

한-북극권 청색경제 협력사업 추진 방안

A Study on the Plan for Promoting
Korea-Arctic Blue Economy Cooperation Project

김엄지 · 엄단비 · 박예나 · 채수란 · 김지영 · 김민수



한-북극권 청색경제 협력사업 추진 방안

A Study on the Plan for Promoting
Korea-Arctic Blue Economy Cooperation Project

김엄지 · 엄단비 · 박예나 · 채수란 · 김지영 · 김민수



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자

김엄지, 엄단비, 박예나, 채수란, 김지영, 김민수

내부연구진

연구책임자	김엄지	한국해양수산개발원	경제전략연구본부	전문연구원
공동연구원	엄단비	한국해양수산개발원	경제전략연구본부	전문연구원
공동연구원	박예나	한국해양수산개발원	경제전략연구본부	전문연구원
공동연구원	채수란	한국해양수산개발원	경제전략연구본부	전문연구원
공동연구원	김지영	한국해양수산개발원	경제전략연구본부	연구원
공동연구원	김민수	한국해양수산개발원	경제전략연구본부	연구위원

연구기간

2024. 1. 1. ~ 2024. 10. 31.

보고서 집필내역**연구책임자**

김엄지 연구총괄, 제1장 제1절, 제3절 일부, 제3장 제1절 일부, 제3장 제3절, 제4장 제1절, 제2절, 제3절, 제4절, 제5절, 제6절, 제7절, 제5장 제1절, 제2절

내부연구진

엄단비	제2장 제3절, 제4절 일부, 제3장 제1절 일부, 제3장 제3절 일부, 제5장 제2절 일부
박예나	제1장 제2절, 제3절 일부, 제2장 제1절, 제3장 제2절
채수란	제2장 제2절, 제4절 일부
김지영	제1장 제2절 일부, 제4장 제1절 일부, 제2절 일부, 제3절 일부, 제4절 일부, 제5절 일부, 제6절 일부
김민수	제5장 제1절

**산·학·연·정
연구자문위원**

김봉철	한국외국어대학교 교수
최수범	인천대학교 초빙연구위원
예병환	배재대학교 연구교수
정지훈	극지연구소 실장
우아미	국가녹색기술연구소 선임연구원
최덕환	한국풍력산업협회 실장
장하용	부산연구원 책임연구위원
정성엽	선박해양플랜트연구소 선임연구원

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

최근 북극지역은 역동적으로 변화하고 있다. '북극 예외주의' 원칙을 기반으로 한 시대가 저물어가고, 지정학적 갈등이 표면적으로 드러나고 있다. 또한 기후변화가 급속도로 진행됨에 따라 북극지역을 둘러싼 환경적, 경제적 여건이 변화하고 있다. 이에 북극이사회를 비롯한 직간접적인 이해관계자들은 친환경 에너지와 신기술을 기반으로 지속가능한 경제발전을 도모하고자 한다. 북극권의 변화는 누구와 어떻게 협력할 것인지를 결정해야 하는 큰 도전이자, 새로운 기회이다. 그럼에도 불구하고, 우리나라의 북극 정책은 국제협력과 과학연구를 중심으로 추진되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 우리나라가 북극권 국가와 지속가능한 경제 협력을 할 수 있는 청색 경제 분야를 소개하고, 사업을 제안함으로써 북극권 국가와의 협력 범위를 넓히고자 한다.

본 연구는 한-북극권 청색 경제 협력사업의 방향성과 전략을 모색하기 위한 중요한 기초 자료로, 급변하는 국제 환경 속에서 우리나라가 북극권 국가들과 지속 가능한 경제 협력을 할 수 있는 방안을 제시하고 있다. 특히, 북극권 국가들의 수요와 우리나라 내부 수요를 파악하여 교집합에 포함된 협력 분야를 조사하고, 협력 분야 간 우선순위를 도출했다는 점에서 이 연구의 의미를 찾을 수 있다.

또한, 본 연구는 북극권 국가들과의 협력 모델에 대한 종합적인 계획을 수립함으로써 북극권 국가들과의 협력 아젠다를 선정할 수 있는 기초 연구로 활용될 수 있을 것으로 기대한다. 이후 지속적인 후속 연구가 기획되어 북극 경제 협력을 위한 전략 수립 및 법·제도적 기반 조성을 위한 정책 과제 발굴이 활발히 이루어지기를 기대한다.

본 연구는 경제전략연구본부 김엄지 전문연구원의 연구 책임 아래 김민수 연구위원, 엄단비 전문연구원, 박예나 전문연구원, 채수란 전문연구원, 김지영 연구원이 참여하였다. 연구 수행을 위해 노력한 연구진의 노고에 감사를 표한다. 또한 연구 수행 과정에서 해양수산부 김근령 사무관, 극지연구소 정지훈 실장, 최수범 인천대학교 초빙 연구위원 등이 심의 및 연구 자문을 맡아주었다. 그 밖에도 김봉철 한국외국어대학교 교수, 예병환 배재대학교 연구교수, 우아미 국가녹색기술연구소 선임연구원, 최덕환 한국풍력산업협회 실장, 장하용 부산연구원 책임연구위원, 정성엽 선박해양플랜트연구소 선임연구원 등 자문을 해준 국내 전문가들에게 감사를 드린다. 또한, 북극이사회,

북극경제이사회, ABB, AIA, Aker Arctic, EWC, FNI, Granaefl, NORCE, 노드 대학교(Nord University), 트롬소 대학교, PAME, 주한북극권국가 대사관 등 다양한 분야의 해외 전문가들이 심층 인터뷰 및 설문조사에 참여하여 연구의 완성도를 높였으며, 이 보고서가 발간되기까지 도움을 주신 분들께 깊은 감사의 말씀을 드린다.

2024년 12월
한국해양수산개발원
원장 김 종 덕

목차

정책제안 _i

요약 _iii

Executive Summary _xi

01

서론 _1

제1절 연구배경 및 목적	1
1. 연구배경	1
2. 연구목적 및 필요성	4
제2절 선행연구	5
1. 청색 경제 관련 선행연구	5
2. 북극 경제 관련 선행연구	7
3. 경제협력 및 비즈니스모델 관련 선행연구	8
제3절 선행연구와 본 연구의 차별성	11

02

STEEP 기반 청색 경제 여건 분석 _15

제1절 청색 경제 정의	15
제2절 북극권 청색 경제 여건	18
1. 사회·문화적 측면(S)	18
2. 기술적 측면(T)	21
3. 경제적 측면(E)	22
4. 환경·생태적 측면(E)	29
5. 정책적 측면(P)	34
제3절 우리나라 청색 경제 여건	45
1. 사회·문화적 측면(S)	45
2. 기술적 측면(T)	48
3. 경제적 측면(E)	52
4. 생태적 측면(E)	53

5. 정책적 측면(P)	56
제4절 시사점	58

03 북극권 청색 경제 협력분야 수요조사_63

제1절 평가 항목 분석	64
1. 평가 항목 도출	66
2. 평가 항목에 대한 AHP 분석	66
3. 시사점	70
제2절 청색 경제 협력 분야 도출	71
1. 북극	71
2. 국내	80
3. 소결	83
제3절 청색 경제 협력 분야 우선순위	85
1. 분야별 우선순위	85
2. 국가별 주요 협력 분야	104
3. 종합 우선순위	111

04 한·북극 청색 경제 협력 모델_113

제1절 친환경 연료 기반 선박 개발·건조 사업	116
1. 동향 분석	116
2. 성공 사례	122
3. 협력 모델	123
제2절 극한지 특화 조선기자재 개발·생산 사업	125
1. 동향 분석	125
2. 성공 사례	130
3. 협력 모델	132
제3절 녹색 해운 항로 개발 사업	134
1. 동향 분석	134
2. 성공 사례	139
3. 협력 모델	142

제4절 해상풍력 인프라 구축 사업	143
1. 동향 분석	144
2. 성공 사례	152
3. 협력 모델	154
제5절 해양 수소 생산·저장 기술 개발·적용 사업	156
1. 동향 분석	156
2. 성공 사례	162
3. 협력 모델	164
제6절 스마트 항만 구축 사업	166
1. 동향 분석	166
2. 성공 사례	171
3. 협력 모델	174
제7절 협력사업 추진 계획(안)	176
1. 한-북극권 청색경제 협력 로드맵	176
2. 협력사업별 추진계획	180

05 결론 및 정책제언_195

제1절 결론	195
1. 결론 및 요약	195
2. 연구의 한계점	198
제2절 정책제언	199
1. 한-북극권 청색경제 국제R&D사업 추진 및 지원	199
2. KoARC의 경제협력 기능 확대	203
3. 기업의 북극 청색경제 관심 제고를 위한 지원 정책 마련	205
4. 북극 경제활동 법적 기반 마련	206

참고문헌_209

부록_249

표 목차

〈표 1-1〉 선행연구와 본 연구의 차별성	12
〈표 2-1〉 북극권 국가의 청색 경제 정책	44
〈표 2-2〉 우리나라와 북극권 국가의 청색 경제 STEEP 분석 결과 비교	61
〈표 3-1〉 협력분야 우선순위 도출 도식화	63
〈표 3-2〉 AHP 평가 항목	66
〈표 3-3〉 AHP 평가 항목	67
〈표 3-4〉 AHP 평가 항목	68
〈표 3-5〉 AHP 평가 항목	69
〈표 3-6〉 청색 경제 관련 북극이사회 워킹그룹 프로젝트	72
〈표 3-7〉 북극경제이사회의 청색 경제 테마 분류	74
〈표 3-8〉 북극 정책에 언급된 청색 경제 관련 내용	75
〈표 3-9〉 극지활동진흥기본계획의 청색 경제 분야	81
〈표 3-10〉 2050북극활동전략의 청색 경제분야	82
〈표 3-11〉 북극 관련 청색 경제분야	83
〈표 3-12〉 대분류별 평가 항목 비교	87
〈표 3-13〉 대분류별 우선순위	88
〈표 3-14〉 세부 항목별 평가 항목 비교(해양기술 분야)	89
〈표 3-15〉 세부 사업 우선순위(해양기술 분야)	90
〈표 3-16〉 세부 항목별 평가 항목 비교(수산 분야)	91
〈표 3-17〉 세부 사업 우선순위(수산 분야)	92
〈표 3-18〉 세부 항목별 평가 항목 비교(해상운송 분야)	93
〈표 3-19〉 세부 사업 우선순위(해상운송 분야)	95
〈표 3-20〉 세부 항목별 평가 항목 비교(친환경 에너지 분야)	95
〈표 3-21〉 세부 사업 우선순위(친환경 에너지 분야)	97
〈표 3-22〉 세부 항목별 평가 항목 비교(통신분야)	98
〈표 3-23〉 세부 사업 우선순위(통신 분야)	98
〈표 3-24〉 세부 항목별 평가 항목 비교(선박 기술 분야)	99
〈표 3-25〉 세부 사업 우선순위(선박 기술 분야)	100
〈표 3-26〉 세부사업 우선순위(한)	101
〈표 3-27〉 세부사업 우선순위(한)	102

〈표 3-28〉 세부사업 우선순위(종합)	103
〈표 3-29〉 국가별 협력 우선순위(정부기관)	108
〈표 3-30〉 국가별 협력 세부 사업	110
〈표 3-31〉 협력 사업 우선순위 및 협력 대상(안)	111
〈표 4-1〉 비즈니스 모델 캔버스+3	115
〈표 4-2〉 한·북극권 국가 친환경 연료 기반 선박 산업구조 비교	120
〈표 4-3〉 친환경 연료 기반 추진 선박 개발·건조 사업 내용	124
〈표 4-4〉 한·북극권 국가 조선기자재 개발·생산 산업구조 비교	129
〈표 4-5〉 극한지 특화 조선기자재 개발·생산 사업 내용	133
〈표 4-6〉 한·북극권 국가의 녹색 해운 항로 개발 산업구조 비교	138
〈표 4-7〉 녹색 해운 항로 개발 사업 내용	143
〈표 4-8〉 한·북극권 국가의 해상풍력 산업구조 비교	151
〈표 4-9〉 해상풍력 인프라 구축 사업 내용	155
〈표 4-10〉 한·북극권 국가의 해양 수소 산업구조 비교	161
〈표 4-11〉 해양 수소 생산·저장 기술 개발·적용 사업 내용	165
〈표 4-12〉 한·북극권 국가의 스마트 항만 산업구조 비교	170
〈표 4-13〉 스마트 항만 구축 사업 내용	175
〈표 4-14〉 협력사업 추진 로드맵(안)	178
〈표 4-15〉 첫 번째 패키지 추진 계획(안)	183
〈표 4-16〉 두 번째 패키지 추진 계획(안)	188
〈표 4-17〉 세 번째 패키지 추진 계획(안)	191

그림 목차

〈그림 1-1〉 Arctic-8 프로젝트 주요 내용	4
〈그림 2-1〉 시나리오별 2000-2050년까지 화석연료 소비량	23
〈그림 2-2〉 아이슬란드 전력 생산 구조	24
〈그림 2-3〉 북동항로와 남방항로 비교	25
〈그림 2-4〉 북동항로를 이용하는 연간 화물처리 규모	26
〈그림 2-5〉 수에즈 운하와 희망봉 경유 물류 루트 비교	28
〈그림 2-6〉 2023년 7-9월(좌)과 1940-2020년 북극 표면 온도(우)	30
〈그림 2-7〉 제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획 비전 및 전략	49
〈그림 3-1〉 AHP 계층 구조	65
〈그림 3-2〉 평가 항목의 방사형 모형(한)	67
〈그림 3-3〉 평가 항목의 방사형 모형(북극)	68
〈그림 3-4〉 평가 항목의 방사형 모형(종합)	69
〈그림 3-5〉 우리나라와 북극권 국가간 평가 항목 비교	70
〈그림 3-6〉 대분류별 점수 비교	87
〈그림 3-7〉 세부 사업별 종합 점수 비교(해양기술 분야)	89
〈그림 3-8〉 세부 사업별 종합 점수 비교(수산 분야)	91
〈그림 3-9〉 세부 사업별 종합 점수 비교(해상운송 분야)	93
〈그림 3-10〉 세부 사업별 종합 점수 비교(친환경 에너지 분야)	96
〈그림 3-11〉 세부 사업별 종합 점수 비교(선박기술 분야)	99
〈그림 3-12〉 스웨덴의 Polar Connect 프로젝트	105
〈그림 3-13〉 미국의 Far North Fiber 프로젝트	107
〈그림 4-1〉 마이클 포터의 산업구조분석 모형	114
〈그림 4-2〉 한·북극권 국가 친환경 연료 기반 선박 산업구조 비교	121
〈그림 4-3〉 전세계 선박 발주량(2018~2022)	126
〈그림 4-4〉 한·북극권 국가 조선기자재 개발·생산 산업구조 비교	130
〈그림 4-5〉 한·북극권 국가의 녹색 해운 항로 개발 산업구조 비교	139
〈그림 4-6〉 녹색해운항로 구축 협력 확대	140
〈그림 4-7〉 에퀴노르의 해상풍력단지 구상도	148
〈그림 4-8〉 한·북극권 국가 해상풍력 산업구조 비교	151
〈그림 4-9〉 에퀴노르의 수소 생산 및 수출 단지 구상도	158

〈그림 4-10〉 한·북극권 국가 대체에너지 시스템 산업구조 비교	161
〈그림 4-11〉 해양 그린수소 생산 플랫폼 개념화	164
〈그림 4-12〉 주요국 스마트 항만 기술력 지표 지역별	166
〈그림 4-13〉 한·북극권 국가 스마트 항만 산업구조 비교	171
〈그림 4-14〉 협력사업 로드맵 구상도	179
〈그림 4-15〉 실증 해상 플랫폼 수전해 시스템 개념도	186
〈그림 4-16〉 국제재생에너지기구의 2050년 세계 수소 수출입국 전망	187
〈그림 5-1〉 국제R&D사업 추진방안	201
〈그림 5-2〉 국제R&D사업 추진체계	202
〈그림 5-3〉 KoARC 산업분과 기능 확대 방안	204

정책제안

■ 분석 내용 및 방법

1. 우리나라 및 북극권 국가의 청색경제 여건을 STEEP을 활용하여 분석하고, 우리나라 및 북극권 국가의 북극정책, 청색경제정책, 분야별 동향분석을 통해 협력 가능 분야를 도출함
2. 전문가 AHP 분석을 활용하여 우리나라와 북극권 국가 간 전문가 수요를 분석함
3. 우리나라-북극권 국가와의 경제협력을 위한 법·제도적 개선방안과 정책제언을 제시함

■ 정책제안

1. 한-북극권 청색경제 국제R&D사업 추진 및 지원
2. KoARC의 경제협력 기능 확대
3. 기업의 북극 청색경제 관심 제고를 위한 지원 정책 마련
4. 북극 경제활동 법적 기반 마련

요 약

한-북극권 청색경제 협력사업 추진방안

김업지 · 엄단비 · 박예나 · 채수란 · 김지영 · 김민수

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

- 북극 온난화는 일반 지역보다 4배 이상 빠르게 진행되고 있으며, 2030년경 얼음 없는 북극 여름이 도래할 것으로 예상됨
- 북극의 기후변화는 글로벌 공급망 위기뿐만 아니라 가뭄, 폭우, 폭염 등의 자연재해 문제의 원인이 되며, 도서 국가들의 국토 상실 문제도 야기하는 등 한반도를 포함한 전지구에 영향을 미치고 있음

2) 국정과제 연계성

- 우리 기업의 북극권 시장 진출을 위해 정부의 북극정책을 토대로 경제적, 외교적 지원 기반 구축
- 국정목표 40. 세계를 선도하는 해상교통물류 구축
- 국정목표 41. 해양영토 수호 및 지속가능한 해양관리

-
- 국정목표 73. 풍요로운 어촌, 활기찬 해양
 - 국정목표 98. 능동적 경제안보 외교 추진
 - 국정목표 99. 국격에 걸맞은 글로벌 중추국가 역할 강화

3) 연구의 목적

- 본 연구는 북극권 국가의 청색 경제 정책을 검토하여 협력 가능한 분야를 파악하고, 이를 통해 체계적인 한-북극권 청색 경제협력 모델을 제안하는 것을 목표로 함
- 제1차 극지활동진흥기본계획의 Arctic-8 프로젝트와 연계하여 구체적인 추진 계획을 제시하고자 함

2. 연구의 방법

1) 학술적 방법

- 본 연구에서는 청색경제 환경분석을 위해 STEEP(Social, Technological, Economic, Environmental/Ecological and Political analysis) 분석기법을 활용했음
- 우리나라와 북극권 국가의 북극정책과 청색경제정책, 북극이사회 및 북극 경제이사회의 청색경제와 관련한 정책을 분석했음
- 환경분석을 통해 도출된 청색경제 협력 분야에 대한 우리나라와 북극권 국가간 수요를 파악하기 위해 설문조사를 실시했으며, 설문조사 결과는 전문가 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 활용하여 분석했음

- AHP 분석을 통해 도출된 협력 분야 중 우선순위를 도출하고, 상위권 협력분야에 대한 추진계획을 제안하는 것에 중점을 두었음

2) 정책화 방법

- 본 연구는 추진 가능한 정책을 수립하고, 실효성을 제고하기 위해 우리나라 정부뿐만 아니라 북극권 국가 대사관, 북극이사회, 북극경제이사회, 북극원주민 단체, 관련 분야 전문가, 북극 정책 전문가 등과 정책협의회, 면담, 인터뷰 등을 수시로 진행했음
 - 양자북극협의회¹⁾에 참석하여 우리나라와 북극권 국가간 협력 의제를 파악하고, 정책적 실효성을 확보하고자 함
- 우리나라²⁾뿐만 아니라 북극권 국가³⁾의 수요를 파악하기 위해 양국의 정부관계자, 연구자, 교수, 해당 분야 종사자 등 다양한 이해관계자를 대상으로 설문조사 및 자문을 실시했음
 - 설문조사 및 자문 내용을 바탕으로 외교적, 정책적, 산업적 협력 가능성을 분석했음

1) 극지활동기본계획 시행계획 수립 지원(연중), 북극이사회 오피서버국가 회의(24.6.6), 제6차 한-노르웨이 북극협의회(24.10.17), 제3차 한-덴마크 북극협의회(2024.10.18.), 제3차 한-덴마크 북극협의회(10.18), 제2차 한-캐나다 북극협의회(2024.10.19.), 미 알래스카 상원이원 면담(2024.10.17.), 미국 북극대사 면담(2024.10.18.), 북극이사회 작업반 PAME 정기회의(2024.6.10., 2024.10.10.)

