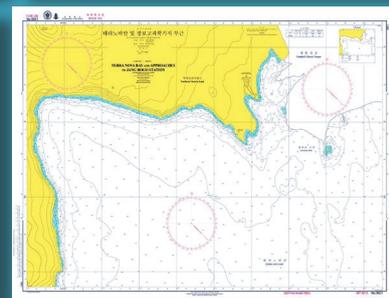
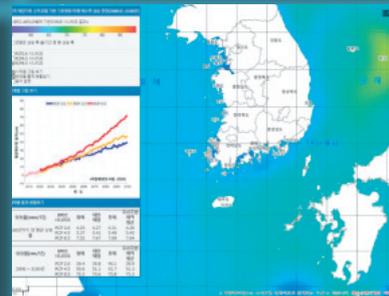


# 해양조사 기술동향

통권 제14호(2022-4호)





# 국제수로기구(IHO) Brief News

## 2022 4분기 주요회의 목차(Monthly Reports)

1. 제27차 국제측량사연맹(FIG) 총회  
(27th FIG Congress 2022)
2. 제12차 북극지역수로위원회(ARHC) 회의  
(12th Conference of the Arctic Regional Hydrographic Commission)
3. 제9회 항해정보제공 실무그룹 회의  
(9th Meeting of the Nautical Information Provision Working Group (NIPWG))

## 2023년 1분기 예정된 주요 IHO 회의

1	일	월	화	수	목	금	토	
	1	2	3	4	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2023년 1월 9~13일 제13차 클라우드소스 수심자료 실무 그룹, 미국 콜로라도 볼더</li> <li>• 2023년 1월 30일~2월 3일 제14차 해양공간자료인프라실무 그룹, 개방형 공간정보컨소시엄(OGC)-모니터링 재조사 실무 그룹(MWG) 및 해양 공간정보 실무그룹 및 유엔 세계 지리 공간정보 관리(UN-GGIM WG MGI), 이탈리아 제노바</li> </ul>
	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	4	
2	일	월	화	수	목	금	토	
	29	30	31	1	2	3	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2023년 2월 7~9일 제18차 자료품질실무그룹 - IHO 이사회, 모나코</li> <li>• 2023년 2월 21~23일 13차 전자해도데이터베이스 실무그룹 회의(WENDWG-13), 덴마크 올보르</li> <li>• 2023년 2월 28일~3월 2일 제4차 수로측량 실무그룹 (HSWG4), 화상회의(VTC)</li> </ul>
	5	6	7	8	9	10	11	
	12	13	14	15	16	17	18	
	19	20	21	22	23	24	25	
	26	27	28	1	2	3	4	

## 제27차 국제측량사연맹(FIG) 총회

27<sup>th</sup> FIG Congress 2022

폴란드 바르샤바, 2022년 9월 11일~15일

### ■ 개최 및 주관기관(국), 주요 참석자

제27차 국제측량사연맹(FIG) 총회가 2022년 9월 11일부터 15일까지 폴란드 바르샤바의 힐턴 호텔 컨퍼런스 센터의 더블 트리(DoubleTree by Hilton Hotel & Conference Center)에서 개최되었으며, 60명의 학생과 40명의 젊은 전문가를 포함하여 약 840명이 참석했다. “미래를 위한 자원봉사 - 더 나은 삶을 위한 지리공간적 우수성 (Volunteering for the Future - Geospatial Excellence for a Better Life)”이라는 모토로 진행된 이 총회는 370개의 초록을 받아 49개의 세션으로 구성되었다. IHO 사무국에서는 IHO와 공통된 몇 가지 목표, 특히 FIG의 제4분과 수로학 위원회(Commission 4 - Hydrography)와의 협력 강화를 목적으로 부국장 레오넬 만테이가스(Leonel Manteigas)가 대표로 참석하였다.

FIG는 유엔이 인정한 비정부기구(NGO)로 전 세계 120여 개국을 대표하며, 측량 훈련 분야와 이를 실천하는 모든 사람들이 서비스를 제공하는 시장과 지역사회의 요구에 부응하도록 노력하고 있다.

### ■ 보고사항

9월 11일 일요일에 열린 개막식에서는 폴란드 경제개발기술부 장관 우스친스키(Mr. Piotr Uściński), 중앙 측지 및 지도 제작 사무소 소장 쿨카(Ms. Alicja Kulka), 바르샤바 시장 트르자스코프키(Dr. Rafał Trzaskowski), 폴란드 측량사 협회(SGP) 회장 왈로(Prof. Janusz Walo), 총회 공동 이사인 폴란드 측량사 협회(SGP)의 바쿨라(Dr. Krzysztof Bakuła)가 찬조 연설을 했으며, FIG 회장인 슈타이거(Rudolf Staiger)가 기조연설자로 나섰다. 총회 주간에는 총회 세션, 10개의 분과 위원회 회의, 스폰서 프레젠테이션, 회장 및 부회장 후보자 회의 및 각 선출회의, 소개 세션 및 기술 세션이 포함되었다.



IHO 부국장 만테이가스(Leonel Manteigas)의 발표 모습

IHO 부국장 만테이가스(Leonel Manteigas)는 제4분과 수로 위원회(Commission 4)의 세션 “TS04A: 더 나은 삶을 위한 수로학의 도전과 지속 가능한 해결책”에서, “S-100 Universal Hydrographic Data Model: 해도제작 및 해양 서비스에 대한 혁명적 접근”이라는 제목의 발표를 했다

### ■ 의결사항

FIG 총회 3차 세션에서 다음 임기(2023~2026년)의 임원 선출이 있었으며, 다이안 두마쉬에(Dr Diane A. Dumashie, 영국)가 회장으로, 다니엘 스테우들러(Daniel Steudler, 스위스)와 위니 시우(Prof Sr Winnie Shiu, 미국)가 각각 부회장으로 선출되었다.

### ■ 논의사항

교육과 관련된 일부 기술 세션에서 수로학 및 국제 수로측량사 및 해도제작자 역량 기준 위원회(IBSC-International Board on Standard of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers)에 대한 언급이 여러 번 이루어졌다. 분과회의에서는 지난해 일부 회원의 워크숍 및 세미나 참여, IHO S-44(수로측량 기준) 검토 참여, 2021년 작업 주간 결과, FIG IBSC 위원 및 IBSC 회의 변경사항, IHO 국제수로평론(IHR)의 향후 개발



및 위원회 업무 계획에 대해 논의했다. 특히 젊은 측량사들과 함께 마련된 행사에서 FIG내 수로학 홍보의 필요성이 논의되었다.

#### ■ 결론

FIG는 4년마다 총회를 개최하고 있으며, 총회 사이에 매년 작업 주간을 가진다. 제28차 FIG 총회는 2026년 남아프리카 공화국 케이프타운에서 열릴 예정이며, 차기 작업 주간은 2023년 5월 28일~6월 1일 미국 플로리다주 올랜도에서, 2024년 5월 가나 아크라에서, 2025년 6월 1~5일 호주 브리즈번에서 열릴 예정이다.

#### 본 회의 결과가 해양조사에 갖는 의미

FIG에 대응하는 우리나라의 활동기관은 LX공사와 한국측량학회이다. 육상측량 분야 뿐만 아니라 해양 수심측량 분야에서 세계지도학회와 국제수로기구와 더불어 CAT. B. 프로그램을 관장하는 기관이므로 국립해양조사원 또는 한국해양조사협회에서 FIG의 활동에 관심을 가질 필요가 있다.

## 제12차 북극지역수로위원회(ARHC) 회의

12<sup>th</sup> Conference of the Arctic Regional Hydrographic Commission

캐나다 세인트 존스, 2022년 9월 12일~16일

#### ■ 개최 및 주관기관(국), 주요 참석자

제12차 북극지역수로위원회(ARHC) 회의가 2022년 9월 13일부터 16일까지 캐나다 뉴펀들랜드의 세인트존스에서 개최되었다. 4개의 ARHC 회원국(캐나다, 덴마크, 미국, 노르웨이)과 4개의 준회원국(핀란드, 아이슬란드, 이탈리아, 영국)을 대표하는 24명의 참가자가 회의에 참석했다. ARHC 회의는 캐나다 수로국장인 벡차드(Dr. Geneviève Bechard)가 위원장을 맡았으며, IHO 사무국은 사무총장 요나스(Mathias Jonas)가 대표로 참석했다.

#### ■ 보고사항

요나스 사무총장은 ARHC 회원들에게 2023년 5월 제6차 이사회 의제에 포함될 전략적 문제와 2023년 5월 제3차 IHO 총회 준비 상황에 대해 발표했다. 그는 발표에서 미래의 S-100 기반 지역 데이터 서비스의 구현에 대한 조정된 접근법을 향한 남극 수로위원회(Hydrographic Commission on Antarctica)의 병행 활동에 특히 중점을 두었다. 요나스 사무총장은 IMO에 의한 ECDIS에 대한 개정된 성능 표준 채택에 최고의 중요성을 강조하면서, 2023년 11월에 있을 이 채택으로 인해 ECDIS S-100과 수로 서비스가 개발될 것이라고 하였다. 그는 또한 해양을 위한 유엔 10년을 지원하기 위해 다양한 유엔 기구와 협력하는 사무국의 최근 활동에 대해 자세히 설명했다.

회의 의제 중에는 GEBCO 운영위원회의 세인트 메모리얼 대학교 수산해양연구소 부소장(연구 및 전략적 파트너십)인 폴 브렛(Paul Brett)이 주최한 공개 포럼이 포함되어 참가자들을 지역 대학, 업계 및 수로학 분야의 활동가와 연결하였다. “도전, 참여, 혁신 및 항해를 넘어서(Challenges, Engagement, Innovation and Beyond Navigation)”라는 제목하에 많은 참가자가 얼음(빙하) 상태와 세부적인 토착 지식 내용을 다루기 위해 북극의 수로학적 측면에 대한 시민 과학 접근 방식에 관하여 발표하였다.



원격 제어 로봇 도구를 사용하여 해저 케이블의 이동을 연습하는 존 네이버그(John Nyberg) 박사(미국)의 모습

Kraken의 Katfish-180 ROV 페이로드 옵션에 대해 설명하는 모습



첫째 날 참가자들은 연구소의 시뮬레이션 부서를 방문했다. 참가자들은 최근 원격의 수중 차량처럼 원격으로 작동되는 조작기(manipulator)를 체험할 수 있었다.

둘째 날은 혁신 과학기술 시연이 진행되었다. 주요 시연사(社)는 물체 감지 및 측량을 위한 최첨단 수중 음향 기술을 선보인 크라켄 로봇(Kraken Robotics)이었다. Fugro 지역 사무소는 데이터 취득 후 실행에 대한 개요를 제공했다. 행사 양일은 수로학 측면에서 이 지역의 혁신적인 잠재력을 모든 참가자들이 이해하도록 도움을 주는데 큰 가치가 있는 것으로 받아들여졌다.

■ 의결사항

회의 말미에 덴마크 수로국장인 호즈가야드(Ms. Pia Dahl Højgaard)가 신입 북극지역수로위원회 위원장으로 선출되었다. 북극지역수로위원회(CHRA)의 차기 회의는 덴마크에서 주최하며 아마도 2023년 9월 그린란드에서 개최하기로 합의했다.

■ 논의사항

모든 참가국은 지난 회의 이후 북극 지역에서의 그들의 국가적 활동에 대해 보고했다. 회의에서는 무인 측량 기술, 국가 측량 프로그램, ENC 제공 및 국가 SDI(공간정보 인프라) 솔루션 구현 및 지역의 모든 수로국과 관련된 기타 주제와 같은 항목에 주목했다. 북극 지역을 포함하는 모든 해양 데이터 세트의 보급을 위해 완전한 권한 채택을 향한 ARMSDIWG(북극해 해양 공간정보 인프라 실무그룹)와 ARCTIC-SDI(북극해 공간정보 인프라)의 협력에 특히 주의를 기울였다. 이 논의는 북극 이사회의 의장과 관련 기관들이 함께 계속될 것이다. 2026년까지 모든 종이 해도 서비스를 중단하겠다는 영국의 발표와 함께 ENC에서 종이 해도를 생성하는 기술 및 법적 의미에 대해 활발한 논쟁이 벌어졌다. 위원회는 고위도(High North)에 대한 정규 격자 ENC 네트워크의 적용을 위한 최신 제안에 주목하고, 남극 수로 위원회와 공동 접근 방식에 동의했다. S-100 제품과 함께 지역의 향후 커버리지에 대해 치열한 논쟁 이후, 위원회는 노르웨이를 S-100의 구현을 위한 지역 조정자로 결정했다. 첫 번째 활동 중 하나는 지역에 대해 미래의 S-100 기반 데이터 서비스를 위한 ARHC 구성원의 준비 상태에 대한 지역 연구가 될 것이다. 본 연구는 미국의 존 나이버그(John Nyberg) WEND 실무그룹 위원장이 제시한 WEND IGIF-H(세계 전자해도 데이터베이스 공간정보 통합 프레임 워크-수로) 매트릭스를 기반으로 진행될 예정이다.



