear:
 - ★ ARA04C, HFP (8)
 - ARA05C, GVC (5)
 - ☆ ARA05C, HFP (5)
 - ARA04C shiptrack
 - ARA05C shiptrack
- ARA04C_05C_all_stations
- Gear:
 - BXC (23)
 - △ CPT (17)
 - CTD (39)
 - GVC (27)
 - ☆ HFP (13)
 - ⊗ MUC (9)
 - ◇ OBS_A (1)
 - ◇ OBS_R (8)
 - KOPRI study area

SBP: Sub-bottom profiler
ES: Echo sounder
HFP: Heat flow probe
MSCL: Multi-sensor core logger
FCP: Fall cone penetrometer
MB: Multibeam
MUC: Multi-unit corer
BXC: Box corer
GVC: Gravity corer
CPT: Cone penetration tool
CTD: Conductivity-Temperature-Depth
OBS: Ocean bottom seismometer
MCS: Multichannel seismic
**Italic characters mean results obtained from the corresponding instrument.*

사서: 본 연구는 "서북극권해역 가스하이드레이트 특성과 고해양환경변화 복원연구 (PE14061)"와 "양해 환경변화 이해 및 활용연구 (PM13020)"의 지원을 받아 수행되었다. 탐사 동안 해양지열류량 측정 및 데이터를 수집한 쇄빙연구선 아라온 조의 선장님과 승무원들, 승선연구원들, 그리고 해양지열탐침을 지원해주신 서울대 이상욱 교수님께 감사드립니다.