2) 해양수산부, 극지연구소, 인천대학교, 한국외국어대학교, 배재대학교, 국가녹색기술연구소, 한국풍력산업협회, 부산연구원, 선박해양플랜트연구소 등

3) 북극이사회, 북극경제이사회, ABB, AIA, Aker Arctic, EWC, FNI, Granaefl, NORCE, 노드 대학교 (Nord University), 트롬소 대학교, PAME, 주한북극권국가 대사관

3. 연구결과

1) 연구결과 요약

- 제1장 서론은 연구의 필요성과 목적을 설명하고, 연구 방법, 선행연구와의 비교 등을 통해 본 연구의 차별성을 제시함
- 제2장에서는 STEEP 분석을 통해 우리나라 및 북극권 청색 경제 여건을 분석했음
 - 우리나라 및 북극권 청색경제 여건을 분석 및 비교한 결과, 우리나라와 북극권 국가들은 모두 청색 경제를 미래 성장 동력으로 인식하며, 친환경 에너지 전환이라는 공통된 목표를 추구하고 있음
 - 우리나라는 4차 산업혁명 기술과 신속한 정책 결정 시스템을 기반으로 북극권 국가들과 협력하여 기술 혁신과 지속가능한 해양 산업 발전을 도모할 수 있는 잠재력을 보유하고 있음
- 제3장에서는 평가 항목을 분석하고, 정책 분석 결과를 기반으로 북극지역에서의 청색 경제협력 분야를 도출했으며, 분야별 우선순위를 선정했음
 - 우리나라와 북극권 국가 간 청색경제협력 분야 선정 시 평가 기준에 대한 관점이 상이했음
 - 이에 따라 경제성과와 실현가능성을 중시하는 한국의 관점과 지속가능성과 연구개발을 중시하는 북극권의 관점을 조화시킨 세부적인 전략적 접근이 필요함
 - 국제기구 및 국가별 청색경제를 다르게 정의하고 있기 때문에 해당 연구에서 의미하는 청색경제 범위를 선정했음

- 6개의 우선 협력사업은 ① 친환경 연료 기반 추진 선박 개발·건조 사업, ② 극한지 특화 조선기자재 개발·생산 사업, ③ 녹색 해운 항로 개발 사업, ④ 해상풍력 인프라 구축 사업 ⑤ 해양 수소 생산·저장 기술 개발·적용 사업, ⑥ 스마트 항만 구축 사업으로 선정되었음
- 제4장에서는 비즈니스 모델 캔버스+3을 통해 총 6개의 상위 우선순위 사업의 협력 모델을 구축했음
- 본 연구는 2025년부터 2050년까지 세 가지 패키지로 구성된 로드맵을 통해 북극권과의 협력 범위를 청색 경제로 확대하고, 그린수소 공급망 구축 및 북극이사회 옵서버로서의 역할을 강화하고자 함
- 첫 번째 패키지는 북극항로를 녹색해운항로로 개발하고 수소 기반 선박을 활용한 수소 운송을 중점으로 함
- 두 번째 패키지는 해상풍력을 활용한 수소 생산단지 조성 및 관련 기술과 기자재 수출을 추진하는 것에 초점을 맞춤
- 세 번째 패키지는 북극 스마트 항만과 해운정보센터 구축, 초소형 위성을 활용한 데이터 수집을 통해 안전하고 효율적인 북극항로 운영을 지원하는 데 초점을 맞춤
- 제5장에서는 정책제언을 통해 우리나라와 북극권 국가간 청색경제 협력 추진을 위해 국내외적으로 필요한 제도·법 개선, 지원 방안을 제시함

2) 정책화 방안

- 북극권 국가와의 국제 R&D 사업을 통해 북극의 지속가능한 개발을 지원하고, 친환경 해운 및 조선 기술을 확보하며, 양국 간 연구개발 성과를 국제표준화하여 글로벌 시장에서의 경쟁력을 강화할 것을 제안함

-
- 이를 위해 KoARC, 양자북극협의회, 국제회의 등을 활용하여 연구개발의 기획, 수행, 활용 단계를 체계적으로 추진하고, 외교적 및 경제적 성과를 동시에 도출하도록 함
 - 우리나라는 과학연구와 국제협력을 위한 체계는 마련되어 있으나, 북극 경제협력을 위한 체계는 부족하며, 이를 보완하기 위해 KoARC 산업 분과의 기능을 확대해 연구 성과가 경제 협력으로 이어질 수 있도록 기업 전문가의 참여를 강화할 필요가 있음
 - 북극 경제협력의 다양한 분야와 이해관계에 효과적으로 대응하기 위해 해양수산부를 중심으로 정책, 경제 전문가와 소관 부처가 참여하는 범부처 협력 체계를 구축하여 양자협의회 및 북극이사회 의제를 체계적으로 제안할 수 있도록 해야 함
 - 연구 성과의 사업화를 위해 기업이 연구개발 초기 단계부터 참여할 수 있는 환경을 조성하고, 탄소국경조정제도(CBAM)로 인한 재정적·행정적 부담을 완화하기 위한 지원 정책을 마련해야 함
 - 이를 위해 탄소 감축 사업 참여를 촉진하고, 자발적 탄소시장 및 파리협정 제6조에 근거한 탄소 배출권 인정 협정을 통해 기업 부담을 줄이는 방안을 추진할 필요가 있음
 - 현행 극지활동 진흥법은 북극 경제활동의 범위와 필요한 시책에 대한 구체적인 규정이 부족해 기업들의 참여를 촉진하기 어려운 상황임
 - 이를 개선하기 위해 제10조에 북극 경제활동의 구체적 영역을 명시하고, 시행령과 부령에 초기사업 지원 등 정부 지원책을 구체적으로 규정하며, 제2차 극지활동진흥기본계획에 민간기업 지원 프로그램을 포함한 실질적인 협력 방안을 마련할 필요가 있음

4. 기대효과

1) 정책적 기대효과

- 우리나라의 ‘제1차 극지활동진흥기본계획’ 중 경제·산업 협력사업 (Arctic-8 프로젝트)을 이행하기 위한 세부 전략 수립을 위한 기초 자료로 활용 가능함
- 우리나라는 북극이사회 옵서버 국가로서 북극권 국가와의 협력을 통한 북극이사회 협력 확대 방안 도출을 기대함
- 국제사회의 기후변화에 대응하고, 저탄소 녹색경제를 주도하여 우리나라 외교 저변을 확대할 수 있음

2) 사회·경제적 기대효과

- 북극권 국가와의 협력을 기반으로 북극이사회 협력사업 및 북극경제 이사회-KoARC 협력사업으로 제안할 수 있음
- 우리나라는 북극이사회 옵서버 국가로서 지속가능한 북극에 기여하고, 우리 기업은 해외시장 진출을 통해 새로운 성장 동력을 창출할 수 있음

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on the Plan for Promoting Korea–Arctic Blue Economy Cooperation Projects

Um-ji Kim · Dan-Bi Um · Ye-na Park · Su-Lan Chae ·
Ji-Yeong Kim · Min-Su Kim

1. Background and Purpose

1) Background

- The Arctic region is warming more than four times faster than the global average, with projections suggesting that ice-free Arctic summers could occur as early as 2030.
- Climate change in the Arctic is a key catalyst for global supply chain disruptions and natural disasters such as droughts, heavy rains, and heat waves. It also poses existential threats to island nations through land loss, impacting the Korean Peninsula and the entire planet.

2) Relevance to National Projects

- Establishing a foundation for economic and diplomatic support to facilitate the successful market entry of Korean businesses into the Arctic region, in alignment with the government's Arctic policy.
- National Project 40: Leading the world in maritime transportation and logistics.
- National Project 41: Protecting maritime territories and ensuring sustainable ocean management.
- National Project 73: Building prosperous fishing villages and vibrant oceans
- National Project 98: Pursuing proactive economic security diplomacy.
- National Project 99: Enhancing Korea's role as a pivotal global leader.

3) Purpose

- This study seeks to examine the blue economy policies of Arctic nations, explore potential areas for collaboration, and present a systematic model for Korea-Arctic blue economy cooperation.
- The study intends to present specific action plans aligned with the Arctic-8 Project under the 1st Basic Plan for Polar Activities Promotion.

2. Methodology

1) Academic methodology

- The study employed the STEEP analysis (Social, Technological, Economic, Environmental/Ecological, and Political analysis) to assess the blue economy environment.
- Analyzed Arctic and blue economy policies of Korea and Arctic nations, as well as blue economy-related policies from the Arctic Council and Arctic Economic Council.
- To identify the demand for potential blue economy cooperation areas between Korea and Arctic nations, a survey was conducted based on the findings of the environmental analysis.
- Using AHP (Analytic Hierarchy Process), the study prioritized these cooperation areas, focusing on developing actionable plans for the most highly ranked opportunities for collaboration.

2) Policy-making methods

- This study established actionable policies and enhanced their effectiveness through regular consultations, interviews, and discussions with various stakeholders, including representatives from the Korean government, embassies of Arctic nations, the Arctic Council, the Arctic Economic

Council, Arctic Indigenous organizations, relevant experts, and Arctic policy specialists.

- Attended the bilateral Arctic Council meetings⁴⁾ to identify cooperation agendas between Korea and Arctic nations and to ensure policy effectiveness.
- Surveys and consultations were conducted with diverse stakeholders, including government officials, researchers, professors, and industry practitioners from both Korea⁵⁾ and Arctic nations⁶⁾, to assess the needs of both sides.
- Based on the findings from these consultations and surveys, the study analyzed potential opportunities for diplomatic, policy, and industrial cooperation.

4) Supported the formulation of the Polar Activities Basic Plan Implementation Strategy (ongoing) and participated in key meetings, including the Observer Country Meeting of the Arctic Council (June 6, 2024), the 6th Korea–Norway Arctic Council (October 17, 2024), the 3rd Korea–Denmark Arctic Council (October 18, 2024), the 2nd Korea–Canada Arctic Council (October 19, 2024), meetings with the Alaska State Senate (October 17, 2024) and the U.S. Arctic Ambassador (October 18, 2024), and the PAME Working Group Meetings (June 10 and October 10, 2024).

5) The Ministry of Oceans and Fisheries, Korea Polar Research Institute, Incheon National University, Hankuk University of Foreign Studies, Paichai University, National Green Technology Research Institute, Korea Wind Energy Industry Association, Busan Institute for Regional Development, and Ship and Offshore Research Institute.

6) The Arctic Council, Arctic Economic Council, ABB, AIA, Aker Arctic, EWC, FNI, Granaefl, NORCE, Nord University, Tromsø University, PAME, and Arctic nation embassies in Korea.

3. Result

1) Summary

- Chapter 1: Explains the necessity and purpose of the study, and research methods, and highlights its uniqueness in comparison to previous studies.
- Chapter 2: Applies STEEP analysis to examine the blue economy conditions in both Korea and Arctic nations.
 - The analysis shows that both Korea and Arctic nations view the blue economy as a future growth engine and pursue the common goal of transitioning to eco-friendly energy.
 - Korea has the potential to collaborate with Arctic nations for technological innovation and sustainable marine industry development, leveraging Fourth Industrial Revolution technologies and a rapid policy-making system.
- Chapter 3: Evaluates criteria and identifies priority areas for blue economy cooperation in the Arctic based on policy analysis.
 - The analysis highlights significant differences in evaluation criteria: Korea emphasizes economic feasibility and practicality, while Arctic nations prioritize sustainability and research and development, underscoring the need for a harmonized strategic approach.
 - This chapter provides a clear definition of the blue economy due to varying definitions among international organizations and nations.

-
- Six priority cooperation projects were identified: ① Development and construction of eco-friendly fuel-based propulsion ships, ② Development and production of polar-specialized ship equipment, ③ Green shipping lane development, ④ Offshore wind infrastructure construction, ⑤ Development and application of marine hydrogen production and storage technology, ⑥ Smart port construction.
 - Chapter 4: This chapter develops cooperation models for the six priority projects using the Business Model Canvas+3 framework.
 - It proposes a roadmap (2025-2050) to expand Korea-Arctic cooperation in the blue economy, focusing on green hydrogen supply chain development and strengthening Korea's role as an Arctic Council observer.
 - The first package emphasizes developing Arctic sea routes into green shipping lanes and transporting hydrogen using hydrogen-powered ships.
 - The second package focuses on creating offshore wind-based hydrogen production clusters and exporting related technologies and equipment.
 - The third package aims to establish Arctic smart ports, and maritime information centers, and use micro-satellites for data collection to support safe and efficient Arctic route operations.
 - Chapter 5: This chapter presents policy recommendations for institutional and legal improvements and support measures needed domestically and internationally to promote blue economy cooperation between Korea and Arctic nations.

2) Policy recommendations

- Support sustainable development of the Arctic through international R&D projects with Arctic nations, secure eco-friendly shipping and shipbuilding technologies, and standardize joint R&D outcomes to enhance global competitiveness.
- Utilize platforms like KoARC, bilateral Arctic councils, and international conferences to systematically plan, execute, and apply R&D efforts, ensuring both diplomatic and economic achievements.
- Although Korea has established a framework for scientific research and international cooperation, its framework for Arctic economic cooperation remains underdeveloped.
- To address this, expand the industrial division of KoARC to ensure that research outcomes lead to economic cooperation, and enhance the participation of corporate experts.
- Establish an inter-ministerial cooperation system led by the Ministry of Oceans and Fisheries, involving policy and economic experts and relevant agencies, to effectively address various fields and stakeholders in Arctic economic cooperation and systematically propose agendas at bilateral councils and Arctic Council meetings.
- Create an environment for businesses to participate in the early stages of R&D and implement policies to alleviate the financial and administrative burdens of the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM).

-
- Promote participation in carbon reduction projects and explore agreements for carbon credit recognition under voluntary carbon markets and Article 6 of the Paris Agreement to reduce corporate burdens.
 - The current Polar Activities Promotion Act lacks specific regulations on the scope and necessary measures for Arctic economic activities, making it difficult to encourage corporate participation.
 - Amend Article 10 to specify areas of Arctic economic activities, define detailed government support measures such as initial project funding in enforcement decrees and rules, and include practical cooperation plans such as private-sector support programs in the 2nd Basic Plan for Polar Activities Promotion.

4. Expected Outcomes

1) Policy effects

- This study provides foundational data for devising detailed strategies to implement the economic and industrial cooperation projects (Arctic-8 Project) outlined in Korea's 1st Basic Plan for Polar Activities Promotion.
- Korea's role as an Arctic Council observer can be boosted by identifying strategies to expand cooperation with Arctic nations through strengthened partnerships.

- This study aims to analyze the blue economy policies of Arctic nations, identify opportunities for collaboration, and propose a structured model for Korea-Arctic blue economy cooperation.

2) Social and economic effects

- This research lays the groundwork for proposing cooperative projects under the Arctic Council and collaborative initiatives between the Arctic Economic Council and KoARC.
- As an Arctic Council observer, Korea contributes to a sustainable Arctic while offering domestic businesses the opportunity to access emerging growth markets and expand their international presence.

01 서론

제1절 연구배경 및 목적

1. 연구배경

북극 지역의 기후변화는 한반도를 포함하여 지구 전체에 영향을 미친다. 극지연구소는 북극 지역의 소용돌이가 우리나라를 포함한 북반구에 극단적 한파를 일으킨다는 것을 증명했다.¹⁾ 또한, 북극 지역의 온난화는 일반 지역보다 4배 이상 빠르게 진행되고 있다는 연구가 발표되었다. 그 밖에도 포항공대의 연구 내용에 따르면, 기존 2050년으로 예상되었던 얼음 없는 북극 여름의 시작이 2030년으로 앞당겨질 것으로 예상했다.²⁾ 이처럼 온난화 현상은 현재진행형이며, 예상보다 더 빨리 진행되고 있다.

전세계적으로 기후변화가 급격하게 진행된 결과, 호주에서는 폭우가, 브라질에서는 폭염이 발생했고, 파나마 운하는 가뭄으로 통행이 제한되어 글로벌 공급망이 위기를 겪은 바 있다. 또한, 북극 지역에서는 자연적으로 발생하는 산불 문제가 심각해지고 있다. 그 밖에도, 극지방의 얼음이 녹으면서

1) 해양수산부 보도자료(2021.3.4.)(검색일: 2024.10.30.)

2) POSTECH(2023.7.17.)(검색일: 2024.10.30.)

발생한 해수면 상승 문제는 도서 국가의 국토 상실 위기를 야기한다. 따라서, 북극 지역에서의 '탄소중립'과 '지속가능성'에 대한 중요성이 대두되고 있으며, 그에 따라 선제 대응이 필요하다.

한편, 북극권 국가는 북극해 및 북극 지역을 온전히 환경보호만 해야 하는 공간으로 인식하고 있지 않다. '지속가능성'이라는 기본적인 원칙을 중심에 두고 북극 지역의 경제 발전을 위한 투자를 추진할 뿐만 아니라 녹색 해운, 친환경 에너지 등 청색 경제 산업 육성 정책 역시 추진하고 있다. 또한 스마트 기술, AI, 무인기술, 로봇 등 신기술을 활용하여 북극 기후를 극복함과 동시에 환경을 보호하고자 한다. 러시아, 핀란드, 노르웨이는 북극 지역 및 북극해에 해상풍력 단지를 조성하는 사업을 추진하고 있고, 아이슬란드 는 어선을 전면 전기화하는 정책을 추진하고 있다. 핀란드와 덴마크의 경우, 암모니아, 수소 등 친환경 연료를 기반으로 하는 선박을 개발 및 상용화하고 있다. 특히 핀란드의 바르질라 사(社)는 영하 52도 이하의 환경에서도 작동되는 쇠빙 LNG 추진 유조선의 무선 및 통합 내비게이션 시스템을 개발했다. 그뿐만 아니라 핀란드는 북극해를 통과하는 스마트 해저케이블을 설치하여 접근이 어려운 지역에 인터넷을 연결하는 동시에 북극해 변화에 대한 실시간 데이터를 수집하는 사업을 진행하고 있다. 최근에는 수에즈 운하 사고, 남중국해 미·중 충돌 가능성, 카스피해 지정학적 리스크 상승, 중동 위기로 인한 홍해 리스크 발생, 가뭄으로 인한 파나마 운하 통항 불가 사태 등으로 인해 글로벌 공급망 위기가 발생함에 따라 전통적 해운 노선을 대체할 수 있는 북극항로가 제안되고 있다. 이에 러시아는 북동항로 관련 인프라 및 전후방 산업을 개발하고 있으며, 노르웨이, 핀란드 등 주요 북극권 국가 또한 장기적 관점에서 북극항로 활성화를 예상하고 북극 녹색 해운(Arctic Green Shipping)을 주요 아젠다로 활발히 논의하고 있다. 북극이사회 의장국인 노르웨이는 북극이사회 추진 과제 중 하나로 녹색 해운을 포함했으며, 덴마크, 노르웨이, 아이슬란드 등 북극권 국가는 암모니아,

수소 등을 기반으로 하는 북극해용 선박 개발 및 운용하고 있다.

우리나라는 북극경제협력에 있어서 북극항로와 연계하여 주로 러시아와 쇠빙LNG선 분야에서 협력해왔지만 러·우 전쟁의 여파로 러시아와 경제협력 추진 어려운 실정이다. 따라서, 러·우 전쟁 종료 및 그 여파가 진정되기 전까지 우리나라는 노르웨이, 아이슬란드 등 북극권 국가와의 경제협력 기반을 조성하고, 협력 외연을 확대할 필요가 있었다. 이에 따라 우리 정부는 ‘2050 북극활동전략’, ‘제1차 극지활동진흥기본계획’을 수립하면서, 국제협력, 원주민 협력, 외교, 법, 국제규범 등 기존 협력 분야에서 북극권 국가와의 지속가능한 경제협력으로 외연을 넓히고자 했다. 특히, 북극권 8개 국가와 경제협력을 추진하기 위해 ‘Arctic-8’ 프로젝트를 제시했으나, 이를 실현할 구체적인 방안이 부재한 실정이다. 더불어, 북극 지역은 타 지역과 다르게 고유한 거버넌스(북극이사회, 북극경제이사회, 북극원주민단체 등)가 존재하기 때문에 외교적 지원이 필수이므로 국제협력 및 외교적 관점이 반영된 구체적인, 체계적인 경제협력사업 추진 전략이 필요하다. 따라서, 본 연구를 통해 북극권 국가와 청색 경제 협력 기반을 조성하여, 한-북극권 경제협력의 외연 확대 및 우리 기업의 새로운 시장 진출을 지원하고자 한다. 특히, 본 연구는 북극권 국가와 ‘북극’ 지역에서 협력하는 사업을 대상으로 한다. 또한, 앞서 설명했듯 극지활동진흥기본계획의 ‘Arctic-8’ 프로젝트를 기반으로 청색경제 협력방안을 구체화하는 것을 목표로 함에 따라 양자협력을 전제로 연구를 수행했다.

〈그림 1-1〉 Arctic-8 프로젝트 주요 내용

중점협력국		전략적 협력국	
덴마크	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (단기) 북극 고위도 육상(그린란드 지역) 연구 협력 네트워크 구축 ▪ (중장기) 송어 등 양식·가공기술, 북극항로 친환경 활용 	미국	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (단기) 기후변화 관련 해수부·해양대기청(NOAA) 협력사업 발굴 ▪ (중장기) 해양 환경 관리, 북극항로 안전 통합 연구, 원주민 지원
노르웨이	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (단기) 다산기지 기반 북극권 국제 공동 연구, 연어 양식 기술 등 ▪ (중장기) 자율운항 및 친환경선박 기술 개발, 해양쓰레기 거버넌스 	캐나다	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (단기) 보퍼트해 현장탐사 연구, 원주민 지식 활용 해양보호관리 ▪ (중장기) 북극 동토층 대기·환경변화 연구, 친환경 기술 기업 육성
잠재 협력국가			
아이슬란드	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (단기) 오로라 등 고층대기 공동연구 과제 발굴, 소형전기어선 공동개발 ▪ (중장기) 수산식품 클러스터 조성, 정보제공 서비스 협력 		
스웨덴	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (단기) 오로라 등 고층대기 공동연구 과제 발굴, 친환경 에너지 개발 등 ▪ (중장기) 자율운항선박, ICT 융합 지능형선박 개발 		
핀란드	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (단기) 오로라 등 고층대기 공동연구 과제 발굴, 친환경 선박 기자재 수출 ▪ (중장기) 자율운항선박·인프라 구축, 해저케이블 		
러시아	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (단기) 소형어선 친환경 선박 전화, LNG·암모니아 연료 추진 선박 ▪ (중장기) 북극항로·항만 개발, 자율운항선박 		

자료: 관계부처합동(2022), 제1차 극지활동진흥기본계획

2. 연구목적 및 필요성

중국의 경우, 러시아와의 협력을 통해 북극 에너지, 조선 등 다양한 시장에 적극적으로 협력사업을 도출하고, 국가적 차원에서 북극 진출을 적극 지원하고 있다. 일본은 JAMSTEC를 중심으로 지분투자 등 다양한 방식으로 북극권 경제협력을 할 수 있는 기회를 창출하고 있다. 반면 우리나라는 북극권 국가와 경제협력을 위한 구체적인 전략 및 로드맵이 부재하다. 따라서, 본 연구는 한-북극권 청색 경제협력 모델 개발 및 추진 방안을 제시하여 우리나라 또한 적극적이고, 체계적으로 북극 경제협력을 제안하고 추진하는 방안을 마련하는 것을 목적으로 한다. 즉, 북극권 국가의 청색 경제 정책을 검토하고, 북극해, 북극 연안 등에서 추진 및 협력 가능한 분야를 파악함으로써 제1차 극지활동진흥기본계획을 기반으로 하는 한-북극권 국가 협력 가능 모델을 제안할 예정이다. 이 연구에서 제안하는 모델은 우리

나라가 체계적으로 북극 경제협력을 추진하기 위한 기초자료로 활용 가능할 것으로 기대된다.

특히 본 연구는 현 정부의 국정목표 40. 세계를 선도하는 해상교통물류 구축, 41. 해양영토 수호 및 지속가능한 해양관리, 73. 풍요로운 어촌, 활기찬 해양, 98. 능동적 경제안보 외교 추진, 99. 국격에 걸맞는 글로벌 중추국가 역할 강화를 실현하기 위한 기초연구로서 방안을 제시하고, 우리 기업이 북극 시장에 진출할 수 있도록 정책적 방안을 모색하고자 한다. 또한, 극지활동진흥기본계획의 Arctic-8 프로젝트를 구체적으로 어떻게 이행할 수 있을지 방법을 제안하고, 북극경제이사회 및 북극이사회와의 면담, 북극권 국가와의 양자북극협의회 등 국제회의에서 본 연구에서 도출된 협력사업을 신규 협력 어젠다로 제안하고자 한다.

제2절 선행연구

1. 청색 경제 관련 선행연구

Andreas Østhagen et al.(2022)³⁾는 2018년부터 2021년까지 노르웨이 외교부에서 지원한 프로젝트(Opportunities for Blue Growth in Alaska and North Norway(AlaskaNor))를 추진하여 북노르웨이와 알래스카 지역에서의 청색 경제 활동에 대한 관리 규제에 대해 분석했다. Apostolos Tsiouvalas et al.(2022)⁴⁾는 노르웨이 지역의 수산업 및 양식업에 대한 현황을 파악하고, 지속가능한 거버넌스의 방안을 제시했다. Rosa Maria

3) Andreas Østhagen et al.(2022), p. 107.

4) Apostolos Tsiouvalas et al.(2022), pp. 10-11.