### 본 회의 결과가 해양조사에 갖는 의미

러시아-우크라이나 전쟁으로 북극수로위원회에 러시아가 참석하지 않았다는 것과 더불어 GEBCO(대양수심도회의)의 신규 소위원회인 SCET(SubCommittee of Education and Training)의 의장인 Paul Brett이 발표를 한 점을 눈여겨 봐야 한다. 북극은 우리나라가 아라온호가 탐사경험을 가지고 있고 극지연구소를 중심으로 하여 오랜 기간 협업을 해왔던 곳이므로 시민 과학 차원에서의 크라우드 쏘싱 수심측량의 기회를 높여가는 과정을 예의 주의할 필요가 있다.

## 제9회 항해정보제공 실무그룹 회의

9<sup>th</sup> Meeting of the Nautical Information Provision Working Group (NIPWG)

브라질 니테로이, 2022년 9월 13일~16일

### ■ 개최 및 주관기관(국), 주요 참석자

제9회 항해정보제공 실무그룹 회의가 브라질 니테로이에서 브라질 수로국(DHN, Diretoria de Hidrografia e Navegação) 주최로 개최되었다. 회의는 캐나다의 에이빈드 몽(Eivind Mong)이 주재했고, 영국의 로라 홀 킹(Laura Hall-King) 사무원이 지원했다. 21개 회원국의 대표자 45명과 전문가 10명이 회의에 참여하였다. IHO 사무국에서는 이브 길람(Yves Guillam) 부국장(화상회의 참여)이 대표했다.

### ■ 보고사항

VADM Renato Garcia Arruda(DHN 이사)의 환영사 후, 의장은 수로업무표준위원회(HSSC)의 다양한 조치에 대한 진행 상황부터 항해정보제공 실무그룹(NIPWG)의 소관인 S-100 기반 제품 개발에 이르기까지 회의의 주요 의제를 발표하였다. 의장은 항해 간행물(중의)의 표준화에서 현재 S-100 기반 제품 사양 개발까지의 역사를 새로운 NIPWG 회원들에게 간략하게 브리핑했다. 이는 모든 사람이 동등한 입장에서, 해결해야 하는 불확실성에 대한 인식을 높이기 위해 매우 환영받았다.

제9차 NIPWG 회의 전 노르웨이에서 열린 S-100/S-200 제품 사양 개발 및 묘화에 관한 IALA-IHO 워크숍의 주요 결과도 모든 회원국과 공유하여, IALA-IHO 워크숍에 적극적으로 참여한 NIPWG 의장 그룹에서 알고 있는 지식을 신속하게 제공하였다. 특히 S-100 ECDIS에 사용할 수 있는 솔루션으로 가기 위하여 출판 정보 오버레이의 개념이 도입된 S-125와 관련된 내용을 공유했다.

HSSC의 작업에 이어 NIPWG는 “S-1xx 제품의 의도된 사용



NIPWG-9의 환영사 진행 및 직접 참여한 참가자의 모습

및 배포”에 대한 제안된 문서 초안을 검토하였다. 모든 구성원이 즉시 검토해야 하는 이 문서는 각 제품에 사용되는 가장 일반적인 데이터 소스를 보여주고 S-100 복합 환경에서 데이터의 종속성을 강조하는 것을 목표로 한다.

NIPWG의 소관에 따라 모든 단일 S-1xx 제품의 개발을 진행하기 위한 작업 그룹(TG)의 새로운 NIPWG 내부 준비는 매우 효율적으로 진행되고 있음이 입증되었다. 서로 다른 작업 그룹(S-122, S-123, S-125, S-128, S-1...)은 NIPWG 9차 회의 이전에 여러 차례 VTC 기술 회의를 가졌다. 작업 그룹들은 기술적 문제뿐만 아니라 앞으로 나아가기 위해 중요한 핵심 논의 사항(범위, 사용 사례, 적용 범위 제한 및 책임, 테스트베드, 권위 있는 S-100 서비스 적용 범위, 디지털 서명 대 암호화 등)에 대해 만족스럽게 잘 진행되고 있는 현황 보고서를 제공했다.

이것은 S-100 구현 단계의 초석이 될 것으로 보이는 S-128에서는 특히 중요하다. S-128의 경우, 영국은 RENC, 최종 사용자 서비스 제공자/VAR 및 ECDIS 제공자에 대해 예상되는 우려사항을 공유했다. PRIMAR사는 이 새로운 “항해 제품/서비스 카탈로그”를 구현하기 위한 다양한 옵션에 대한 초안 비전을 공유하였다.

## ■ 의결사항

NIPWG의 이전 조치에 이어, 프랑스는 S-1xx 제품의 제안된 분류와 함께 SOLAS V/27에 나열된 제품(“...항해 방향, 등화 목록, 해상 사격, 조석표, 기타 모든 항해 출판물과 같은 항해간행물”)에 나열된 항목에 대한 흥미로운 토론 문서를 제출했다. IHO 결의안 5/2022와 관련하여, 기존 NP1과 NP2, S-1xx 제품과 서비스 사이에 명백한 동등성이 없음은 말할 필요도 없다. NIPWG는 정부 간 협력의 필요성을 홍보하고 최종 사용자를 위해 가능한 최고의 전체 서비스를 보장하기 위해 데이터 서비스를 제공할 최적의 조직을 식별하는 성명서 초안을 준비에 합의하였다.

NIPWG 의장은 IMO 결의안 MSC.232(82) – ECDIS 성능 표준에 제안된 개정안에 대해 언급하였다. NIPWG는 HSSC-15를 위해 이 개정안에 도입된 “전자 항법 데이터 서비스(ENDS)”의 정의에 대한 몇 가지 설명을 준비하는데 동의했다. 국제선급연합회(IACS-International Association of Classification Societies)가 MSC106에 제출한 몇 가지 의견으로 지연이 되었어도, 이러한 사항을 수정한 이후의 일정은 11월로 문서가 승인될 것으로 예상된다. IACS의 의견에 대한 토론에서 IEC TC 80 의장의 지원을 받는 NIPWG 의장은 MSC106에서 구두 개입을 위해 IHO가 사용할 권장 문구를 준비하기로 하였다.

## ■ 논의사항

미국(NGA)과 영국(UKHO)은 각각 새로운 World Port Index 웹 서비스와 차세대 디지털 항해 방향에 대한 프레젠테이션이 있었으며 이와 관련한 유익한 토론을 펼쳤다. 또한 차세대 제품이 국제 수준에서 S-1xx 제품의 현재 개발 현황과 상호운용 가능하거나 적어도 호환 가능하도록 보장하기 위한 국가적 전략의 필요성을 강조했다. 대부분의 제품에 대해 상당한 수의 논의 사항이 확인되었다. 여전히 많은 복잡한 의문에 대하여 해결하고 명확하게 한 다음 답변해야 한다.

### 본 회의 결과가 해양조사에 갖는 의미

S-100 시리즈 중에서 항해정보실무그룹의 활동은 선박을 운영하고 항해를 담당하는 여러 기관의 실무적 검토가 있어야 하므로 많은 논의와 토론을 지속할 수밖에 없다. 초기의 개념적 모델링과 구현 설계에서 보여준 우리나라의 선도적 역량이 실신테스트 등을 통해 지속되듯이 항해정보까지 리드할 수 있도록 해야 할 것이며, 국내의 여러 해양관련 기관과의 협업과 소통으로 국가적 전략 수립에도 기여할 수 있어야 할 것이다.



# SEAMAP 2030 프로그램

## - 2030년까지 포르투갈 해양 공간의 100% 지도화

Lieutenant Commander T. Geraldles Dias, 2021년 10월 20일

현재까지 우리는 전 세계 해저의 약 19%만을 자세히 알고 있다. 포르투갈 해양에 대한 이런 지식은 약 55%이다. 앞선 노력에 뒤 이어, Hidrografico 연구소는 2030년까지 이 지역의 지도화를 완료하기 위해 Seabed 2030 프로젝트와 연계된 SEAMAP 2030 프로그램을 시작했다. 이 글은 SEAMAP 2030의 비전, 임무 및 수행 중인 일들을 설명하는 SEAMAP 2030의 전략 계획을 보여준다. 또한 이 프로그램은 수로 측량의 광범위하고 단순한 실행을 넘어, 새로운 제품을 생성하기 위해 핵심 데이터를 수집, 저장 및 사용하는 방법도 혁신적이다.

### 소개

현재 지구 해저의 약 81%는 위성 관측 데이터를 기반으로 고해상도로 지도화되어 있다. 2017년 일본재단(Nippon Foundation)과 대양수심도(GEBCO)의 공동 이니셔티브인 Seabed 2030 프로젝트가 시작되었을 때, 이 비율은 94%였다(Seabed 2030, 2020). 전 세계 해양 지도화는 일반적으로 멀티빔 음향측심기(MBES)를 사용한 수로 측량을 통해 달성되는 고해상도 해저의 전체 측심 범위를 의미한다. Seabed 2030은 최종적으로, 최대 1500m 깊이까지 데이터 해상도는 100m, 최대 3000m까지는 200m, 최대 5750m까지는 400m, 최대 깊이가 5750m가 넘는 곳은 해상도가 800m를 달성하는 것을 목표로 한다. 이러한 해저 지식의 부족은 예를 들어 화성의 표면에 대한 지식 수준과 비교할 때 특별히 의미가 있다: 우리는 바다 속 지구 표면보다 화성의 표면을 더 잘 알고 있다(Seabed 2030, 2017).

Hidrografico 연구소(IH)가 이끄는 SEAMAP 2030 프로그램은 2030년까지 포르투갈 해양 공간을 고해상도의 지도로 완성함으로써 해저 지형에 대한 세계적인 지식에 기여하는 것을 목표로 한다. IH는 포르투갈 해군

조직이자 해양 연구소로서, 2020년 창설 60주년을 맞이했다. IH의 임무와 활동은 전략적으로 해양의 지도제작, 관측, 그리고 예측이라는 세 가지 주요 주제로 되어 있다. 따라서 SEAMAP 2030은 해양 주제 지도화와 관련된 두 가지 프로그램 중 하나이다(또 다른 주요 프로그램은 지질학적 대륙붕과 경사면의 해양 표면 퇴적물 지도화를 목표로 하는 SEDMAR이다(Soares, 2020)).

SEAMAP 2030은 해양의 중요성과 미래에 증가하는 가치를 인식하고 이해하려는 국제적인 큰 맥락의 일부이다. 이는 2030년까지 지구 해저의 고해상도의 지도를 완성하려는 Seabed 2030 프로젝트에 추가된다. 또한 UN은 2020~2030년을 지속 가능한 개발을 위한 해양과학의 10년으로 선언했다. 이 발표는 지속 가능한 개발 목표(SDG), 즉 14번째 목표인 해양, 바다 및 해양 자원을 보존하고 지속 가능하게 사용하는 14번째 목표와 관련하여 2030년 지속 가능한 개발을 위한 의제에 포함되어 있다.

해양의 보존과 지속 가능한 사용은 해양의 이해와 존중을 의미한다. 이것은 오직 바다에서 수행된 과학적 연구를 통해서만 달성될 수 있으며, 이는 주로 해저 지형에

대한 상세한 지식을 기반으로 한다. 따라서 전략적으로 Seabed 2030 프로젝트의 목표는 제14차 SDG의 상류이다. 마찬가지로, SEAMAP 2030 프로그램의 목표는 해저 2030 프로젝트의 목표보다 상류에 있으며, 이는 국가 기업 외에 세계 번영에 대한 중요한 기여를 포함한다.

이 글은 SEAMAP 2030 프로그램의 전략 계획을 제시하는 것을 목표로 하며, 다음과 같은 근거를 설명한다.

- 비전: 2030년까지 국가 해양 공간의 100% 지도화;
- 임무: 바다의 보존 및 지속 가능한 사용에 기여하고, 연구를 지원하고, 개발을 촉진;
- 목표: 데이터 수집, 데이터 관리 및 데이터 제품과 관련하여 임무의 성공을 향상시킬 수 있는 구체적인 조치

### 비전 - 어디를 지도로 만들고 있습니까?

#### 해양 공간

포르투갈의 해양 공간은 4개의 주요 지역, 즉 본토, 마데이라(Madeira) 및 아조레스(Azores)의 배타적 경제수역 (EEZ), 그리고 유엔 대륙붕 한계위원회(CLCS)에 제출되어 심의를 기다리고 있는 대륙붕 연장 요구 지역이다. 해양 공간은 그림 1에 설명되어 있다. 이러한 해양 공간의 총면적은 약 4,075,166km<sup>2</sup>로, 이는 본토 육지 면적의 44배 이상이다.

