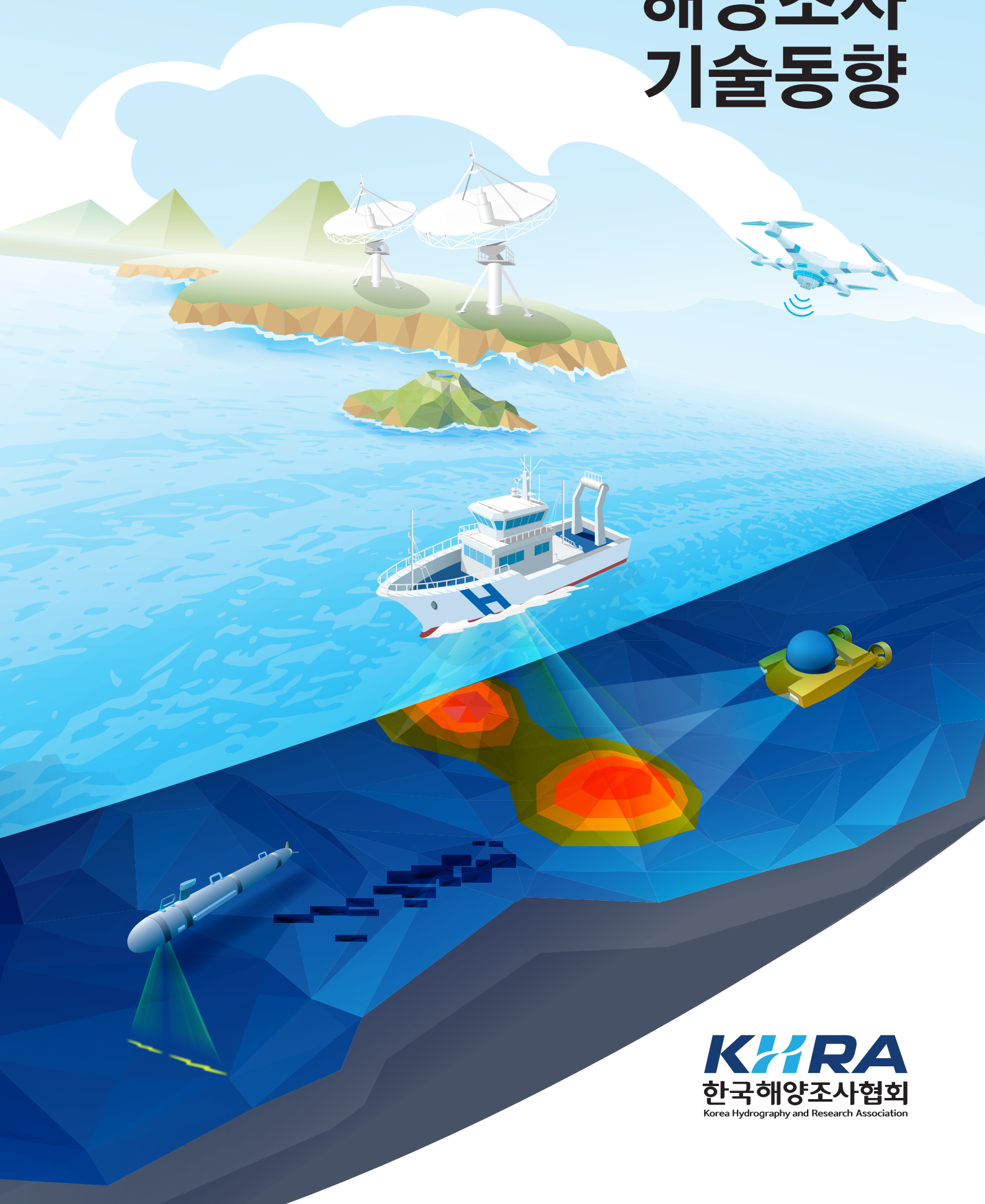
통권 제18호(2023-4호)

해양조사 기술동향



KHRA
한국해양조사협회
Korea Hydrography and Research Association

국제수로기구(IHO) Brief News

2023년 4분기 주요회의 목차(Monthly Reports)

1. 제74회 국제무선해사위원회(CIRM) 연례 회의
   (74th Annual CIRM conference)

2. 제36차 IHO-IOC 대양수심도(GEBCO) 해저지명소위원회(SCUFN) 회의
   (36th Meeting of the IHO-IOC GEBCO Sub-Committee on Undersea Feature Names (SCUFN))

2024년 1분기 예정된 주요 IHO 회의

1

일	월	화	수	목	금	토
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3

2

일	월	화	수	목	금	토
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	1	2

3

일	월	화	수	목	금	토
25	26	27	28	29	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

- 1.23~26, 제14차 프로그램 관리위원회 조정 회의(PMB14), 미국 뉴올리언스
- 2.6~8, 제19차 자료품질실무그룹 회의(DQWG19), 중국, 장소 미정
- 2.13~15, 제12차 S-101 프로젝트 팀 회의(S101PT12) - 화상 미팅(예정)
- 2.20~23, 제8차 조위, 해수면 및 해류 실무그룹 회의(TWCWG8), 모나코(IHO - Sec, Monaco)
- 2.20~22, 제14차 세계 전자해도 데이터베이스 실무그룹 회의(WENDWG14), 미국 버지니아 노퍽
- 2.27~28, 제6차 해양자율수상선박 항행 프로젝트 팀 회의(MASS-PT6), 모나코 IHO Secretariat - Monaco
- 3.4~8, MSDIWG15, OGC-MWG and UN GGIM WG MGI - Bali, Indonesia, 제15차 해양공간정보 인프라 실무그룹 회의, 개방형 공간정보컨소시엄 해양영역실무그룹(MDWG) 회의, 유엔 세계공간정보관리(UN-GGIM) 해양공간정보 실무그룹 회의, 인도네시아 발리
- 3.12~15, 제10차 S-100 시험전략 회의(S-100TSM 10), 모나코
- 3.18~19, 제3차 S-100 인프라 센터 구축 프로젝트 팀 회의 (S-100 ICE PT3), 모나코
- 3.19~21, IC-ENC Technical Conference TC24_1 Athens, Greece. hybrid, 제24차 IC-ENC 기술 컨퍼런스 회의, 그리스 아테네(하이브리드)

제74회 국제무선해사위원회 연례 회의

74th Annual CIRM conference

터키 이즈미르, 2023년 10월 4일

국제무선해사위원회(CIRM)의 연례 회의는 IHO가 여러 전자해도표시시스템(ECDIS) 및 간이전자해도시스템(ECS) 장비 제조업체, 내비게이션 시스템 통합업체, 선박 서비스 제공업체 및 기타 전자 장비 전문가를 포함한 해양 전자 산업 회원들과 교류할 수 있는 중요한 기회를 제공한다. 존 니버그(John Nyberg) 박사는 올해 콘퍼런스에서 IHO를 대표하여 Furuno, NAVTOR, PRIMAR, UKHO의 발표가 있는 S-100 세션에 참여했다.

이 회의에서는 S-100 개발주기(특히 1단계 구현)에 관한 중요한 일정, OEM 커뮤니티에 S-100의 가치를 알리는 것의 중요성을 언급하며, 이러한 행사에 IHO가 참여하는 것이 도움이 되고 감사하다는 뜻을 밝혔다. S-100 세션에서 PRIMAR는 S-128 테스트에 대한 현재 진행 중인 작업을 발표하고 업계의 더 많은 참여를 요청했다. CIRM의 ECDIS 실무 그룹은 컨퍼런스 마지막 날에 회의를 열어 S-100과 "S-100 ECDIS로의 전환에 대한 CIRM의 입장" 문서의 개정 사항에 대해 논의했다.

이번 회의는 선주들이 장비(데이터 포함) 업그레이드에 대한 전망과 와 해상 자율 수상 선박(MASS)에 대한 업계의 진행 상황을 어떻게 바라보고 있는지, 기회와 도전 과제를 포함한 유익한 토론의 장이 되었다.

존 니버그(John Nyberg)와 리처드 도허티(Richar Doherty, CIRM 사무총장)

제36차 IHO-IOC 대양수심도(GEBCO) 해저지명소위원회(SCUFN) 회의

36th Meeting of the IHO-IOC GEBCO Sub-Committee on Undersea Feature Names (SCUFN)

호주 울런공, 2023년 11월 6일~10일

■ 개최 및 주관기관(국), 주요 참석자

제36차 IHO-IOC 대양수심도 해저지명소위원회(SCUFN) 회의가 호주 울런공에 있는 호주 해군 수로국(AHO)에서 열렸다. 일본 해양정보부(JHOD)의 야스히코 오하라 박사(IHO 대표)*가 주재한 이 회의에는 12명의 SCUFN 위원과 회원국 대표로 구성된 45명의 참가자가 참석했다(한국은 국립해양조사원과 한국해저정보에서 참석).** IHO에서는 이브 길람(Yves Guillam) 부국장(SCUFN 간사)이 IHO 사무국을 대표했다.

* Vice-Chair, Acting Chair since SCUFN-35.2 in December 2022. 부위원장, 2022년 12월 SCUFN-35.2 회의 이후 위원장의 직무를 대행

** India and Sri Lanka were registered but no present. 인도와 스리랑카는 등록했으나 참석하지 않았다.

힐러리 톰슨(Hilary Thompson) 호주 해군 수로국(AHO) 수로사무국장은 환영사와 개회사를 통해 AHO가 주도하는 수로측량계획 산업파트너쉽 프로그램(HIPP, HydroScheme Industry Partnershiop Programme)을 소개했다. 또한 1872년부터 1876년까지 심해의 물리적, 화학적, 생물학적 특성과 인류에 대한 심해의 잠재력을 탐구하는 것이 목표였던 영국왕립해군함(HMS) 챌린저호 탐사를 상기시키기도 하였다.

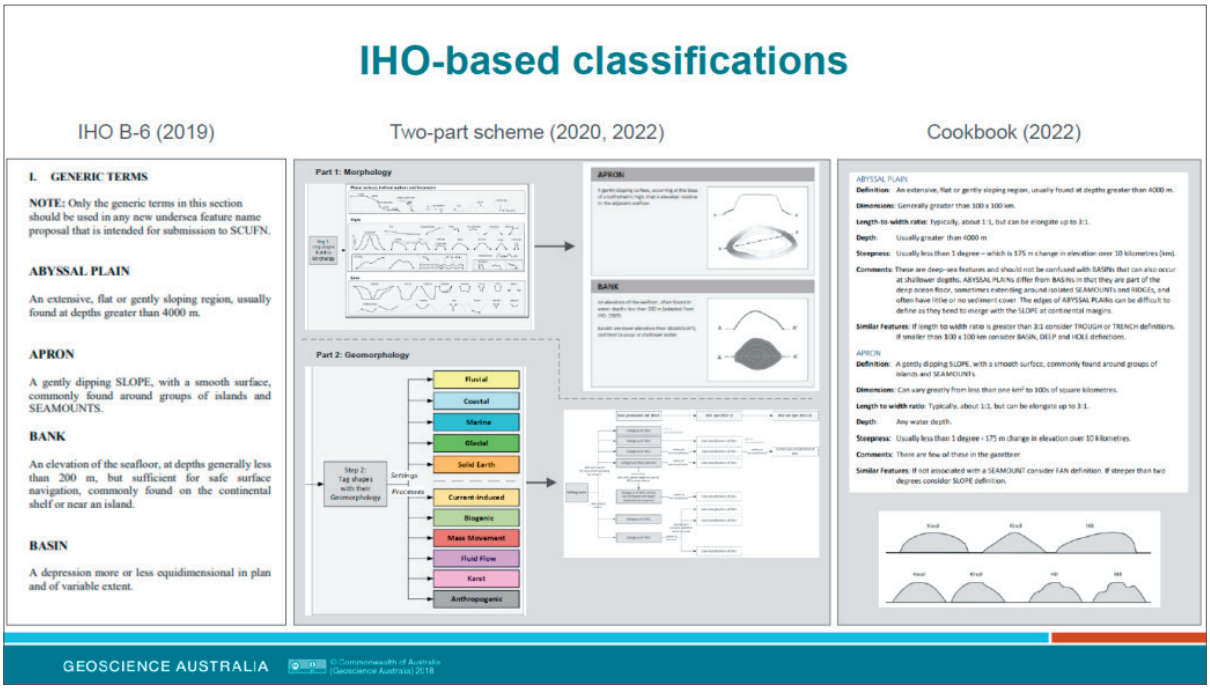
제36차 IHO-IOC 대양수심도(GEBCO) 해저지명소위원회(SCUFN) 회의 참석자

■ 보고사항

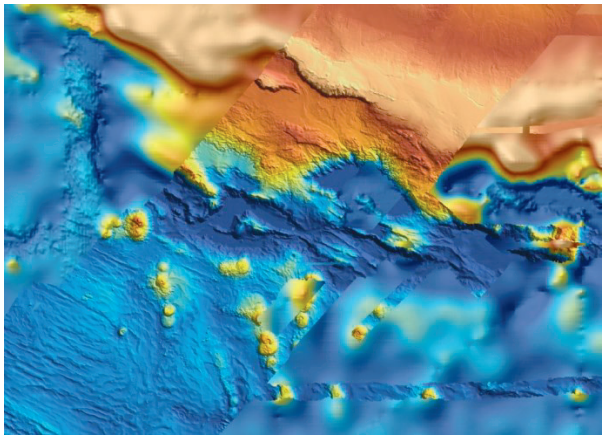
위원장은 올해 해저지명소위원회(SCUFN)에 약 450건의 지명 제안이 접수되어 SCUFN 역사상 최대 기록을 세웠다고 하였다. 한국의 국립해양조사원이 운영하는 SCUFN 운영 웹 서비스와 SCUFN 간사가 모든 명명 제안을 GEBCO 지명집에 사전 등록하는 등 SCUFN 회원들이 명명 제안을 사전에 검토하는 절차가 시행되고 있음에도 불구하고, 상당수의 제안을 연기해야 하는 큰 위험이 있었다. 가까운 장래에 이러한 상황에 다시 직면하는 것을 방지하기 위해 SCUFN 간사는 기관/국가 당 제안(최대 25개) 및 연간 SCUFN 회의에 대한 지명 제안 수(총 최대 250개)를 제한할 것을 제안했다. 이 새로운 규칙인 "25/250"은 36차 해저지명소위원회 회의(SCUFN-36)이후 즉시 발효되도록 만장일치로 채택되었다. 이에 따라 의사규칙(ROP) 개정안이 준비되어 대양수심도 운영위원회(GGC)에 제출될 예정이다.