Martinez.Vazquez 외(2021)⁵⁾는 청색 경제에 포함되는 기술, 과학 등을 대상으로 하는 연구들의 키워드를 조사하여, 청색 경제의 동향을 분석했다. Kufera, Caleen et al.(2023)⁶⁾는 북극 지역에서의 청색 경제 전략을 분석하고, 지속가능성과 경제 성장간 균형을 맞춘 청색 경제 전략을 도출했으며, 청색 경제 통합 정책 실행 방안을 모색했다. Gao Tianming et al. (2021)⁷⁾는 청색 경제 개념이 지자체 개발 전략에 미치는 영향을 분석하여, 러시아 연안 북극 지역에서 지속가능한 개발을 위한 청색 경제 전략을 수립했다.

Irina Makarova et al.(2023)⁸⁾는 항만 인프라 개발에 관한 문헌을 검토하고, 스마트 항만, 신기술 및 발전 전망에 대해 분석했다. 이를 통해 북극 해역과 관련된 청색 경제 안에서의 운송 및 관련 인프라의 지속가능한 개발을 위한 방안을 모색했다. Ruth Branch et al.(2022)⁹⁾는 북극 해양 재생에너지 자원과 전력 생산방법을 분석해 북극 지역에서의 활용을 위한 해양 재생에너지의 잠재력을 평가 및 분석했다. Maaik Knol.Kauffman 외(2023)¹⁰⁾는 해상 양식업 개발 및 해상풍력 에너지 개발 계획에 따른 청색 경제를 둘러싼 노르웨이의 갈등을 분석하고, 이에 대한 갈등 관리 방안을 제시했다. Wenhai Lu(2019)¹¹⁾는 청색 경제의 개념을 정의하고 청색 경제의 이론적 적용 사례에 대해 분석한 결과를 바탕으로 청색 경제의 미래를 전망했다. Mathias Carlsson(2020)¹²⁾은 북극권 8개 국가의 청색 경제 전략과 거버넌스, 레짐, 블루 거버넌스 등 이론적 프레임워크를 분석했다. 이를 통해 지속가능한 개발을 위한 초국가적 협력 방안을 모색했다. Vasili Erokhin et al.(2021)¹³⁾는 중국의 북극 연구에 대한 현황을 조사하고, 북극 청색 경제

5) Rosa Maria Martinez.Vazquez et al.(2021), p. 1

6) Kufera, Caleen 외(2023), p. 14.

7) Gao Tianming et al.(2021), p. 1.

8) Irina Makarova et al.(2023), p. 1.

9) Ruth Branch et al.(2022), p. 1.

10) Maaik Knol.Kauffman 외(2023), p. 1.

11) Wenhai Lu(2019), p. 1.

12) Mathias Carlsson(2020), p. 2.

회랑과 러시아 간 관계 및 노르딕 국가와의 관계를 분석했다. 이를 통해 북극 청색 경제 회랑에 중국이 향후 미칠 영향을 평가했다. 홍성범 외(2013)¹⁴⁾는 청색 경제 개념 및 배경을 설명하고 청색 경제 협력 거버넌스에 영향을 미칠 수 있는 과학 기술 외교, 협력과제 발굴 전략을 제시하였다.

2. 북극 경제 관련 선행연구

Benjamin D.Trump(2018)¹⁵⁾는 그린란드 광산 사례 분석을 통해 의사결정 분석 도구가 정책 및 프로젝트를 식별하는 데에 미치는 영향에 대해 연구했다. 이를 통해 지속가능한 북극 개발을 위한 의사결정 전략을 제시했다. Nikolaj Bock et al.(2012)¹⁶⁾는 북극 지역의 메가 트렌드와 변화의 동인, 기후변화의 핵심 요인, 북극 해운, 어족자원, 오염, 생물다양성 등을 분석하고 지속가능한 개발을 위한 북극 지역의 거버넌스를 위한 국제사회의 참여 확대를 제안했다. Lise Smed Olsen 외(2016)¹⁷⁾는 북극의 북유럽 지역의 고용 현황과 지역의 대규모 산업, 바이오산업, 관광업 및 창조산업 분석을 통해 이 지역의 지속가능한 개발을 위한 기회와 과제를 제시했다. Sergei Nikonorov 외(2021)¹⁸⁾는 북극의 지속가능한 개발, 산업 공생의 개념, 경제 및 환경을 분석하고 극지 지수(Polar index)를 평가했다. 이를 통해 북극 기업의 지속가능한 개발과 산업 간 공생을 위한 균형 잡힌 접근법을 제시했다. Dmirieva, Diana 외(2023)¹⁹⁾는 최근 북극 광물자원의 특징을 분석하고, 러시아의 북극 전략에 대한 GAP를 분석했다. 이를 통해 국제 정세

13) Vasili Erokhin et al.(2021), pp. i~vii.

14) 홍성범 et al.(2013), pp. 15-25.

15) Benjamin D.Trump(2018), p. 1.

16) Nikolaj Bock et al.(2012), p. 37.

17) Lise Smed Olsen et al.(2016), pp. 9~10.

18) Sergei Nikonorov et al.(2021), p. 1.

19) Dmirieva, Diana et al.(2023), p. 1.

속에서의 러시아 북극 광물자원의 개발 방향에 대한 예상 시나리오를 제시했다. Muhammad Aamir Mahmood 외(2023)²⁰는 아시아의 포용적 성장 개요를 제시하고, 경제, 환경, 사회 지표의 영향력을 분석했다. 또한 어업 및 양식업을 분석하고, 산업 발전과 지속가능한 개발 간 포용적 성장 촉진을 위한 정책적 시사점을 제시했다. Ronald U. Mendoza 외(2013)²¹는 지역 공공재와 청색 경제의 개념을 소개하고, 국제협력 사례를 분석해 지속가능한 천연자원 관리 방안을 모색하며 향후 국제협력을 위한 시사점을 제시했다. 서원상(2013)²²은 북극의 특징을 반영한 북극의 지속가능한 개발을 분석하였다. 윤승환(2018)²³은 북극해의 상업적 이용가능성과 우리나라의 대응에 대한 시사점을 제시하였으며, 한종만(2019)²⁴은 북극에서 지속가능한 개발 협력과정에서 나타나는 기능 분석과 우리나라의 대북극 진출에 필요한 시사점을 도출하였다.

3. 경제협력 및 비즈니스모델 관련 선행연구

Malte Humpert 외(2022)²⁵는 알래스카와 북노르웨이의 해운산업의 현황을 파악하고, 향후 해운 활동에 대한 잠재력을 제시하여, 두 지역을 비교했으며, 협력 방안을 모색했다. 한철환(2011)²⁶은 북극항로와 수에즈 운하를 비교 분석해 북극항로의 경제적 타당성을 평가했다. 김엄지 외(2021)²⁷는 러시아 북극 지역의 비교 우위를 분석하고, 점-선-면 전략관점에서 경제

20) Muhammad Aamir Mahmood et al.(2023), p. 1.

21) Ronald U. Mendoza et al.(2013), pp. 45-60.

22) 서원상(2013), p. 63.

23) 윤승환(2018), p. 1.

24) 한종만(2019), p. 1.

25) Malte Humpert et al.(2022), p. 12-14.

26) 한철환(2011), p. 583.

27) 김엄지 외(2021), p. 215.

협력이 가능한 지역과 분야를 도출했다. 윤승환(2018)²⁸⁾은 북극해의 상업적 이용 가능성과 자원 개발 가능성을 검토하고 북극해 연안국들의 대응 현황을 분석했다. 이를 통해 북극권 국가와 우리나라간 협력 방향과 시사점을 도출했다. 김민수 외(2018)는 국내외 문헌조사, 전문가 자문을 통해 북극 내 4차산업혁명 현황 및 북극권 국가의 정책을 조사했다. 또한, 설문 조사를 통해 4차산업혁명 인식 및 필요성을 제고하고, 북극권에서의 4차산업혁명 기술 수준 및 기술 발전을 위한 필요 요인을 분석했다.²⁹⁾ 심기섭 외(2017)³⁰⁾는 AHP분석법을 이용해 국내 신·재생에너지 정책과 항만에 도입하는 방안을 제시하고, 항만구역 신·재생에너지 도입에 대한 결정요소를 분석했다. 홍현표 외(2014)³¹⁾는 북극해 지역의 수산 분야 동향을 기반으로 북극해 진출 가능성을 분석했다. 또한 북극해 진출을 위한 국내법 개정(안)과 단계적 액션플랜을 마련했다. 하지희 외(2014)³²⁾는 북동항로를 활용했을 때 부산항의 경쟁력에 대한 평가 요소를 도출하기 위해 AHP 분석을 진행했다. 정대환 외(2021)³³⁾는 북극항로의 상용화 시 동북아 5개 대표 항만 중 가장 경쟁력 있는 항만을 선정하기 위해 AHP 분석을 진행했다. 상위계층 평가 항목으로 항로, 항만 시설, 항만 운영 간 중요도를 평가한 결과 북극항로 절약 시간이 최대 가중치로 평가되었고, 가장 경쟁력 있는 항은 상하이항인 것으로 나타났다. 박홍균 외(2014)³⁴⁾는 북극항로 개설 시 광양항의 적합한 화물 형태에 대한 우선순위 결정을 위해 Fuzzy-AHP 분석을 사용했다. 의사결정의 계층구조 중 최상위 계층을 광양항 북극항로에 적합한 화물 형태로 설정해 분석한 결과 광양항 북극항로 평가 기준에 대한 상대적 가중치는 시급성 기준이 높은 것으로 평가되었다. 이를 통해

28) 윤승환(2018), p. 1.

29) 김민수 외(2018), pp. I~ix.

30) 심기섭 외(2017), pp. i~iv.

31) 홍현표 외(2014), pp. i~xiii.

32) 하지희 외(2014), pp. 207~209.

33) 정대환 외(2021), p. 177.

34) 박홍균 외(2014), p. 135.

북극항로 개척으로 광양항에 미치는 영향과 대처방안을 수립해 새 비즈니스 모델을 제시했다. 한편, 광양항의 비즈니스 모델 개발이라는 항목구성은 연구 목적에 따라 변경될 수 있다는 것을 한계점으로 제시하였다. 권재연(2011)³⁵⁾은 부산항과 상해항, Ningbo항, 청도항의 비교 연구를 통해 부산항의 순위와 열위를 분석하고, 이를 바탕으로 부산항이 허브항으로 발전할 수 있는 항만 경쟁력 확보 방안을 제시했다. 연구 방법은 각 항의 경쟁력을 전문가집단의 설문조사와 문답을 통해 추출했고, AHP로 정성적 의사까지 객관적 분석이 가능한 수치로 경쟁력 요소를 도출했다. 최영석 외(2018)³⁶⁾는 해운, 조선, 에너지, 자원 등의 분야에서 러시아 등과 실무경제 협력을 위한 기반 구축을 통해 북극항로 협력사업을 모색하고 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 지속가능한 비즈니스 모델을 제시했다. 김형주 외(2016)³⁷⁾는 개발도상국의 수요와 우리나라의 국익을 동시에 반영할 수 있는 맞춤형 기술 우선순위 마련을 위한 3단계 방안을 제시해 연구를 추진했다. AHP 분석을 이용해 1단계에서 다기준 의사결정 방법론에 대한 선행연구 및 적용 사례를 분석하고 2단계에서는 4가지 범주에서 기술 협력 우선순위 평가항목과 지표를 도출했다. 3단계에서는 도출한 우선순위 도구를 개도국에 적용해 우리나라와의 기술 협력을 위한 기술 우선순위를 도출했다.

35) 권재연(2011), pp. 1~4.

36) 최영석 외(2018), pp. 1~3.

37) 김형주 외(2016), pp. i~iv.

제3절 선행연구와 본 연구의 차별성

앞서 선행연구들을 살펴본 결과, 많은 연구에서 북극개발과 지속가능한 환경 이슈에 대한 논의가 진행되었다. 본 연구는 북극과 지속가능한 개발을 내용으로 분석하고 있다는 점에서 기존 연구 결과와 연결성을 가지고 있으나, 다음의 세 가지 측면에서 차별성을 가진다.

첫째, 대부분의 선행연구는 2020년 이후 ‘청색 경제’라는 단어에 주목하고 있긴 하지만 청색 경제를 키워드로 북극 지역에 대한 시장변화나 모델에 대한 연구는 부족한 실정이다. 또한, 대부분의 연구들은 ‘청색 경제’ 또는 ‘북극’ 중 하나 요소에만 초점이 맞춰져 있어 청색 경제를 중심으로 하는 북극 경제 모델에 대한 연구는 부족하다. 본 연구는 ‘청색 경제 + 북극’을 중심으로 연구를 수행할 계획이다. 따라서, 본 연구에서는 북극권 국가가 바라보는 청색 경제와 그 범위에 대해 검토하고, 북극 지역에서의 청색 경제 분야를 정의하고자 한다.

둘째, 북극 노르웨이 북부, 알래스카, 러시아 북부 등 특정 국가나 지역을 연구 대상으로 현황을 파악하고 전망한 연구는 다수 있지만 북극권 지역 전체를 대상으로 한국과 북극권 국가간 경제 협력 모델을 구상하거나 추진 방안을 모색한 연구는 부족하다. 따라서, 본 연구는 북극권 지역 전체를 대상으로 국가 계획과 연계하여 협력 모델을 추진할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

셋째, 북극 해양 재생에너지, 북극 해운, 바이오산업 등을 연구 대상으로 한 현황 파악 및 전망 분석에 대한 연구는 있지만 청색 경제 중 협력 가능한 분야를 도출한 연구는 부족하다. 따라서, 본 연구는 북극권 협력 분야를 설문조사를 통해 도출하고, 협력 모델 간 우선순위를 도출하고자 한다.

〈표 1-1〉 선행연구와 본 연구의 차별성

구분	선행연구		본 연구
	요약	참고문헌	
청색 경제			
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 해양에 의존하는 경제활동을 포함하는 청색 경제에 초점을 맞춰 이들 연구 경향과 연구자료를 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • Rosa Maria Martinez.Vazquez et al.(2021) • Kufera, Caleen et al.(2023) 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권 해양수산 연관 청색 경제 분야 정의
연구대상	<ul style="list-style-type: none"> • 청색 경제 연구 키워드 • 청색 경제 개념 • 지속가능한 개발의 개념 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenhai Lu(2019) • 서원상(2013) 	<ul style="list-style-type: none"> • 해양수산 연관 청색 경제 • 북극권 지역
연구범위	<ul style="list-style-type: none"> • 청색 경제 정의 • 청색 경제 이론적 사례 정의 • 청색 경제 프레임워크 내 국제협력 사례 • 청색 경제 협력 거버넌스 • 북극해의 상업적 이용 가능성 	<ul style="list-style-type: none"> • Ronald U. Mendoza et al.(2013) • 홍성범 외(2013) 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권 국가가 보는 청색 경제 정의 • 북극 지역에 한한 청색 경제 해양수산 연관 산업
연구방법	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례조사 • 키워드 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 윤승환(2018) 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 전문가 자문 • 설문조사 • 인터뷰
북극 경제			
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> • 알래스카와 북노르웨이에서 청색 경제가 어떻게 관리되고 규제되는지 분석 제시 • 알래스카와 북노르웨이의 수산업 및 양식업 산업에 대한 현 상태를 평가하고, 협업과 지속가능한 거버넌스 방안 제시 • 노르웨이의 청색 경제 성장 산업 분석(해상풍력 에너지 개발, 해상 양식업 개발) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kufera, Caleen et al.(2023) • Andreas Østhagen, Andreas Raspotnik et al.(2022) • Apostolos Tsiouvalas et al.(2022) • Malte Humpert et al.(2022) 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권 국가 8개국을 대상으로 전문가 설문조사를 통해 북극 지역에서의 경제협력분야 제시

연구대상	<ul style="list-style-type: none"> 러시아 북극 지역 알래스카/노르웨이 북부 오초크해/베링해 	<ul style="list-style-type: none"> Apostolos Tsiouvalas et al.(2022) Ruth Branch et al. (2022) Lise Smed Olsen et al.(2016) 한종만(2019) 김엄지 외(2021) 	<ul style="list-style-type: none"> 8개 북극권 국가(미국, 캐나다, 노르웨이, 스웨덴, 핀란드, 덴마크, 아이슬란드, 러시아) 협력 모델 청색 경제분야
연구범위	<ul style="list-style-type: none"> 러시아 연안 북극 지역에서 지속 가능한 개발을 위한 청색 경제 전략을 계획하는 과정 검토 러시아 북극의 스마트 항만, 신기술 및 발전 전망에 대한 연구 분석 	<ul style="list-style-type: none"> Gao Tianming et al.(2021) Irina Makarova et al.(2023) Nikolaj Bock et al.(2012) 한종만(2019) 	<ul style="list-style-type: none"> 지역적 범위: 8개 북극권 국가 연구 범위: 청색 경제 분야
연구방법	<ul style="list-style-type: none"> 문헌연구 사례조사 키워드 분석 	<ul style="list-style-type: none"> Maaik Knol.Kauffman et al.(2023) 라미경(2020) 	<ul style="list-style-type: none"> 문헌조사 전문가 자문 설문조사 인터뷰
북극의 청색 경제			
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> 북극 지역에서 청색 경제(BE, Blue Economy) 정책의 실행을 평가 북극 해양 재생 에너지의 잠재력을 평가 분석 북극 해역과 관련된 청색 경제 안에서 운송 및 관련 인프라의 지속가능한 개발 방안 연구 북극 지역에서 청색 경제 전략의 도전과 발전 분석 	<ul style="list-style-type: none"> Kufera, Caleen et al.(2023) Andreas Østhagen, Andreas Raspotnik et al.(2022) Apostolos Tsiouvalas et al.(2022) Malte Humpert et al.(2022) 	<ul style="list-style-type: none"> 북극권 국가 8개국을 대상으로 전문가 설문조사를 통해 경제협력 분야 도출 및 협력분야 우선순위 도출 한-북극권 국가 청색 경제 협력 모델 추진을 위한 정책 제언 및 제2차 극지활동 기본계획 반영을 위한 기초자료 제공
연구대상	<ul style="list-style-type: none"> 청색 경제 정책 북극 해운업 북극 해양 재생에너지 바이오 산업/관광업/창조산업 	<ul style="list-style-type: none"> Apostolos Tsiouvalas et al.(2022) 	<ul style="list-style-type: none"> 한-북극권 국가 청색 경제 협력모델 북극권 국가의 북극정책 및 청색 경제 정책 분석

	<ul style="list-style-type: none"> • 우주개발/해양과학기술/극지 과학기술 • 해양자원 관례 관련 국제법 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruth Branch et al. (2022) • Lise Smed Olsen et al.(2016) • Wenhai Lu et al.(2019) • Rosa Maria Martinez et al.(2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • 제1차 극지활동진흥기본 계획 분석
연구범위	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 개발과 해안 청색 경제 개념이 지자체 개발 전략에 미치는 영향 분석 • 초국가적 청색 경제에 대한 국가적 협력의 필요성 강조 	<ul style="list-style-type: none"> • Gao Tianming et al.(2021) • Irina Makarova et al.(2023) • Nikolaj Bock et al.(2012) • 한종만(2019) 	<ul style="list-style-type: none"> • 지역적 범위: 8개 북극권 국가 • 분야 범위: 북극정책 및 청색 경제분야 • 북극에서 추진 가능한 한-북극권 국가 청색 경제 협력 분야 도출
연구방법	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례조사 • 키워드 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • Maaik Knol.Kauffman et al.(2023) • 라미경(2020) 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 전문가 자문 • 설문조사 • 인터뷰

자료: KMI 작성.

02

STEEP 기반 청색 경제 여건 분석

제1절 청색 경제 정의³⁸⁾

“해양경제(Ocean Economy)” 혹은 “청색 경제(Blue Economy)”의 개념은 2012년 리우데자네이루에서 개최된 유엔 지속가능한발전회의(United Nations Conference on Sustainable Development)에서 유래되었다. 청색 경제는 해양이라는 도메인에서 사회 경제적 발전과 환경 지속성 사이의 균형을 필요로 하는 새로운 접근 방식에서 비롯한다.³⁹⁾ 전 세계적으로 청색 경제에 대한 관심이 높아지면서 해양 및 연안 지역과 관련한 전 세계 입안자 및 연구기관은 청색 경제에 대한 분석을 내놓고 있다. 특히 각국과 국제기구에서는 청색 경제를 다양한 방식으로 정의하고 해석하고 있다.

이코노미스트(The Economist)는 ‘The Blue Economy: Growth, Opportunity and a Sustainable Ocean Economy’ 보고서를 통해 “지속 가능한 해양 경제는 경제 활동이 해양 생태계의 장기적 역량과 균형을 이루며, 이러한 활동을 지원하고 탄력적이고 건강하게 유지될 때 나타난다.”라고 청색 경제에 대해 실무적 정의를 내리고 있다.⁴⁰⁾ 세계은행(World Bank)에서는 청색 경제를 “해양

38) United Nations, Blue Economy Definitions(검색일: 2024.4.25.)

39) Smith-Godfrey, S.(2016), p. 2.

40) Green Growth Knowledge Platform(검색일: 2024.4.25.).

생태계의 건강을 보전하면서 경제 성장, 생계개선, 일자리 창출을 위해 해양 자원을 지속가능하게 이용하는 것⁴¹⁾이라고 정의한다. 유럽연합 집행위원회(European Commission)에서 청색 경제는 “해양, 바다 연안과 관련된 모든 경제활동과 상호연결된 기존 및 신흥 부문”을 광범위하게 포괄하는 개념이다.⁴²⁾ 또한 영연방(Commonwealth of Nations)은 “해양 또는 ‘푸른(Blue)’ 자원에 대한 더 나은 관리를 장려하는 새로운 개념”이라고 정의한다.⁴³⁾ 비영리 환경보호기구인 국제보호협회(Conservation International)는 청색 경제는 에너지, 해운, 어업, 양식, 광업, 관광 등 해양 및 연안 자원의 다양한 경제적 활동을 의미하며, “탄소 저장, 연안 보호, 문화적 가치, 생물 다양성 등 시장화되지 않을 수 있는 경제적 이익도 포함된다.”라고 정의한다.⁴⁴⁾ 특히 유엔은 소도서개발도상국(SIDS)과 최빈개도국(LDC)의 생계를 위한 필수 요소로서 청색 경제에 초점을 맞춰 식량안보, 영양, 고용, 경제 성장을 위한 해양 자원의 중요성을 강조한다. 또한, 유엔은 해양 자원의 이용이 지속 가능한지 청색경제에 대한 유엔의 접근 방식에는 어업, 관광, 재생에너지, 해양 생명공학 등 다양한 분야가 포함되며, 사회적 형평성 환경 보호 및 경제발전을 지원하기 위해 이러한 자원의 지속 가능한 관리의 필요성을 강조하였다.⁴⁵⁾ 2018년 9월 세계 12개국 정상들과 유엔 사무총장 해양 특사(Special Envoy for the Ocean)인 피터 톰슨(Peter Thomson)은 해양 건강과 부를 위한 과감한 해결책 추진을 위한 ‘지속 가능한 해양 경제를 위한 고위급 패널(High-level Panel for a Sustainable Ocean)’을 출범시켰으며, 청색 경제는 지속 가능한 어업에서 생태계 건강, 오염 방지에 이르기까지 해양 지속가능성의 많은 측면을 이해하고 관리하는 것으로 정의했다. 또한 해양자원의 지속 가능한 관리를 위해 이전에 달성되지

41) World Bank(검색일:2024.4.25.).