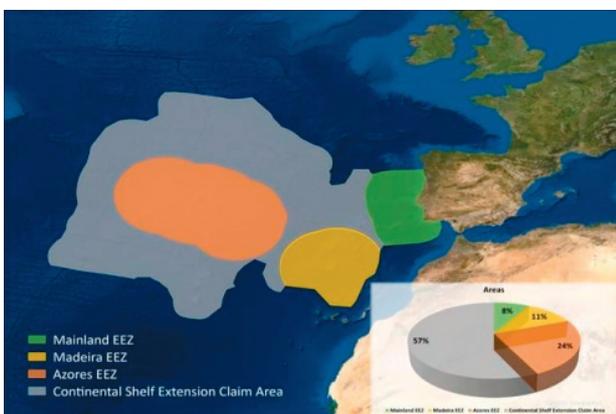


그림 1. 포르투갈의 해양 공간 및 전체 면적에 대한 해당 비율(본 글의 목적이나 지도 축척상으로 영하는 EEZ와 구별할 수 없는 것으로 간주됨)

#### 실질적 핵심 커버리지

오늘날 포르투갈 해양 공간의 핵심 커버리지는 약 55%로, 이는 추정된 지구전체 커버리지(서문에서 언급한 대로 약 19%)를 초과한다. 이 커버리지는 그림 2에 나와 있다.

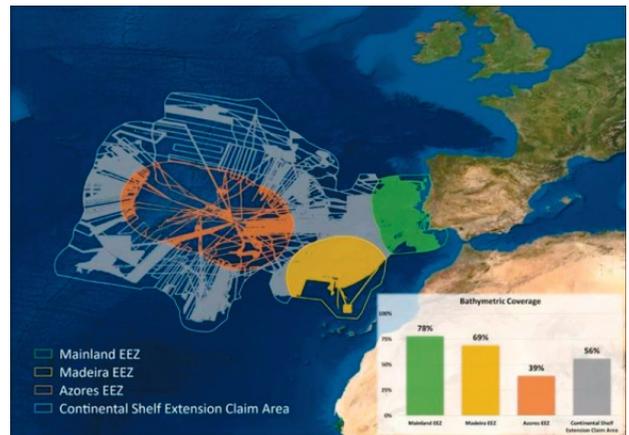


그림 2. 포르투갈 해양 공간의 핵심 커버리지 및 해당 비율

핵심 범위가 가장 좋은 지역은 본토의 배타적 경제수역 (78%)이고, 커버리지가 가장 나쁜 지역은 아조레스 배타적 경제수역(39%)이다. 지난 2년 동안, 커버리지를 높이기 위해 이 군도에 노력을 기울였다.

포르투갈 해역의 고해상도 해저 지도화 캠페인은 대륙붕 확장 주장을 뒷받침하는 데 필요한 데이터를 얻기 위한 노력의 일환으로 2005년에 시작되었다. 2005년과 2009년 사이에 대륙붕 한계위원회(CLCS)에 청구서를 제출해야 하는 기한인 900일 이상의 조사가 시행되었으며, 이는 연간 평균 150일 이상 조사한 것이다. 그 후 몇 년 동안 수로 측량이 더 적은 빈도로 계속되었고, 2017년에는 Seabed 2030 프로젝트에 맞춰 SEAMAP 2030 프로그램이 시작되었다.

#### 수로 측량 노력

조사는 포르투갈 해군 수로선 NRP “D. Carlos I”과 NRP “Almirante Gago Coutinho”의 곤돌라에 설치된 멀티빔 음향측심기(MBES)로 진행되고 있다. MBES는 해

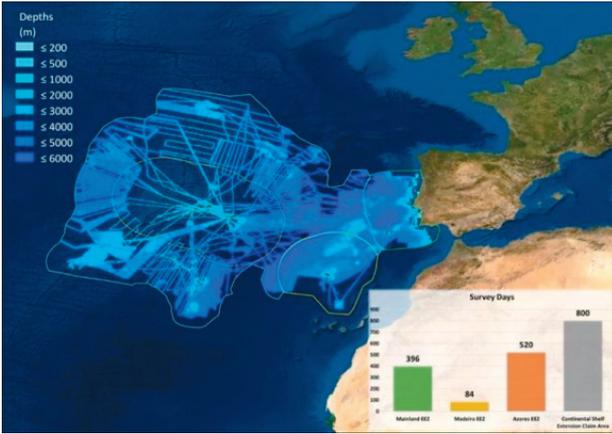


그림 3. 이미 수행한 측심 커버리지에 대한 측심 간격과 각 지역을 완성하는데 걸린 측량일수

저 전체를 커버하는 것으로 120°의 표준 각도 조리개를 가지고 있다. 이는 조사 폭이 해저 수심의 약 3.5배라는 것을 의미하며, 측심 커버리지(측량 성과)를 완성하는데 필요한 시간은 해당 지역의 깊이에 따라 다르다는 것을 의미한다.

그림 3은 이미 달성된 측심 커버리지의 측심 간격을 보여준다. 나머지 지역에 대한 조사 노력의 추정치는 다음과 같다; 마테이라 EEZ는 수로 측량 완료에 84일이 필요하고, 본토 EEZ는 396일, 아조레스 EEZ는 520일, 그리고 마지막으로 대륙붕 연장 요구 지역은 약 800일이 필요하다.

SEAMAP 2030 프로젝트는 2030년에 종료될 예정이다. 이에 따라 1000~1800일의 측량일수를 완료하는 데 10년이 걸린다.

- 영해 및 EEZ 전체를 측심 커버리지(수심 30m보다 깊은 쪽)로 하고, 연간 측량일수를 100일로 할 때
- 영해, EEZ 및 대륙붕 연장 요구 지역의 전체를 측심 범위(수심 30m보다 깊은 쪽)로 하고, 연간 측량일수를 180일로 할 때

### 미션 - 왜 지도를 만들어야 하는가?

수년 동안 측심 정보의 사용을 주로 항해도의 제작에 집중하였다. 지리 정보와 그 유용성, 가치 및 공유에 대한

실질적 연구가 전 세계적으로 확산되고 있어서, 해저의 지도화는 항해의 안전뿐 아니라 다른 많은 영역에서도 중요하다.

따라서 해저 형태에 대한 자세한 지식은 다음을 향상시킨다:

- 과학 연구, 해양에서 수행되는 모든 다학제적 연구와 그에 따른 기술, 경제 및 문화 발전을 지원하고 안내한다. 해저 지도화는 해양 탐사의 첫 번째 단계이다(미국 해양대기청, 2015). 좀 더 포괄적인 탐사를 시작하기 전에 지형을 이해하고 특정 조사 측면과 특정 방법에 집중할 수 있어야 한다. 해저 지도는 연구 지역을 조명하고 해양 탐사의 범위, 효율성 및 속도를 증가시켜 시간과 비용을 절약하는 동시에 중요한 발견의 기회를 증가시킨다(미국 해양대기청, 2015). 해저 지도화는 해안, 수심 및 해양 지질 연구를 지원하며(미국 지질조사국, 2020), 수운 또는 생물학적 해양학에서 기후 변화 연구에 이르기까지 다양한 방식으로 측심 데이터를 적용할 수 있다(Schmidt Ocean Institute, 2021).
- 지속 가능한 관리, 해양 자원에 대한 정보 확대 및 탐사와 보존의 효율성 향상. 일단 해저 지형이 매핑되면, 과학자 또는 자원 관리자들은 수중 무인잠수정(ROV)와 같은 보다 정밀한 기기를 사용하여 대상을 지정하고 보다 세부적인 탐사를 수행할 위치와 방법에 대해 더 나은 결정을 내릴 수 있다. 이러한 이점 중 하나는 2018년 수로측량 선박 NRP “Almirante Gago Coutinho”에 의해 열수 분출공 루소(Luso)를 발견한 것이다. 이러한 연구 결과는 그림 4와 같이 아조레스에서 Gigante 해산의 고해상도 측심 모델 검사를 기반으로 ROV 경로를 계획함으로써 가능하였다.

해저 지도화의 중요성에 대한 또 다른 예는 과학적, 환경적, 보존적 관심을 가진 해저 구조물(열수 분출공, 해산 등)의 확인과 해양 환경 보호구역(MPA) 설정이다. 해양환경 보호구역은 장기적인 보전을 위해 따로 지정된 바다의 영역이다. 예를 들어 기후 변화 적응 및 완화를 위한 전 세계적인 노력을 지원하기 위해 자연 기반 솔루션

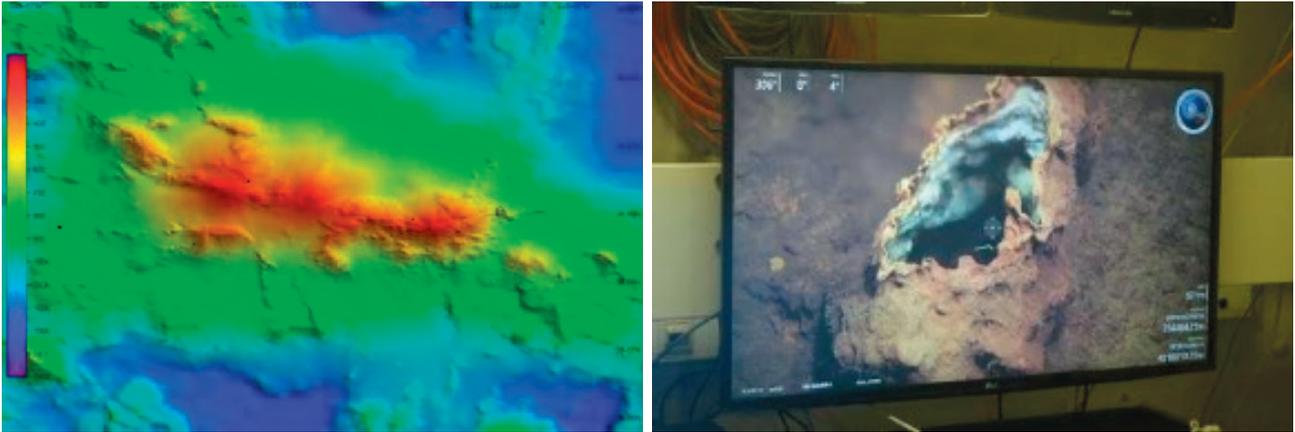


그림 4. 왼쪽은 열수 분출공 Luso의 위치(검은 원)가 있는 아조레스 Gigante 해산의 해저지형 모델. 오른쪽은 ROV로 얻은 열수 분출공의 비디오 캡처

선을 제공하는 등 해양 보호의 질과 범위를 높이는 유일한 지역 기반 조치이다. 따라서 기후변화 회복력을 유지하고 생태적 및 사회적 유연성을 재건하기 위해서는 그 설립이 매우 중요하다. 현재 지구 해양의 6.35%가 보호구역으로 지정되어 있다(국제자연보전연맹, 2021). EU는 2020년까지 연안 및 해양 지역의 10%를 보호하는 목표(생물다양성 협약에 따른 Aichi 목표)에 합의하면서 바다의 건강을 유지해야 하는 이러한 책임에 따라 행동했다(유럽 환경청, 2018). 현재 포르투갈은 4.4%의 해양지역(167개 구역 76,765km<sup>2</sup>, EEZ 내측)을 보호하고 있으며(해양보전연구소, 2021), 이러한 보호를 강화하는 것이 목표이다(Garcia, 2014). 따라서 해저 지도화는 어디에서 무엇을 보호해야 하는지를 아는 데 매우 중요하다.

-경제, 안전, 보안 및 시민 보호 분야에서 효과적인 조치를 가능하게 할 수 있는 인식 수준 보장하는 의사결정 지원. 지식은 성공적인 결정의 원천이며, 핵심 데이터는 끊임없이 변화하는 환경에 대비하고 변형하는 데 필요하고 필수적이고 적절한 정보, 제품 및 서비스를 확보하는 데 필수적이다(미국 해양대기청, 2015). 예를 들어, 세계 위험 보고서(Global Risks Report)는 지난 3년 동안의 발생 가능성 측면에서 상위 5개 세계 위험에 극한 기상 현상, 기후 행동 실패 및 자연재해가 포함되었다(세계 경제 포럼, 2020). 해저 지도화는 다음과 같은 이점이 있으므로 이러한 위험을 완화하는 중요한 도구가 될 수 있다.: 기후변화, 기상 현상

및 인간의 영향으로 인한 환경 편차의 장기 모니터링을 위한 기준선의 설정, 해수면 상승 및 폭풍으로 인한 해안 홍수 위험을 결정하기 위한 모델 개발, 해양 및 연안 문제에 대한 대중의 인식 제고(미국 해양대기청, 2015).

### 구체적 활동 - 어떻게 지도화하고 있는가?

#### 데이터 수집

SEAMAP 2030 프로젝트 데이터는 두 척의 포르투갈 해군 수로 선박에 설치된 멀티빔 음향측심기로 획득되고 있지만, 기존 선박과의 계약으로 인해 몇 가지 대안이 검토되고 있다.