다음과 같은 몇 가지 중요한 협업 문제에서 상당한 진전이 있었다.

- 간행물 B-6(해저지명 표준화에 관한 지침)을 보완하는 살아있는 문서로 명확히 자리매김한 SCUFN의 의사결정 과정에서의 지식 데이터베이스인 "전형적인 사례의 저장소(repository)"
- …뿐만 아니라 이미 다학제적 응용을 위한 2부로 구성된 해저 지형 매핑 체계 개발에 참여한 다른 주제 전문가



(Geoscience Australia, BGS 등)의 견해로부터 곧 도움을 받게 될 해저 지형의 모든 형태학적 정의에 대한 훨씬 더 포괄적인 카탈로그인 “일반 용어에 대한 사용 방법”



SCUFN은 B-6문서가 현재까지 제안자가 이용할 수 있는 유일한 권위 있는 국제 지침이라는 점을 인정하면서, 향후 일관성을 보장하기 위해 이러한 정의의 상호 비교가 필수적이라는 데 동의했다.

또한 지원기관(NOAA, KHOA)과 미국해저지형자문위원회(ACUF), Marine Regions, Seabed 2030 및 UN 지명 전문가그룹(UNGEGN)의 주제별 전문가의 지원으로 유용하게 갱신되었다.

■ 의결사항

명명 제안 검토를 위한 세션이 시작될 때, 일부 회원국(필리핀과 말레이시아에 이어 베트남과 중국)은 2022년과 유사한 내용의 중요한 성명을 발표하며 남중국해(SCS) 내 제안 명칭의 위치에 대한 우려를 제기했다.

지난 제35차 해지지명소위원회 회의(SCUFN-35)에서 진전을 위한 모든 노력에도 불구하고, 옵서버들은 이번에도 남중국해(SCS)의 해저 지형 명명에 대해 “동결”해줄 것을 요청했다. 그 후 SCUFN 간사가 초안을 작성한 질문이 해저지명 소위원회 의사규칙(SCUFN ROP 2.10, 정치적 민감성)을 적용하여 투표에 부쳐졌다. 이 투표의 결과, 남중국해(SCS)가 해저 지형 명명에서 “금지구역(no-go area)”이 되었다.

이 결정으로 450개의 명명 제안 중 중국(78+5+21), 말레이시아(11), 필리핀(21+14+43), 베트남(91)에 위치한 총 284개의 제안은 전혀 고려되지 않았기 때문에 논의 시간을 상당히 절약할 수 있었다. 그 결과, 나머지 166건의 제안서가 모두 검토되었으며, 수년에 걸쳐 제안서의 품질이 지속적으로 개선된 덕분에 대부분의 제안서가 거의 이견 없이 승인되었다. 보류되거나 채택되지 않은 제안은 거의 없었다.

■ 논의사항

SCUFN 간사는 같은 주에 모나코에서 “Map The Gaps” 심포지엄과 대양수심도(GEBCO)회의가 개최될 것이라는 것을 알렸다. 전 Caladan Oceanic CEO이자 SCUFN의 지명 제안자인 빅터 베스코보(Victor Vescovo)가 자신의 경험을 공유하고 명명 제안기능이 너무 복잡하며, SCUFN의 매력 감소 등 몇 가지 중요한 메시지를 전달하는 “Map The Gaps” 심포지엄 녹취록의 발췌본을 공개했다.

SCUFN이 직면한 문제(남중국해(SCS) 해저지명 명명 동결, 제안서 수 증가, 동일 지형에 대한 이중 명명 제안, 상호 협의 부재, 자동 탐지, 일반 용어 정의 개선을 통한 탐지 알고리즘의 견고성 등)에 대한 대응으로, SCUFN 간사는 SCUFN의 미래에 대해 고민할 때가 왔다는 의견을 나누었다. 이에 따라 SCUFN 명명 2030소그룹의 설립이 결정되었다. 이 소그룹은 지리적 특징 고유 식별자를 기반으로 한 새로운 식별자 모델 개발과 동일한 특징에 대한 다국어 속성 수용을 통해 SCUFN의 미래를 준비하는 역할을 담당할 것이다. 또한 간사는 이 소그룹이 국제천문연맹 별 이름에 관한 실무그룹(the International Astronomic Union Working Group on Star Names)에서 채택한 해결책을 모색할 것을 권고했다. 이 옵션이 계속 유지된다면 최근의 기술 발전과 해저에 대한 지식의 증가를 지원하게 되어, 보다 효율적이고 일관성 있게 특징에 이름을 붙일 수 있다.

SCUFN은 2024년 6월 24일부터 28일까지 대한민국 제주에서 차기 회의를 개최하겠다는 대한민국(한국지질자원연구원, 국립해양조사원)의 제안에 환영의 뜻을 표했다.

Map the Gaps 심포지엄

(주)지인컨설팅 장은미 대표이사

대양수심도회의가 2023년 11월 6일부터 10일까지 개최되는 가운데, 월요일은 소위원회 모임으로 국제수로기구 본부에서, 화요일과 수요일은 일반인을 대상으로 한 심포지엄이 모나코 해양박물관에서 진행되었다. Map the Gaps 심포지엄은 공해 깊은 바다의 수심측량이 원하는 수준만큼 되어 있지 않는 것을 Gap(빈 곳)이라고 명칭을 부여하고, 빈 곳을 채우기 위한 기술과 정책을 논의하는 심포지엄이다. 2003년부터 Science Day라는 이름으로 5일 행사 중에 수요일에 하던 것이 2017년이후에 2일로 확대되면서 명칭이 변경된 것이다. 7일 행사는 루이지 시나피(Luigi Sinapi)가 IHO대표로 인사를 하였고, 기조연설로 대양수심도회의 의장인 에버트 플리어(Evert Flier)가 2023년 5월에 개최된 IHO 총회에서 GEBCO 120주년 성공적인 행사관련 보고와 대양수심도 회의의 변화와 그간 지도화 지역 확대를 위한 노력에 대한 전반적인 내용을 발표하였다.

빅터 베스코브(Victor Vescove, 美 은퇴한 해군)은 전세계 깊은 바다를 탐험한 기록과 해저지명 제정의 어려움에 대하여 피력하였다. 에베레스트산과 같은 높은 산을 탐험가는 널리 인지되고 있지만, 깊은 바다를 탐험하고 깃발을 꼽는 탐험가에 대한 인지도가 상대적으로 낮다고 지적하면서, 잠수정 등의 도구를 이용하여 해구의 수심을 측량하고 저서 생물을 탐험하는 일의 중요성과 의의를 설명하였다. 전세계 5개의 주요 해구에 대한 탐험 중에 팔라우(필리핀 남동쪽 태평양 국가)의 해구 탐사에는 팔라우 국가의 지원이 있었고 그 결과는 산호초의 생태의 이해에도 큰 도움이 되었다고 보고하였다. 해저지명 관련 표준화 원칙을 정한 문서가 과학자 중심으로 이루어져 있는데, 공식화되지 않은 탐험 결과 등이 반영될 수 있기를 희망하는 말을 하였고 방청객에게 상당한 호응을 받았다.

이외에 티카르타(TCARTA)사의 대표가 위성기반의 수심측량의 경제성에 대한 설명과 본인 회사의 고유기술과 연구과제 진행에 대한 발표가 있었다. 보통 위성기반의 수심측량은 정밀도가 낮은 것으로 인지되지만, 여러 인공지능 기술을 접목하면 고해상도로 변형할 수 있다는 것과 일부 시범지역 등에 연구과제를 통해서 여전히 다양한 활용이 가능함을 보여주었다.

Seabed2030의 프로젝트 총괄을 맡고 있는 제이미 맥미카엘(Jamie McMichael-Phillips)의 Seabed 2030프로젝트 소개가 있었고, 락시 위글리(Roxy Wigley)는 120명에 가까운 졸업생을 배출한 일본재단-뉴햄프셔 대학 프로그램의 성과를 발표하면서, 졸업생들이 GEBCO의 미래에 큰 기여를 할 것을 기대하였다. 매년 교육가능한 인력은 5인 정도였으나, 최근에 일본재단에서 기여 액수를 줄이게 됨에 따라 2024년에는 정확히 몇 명이 될지 알 수 없다고 하며, 매년 100여명이 신청을 하고 있다는 상황도 전달하였다. EO Map 사의 킴 나우어(Kim Knauer)와 스티븐 키팅(Steven Keating)은 해양법과 관련 되어 대양수심도의 지도의 활동의 중요성을 발표하였다.

이외에 해저탐험에 관련된 비평적 관점이라는 세션에서는 크라우드소스 수심측량에 수행과정에 지역주민과의 협업사례 등 좋은 점과 폐쇄적 집단의 비공개 의도로 인한 애로사항을 동시에 발표하였으며, 기업체 등의 참여로 수심측량을 한 결과가 주민들에게 무슨 도움을 줄 것인가에 대한 과학데이터의 윤리적 활용에 대한 내용도 논의에 포함되었다. 이외에 푸그로(Fugro)사이 수로

학자인 헬렌 스튜어트(Helen Stwart)는 실제 해양탐사와 수로측량에 있어서 6명의 무명의 학자들의 사례를 들어서, 코카시아계 남성 중심의 해양조사가 아니라 제3세계의 전문가들이 참여가 더 독려되어야 함을 강조하였다. 발표 제목 자체가 "매일의 용기(Everyday Courage)"란 무엇인가라는 제목으로 시작하여 모두가 의아해 했다. 발표자료 전체를 아우르는 키워드로 원칙을 지키고 예외를 요구할 때 윤리적으로 원칙을 지킬 수 있는(moral courage), 철저하게 원칙을 준수할 수 있는 용기(displined courage), 지식을 추구를 하는데 있어 지지치 않을 지적 용기(intectual courage), 외부의 편견에 맞서 끝까지 싸울 심정적 용기(empahthetic courage)를 언급하였다. 과학적으로 대서양 해저지도를 만든 분이 마리 타프(Marie Tharp)라는 여성이며, 미국의 수학자로 WGS84 지오이드 개발을 한 글래디스 웨스트(Gladys West)도 여성이며, 하와이주 1호 여성박사로 해조류 도감 저자인 이자벨라 아이오나 애보트(Isabella Aiona Abbott)의 사례, 산호초 백화현상을 처음 발견한 남미 벨리즈(Beleze)국의 해양 생물학자가 백인이 아니며 대학에 자리를 잡지 못한 사람이라는 것과, 마지막으로 고등교육을 전혀 받지 못한 니키(Nicky)의 경우 고생물학 연구자로 과거의 바다 화석에 대한 업적을 남겼다고 발표했으며 청중들로부터 많은 박수를 받았다. 이후에 확인한 결과 헬렌 스튜어트(Helen Stwart)는 GEBCO 120주년 행사에서도 기조연설을 할 정도로 업체 소속이긴 하나 개인적으로 글쓰기를 통해 해양조사 분야에서 여성과 개발도상국의 역량강화를 위한 활동을 했다.

이외에도 Seakeeper라는 조직에 대한 소개를 개리 헤슬링(Gary Hesling)이 해양보호 활동을 하는 민간기구가 크라우드소스 수심측량분야 협업한 사례를 발표하였다. 일반인이 수심측량을 경험하는 일은 매우 드물지만, 크라우드소스 수심측량 활동을 경험하고 이를 통해 분산하여 해저지도화가 가능하다는 주장을 하였다. 이후 품질관리에 대한 중요성과 중복된 데이터의 관리체계, 결국 합쳐서 편집된 데이터에 메타데이터 관리체계 등에 대한 토론이 있었다. 팀 커언즈(Tim Kearns)는 미국

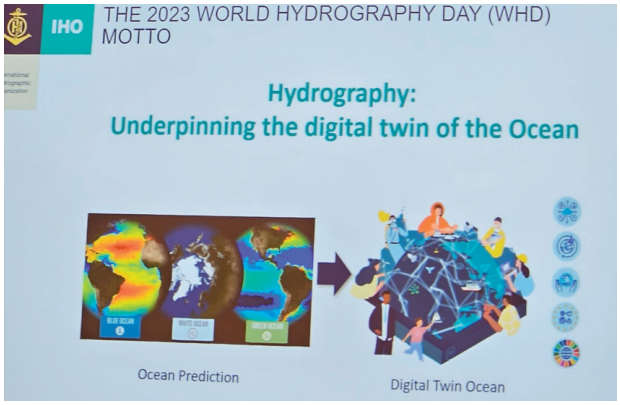


그림 1. 국제수로기구에서 추진하는 해양 디지털 트윈 비전에 대한 방향 소개

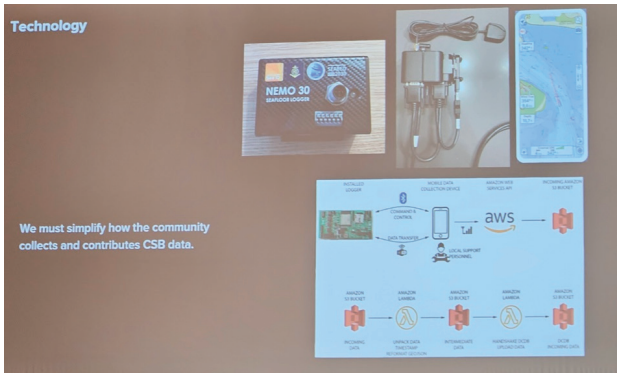


그림 2. 크라우드소스 수심측량을 위해 제작된 데이터 로거의 데이터 전송과 취합 정제 절차도

의 오대호를 대상으로 한 관측시스템과 수심측량 현장조사 결과에 대한 발표가 있었고, 뒤이어 뉴햄프셔 대학의 프로그램에 대한 내용에 대한 토의가 이어졌다. 이외에 크라우드소스 수심측량을 위한 데이터 수집기(data logger)의 개발과 적용사례도 발표가 있었고, 수집된 데이터로거가 중앙서버로 이동되는 절차에 대한 흐름도를 보여주었다. 이외에도 뉴질랜드 해양 관측에 있어서 태평양 연안 지역 주민들의 참여를 이끌어내었던 우수사례 발표를 통해서 대양수심도 관측에 있어서 참여자들에게 데이터의 성과를 돌려주고, 의미를 계몽시키는 과정에서 전문가들과 지역주민을 잇는 소통자의 중요성과 체계적인 교육, 끊임없는 회의 및 토론이 결정적인 성공요소였다고 하였다. 2일에 걸친 심포지엄은 모나코 주변에 정박한 선박 및 요트클럽 관계자들까지 참여하여 100여 명이 넘는 참석자가 있었으며, 총 18개국에서 참여한 국제행사로 의미를 더하였다.