42) European Commission(검색일: 2024.4.25.).

43) Commonwealth of Nations(검색일: 2024.4.25.).

44) Conservation International(검색일: 2024.4.25.).

45) United Nations(2022.6.28.)(검색일: 2024.4.25.).

않았던 다양한 파트너십을 통해 국경 부문에 걸친 협력이 필요하다고 언급했다.⁴⁶⁾ 유엔 지속 가능 발전 회의에서 시작된 이 개념은 전 세계적으로 해양 및 연안 지역의 중요성과 그 자원의 지속 가능한 관리 필요성에 대한 인식을 높이는 데 기여하고 있다.

세계 각국과 국제기구는 청색 경제를 다양한 방식으로 정의하고 있다, 그 범위는 에너지·해운·어업·양식·광업·관광 등 해양 및 연안 자원을 활용한 경제활동 전반에 걸쳐있다. 이러한 정의들은 해양자원의 지속 가능한 사용을 통해 사회적 형평성·환경보호 및 경제발전을 지원하는 것을 공통적인 목표로 하고 있다. 즉, 청색 경제에 대한 다양한 정의들은 ‘해양’과 ‘지속가능성’이라는 두 가지 핵심 요소를 중심으로 이루어져 있다. 세계 일부 지역에서는 청색 경제를 지속 가능성을 제외한 해양에 의존하는 모든 활동을 수용하는 ‘해양 경제’로 정의하기도 한다. 그럼에도 청색 경제는 해양 생태계의 장기적인 건강과 회복력을 유지하면서 경제활동을 조화롭게 수행하는 ‘지속 가능한 해양 경제’를 목표로 한다. 이는 경제 성장·생계개선·일자리 창출을 해양자원의 지속 가능한 사용과 연결 짓는 것을 의미한다. 결론적으로, 청색 경제는 해양의 지속 가능한 어업부터 생태계 건강, 오염 방지에 이르기까지 해양 지속가능성의 여러 측면을 포함한다.

46) United Nations Department of Economic and Social Affairs(2019.1.16.), Diving into the blue economy(검색일: 2024.4.25.)

제2절 북극권 청색 경제 여건

우리나라와 북극권 국가 간 청색 경제분야에서의 협력 방안을 모색하기 위해서는 양 지역의 청색 경제의 사회·문화적, 기술적, 경제적, 환경·생태학적, 정책적 여건을 분석하여 전략에 반영할 필요가 있다. 특히 북극 지역은 지구상에서 가장 독특하고 중요한 지역 중 하나로, 우선 지속가능한 북극의 측면에서 청색 경제의 조건이 어떻게 형성되어 있는지 STEEP 분석했다. STEEP 분석은 어떠한 현상을 사회적, 기술적, 환경적, 경제적, 정치적 다섯 가지 영역에서 살펴보고 각 영역에서의 분석을 바탕으로 미래를 예측하는 데 목적이 있다. 이 분석 기법은 주로 국가의 미래전략이나 기업의 경영 전략을 수립하는 데 활용된다.⁴⁷⁾ 여기서 STEEP는 각 알파벳의 첫 글자를 딴 것으로 사회적(Sociological), 기술적(Technological), 경제적(Economical), 환경적(Environmental), 정치적(Political) 측면에서의 분석 방법을 일컫는다.

1. 사회·문화적 측면(S)

북극 지역에 청색 경제가 중요한 이유 중 하나로 북극 원주민을 꼽을 수 있다. 북극의 환경이나 기후가 변화하면 북극 원주민의 전통적인 삶이 훼손되기 때문에 북극에서 진행되는 모든 활동에는 북극 원주민 단체가 개입하고 있고, 이에 따라 북극이사회, 북극권 정부, 기업 등은 원주민의 의견을 적극적으로 반영하고자 한다. 따라서, 사회 문화적 측면으로 북극 원주민에 대해 살펴보고자 한다.

47) Babette E. Bensoussan · Craig S. Fleisher(2013), pp. 194~196.

오늘날 북극 지역에는 약 400만 명의 원주민(indigenous peoples)이 살고 있다. 그중 세계 최북단 지역에 사는 소수 토착민은 전체 북극 인구의 10분의 1로, 이들의 정착촌은 캐나다, 미국, 러시아, 핀란드, 스웨덴, 노르웨이, 아이슬란드, 덴마크 등 8개국에 걸쳐있다. 북극 원주민은 핀란드, 스웨덴, 노르웨이, 러시아 북서부 지역에 사는 사미족, 러시아 네네츠족, 한티족, 에벡크족, 축치족, 알래스카의 알류트족, 유픽족, 캐나다의 이누이트족, 그린란드의 칼라알리트족 등 40여 개 다양한 토착민으로 이루어져 있다. 북극 원주민들은 농업의 기후한계를 극복해 어업, 순록사육, 해양포유류(물개, 고래, 바다사자 등) 수렵 등의 전통적인 경제활동을 통해 수천 년 동안 생계를 유지해 왔다. 이들은 수 세기 동안 북극 환경에 적응하면서 그들만의 독특한 공동체의 생계, 문화, 전통, 언어 등을 가지게 되었으며, 북극의 땅, 물 등 자연에 대한 기본적인 지식을 보유하고 있다. 또한 북극 대부분은 인구밀도가 낮고 인구의 약 2/3가 도시지역에 살고 있다.⁴⁸⁾ 북극 원주민들이 가진 문화는 인류의 문화를 다양하고 풍성하게 해주며, 이들의 생활방식은 자연과 조화를 이루며 살아왔기 때문에 인류에게 자원을 효율적으로 사용하면서 환경에는 최소한의 영향을 미치는 지속가능한 모델을 제공한다. 또한 수천 년간 북극 환경을 살아오면서 깨달은 생태 지식은 현대 과학연구와 환경보호에 큰 도움이 된다. 따라서 북극의 원주민과 그들의 삶을 이해하는 것은 청색 경제 여건을 알아보는데 사회·문화적 측면에서 중요하다.

원주민의 전통적인 삶은 자연을 섬기며, 자연과의 순응 및 조화를 이루려 한다는 것이 특징이다. 이들은 거주한 땅과 특별한 관계를 맺으며 살아가고 있다. 일례로 사하공화국 원주민들은 샤먼 의식을 바탕으로 태양과 불을 숭배하며 자연에 순응하기 위해 순록사냥이나 낚시 등으로 경제활동

48) Arctic Council, About Permanent Participants(검색일: 2024.8.29.); University of Lapland, Arctic Region(검색일: 2024.5.15.)

을 하며 전통을 지킨다.⁴⁹⁾ 춥고 척박한 환경에서 생활하지만, 원주민들은 자연에 동화되어 지속가능한 생태순환이 되도록 자연에 영향을 최소화하는 선에서 생활하는 것이다. 그러나 이들이 극한 기후조건에서 전통을 지켜나가는 쉽지 않다. 낙후한 교육여건, 의료 서비스 부족, 발전된 교통 인프라의 부재, 불만족스러운 전력공급 상태, 낮은 소득·소비수준 등으로 인해 경제적인 어려움을 겪어 젊은 인구가 도시로 이주해 북극 지역의 인구밀도는 점점 더 낮아지는 추세에 있다.⁵⁰⁾ 1900년부터 2019년까지 북극권 8개 연안국가(러시아, 서유럽, 북미)를 대상으로 한 공식 인구 통계 데이터에 따르면,⁵¹⁾ 북극의 세계 인구는 1950년대 천연자원 발견으로 정점을 찍은 후 현재는 거의 절반으로 수치가 줄었다. 8개 북극권 인구는 1900년대 130만 명에서 1989년 610만 명으로 증가한 후 2019년 540만 명으로 감소했다. 이들이 고향을 떠나는 원인은 당시 자연 자원개발 완료와 낮은 삶의 질 때문이었다. 여기에 기후 위기가 더해져 바다 사냥, 어업 등으로 생계를 유지하는 소수 토착민은 해양생물 개체 수가 급감하고, 어업·목축업 수확량이 급감하면서 전통적 방식의 생계유지가 어려워졌다.⁵²⁾ 또 기후변화로 인프라 유지·보수비용 상승, 때로는 인프라 재배치 필요성 등의 문제도 발생하였다.⁵³⁾ 뿐만 아니라 원주민 마을은 해빙으로 인한 해안선 붕괴로 위협받고 있다. 결국 북극 원주민의 인구가 감소하는 가운데 젊은 층이 대도시로 몰리고 여기에 기후 위기까지 더해져 소수 토착민이 거주하는 농어촌 지역은 인구 감소가 더욱 심화하고 있다.

49) 박종관·최주화(2022), pp. 49~70.

50) IV Samsonova·M S Malysheva(2020), pp. 2020~2025.

51) Jungsberg, Leneisja et al.(2019)(검색일: 2024.5.15.)

52) 박종관·최주화(2022), p. 58.

53) University of Lapland, Arctic Indigenous Peoples(검색일: 2024.5.15.)

2. 기술적 측면(T)

북극권 국가는 지리적으로 북극에 영토를 접하고 있어 이들 국가의 산업·기술 등은 직접적으로 북극 환경에 영향을 미친다. 이에 노르딕 국가는 지구환경의 기후변화 위기를 시급히 여기고, 탄소중립을 실현하기 위한 4차산업 기술을 선도적으로 추진 중이다. 스웨덴은 현재 ICT융합 지능형 선박기술, 해양플랜트 설계 기술, 엔진 자동화 등에, 핀란드는 자율운항선박(MASS, Maritime Autonomous Surface Ship) 분야에서 바르질라(Wärtsilä)사가 노르웨이 콩스버그(Kongsberg Gruppen), 영국 롤스로이스 마린(Rolls-Royce Marine), 스위스 아에비비(ABB)와 함께 업계를 선점하고 있다.⁵⁴⁾ 덴마크는 스마트 로봇 기술을 도입해 북극에 환경보호 및 기후변화에 대응하고 있다. 또 덴마크 해사청 주도로 연안 도서를 운항하는 무인 자율운항 하버 버스(Harbour bus) 개발 프로젝트를 수행해 2022년 12월 실증을 마쳤다. 복잡한 해안선과 도서 지역을 이루어진 노르웨이, 덴마크 같은 북유럽 국가는 지리적 특성으로 인해 도서 지역을 운항하는 차도선이나 페리호, 중소형 화물선 등을 위주로 하는 기술 개발에 앞서고 있다.⁵⁵⁾

노르웨이의 해운회사 윌헬름센(Wilhelmsen)은 콩스버그와 함께 마스터슬리(Mastersly)라는 새로운 회사를 설립해 2017년 5월 세계 최초로 완전 전기 및 자율운항 컨테이너 선박을 발표해 전 세계의 이정표가 되었을 정도이다. 노르웨이는 자율 및 원격 운영은 해사 산업의 중요한 발전으로 여겨 국가 차원에서 자율운항선박을 주도하겠다고 밝혔다.⁵⁶⁾ 노르웨이는 북부 타나(Tana) 광산 채굴 및 터널링에 로봇이 원격으로 탐사해 위험지역에 더 이상 사람이 이동하지 않도록 하였다.

54) 삼성SDS(2023.4.12)(검색일: 2024.5.15.)

55) KIMST(2024), p. 20.

56) KMI 해양수산 해외산업 정보포털(검색일: 2024.5.15.)

3. 경제적 측면(E)

1) 자원 · 에너지

기후변화로 인해 변화하는 경제환경 중 또 하나의 이슈는 자원개발이다. 북극은 풍부한 수산자원을 비롯해 석유, 가스, 희토류 금속, 구리, 아연, 석탄과 같은 광물을 보유하고 있다. 미국 지질조사국(USGS: U.S. Geological Survey)에 따르면 북극에 매장된 석유는 500EJ⁵⁷⁾로, 이는 2015년 전 세계 원유 생산량의 약 3배에 달하는 수치이다. 또 액화천연가스를 포함한 가스는 1,850EJ로, 2015년 세계 총 가스 생산량의 11배이다. 특히, 북극 지역의 석유와 가스는 84%가 연안에 매장되어 있다. 국가별로 석유와 가스 매장량을 살펴보면 러시아 북극에 각각 22%와 69%, 미국 북극에 각각 40%와 12%, 캐나다 북극에는 각각 13%와 5%, 노르웨이 북극에 각각 4%씩 묻혀 있다.⁵⁸⁾ 이에 따라 각 국가는 자원개발에는 환경문제가 동반됨에도 불구하고 자국의 자원증대를 위한 개발에 힘을 쏟고 있다.

특히, 러시아는 에너지 산업을 통한 경제 성장 전략에 따라 자원 수출을 핵심 정책으로 삼아 북극 자원개발을 적극적으로 추진 중이다. 대표적으로 러시아의 에너지 기업 노바텍은 2017년부터 기단반도에서 270억 달러를 투자해 Arctic LNG-2 프로젝트를 추진했으며, 2023년 말 가스 생산을 목표로 하였다.⁵⁹⁾ 그러나 미국의 경제 제재로 인해 노바텍은 가스 운반선 부족 문제를 겪고 있으며, 이로 인해 프로젝트 운영을 축소하고 생산량을 줄여야 하는 상황에 직면해 있다.⁶⁰⁾ 또한, 2024년 6월 유럽연합(EU)은 러시아의 LNG 부문에 대한 제재를 강화하여, 러시아에서 건설 중인 LNG 프로젝트에 대한 투자와 수출을 금지하고, 일부 항구에 러시아 LNG의 수입을

57) 세계가 하루 쓰는 총 에너지, Joule: 1W 전구의 1초간 소비량(검색일: 2024.5.15).

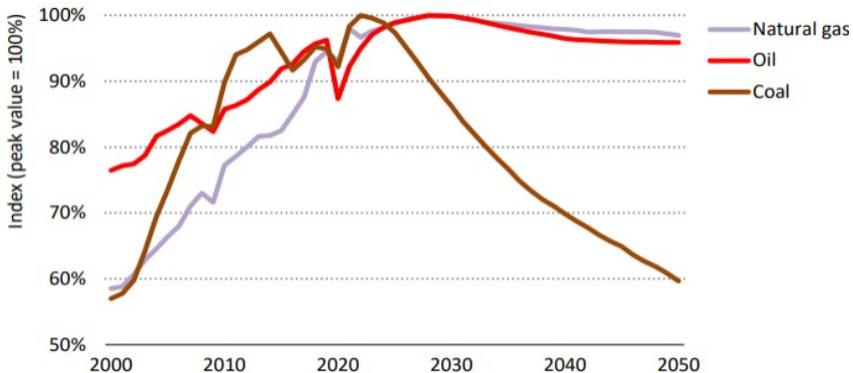
58) Ying Zhang et al.(2024)(검색일: 2024. 5. 15)

59) CSIS(2023), pp. 1~7.

60) Reuters(2024. 4. 4.)(검색일: 2024.5.15.)

제한하였다.⁶¹⁾ 에너지 개발을 위한 또 하나의 흐름은 노르웨이가 유럽 최대의 천연가스 공급국으로 떠오르고 있다는 사실이다. 러시아에 에너지 의존도가 높았던 유럽연합(EU)은 러·우 전쟁 발발 이후 러시아산 LNG에 수입제한 조치를 취하며 경제 제재를 강화하였다. 하지만 유럽연합은 대체 에너지 공급원을 찾기 어려워 러시아로부터의 가스 수입을 완전히 중단하지는 못했다. 이 가운데 노르웨이는 북극해와 노르웨이해에서 석유와 가스 탐사프로젝트를 확대하며 2023년에는 유럽의 가스 수요 중 약 5%를 충당했다.⁶²⁾ 노르웨이 의회는 2024년 1월 북극해 스발바르 제도 인근 수역에서 해저 자원 탐사 계획을 승인했으며, 매년 진행되는 APA(Awards Pre-Defined Areas: 새로운 탐사 구역 허가) 프로그램을 통해 석유와 가스 생산을 위한 탐사 구역을 확대하여 효율적인 개발을 촉진하고 있다.⁶³⁾

〈그림 2-1〉 시나리오별 2000-2050년까지 화석연료 소비량



자료: IEA(2023), p. 26(검색일: 2024.5.15.)

위와 같이 전통적 화석연료에 대한 개발을 유지함과 동시에 친환경 에너지에 대한 투자를 추진하고 있다. 북극권 국가들은 산업에 친환경 기술을

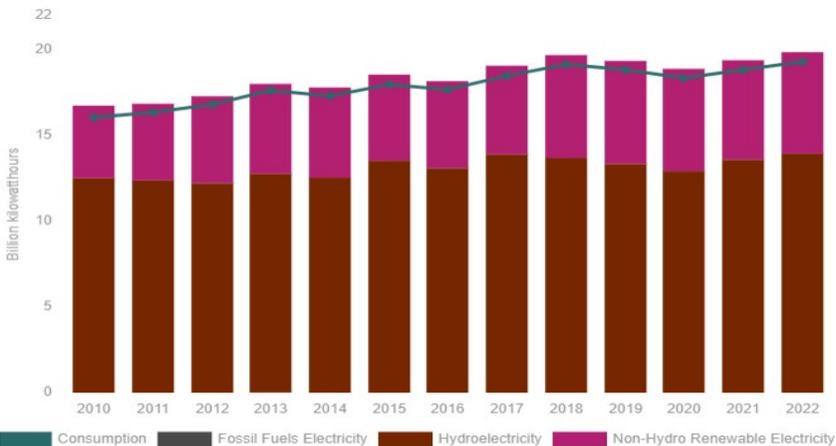
61) European Union(2024.6.24.), “EU adopts 14th package of sanctions against Russia” (검색일: 2024.8.20.)

62) KMI(2024), 극지해소식지 132호, pp. 9~10.

63) KMI(2024), 극지해소식지 131호, p. 17.

적극 도입해 2050년까지 탄소배출 제로를 목표로 이를 적극적으로 실천하고 있다. 일례로 덴마크는 풍력발전을 핵심 기반으로 전체 전력의 80% 가까이 신재생에너지로 전환하였다. 세계 해상풍력 시장 1위인 덴마크 오스테드(Orsted)는 녹색 선진기술을 바탕으로 영국, 한국, 대만에 풍력산업을 수출하고 있다.⁶⁴⁾ 노르웨이드도 해상풍력, 수소 에너지, 탄소포집 기술 분야에서 우수한 기술력을 갖고 있어 한국과도 재생에너지 분야에서 협력하기로 하였다.⁶⁵⁾ 아이슬란드는 에너지 안보가 뛰어난 국가로, 대부분 재생에너지를 통해 전력을 생산한다. 아이슬란드는 지열 발전(약 25%), 수력 발전(약 75%), 나머지는 풍력발전을 통해 전력을 생산한다. 따라서 전기자동차, 전기선박, 전기 배터리 충전소 등 재생에너지 관련 인프라 및 기술이 선진화되어 있다.

〈그림 2-2〉 아이슬란드 전력 생산 구조



자료: U.S. Energy Information Administration(검색일: 2024.7.5)

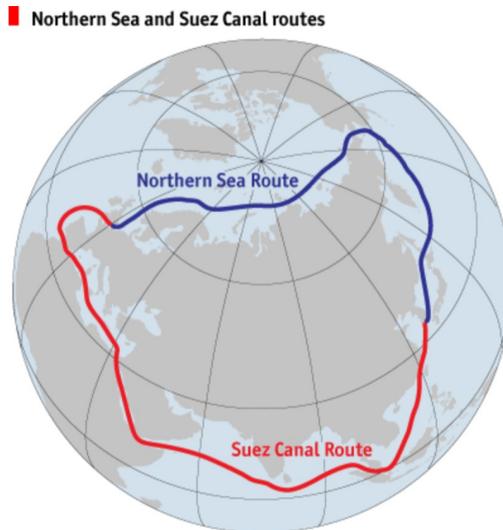
64) THE KOREA ECONOMY DAILY(2023.12.1), Orsted wins 1.6 GW offshore wind power license from Korea(검색일: 2024.5.15.)

65) 연합뉴스(2023.7.11), Yoon, Norway PM discuss cooperation in renewable energy, defense (검색일: 2024.5.15.); POLITICO(2024.4.23.), Fossil fuel giant Norway pitches itself as Europe's ideal green partner(검색일: 2024.5.15.)

2) 북극 해운

기후변화로 인해 해양 지형이 변하면서 바닷길의 패턴도 달라지고 있다. 북극의 빙하가 빠르게 녹으면서 북극권에서의 활동이 점점 더 활발해지고, 이에 따라 비즈니스 환경도 크게 변화하는 것이다. 과거 북극항로(Northern Sea Route, NSR)⁶⁶는 두꺼운 빙하로 인해 여름철을 포함해 통상적으로 연간 약 5개월 정도만 운항이 가능했다. 그러나 2020년 무더위가 심해지면서, 연간 7개월까지 이상 이 항로를 사용할 수 있는 여건이 마련되었다. 이러한 변화는 지구온난화로 인해 북극의 해빙이 가속화되면서 자연스럽게 항로 운항 여건이 개선된 결과이다.

〈그림 2-3〉 북동항로와 남방항로 비교

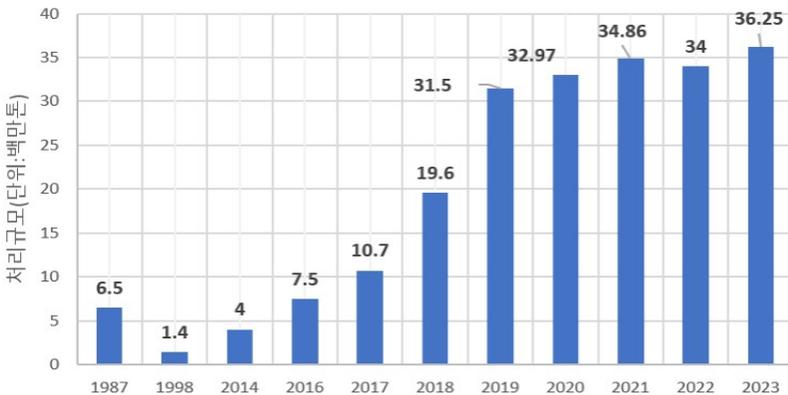


자료: Economist Intelligence Unit(검색일: 2024.7.5.)

66) 북극항로는 북동항로(Northeast Passage)와 북서항로(Northwest Passage)가 있다. 북동항로는 러시아의 북부 해안을 따라 이어지며 상대적으로 더 안정적인 해빙 조건을 갖는다. 여름철에 해빙이 더 빨리 녹고 더 오랜 기간 열려 있어 선박 운항이 용이하다. 반면 북서항로는 캐나다 북부를 지나며 여전히 두꺼운 해빙이 많이 남아있어 항로의 개방 기간이 짧고 위험이 큰 것으로 알려져 있다.