첫 번째는 해당 선박 이외의 다른 데이터 소스에 대한 접근이다. 매년, 수많은 과학 유람선이 포르투갈 해역에서 연구 활동을 수행한다. 비록 이러한 유람선의 목적이 항상 측심 데이터를 수집하는 것은 아니지만, 그들은 거의 항상 그들의 연구를 지원하기 위해 데이터를 수집한다. 이는 포르투갈 해양 공간의 실제 측심 범위가 Hidrografico 연구소(IH)의 현재 데이터에 반영된 것보다 크다는 것을 의미한다.

최근 몇 년 동안 IH는 이러한 유람선의 데이터 보관 및 관리를 담당하는 다른 지도 제작 및 수심 측량 기관과 접



축하고 있다. 몇 가지 예로는 국립해양대기청(NOAA), 독일연방해양수로청(BSH), 네덜란드 왕립해양연구소(NIOZ) 등이 있다. 원시 데이터 및 메타데이터에 대한 액세스가 제공되었다. 그런 다음, IH는 품질관리 목적으로 가능한 경우 데이터를 자체 데이터와 비교하여 데이터를 처리했다. 이 절차는 세 가지 주요 이점을 드러냈다. 데이터가 없는 곳에서 측심 범위를 증가시킨다. 이는 일부 데이터가 있었던 더 나은 측심 제품을 가능하게 하는 수심 밀도를 증가시킨다. 그리고 처리 단계에서 IH의 데이터 품질 표준을 유지한다. 따라서 이는 단순히 일반인에 의한 자발적 수집 공간정보(VGI)나 클라우드수심 수심측량만이 아니라 품질관리 절차를 거쳤으며 항해도 제작용으로도 사용될 수 있다. 이는 세계적인 노력(Seabed 2030)의 일부이기 때문에, 모든 데이터 관리자(데이터를 생산하는 기관 또는 데이터를 관리하는 기관)가 자발적으로 데이터와 정보를 공유한다면 이 절차는 훨씬 더 빨라질 것이다.

데이터 수집 효율성을 높이기 위한 또 다른 대안은 무인 시스템을 사용하는 것이다. 이러한 시스템의 사용, 즉 무인 수상 선박(USV)과 무인 수중 선박(UUV)이 전 세계적으로 채택되고 있다. 이러한 선박의 사용은 SEAMAP 2030 프로젝트에 두 가지 주요 이점을 가져올 수 있다. 첫 번째는 이러한 시스템이 힘의 승수 역할을 할 수 있어 조사 효율성을 높이고 조사 노력 시간을 줄일 수 있다는 것이다. 두 번째는 수중에서 UUV의 운용성이 바닥에 가까울수록 해상도를 향상시켜 필요한 곳에서 고 해상도를 더욱 높일 수 있다는 것이다.

### 데이터 관리

공간 데이터를 다룰 때 많은 문제 중 하나는 데이터를 최대한 활용하는 방법이다. 우리는 일정량의 데이터가 더 적은 양의 정보와 훨씬 적은 양의 지식을 생성한다는 것을 알고 있다. 따라서 지식 이전은 원본 데이터의 잠재력의 작은 부분을 나타낸다. 이는 제품과 서비스를 다양화함으로써, 즉 데이터를 다양한 용도에 사용하여 보

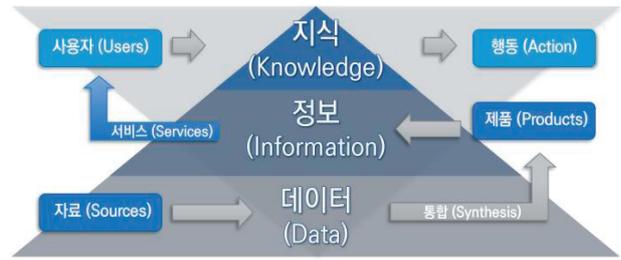


그림 5. 정보 및 지식 기반 데이터(IHO, 2017)

다 비용 효율적으로 사용함으로써 역전될 수 있다(IHO, 2017). 예를 들어, 측심 데이터는 공학, 지질학, 화학, 생물학과 같은 다양한 영역 또는 지속 가능한 개발 및 의사 결정 지원과 같은 구체적인 행동에 대한 지식을 생성할 수 있다. 그림 5는 이러한 개념을 보여준다.

이를 달성하기 위해 Hydrografico 연구소(IH)는 해양 및 연안 측심 데이터를 저장하는 새로운 공간 데이터베이스를 개발했다. 과거에, 저장된 조사 데이터 세트는 격자형 래스터에 해당하는 최종 수심 측량 표면이었다. 이제 MarPT라고 불리는 병렬 데이터베이스에는 측량에서 모두 검증된 수심이 포함된 포인트 클라우드로도 저장된다. 이를 통해 여러 조사에서 얻은 측심자료를 조합하여 측심 밀도를 높이고 과학 연구와 같은 지원에 전념하는 새롭고 구체적인 제품을 만들 수 있다.

해산의 지도화는 이 데이터베이스의 유용성의 한 예시였다. 최근, 해산에 대한 과학적 관심이 높아지고 있다. 이들은 중요한 생태계를 나타내며 생태계와 생물다양성, 유체역학, 결과적으로 퇴적물과 유기물의 퇴적에 영향을 미치기 때문에 형태가 특히 중요하다. 그림 6은 해상도가 다른 동일한 해산의 두 해저지형 모델의 예를 보여준다. 항해 안전과 관련된 최소한의 수심을 포착하였다면, 해상도가 떨어져도 해도 제작에 문제되지 않는다. 그러나, 예를 들어, 해산에서 과학적 연구를 수행하려면 더 나은 해상도가 필요하다.

### 데이터 제품

해저의 고해상도 지도화는 수로 측량에서 획득한 수심

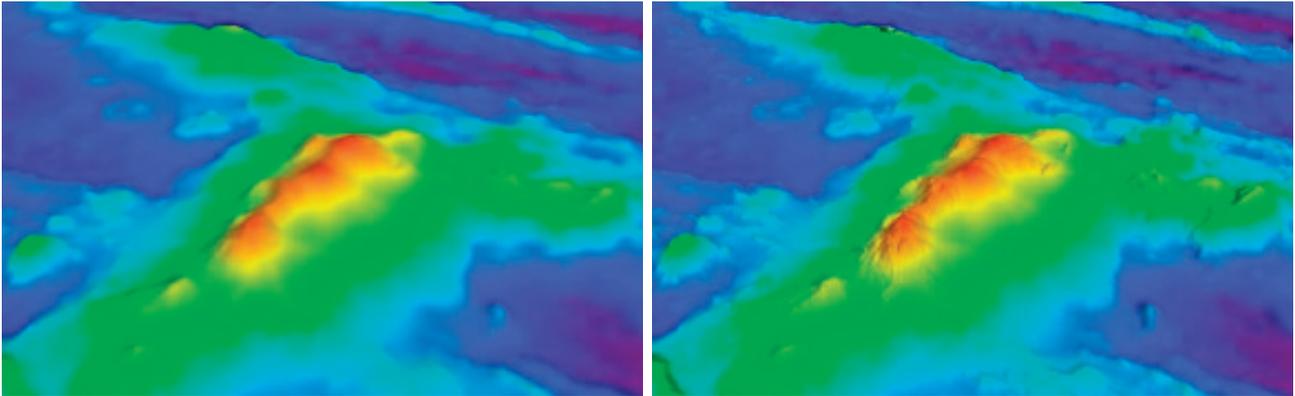


그림 6. 아조레스 Gigante 해산의 해상도가 다른 두 해저지형 모델. 목적에 따라서 어떤 모델이든 적합할 수 있다.

표 1. IH에서 만든 두 해저지형 모델의 샘플 해상도

Depth	Bathymetry model of object detection Resolution(2.5%)	Bathymetry model of full coverage Resolution(5%)
...	...	...
< 200m	5m	10m
...	...	...
< 600m	15m	30m
< 640m	16m	32m
< 720m	18m	36m
< 800m	20m	40m
...	...	...
< 1,040m	26m	52m
< 1,120m	28m	56m
< 1,200m	30m	60m
< 1,280m	32m	64m
< 1,440m	36m	72m
< 1,600m	40m	80m
...	...	...
< 2,080m	52m	104m
...	...	...
< 3,200m	80m	160m
...	...	...
< 4,160m	104m	208m
...	...	...
< 5,120m	128m	256m

이 충분한 밀도를 가지며 사용된 장비가 고해상도 측심 해저지형 모델을 생성할 수 있을 만큼 충분한 각도 해상도를 갖는다는 것을 의미한다. 이러한 종류의 모델링은

깊이의 2.5%에서 5% 사이의 수평 해상도를 갖는다. 예를 들어 800m 깊이에서 수평 해상도는 20m와 40m 사이여야 한다.

Hidrografico 연구소는 깊이의 약 2.5%의 수평 해상도를 가진 물체 감지를 위한 모델과 깊이의 약 5%의 수평 해상도를 가진 전체 범위의 모델의 두 가지 다른 해저지형 모델을 생산하고 있다. 이는 최근 해저지형 모델의 해상도가 깊이에 따라 변경되는 가변 해상도 표면 (Teledyne CARIS, 2018)의 가용성 및 구현으로 가능했다. 수심이 낮을수록 해상도가 높고 수심이 깊을수록 해상도가 낮다.

표 1은 IH의 측심 모델에 사용되는 해상도를 설명한다. Seabed 2030 프로젝트에 제안된 것보다 훨씬 우수함을 알 수 있다: 격자 해상도 100~1500m 깊이, 격자 해상도 200~3000m 깊이, 격자 해상도 400~5750m 깊이, 격자 해상도 800~11000m 깊이(Mayer, et al., 2018).

### 결론

SEAMAP 2030은 Hidrografico 연구소의 주요 지도화 프로그램 중 하나이다. 그 비전은 2030년까지 국가 해양 공간의 고해상도 100% 지도화를 달성하는 것이다. 현재, 국가 해저 지도화 영역은 3개의 배타적 경제수역 (EEZ)과 대륙붕 연장 요구 지역을 고려할 때, 전국 해저의 지도화 범위는 약 55%이다. 이를 성공하기 위해서



는 멀티빔 음향측심기가 장착된 가용 수로 선박을 사용하여 연간 평균 100일(3개 EEZ)에서 180일(3개 EEZ 및 대륙붕 연장 요구 지역)의 조사를 수행해야 한다. 이러한 조사 노력은 무인 시스템의 사용이 보다 안정적이고 저렴해지고, 다른 수로 기관이나 연구 기관이 보유한 정보가 일부 커버리지의 격차를 메울 수 있다면 최적화될 수 있다.

SEAMAP 2030의 목표는 국제 프로젝트인 Seabed 2030가 지지하는 목표와 일치하고 더 위로 거슬러 올라가며 둘 다 UN의 지속 가능한 개발을 위한 해양 과학의 10년에 의해 프레임화된 더 큰 그림의 일부이다. 특히 이러한 이니셔티브는 과학 연구, 지속 가능한 관리 및 의사 결정 지원을 개선하는 데 필수적이다. 전 세계적으로 그들은 바다의 보존과 지속가능한 이용에 매우 중요하다.

SEAMAP 2030 프로그램은 해저 지도 작성을 완료하기 위한 단순한 수로 측량 이상의 것으로 밝혀졌다. 이 과정은 데이터가 다음과 같은 방식으로 혁신을 가져오고 새로운 개념의 구현을 단축하는 것이다.

- 획득: 데이터 출처를 적극적으로 검색하고, 데이터를 처리하고 품질을 제어, 무인 차량과 같은 대체 조사 플랫폼의 사용 계획
- 저장: 해저지형 모델링의 향후 개선 사항에 적용할 수 있는 신규 데이터베이스를 생성
- 그리고 사용: 해도 제작과 항해의 안전을 넘어 다른 목적으로 새롭고 특정한 제품을 생산

SEAMAP 2030과 Seabed 2030은 막대한 인적, 경제적 노력이 필요하다. 따라서, 미지의 조사에 모든 노력을 집중하는 것 외에도, 수로 기관과 연구 기관도 가능한

한 그들이 보유한 데이터를 공유해야 한다. 가까운 미래에 광범위한 협력에 대한 보답은 반드시 결실을 맺게 될 것이다.

 European Environment Agency, 2018. Marine protected areas.

Garcia, R., 2014. Portugal vai ter 400 mil quilómetros quadrados de áreas marinhas protegidas.

International Hydrographic Organization, 2017. G-17 - Spatial Data Infrastructures - The Marine Dimension. 2.0.0 ed. Monaco: International Hydrographic Organization.

International Union for Conservation of Nature, 2021. Marine protected areas and climate change.

Marine Conservation Institute, 2021. Marine Protection Atlas - Marine Protection by Country.

Mayer, L. et al., 2018. The Nippon Foundation-GEBCO Seabed 2030 Project: The Quest to See the World's Oceans Completely Mapped by 2030. Geosciences, Volume 8(2): 63.

National Oceanic and Atmospheric Administration, 2015. Seafloor Mapping: The Foundation for Healthy Oceans and a Healthy Planet.

Schmidt Ocean Institute, 2021. Seafloor Mapping.