키리바시의 긍정적인 미래를 향해 키리바시 외곽 섬의 교통 인프라 투자 프로젝트

Hydro International, 2023년 10월 24일

환경문제와 경제적 불확실성의 시대에 각국은 경제발전을 촉진하고 공공 안전을 개선하며 국민의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 혁신적인 방법을 진지하게 모색하고 있다. 키리바시는 중앙 태평양의 작은 섬나라로, 키리바시가 해양 인프라에 대한 집중적인 투자가 얼마나 큰 이점을 갖는지 보여주는 대표적인 사례이다.

키리바시 공화국은 실질적으로 세상에서 가장 멀리 떨어진 국가들 중 하나이다. 344만km^2의 바다에 걸쳐 33개의 환초와 산호섬으로 구성되어 있으며, 적도와 180도 자오선이 모두 걸쳐 있는 유일한 국가이다. 약 119천명의 키리바시 국민들은 12개의 섬에만 거주하며, 인구의 절반 이상이 본섬인 타라와에 거주하고 있다. 키리바시의 총 육지면적은 811km^2로 최대 해발 고도가 81m이지만, 대부분의 섬은 해발 2m에 불과하다. 이는 키리바시 공화국의 사람들이 기후변화, 특히 해수면의 상승에 매우 취약하다는 것을 의미한다.

키리바시의 섬들이 서로 멀리 떨어져 있다는 사실은 제도의 외곽에 위치한 대부분의 섬들이 사람의 손길이 거의 닿지 않아 자연 그대로의 산호와 바다를 간직하고 있다는 것을 의미한다. 그러나 이러한 고립의 단점은 무역과 경제 성장의 기회가 제한될 수 있다. 키리바시 외곽 섬 교통 인프라 투자 프로젝트(KOITIIP)가 중요한 이유가 바로 여기에 있다. KOITIIP는 키리바시 정부가 주도하고 세계은행과 아시아개발은행이 공동으로 자금을 지원하는 대규모 개발 프로그램이며, 우선 인도의 IIC Technologies 사(社)가 수행한 수로 측량을 기반으로 안전한 항로 개발, 항로표지 개선, 영국 수로국(UKHO)이 제작한 해도를 새롭게 제작하는데 착수할 예정이다. 이렇게 얻은 데이터는 키리바시의 인프라 개발, 복원 활동, 경제 성장을 뒷받침할 것이다.

수로 측량으로 길을 닦다.

키리바시 외곽 섬 교통 인프라 투자 프로젝트(KOITIIP)의 다양한 구성요소와 하위 구성요소는 수로측량이 해양 안전과 경제 발전의 토대를 마련하는데 중추적인 역할을 한다는 것을 강조한다. 이 복잡한 조사를 수행하기 위해서는 IIC Technologies 사(社)와 파트너의 전문 지식과 키리바시 정부의 정보통신기술부의 현지 자원, KOITIIP 직원들의 항공 이미지, 라이다 및 항공레이저 수심측량, 선박 기반 멀티빔 음향측심기(MBES) 데이터 수집, 조석 데이터, 측지측량, 해양관측 등의 수행이 함

멀티빔 음향측심기(MBES) 데이터 수집에는 모선에서 운영되는 측량정 배치가 포함되었으며, 이를 통해 승무원의 환경 발자국과 현지에 대한 자원 수요를 전략적으로 줄일 수 있었다.

께 진행되어야 한다.

프로젝트의 구성요소 1번은 섬 간 항해의 안전 개선에 초점을 맞춘 이후 모든 활동의 초석 역할을 한다. 항공 레이저 수심측량(ALB)과 멀티빔 음향측심기(MBES)와 같은 첨단 기술을 이용하여 4개 대상 섬 주변의 수로 측량을 수행하여 항해 안전을 상당히 개선할 뿐만 아니라 해양 인프라 개선과 관련된 후속 이니셔티브에 정보를 제공한다.

선박 안전 강화

하위 구성요소 2.1은 수많은 전략을 통해 선박 항해 안전을 개선하는 것을 목표로 한다. 이러한 전략 중 하나는 새로운 항로표지의 교체와 설치이다. 이는 항해에 지장을 줄 수 있는 강풍, 폭우와 같은 기후 조건에 대한 복원력을 강화하는데 매우 중요하다. 이러한 시스템의 업그레이드는 수로 측량을 통해 이루어지며 이를 통해 최적화된 데이터 기반 의사결정을 내릴 수 있다.

해양 인프라 복구

하위 구성요소 2.2는 수로 조사 결과를 바탕으로 섬 접근 인프라를 복구하는 것을 목표로 한다. 엔지니어링 연구, 토목공사, 환경 및 사회적 보호 조치가 수행된다. 인프라 개선은 부두, 여객 터미널, 접안용 콘크리트 경사로 건설부터 소규모 준설 및 방파제 개선에 이르기까지 다양하다.

해양 혜택 및 경제 활성화

이 과제로 예상되는 해양 혜택은 광범위하다. 강화된 운송 인프라는 기본 생필품의 지속적인 배송을 촉진하고 시장 및 사회적 교류 및 관계 서비스에 대한 접근성을 높이며 운송 안정성을 개선한다. 또한, 보다 안전하고 효율적인 해상 항행은 키리바시 국민의 생계와 전반적인 삶의 질을 향상시킬 것이다.

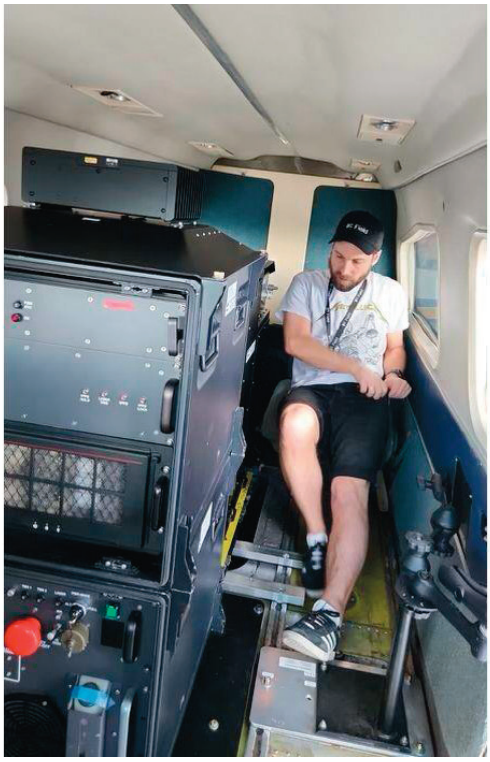
이러한 해양 환경 개선은 간접적으로 더 광범위한 국가 개발 목표에 기여한다. 무역의 증가는 더 많은 세수로 이어질 가능성이 높으며, 이는 도로, 의료, 교육과 관련된 프로젝트에 투자될 수 있다. 또한, 안정적인 해상 운송이 가능해짐에 따라 관광산업이 활성화되어 지역경제에 승수효과를 가져올 것으로 기대한다.

수로측량의 실시

이 지역의 인프라와 과거 데이터가 부족하기 때문에 측지측량 및 조석관측을 모두 구축하는 것은 이러한 작업에 있어 매우 중요하다. 또한, 정확도가 높은 조석 모델을 만들면 해수면 상승과 그 잠재적 영향을 모니터링하는데 도움이 된다. 이를 위해 IIC는 해안 기반 압력 검조의, GNSS 보트 및 해저장착 압력식 검조의, 연안 기반 검조의를 설치했다. 이는 조석 데이터를 실시간으로 모니터링할 수 있는 기본 단위로 사용되었다. GNSS 보트는 해저에 미치는 영향을 최소화하면서 사전에 설정된 위치에서 조석과 해류를 모니터링할 수 있도록 개발된 혁신적인 장치이다. 현지 보트에 초음파해류계(ADCP), GNSS 시스템, 위성 통신 시스템을 설치하고 보트의 안전을 감독하고 시스템 기능을 정기적으로 점검하기 위해 지역 마을에 비용을 지불하고 태양광 패널로 전력을 공급했다.

키리바시의 기후는 관광객과 방문객에게는 환상적이지만, 현장에서 장기간 근무하는 장비와 인력에게는 가혹할 수 있다. 규정된 사양을 준수했음에도 열과 습도, 섬 주민에 의한 우발적인 손상으로 인해 여러 해안 기반 검조의가 고장났다. 비슷한 방식으로 극심한 강우로 인해 여러 대의 GNSS 보트 설치에 실패했다. 이러한 환경적 문제를 극복하기 위해 장비에 추가적인 보호 장치를 추가하고 해저장착 압력식 검조의를 설치하여 신뢰할 수 있는 조석 데이터를 얻는 가장 안전하고 효율적인 방법을 찾았다.

이 지역은 거의 측량이 이루어지지 않은 지역이었기 때



이 조사에는 항공 이미지, 라이다, 항공레이저 수심측량(ALB), 멀티빔 음향측심기 데이터, 조석관측, 측지측량, 해양관측 및 기타 다양한 기술들이 사용되었다.

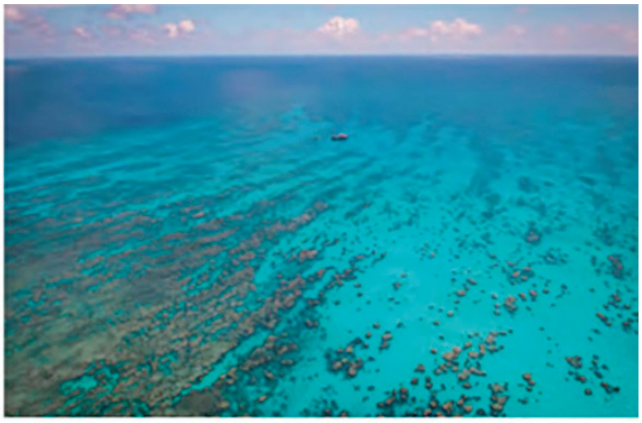
문에 라이다 팀이 처음으로 수심을 측정할 수 있다는 것은 신나는 일이었다. 이전에는 현지 다이버와 어부들에게만 알려졌던 대형 산호 노두가 이제 라이다와 멀티빔 음향측심기(MBES) 데이터의 형태로 전 세계에 공개될 것이다. 처음 몇 번의 비행에서 연구팀은 해저에서 20미터 이상 높이 솟은 완벽하게 형성된 산호 돔을 관찰했다. 결국, 수백 개의 산호 군락이 후속 비행을 통해 발견되었고, 바로 앞바다의 해저 지대와 다양한 종류의 산호 및 산호초 구조와 대조를 이루었다. 키리바시의 수심 측정은 세계 최고 수준이었다.

연구팀은 가는 곳마다 관심과 열의를 보이는 현지인들을 만날 수 있었다. 그들은 기꺼이 도와주었고 한때는, 활주로와 주변 지역이 산호로 이루어져 있어 이착륙 과정에서 항공기가 큰 산호에 의해 손상될 위험이 있었는데 지역 주민들과 논의한 끝에 산호에 의해 동체나, 프로펠러가 손상될 염려 없이 항공기가 착륙하고 엔진을 가동할 수 있는 맞춤형 패드를 제작했다.

멀티빔 음향측심기(MBES) 데이터 수집은 모선에서 수행되는 측량정(Survey launch)을 사용하여 수행되었다. 모선은 수행의 거점 역할을 하며 연구원의 존재가 지역 자원에 감당할 수 없는 부담을 주지 않도록 했다. 또한 현지 어부와 협력하고 위성 및 드론 이미지를 분석하여 경로를 탐색하고 위험 요소를 파악하며, 산호초를 통과할 수 있는 항해 통로를 파악하는데 유용했다.

이 프로젝트의 목표는 조사를 통해 지역 경제를 활성화하는 것이었다. 이를 위해 IIC는 가능한 한 현지 물류 및 상점을 이용하고 현지 커뮤니티에 머물면서 마을 거주민, 타수(舵手), 다이버를 고용하고 현지의 배와 차를 대여했다. 이러한 활동은 많은 외곽 섬 마을에 상당한 재정적 도움을 주었으며, IIC 직원들이 현지인들과 관계를 발전시키고 교류할 수 있는 기회를 제공했다.

이 프로젝트의 또 다른 흥미로운 측면은 외곽 섬 지역 사회의 참여가 필요하다는 점이다. 이 작업은 키리바시 외곽 섬 교통 인프라 투자 프로젝트(KOITIIP) 직원의 주도하에 진행되었으며, 처음에는 각 섬의 시장과 비서관을 만나고 전체 마을 협의회에서 브리핑을 하는 등 각 섬에서 회의가 이루어졌다. 이 협의회는 각 마을의 원로 또는 지도자들과 대형 전통 회의 오두막에서 미팅을 하는 것으로 구성되었다. 이 회의에서 IIC, 키리바시 정보통신부(MICT), KOITIIP 직원들은 활동과 섬과 주민들을 위한 결과를 설명하고 엑세스 권한, 장비 관리를 위한 현지 지원, 현지 물류 지원 그리고 선박을 요청했다. 지역주민들은 이러한 공식적인 행사에 참여하게 되어 영광이었다고 했으며, 지역 커뮤니티는 이러한 혜택을 높이 평가하고 지원을 제공했다. 이 기간 동안 연구팀은 현지 시설을 이용하고 현지인들과 함께 식사하고 생활했다. 이 외곽 섬의 주민들은 육지와 바다에서 식량을 채집하고 쌀과 같은 일부 수입 곡물을 보충하여 균형 잡힌 생계 생활을 영위했다. 이를 관찰하는 것은 육지와 바다의 지속가능한 관리, 계획 및 보존을 보장하고 미래 세대를 위한 삶의 방식을 보호하는 데에 도움이 될 것이므로 수행 중인 작업의 중요성을 팀에게 강조했다.