최근 몇 년간 북극항로의 이용이 점차 증가하고 있으며, 이는 특히 2015년부터 2023년까지 화물처리량이 급격히 증가한 그래프에서 뚜렷하게 확인된다. 러시아의 원자력 국영기업 로사톰은 북극항로를 관리하며, 항로 운항 허가와 기상 정보, 화물처리량 등의 정보 제공을 담당하고 있다. 로사톰의 자료에 따르면, 1987년부터 2023년까지 36년 동안 북극항로를 통해 운송된 연간 해상운송 규모가 약 6배 증가했으며, 해빙이 빠르게 줄어들면서 선박의 항행 가능한 기간이 더욱 길어졌다.⁶⁷⁾ 예를 들어, 2019~2021년 동안 항행 기간은 9월에서 10월까지 이어졌으며, 11월이 되어서야 항로가 휴면기에 들어갔다. 이는 해빙이 감소함에 따라 북극항로의 안정성이 높아지고 있음을 의미한다. 이에 따라 로사톰은 2022년에 1,163건의 운항 허가를 발급하였으며, 2023년에는 이 수치가 1,218건으로 증가했다. 특히 외국기업에 발급된 운항 허가는 2022년 55건에서 2023년 115건으로 두 배 이상 증가하였다. 최근 북극항로를 통해 운송된 화물은 주로 석유, LNG와 같은 에너지 자원, 석탄, 철광석 정광 등이다.

〈그림 2-4〉 북동항로를 이용하는 연간 화물처리 규모



자료: Rosatom(검색일: 2024.5.15.)

67) Rosatom(2024.1.11.), Historical record of the Northern Sea Route(검색일: 2024.5.15.)

북극이사회 워킹그룹인 PAME(Protection of the Arctic Marine Environment)의 보고서에 따르면, 2022년 기준 북극해에서 운항된 선박 수 기준으로 러시아가 885척으로 1위, 노르웨이(180척), 덴마크(122척), 미국(88척), 캐나다(55척) 등 순으로 집계되었다.⁶⁸⁾ 즉, 러시아가 압도적으로 많은 수를 차지했으나, 그 외 다른 국가 또한 북극해를 일부 구간 활용하고 있는 것으로 파악할 수 있다. 또한, 선박 유형으로 봤을 때는 어선이 전체 선박(729척)의 44%를 차지하여 가장 큰 비중을 차지했으며, 일반화물선(182척), 벌크선(114척)이 2위, 3위를 차지했다.⁶⁹⁾ 즉, 아직 화물 운송보다는 어업을 위한 활용이 더 많은 부분을 차지한다고 판단할 수 있다.

이처럼 북극 환경의 변화로 인해 북극항로를 활용하는 사례가 많아지고 있다. 그 밖에도 북극항로를 새로운 물류 루트로 주목할 수밖에 없는 또 다른 사건들이 연이어 발생했다. 전통적인 물류 루트인 남방항로가 위험에 노출되어 전 세계 물류 공급망에 차질이 빚어진 것이다. 2021년 3월 23~29일까지 초대형 컨테이너선 에버기븐(EVER GIVEN)호가 좁은 수에즈 운하 내에서 좌초된 데 이어, 2023년 11월부터 하마스를 지지하는 靚이란 성향의 예멘 후티 반군(Houthi rebels)이 민간 선박에 공격을 가하면서 세계 5대 해운사 중 4곳이 수에즈 항로 이용을 중단하기로 선언하였다.⁷⁰⁾ 해운사들은 홍해에서 선박을 우회하느라 수에즈 운하를 통과하는 화물 톤수는 45%가 감소했으며,⁷¹⁾ 희망봉 경유 노선을 활용함에 따라 운송 기간이 길어지고 운임 비용이 증가했다.⁷²⁾ 이에 따라 글로벌 공급망 혼란에 대처하기 위해 새로운 물류 루트 개발이 필요하다는 목소리가 나오고 있다. 그리고 그에 대한 대체 항로로 고려 중인 물류 루트가 바로 북극항로이다.⁷³⁾

68) PAME(2023), Arctic Shipping Status Report: Flag States of Ships in the Arctic(검색일 2024.7.5.)

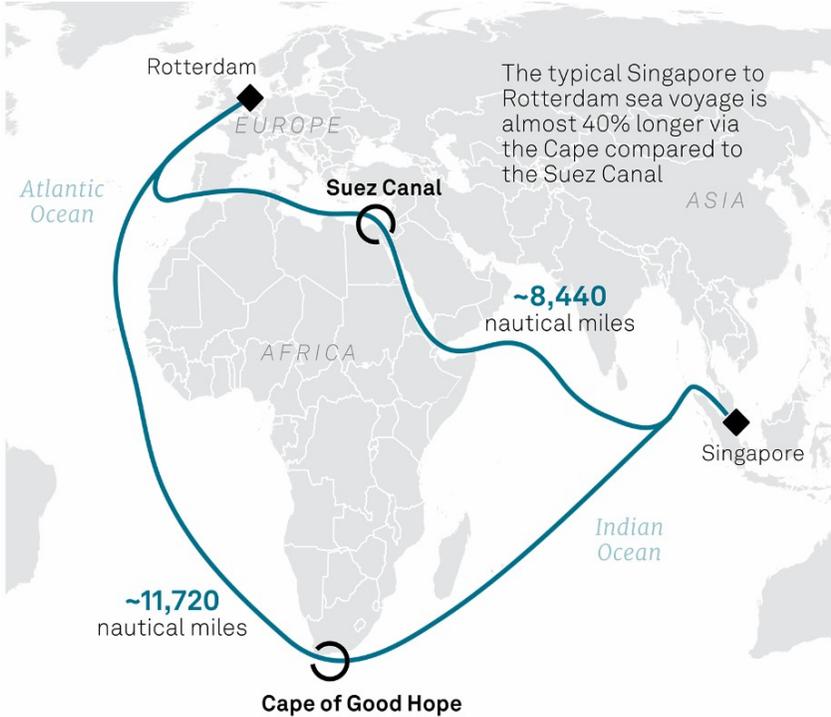
69) PAME(2024), Types of Ships in the Arctic (검색일 2024.7.5.)

70) 연합뉴스(2024.1.5.), 후티 미사일에 맞을라'...수에즈 운하 선박 운송 20% ↓(검색일: 2024.4.5.)

71) Reuter(2024.1.26.), Freight through Suez Canal down 45% since Houthi attacks - UNCTAD (검색일: 2024.4.5.)

72) Financial Times(2024.2.11.), Ships shun Red Sea and Suez Canal despite reduced Houthi menace(검색일: 2024.4.5.)

〈그림 2-5〉 수에즈 운하와 희망봉 경유 물류 루트 비교



자료: S&P Global, Commodity Insight(검색일: 2024.4.5.)

이처럼 북극항로의 활용도 및 중요성이 높아지고 있으며, 향후 더 많은 선박이 북극해를 통항하게 될 경우를 대비하여 환경적 요소를 고려할 필요가 있다. 이를 위해서는 친환경 에너지 기반 선박, 운송 화물 제한, 친환경 항만 구축 등이 필요한 실정이다.

73) The Economist(2024.1.18.), How viable is Arctic shipping?(검색일: 2024.4.5.)

4. 환경 · 생태적 측면(E)

1) 북극 기후변화

북극의 기후와 생태계는 인류의 삶과 밀접히 연결되어 있어 우리는 북극의 기후변화에 주목해야 한다. 빙상의 두께와 면적 축소는 철새, 포유류, 상위 포식자 등 자연생태계의 심각한 변화를 초래하며, 영구동토층 감소는 해안선 침식을 가속한다. 이는 앞서 살펴본 경제적 기회가 열리는 현상에 대한 예측과 대응에 필요하다는 것을 의미한다. 더 나아가 지반 붕괴와 인프라 손상 등은 원주민의 전통적인 생활방식 변화로 이어질 수 있다. 특히 영구동토층 감소로 인해 지반에서 배출되는 메탄(CH₄)의 양이 증가하면, 생태계 균형에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 이에 따라 환경적 스트레스가 가중된다.⁷⁴⁾ 기후변화는 지구의 경제적, 생태적, 사회문화적 여파를 불러일으키기 때문에, 우리는 북극 연구를 통해 환경 시스템의 변화를 이해하고, 북극에서 발생할 수 있는 경제적 · 생태적 변화를 예측하여 미래 대응책을 마련해야 한다.

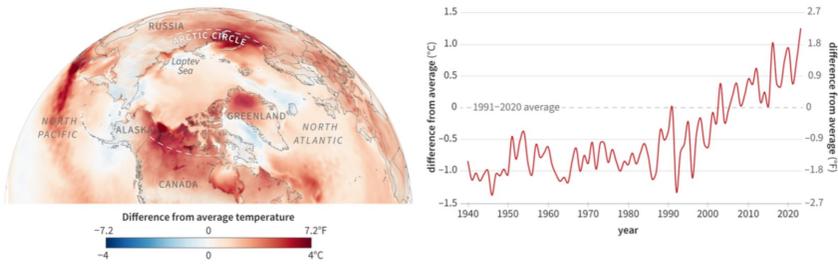
북극은 일사량, 지면 알베도, 기단 이동, 해류, 지형 등의 요인으로 인해 겨울철 기온이 매우 낮으며, 지역에 따라 기온 차이가 크다. 특히 여름철의 지역 간 기온변동이 겨울철보다 더 크다. 북극에서 가장 추운 지역은 시베리아로, 1892년 시베리아 베르호얀스크에서 관측된 기온은 영하 67.3도로, 이는 역대 최저기온 기록이었다.

주목할 점은 북극과 남극과 같은 극지방은 다른 지역에 비해 온난화에 더 취약하다는 점이다. 이러한 사실은 여러 보고서와 논문을 통해 입증되고 있다. 특히 북극의 기온이 세계 다른 지역 기온보다 빠르게 오르는 것에 대한 원인으로 학자들은 해빙 손실을 꼽는다. 이에 대해 학자들은 알베도가

74) IPCC(2007), p. 15.

낮을수록 표면이 태양광의 열을 우주로 반사하는 대신 더 많이 흡수하는데, 해빙은 알베도를 감소시키므로 얼음과 바다 표면의 빛 반사가 더해져 극지역은 태양으로부터 점점 더 많은 열을 흡수하기 때문이라고 설명한다.⁷⁵⁾ 이러한 현상을 북극 증폭(Arctic amplification)이라고 하며, 최근 북극은 지구의 다른 지역보다 최대 4배 더 빠르게 온난화가 진행되고 있다.⁷⁶⁾ 아래 그림에서 볼 수 있듯이, 1940년부터 2023년까지 북극의 표면온도는 꾸준히 상승하고 있다. 특히 2023년 여름(7~9월)에는 북극의 표면온도가 역대 최고치를 기록했으며, 북아메리카 서부, 그린란드 북부, 러시아 서부에서 빠른 온난화가 진행되고 있음을 보여준다.⁷⁷⁾

〈그림 2-6〉 2023년 7-9월(좌)과 1940-2020년 북극 표면 온도(우)



자료: NOAA(2023)(검색일: 2024.3.11.)

북극에서 일어나는 변화는 전 세계에 미치는 파급효과가 크다. 북극 증폭 현상은 제트기류가 더 많이 굽이치게 만들어, 특정 지역에 고기압 시스템(열돔)이 오래 머물게 되는 결과를 가져온다. 그리고 고기압이 장기간 머물면서 지면에 축적된 열이 쉽게 해소되지 못해 더 강력하고 장기적인 폭염이 발생하게 된다. 2024년의 폭염은 이러한 현상으로 인해 발생한 것이며, 북아메리카, 유럽, 아시아 전역이 동시에 더위로 몸살을 앓았다.⁷⁸⁾

75) NASA(2013), Arctic amplification(검색일: 2024.10.8.)

76) Petr Chylek et al.,(2022), pp. 1~9.

77) NOAA(2023), 2023 Arctic Report Card(검색일: 2024.3.11.)

78) The Invading Sea(2024.9.23.), What the jet stream and climate change had to do with the

북극 기후변화는 단순한 기온 상승에 그치지 않고 북극 생태계에 중대한 변화를 불러온다. 해빙 감소는 북극 해양환경의 구조적인 변화를 일으키며, 이에 따라 다양한 해양 생물들이 새로운 서식지로 이동하거나 적응해야 하는 상황이 발생하기도 한다. 특히 북극 해빙이 줄어들면서 해수 온도가 상승하고, 이는 해양 생물 분포의 변화와 어종의 이동을 불가피하게 만든다. 북극 생태계는 전 세계 해양 생태계와 연결되어 북극에서 일어나는 변화는 지구 전체 해양 시스템에 파급효과를 가진다. 이러한 환경적 변화는 생태계 균형에 변화를 일으키며, 해양자원의 효율적인 이용과 지속가능한 발전 전략을 수립하는데 새로운 과제를 제시한다.

2) 북극 해양생태계 변화

북극의 기후변화로 해빙이 줄면서 북극 해양 생물의 서식지가 급격히 변화하고 있다. 특히 해빙이 줄고 해수 온도가 상승하면서 북극 해역에 서식하는 플랑크톤의 종류와 분포도 재편되고 있다. 플랑크톤은 해양 생태계의 먹이사슬에서 가장 아래 단계의 기초 역할을 하는데, 북극 해역에서 이들의 분포와 번식 패턴이 달라지고 있다. NOAA 연구에 따르면, 해빙이 줄어들면 플랑크톤의 성장 시기가 앞당겨지며, 생태계 내 상호작용의 타이밍이 변화한다.⁷⁹⁾ 예를 들어, 북극의 해빙이 얇아지면서 더 많은 빛이 해수면에 도달하여 플랑크톤의 성장이 이전보다 빨리 이루어져 대규모로 번성하게 된다. 플랑크톤은 광합성을 통해 이산화탄소를 흡수하여 국지적인 산성화를 일으킬 수 있으며, 이는 영양분 고갈과 산소 부족으로 이어질 수 있다. 또한 해수온도 상승과 더불어 남쪽에서 온 따뜻한 해수 및 산성화된 해수가 북극으로 유입되면서, 생태계 상층부에 있는 어류에게도 중요한 변화를 초래한다.

hottest summer on record - remember all those heat domes?(검색일: 2024.10.8.)

79) Gabriela Negrete-García et al.(2024), pp. 4951~4973.

이와 같은 플랑크톤의 변화는 상업적으로 중요한 어종, 특히 대구와 같은 어종의 이동에 큰 영향을 미친다. 대구는 플랑크톤을 먹이로 삼는 작은 어류를 먹고 자라므로, 해빙 감소와 해수 온도 상승으로 플랑크톤의 성장이 앞당겨지면 북대서양과 북극해에서 대구와 같은 어류는 더 차가운 북극해역으로 이동하는 현상이 발생한다. 상업적으로 가치가 높은 어종들이 더 북쪽으로 이동하게 되면 북극 원주민에게 새로운 어업 기회가 생기기도 하지만, 기존 어업 활동에 큰 변화를 강요한다. 따라서 기후변화에 따른 어종 이동을 반영한 지속 가능한 어업 관리 전략을 수립해야 한다는 요구가 증대되고 있다.⁸⁰⁾

또한, 해빙의 급격한 감소는 북극의 포유류에게도 심각한 위협을 가하고 있다. 특히 벨루가, 북극곰, 물개, 바다코끼리 등의 포유류는 얼음을 기반으로 생활하며 사냥과 번식을 하기 때문에, 해빙이 줄어들면서 이들은 서식지와 가용한 식량 자원을 잃고 있다. 북극곰은 해빙을 따라 이동하면서 먹이를 사냥하지만, 얼음 면적이 줄어들자 서식지와 먹이 자원이 크게 감소하며 남쪽에서 북상하는 외래 침입종과 경쟁을 해야만 한다. 그동안 얼음은 북극곰에게 안전한 출산과 보육 장소 역할을 해왔으나, 북극이 따뜻해지면서 외래종이 북극으로 유입되며 조류독감을 퍼뜨렸고, 면역력이 없었던 북극곰들은 감염의 위협에 노출되었다. 또 북극곰이 가장 좋아하는 먹이인 고리무늬바다표범이 멸종 위기에 처함에 따라, 북극곰은 점점 더 남쪽으로 이동해 육지에서 사냥해야 하는 상황이 되었다.⁸¹⁾

그 외 과학자들은 북극 해수 온도상승이 해양 산성화를 가져올 수 있다고 우려한다. 북극해는 다른 바다보다 해양 산성화의 영향을 더 많이 받는데 그 이유는 이산화탄소는 차가운 물에 더 빨리 녹기 때문이다. 특히 지구

80) Franz J. Mueter(2022); Martin Edwards et al.,(2013)

81) MONGABAY(2024.2.14.), The new Arctic: Amid record heat, ecosystems morph and wildlife struggle(검색일: 2024.10.8.)

온난화로 북극해를 넓게 분포해 있는 해빙이 녹아버리면 이산화탄소의 흡수가 빨라져 북극해 산성화가 더 빨리 올 수 있다는 것이다. 이렇게 되면 플랑크톤의 성장에 심각한 문제가 발생하게 되고 이는 먹이사슬의 최상위 포식자에게까지 영향을 미치게 된다. 북극의 먹이사슬은 식물 플랑크톤에서 동물 플랑크톤, 익족류에서 물고기나 물개, 곰으로 매우 짧은 고리로 연결되어 있어 북극해 산성화 속도가 빨라질수록 해양 생태계는 크게 위협해진다.⁸²⁾ 이렇듯 북극의 기후변화는 북극 해양 생태계의 구조적 변화를 촉발하여, 생태계 기능의 붕괴와 함께 생물다양성 손실을 초래한다. 이는 북극을 넘어 지구 전체의 기후와 생태계에 파급되어, 연쇄적인 변화를 일으킨다. 결국, 북극 기후변화는 지역적 현상에 국한되지 않고 전 지구적 기후시스템과 생태계 균형에 순환적인 영향을 가하는 ‘피드백 루프’를 형성한다.⁸³⁾

북극 지역의 청색 경제를 환경적·생태적 관점에서 살펴본 결과, 지구온난화는 빠르게 진행 중이며, 기후 위기는 더 이상 먼 미래의 문제가 아니라 우리 눈앞에 닥친 현실이다. 지구온난화를 멈추기 위한 이상적인 방법은 전 세계가 산업 활동을 중단하고 즉시 탄소배출을 중지하는 것이지만, 이는 현실적으로 실현 불가능한 목표이다. 비록 북극의 해빙 속도를 완전히 막을 수는 없더라도, 우리는 지구온난화를 완화하기 위한 노력을 멈추지 말아야 한다. 이를 위해 현실적이고 효과적인 접근과 전략이 필요하다. 구체적으로는 재생에너지 사용 확대, 에너지 효율성의 향상, 탄소배출 저감, 그리고 청정기술의 연구 및 개발을 포함한 청색 경제로의 전환이 요구된다. 이러한 조치는 지구온난화 완화에 기여할 수 있을 뿐만 아니라, 지속 가능한 경제 발전을 이루는 데 중요한 역할을 할 것이다.

82) 양은진 · 강성호, 북극지식센터 (검색일: 2024. 5. 15.)

83) Johnna Michelle Holding et al.,(2020)(검색일: 2024.10.8.)

5. 정책적 측면(P)

1) 북극이사회 거버넌스

연안국 중심의 대표적인 거버넌스는 북극이사회(Arctic Council)이다. 남극은 공유지로서 남극조약에 기반해 관리·유지되는 반면에 북극은 북극해를 중심으로 연안국의 주권이 인정되어 연안국 중심의 북극이사회가 조직되었다.⁸⁴⁾ 북극이사회는 1996년 9월 19일 오타와 선언(Ottawa Declaration)에 기반해 창설되었으며, 8개의 북극권 국가로 구성되었다. 북극이사회는 지난 28년간 북극 문제의 핵심의제를 다루고 협력·해결하는 메인 거버넌스로 거듭났다. 처음 설립 시기부터 북극이사회는 오타와 선언에 북극 예외주의(Arctic Exceptionalism)⁸⁵⁾를 명시해 군사적 안보에 관해서는 논하지 않기로 하였다. 그럼에도 불구하고, 미·중 갈등과 같은 국제 정세가 북극 지역에 투영된 것은 비단 어제오늘의 문제는 아니다.

게다가 최근 발발한 러·우 전쟁은 북극이사회 거버넌스 변화의 촉매제가 되었고, 전쟁이 장기화하자 북극이사회 회원국 간 대립은 첨예화되었다. 2022년 2월 24일, 러시아가 우크라이나를 침공한 직후, 미국과 유럽은 일제히 러시아의 침공을 규탄했고 우크라이나에 군사적 지원을 아끼지 않았기 때문이다.⁸⁶⁾ 러시아 인접국인 핀란드와 스웨덴은 러시아의 침공을 자국의 위협으로 느껴 전쟁 이후인 2022년 5월 즉시 나토 가입을 신청했고,⁸⁷⁾ 가입 절차가 마무리되어 공식 나토 회원국이 되었다. 핀란드가 모든 회원국의 동의를 받아 2023년 4월에 가입을 완료한 것과는 다르게 스웨덴은 여러 우

84) 김석환 외(2014), pp. 42~44.

85) The Arctic Council should not deal with matters related to military security

86) FRANCE24(2024.2.25.), Half of Western military aid to Ukraine delivered late, defence minister says(검색일: 2024.3.3.)

87) USA TODAY(2024.2.27.), Sweden clears last hurdle to join NATO: Five graphics and maps(검색일: 2024.3.3.)

여곡절을 거쳐 약 1년 뒤인 2024년 3월, 나토에 정식 가입하였다. 전쟁으로 인해 7개 북극권 국가는 북극이사회 의장국이었던 러시아와의 모든 협력을 중단했고, 북극이사회의 공식적인 활동은 중단되었다. 결국 북극 예외주의는 전쟁으로 인해 위기를 맞이하였고, 북극이사회 내에서 러시아와의 실질적인 협력은 불가능한 상태가 되었다. 이러한 거버넌스의 영향을 받아 북극 시장권 또한 나토 회원국과 러시아로 분리되고 있다.

2) 북극권 국제규범

북극에서의 해양 환경 보호, 해상 안전, 어업 규제, 자원 관리 등의 다양한 국제적 문제들이 대두되고 있으며, 국제사회는 북극의 특수한 환경적 요건을 고려하여 지속 가능한 개발을 위한 여러 규범을 마련해 왔다.

북극에 적용되는 가장 보편적 국제규범은 「유엔 해양법 협약(UNCLOS, United Nations Convention on the Law of the Sea)」이며, 그 외에 「중앙 북극해 공해상 비규제 어업 방지협정(CAOFA, Agreement to Prevent Unregulated High Seas Fisheries in the Central Arctic Ocean)」과 「극지 해역 운항 선박의 안전기준(Polar Code)」 등이 있다.

(1) 유엔 해양법 협약(UNCLOS)

1982년 체결된 유엔 해양법 협약은 해양의 평화적 이용, 해양자원의 공평하고 효율적 활용, 해양 생물자원의 보존, 해양환경의 연구 및 보전의 촉진을 위한 각국의 권리와 의무를 규정한 협약⁸⁸⁾으로 ‘해양의 헌법(constitution for the ocean)’으로 불린다. 북극해도 이 협약의 적용을 받으며, 북극 국가들의 해양에서의 권리와 의무에 대한 사항은 유엔 해양법 협약에 따라 규정된다.