Seabed 2030, 2017. The Nippon Foundation: GEBCO Seabed 2030 Mission Statement.

Seabed 2030, 2020. Nearly a fifth of world's ocean floor now mapped.

Soares, C. V., 2020. O Conhecimento Científico do Oceano. Instituto Hidrográfico, Conhecer o Mar para que todos o possam usar. Cadernos Navais, Volume 57.

Teledyne CARIS, 2018. HIPS and SIPS Technical Note-Variable Resolution Surfaces. s.l.:Teledyne CARIS.

United States Geological Survey, 2020. Sea Floor Mapping Group.

World Economic Forum, 2020. The Global Risks Report 2020.

원문 출처: <https://ihr.iho.int/articles/program-seamap-2030-100-of-the-portuguese-maritime-spaces-mapof-the-portuguese-maritime-spaces-mapped-by-2030/>

# 위험한 전쟁 잔재 북해의 군수품 및 잔해

Hydro International, 2021년 12월 14일

두 차례의 세계 대전을 통해 수많은 선박과 항공기가 바다에서 실종되었다. 이들 중 다수는 많은 양의 연료와 군수품을 싣고 침몰했는데, 잔해탐사는 목숨을 잃고 침선에 묻힌 수많은 선원과 공군 장병들을 잊지 않기 위해서이다. 전쟁이 끝난 후, 여분의 탄약은 바다에 버려졌고, 때로는 그것이 폐기물 투기장으로 운반하는 배들과 함께 버려졌다. 그 결과, 바다에는 수천 개의 난파선[침선, 沈(沒)船]과 수많은 재래식 탄약 및 화학 약품들이 있다. 문제는 이것들이 어떻게 우리의 일상생활에 영향을 미치는 가이다.

## 침선의 잠재적인 위험

오랫동안 고려되어 왔던 침선의 주된 위험은 해상 운송에 주는 위험이었다. 수년에 걸쳐, 수로국(Hydrographic Offices)은 침선의 위치와 가장 얇은 수심을 기록하여 침선이 해상 운송에 위험이 있는지에 대한 여부를 판단했다. 상당한 위험을 초래할 것으로 여겨지는 침선들을 제거하였고, 나머지는 해도에 표시하고 필요한 경우 부표와 함께 위치가 표시되었다.

그러나 몇 년 동안 두 가지 다른 위험 요소가 드러나게 되었다. 하나는 불발 재래식 군수품 잔해(UXO)의 잠재적 폭발이다. 물론 이것은 새로운 것이 아니며 정기적인 불발 재래식 군수품 조사가 수행되었다. 그러나 이들은 일반적으로 침선이 아닌 해저 바닥에 초점을 맞추었지만 더 이상 존재할 만한 공간이 남아있지 않으면서 군수품이 실린 침선에 대한 관심이 높아지고 있다. 다른 위험은 침선의 정보가 명확하지 않아 어찌면 더 위험할 수 있다는 것이다. 말했듯이, 대부분 선박은 연료와 군수품을 싣고 침몰했으며, 작전에 따라, 이 두 가지를 가득히 보충했을 수도 있다. 수년에 걸쳐 이 침선들은 선박이 침몰했을 때 아주 새 것이었을 수도 있는 강철은 부식되고 약화되었다. 현재 1차 세계대전의 침선들은 100년이 넘었다. 그러나 선박의 강철뿐만 아니라 폭발물에 들어

있는 물질과 연료 탱크를 포함하는 재료도 변질된다. 결과적으로 침몰한 침선에 포함된 화학 물질들이 환경으로 방출되고 있지만, 환경에 얼마나 그리고 어떤 영향을 미치는가?

## 북해의 침선

이러한 질문에 답하기 위해, 이 문제를 조사할 목적으로 북해 침선(North Sea Wrecks)이라는 유럽 인터레그(Interreg) 북해 지역 연구 프로젝트가 2018년에 시작되었다. 이 프로젝트는 벨기에, 네덜란드, 독일, 덴마크 및 노르웨이의 기관 간의 협력이다. 연구의 일환으로, 각국은 북해의 해당 지역에서 여전히 위험한 물질을 포함하고 있을 수 있는 여러 침선을 조사하고 있다. 벨기에의 플랑드르 해양 연구소(VLIZ), 네덜란드의 빌럼 바르츠 해사 연구소(MIWB), 독일의 알프레트 베게너(Alfred Wegener) 연구소, 덴마크의 오르후스(Aarhus) 대학교 및 노르웨이의 국방연구소(FFI)가 연구를 수행하고 있다. 이 연구의 초점은 주로 군수품에 맞추어져 있으나, 군수품과 관련된 위험에 대해서는 거의 알려진 바가 없다. 침선들은 전쟁 역사와 침몰 당시 선내에 군수품이 존재할 가능성에 초점을 맞춘 역사적 연구를 통해 선정되었다.



발시킨 후 완전히 침몰하였다. 그러나 전쟁 기록에 따르면 선미는 온전하며, 2020년과 2021년 조사에서도 완전히 손상되지 않은 것으로 밝혀졌으며 여전히 어뢰 2발을 남아 있는 것으로 추정된다. 네덜란드 왕립 해군 함정인 Geosea가 실시한 추가 합성구개음향측심기(SAS)에 의한 조사에서 두 침선의 상태가 확인되었다.

다음 단계는 광범위한 생화학적 표본 추출을 수행하는 것이었다. 모든 침선에 대해 표본 추출은 잠수하는 동안 샘플을 채취할 뿐만 아니라 가능한 경우 비디오투를 사용하여 침선의 상태를 주로 잠수부들을 통해 조사가 수행되었다. 맥스 건들라크(Max Gundelach) 및 UB-61을 위해 빌럼 바르츠 해사 연구소(MIWB) 연구원들은 2021년 여름에 네덜란드 왕립 해군에서 네덜란드 왕의 선박(HNLMS)의 Geosea, 스키담(Schiedam)과 그들의 잠수팀을 이용하여 표본 추출 활동을 수행했다.

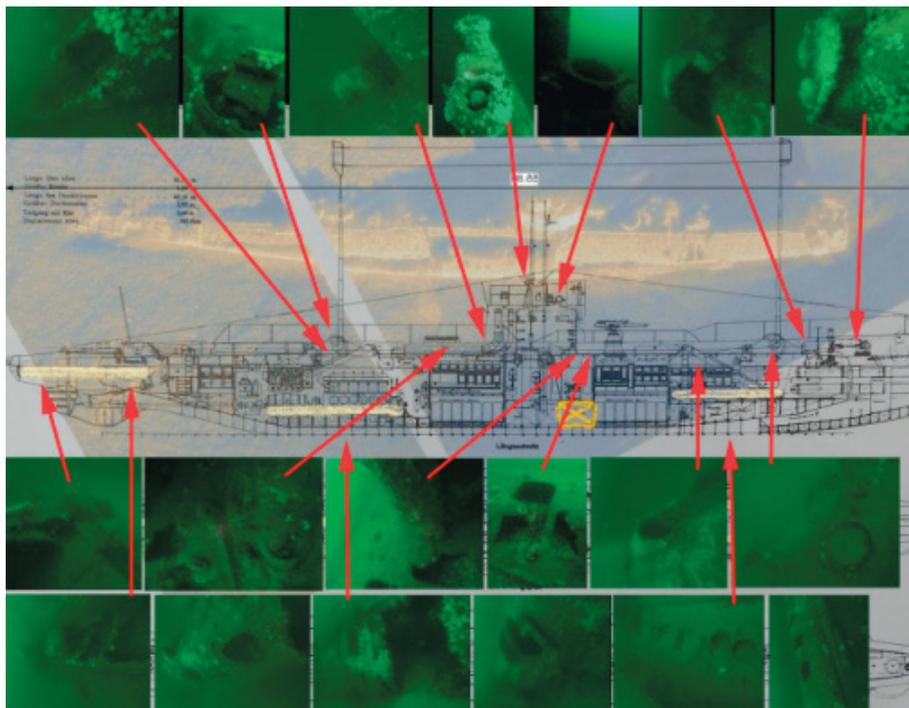
해저 바닥과 물 샘플은 모든 국가에서 잔해 주변의 다양한 지점 또는 눈에 보이는 군수품에서 채취되었다. 또한, 가능한 경우 수동 채집기와 홍합을 침선에 부착시켰다. 홍합(기본적으로 양식 홍합)과 수동 채집기는 물 여

과막 역할을 한다. 침선에 머무는 동안, 그들은 물을 여과하고 모든 화학 물질이 막에 흡수된다. 몇 달 후, 침선에서 잠수부가 회수하여 키일(Kiel) 대학교의 독성학 연구소로 보내진다. 막을 분석함으로써 강력한 화약(TNT)과 그 유도체 등의 화학 물질의 존재 및 총량을 평가할 수 있다.

**위험한가? 위험하지 않은가?**

큰 문제는 소금물에서 100년 후에 거의 보존될 수 있는 군수품에서 화학 물질이 새고 있느냐가 아니라 얼마나 심하게 누출되는 가이다. 이것은 누출되는 양에 관한 것이 아니라, 일반적으로 환경과 특히 사람에게 나타나는 위험에 관한 것이다. 이러한 물질은 암과 돌연변이를 일으킬 수 있으며 먹이사슬에 흡수되지만, 결국 이러한 물질을 흡수한 생물도 물고기에 의해 먹히고, 물고기는 사람에게 먹힌다.

이 위험은 물질이 군수품을 둘러싼 바닷물로 방출되고 물속에서 확산되기 때문에 쉽게 추론할 수 없다. 해류가 강할수록 물질이 더 빨리 확산되고 관측되는 농도는 더



UB-61의 도면 및 SAS 데이터에 오버레이된 잠수 비디오의 스틸 이미지



낮아진다. 이 연구는 먹이사슬과 인간의 음식물로 들어가는 양을 결정하는 데 초점을 맞추고 있다. 키일(Kiel) 대학교의 독성학 연구소는 인간에게 미칠 수 있는 독성학적 영향을 조사하고 있다.

현재 대부분의 표본을 채취했으며 일부는 완벽하게 분석되었다. 그 결과는 군수품에서 파생된 강력한 화약(TNT)과 같은 화학 물질의 누출을 확인하였다. 그러나, 중요한 질문은 일반적으로 동물과 특히 인간에게 미치는 독성에 관한 것이다. 지금까지는 현실 세계에 미치는 영향에 대해 단정적으로 말할 수 있는 것이 없다. 2021년에는 북해 침선(North Sea Wrecks) 컨소시엄에 침선 및 군수품과 관련하여 식품 안전을 보다 면밀히 평가하기 위해 추가 보조금이 지급되었다.

### 법적 복잡성

침선이 너무 많아서 어떤 것을 먼저 처리해야 할지 결정하기 어렵다. 하지만, 또 다른 문제는 바다의 많은 침선에 대해 알려진 것이 거의 없다는 것이다. 과거에는 종종 해도에 위치 및 수심만 기록되었다. 때때로 우리는 선박명은 알고 있지만, 운반되는 화물에 대한 정보는 거의 없다.

프로젝트의 한 측면은 군수품 및 기타 위험 물질 측면에서 침선의 위험을 평가하기 위해 어일부 정보를 사용할 수 있고 데이터베이스에 수집해야 하는지를 결정하는 것이다. 네덜란드의 Periplus와 독일의 North.io은 연구의 이 부분에 초점을 맞추고 있으며 정책 입안자가 객관적인 기준에 따라 어떤 침선을 우선하여 처리해야 하는

지를 결정할 수 있는 의사결정 지원 시스템을 개발하고 있다.

또한, 침선에 관한 많은 국내법과 국제 협약이 있지만, 특정 상황에서 어떤 법이 우선해야 하는지는 불분명하다. 예를 들어, 침선은 전쟁 잔해, 문화적 역사적 대상, 항해에 대한 위험 또는 환경에 대한 위험이 될 수 있다. 종종 이는 이들 중 하나를 선택하는 것이 아니라 여러 요인의 조합이다. 이 법적 문제는 프로젝트 내의 빌럼 바르츠 해사 연구소(MIWB)가 수행한 작업의 일부로 더 많이 알려지고 있다. 이상적으로는 특정 상황에서 특정 침선을 어떻게 처리할지에 대한 명확한 결정 프레임워크가 있어야 한다(연구 결과 및 의사 결정 지원 시스템을 기반으로 함). 이 문제는 오슬로 파리 협정의 인간 활동의 환경 영향 위원회(OSPAR EIHA) 내에서 논의되고 있으며, 이것이 군수품이 포함된 침선의 위험 평가의 모범사례 및 접근 방식의 공유로 이어지기를 바란다.

### 결론

위험한 침선의 문제는 복잡한 문제이다. 현재 우리는 그 문제가 얼마나 큰지, 환경이나 식품 안전과 관련된 문제가 있는지 전혀 모른다. 더 많은 연구가 필요하며, 건전한 정책 프레임워크가 개발되어야 한다. 보다 효과적인 결정을 내릴 수 있도록 군수품을 포함하고 있는 것으로 알려진 침선에 대한 국가 당국이 접근할 수 있는 데이터베이스를 제작하는 것을 시작하는 것이 좋은 출발점이 될 수 있다.