결론

이 글은 키리바시 국민을 위한 키리바시 외곽 섬 교통 인프라 투자 프로젝트(KOITIIP)의 성과, 환경의 아름다움, 도전, 혁신 그리고 이 프로젝트에 참여한 사람들을 설명하기에는 너무 짧다. 하지만 조사가 완료되면 키리바시 정부는 육지와 해저에 대한 세계 최고 수준의 완벽한 커버리지를 확보하게 되어 경제 성장을 계획하고 개발하며 안전을 개선하고 복원력을 높이는 데 사용할 수 있다.

이러한 수로측량은 단순한 기술 훈련이 아니라 키리바시의 안전과 경제적 안녕에 영향을 미치는 정보에 입각한 전략적 결정을 내릴 수 있는 중요한 도구이다. 키리바시는 이러한 해양 개선 작업을 세심하게 계획하고 실행함으로써 해양 자원의 힘을 국가 발전에 활용하는 방법에 대한 모범을 보이고 있다. 이는 모두에게 더 안전하고 번영된 미래를 약속하는 현재에 대한 투자이다. 키리바시는 지역 사회가 참여하는 총체적인 접근 방식을 취하고, 첨단기술을 사용하며, 장기적인 지속가능성에 초점을 맞춤으로써 단순히 바다를 항해하는 것이 아니라 더 밝은 미래를 향한 진로를 조종하고 있다.

자세한 내용은 키리바시의 수로 측량 및 해도 제작 국가 코디네이터인 티온 우리암(Tion Uriam)과의 Hydro international 인터뷰 기사로, 2023년 3월 14일자 “기후 변화를 헤쳐나가는 키리바시: 해수면 상승을 해결하기 위한 키리바시의 노력”에서 확인할 수 있다.

원문 출처: https://www.hydro-international.com/content/article/towards-a-positive-future-for-kiribati

누가 갈릴레오 위성의 고정밀 서비스 혜택을 받을까? – 2024년 본격 가동 예정인 새로운 신호에 대하여 –

Hydro International, 2023년 10월 17일

> 2023년 1월 24일, 유럽연합(EU)은 시범적으로 Galileo High Accuracy Service(HAS)를 운영한다고 발표하였으며, 2024년에 완전히 가동할 예정이라고 했다. 이 무료 신호를 지원하는 수신기에 정밀단독측위(PPP) 옵션을 추가한다. HAS는 현재 상용화된 신호들의 대안으로 제시되고 있는데, 이 새로운 신호에서 우리가 기대할 수 있는 것은 무엇일까?

EU는 HAS를 상용서비스 제공업체의 실시간 이동측위(RTK), 정밀단독측위(PPP)와 같은 현재의 GNSS 증강 서비스에 대한 대안으로 간주하고 있다. Galileo HAS는 자율주행 및 정밀 농업분야 뿐만 아니라 지리학, 항공·드론 및 해상 등 다양한 목표 시장 및 응용 분야를 지원할 수 있을 것으로 예상된다.

코드 위상과 반송파 위상 상대측위 GNSS

코드 위상 상대측위 GNSS 증강(Code phase differential GNSS augmentation)은 기지국에서 부호화된 레인징 신호에 대한 범위 보정을 계산하는 기술이다. 보정 대상은 기지국과 위성 사이의 이론적 범위와 기지국에서 측정한 범위 사이의 차이이다. 이러한 보정은 주로 지상파 라디오 기지국을 이용하여 전송되었으나, 현재는 위성기반보정시스템(SBAS: Satellite-based Augmentation Systems, 이하 SBAS)을 사용하여 사용자에게 전송된다, 이 시스템은 최대 수천 제곱 킬로미터의 서비스 면적에서 절대 위치를 제공한다. 정확도는 서비스에 따라 다르지만, 수평정확도는 몇 십 센티미터에서 몇 미터까지 다양하다. 수직 정확도는 일반적으로 미터 단위로 좋지 않다. 모든 최신 수신기에는 EGNOS 및 WAAS와 같은 시스템을 사용하는 무료 SBAS가 기본으로 제공된다.

반송파위상 DGNSS 증강 서비스(Carrier phase differential GNSS augmentation)는 RTK와 전형적인 정지 GNSS측량 방법을 모두 포함한다. 이 상황에서는 기지국(Base)과 이동국(Rover) 사이의 기선 거리의 차이가 계산된다. 최종 위치는 부호화된 범위 신호를 사용하는 것이 아니라 위성의 반송파 위상에 의존한다. 반송파 위상 시스템은 기준국과 이동국 수신기 사이의 위치 차이만 계산하기 때문에 상대적인 시스템이다. 최종 위치는 이 차이에 기준국 위치를 더하여 결정된다. 이 시스템은 대부분 실시간 적용할 때 약 15-25km 범위에서 수 센티미터의 수평 및 수직 정확도를 갖는다.

증강 기술으로서의 정밀단독측위(PPP: precise point positioning)

갈릴레오 초정밀서비스(Galileo High Accuracy Service)는 수십 년 전부터 사용되어 왔지만 지난 10여 년 동안 점점 더 중요한 기술이 된 정밀단독측위(PPP)라는 증강기술을 사용한다. 정밀단독측위 기술에서도 코드위상 DGNSS(code phase differential GNSS(예: SBAS)) 및 반송파위상 DGNSS(carrier phase differential GNSS(예: RTK))와 같이 기지국으로부터의 일련의 보정이 필요하다. 그러나 PPP는 범위에 대한 보정을 제공하거나 계산하는 대신 다른 접근 방식을 취한다.

PPP에서의 기지국은 실시간으로 매우 정확한 위성궤도력을 계산하는 모니터 스테이션의 역할을 수행한다. 위성으로부터 수신한 예측된 위성궤도력이 아니라, 정밀력이 사용자의 수신기에 전송되어 적용된다.

정확환 궤도 및 시간 정보 외에도, 이 기법은 대류권 변동을 결정하기 위해 정확한 오차 모델을 사용한다. 마지막으로 알고리즘은 위치 결정의 정확도를 위해 레인징 신호와 반송파 위상 관측(carrier phase observations)을 모두 사용한다. 이 정보를 통해, 수신기는 수신기 좌표뿐만 아니라 실시간 이동측위(RTK)와 유사하게 대류권에서의 지연 및 위상 모호성도 계산한다. 그 결과 전체적인 수평 및 수직 위치는 대략 10cm 이내로 정확하다. 정밀단독측위(PPP)에 대한 저자 자신의 최근 평가에 따르면, 이 기법은 유사한 조건에서 RTK 방식에 비해 약 2~3배 정도 정확도가 떨어진다. PPP의 가장 큰 단점은 의도한 정확도를 달성하기 위해 필요한 긴 계산 시간이며, 상황에 따라 수렴시간이 최대 30분까지 소요된다.

상용 정밀단독측위(PPP)의 단점

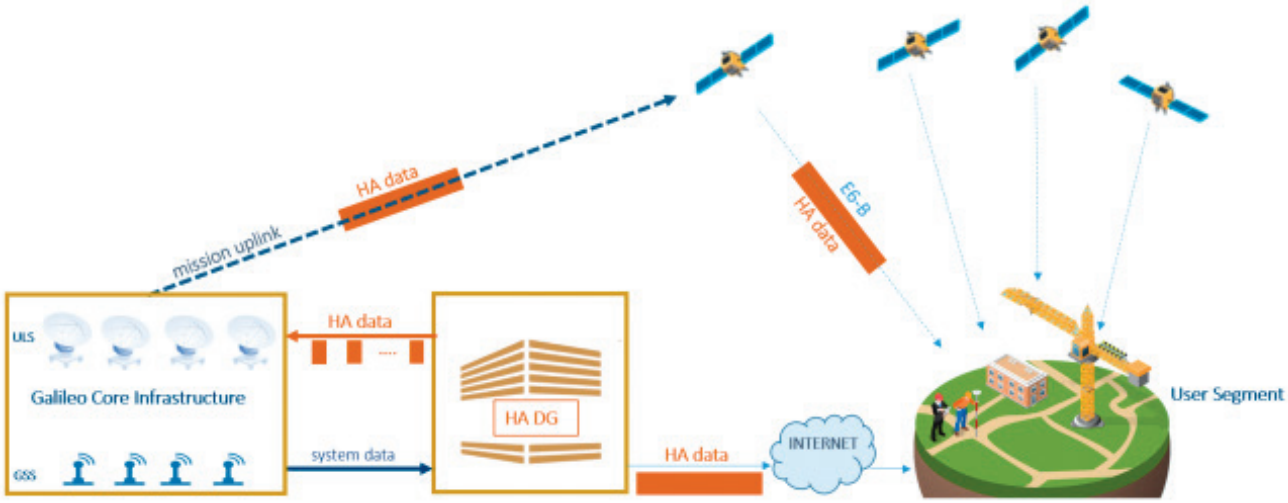
정밀단독측위(PPP)에 필요한 위성궤도력은 글로벌 네트워크에서(일반적으로 후처리가 된) 다운로드 되거나 통신 위성을 통해 방송된다. 글로벌 실시간 응용 분야에 있어서는, 지금까지 상용 신호(아시아 지역의 QZSS CLAS 신호 제외)만 사용할 수 있었다. 일부 서버에서 무료 데이터를 제공하지만, 이는 사후 처리 또는 실시간에 가까운 응용 프로그램에 사용된다. 지금까지 상용 정밀단독측위의 가장 큰 단점은 각 신호 증강 공급업체가 자체 보정 포맷을 사용하고, 수신기 제조업체는 일반적으로 한 가지 또는 두 가지 포맷만 효과적으로 지원하기 때문에 공급업체에 종속된다는 점이다.

Galileo High Accuracy Service(HAS)는 다른 정밀단독측위(PPP) 서비스와 어떻게 다른가?

Galileo HAS는 대부분 상업용 정밀단독측위(PPP) 서비스처럼 작동하지만 몇 가지 주요한 차이점이 있다. 첫째로, 인터넷을 통해 자유롭게 혹은 Galileo E6-B 신호를 통해 직접 신호를 이용할 수 있다는 것이다. 이는 하나 이상의 Galileo 위성이 시야에 있고, 사용자가 적합한 수신기를 가지고 있다면 추가적인 (유료)라이선스나 특별한 신호 수신기를 필요로 하지 않고도 신호를 얻을 수 있다는 것을 의미한다. 정지궤도 통신위성이 아닌 Galileo 위성에서 보정정보를 전송하기 때문에, 도시 협곡과 같은 지역에서는 보정 정보를 훨씬 쉽게 수신할 수 있다. 안타깝게도 지금까지 Galileo HAS를 구현한 수신기는 제한적인 수에 불과한 것으로 보인다. Galileo HAS가 가까운 미래에 완전한 운영 능력에 대한 현실적인 관점으로 테스트 준비를 마쳤다고 발표하였기 때문에, 이 부분은 개선되기를 희망한다.

Galileo HAS는 Galileo 정보 외에 GPS 정보도 전송한다. 놀랄 일은 아니지만 불행하게도, 글로나스(Glonass)와 바이두(Beidou)를 사용할 수 없으므로, 다중 위성 수신기는 두가지 위성 수신기로 줄어든다. 사용자 입장에서는 특히 바이두 위성이 아시아 권역에서 강력한 존재감을 가지고 있기 때문에 단점으로 받아들여질 수 있다. 이 서비스는 또한 공식적으로 아시아와 태평양의 대부분 지역(60°S-60°N에서 90°E-125°W)에서 이용할 수 없다. EU에서 명시적으로 언급하지는 않았지만, 공식 서비스가 제공되지 않는 지역은 (여전히 보정 서비스를 받을 수 있지만) 센티미터 수준 정확도 서비스(CLAS)라는 훨씬 더 정확한 자체 RTK/PPP 서비스를 운영하는 일본지역위성항법시스템(QZSS)의 서비스 지역과 일치한다.

많은 정밀단독측위(PPP) 솔루션이 수렴을 위해 최소한 15분이 필요한 반면, Galileo HAS는 서비스 레벨 1에 대해 300초 미만의 일반적인 수렴 시간을 명시한다. 서비스 수준 2에서 이것은 100초로 감소한다. 초기 결과에 따르면 현재 '서비스 수준' 정확도까지 수렴하는 데 걸리는 시간은 갈릴레오 전용 및 갈릴레오/GPS 결합 솔루션의 경우 실제로 약 300초이다. GPS 전용 솔루션에 대한

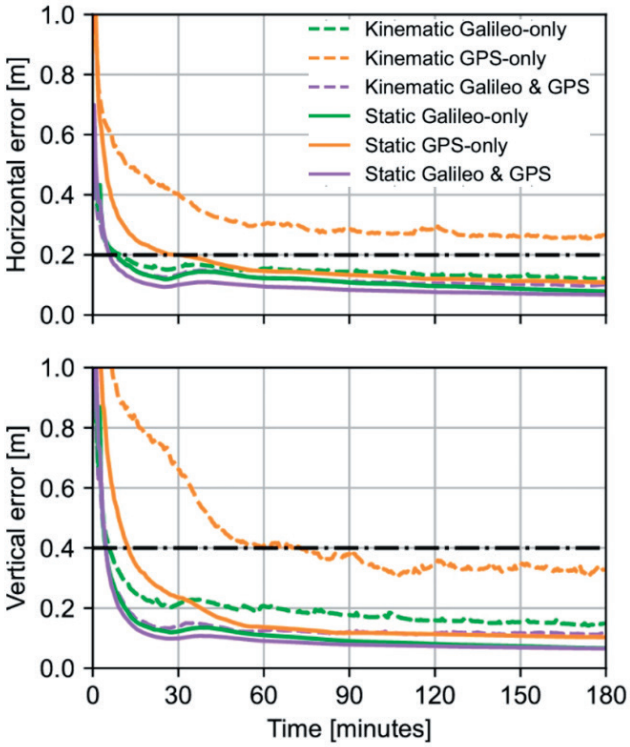


Galileo HAS 시스템의 구조. (이미지 제공: EUSPA)

초기 테스트에서 초기화 시간이 30분 내외로 증가하여 GNSS 수신기를 이동하는 경우 결과가 나빠졌다.