88) UNCLOS Preamble

유엔 해양법 협약에 따르면 북극 연안 국가들은 자국 연안에서 200해리의 배타적 경제 수역(EEZ)을 설정할 수 있으며, 이는 북극 연안국들이 해당 해역 내 자원을 탐사하고 개발할 수 있는 권한을 규정한다.⁸⁹⁾ 특히 북극에서 중요한 부분은 북극 대륙붕 확장 문제이다. 연안국들은 대륙붕이 200해리 이원으로 확장된다는 것을 증명하는 과학적 문서를 제출하고, 해양 자원에 대한 권리를 주장할 수 있다. 이는 북극 해역에서 자원 분쟁의 예방과 연안국 간 협력 촉진의 핵심 규범이라고 할 수 있다.⁹⁰⁾ 그 외에도 제194조에서는 해양 환경 오염을 예방, 감소 및 통제하기 위한 조치를 규정한다. 2024년 5월 국제해양법재판소(ITLOS)는 기후변화 관련하여 유엔 해양법 협약 당사국의 해양환경보호 의무가 있음을 권고적 의견(Advisory Opinion)을 통하여 발표하였다.

(2) 중앙 북극해 공해상 비규제 어업 방지협정(CAOFA)

2018년 체결된 중앙 북극해 공해상 비규제 어업 방지 협정은 북극 해빙이 감소함에 따라 상업적 어업의 범위가 넓어지고, 이에 따른 생태계 파괴 위험에 대한 염려에서 체결되었다. 이를 방지하기 위해 미국, 러시아, 캐나다, 노르웨이, 덴마크 등 북극 연안 5개국과 우리나라를 포함한 주요 어업국 10개국이 당사국으로 참여하였으며, 3개 옵서버 국가 및 기관(영국, 세계자연기금(WWF), 국제해양개발위원회(ICES))가 참여하고 있다. 본 협정은 발효 후(2021년 발효) 16년 간 상업적 어업활동을 금지⁹¹⁾하며, 그 기간 동안 북극 생태계에 대한 과학적 연구를 통해 어업자원의 지속 가능성을 평가⁹²⁾하도록 하고 있다. 이는 북극의 취약한 생태계를 보호하고 장기적으로 지속 가능한 어업 관리 보장을 위한 협정이라고 할 수 있다.

89) UNCLOS Article 55(Specific legal regime of the exclusive economic zone), Article 56 (Rights, jurisdiction and duties of the coastal State in the exclusive economic zone)

90) UNCLOS Article 76(Definition of the continental shelf), Article 77(Rights of the coastal State over the continental shelf)

91) CAOFA, Article 3(Interim Conservation and Management Measures Concerning Fishing)

92) CAOFA, Article 5(Review and Further Implementation)

(3) 극지 해역 운항 선박의 안전기준(Polar Code)

Polar Code⁹³⁾는 국제해사기구(IMO)에서 2017년부터 시작된 규정으로, 극지 해역에서 운항하는 선박의 안전과 보호를 위한 국제 기준이다. 극지방(북극·남극) 해역은 기후와 지형 특성상 선박 운항의 위험성이 있어 선박의 설계, 건조, 장비 및 운항 절차에 대한 엄격한 기준을 설정하고 있다. 본 규정은 극지 해역에서 선박사고 방지를 위한 안전 규정 뿐만 아니라 해양환경을 보호하기 위한 환경 규제를 포함하고 있다. 특히, 선박 발생 오염물질 배출을 금지하고 유해 물질의 해양 투기 방지 규정을 명시하고 있다.

3) 북극권 국가의 청색 경제

북극권 국가별 추진하고 있는 청색 경제 정책에 대해 살펴보고자 한다. 먼저 노르웨이의 경우, 현재 노르웨이 수출의 70%는 청색 경제를 기반으로 하고 있을 정도로 청색 경제에 대해 경쟁력을 갖추고 있다. 그 이유는 일찍부터 노르웨이는 바다에서 경제활동을 하면서 청색 경제 정책과 활동을 전개했기 때문이다. 특히 수산업은 1970년대부터 생물다양성 보존과 지속가능한 개발을 추구하는 방식으로 추진했다. 노르웨이 수산국은 2014년부터 해조류 생산 허가증을 발급하는 방식으로 해양을 보호하기 위해 제한적으로 산업을 육성시키고 있다. 또 해초 이용을 위해 노르웨이 북극대학(Arctic University of Norway, UiT)과 해양·북극센터(Centre for the Ocean and the Arctic)와 함께 산·학이 연계된 지속가능한 개발을 추진하고 있다. 노르웨이 정부가 2019년 6월 발표한 청색기회(Blue Opportunities)에 따르면 국가의 해양 정책의 주요 전략을 ①국제 해양법의 촉진 및 개발, ②해양 생태계의 보존과 지속가능한 이용 촉진, ③지식 기반 경영 달성, ④국제 해양 관련 문서의 이행, ⑤지속가능한 해양 경제를 달성하기 위한 해양

93) MEPC 68/21/Add.1 Annex 10 International Code For Ships Operating in Polar Waters(Polar Code)

관리 방안 모색, 다섯 가지로 제시하였다. 이 보고서는 북극 지역, 북극해 전략도 포함하는 가운데 기술 발전과 디지털화의 중요성을 강조한다. 또 기후변화의 영향으로 해빙의 가속화가 안전 문제를 야기하자, 그에 대한 대응 시스템 SAR(Search and Rescue)을 도입해 기후, 환경, 해양 자원에 대해 종합적으로 관리한다.

덴마크는 세계적인 해양 국가로 큰 해양 영역을 기반으로 원자재 수출, 해상풍력 발전소 운영, 수산물 수출 등 해양수산업이 덴마크 전체 수출액의 25%를 차지한다. 해양산업의 국제적 입지를 바탕으로 덴마크는 기술을 활용한 청색 경제 실현을 목표로 한다. 덴마크의 디지털 기술은 유럽에서 상위를 달리고 있어 청색 경제 관련 산업에 디지털 전환을 바탕으로 다양한 시도를 도모하는 중이다. 특히 정부의 적극적 지원으로 해운 분야에서 2027년까지 EU와 파트너십 계약을 체결해 8억 8백만 유로의 투자지원을 받아 녹색·디지털 전환을 추진 중이다. 이 과정에서 EU의 청색 경제 정책의 영향을 받고 있다. 덴마크의 청색 경제 관련 정책은 해양청(Danish Maritime Authority) 주도로 수립된다. 덴마크 해양청은 해양 클러스터를 관할하며 북극 지역에서의 해운 산업을 위한 친환경적 방안 모색 등 청색 경제 활성화를 위한 새로운 비즈니스 영역에 주목하고 있다. 2012년 발표된 블루 덴마크 성장계획(Plan for Growth in Blue Denmark)은 덴마크의 해양 전략을 소개하고 있는데 2018년 개정되어 현재 해양 전략의 근간을 이룬다. 이 보고서에 따르면 덴마크는 석유, 가스, 해상풍력 등의 에너지 관련 산업과 해운 운송 산업을 환경친화적이고 효율적인 방식으로 전환하는 청색 경제 부문에서 유럽을 대표해 주도하고자 한다. 또한 노르웨이 역시 마찬가지로 디지털화로 국제적 성장을 달성해 주요 해양 허브 국가로 발돋움하고자 한다.

스웨덴의 경우, 스웨덴 환경연구재단의 자금 지원으로 C2B2(Co-Creating Better Blue) 프로젝트⁹⁴⁾가 추진되고 있다. 해당 프로그램은 지속가능하

고 민주적인 사회를 구성하기 위해서 다양한 부문에서 청색 경제를 실현하고자 하는 목표하에 만들어졌다. 또한, △스웨덴과 바다 관계의 재편, △스웨덴 부문 간 대화 활성화, △스웨덴의 해양공간계획 강화, △스웨덴의 디지털화 전략, △스웨덴 산업 경쟁력 변형 촉진 등 다섯 가지를 선순환하여 국가 발전을 이끌도록 설계하였다. 그중 해양공간 계획은 경제 발전과 해양환경에 이익이 되는 해양공간 이용을 최적화하는 데 초점이 맞추어져 있다. 또 디지털화 전략은 데이터에 기반해 지식, 의사결정, 행동을 결정한다고 언급해 객관적인 데이터에 기반한 정책의 현실화는 노르웨이의 정책과 맥을 같이한다.

핀란드는 유럽의 일원으로 유럽 기조의 영향을 받아 사회, 환경, 인간을 고려한 철학이 청색 경제 정책에도 반영되었다. 핀란드의 청색 경제는 주로 농림부(Ministry of Agriculture and Forestry of Finland)가 주관하여 수립한다. 그리고 재생가능한 수자원의 이용과 청색 경제를 결합해 정책을 세운 것이 특징이다. 수자원 전문 지식을 기반으로 한 비즈니스 활동, 수상 기반 관광, 수생 바이오매스 활용 등을 활용한 친환경적 방향으로 청색 경제를 활성화하고자 한다. 특히 최근 역동적으로 추진하는 바이오 경제전략이 대표적인 청색 경제에 속한다고 볼 수 있다. 2035년까지 약 10년간 집중적으로 육성하고자 하는 바이오 경제전략은 지식 및 기술 기반의 확대, 운영 환경의 경쟁력 제고, 바이오 자원 및 기타 생태계의 지속가능성 연구 진행 세 가지를 중점 전략과제로 선정해 친환경 청색 경제의 부가가치를 확대하고자 한다.

미국의 국립해양관리청 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)는 2021년 청색 경제 전략을 발표하였다. 이 보고서는 해양 운송, 수산업, 해양탐사, 해양환경보호, 해양관광업의 청색 경제 실현 방안 및 활성화 방향성을 담고 있다. 그리고 분야별 청색 경제 실현을 위한 주요

94) Mistra C2B2(2024), Co-Creating Better Blue(검색일: 2024.5.15.)

세 가지 전략을 제시하는데 ①미국의 청색 경제 활성화를 위한 데이터 및 기술 자원 강화, ②미국 전역에서 청색 경제 발전을 위해 지속가능한 사업에의 투자 및 협력, ③국가 경제 회복을 가속화하기 위한 청색 경제의 이해가 바로 그것이다. 이 전략은 2021~2025년까지 5개년계획으로 구성되어 총 7가지 세부 이행사업을 제시한다.⁹⁵⁾ 이 전략도 유럽의 북극권 국가들과 마찬가지로 데이터 및 기술 활용, 무인 시스템 사용 기술 개발을 추진 중이다.

캐나다는 2024년 6월, 캐나다의 블루 이코노미 전략(Canada's Blue Economy Strategy) 다음 단계를 발표하며, 블루 이코노미 규제 로드맵을 공개했다.⁹⁶⁾ 해당 전략에 따르면, 캐나다는 청색 경제 영역이 점차 중요해질 것으로 예측되므로, 북극 지역의 천연자원탐사, 원주민 거주와 어업, 선박의 접근성 증가, 관광산업개발을 통해 얻을 수 있는 경제적 이익에 기대한다. 자국의 청색 경제 성장을 위해 과학, 환경, 규제 및 기업지원 영역에서 지속가능한 성장과 번영을 달성하고자 한다. 또 청색 경제 성장에 원주민의 협조를 바탕으로 의사소통을 강화하겠다는 의지를 내포하고 있다. 북극 지역을 활용한 청색 경제의 확대가 기본적으로 원주민과 북극의 지역사회에 새로운 기회가 될 수 있다는 것이 캐나다의 기본 입장이다. 그 외 캐나다는 과학연구를 지원해 청색 경제 전략을 실현하고자 한다. 항해 서비스 개선, 온실가스 배출이 북극 해양 생태계에 미치는 영향을 감소시키기 위한 연구를 지속하는 상황이다. 이렇듯 캐나다는 북극해를 이용하는 데 해양 환경보호 중심의 청색 경제 전략이 중요한 요소임을 인지하고 있다.

러시아는 탈탄소화 및 에너지 전환 등에 대해 심각하게 대응하지 않았으나, 탄소중립 논의가 국제화되자 이에 대응하는 차원으로 유럽 국가들과 비교해 비교적 늦은 2021년도에 탄소중립 달성을 위한 목표를 전략적으로 추진하였다. 러시아 정부는 2021년 10월 29일 새로운 온실가스 감축을 위한

95) NOAA(2021.1.19.), NOAA Blue Economy Strategic Plan 2021-2025(검색일: 2024.5.15.)

96) Government of Canada(2024.6.3.)(검색일: 2024.11.10.)

전략을 채택하고 2060년까지 탄소중립을 이룩하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해 기존 석유, 가스, 석유화학 중심의 전통적 화석 연료 이용 중심에서 수소, 헬륨 등의 새로운 에너지를 사용해 자동차, 선박, 열차, 기계 생산을 늘리겠다는 목표를 수립했다.⁹⁷⁾ 이 발전 전략에 따르면 러시아는 수소 생산 지원 및 수소 에너지 안보 분야를 법제화하고, 천연가스로부터 추출한 수소 생산을 확대해야 한다. 인프라 부문에서는 수소·수소화합물 운송·소비·인프라 구축을 위한 정부 지원책을 마련하기로 하였다. 수출 부문에서는 2024년까지 20만 톤의 수소를, 2035년까지는 200만 톤의 수소를 수출하겠다는 방침이다. R&D 부문에서는 해외 기술의 러시아 현지화 등 러시아 자체 저탄소 수소 생산 기술 개발과 국제협력 부문에서는 수소에너지 개발 분야 국제협력 및 해외시장 진출을 모색하기로 하였다.⁹⁸⁾ 실제 러시아는 북극 야말반도에 재생에너지로 생산된 수소에너지로 연구기지를 운용할 수 있는 ‘스노우플레이크(Snowflake)’ 건설사업을 추진했다. 중국 하얼빈 공과대학을 파트너로 선정해 현재 이 프로젝트를 설계하고 있다.⁹⁹⁾ 결국 러시아는 유럽 국가와 비교해 북극권 개발에도 매우 관심 있어 하지만, 선도적으로 청색 경제 정책을 실현하는 것이 아닌 수동적으로 대책 마련에 고심하는 태도이다.

마지막으로, 아이슬란드는 유럽과 EU와 유사한 정책 기조를 가지고 있다. 2019~2021년 북극이사회 의장을 맡았던 당시 북극이사회 활동 우선순위를 통해 아이슬란드의 정책을 엿볼 수 있다. 세 가지 우선순위는 북극 해양 환경보호, 기후변화 대응 및 에너지 문제 해결, 북극이사회를 통한 건설적 협력 구상이다. 특히 아이슬란드는 국회 결의안을 통해 북극 해양 환경보호와

97) 연담린(2023), pp. 77~120; Russia NIS Center(2019), Russia's energy strategy-2035 (검색일: 2024.5.15.); KMI(2022), p. 332.

98) 법무법인 지평(2021), pp. 1~8.

99) SPUTNIK(2023.9.17.), Russia, China to Sign Cooperation Agreement on Arctic Station Project(검색일: 2024.5.15.)

관련해 직접적으로 블루바이오이코노미(blue bioeconomy)를 명시하였다.¹⁰⁰⁾ 본 결의안은 북극이사회 내에서 수년간 블루바이오이코노미의 혁신 가능성을 찾고 고립된 지역사회에서 지속 가능한 에너지 공급에 대한 지식을 공유하기 위한 프로젝트를 주도해 왔다고 강조한다. 아이슬란드 정부는 국가 계획이 아닌 의회 결의안만 발표했지만, 기존자원을 사용하거나 해양 바이오 폐기물을 새로운 상품으로 전환하는 새로운 방법을 찾는 것을 목표로 하는 다양한 프로젝트와 이니셔티브가 진행 중이다. 특히 미세 플라스틱 등 해양쓰레기 이슈를 포함해 북극 해양 환경을 저해하는 요소를 파악해 지속가능한 운송업 시행을 위한 청색 경제 실현에 주목하였다. 일례로 아이슬란드 내부적으로 기존 자원 활용, 해양 폐기물의 적극적인 이용과 같은 프로젝트가 시행되고 있다. 수산업 의존도가 높은 국가의 산업구조상 어류부산물·폐기물이 많이 발생하는데 이를 활용하기 위해 해양 클러스터를 조성해 민간 이니셔티브를 설립하는 활동이 두드러지고 있다. 보도에 따르면 이러한 민간 이니셔티브를 통해 지난 25년간 아이슬란드는 700여 개의 일자리를 창출하고 5억 달러의 시장 가치를 창출하는 등 청색 경제 활성화에 기여하고 있다고 설명했다.¹⁰¹⁾

이처럼 북극권 국가들은 지속가능한 방법으로 해양자원을 관리하는 것을 목표로 하는 전략을 수립했다. 이러한 전략을 통해 해양자원의 고갈을 막고, 환경을 보호하며, 미래세대를 위한 경제 성장을 추구할 수 있다. 북극권 국가가 북극을 지속가능한 방법으로 개발하기 위해서 첫째, 친환경 기술을 적극 개발하고 상용화하고자 한다. 북극권 국가는 R&D 지원, 인력 양성 등 정책을 통해 자동화 및 디지털화를 통해 해양자원을 효율적으로 이용하고 관리하고자 한다. 둘째, 전통적 에너지에서 친환경 에너지로 전환

100) Government of Iceland, Iceland's Policy on Matters Concerning the Arctic Region Parliamentary Resolution 25/151(2021), p. 23.

101) EUROPEAN COMMISSION, Iceland and the blue bioeconomy: making the most from fish(검색일: 2024.5.15.)

하기 위한 움직임이 뚜렷하다. 해상풍력 등 재생에너지와 수소·암모니아와 같은 친환경 에너지로 전환하여 탄소배출을 줄이고, 기후변화에 대응하고자 한다. 이러한 움직임은 러·우전쟁의 여파로 에너지 독립성을 제고하기 위한 전략으로도 판단된다. 셋째, 청색 경제를 통해 지역 및 국제협력을 강화하여 기후 위기에 대응하고자 한다. 캐나다와 러시아는 북극 지역 개발 및 원주민 협력, 국제협력 등을 강조한다. 이는 북극 원주민, 지역사회, 국제사회와의 협력을 통해 시너지 효과를 창출하고자 한다.

〈표 2-1〉 북극권 국가의 청색 경제 정책

국가	청색 경제 주요 정책		
	정책문서	주요 산업	주요 전략
노르웨이	<ul style="list-style-type: none"> 청색기회(Blue Opportunities, 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> 수산업 에너지(석유 · 가스) 수출의 70%가 청색 경제 기반일 정도로 청색 경제 경쟁력 구비 	<ul style="list-style-type: none"> 기술화와 디지털화에 따른 지속가능한 해양 경제 발전 달성
덴마크	<ul style="list-style-type: none"> 블루 덴마크 성장계획 (Plan for Growth in Blue Denmark, 2012, 2018 개정) 	<ul style="list-style-type: none"> 해상풍력 발전소 수산물 수출 해상운송 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경에너지로의 전환 해운산업의 친환경적 방안 모색
스웨덴	<ul style="list-style-type: none"> C2B2 프로젝트 (Co-Creating Better Blue) 	<ul style="list-style-type: none"> 선박 설계 및 건조 해양풍력발전 수산업 	<ul style="list-style-type: none"> 해양공간계획 강화 디지털화 강화 친환경산업경쟁력촉진
핀란드	<ul style="list-style-type: none"> 바이오 경제전략 (2035년까지) 	<ul style="list-style-type: none"> 재생가능한 수자원 이용 수생바이오매스 	<ul style="list-style-type: none"> 지식 · 기술 기반 확대 운영환경 경쟁력 제고 지속가능성 연구
미국	<ul style="list-style-type: none"> NOAA 청색 경제 전략(2021-2025) 	<ul style="list-style-type: none"> 해상운송 수산업 해양탐사 해양관광 	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 · 기술자원강화 지속가능한 사업 투자 및 협력
캐나다	<ul style="list-style-type: none"> 캐나다 블루 이코노미 전략(Canada's Blue Economy Strategy, 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> 천연자원탐사 수산업 관광업 	<ul style="list-style-type: none"> 북극 지역개발 및 원주민 협력 강화 해양보호 계획 추진 과학연구 및 해양환경보호 강화
러시아	<ul style="list-style-type: none"> 탄소중립 달성목표 (2021) 	<ul style="list-style-type: none"> 천연자원(수소, 헬륨, 석유, 가스) 	<ul style="list-style-type: none"> 수소생산 및 인프라 구축 R&D지원 국제협력 및 해외시장진출
아이슬란드	<ul style="list-style-type: none"> 블루 바이오 이코노미 (국회 결의안) 	<ul style="list-style-type: none"> 해양쓰레기 저감 기술 지속가능한 운송업 기존 자원 활용 해양 폐기물 재활용 	<ul style="list-style-type: none"> 북극원주민, 지역 사회, 국제사회와의 협력 기반

자료: KMI 작성

제3절 우리나라 청색 경제 여건

1. 사회·문화적 측면(S)

우리나라 국민의 해양 환경에 대한 인식은 계속 변화하고 있다. 과거에는 바다를 단순히 자원 채취의 대상으로만 여겼지만, 최근에는 해양 보호에 관한 인식이 변화하고 있다. 전국 19세 이상 성인 3,000명에게 조사한 “해양수산 국민인식도” 결과에 따르면, 국민 10명 중 8명 이상이 우리나라를 해양 국가로 인식하고 있다고 답했다.¹⁰²⁾ 70% 이상이 ‘해양수산이 생태계와 인류문명에 중요하다’고 인식하고 있었다.¹⁰³⁾ 대내외 환경 변화에 따른 해양수산에 대한 평가 항목에서는 어촌 인구 소멸 위기(72.9점), 국제 정세 변화의 영향(71.0점)의 뒤를 이어 극지의 얼음이 녹으면서 환경보호 인식이 증가하였다는 답변(69.8점)도 3위로 높게 나타났다.¹⁰⁴⁾

이러한 국민 인식의 변화는 정책과 법률의 제정으로 이어져 해양 환경 보전을 위한 법적 기반의 강화로 이어졌다. 그 예로 「해양 환경 보전 및 활용에 관한 법률」이 제정되었는데,¹⁰⁵⁾ 이 법은 해양환경종합계획, 해양 환경정책의 조성, 해양환경교육 진흥 등 해양환경보전에 관한 내용을 포괄적으로 다루고 있으며, 최근 개정을 통해 해양 환경 정책의 근간으로 자리매김하고 있다. 또한 「해양 폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」의 제정으로 해양 폐기물에 특화된 문제에 대한 대응 체계가 구축되었다.¹⁰⁶⁾

우리나라 교육과정에는 2007년 실과(기술·가정)과목 교육과정부터 고등학교 1학년에 해당되는 10학년 진로 선택과목으로 ‘해양 과학’이 개설되

102) KMI 보도자료(2024.4.22.), 국민의 80%이상, 우리나라를 해양국가로 인식(검색일: 2024.7.20.)

103) 위 자료

104) 위 자료

105) 해양환경보전 및 활용에 관한 법률(법률 제18469호, 2021.9. 24.)

106) 해양 폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법(법률 제18965호, 2022.6.10.)