원문 출처: <https://www.hydro-international.com/content/article/dangerous-war-remnants>

### 본 기사가 우리에게 주는 의미

한강하구역 조사가 일부 이루어졌으나 정밀 탐사 과정에서 침선 위험 요인을 함께 고려하여 연구할 필요가 있다. 이때 본 연구의 보고서를 벤치마킹할 수 있을 것이다.

# 수심측량 정보와 머신러닝을 이용한 해양 서식지 지도 - 무인 및 자율 기술 발전의 큰 이점

Hydro International, 2022년 9월 23일

가장 최신의 멀티빔 음향측심기(MBES) 소나 시스템은 수심측량과 동시에 다양한 해저 표면에 서 반사 강도를 기록할 수 있다. 이 기능을 통해 해저의 다양한 유형을 탐색하고, 해양 서식지 지도를 만들 수 있다. 이 사례연구는 Malaysia's Redang Marine Park(해양공원) 내 해양 생태계 지도를 만들기 위해 수로측량 데이터가 어떻게 활용되었는지를 보여준다.

## 수중음향 자료를 이용한 해양 서식지 지도 제작 기술

해저지질의 표본 채취(grab sampling), 수중 비디오 관찰 또는 다이빙 활동 등과 같이 현장에서 획득한 서식지에 대한 데이터를 활용하여 어떤 유형의 해양 생태계 지도를 만들 수 있다. 그러나 이러한 지도는 점(point) 기반이며, 표본 채취 데이터만 활용해서는 거의 가치가 없다. 멀티빔 음향측심기(MBES)로 측량한 해저 지형 지도

와 같은 고해상도 공간 데이터를 사용하여 이 문제를 해결할 수 있다. 수로 측량의 수중음향 자료의 장점은 측량 선박에서 원격으로 수집하는 방식으로, 100%에 가깝게 해저를 커버하고, 더 나은 공간 해상도를 제공한다는 것이다. 그러나 해양조사 자료만으로는 해양 서식지를 만들어 낼 수는 없다. 이전의 연구들은 해양 생태계와 해저 지형 사이에 상당한 상관관계를 발견하게 하였는데, 여기에는 그 복잡성이나 굴곡뿐만 아니라 많은 유형

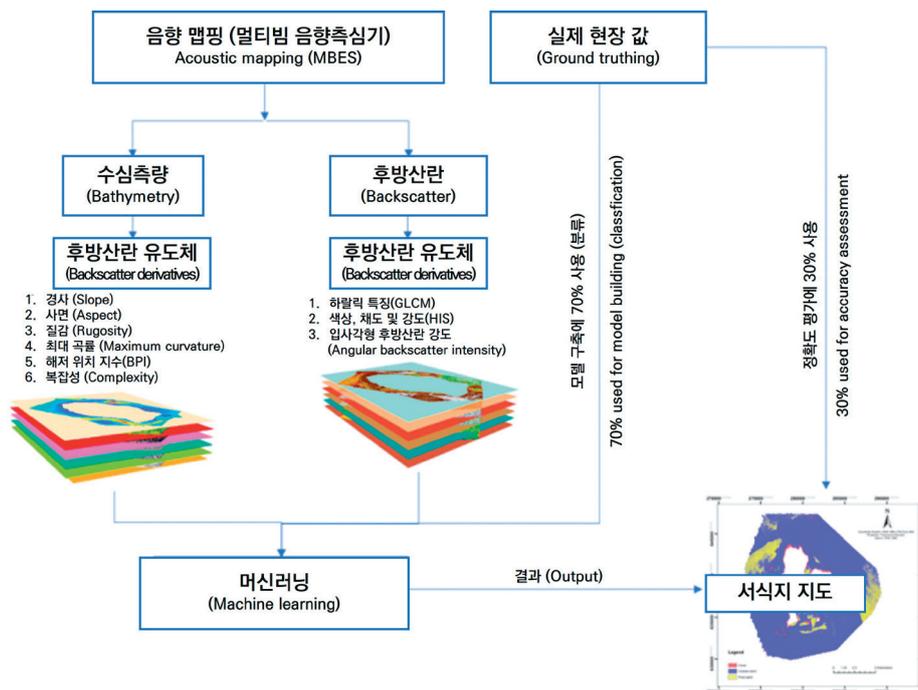


그림 1. 해양 서식지 지도를 생성하는 데 사용되는 과정이 순서도에 그려져 있으며, 지상 실측 데이터, 해저 음향 정보 및 머신러닝 기술도 함께 사용되고 있다.



의 해저 퇴적물과 그 질감도 포함한다. 멀티빔 음향측심기의 측심자료와 후방산란 자료를 추가로 분석하면, 서식지의 가변성을 재현하게 되고, 이러한 가변성을 설명할 수 있다. 후방산란 데이터의 퇴적물 질감 및 속성뿐만 아니라 해저 수심측량 자료에서 지형의 기울기, 주름 형상, 복잡성 및 저서생물의 위치 인덱스와 같은 파생된 해저경관 정보들이 이에 대한 사례가 된다(예: 회색농도 차이에 의한 질감, 입자 크기 및 침전물 클래스). 이러한 데이터 셋은 표본 데이터와 함께 머신러닝 기술과 결합하여 공간적으로 명확한, 예측을 위해 특화된 모델을 개발하는 데 사용할 수 있고, 그 결과로 해양 생태계 지도를 제공한다(그림 1).

### 수심 측량 및 해저 지질 표본 추출 데이터

이 연구를 위한 수중음향 자료를 수집하기 위해 Universiti Teknologi Malaysia(UTM)와 National Hydrographic Centre(NHC) 간 파트너십이 형성되었다. 이 조사는 해양 서식지 지도 작성을 위한 데이터 제공 외에도 해도 제작 및 수심 측량 데이터베이스 추가와 같이, NHC의 통상적 업무에 활용될 수 있다. 멀티빔 음향측심 측량에는 Kongsberg EM2040C MBES system이 사용되었다. 이번 조사는 국제수로기구(IHO) 사양에 따라 실시되었으며, 여기에는 패치(patch) 검보정, 조석 변동 추적, 음속 변화 기록이 포함된다. Caris Hips 및 Sips 소프트웨어를 사용하여 원시 수심 데이터를 처리한 후, 최종적으로 1m 해상도의 해저 측심 지도를 생성했다. 해양 서식지와 관련하여 중요한 해저 지형의 변화상태를 설명하기 위해 수심측량에서 해저경관 정보와 같은 추가적 항목이 생성되었다. 후방산란 모자이크(또는 이미지)와 입사각(후방산란의 각도 의존성)의 함수인 후방산란 강도는, 원시 강도 자료를 처리한 후에, Fledermaus Geocoder Toolbox(FMGT) 소프트웨어를 사용하여 생성되었다. grey level co-occurrence matrices(이미지 텍스처 분석) 및 이미지 향상 접근 방식(색조, 채도 및 강도)을 사용하여 다양한 후방 산란 텍스처가 후방 산란 모자이크에서 생성되었다. 각도 거리 분석법(ARA,

Angular Range Analysis)을 사용하여 (1) 퇴적물 유형 및 (2) 퇴적물 입자 크기(직경) 정보를 생성하였다.

### 머신러닝을 이용한 해양 서식지 지도 제작

전체 범위의 서식지 정보를 생성하기 위해, 표본 추출 자료만으로는 실용적이지 않을 수 있다. 머신러닝은 직접적인 실측 정보를 사용할 수 없을 때 서식지 등급을 예측하는 목표를 달성하기 위한 방법 중 하나이다. 모델(해저 경관 파생정보를 포함)을 개발하기 위해 수중음향 자료 세트와 실측 정보 사이의 연결은 머신러닝 처리 과정에 먼저 사용된다. 모델을 사용하려면 서로 다른 등급의 해양 생태계를 구별할 수 있는 충분한 자료가 있어야 한다.

즉, 각각의 해양 생태계 유형에는 고유한 음향 특성이 있다. 그런 다음, 이 관계(모델)를 적용하여 머신러닝 알고리즘은 수중음향 자료를 기반으로, 직접적인 실측 정보가 없는 곳에 서식지 범위를 구별한다. MBES 매핑에 의해 생성된 측량 데이터에 따르는 그 출력물은 전 지역을 포괄하는 공간상 명시적인 서식지 지도이다. 이 지도의 유효성을 검증하기 위해 지도 평가를 위한 일부 실측 정보를 남겨두었다.

### 해양 서식지 지도 결과

Redang Marine Park의 최종적 해양 서식지 지도는, 1m의 공간 해상도를 가지며, 그림 2에서 확인할 수 있다. 해양 서식지의 분포, 특히 이 지역의 산호와 해초밭(seagrass beds)의 공간적 분포가 지도에 표시되어 있다(그림 3). 이러한 해상공원 당국에서 산호 면적 크기를 추정하는 것은, 미래의 보전 노력 계획 또는 서식지 변화 연구를 위한 기준으로 사용될 것이기 때문에, 매우 중요하다. 해초밭은 물고기, dugongs(인도양, 남태평양에 서식하는 중대형 해양 초식성 포유류), 바다거북과 같은 해양 생물에게 먹이와 은신처를 제공하기 때문에 이 지역의 또 다른 중요한 해양 서식지이다. 해초의 분

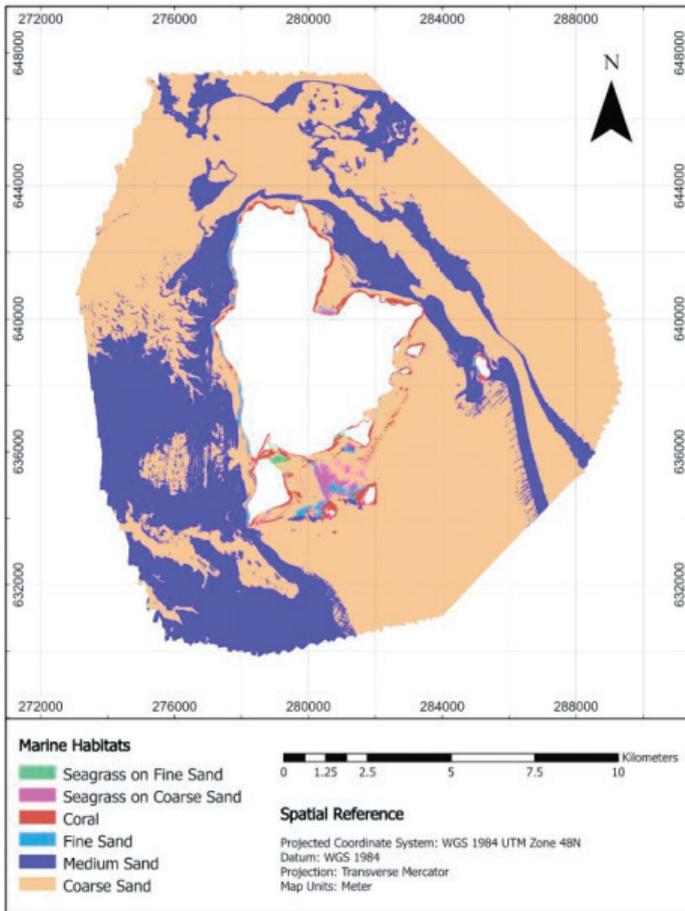


그림 2. Redang Marine Park의 해양 서식지 지도는 산호, 해초, 퇴적물 종류 등 주요 서식지에 대한 수중음향 자료, 실측 정보 및 머신러닝 접근법을 활용하여 작성되었다.

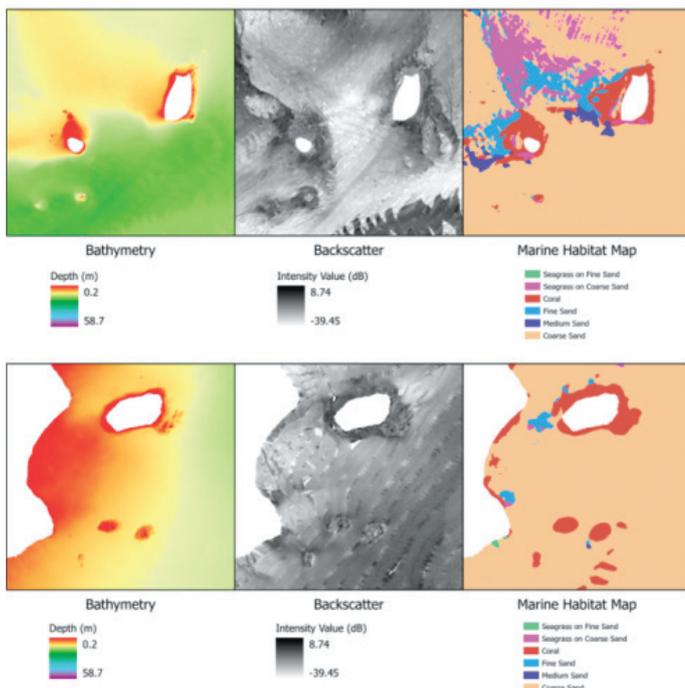


그림 3. 만들어진 해양 서식지 지도와 1차 수중음향 자료 세트(수심측량 및 후방산란) 간의 자세한 비교 그림

포는 해양 서식지 지도에서 공간적으로 설명되며, 이러한 지식은 인간 활동이 생태계 악화에 어떤 영향을 미칠 수 있는지를 결정하는 데 중요한 역할을 한다. 지도는 또한 해당 지역에 존재하는 다양한 유형의 퇴적물, 특히 미세하고 거친 모래의 분포를 보여준다. 지도는 개별 종(예: 여러 유형의 산호)에 대한 자세한 정보 대신 광범위한 해양 서식지 정보를 제공하므로, 해당 지역의 전체 서식지에 대한 포괄적인 개요를 제공하는 데 유용하다. 수산부는 이 정보를 이용하여 보존 전략을 수립할 수 있으며, 말레이시아 연안 해역의 생물다양성 지역의 해양 공간 계획(Marine Spatial Planning)을 위한 주요 입력 자료 중의 하나로 사용할 수 있다.