정확성에 대하여

두 서비스 수준 모두에 대한 정확도는 수평 20cm 미만, 수직 40cm 미만(95% 신뢰 수준)으로 명시되어 있다. 그러나 언급하기 꺼려지는 갈릴레오 HAS의 문제에 대해 짚어보면 다음과 같다. 명시된 정확도는 수평 정확도에는 합리적이지만, 지리 공간 시장의 대부분의 명시된 애플리케이션에 대해 수직 정확도는 충분하지 않다. 게다가 이러한 정확도는 아직 완전히 달성되지 않았다. GPS와 갈릴레오 별자리를 모두 사용한 초기 결과는 수평 30cm 미만, 수직 40cm 미만의 정확도(95% 신뢰 수준)를 보여주며, 현재 가용성은 90% 이상(완전 작동 시 99%까지 증가 예정)이다.



Galileo HAS 성능 (출처: Naciri, N., Yi, D., Bisnath, S. et al. (2023))

초기 테스트 결과, 30분 정도의 수렴 시간을 고려하고 GPS와 Galileo 보정을 모두 사용할 경우 Galileo HAS가 훨씬 더 나은 정확도를 얻을 수 있음을 보여준다. 실제로 이는 10~20cm 사이의 수직 정확도(95% 신뢰도)를 달성했다. 이에 비해 GPS와 Glonass 보정을 활용한 상용 정밀단독측위(PPP) 솔루션인 Fugro Marinestar G2+는 3~10cm(95% 신뢰도)의 수직 정확도를 달성했으며, 연평균 전세계 평균은 6cm 내외였다.

상업적-정치적 관점에서 EU가 달성 가능한 정확도보다는 명시된 정확도에 상대적으로 가깝게 유지하고자 한다고 가정할 때, 갈릴레오 HAS는 해안 및 내륙 수로 측량과 (수직) 드론 위치 측정이라는 원래 의도된 용도로는 많이 사용되지 않을 것으로 보인다. 수로 측량 및

Marinestar 글로벌 위성 포지셔닝

드론 측량의 경우, 제안된 서비스 수준이 충분하지 않아 RTK 또는 상업용 PPP 솔루션이 계속 사용될 것이다. 건설 및 정밀 농업에서는 정확도가 특정 용도에서만 만족시키기 때문에 기계 제어에는 RTK가 한동안 계속 사용될 것이다.

정밀단독측위(PPP)에 의해 달성되는 정확도 보다 더 높은 수평 정확도를 가진 Galileo HAS는 SBAS를 대체하는 일부 GIS/지도 제작 응용 분야에서 사용될 것이며, 더 높은 정확도와 도시 협곡과 같은 "측정이 어려운" 영역에서도 양호하게 수신할 수 있는 신호를 제공하려는 계획을 가지고 있다. 또한, 이 시스템은 개발도상국의 지적측량 및 드론의 수평 항법 개선에 유용할 수 있다.

또한, 운영자가 추가적인 확신 없이 무료 신호의 위험을 기꺼이 감수한다면, 해상 건설 및 동적 위치 측량 등의 응용 분야에서 유용할 수 있다. 그러나 Galileo HAS의 주요 응용 분야는 아마도 훨씬 더 정확한 위치를 제공하고, 더 중요한 것은 더 안정적인 보정 신호를 제공하는 자율주행 분야일 것이다. 이는 전 세계적으로 자율주행 차량의 보다 정확한 내비게이션에 도움이 될 것이다.

Naciri, N., Yi, D., Bisnath, S. et al.,(2023) "Assessment of Galileo High Accuracy Service (HAS) test signals and preliminary positioning performance". GPS Solut. 27, 73 https://doi.org/10.1007/s10291-023-01410-y

원문 출처: https://www.hydro-international.com/content/news/revolutionizing-ocean-exploration-squads-of-adaptive-robots-soar

그린란드 북부 해역 매핑 빙하지역의 해도 공백

Hydro International, 2023년 11월 3일

해수면 상승 예측을 정확히 하기 위해서는 빙하와 해양의 상호작용에 대한 이해가 필요하다. 이러한 연구에서 특히 그린란드와 남극 대륙과 같이의 빙상(ice sheets)이 해양과 만나는 곳에서의 해저 매핑은 매우 중요하다. 그린란드 북부의 해양 영역은 미지의 피오르드(fjord)와 함께 지구상에서 가장 탐사가 덜 된 지역 중 하나다. 2019년에는 스웨덴의 쇄빙선 오덴(Oden)이 이 피오르드 중 하나를 매핑했으며, 2024년까지 동쪽의 피오르드를 매핑하는 것이 목표이다.

해양에서 녹아내리는 빙하가 전 세계 해수면 상승에 미치는 영향

그린란드와 남극 대륙의 거대한 빙상은 육지의 강이 제한된 지역안에서 배수하는 방식과 비슷하게 빙상의 일부를 빙하류를 통해 바다로 배출하는 병합된 빙하로 구성되어 있다(그림 1). 이 빙하들은 시간이 지남에 따라 빙상의 크기 균형을 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 연간 얼음의 축적은 주로 빙상 위로 내리는 강설을 통해 이루어지며, 크기 손실은 융해와 빙하분리(calving)로 발생한다. 빙하분리는 얼음 덩어리가 빙하 전면에서 떨어져 나와 빙산을 형성하고, 이 빙산이 결국 녹아 바다와 섞여 해수면 상승을 유발한다. 최근 수십 년 동안, '해양배출빙하(marine outlet glaciers)'로 알려진 바다로 흘러가는 빙하의 크기 손실이 가속화되면서 안정성이 우려되고 있다. 이러한 해양배출빙하는 매우 동적이며 해저 해빙의 원인일 수 있는 해양 온난화와 같은 환경 변화를 빠르게 가져올 수 있다. 또한 이들 역학관계는 빙하가 놓여 있는 지반의 특성과 빙하 해저면의 가장자리 또는 인근의 해저의 모양과 수심에 따라 크게 영향을 받는다.

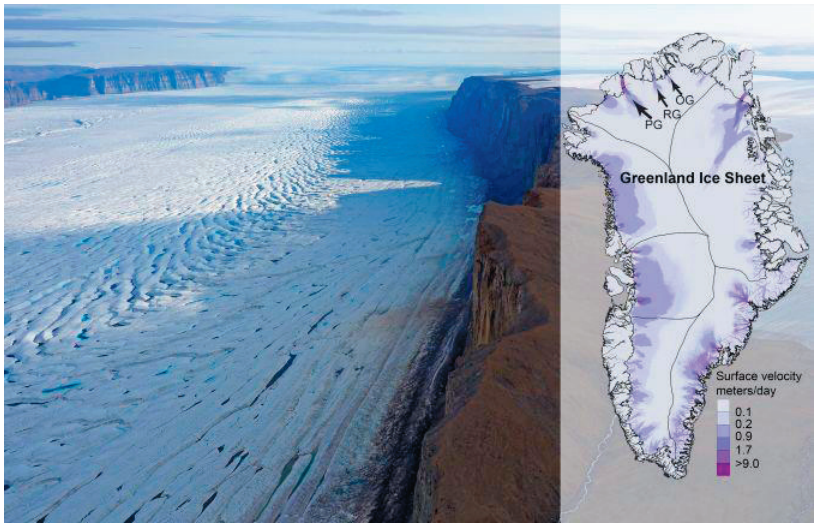


그림 1. (좌) 그린란드 북부 라이더빙하의 빙설, (우) 그린란드 빙상 내 주요 배출구역 지도

* 좌측 사진의 빙설(ice tongue)은 그린란드 빙상을 바다로 배출하는 해양배출빙하중 하나인 라이더(Ryder) 빙하의 플로팅 익스텐션(floating extension)을 나타낸다. 우측 첨부된 지도는 그린란드 빙상 내의 주요 배출 구역을 보여주며, 빙류(ice-flow)의 표면 이동속도를 일당 미터로 나타내었다.
* 이 글에서 설명하는 빙하의 위치는 이동경로에 맞춰 화살표로 지도에 표시되어 있다. OG는 칼 한슨 오스텐펠트(C.H. Ostenfeld) 빙하, PG는 페터만(Petermann) 빙하, RG는 라이더(Ryder) 빙하를 의미한다.

1900년부터 2018년까지 관측된 전 세계 평균 해수면 상승률은 연평균 약 1.6mm였으나, 1990년대부터 가속화되어 1993년부터 2018년까지 연평균 약 3.4mm 상승했다.[1] 최근 수십 년 동안 해수면 상승의 가장 큰 원인은 그린란드 빙상이 녹으면서 연간 약 0.5mm의 해수면이 상승한 것이다.[2] 그린란드 빙상의 총 부피는 지구 평균 해수면의 약 7.4m에 해당하지만, 이 거대한 얼음덩어리가 최악의 지구 온난화 시나리오에서도 수백 년에 걸쳐 완전히 사라질 것이라고 믿는 과학자는 거의 없다. 그러나 향후 1,000년 이내에 이런 일이 발생할 수 있다는 우려가 있다.[3] 또한 금세기 말까지 해수면이 1m만 상승해도 전 세계적으로 수백만 명의 사람들에게 영향을 미칠 수 있다는 전망도 있다.[4] 그러므로 그린란드와 남극 대륙의 빙상이 크기가 줄어 전 세계 해수면 상승에 기여하는 속도를 아는 것은 중요하다. 이 도전적인 과제는 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)의 해양, 빙권 및 해수면 변화에 관한 특별 보고서에서 강조되었으며, 이 보고서는 과정을 이해하고 실행 가능한 해결책을 찾는 것이 시급하다고 강조했다.

해저 매핑의 중요성

미래의 지구 평균 해수면 상승의 정확한 예측을 위해서는, 빙하와 해양의 복잡한 상호작용을 이해하고 그 지리적 위치를 파악해야 한다. 이를 위해서는 세계에서 가장 외딴 지역인 극지방에서의 해저 매핑과 해양학적 측정이 모두 필요하다. 해저 매핑은 수심측량의 도움이 필수적이다. 수심측량은 어디서 보다 따뜻한 바닷물이 해양배출빙하에 도달하는지 혹은 피오르드내에 갇혀서 빙붕(ice shelf)이나 빙설(ice tongue)로 알려진 빙하의 플로팅 익스텐션 아래로 흐르며 빙하를 녹이는 곳이 어딘지 이러한 지역을 확인하는데 중요한 역할을 한다.

피오르드는 여러 차례 빙하기 동안 빙하가 빠져나가는 통로 역할을 한 후 과도하게 깊어졌다. 이 피오르드의 해저는 해저 빙하 지형의 형태로 과거 빙하의 흔적으로 가득 차 있다. 일부 피오르드는 입구에 문지방 역할을 할 수 있는 얕은 턱이 있다. 이 지형은 종종 저항력이 있는 암석 형태로 빙하에 의해 침식된 물질로 이루어져 있다. 이 지형은 녹는 것을 촉진할 수 있는 따뜻한 해수가 배출 빙하(outlet glaciers)의 가장자리에 도달하는 것을 막기에 충분할 수도 있으나, 따뜻한 해수가 통과할 수 있는 깊은 수로를 포함하고 있을 수도 있다(그림 2). 그린란드 북부의 여러 피오르드에서는 대서양에서 유래한 따뜻한 해수가 관찰되었다. 이 해수는 스발바르(Svalbard)와 그린란드 사이의 프람 해협(Fram Strait)

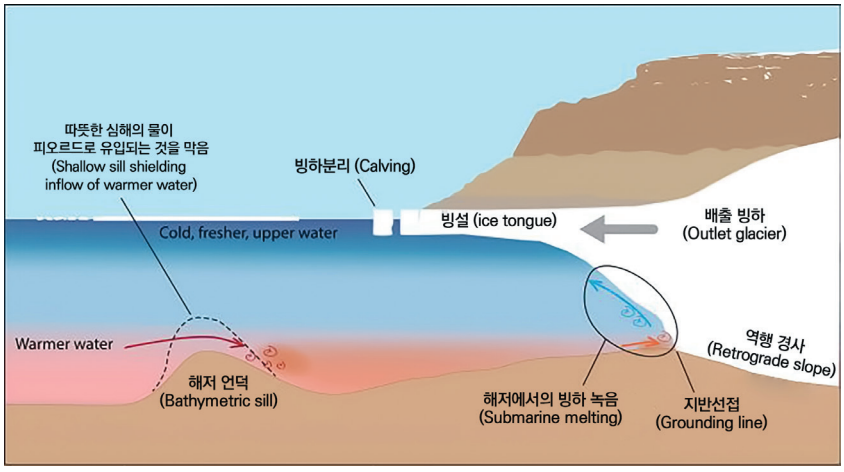


그림 2. 해저에 따뜻한 해수가 유입되어 해저에서 녹아 빙설이 떠 있는 해양배출빙하의 모식도.

* 일부 피오르드에는 그림에서 점선으로 표시된 것처럼 따뜻한 심해의 물이 피오르드로 유입되는 것을 막을 수 있을 만큼의 해저 언덕(Bathymetric sill)이 있다. 파란색 화살표는 빙하 밑바닥을 따라 녹은 물이 어떻게 상승하여 바닷물과 상호작용하는지를 보여준다. 그림과 같이 빙하 아래의 바닥이 육지 쪽으로 경사져 있으면(역행 경사), 따뜻한 물은 빙하가 후퇴할 때 빙하를 따라가 계속 녹이게 된다. 이는 빙하가 지반선접(Grounding line)에서 더 깊은 물로 후퇴하면서 빙하가 점점 더 두꺼워지는 '해양 빙상 불안정성(marine ice-sheet instability)'으로 이어질 수 있는데, 이는 부유, 불안정성, 빙하분리 증가를 야기한다. 이러한 순환 구조가 시작되고 떠다니는 빙설을 지지하는 힘이 사라지면 이에 따라 빙하 흐름은 가속화 된다.

또는 바렌츠해(Barents Sea)를 건너 북극해로 유입된 후 북쪽 그린란드 빙하에 도달하기 전까지 북극해 주변을 순환한다. 빙하에 도달한 물의 온도는 0도보다 약간 높을 뿐이지만, 빙하가 녹기에는 충분하다. 이 물은 더 신선하고 매우 차가운 물(영하 1도 미만) 아래로 흐르며, 일반적으로 융해수를 나타낸다. 따뜻하고 염분이 많은 물은 더 무겁기 때문에 해저 지형이 이동 경로에 큰 영향을 미치는 깊이에서 흐른다.