었고, 2015년 개정 실과(기술·가정)/정보화 교과목인 ‘해양문화와 기술’이 초등학교 5학년부터 6학년의 실과 및 중학교 1학년부터 고등학교 1학년의 기술·가정 교과와 연계성을 가진 진로 선택과목으로 확대되었다.¹⁰⁷⁾ 해양교육은 이후 2020년 「해양교육 및 해양문화의 활성화에 관한 법률」의 제정으로 더욱 체계화되었다.¹⁰⁸⁾ 동 법은 해양교육의 정의와 범위를 명확히 하고, 국가와 지방자치단체의 책무를 규정함으로써 체계적인 해양교육의 법적 근거를 마련하였다. 특히 해양문화의 활성화를 함께 다루고 있어, 교육과 문화를 통합적으로 접근하는 새로운 패러다임을 제시하고 있다. 「제1차 해양교육 및 해양문화 활성화 기본계획(2021년~2025년)」의 이행의 일환으로, 해양교육센터를 운영, 생애주기별 해양교육과정으로 유아용 해양교육 놀이교재 및 고교 통합해양교과서인 ‘인간과 해양’을 개발¹⁰⁹⁾, 해양인문, 해양환경, 해양안전 등 학교로 찾아가는 교육을 통해 약 120만 명의 학생이 해양교육을 받을 수 있었다.¹¹⁰⁾ 향후 ‘바닷속 교실’, ‘바닷가 교실’ 등 영유아 대상 교육, 늘봄학교 프로그램 통한 초등학교 교육, 해양진로 교보재(敎補材) 제작·보급을 통한 중학생 교육 등 연령별 교육을 확대하고, 통합 해양교과서 제작과 교과서 활용을 위한 직무연수 등 교원양성과정을 추진할 계획이다.¹¹¹⁾ 2024년 해양수산부의 「주요업무 핵심추진계획」에는 공식 교육과정에 해양 교과목을 신설하고 교육 현장에 상반기 내 해양교육 활성화 방안을 수립하는 내용이 포함되어 있다.¹¹²⁾

해양산업 종사자의 변화도 빠르게 이루어지고 있다. 우리나라 조선업 종사자 수는 2022년 7월 기준 9만 2,394명으로 최고치를 기록했던 2014년

107) 교육부(2015), 고교학점제 홈페이지(검색일: 2024.7.20.)

108) 해양교육 및 해양문화의 활성화에 관한 법률(법률 제19807호, 2024.5.1.)

109) 해양교육센터(검색일: 2024.7.20.)

110) 찾아가는 해양안전교실 웹사이트(검색일: 2024.7.20.)

111) 해양수산부(2024), 주요 업무 추진계획

112) 2024년 원도수산고를 시작으로 해양수산 고교를 전국단위로 순차 확산하는 내용이 포함되어 있음. 해양수산부(2024), 주요 업무 추진계획.

20만 3,441명에 비해 절반으로 줄었다.¹¹³⁾ 반대로 해양 신산업 분야의 종사자가 증가하는 추세로, 해양바이오, 해양에너지 등의 분야에서 새로운 일자리가 창출되고 있다. 해양수산부는 2030년까지 해양수산 신산업 시장 규모를 2018년 3.3조 원의 3배 이상인 11.3조 원으로 확대하겠다고 했다.¹¹⁴⁾ 이러한 해양수산 인력의 변화는 전통적인 해운, 수산업에서 벗어나 해양 분야의 산업구조가 다각화되고 있음을 보여준다. 해양 바이오산업의 경우, 해양생물자원을 활용한 식품, 의약품, 화장품 개발 등으로 그 영역을 확장하고 있다.¹¹⁵⁾ 해양에너지 분야에서는 해상풍력, 조류발전, 파력발전 등 신재생에너지 기술 개발이 활발히 이루어지고 있으며, 이에 따른 전문 인력 수요도 증가하고 있다.¹¹⁶⁾ 또한 해양관광, 해양레저 산업의 성장으로 관련 서비스업 종사자도 늘어나는 추세이다.¹¹⁷⁾

이러한 산업구조의 변화와 인력 수요 증가에 대응하기 위해 「해양수산과학기술 육성법」(법률 제18669호, 2022.1.4. 시행)이 제정되었다.¹¹⁸⁾ 이 법은 해양수산 분야의 과학기술 발전과 전문 인력 양성을 위한 제도적 기반을 마련하고 있다. 구체적으로 해양수산과학기술 육성 기본계획 수립, 연구 개발 사업 추진, 전문 인력 양성 및 국제협력 강화 등을 규정하고 있어, 장기적이고 체계적인 인력 양성이 가능해졌다.

더불어 해양수산부는 「해양수산 신산업 육성 대책」을 통해 2030년까지 해양 신산업 분야에서 6만 개의 새로운 일자리를 창출하겠다는 목표를 제시하였다.¹¹⁹⁾ 이를 위해 산학연 협력 네트워크 구축, 창업 지원, 규제 개선

113) 아시아타임즈(2023.12.28.)<검색일: 2024.7.20.>

114) 해양수산부(2021) 제3차 해양수산발전기본계획; 제3차 계획은 '2030 해양한국, 전환의 시대, 생명의 바다 풍요로운 미래'를 비전으로 6대 추진전략, 18대 정책목표, 50대 정책과제, 146개 세부과제를 제시했음.

115) KMI(2023), 2024 해양수산전략리포트. 한국해양수산개발원, p. 77,

116) 해양수산부(2021), 해양수산발전기본계획, p. 141.

117) KOSIS 국가통계포털<검색일: 2024.7.20.>

118) 해양수산과학기술 육성법(법률 제18669호, 2022.1.4.)

119) 해양수산부(2021), 해양수산 신산업 육성 대책, p. 15.

등 다양한 정책을 추진하고 있다. 올해 해양수산부는 해양수산 우수 신기술의 조기 발굴 및 시장 진출을 지원하기 위해 해양수산 분야에서 최초로 개발된 기술이나 기존 기술을 “혁신적으로 개선·개량한 기술”에 대해 인증서를 발급하고, 홍보를 지원하기로 했다.¹²⁰⁾ 해수부 지원 사업에 지원할 경우, 가점을 주거나, 시험 시공 신청 자격을 부여하는 간접 지원도 제공된다.

북극권 국가들은 초등교육부터 체계적인 해양 교육을 실시하고 있어, 해양의 환경보호와 지속가능성에 대해 높은 인식을 갖고 있다.¹²¹⁾ 이에 비해 우리나라는 국민의 해양산업에 대한 인지도가 낮은 편이다. 따라서, 해양 교육을 유아교육까지 확대하는 등 국민의 해양 환경에 대한 인식을 변화하기 위한 노력을 지속하고 있다. 또한, 우리나라는 해양산업에서 중점적인 역할을 한 조선업과 해운업에서 해양 바이오, 해양에너지 등 신산업 분야로 확대 및 다각화하고자 한다.

2. 기술적 측면(T)

우리나라의 해양기술 개발은 지속적으로 발전하고 있다. 우리 정부는 「해양수산 R&D 중장기계획(2014-2020)」을 통해 해양과학기술 분야에 대한 투자를 확대했으며, 세계 7위 수준의 해양과학기술 경쟁력을 보유하고 있다.¹²²⁾ 해양수산부는 「제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획(2023-2027)」을 통해 지난 10년(’13년~’22년) 동안 R&D 예산의 연평균 증가폭인 5.8%를 유지하여 ’25년에는 1조 원의 예산, 향후 5년간 5조 원의 연구개발 예산 투입을 계획하고 있다.¹²³⁾

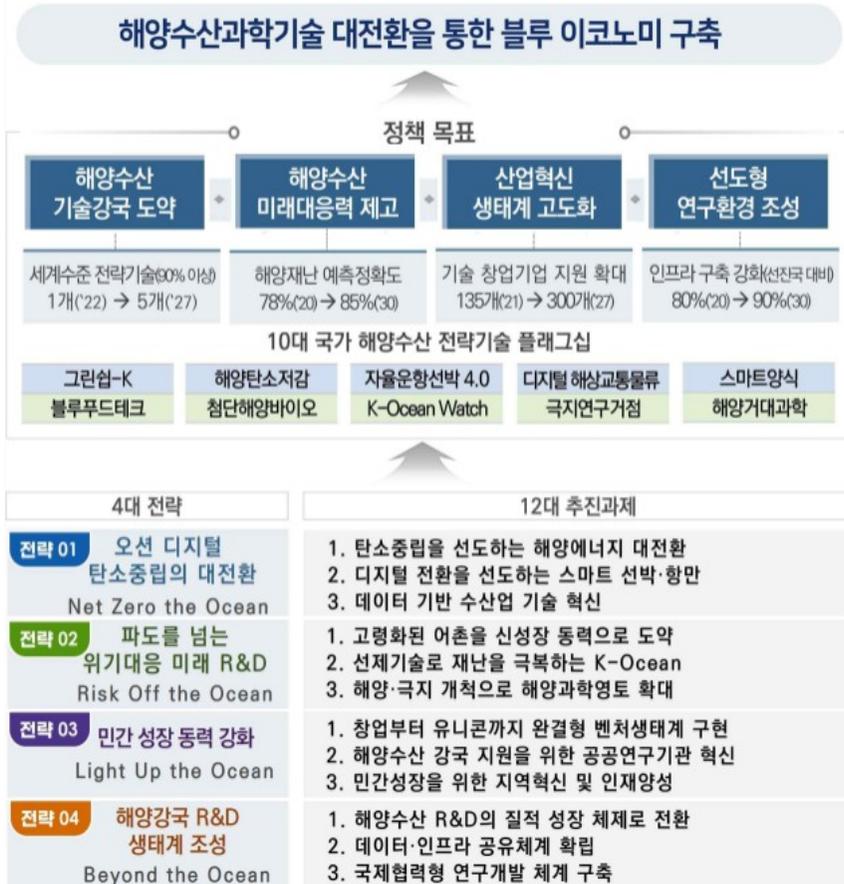
120) 해양수산부 보도자료(2024.8.7.)(검색일: 2024.8.7.)

121) Frønes et al.(2020)

122) 해양수산부(2014), 해양수산 R&D 중장기 계획(2014-2020), p. 3; IMEMO(2023), Sea Powers Rankings 2.0, p. 11.

123) 해양수산부(2023), 제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획(2023-2027), pp. 20~25.

(그림 2-7) 제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획 비전 및 전략



자료: 해양수산부(2023), 제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획

본 계획은 “해양수산과학기술 혁신으로 글로벌 해양강국 실현”이라는 비전에 따라 4대 전략 및 12대 중점과제를 제시하고 있다. 자율운항선박, 친환경해양기술, 스마트 양식 등 블루 이코노미 구축을 위한 기술 개발에 중점을 두고 있다.¹²⁴⁾

124) 해양수산부(2023), 제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획(2023-2027), pp. 20-25.

AI와 빅데이터를 활용한 스마트 항만 시스템에 대한 기술 개발도 활발하다. 부산항은 올해 4월부터 부산항 신항 7부두를 우리나라 최초 완전 자동화 부두로 배를 항만에서 대는 것부터 컨테이너를 쌓는 것까지 모두 원격으로 조정하는 방식으로 운영되고 있다.¹²⁵⁾ 인천항은 ‘스마트 항만 통합운영센터’를 구축하여 항만 운영의 실시간 모니터링과 최적화를 실현하고 있다.¹²⁶⁾ 자율운항선박 기술 개발도 진행 중이다. 현대중공업그룹은 2022년 대형 LNG운반선의 시험운항에 성공하며 자율운항 기술 상용화에 한 걸음 더 다가섰다.¹²⁷⁾ 국내 첫 자율운항 실증선박 ‘포스 싱가포르’를 성공적으로 건조하여 지능항해시스템, 기관자동화시스템 등 자율운항 핵심기술을 검증하였다.¹²⁸⁾

해양교통정보서비스를 원활하게 제공하고 이용을 활성화하기 위해 「지능형 해상교통정보서비스의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」이 제정되어, 스마트 해상교통 체계 구축을 위한 법적 근거를 마련하였다.¹²⁹⁾ 동 법은 지능형 해상교통정보서비스 무선통신망의 구축, 운영 방법, 국제교류 등을 규정하고 있다.¹³⁰⁾ 동 법 이행을 위한 2024년 지능성 해상교통정보서비스 시행계획에 따르면, 21년부터 LTE-M 등을 통하여 제공했던 지능형 해양교통정보서비스의 무중단 운영률을 99.75%까지 올리고, 해양 사고 예방 등 안전 서비스를 제공하는 ‘바다내비’에 전자해도, 해저지형, 조석, 해수유동, 항행경보, 해양보호구역, 전파서비스, 교통관리정보를 포함한 차세대 유료제품을 제작하고 공급하는 것을 목표로 하고 있다.¹³¹⁾

125) KBS 뉴스(2024.4.5.) 부산항을 세계 최고 스마트 항만으로(검색일: 2024.7.20.)

126) 기호일보(2020.2.5.)(검색일:2024.7.25.)

127) 연합뉴스(2022.6.2.)(검색일: 2024.7.20.)

128) 프라이مج제(2024.5.15.)(검색일: 2024.7.20.)

129) 지능형 해상교통정보서비스의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률(법률 제18957호, 2022.6.10.)

130) 지능형 해상교통정보서비스의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률 제8조(해상무선통신망 구축 등), 제13조(운영인력 및 시설 등), 제24조(국제협력)

131) 해양수산부(2024.2.) 2024년 지능형 해상교통정보서비스 계획 중 1-2-3 국제표준을 적용한 유료 제품 제작 및 공급

해양산업의 고위험 작업과 재난 상황 대응하기 위해 대우조선해양은 선박 배관 조정관을 용접하는 협동 로봇을 개발했다. 기존 산업형 로봇과는 달리 충돌 안전 분석을 통해 안전 펜스나 안전 센서를 설치하지 않고도 작업자와 함께 협업이 가능하며, 작업시간이 약 60% 줄었다.¹³²⁾ 또한, 수중 환경을 실시간으로 모니터링할 수 있는 ‘수중 IoT 시스템’을 개발해 해양 생태계 연구와 해양 오염 모니터링에 활용하고 있다.¹³³⁾

해양 빅데이터 분야에서는 국립해양조사원이 139개 국가해양관측망과 천리안 위성을 통해 수집한 정보로 해양공간정보시스템을 구축하여 해양재난 예방, 해양기후대응, 해양레저 등에 활용하고 있다. 조사원은 ‘개방해(海)’라는 해양공간정보 홈페이지를 운영하여, 국민에게 해당 정보를 확인할 수 있도록 하고 있다.¹³⁴⁾

「해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률」의 제정으로 해양 데이터의 수집, 관리, 활용을 위한 제도적 기반이 강화되었다.¹³⁵⁾ 동법은 해양조사의 범위와 방법(제3조), 해양정보의 보관·품질관리·활용(제42조 내지 제44조), 해양정보 활용을 위한 간행물(제47조)에 대해 세부적으로 규정하고 있어, 해양조사와 해양정보의 활용법을 체계화하여 선박의 교통안전, 해양의 보전·이용·개발 및 해양에 대한 관할권 확보의 근거(제1조)를 마련하였다. 이러한 제도적 혁신은 단순한 기술 혁신을 넘어, 해양 분야 전반의 구조적 변화를 의미한다.

132) 세계일보(2023.1.10.)(검색일: 2024.7.20.)

133) KBS 뉴스(2021.8.26.) 해양오염 안돼!... 세계 첫 수중 IoT 감시망 구축한다(검색일: 2024.7.30.)

134) 데일리나(2023.10.30.), 망망대해, 북극성 대신 바닷길 그려내는 ‘국립해양조사원[D:로그인]’ (검색일: 2024.7.20.)

135) 해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률(법률 제18670호, 2022.1.4. 시행)

3. 경제적 측면(E)

우리나라는 해양 신산업 육성을 통해 새로운 성장 동력을 창출하고 있다.¹³⁶⁾ 해양수산부는 세계 해양 신산업의 시장 규모를 2030년에는 4,749억 달러로 2022년 기준 약 2배 성장할 것으로 전망했다.¹³⁷⁾ 이에 따라 2022년 수립 「해양수산신산업 육성전략」에서는 국내 신산업 시장을 15조 원에서 30조 원으로 확대하고 약 2,000개 기업 육성하는 것을 목표로 하고 있다.¹³⁸⁾ 동 전략은 친환경·첨단 선박, 블루 푸드, 해양 관광, 해양 바이오, 해양에너지·자원 등 5대 분야 기술개발과 기업 양성에 집중 투자하는 내용을 담고 있다.

「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」의 제정으로 해양자원의 고갈 문제 대응책인 해양에너지 개발을 위한 법적 기반이 마련되었다.¹³⁹⁾ 동 법은 재생에너지의 정의에 풍력, 수력, 해양에너지, 생물자원을 변화시켜 이용하는 바이오에너지를 정의하고 있다(제2조 제2호).¹⁴⁰⁾ 정부는 이러한 신·재생 에너지 기술 개발 및 이용·보급을 장려하고 보호 육성할 의무를 진다(제4조 제2항). 산업통상자원부가 최근 발표한 ‘해상풍력 경쟁입찰 로드맵’에 따르면, 올해 하반기부터 2026년 상반기까지 2년간 최대 8GW 규모의 해상풍력을 입찰한다.¹⁴¹⁾ 이는 현 기준 국내 해상풍력 설

136) 해양신산업의 개념에 대해 고정된 특정 산업군보다는 산업의 속성을 의미하는 것으로, 신기술·아이디어 융복합·혁신으로 향후 고성장이 예견되는 해양산업(협의의 의미), 전통 해양산업이지만 신기술·아이디어 융복합·혁신의 결합으로 새로운 부가 가치를 창출하는 해양산업(광의의 의미)으로 해석할 수 있음. 허윤수(2020), 해양신산업, 동북아 해양수도 구현의 신성장동력, 부산연구원 정책포커스, 제369호, p. 2.

137) 해양수산부(2017), 해양수산 신산업 중장기 로드맵 수립, p. 218. 2017년 1,638억 달러 기준 2.9배, 2022년 2,370억 달러 기준 1.9954배임.

138) 해양수산부(2022), 해양수산신산업 육성전략

139) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(법률 제19040호, 2022.11.15.)

140) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같음. 2. “재생에너지”란 햇빛·물·지열(地熱)·강수(降水)·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. 나. 풍력 다. 수력 라. 해양에너지 바. 생물자원을 변환시켜 이용하는 바이오에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지

141) 전자신문(2024.8.8.) 해상풍력 시장 50배 키운다...8GW 입찰 확정(검색일: 2024.8.8.)

치량 158.5MW 대비 50배에 해당하는 규모이다. 지난해 선정한 1.4GW를 포함해 10GW에 이르는 해상풍력 사업이 진행될 예정이다.¹⁴²⁾

4. 생태적 측면(E)

우리나라도 정도의 차이는 있지만 북극권 국가들처럼 기후변화의 영향을 받고 있다. 국립수산과학원이 2018년부터 2022년까지 수행한 ‘생태계 기반 수산자원 변동 예측 기술 개발’ 연구에 따르면, 우리나라 주변 해역의 평균 기초생산력은 339mg C/m²/day, 식물 플랑크톤 중 초미세 식물플랑크톤의 비율은 전체의 약 64%로 10년 전에 비해 기초생산력은 60% 수준으로 감소한 반면, 초미세 식물 플랑크톤은 13%가 증가했다.¹⁴³⁾ 이러한 생태계 변화에 대응하기 위해 「해양 생태계 보전 및 관리에 관한 법률」 제38조에 따라 해양 생물다양성 보전 대책인 ‘해양생물다양성 보전 대책’을 수립하고 시행하고 있다.¹⁴⁴⁾ 동 대책은 ‘보전과 지속가능 이용을 통한 해양생물다양성 가치 실현’이라는 비전 아래 △해양생물다양성 보전 및 증진 △해양생물다양성 위협 요인 관리 △해양생물다양성 지속가능한 이용 △국제협력 및 인식증진 등 네 가지 전략을 담고 있으며, 중요갯벌·해양포유류 서식처 등 1,000km² 이상의 대형 해양보호구역 지정을 통해 23년 말 기준 우리 해양의 1.8%인 해양보호구역을 2030년까지 30%까지 끌어올리는 것을 목표로 하고 있다.¹⁴⁵⁾

142) 연합뉴스(2023.12.20.)올해 해상풍력 설비경쟁서 1.4GW 낙찰...작년의 14배로 뛰었다 (검색일: 2024.8.8.)

143) Park, K. W. et al(2022) Effects of Miniaturization of the Summer Phytoplankton Community on the Marine Ecosystem in the Northern East China Sea, Journal of Marine Science and Engineering, pp. 33~35.

144) 해양 생태계 보전 및 관리에 관한 법률(법률 제8045호, 2006. 10. 4., 제정) 제38조 (해양생물다양성 보전대책의 수립 및 국제협력) ①국가는 해양생물다양성의 보전 및 그 구성요소의 지속가능한 이용, 해양생물자원의 적절한 관리와 국가가 가입한 해양 생태계의 보전 및 관리를 위한 국제협약(「생물다양성에 관한 협약」, 「멸종위기에 처한 야생동식물종의 국제거래에 관한 협약」 및 「물새서식처로서 국제적으로 중요한 습지에 관한 협약」을 포함한다)의 이행을 위하여 대통령령이 정하는 바에 따라 다음의 사항을 포함하는 해양생물다양성 보전대책을 수립·시행하여야 한다.

해양 폐기물 문제도 심각하다. 우리나라에서는 연간 약 14만 5,000톤의 해양 폐기물이 발생하며, 강을 통해 바다로 흘러 들어온 쓰레기가 65.3% 정도로 가장 많고, 나머지는 해양 활동 중에 발생한다.¹⁴⁶⁾ 해양 폐기물 문제에 대한 대응도 강화되고 있다. 작년에는 「해양 폐기물 및 해양 오염 퇴적물 관리법」을 제정하여 해양 플라스틱 쓰레기 문제에 적극 대응하고 있으며, 해양 폐기물 및 해양오염퇴적물을 환경친화적으로 관리하고 폐기물과 오염퇴적물의 발생 억제, 수거, 처리, 재활용 등에 관한 종합적인 관리 체계를 구축하고 있다(제1조).¹⁴⁷⁾ 제3차 해양쓰레기 관리 기본계획(2019-2023)」을 통해 해양쓰레기 발생 예방, 수거 처리 강화, 관리 기반 구축 등 3대 추진 전략과 10대 중점과제를 제시하고 있다.¹⁴⁸⁾ 특히 해양쓰레기 저감을 위해 하천, 하구, 연안을 연계한 통합관리 시스템을 구축하고, 어구, 부표 등 어업용 폐기물의 체계적 관리를 위한 제도 개선도 추진하고 있다. 해양수산부의 「제1차(2021~2030) 해양 폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획」은 2050년까지 해양 플라스틱 제로화를 목표로 하고 있다.¹⁴⁹⁾

기후변화로 인한 해수면 상승은 우리나라에도 상당한 영향을 미치고 있다. 국립해양조사원에 따르면, 최근 34년간(1989년~2022년) 우리나라 연안 해수면은 해마다 3.03mm 상승했으며, 최근 10년간(2013년~2022년) 해수면 상승률은 연 4.51mm로 최근 10년간 1.3배 정도 상승률이 높아졌다.¹⁵⁰⁾ 이러한 수면 상승은 연안 침수, 해안 생태계 변화 등 다양한 문제를 야기할 수 있는데, 이에 대응하기 위해 「2022년 제4차 기후변화대응 해양수산 부문 종합계획(2022-2026)」이 수립되었다.¹⁵¹⁾ 동 계획은 ①

145) 해양수산부(2024) 해양생물다양성 보전대책

146) 국제신문(2024.7.22.) 부산 감천항 · 남항 일대에 바다 쓰레기 수거 진행 중 해양환경공단 보도 내용 (검색일: 2024.8.8.)