### 결론

수로 측량의 결과물인 수중음향 자료는 표준의 지도 제작 목적에 유용할 뿐만 아니라 '한 번 수집, 여러 번 사용'이라는 철학에 따라 다른 목적을 위해 분석하고 확장할 수 있다. 해양 서식지 지도화의 경우 수중음향 자료만으로는 충분하지 않을 수 있으며, 표본 채취 자료 및 머신러닝 기술과의 통합이 유용한 것이다. 본 연구에서 제시된 방법은 넓은 영역에 걸쳐 너무 많은 표본자료 수집의 애로사항을 극복하게 해준다. 생성된 해양 서식지 지도의 신뢰성을 보장하기 위해 생성된 모든 해양 서식지 지도가 인공물과 오류가 없도록 수로 측량의 정확성과 요구사항은 가능한 한 높아져야 한다. 무인 수상 선박, 자율시스템 활용 등 현재의 기술 발전으로 인해 해양 서식지 지도화 프로젝트는 더 적은 비용과 시간으로 완료할 수 있고 더 자세한 정보를 제공할 수 있다. 우리는 미래에 해양 서식지 지도가 항해도 및 수심측량 자료만큼 해양조사 관계자에 중요할 것으로 예상된다.

원문 출처: <https://www.hydro-international.com/content/article/marine-habitat-maps-from-hydrography-and-machine-learning>



## 종이 해도 제작 중단 의사를 발표한 영국수로국(UKHO)

Hydro International, 2022년 8월 16일

영국수로국(UKHO)은 디지털 항해 제품 및 서비스에 대한 집중도를 높이기 위해 2026년 말까지 전 세계 종이 해도 생산 중단이라는 선택을 진전시킬 의사를 발표하였다.

영국수로국(UKHO)이 ADMIRALTY 표준 항해도(SNCs: Standard Nautical Charts)와 주제별 지도(Thematic Charts) 상품을 중단하려는 계획은, 항해에 주로 디지털 제품 및 서비스를 이용하려는 해양, 해군 및 레저의 더 많은 사용자를 고려한 대응이다. ADMIRALTY Maritime Data Solutions의 디지털 항해 제품은 거의 실시간으로 업데이트할 수 있어 해상에서의 인명 안전(SOLAS)을 크게 향상시킬 수 있다.

종이 해도 생산의 단계적 중단은 수년에 걸쳐 진행될 것이며, 2026년 말에 완료될 것으로 예상된다. 동시에, 영국수로국은 여전히 종이 해도 제품을 사용하는 부문에 대하여는 실행 가능한 공식적 디지털 대체품을 개발할 것이다. 이는 해양 및 해안 경비청(MCA: Maritime and Coastguard Agency)은 물론 기타 단속 기구, 수로기관, 업계 파트너와 공급사를 포함한 모든 고객 및 이해 관계자와 긴밀한 소통을 통해 신중하게 관리되는 절차를 밟을 것이다.

### 해상에서의 인명 안전(SOLAS) 의무의 전환

영국수로국(UKHO) 국장인, Peter Sparkes는 다음과 같이 말했다: “종이해도 생산을 중단하는 절차를 시작하기로 한 결정은 우리가 오늘날 선원들의 요구를 충족하는 첨단 디지털 서비스에 더 집중할 수 있게 해줄 것입니다. 우리가 미래를 내다볼 때, 우리의 핵심 목적은 선박 운항의 안전과 이를 달성하기 위한 가능한 최상의 항해 솔루션을 제공하는 것입니다. 영국 해군, 상선 또는 기타 해양 이용자를 위해 우리는 안전하고 안정적이며 변영하는 해양을 추구하고자, ADMIRALTY 디지털 서비스를 개발하고 제공하는 데 중점을 둘 것입니다.

우리는, 영국수로국이 종이해도 제작에 뛰어난 역사를 갖고 있고 항해자들이 여러 세대에 걸쳐 ADMIRALTY 해도에 쌓아온 신뢰를 고려할 때, 이번 발표의 중요성을 이해합니다. 우리는 종이해도 제품을 중단하는 동안, 표준 항해도(SNCs) 사용자를 지원하고 우리의 공급사와 협력하여, 사용자가 지금부터 계획된 2026년 사이에 디지털 대체품으로 전환할 수 있도록 지원할 것입니다.”

디지털 항해 솔루션으로의 전환은 종이해도에 대한 수요의 급격한 감소를 동반했으며, 이는 해상에서의 인명 안전(SOLAS)이 의무화된 전자해도표시 정보시스템(ECDIS)으로의 전환과 차세대 항해 서비스를 포함한 디지털 솔루션의 더욱 광범위한 이점으로 인해 제기되었다고 피터 스파크스(Peter Sparkes)는 설명하였다.

“해상 운송은 디지털 혁신, 해상에서의 향상된 위성 연결, 차세대 항해를 지원하는 최적화된 데이터 솔루션으로 뒷받침되는 미래를 향해 빠르게 나아가고 있습니다.



그림 1. 2026년부터, 영국수로국은 디지털 항해 제품과 서비스에 전적으로 집중할 것이다.

영국수로국은 이러한 디지털 전환의 선두에 서서, 전 세계 선원들이 의존하는 확실하고 세계적으로 신뢰받는 ADMIRALTY 항해 서비스를 계속 제공하는 것을 목표로 합니다.”

### 해양 항해의 새로운 시대

영국 국방부 장관인 골디(Goldie) 남작은 다음과 같이 말했다: “최근 몇 년간 디지털화와 급속한 기술발전으로 인해 세상은 인지할 수 없을 정도로 변화하였습니다. 해양과 관련하여 국방부의 최우선 과제 중 하나는 선박운항을 가능한 한 안전하게 하는 것입니다. 이를 달성하기 위해 업계는 선박과 선박 간 또는 선박과 육지 간 데이터를 거의 실시간으로 공유하는 디지털 도구 및 기술로 계속 전환해야 합니다.

항해용 해도에 대한 세계 최고 권위기관 중 하나인 영국수로국은 안전과 데이터 정확성을 향상시키는 다양한 디지털 솔루션을 제공해야 할 필요성을 충분히 인식하고 있습니다. 디지털 제품과 서비스에 집중하기로 한 결정은 전략적이고 상업적으로 타당하며, 디지털 혁신에 의해 강화될 새로운 해양 항해 시대를 여는 데 도움이 됩니다.”

### 공식 장비 및 데이터

영국 해양 및 해안 경비청(MCA)의 Technical Services Navigation 부국장인, 리처드 벨(Richard Bell)은 다음과 같이 말했다: “종이 제품이 해상에서 사용되는 항해 제품의 소수를 차지하는 시점에서 MCA는 안전한 항해를 위한 공식 디지털 항해 제품의 이점을 인식하고 있습니다. 영국수로국(UKHO)의 이번 발표는 다양한 해양 최종 사용자의 요구에 적합한 공식 장비와 데이터가 지원해야 하는 내비게이션의 미래에 대한 명확한 비전을 나타냅니다.

우리는 이 비전을 실현하기 위해 영국수로국과 이해 관계자 및 업계와 긴밀히 협력할 것을 약속합니다. 영국수로국의 2026년 일정에 앞서 제안된 변경 사항에 대한 기

술적 및 법적 장벽을 극복하기 위해서는 긴밀한 소통이 필수적입니다.”

### [종이해도 제작 중단에 대해 자주 묻는 질문]

#### • 어떤 종이 제품들이 폐지되는가?

ADMIRALTY 표준 항해도(Standard Nautical Charts), 주제별 지도(Thematic Charts), ARCS(래스터 해도), Tracings(해도 보정용 트레이싱도), 소형선용 해도(Small Craft Charts) 및 주문 프린트 해도(Print on Demand)는 단계적으로 시장에서 사라질 것이며, 우리는 전자해도 표시정보 시스템(ECDIS) 서비스의 내용을 재평가할 것이다. 종이 해도 폐지에는 종이 항해용 서지는 포함되지 않으며, 이는 계속 지원될 것이다.

#### • 종이해도를 폐지하는 프로세스는 언제 시작되는가?

ADMIRALTY 표준 항해도(Standard Nautical Charts)의 단계적 폐지를 시작으로, 일몰 절차(sunsetting process)는 올해 개시될 것이다. 우리의 목표는, 우리가 생산을 중단하는 종이해도를 포함한 모든 해도는 디지털로 확실히 이용할 수 있게 하거나 다른 수로국 것으로 계속 이용할 수 있게 하는 것이다. 이를 위해 데이터 공유와 협력의 기회를 모색할 것이다.

일몰 과정은 처음에는 이미 수요가 적고 제품 공급을 계속하기 위해 많은 양의 유지 관리가 필요한 해도를 다룰 것이다. 지역별로 이러한 해도를 평가하고 주간 항행통보(Weekly Notice to Mariners)에 경보를 신기 전에 중단 취지에 대한 세부 정보를 공유할 것이다. 우리는 이 과정 중에 포트폴리오를 지속적으로 재검토하고 모든 종이 해도가 폐지될 때까지 수요가 가장 낮은 해도부터 시작할 것이다.

#### • 어떤 종이 해도를 가장 먼저 단계적으로 폐지할 것으로 예상하는가?

축척이 보다 큰 해도는, 이들이 커버하는 공간에 개별 선박이 방문하는 횟수가 일반적으로 더 적기 때문에 첫 번째로 제거될 것 같다. 또한 해도 자체에 업데이트를



가장 많이 필요로 하는 경우가 많아서 해도제작 부서에 유지관리 요구 수준이 높아진다.

• 이 과정이 고객에게 어떤 영향을 미치는가?

우리와 해양 및 해안 경비청(MCA)은, 특히 디지털 내비게이션의 채택에 물류장벽 또는 의무이행 장벽을 안게 될 수 있는 사용자를 위해 디지털 해도의 제품으로 전환할 수 있는 경로를 만들기 위해 협력하고 있다.

영국수로국(UKHO)이 1차 해도제작 기관인 세계의 각 지역은 어떻게 되는가?

영국수로국은 63개 연안국 및 속령에 대하여 1차 해도제작 기관(Primary Charting Agency)이다. 우리는 이 주와 속령이 그들의 필요에 적합한 전환 경로를 찾도록 지원할 것이다.

• 듀얼 ECDIS에 접근할 수 없는 항해자는 어떻게 규정을 준수하는가?

영해(Home Waters) 내에서, 양도 가능한 모델로서, 우

리는 해양 및 해안 경비청(MCA)과 협력하여 안전한 항해 계획 및 수행을 허용하는 규정을 준수하는 제품으로의 디지털 전환 방법을 창안할 것이다. 이를 위해서는 새로운 제품과 서비스를 창조하는 것이 필요할 수 있다. Home Waters 이외의 지역 수로국들(Hydrographic Offices)이 스스로 종이 해도의 일몰을 직시하여 대체 제품을 제공하지 않는 한, 자기 수역을 이용하는 항해자에게 해도를 계속 제작해 주어야 할 것이다.

• 이 과정은 언제 완료되는가?

우리의 목표는 2026년 말까지 모든 종이 해도를 없애는 것이다. 이 일정은 프로그램 관리를 위한 체계적 계획을 수립하는 기회를 제공하고, 이 프로그램은 향후 프로젝트가 발전함에 따라 진전될 것이다.

원문출처: <https://www.hydro-international.com/content/news/ukho-announces-intention-to-withdraw-from-paper-chart-production>

[www.admiralty.co.uk/sunsetting-paper-charts](http://www.admiralty.co.uk/sunsetting-paper-charts)

본 기사가 우리에게 주는 의미

우리나라도 2020년부터 요구형 종이해도 제작으로 점진적인 변화과정을 겪고 있다. 영국수로국이 2026년까지는 목표로 하고 있으므로 우리도 늦지 않게 전환이 이루어져야 할 것이며, 디지털 해도를 사용하지 않는 소형선박들에게 무리없이 전환될 수 있도록 관심을 기울여야 할 것이다.