그린란드 북부의 피터만(Petermann) 피오르드 매핑

스웨덴 쇄빙선 오덴을 이용한 2015년의 피터만 탐사를 통해 피터만 빙하가 흘러드는 피터만 피오르드 전체와 그린란드 북부의 나레스 해협 인근 구간을 매핑했다. 이 빙하는 2010년과 2012년 두 차례에 걸친 대규모 빙하 분리로 부유 빙설의 약 40%가 사라지면서 국제적으로 많은 주목을 받았다. 가장 큰 사건은 2010년에 빙하가 분리된 것이었는데, 이 빙하의 면적은 네덜란드 암스테르담의 면적보다 약간 더 큰 약 251km^{2}이다. 이후 해양학자들은 대서양에서 기원한 따뜻한 해수가 피오르드로 유입된다는 사실을 발견했다.[5]

2015년에 멀티빔 매핑을 통해 피오르드 입구에 잘 발달된 문턱이 존재한다는 사실이 밝혀졌지만, 따뜻한 해수가 빙하에 도달하는 것을 막기에는 크기가 충분하지 않았다(그림 3).[6] 피터만 빙하와는 대조적으로 더 북동쪽의 셰라드 오스본 피오르드로 흘러드는 라이더 빙하는 수십 년 동안 안정된 상태였다. 셰러드 오스본 피오르드는 육상 선박으로 탐사한 적이 없었고 해저의 모습을 짐작할 수 있는 음향 자료도 없었다. 그 이유는 링컨해의 해빙 조건이 북극해에서 가장 혹독하기 때문이다. 링컨해 남부의 수심 측량은 캐나다 수로국에서 수집한 매우 뜨문뜨문한 현장 측심 그리드를 기반으로 한다. 따라서 쇄빙선 오덴을 이용한 다음 탐사인 라이더 2019 탐사에 셰러드 오스본 피오르드의 매핑 및 조사를 우선적으로 수행하기로 결정하였다.

미지의 셰러드 오스본 피오르드

2019년에는 강력한 쇄빙선 오덴과 비교적 가벼운 해빙 덕분에 큰 어려움 없이 나레스 해협 북단에 도달할 수 있었다. 하지만 오덴은 링컨해에 진입하면서 4m가 넘는 단단한 해빙의 벽에 부딪혔다. 링컨해 남부를 대각선으로 약 46해리를 가로질러 셰러드 오스본 피오르드까지 이동하기 위해서는 수많은 정찰 비행을 계획해야 했다. 헬리콥터를 사용한 이 계획의 목적은 쇄빙을 용이하게 하는 해빙의 균열 시스템을 찾는 것이었다.

약 1.5일 만에 이 횡단을 완료한 후 다음 도전은 셰라드 오스본 피오르드의 거대한 빙산이었다(그림 4). 이 빙산은 링컨해의 해빙이 빠져나가지 못하도록 막고 있었기 때문에 이전 빙하 분리 사건 이후 피오르드에 갇혀 있었는데, 이는 피터만 피오르드에서 나레스 해협으로 빙산

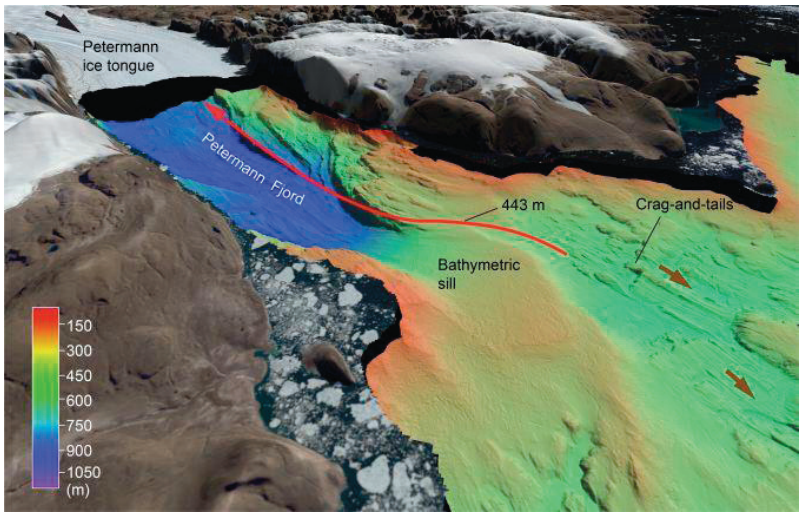


그림 3. 스웨덴 쇄빙선 오덴(멀티빔: 콩스버그 EM 122, 1°x1°, 12kHz)을 이용한 피터만 2015 탐사 중 취득한 피터만 피오르드 및 나레스 해협 인접 해역의 멀티빔 수심측량. 피오르드 입구에는 잘 형성된 문턱이 있지만, 대서양의 따뜻한 해수가 이 문턱을 지나 피터만 빙하의 떠있는 빙설 아래를 흘러 융해를 촉진한다. 해저 수심은 과거 빙하 활동으로 만들어진 빙하 지형에 종속된다. 크래그(Crag)와 테일(tail)은 전형적인 빙하 지형으로, 빙하가 해저의 저항력이 있는 기암반 언덕 위를 지나가면서 저항하는 크래그를 따라서 침식된 물질이 '번져 나올' 때 형성된다. 이는 과거의 빙하 흐름 방향을 나타내는 좋은 지표로, 여기서는 갈색 화살표로 표시하였다.

이 분리되어 남쪽으로 이동하다가 결국 분해되어 녹은 것과는 대조적이었다. 셰라드 오스본 피오르드를 처음 헬리콥터로 정찰했을 때, 캐슬 섬의 해안을 따라 난 좁은 통로를 제외하고는 입구 전체가 빙산으로 막혀 있었다(그림 4). 하지만 이 작은 통로를 통해 미지의 바다인 피오르드로 들어가는 것은 안전하지 않은 것으로 간주되었다. 피오르드 내 빙산의 움직임을 파악하는 것이 필수적이었다. 빙산에 갇힐 위험은 없을까? 빙산의 움직임을 파악하기 위해 위성 이미지 분석과 더불어 일부 빙산에 GPS 트랜스폰더를 설치하여 실시간으로 추적했다(그림 4).

빙산이 피오르드 내에서 시계 반대 방향으로 어느 정도 규칙적으로 순환하는 것을 발견했으며, 이는 주의 깊게 모니터링하면 빙산을 통과하여 피오르드를 빠져나갈 수 있는 경로가 항상 존재한다는 것을 의미한다. 또 다른 문제점은 피오르드가 해도가 없는 완전히 미지의 땅이라는 사실이었다. 작은 리프(Reef), 웨지(Wedge)라는 두 개의 작은 섬은 피오르드가 사방으로 모두 깊을 것으로 예상하고 증기선을 투입하는 것은 불가능하다는 것을 보여주었다. 그 대신에 장착된 콩스버그 EM 122(1° ×1°, 12kHz) 멀티빔을 최대한 활용해야 했다. 피오르드를 가로질러 앞뒤로 체계적으로 매핑하고 각 경로마다 빔을 해도가 없는 미지의 피오르드로 확장하여 안전한 항해가 가능했다. 이 작업은 시간이 많이 걸리긴 했지만, 고품질의 수심측량을 제공한다는 장점이 있었다. 매핑 작업은 밤에 수행했고 퇴적물 코어링과 기타 샘플링 작업은 낮에 진행했다. 셰라드 오스본 피오르드에서 매핑과 샘플링을 하는데 2주가 소요되었고 빙산이 항상 자리하고 있는 몇 개의 작은 구멍을 제외하고 피오르드 전체를 커버했다.

셰러드 오스본 피오르드의 수심측량은 두 개의 주요 문턱으로 인해 특히 복잡하다: 하나는 피오르드 입구에 있

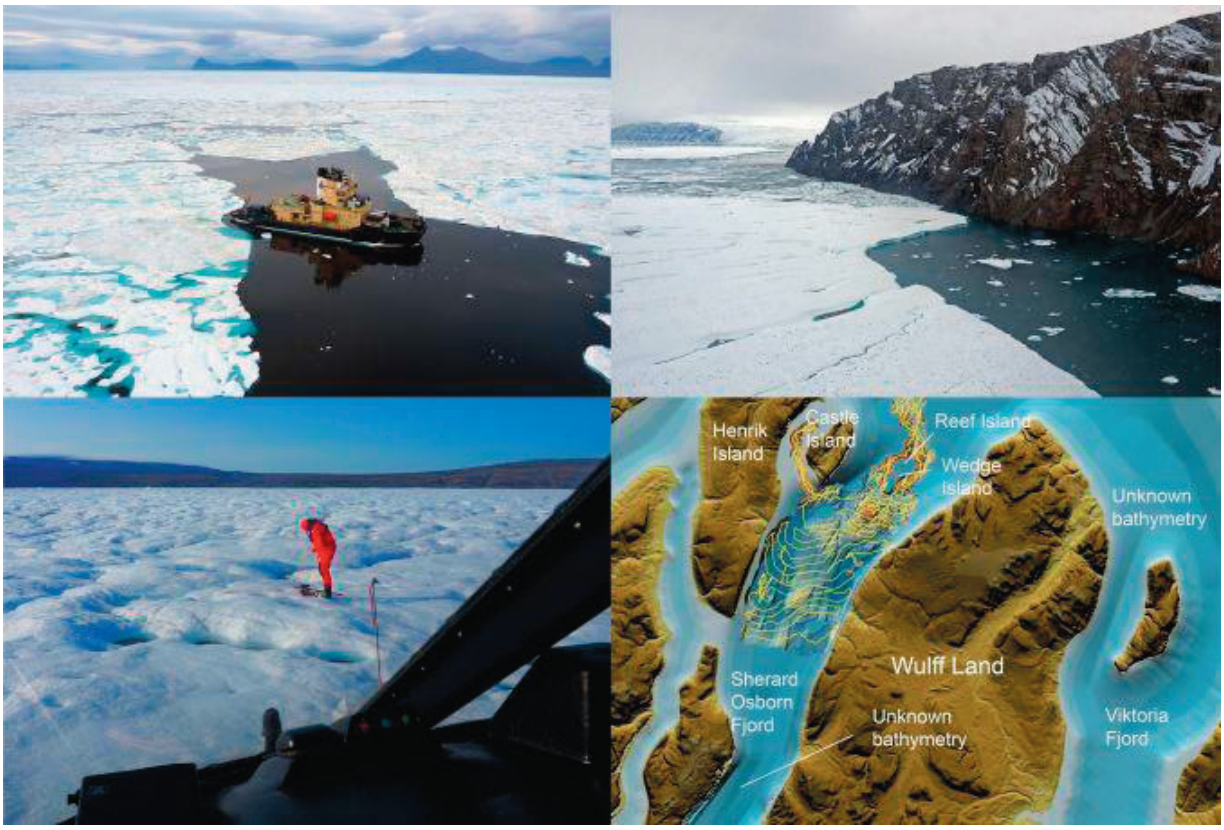


그림 4. (왼쪽 위) 셰러드 오스본 피오르드 외곽 지역의 쇄빙선 오덴. (오른쪽 위) 라이더 빙하에서 떨어져 나온 판상형 빙산이 캐슬 아일랜드 옆에 작은 통로만 남기고 셰러드 오스본 피오르드 입구를 막고 있는 모습. (왼쪽 아래) 대형 빙산 중 하나에 GPS 트랜스폰더가 설치되어 있는 모습. (오른쪽 아래) 셰러드 오스본 피오르드로 향하는 오덴의 경로를 보여주는 지도.

고, 다른 하나는 빙설 가장자리 바로 앞에 있다. 해양학적 측정 결과, 바깥쪽 문턱은 피오르드로 따뜻한 해수가 통과할 수 있는 반면, 안쪽 문턱은 유입되는 대부분의 따뜻한 해수로부터 라이더 빙하를 보호할 수 있을 만큼 얕다. 셰라드 오스본 피오르드의 안쪽 문턱은 지난 수십 년 동안 라이더 빙하와 피터만 빙하의 대조적인 움직임을 설명하는 데 중요한 요소로 여겨진다.[7] 이는 미래의 해수면 상승에 대한 빙하의 기여도를 정확하게 예측하는 데 사용되는 수치 모델에 해저 수심측량을 통합하는 것이 중요하다는 것을 강조한다.

2024년 그린란드 북부 탐사

빅토리아 피오르드로 흘러드는 C.H. 오스텐펠드 빙하는 라이더 빙하 동쪽에 있다. 현재 빅토리아 피오르드는 전혀 매핑되지 않은 상태로 남아 있으며, 어떤 선박도 들어가지 않았다. C.H. 오스텐펠트 빙하는 최근 떠있는 빙설을 거의 모두 잃었으며, 그린란드 북부의 지구-해양-생태계 관측소(GEOEO) 연구 테마의 일환인 2024 그린란드 북부 탐사의 주요 연구과제가 될 것이다. 스웨덴 극지 연구 사무국은 극지 연구 프로세스에 제출된 제안에 따라 이 주제를 채택했다. 이번 탐사는 2015년 페터만 탐사와 2019년 라이더 탐사의 성과를 기반으로 하며 스웨덴 쇄빙선 오덴을 다시 한번 활용할 것이다.

GEOEO의 가장 중요한 목표는 그린란드 북부의 해양 빙권의 역동적인 역사와 기후 변화 대응에 대한 이해를 높이는 것이다. 여기에는 그린란드 북부와 인접한 북극해의 해양 및 육상 생태계에 미치는 영향과 그린란드 북부 빙상이 향후 해수면 상승에 미치는 영향을 조사하는 것이 포함된다. 탐사대가 빅토리아 피오르드를 성공적으로 매핑하면 북위 80도의 그린란드 빙상의 북쪽 구역에 위치한 세 개의 주요 배출 빙하를 모두 매핑하는 작업이 완료될 것이다.

수집된 수심측량 데이터는 일본 재단-GEBCO Seabed 2030 프로젝트를 통해 IBCAO와 BedMachine에 제공될 것이다. 2017년에 시작된 이 글로벌 이니셔티브는 2030년까지 전 세계 해저를 포괄적으로 매핑하는 것을 목표로 한다. 남부 프람(Fram) 해협은 전 세계 해양에서 지도가 가장 잘 작성된 지역 중 하나이지만, 링컨해와 북극해 중앙, 그린란드 북부, 캐나다 북극 군도 북동쪽은 지도가 가장 적게 작성된 지역으로 남아있다. 2023년 봄에 발표된 최신 GEBCO 그리드에 따르면 일본재단 GEBCO Seabed 2030 프로젝트의 매핑 범위는 전 세계 해양의 24.9%라고 보고되었다(https://seabed2030.org/; https://www.gebco.net/).

[1] Frederikse, T. et al. The causes of sea-level rise since 1900. Nature 584, 393-397, doi:10.1038/s41586-020-2591-3 (2020).

[2] Mottram, R. et al. An Integrated View of Greenland Ice Sheet Mass Changes Based on Models and Satellite Observations. Remote Sensing 11, 1407, doi:10.3390/rs11121407 (2019).

[3] Aschwanden, A. et al. Contribution of the Greenland Ice Sheet to sea level over the next millennium. Science Advances 5, eaav9396, doi:doi:10.1126/sciadv.aav9396 (2019).

[4] Van de Wal, R. S. W. et al. A High-End Estimate of Sea Level Rise for Practitioners. Earth's Future 10, e2022EF002751, doi:https://doi.org/10.1029/2022EF002751 (2022).

[5] Münchow, A., Padman, L., Washam, P. & Nicholls, K. W. The ice shelf of Petermann Gletscher, North Greenland, and its connection to the Arctic and Atlantic Oceans. Oceanography 29, 84-95, doi:10.5670/oceanog.2016.101 (2016).

[6] Jakobsson, M. et al. The Holocene retreat dynamics and stability of Petermann Glacier in northwest Greenland. Nature Communications 9, 2104, doi:10.1038/s41467-018-04573-2 (2018).

[7] Jakobsson, M. et al. Ryder Glacier in northwest Greenland is shielded from warm Atlantic water by a bathymetric sill. Communications Earth & Environment 1, 45, doi:10.1038/s43247-020-00043-0 (2020).

원문 출처: https://www.hydro-international.com/content/article/mapping-northern-greenland-waters

혁신적인 해양 탐사: 적응형 로봇 함대(SoAR)

Hydro International, 2023년 10월 30일

> Innovate UK(영국의 기술전략위원회)가 자금을 지원하는 선구적인 프로젝트에서 SoAR (Squads of Adaptive Robots, 적응형 로봇 함대)로 알려진 해양 로봇 함대의 개발은 해양 탐사의 지형을 바꿀 것으로 기대된다. 혁신적인 SoAR 계획은 이미 수중 임무와 협업 기술을 향상시키는 데 있어 유망한 성과와 해양 산업을 혁신할 수 있는 잠재력을 입증했다.

해양 로봇공학은 자율 시스템의 수가 증가하면서 빠르게 발전하고 있다. 해상 작업이 점점 더 복잡해지고 비용이 많이 들며 해양 에너지 인프라가 해안에서 더 멀리 확장됨에 따라 정교한 멀티 플랫폼 기능에 대한 수요가 증가하고 있다. ecoSUB 자율 무인 잠수정의 개발사인 Planet Ocean이 주도한 2년간의 연구/개발 계획인 SoAR 프로젝트는 2021년 9월에 시작되어 올여름 영국 남부 해안의 플리머스(Plymouth)에서 종합적인 검증을 끝으로 마무리되었다.

배치된 SoAR은 4G/LTE 및 이리듐 통신을 사용하여 엑서터(Exeter, 英)에 있는 HydroSurv의 해안 원격운영센터에서 관리 및 제어되었다.

개별 자율 무인 잠수정(AUV)의 한계 극복

SoAR은 대규모 조사 및 탐사 임무에서 개별 자율 무인 잠수정(Autonomous Underwater Vehicle)의 한계를 뛰어넘는 것을 목표로 했다. 업계 파트너인 Planet Ocean, Sonardyne International, HydroSurv는 영국 국립 해양학 센터(NOC), 로열 할러웨이(Royal Holloway) 대학교, ORE Catapult(영국의 해양 재생 에너지 혁신 센터)와 협력했다. 이들은 함께 첨단 AI 기반 임무 계획, 이기종으로 이뤄진 함대의 조정을 위한 오픈 소스 통신 프로토콜, 수중 내비게이션 및 통신 기술의 실질적인 개선 등 여러 가지 기술 혁신을 개발했다. 이 프로젝트에 사용된 다양한 소형 인자 로봇 플랫폼은 지금까지 영국의 해양 로봇공학 분야에서 가장 혁신적인 제품들이다.

개방 해역 시험에서는 지능형 '자율 주행 엔진'이 실시간으로 관리하는 설정된 임무를 성공적으로 시연했다. 여러 대의 수상 및 수중 자율 시스템이 참여했으며, 해안 기지에서 원격으로 임무를 제어했다. 이 시험은 ORE Catapult의 종합적인 비즈니스 사례 분석에 따라 해상 풍력 단지 조사 임무를 모의했다.

다양한 응용분야에 적용할 수 있는 SoAR 개념은 주로 해상 풍력 부문의 특정 요구 사항을 해결한다. 이 개념은 기존의 해양 자산 건설 및 유지보수 방식에 비해 새로운 운영 패러다임과 장기적으로 상당한 비용 절감 효과를 제공한다.

SoAR 개념의 기술 특징

1. 함대 수준의 자율 주행 엔진: 런던대학교 로열 할러웨이(Royal Holloway)에서 개발한 이 엔진은 임무의 중추 신경계 역할을 하며 실시간으로 의사 결정을 내리고 필요에 따라 계획을 수정한다. 이 접근 방식을 통해 가능해진 분업은 로봇공학과 인공지능(AI)을 통해 상당한 생산성 향상을 제공한다.

2. SoAR 통신 백본: 영국 국립 해양학 센터(NOC)에서 개발한 이 통신 백본은 자율 주행 엔진, 선박(AUV)별 명령 및 제어 시스템, 기타 하위 시스템 간의 상호 운용성을 보장하는 중앙 메시징 시스템 역할을 하며 다양한 플랫폼 조합을 가능하게 한다.

3. Sonardyne의 AvTrak 6 Nano 트랜시버는 시험 기간 동안 자율 무인 잠수정(AUV)을 위한 매체 간 통신을 제공하여 AUV-선박 및 AUV-AUV 통신을 위한 동시 초단기선 초음파 위치추적시스템(USBL, Ultra Short Baseline)과 강력한 원격 측정을 가능하게 했다.

4. ecoSUB AUVs: 이 저렴한 AUV에는 고품질의 사이드스캔 소나 시스템, 도플러 속도계(DVL), 음향 통신 및 다양한 과학 페이로드를 포함한 고급 센서가 장착되어 있다. 수중 환경을 평가하고 관심 대상을 식별하는 데 중요한 역할을 한다.

5. Auto-Hover 1(AH1): NOC가 운용하는 AH1은 위치 유지 및 수직 이동에 탁월한 정밀성을 갖춘 호버링이 가능한 AUV이다. 식별된 목표물을 정밀조사하는데 사용되었다.

SoAR의 개방 해역 시험은 실시간으로 관리되는 설정된 임무를 성공적으로 시연했다.

6. HydroSurv의 REAV-60 USV: 가시선을 넘어서는 비시계(BVLoS) 작업용으로 설계된 이 다목적 무인선(Uncrewed Surface Vessel)은 규제 요건에 맞춰 다양한 해양 측량 및 조사의 요구 사항을 충족한다.

7. Sonardyne의 REAV-60 USV Decibel은 HPT 3000 트랜시버를 장착하고 Ranger-2 소프트웨어(USBL기반 위치 확인 시스템)를 실행하는 AUV 함대의 중요한 통신 게이트웨이 역할을 했다. 또한 4G/LTE 및 이리듐 위성을 포함한 다양한 통신 시스템을 활용하여 해저, 수면 그리고 자율 주행 엔진 간의 통신을 원활하게 했다.

8. SoAR은 Innovate UK, Net Zero Technology Centre(영국과 스코틀랜드 정부지원을 받아 설립된 비영리조직), 영국 해군이 지원하는 공동 계획인 차세대 해저 기술 경진대회에서 자금을 지원받았다.

원문 출처: https://www.hydro-international.com/content/news/revolutionizing-ocean-exploration-squads-of-adaptive-robots-soar

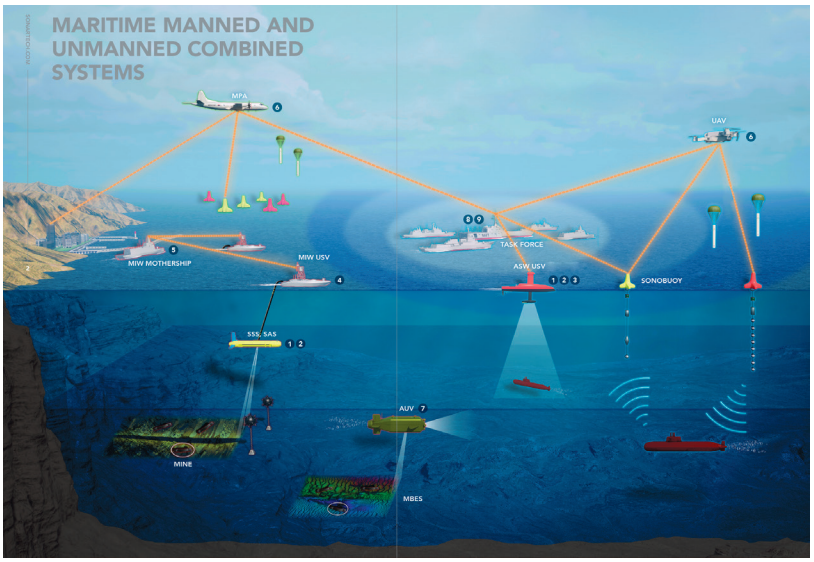
국내 수중음향 기술 연구와 제품개발의 선도 기업
– 소나테크(주) –

소나테크(주) 박승수 대표

현재 하시는 사업에 대한 간략한 소개 및 사업을 시작하게 된 계기가 무엇인가요?

소나테크는 민/군에서 사용하는 측량 및 탐사 장비를 국내기술로 개발하여 사용자들이 더 효율적으로 사용할 수 있도록 하고 있습니다. 민간 분야로는 해양조사 기술 및 자원개발 기술 발전을 도모하고, 군수 분야는 수중이나 해상의 감시 정찰 분야, 자주 국방력 향상에 기여하기 위한 사업을 영위합니다.

2000년 동해항에서 국외 도입품인 함정의 수중탐색 장비를 견학하고 그 당시 첨단 소나 이미지 기술을 보고 기술과 장비 가격에 매료되어 이러한 수중탐사 장비 국내 개발에 목적을 두고 소나테크를 창립하였습니다.



멀티빔 사이드 스캐너 소나 시리즈

20년 이상 사업을 운영하면서 가장 어려웠던 점은 무엇인가요? 그리고 해결할 수 있었던 방법은 무엇이었나요?

가장 어려웠던 점은 기존의 해외 인지도 높은 대기업의 제품에 대한 막연한 신뢰와 국내 개발 제품에 대한 염려로 소비자들의 관념을 바꾸는 데 오랜 시간이 걸렸습니다.

지속적인 기존 도입 제품과 비교 시험 및 사용자의 요구사항을 즉시 반영하여 기존 제품보다 장비 활용성과 결과물을 더 높은 수준으로 향상해 이러한 부분을 해결할 수 있었으며, 무엇보다도 국내 사용 환경에 맞춰준 부분이 해결책이라고 봅니다.

또한 군수 분야에서는 철저한 환경시험과 성능시험으로 우수한 품질관리 체계를 구축하여 가혹한 환경에서도 신뢰성 있게 작동하는 국내 제품에 대한 인지도 향상을 달성하였습니다.

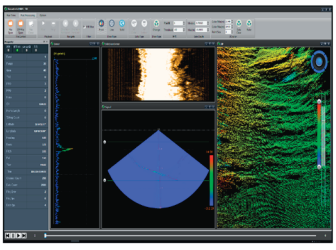
원천 기술을 확보하기 위해 해외와 협력한 사례가 있다면 알려주세요. 혹은 해외로 기술을 수출할 예정이 있나요?

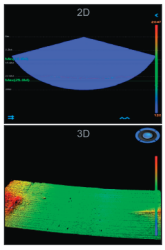
당사의 기술과 제품은 해외 관련 제품 선진국에서 기술이전을 회피하는 분야로 국내 연구기관에서만 관련 기술이전을 받은 사례는 있습니다.

해외는 제품 수출만 실적이 있으며 향후 함정체계 수출 시는 현지화 정책에

소나테크㈜의 멀티빔 음향측심기
AQUARULER 200 시리즈

- 소나테크 멀티빔 음향측심기(MBES)는 해저 세계를 쉽게 이해할 수 있는 극도로 뛰어난 고해상도의 에코 사운딩 이미지를 제공
- 이 시스템은 높은 주파수를 통해 사용 가능한 모든 수면 및 해저 플랫폼에서 해양 치수를 신속하고 정확하며 충분히 파악할 수 있음





일반 사양(General Specification)

주파수(Frequency)		200khz / 400khz
빔폭(Beam Width)	Along-track transmit	2° at 200khz / 1° at 400khz
	Across-track receive	1° at 200khz / 0.5° at 400khz
수신 채널의 수 (Number of receive channels)		128EA at 200khz / 256EA at 400khz
빔의 수(Number of beams)		96 ~ 512 ea
스와스 커버 범위(Swath cover range)		Up to 150° equi. distant, up to 160° equi. angle
일반적인 깊이 (Typical depth)	CW	0.5m to 400m at 200khz / 0.5m to 200m at 400khz
	FM	0.5m to 550m at 200khz / 0.5m to 225m at 400khz
깊이 해상도(Depth resolution)		6mm

따라 일정 부분 기술을 이전시켜야 하는데 관련 수출 확정 시 기술이전 예정이고 기술만 수출하는 계획은 없습니다.

우리나라의 자체 기술 개발에도 많은 업체가 노력하고 있는데, 관련해서 소나테크에서 노력하신 부분이 있다면 알려주세요.

당연히 국내 많은 업체가 국내 개발을 위해서 노력하고 있고 당사도 많은 연구개발에 투자하고 있습니다. 소나테크는 수중수상 감시 정찰 장비와 해양 탐사 장비 국내 개발에 노력해 왔고 향후 지속적인 국내연구개발에 노력할 것입니다.