# 항공 수심측량 라이다로 해양 환경을 보호하는 방법 뱀상어(tiger shark)가 발견하고, 기술로 검증

Hydro International, 2022년 8월 23일

Hexagon사는 바하마 지역의 해양 환경을 보호하는 것을 돕기 위해 환경 보호 비정부기구인 'Beneath The Waves'와 협력하고 있다. 수심측량 항공 라이다 솔루션을 사용하여, 연구원들은 지역의 멸종위기에 처한 해초 생태계를 지도화하고 연구하며 정량화할 수 있다. 이 과정은 해초의 범위, 구성과 조건량을 결정할 수 있어, 연구진은 '블루카본(Blue Carbon, 해안 및 해양생태계가 흡수 저장하는 탄소)' 서식지로 생태계 보존 계획을 세울 수 있다. 이 프로젝트는 잠재적으로 세계에서 가장 영향력 있는 자연 기반 완화 노력 중 하나를 시작하는 동시에 카리브 제도의 생물다양성을 보호할 것이다.

Hexagon사와 관계된 지속가능경영 벤처기업인 R-evolution사는 환경과 사회에 이익이 되는 사업 기회에 자금을 조달하기 위해 자본을 파악하고 유치함으로써 지속 가능한 글로벌 경제로의 전환을 가속화하는데 앞장서고 있다. 한 프로젝트에서 R-evolution사는 Hexagon사의 일부인 Leica Geosystems사의 최첨단 항공 수심측량 솔루션을 활용하여 탈탄소화, 해안 생태계 보호 및 생물다양성 보존을 촉진한다.

세계는 탄소 배출의 기하급수적인 증가를 겪고 있고, 결과적으로 기후에 급격한 변화를 가져와 지구상의 생명을 위협하고 있다. 탄소 흡수제는 이산화탄소 수치를 억제하기 위해 자연이 가진 강력한 자원이다. 하지만 너무 오랫동안 탄소 논의는 지구상에서 가장 크고 가장 세계적인 저장고인 해양을 무시한 채 숲과 같은 육지 기반 탄소 흡수원을 중심으로 이루어졌다.

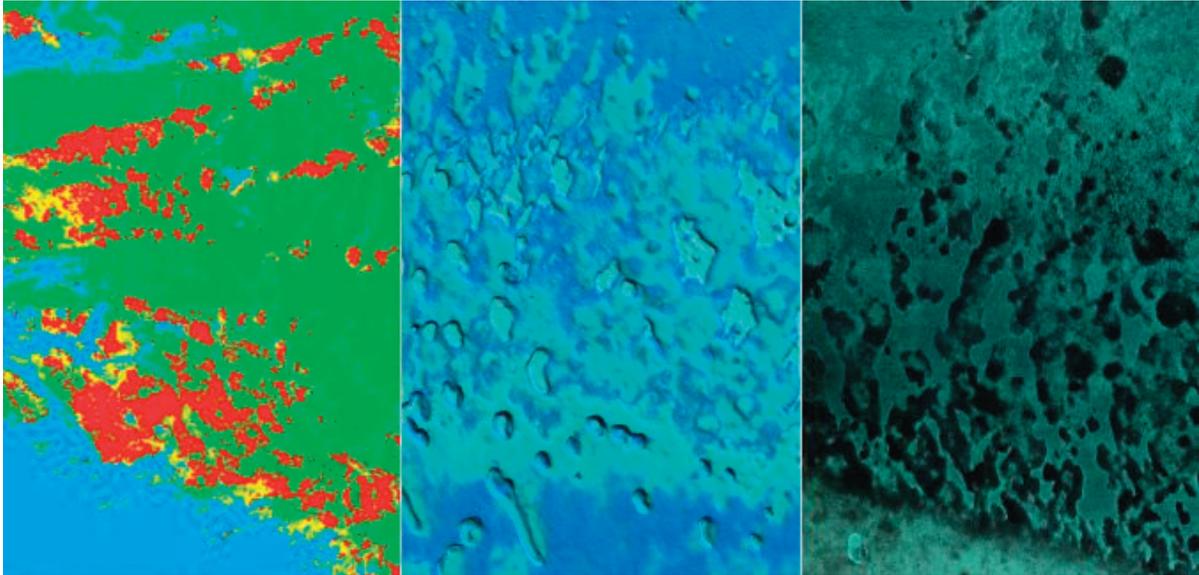
## 블루카본(Blue Carbon) 서식지

블루카본(Blue Carbon) 생태계란 대기와 바다에서 탄소를 격리하고 저장하는 해초 목초지, 염습지 및 맹그로

브 숲과 같은 해안 및 해양 식생 서식지를 의미한다. 특히 해초는 육지 삼림보다 더 효율적으로 이산화탄소를 포집한다. 게다가 대부분의 탄소는 토양과 퇴적물에 저장되기 때문에, 그대로 두면 수천 년 동안 그곳에 남아 있을 수 있다. 그렇지만, 기후 변화를 완화하는 데 있어 중요한 역할임에도 불구하고, 해초 목초지는 가장 덜 인식되고 가장 보호되지 않는 생태 서식지 중 하나로 남아 있다. 해초 목초지 분포에 대한 데이터 부족은 보전 및 복원 노력에 중대한 장애물이 되고 있다.

## 예상치 못한 통찰력을 보여주는 상어 연구

대규모 해초 생태계의 본고장이자 지정된 상어 보호구역인 바하마(Bahamas)에서 과학자들은 'Beneath The Waves'라고 불리는 환경 보호 NGO를 대표하여 상어의 행태를 연구하고 있었다. 그들의 연구는 예기치 않게 뱀상어(tiger sharks)가 뺨뺨한 해초 목초지를 순찰하고 먹이를 찾는 데 삶의 많은 부분을 보낸다는 것을 밝혀냈다. 이 통찰력을 사용하여 조직은 센서 태그가 부착된 상어, 위성 데이터, 선박 해양조사 및 스쿠버 다이빙 조사를 조합하여 카리브해의 광범위한 해초 목초지를



항공 측량 결과 도출된 방사측정 정규화 해저 이미지(왼쪽), 해저 수치표고모델(가운데), 기계학습으로 생성된 해저 분류 래스터(오른쪽)

추가로 조사하고 지도를 제작했다. 이 지도 제작 프로젝트는 거의 알려지지 않은 해양 서식지에 대해 더 많이 알아내기 위한 필수적인 첫 단계였다. 그러나 블루카본(Blue Carbon) 흡수원을 보호하고 복원하기 위하여 보존 연구기관의 조사 결과는 효율적인 연간 변화 감지 및 모니터링을 제공할 수 있는 높은 위치 정확도와 데이터 세트로 검증되어야 했다.

선박, 잠수부, 상어로 넓은 지역의 지도를 제작하는 것은 시간이 오래 걸리고 자원이 많이 소요되는 과정이므로 대규모 프로젝트에는 적합하지 않다. 위험에 처한 캐리비안(Caribbean) 섬의 해초 목초지를 대규모로 지도로 만들고 연구하고 정량화하기 위해 Beneath The Wave 단체는 R-evolution사와 협력했다. 이 지속 가능한 비즈니스 벤처는 Hexagon사의 일부인 Leica Geosystems사의 항공 수심측량 라이다 기술을 활용하여 해초의 범위와 구성을 포함하여 중요한 서식지에 대한 상세 정보를 취득한다. 수심측량은 수중 식생과 서식지를 지도화하고 분류하여 수산양식(aquaculture)을 평가하고, 해양 생태 및 유체 역학을 연구하여, 환경 모니터링을 지원한다.

### 항공 측량의 이점

항공 측량은 지도 제작 과정의 효율성, 해상도 및 정확도를 향상시켜 단 며칠 만에 동일한 영역을 조사하여 이전보다 빠르고, 저렴하며 효율적인 솔루션을 제공할 수 있다. 쉽게 반복할 수 있으므로 전년 대비 변화 감지 및 모니터링을 위한 우수한 기반을 제공한다. 또한 라이다 점 군집데이터는 예를 들어 위성 이미지로 생성된 데이터 품질에 비해 더 높은 위치 정확도와 공간 해상도로 3차원 고도 및 토지피복 분류 정보를 제공한다. 항공 수심측량 시스템은 얇은 수심 데이터 수집에 최적화되어 있으므로 주로 수심 30m보다 얇은 곳에서 자라는 해초



탄소 함량 분석을 위한 해저 퇴적물 코어(core) 채집

를 지도화하는 데 이상적이다.

Hexagon사의 팀에서는 Leica Chiroptera라는 항공 라이다 센서로 고품질 수심측량 데이터를 수집하는 것이 일반적이었지만, 해당 데이터를 활용하여 이 프로젝트에 필요한 통찰력을 얻어 낸 것이 핵심 레버리지 역할을 하였다. 개발팀은 수집된 데이터의 처리를 자동화하는 방법을 연구해왔다. 센서가 수집하는 수심측량 데이터 외에도, 초기 프로젝트 팀은 다른 원천정보를 가지고 있었다. 선박의 연구원들은 광도(luminosity) 자료를 수집했고, 잠수부들은 식물의 종류와 같은 해저에 대한 정보를 제공하고 핵심 표본을 수집할 수 있었으며, 카메라가 장착된 상어는 추가 사진 이미지를 제공했다.

### 손실값 보정 및 정규화

데이터 획득 이후, Chiroptera 센서 시스템의 이미지 방사측정 정보와 융합된 수심측량 라이다 전체 파형 정보는 대기, 수면 및 물 부피의 손실 값을 보정한 후 측정 수심으로 정규화하였다. 그 결과 식생의 방사측정 및 공간 정보를 모두 포함하는 일관된 고해상도 해저 데이터 세트가 생성되었다. 이 데이터를 딥 러닝 인공지능(AI) 분류 알고리즘에 입력함으로써 연구진은 다양한 해저 유형, 식생 종 및 밀도 등을 파악할 수 있었다. 퇴적물 코어(core) 표본은 각 식생 유형이 저장하는 탄소의 양에 대

한 정보를 제공했다. 이러한 정보들을 결합하여 그들은 해저에 포집된 탄소를 자동으로 그리고 규모에 맞게 지도화할 수 있었다.

2021년 12월, 연구팀은 Chiroptera 4X 센서를 사용하여 해당 지역의 지도를 만들었다. Leica Geosystems사는 이전 세대에 비해 40% 더 높은 점 밀도, 20% 증가된 수심 침투 및 개선된 지형 감도를 제공하는 고성능 항공 센서 Leica Chiroptera-5를 출시했으며, 향후 이것을 이용한 측량은 훨씬 더 빠른 속도로 더 자세한 수심측량 지도를 생성하게 될 것이다.

예비 조사 결과는 매우 유망해 보이며, 연구팀은 수심측량 라이다의 정확성과 해상도가 해저 탄소 지도화를 위한 귀중한 새로운 원천 데이터를 제공할 것으로 기대한다. Beneath The Wave 단체의 해양 전문 지식과 Hexagon사의 혁신 및 기술 노하우를 결합한 이번 협업 프로젝트는 블루카본(Blue Carbon) 보존을 위한 획기적인 결과를 내었고, 잠재적으로 세계에서 가장 영향력 있는 자연 기반 완화 방안 중 하나를 시작한 것으로 기대한다. 이는 카리브해 섬의 해양 서식지에서 생물 다양성을 보호하고 동시에 새로운 가치 흐름을 창출할 수 있는 기회를 제공한다.

원문 출처: <https://www.hydro-international.com/content/article/how-airborne-bathymetric-lidar-helps-to-protect-marine-environments>

### 본 기사가 우리에게 주는 의미

우리나라도 블루카본관련 국가 R&D 2단계 사업이 진행 중에 있다. 그 방법론에 있어 해양조사, 수심측량 기법이 다양하게 적용되도록 연구진 간의 협업이 필요할 것이다.



• 차례 •

국제수로기구 Brief News ... 2

SEAMAP 2030 프로그램

- 2030년까지 포르투갈 해양 공간의 100% 지도화 ... 8

위험한 전쟁 잔재 복해의 군수품 및 잔해 ... 15

수심측량 정보와 머신러닝을 이용한 해양 서식지 지도

- 무인 및 자율 기술 발전의 큰 이점 ... 19

종이 해도 제작 중단 의사를 발표한 영국수로국(UKHO) ... 22

항공 수심측량 라이다로 해양 환경을 보호하는 방법

뱀상어(tiger shark)가 발견하고, 기술로 검증 ... 25

해양조사 기술동향 통권 제14호(2022-4)

발간처 한국해양조사협회 발간인 황 준 발간일 2022년 12월 13일

감수 김영배, 김옥수, 김연수 번역 및 편집 책임 (주)지인컨설팅

주소 서울특별시 금천구 가산디지털1로 70 호서대벤처타워 1305호 / 전화 02-2166-3300 팩스 02-2672-4614