최근 어떤 부처와 주로 업무를 하시나요? 향후 소나테크의 사업 확장 방안이나 방향을 잡으신 것이 있는지요?

소나 관련 방산 제품이 다수여서 방위사업청과 해군본부와 많은 개발사업을 하고 있으며, 민수분야에서는 해양수산부에서 추진 중인 연구개발 사업에 간접적으로 참여하고 있습니다.

해양조사 분야 산업 전망에 대한 기대 및 하고 싶은 조언 등이 있으면 적어주세요.

해양조사 분야 산업은 앞으로 지속적으로 증가하고 있다고 봅니다. 깊은 바닷속의 광물과 자연재해 등을 연구해야 하는 필요성 증가와 풍력단지 조성 등 바다를 이용한 자원개발이 증가함으로 해양조사 및 연구가 늘어날 것입니다. 해양조사 기술 분야 발전은 장비개발과 더불어 기존 보유 데이터를 인공지능 기반 학습과 분류를 통해서 활용 가치를 높이는 방안도 같이 진행해야 합니다.

[저자소개]

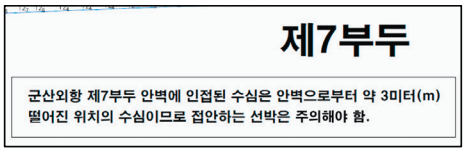
소나테크(주) 박승수 대표
• 학력
– 2002 한국해양대학교 제어계측공학석사
– 2010 한국해양대학교 컴퓨터공학박사 수료
• 경력
– 2000.10 ~ 현재 소나테크(주) 대표이사
– 2020.2 ~ 현재 (주)메타네트웍스 대표이사
• 수상이력
– 2016 대한민국로봇대상

수로측량 업무규정 변경내용 비교표

(2023년 1월 공고 기준)

본 원고는 '23년 1월 공고된 내용과 이전 내용을 비교하여 어떤 점이 바뀌었는지 소개하는 특집 기사로, 지난 제17호에 수록된 내용에 이어 변경된 내용을 담았다. 수로측량 관련 업무 수행 시 혼동되지 않도록 변경된 기준을 파악할 수 있도록 구성하였다.

주제	개정전	개정후	변경사항
45조: 해저퇴적물조사 성과	① 성과물은 ~~퇴적물 취득~~ 야장, 입도분석 ~~결과,~~ 퇴적물 유형 분류 결과 등으로 정리한다. ② 입도분석 결과는 퇴적물 유형별 구성비, 평균값, 중앙값, 분급, 왜도, 첨도 ~~등 입도계수~~를 작성하여야 한다. ③ 코어~~는 사진촬영, 입도분석, 물성분석 자료를 10cm 간격으로 표현한 주상그래프를 작성하여야 한다.~~	① 성과물은 야장, 입도분석 및 퇴적물 유형 분류 결과 등으로 정리한다. ② 입도분석 결과는 퇴적물 유형별 구성비, 평균값, 중앙값, 분급**도(分級度)**, 왜도**(歪度)**, 첨도**(尖度)**로 작성해야 한다. ③ 코어 **시료는 제44조에 따른 분석 자료를 주상도(株狀圖)로 작성해야 한다.**	일부 용어 정리 용어에 한자 추가 내용 변경
81조: 영해기준점 시설 실치 내용 삭제 및 유지관리 내용으로 변경	제81조~~(직선기점 영구시설 설치운영)~~ ① 해양법에 관한 국제연합협약에 따라 직선기점의 과학적 조사와 선정을 위해 ~~조석 및 정밀측위관측이 가능한 영구시설을 설치한다.~~ ② 영구시설은 ~~최적의 상태로 유지하여야 한다.~~ ~~③ 영구시설의 수선, 관측장비의 설치교체 또는 유지보수 등 변동사항이 발생하는 경우에는 관리대장에 기록하여 관리하여야 한다.~~	제81조**(영해기준점 표지의 유지관리)** ① 해양법에 관한 국제연합협약에 따라 직선기점의 과학적 조사와 선정을 위해 **설치한 영해기준점 표지를 유지관리해야 한다.** **② 영해기준점 표지는 손·망실 확인 등을 위해 정기적으로 점검해야 한다. 다만, 필요한 경우 수시로 점검할 수 있다.**	주제 명칭의 변경 기존 내용 삭제 및 영해기준점 표지 점검 내용 추가
83조: 해양관할권도 제작 기준 변경	① 해양관할권도는 다음 각 호에 따라 제작하여야 한다. 1. 용지의 크기는 ~~1/4지(0.54m × 0.39m)~~를 원칙으로 제작 2. 통상 및 직선기선, 영해선, 접속수역선을 표기하는 경우, 축척은 1:75,000 이상 대축척을 원칙적으로 적용 3. 배타적경제수역선, 대륙붕선을 표기하는 경우, 축척은 1:1,000,000~1:3,500,000 이상을 적용 4. 법령 등으로 해양경계의 정확한 위치를 표기하는 경우, 축척은 1:75,000 이상 대축척을 원칙적으로 적용하며, 위치 좌표는 해안선을 근거로 산출 5. 정확한 위치 좌표 산출을 위한 지명, 지형지물, 행정경계, 도서간 해상경계 등은 공식적인 자료를 사용	① 해양관할권도는 다음 각 호에 따라 제작해야 한다. 1. 용지의 크기는 **2분의 1지(가로 0.54미터 및 세로 0.79미터로 한다) 또는 4분의 1지(가로 0.39미터 및 세로 0.54미터로 한다)**를 사용 2. 축척은 100만분의 1에서 350만분의 1을 원칙적으로 적용. **다만, 필요에 따라 해양경계의 정확한 위치를 표기할 경우 7만5천분의 1 이상 대축척을 적용한다.** 3. 통상기선, 직선기선, 영해선, 접속수역선 등을 표기 4. 정확한 위치 좌표 산출을 위한 지명, 지형지물, 행정경계, 도서간 해상경계 등은 공식적인 자료를 사용 5. 수로측량 정보가 없는 경우 기준선의 추출은 최신 해도, 항공영상, 위성영상 등을 사용하며, **수로측량을 수행한 경우 그 결과를 반영하여 기준선 재추출**	용지 크기 추가 기존 2.~4. 항목을 통합하여 재구성 내용 변경

	6. 수로측량 정보가 없는 경우, 기준선의 추출은 최신 해도, 항공영상, 위성영상 등을 사용하며 ~~수로측량을 수행하면 즉시 그 결과를 반영하여 재작성~~ 7. ~~영해기준점의 기선 연결은 해양법에 관한 국제연합협약에 따라 최대 해양관할권 확보가 가능도록 표현~~ 8. ~~직선기점에 설치하는 영구시설물은 필요한 경우 제한구역이 설정된 시설물로 표기~~ 9. 도면 상단에는 ~~표제(해당법률 명칭)를 표기하고 외곽부에 번호(특수도의 4000단위 사용),~~ 발행기관, ~~발행일, 수정일, 축척, 미터척~~ 등을 표기 ② 해양관할권도 제작에 필요한 ~~기타~~ 사항은 "제14장 수로측량원도 등의 제작" 기준을 따른다.	6. 도면 상단에는 **제목, 도법, 축척, 눈금자,** 발행기관 등을 표기 ② 해양관할권도 제작에 필요한 **그 밖에** 사항은 제14장 수로측량원도 등의 제작 기준을 따른다.	기존 7. 및 8. 내용 삭제 간결하게 수정
85조: 수로측량원도 등 제작의 용어 정의	1. "수로측량원도~~(측량원도 또는 원도)~~"란 수심, 등심선, 해안선, 항해위험물, 표층퇴적물 등 수로측량 결과를 종합하여 제작한 도면을 말한다. 2. "안벽수심도"란 선박이 접안하는 인공안벽시설에 대해 그 주변 수심을 상세하게 표기한 도면을 말한다. 3. "항정도"란 수로측량을 위해 선박, 항공기 또는 장비가 이동한 경로인 측선을 표기한 도면을 말한다. 4. "신구성과 비교도"란 신성과 ~~측량~~원도 정보와 구성과 해도정보를 함께 표현한 도면을 말한다. ~~5. "표층퇴적물 분포도"란 측량원도에 표기된 표층퇴적물만 별도로 표기한 도면을 말한다.~~	1. "수로측량원도"란 수심, 등심선, 해안선, 항해위험물, 표층퇴적물 등 수로측량 결과를 종합하여 제작한 도면을 말한다. 2. "안벽수심도"란 선박이 접안하는 인공안벽시설의 주변 수심을 상세하게 표기한 도면을 말한다. 3. "항적도"란 수로측량을 위해 선박, 항공기, **기타 측량장비가 이동한 경로인** 측선을 표기한 도면을 말한다. 4. "신구 비교도"란 **새로운 성과(이하 "신성과"라 한다)**인 원도 정보와 **구성과인** 해도 정보를 함께 표현한 도면을 말한다.	일부 내용 추가 간단한 용어 설명 추가 기존 5. 내용 삭제
86조: 수로측량원도 제작	(중략) 5. 원도의 좌측하단에 주기(측량일, 축척, 도법 등)를 기재하고 우측하단에 따라 제작자란을 기재 ③ 원도에는 수심, 해안선, 등심선, 표층퇴적물, 항로표지 등의 각종 측량성과를 수록하여야 한다. ④ 이 규정에서 정하지 않은 사항은 해도도식 등 국제수로기구의 관련 표준을 따른다. ⑤ 필요한 경우 인공안벽시설의 상세한 수심을 표기한 안벽수심도를 제작할 수 있다. 다만, 안벽수심도의 기본적인 제작 규격은 측량원도의 제작 규격을 따른다.	(중략) 5. 원도의 좌측하단에는 **주기란을 넣어 측량일, 축척, 도법 등을 표기**하고 우측하단에는 제작자란을 표기 ③ 원도에는 수심, 해안선, 등심선, 표층퇴적물, 항로표지**(다만, 부표형식의 유동적인 표지는 제외한다)** 등의 각종 측량성과를 수록해야 한다. **④ 안벽에서 일정거리 떨어진 수심을 표기하는 등의 특이사항이 있는 경우 여백에 다음과 같이 설명문을 표기해야 한다.**  ⑤ 필요한 경우 인공 안벽시설 및 주변의 상세한 수심을 표기한 안벽수심도를 제작할 수 있으며, 안벽수심도의 기본적인 제작 규격은 원도의 제작 규격을 따른다. ⑥ 이 규정에서 정하지 않은 **원도 제작 규격은** 해도도식 등 국제수로기구의 **해도제작** 관련 표준을 따른다.	기준 추가 예시 추가

한국해양조사협회(KHRA) 2024년 교육일정

월	날짜	기본교육(초급)	전문교육(중급)	전문교육(고급)	전문교육(특급)	비고
1월	1~5					
	8~12					
	15~19					
	22~26					
	29~2/2	1회(40명)				
2월	5~9					설 연휴(2.9~12)
	12~16					
	19~23				2회(30명)	
	26~3/1					삼일절(3.1)
3월	4~8			3회(25명)		
	11~15					
	18~22					
	25~29	4회(40명)				
4월	1~5					
	8~12					
	15~19		5회(20명)			
	22~26					
	29~5/3					
5월	6~10					
	13~17					
	20~24				6회(30명)	
	27~31					바다의날(5.31)
6월	3~7					현충일(6.6)
	10~14		7회(20명)			
	17~21					해양조사의날(6.21)
	24~28					
7월	1~5			8회(25명)		
	8~12					
	15~19					
	22~26					하계휴가 기간
	29~8/2					하계휴가 기간
8월	5~9					하계휴가 기간
	12~16					광복절(8.15)
	19~23					
	26~30					
9월	2~6				9회(30명)	
	9~13					
	16~20					추석 연휴(9.16~18)
	23~27					
	30~10/4					개천절(10.3)
10월	7~11					한글날(10.9)
	14~18	10회(40명)				
	21~25					
	28~11/1					
모집/대상 인원		120명/113명	40명/20명	50명/37명	90명/80명	총 300명/250명
실시/계획 횟수		3회/3회	2회/2회	2회/2회	3회/3회	총 10회/10회

※ 교육과정 및 일정은 사정에 따라 일부 변경될 수 있음

차례

국제수로기구 Brief News __ 2

Map the Gaps 심포지엄 __ 6

키리바시의 긍정적인 미래를 향해
키리바시 외곽 섬의 교통 인프라 투자 프로젝트 __ 8

누가 갈릴레오 위성의 고정밀 서비스 혜택을 받을까?
– 2024년 본격 가동 예정인 새로운 신호에 대하여 – __ 12

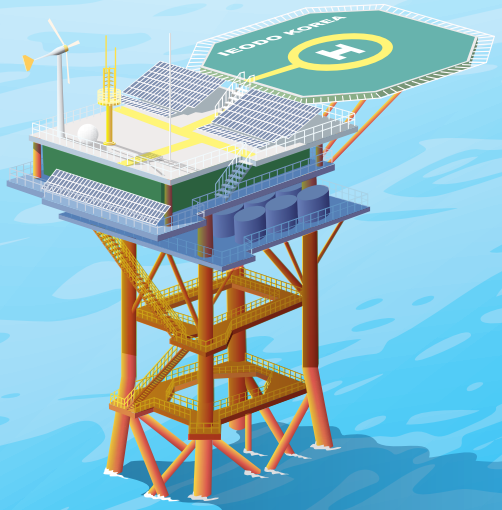
그린란드 북부 해역 매핑 빙하지역의 해도 공백 __ 16

혁신적인 해양 탐사: 적응형 로봇 함대(SoAR) __ 21

국내 수중음향 기술 연구와 제품개발의 선도 기업
– 소나테크(주) – __ 23

수로측량 업무규정 변경내용 비교표 __ 25

한국해양조사협회(KHRA) **2024년 교육일정** __ 27



해양조사 기술동향 통권 제18호(2023-4)

발간처: **한국해양조사협회** | 발간인: **황 준** | 발간일: **2023년 12월 14일**
감수: **김영배, 김연수, 전형섭** | 번역 및 편집 책임: **(주)지인컨설팅**
주소: **서울특별시 금천구 가산디지털1로 70 호서대벤처타워 1305호** | 전화: 02-2166-3300 | 팩스: 02-2672-4614