147) 해양수산부(2021), 제1차 해양 폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획(2021~2030).

148) 해양수산부(2019), 제3차 해양쓰레기 관리 기본계획(2019-2023)

149) 해양수산부(2021), 제1차 해양 폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획(2021~2030).

150) 세계일보(2023.12.19.) 해양조사원 “최근 34년간 우리 연안 해수면 10.3㎝ 상승” (검색일: 2024.8.8.)

2030년 해양수산분야 온실가스 배출량 70% 저감('18년 대비) ② 연안·해양 기후 재해로 인한 인명·재산 손실 최소화 ③ 해양 기후 위기 대응 정책의 국민 체감도 제고를 정책목표로 하고 있다. 주요 내용으로는 해양 생태계가 흡수·저장하는 온실가스인 블루카본의 단계적 확대, 해운·항만 및 수산업계의 저탄소·무탄소 에너지원 사용과 에너지 사용 효율화, 수산·어촌 기후 위기 영향평가 제도화, 해양 기후변화 관측·예측 역량 강화를 위해 관측 체계를 개선 등이 있다.

2013년부터 10년간 우리나라 연근해에서 관찰된 아열대성 어종은 60여 종에 달하며, 이 중 일부는 이미 상업적으로 어획되고 있다. 이상 기후로 인한 양식 피해액은 2,382억 원으로 '고수온'을 이유로 받은 피해가 1,250억 원으로 53%를 차지했다.¹⁵²⁾ 해양 산성화 문제도 심각하다. 우리나라 해역의 해역 표층수의 pH는 매 10년 단위로 0.019 정도가 감소한 것으로 나타났다.¹⁵³⁾ 해양 산성화는 굴이나 전복 등 석회질 껍데기를 가진 해산물 양식에 악영향을 미칠 수 있다. 이러한 변화에 대응하기 위해 「해양 생태계의 보전 및 관리에 관한 법률」이 개정되어, 해양 생태계 보호를 위한 제도적 장치가 강화되었다.¹⁵⁴⁾ 이 법은 해양 생태계를 인위적인 훼손으로부터 보호하고, 해양생물자원의 지속가능한 이용을 도모하여 우리나라 해양자산을 보호하는 것을 목적(제1조)으로 한다. 동 법은 기후변화에 따른 해양 생태계 변화 모니터링, 외래해양생물종 관리 강화, 해양보호구역 지정 및 보전 대책 수립 등을 주요 내용으로 한다. 특히 기후변화 취약 해양 생태계에 대한 복원 사업을 의무화하고, 해양 생태계 보전·관리에 관한 기본계획 수립 시

151) 해양수산부 보도자료(2022.9.15.) 탄소중립대전환, 기후위기 대비태세 완비를 위한 새출발 -해양수산부, 제4차 기본변화대응 해양수산부문 종합계획 수립-(검색일: 2024.7.20.)

152) 국립수산과학원(2023) 2023 수산분야 기후변화 영향 및 연구보고서; 신아일보(2023.10.1.) 국내 양식 업계 12년간 이상 기후로 2382억 피해(검색일: 2024.7.20.)

153) 경남일보(2022.11.15.) 국립수산과학원, 국내 처음 장기 해양산성화 관측 결과 발표(검색일: 2024.7.20.)

154) 해양 생태계의 보전 및 관리에 관한 법률(법률 제20309호, 2024.2.13.)

기후변화의 영향을 고려하도록 하는 등 기후변화 대응을 위한 조치들이 강화되었다.

우리나라도 북극권 국가처럼 해수면 온도 상승과 해양 생태계 변화를 겪고 있다. 이는 전 세계가 직면한 기후변화의 공동문제이다. 다만 북극권 국가들은 영구동토층 용해, 해안선 변화 등 직접적인 영향을 경험하고 있는 반면, 우리나라는 해수면 상승, 해양 생태계 변화 등 간접적인 영향에 주로 대응하고 있다.

5. 정책적 측면(P)

우리나라는 청색 경제 실현을 위해 다양한 정책을 추진하고 있다. 2021년 10월 국가 2050 탄소중립 시나리오의 이행을 위해 수립된 「해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵」은 해양수산 분야의 탄소중립 정책과 실행 방안을 제시하고 있다. 본 로드맵은 2050 온실가스 배출 목표를 탄소중립(Net Zero)에서 더 나아가 -324만 톤으로 설정하고 있다.¹⁵⁵⁾ 디젤연료를 사용하는 선박을 단계적으로 저탄소·무탄소 선박으로 전환해 2050년까지 탄소 배출량을 30만 7,000톤(2018년 기준 101만 9,000톤)까지 줄이는 것을 목표로 하며, 항만 하역 장비 전동화, 무탄소(수소, 암모니아) 선박 기술을 활용할 예정이다. 수산·어촌 부문에서는 노후 어선 교체 및 감척, 에너지 고효율 장비 보급 확대 및 재생에너지 확대로 2050년까지 탄소 배출량을 11만 5,000톤(2018년 기준 304만 2,000톤)까지 줄이는 것을 목표로 한다. 블루카본을 통한 탄소흡수의 극대화를 위해 갯벌 복원 사업과 갯벌 식생 복원 사업으로 2050년까지 훼손된 갯벌 30km²와 갯벌 식생 660km²를 복원하는 한편, 2030년까지 540km²의 바다숲을 조성할 예정이다.¹⁵⁶⁾

155) 해양수산부 보도자료(2021.12.16.)(검색일: 2024.8.30.)

탄소중립기본법으로 더 많이 알려진 2022년 제정된 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」은 해양 분야를 포함한 우리나라 전체의 탄소중립 추진 근거를 마련했다.¹⁵⁷⁾ 동 법은 2050년 탄소중립 달성을 국가 비전으로 명시(제7조)하고, 이를 위한 국가 전략과 이행 체계를 규정하고 있다. 해양 산성화, 해양 생태계 붕괴를 ‘기후 위기’로 정의(제2조 제2호)하고 있고, 해양수산 분야의 온실가스 종합정보관리체계 구축(제36조)을 의무화하였으며, 기후변화가 해양수산에 미치는 영향과 취약성, 위험 및 사회적·경제적 파급효과를 조사·평가하는 기후 위기 적응 정보 관리 체계 구축과 운영(제37조)도 의무화하고 있다.

현 정부의 국정과제에도 청색 경제 관련 내용이 포함되어 있다. ‘해양영토 수호와 지속가능한 해양경제 실현’이라는 과제를 통해 해양 신산업 육성, 해양환경 보전, 연안·어촌 활성화 등을 추진하고 있다.¹⁵⁸⁾ 이러한 정책들은 단순히 해양수산 분야의 경제적 성장만을 추구하는 것이 아니라, 환경적 지속가능성과 사회적 포용성을 함께 고려하는 청색 경제의 이념을 반영하고 있다. 「해양공간계획 및 관리에 관한 법률」의 제정을 통해 해양공간의 통합적 관리 체계를 구축하거나, 「어촌·어항법」 제47조의 2의 ‘어촌·어항 재생 활성화 계획’을 통해 어촌 지역의 정주 여건 개선과 경제 활성화를 동시에 추진하고 있다.¹⁵⁹⁾ 본 계획은 2024년부터 2033년까지 10년간 300개 어촌·어항을 대상으로 총 15조 원을 투자, 어촌의 혁신 성장 기반을 마련하고 청년 인구 유입을 촉진하는 것을 목표로 하고 있다.¹⁶⁰⁾

156) 이승력(2023), p. 22.

157) 기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(법률 제19208호, 2022. 12. 31.)

158) 윤석열정부 120대 국정과제 41. 해양영토 수호 및 지속가능한 해양 관리

159) 어촌·어항법(법률 제17893호 2022. 1. 13.)

160) 어촌어항재생사업 웹사이트, 어촌어항재생사업 소개(검색일: 2024. 7. 24.)

제4절 시사점

우리나라와 북극권 국가들의 청색 경제 접근 방식에 대해 STEEP 분석을 한 결과를 통해 각국의 정책적, 기술적, 환경적 대응의 특징을 이해했다. 이를 바탕으로 우리나라와 북극권 국가들간 공통점과 차이점을 분석하여 시사점을 도출하고자 한다.

사회·문화적 측면에서 우리나라는 바다를 단순 자원 채취의 대상으로 인식했던 과거에서 최근에는 국민의 80% 이상이 우리나라를 해양 국가로 인식하고 있을 정도로 해양환경보호에 대한 관심이 증가했다. 북극권은 원주민들의 전통적인 생활방식과 문화 보존에 집중하는 것과 달리 우리나라는 전 국민의 인식 변화와 교육 범위와 대상을 확장하는 데 주력하는 모습을 볼 수 있었다. 반면, 북극 원주민들 또한 전통적으로 수천 년간 어업, 순록사육, 해양포유류 사냥을 해오며 환경에 적응하면서 독특한 공동체 생활방식과 문화를 형성해 오고 있었다. 이들은 북극의 자연에 대한 깊은 지식을 보유하고 있으며 지속가능한 자원 사용과 환경에 대해 잘 알고 있어, 이들과의 협력이 중요하다고 판단된다. 즉, 우리나라는 교육과 인식 변화를 통해 해양 환경보호에 접근하고 있는 반면, 북극권은 전통적인 생활방식을 유지하면서 자연과 조화를 이루는 방향으로 환경보호에 접근하고 있다. 이 두 접근 방식은 각각의 지역적, 문화적 특성을 반영하고 있으며, 서로 다른 배경과 방식이지만 환경보호라는 공통된 목표를 지향하고 있다는 점에서 의미가 있다.

기술적 측면에서 북극권 국가들은 친환경 기술을 선도적으로 도입해 지구 환경 문제에 대응하며 산업 개발을 추구하고 있다. 즉, 풍력발전, 수소에너지, 해양 풍력발전 등에 주력하며, ICT 기술과 4차 산업 혁명 기술을 통해 혁신을 이끌고 있다. 북극권의 노르딕 국가들은 AI, 무인 드론, 빅데이터 기술을 활용하여 해양 환경 모니터링, 해양 자원 관리, 해상운송 최적화 등에 적용

하고 있다. 노르웨이는 인공지능 해양감시시스템을 통해 무인 항공기(UAV) 군집을 활용한 추적 및 공격을 수행하는 시스템을 개발하였다¹⁶¹⁾. 덴마크는 해운 분야에 스마트 로봇 기술을 추진하고 있으며, 특히 스마트 로봇 기술을 도입해 환경보호 및 기후변화 대응에 주력하고 있다.¹⁶²⁾ 스웨덴과 핀란드는 ICT 기술을 활용한 지능형 선박, 해양플랜트 설계, 자율운항 선박 분야에서 선도적인 기술을 보유하고 있으며, 이는 북극 해역의 혹독한 기후 조건에 적합한 AI, 로봇, 무인화 기술이 결합된 결과이다.¹⁶³⁾ 우리나라도 스마트 항만 시스템, 자율운항선박 기술 개발 등을 통해 유사한 방향으로 기술 발전을 추진하고 있다. 종합하면, 북극권 국가들이 극지 환경에 특화된 기술 개발에 집중한다는 차이 외에는 북극권 국가들과 우리나라 모두 AI, 빅데이터, 자율운항 기술 등 분야에 모두 투자하고 있다. 즉, 북극권 국가들과 우리나라는 4차산업혁명 기술을 해양 분야에 접목하려는 노력을 활발히 진행하고 있다. 이러한 기술적 접근은 북극 해양 환경의 지속가능한 개발과 보존을 위한 중요한 기반이 되고 있다.

경제적 측면에서 북극권 국가들과 우리나라는 모두 청색 경제를 미래 성장 동력으로 인식하고 관련 산업 육성에 힘쓰고 있다. 다만, 러시아는 가장 적극적으로 북극의 경제개발 정책을 추진하고 있음에도 불구하고, 청색 경제와의 연계성을 기반으로 한다기보다 석유, 가스 등을 자원 수출에 초점이 맞춰져 있다. 이러한 동향은 러·우 전쟁 이후 더욱 뚜렷하게 보인다. 반면, 노르웨이, 아이슬란드 등 유럽지역의 북극 국가들은 러시아 에너지에 대한 의존도를 낮추고, 에너지 안보를 보장하기 위해 북극 지역의 친환경 에너지 전환 정책을 적극적으로 추진하고 있다. 특히, 북극 해운에서는 친환경 선박 사용을 통해 환경 영향을 줄이고, 탄소 배출을 최소화하면서 연료 효율성을 높이고자 한다.

161) Octavian, A., & Jatmiko, W.(2020), pp. 1~8.

162) Herodotou et al.(2021), pp. 313~334.

163) 허윤수(2020), p. 2.

환경적 측면에서 북극권 국가들이 좀 더 직접적인 기후변화의 영향을 받고 있다는 차이점이 있지만, 우리나라도 기후변화의 영향을 받고 있다. 연안 해수면 상승, 해양 생태계 변화 문제에 직면해 있고, 이에 대응하기 위해 해양 생태계 보전 및 해양 폐기물 관리 정책을 강화하고 있다. 2030년까지 해양보호구역을 30%까지 확대하고, 2050년까지 해양 플라스틱 제로화를 목표로 하고 있다.

북극권 국가와 우리나라는 청색 경제 실현을 위한 다양한 정책을 추진하고 있다. 북극권 국가들은 북극이사회 거버넌스를 중심으로 한 협력 체계를 구축하고 있으며, 각국의 북극 정책을 통해 지속가능한 발전과 환경보호를 동시에 추구하고 있다. 우리나라도 「해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵」을 통해 해양 분야의 지속가능한 발전을 위한 정책을 수립하고 있다. 북극권 국가가 추구하는 청색 경제 목표는 지속가능한 자원 관리, 해양 환경보호, 기술 혁신과 연구 개발, 국제적인 해양 관리·협력 강화를 위해 국제 해양 규범과 협약에 참여하는 등 국제협력과 규제에 동참하는 것이다. 우리나라는 2019년 기후변화 당사국 총회에서 설립된 ‘기후 목표 상향동맹’에 가입한 후 발표한 「2050 탄소중립 추진 전략」을 기초로 「해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵」, 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」 등을 통해 해양 분야의 지속가능한 발전을 위한 법적, 제도적 기반을 마련하고 있다.

반면, 러시아는 북극 지역에서 자원 개발과 수출을 활발히 추진하고 있다. 현재 지정학적 이슈로 인해 우리나라와의 협력이 쉽지 않은 상황임에 따라 우리나라는 장기적 관점에서 협력 전략을 수립할 필요가 있다. 즉, 우리나라는 북극 지역에 적용되는 국제적 환경 규범과 협약을 준수하는 동시에 경제적 기회를 최대한 활용할 수 있는 투 트랙(Two-Track) 전략이 필요하다.

결국 북극권 국가와 한국 모두 청색 경제를 국가의 핵심 성장 동력으로 인식하며, 친환경 에너지 전환이라는 큰 경제 목표가 동일하다는 측면에서 협력의 여지는 충분하다고 볼 수 있다. 한국은 우수한 4차 산업혁명 기술, 신속한 정책 결정 시스템 그리고 북극권 국가와 유사한 경제력을 바탕으로 북극권 국가와 협력한다면 극지 특화 기술 개발과 해양 산업 혁신을 추진할 수 있다. 이를 통해 양측은 청색 경제와 친환경 에너지 전환을 촉진하면서, 기술적 시너지를 극대화하고 기후변화 대응 역량을 강화할 수 있을 것이다. 더 나아가 양측의 협력은 전 세계를 선도할 청색경제 모델을 구축하고 유엔의 지속가능한 발전목표(SDGs)를 함께 달성하는데 기여할 수 있다. 다만, 러·우 전쟁으로 인한 위기관리 대응은 주의해야 할 것으로 평가된다.

〈표 2-2〉 우리나라와 북극권 국가의 청색 경제 STEEP 분석 결과 비교

STEEP	우리나라	북극권 국가
사회·문화	<ul style="list-style-type: none"> • 국민의 해양 환경보호 인식 증가 • 해양 교육 및 인식 변화 중점 	<ul style="list-style-type: none"> • 원주민의 전통 지식과 생활방식 보존 • 전통과 조화를 이루는 환경보호
기술	<ul style="list-style-type: none"> • 4차산업혁명 기술(스마트 항만, 자율운항선박 등) 및 친환경 기술을 해양산업에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • AI, 무인 드론, 빅데이터 등 기술 활용 • 극지 환경에 특화된 기술 개발
경제	<ul style="list-style-type: none"> • 청색 경제를 성장 동력으로 인식 	<ul style="list-style-type: none"> • (북유럽) '지속가능성'을 기본 원칙으로 친환경에너지 전환 정책 추진 • (러) 북극해 자원 활용 및 수익 창출
환경·생태	<ul style="list-style-type: none"> • 해양 생태계 보전 및 해양 폐기물 관리 정책 강화 • 2050년 해양 플라스틱 제로 목표 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 대응 정책 강화 • 지속가능한 자원 관리 및 해양 환경보호
정책	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 대응 정책 강화 • 제1차 극지활동진흥기본계획 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극이사회 거버넌스를 통한 협력 체계 구축 • 국제협력 및 규범 강화

자료: KMI 작성.

03

북극권 청색 경제 협력분야 수요조사

한-북극권 청색 경제 협력분야 우선순위를 도출하기 위해 총 5단계로 나누어 진행하고자 한다. 우선, 문헌조사, 전문가 자문을 통해 평가 항목을 정제했다. 그리고 설문조사와 AHP 분석을 통해 평가 항목당 가중치를 산정했다. 그 이후, 선행연구 및 문헌조사를 통해 북극 지역에서의 청색 경제 산업이 어떤 분야가 포함되는지 정의했다. 4단계는 북극권 국가의 북극정책, 북극이사회 및 북극경제이사회의 프로젝트, 우리 정부의 북극정책 및 국가계획 등을 분석하고, 전문가 자문을 통해 협력 분야를 도출했다. 마지막으로 설문조사와 전문가 자문을 통해 한-북극권 청색 경제 협력분야 우선순위를 도출했다.

〈표 3-1〉 협력분야 우선순위 도출 도식화

단계	내용	방식
1단계	평가 항목 정제	문헌조사, 전문가 자문
2단계	가중치 산정	설문조사, AHP 분석
3단계	청색 경제 산업 정의	선행연구, 문헌 조사
4단계	협력 분야 도출	선행연구, 문헌 조사, 전문가 자문
5단계	우선순위 도출	설문조사, 전문가 자문

출처: KMI 작성.

본 연구에서는 수행한 설문조사는 아직 일반인의 인식이 낮은 북극 청색 경제 협력이라는 전문 지식을 필요로 하기에 설문 대상을 북극과 밀접한 직업군에 속하거나, 전문 지식을 갖춘 대상자를 한정하였다. 주요조사는 2024년부터 4월 20일까지 7월 30일간 직접 면담과 온라인 설문조사를 병행하여 실시하였으며, 설문 대상자의 구성은 대학교수, 기업인, 연구원으로 국내 전문가 30명, 해외 전문가 34명으로 총 64명을 대상으로 설문을 실시하였다.¹⁶⁴⁾

제1절 평가 항목 분석

본 보고서에서는 평가 항목 가중치 분석을 위해 AHP 분석기법을 활용했다. Sirikrai & Tang(2006)은 AHP 방법론은 다른 성격을 가진 기관의 강점을 최대한 반영한 산업 경쟁력을 가진 모델을 도출하는 가장 효율적인 분석도구로 해석한다.¹⁶⁵⁾ 국내에서는 국가재정법 제38조와 동 법 시행령 13조에 따른 예비타당성조사대상사업에 AHP 기법을 사용하고 있다.¹⁶⁶⁾ AHP 방법론은 해양, 환경, 경제 등 여러 분야와 이익으로 복잡한 이익들의

164) 국내 총 30명(대학 12명, 기업인 8명, 정부 및 공공기관 10명), 해외 총 34명(대학 13명, 기업인 4명, 정부 및 공공기관 7명, 기타(연구기관, NGO 등)10명)

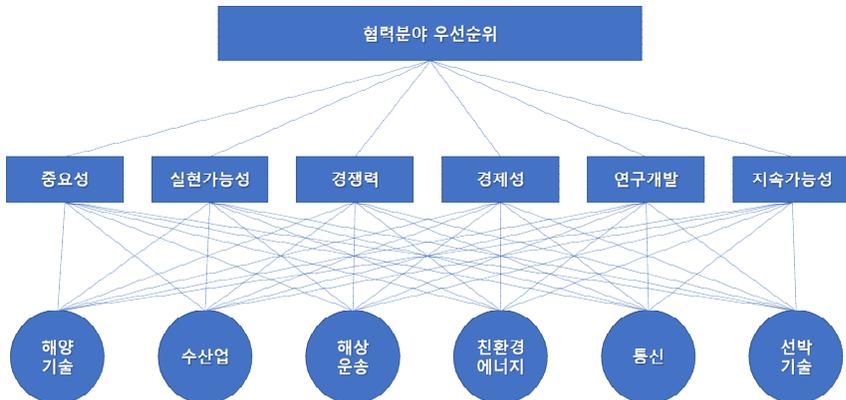
165) Sirikrai, S.B., Tang J.C.S.(2006), pp. 71~83.

166) 국가재정법 제38조(예비타당성조사) ①기획재정부장관은 총사업비가 500억원 이상이고 국가의 재정 지원 규모가 300억원 이상인 신규 사업으로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 대규모사업에 대한 예산을 편성하기 위하여 미리 예비타당성조사를 실시하고, 그 결과를 요약하여 국회 소관 상임위원회와 예산결산특별위원회에 제출하여야 한다(2023. 6. 9., 법률 제19430호).
국가재정법 시행령 제13조(예비타당성조사) ④기획재정부장관은 제3항의 요구에 따라 또는 직권으로 해당 사업 관련 중·장기 투자계획과의 부합성 및 사업추진의 시급성 등을 검토한 후 관계 전문가의 자문을 거쳐 예비타당성조사의 실시 여부를 결정하여야 한다. ⑤기획재정부장관은 제4항에 따라 예비타당성조사를 실시하기로 결정한 경우에는 조사대상사업의 경제성 및 정책적 필요성 등을 종합적으로 검토하여 그 타당성 여부를 판단하고, 그 결과를 공개하여야 한다(2023. 7. 7., 대통령령 제33621호).

평가내용 계량화, 다양한 전문가들의 의견을 종합할 수 있는 의사결정 기법이다. 또한 해당 방법론은 1972년 Saaty(1980)에 의해 개발된 다기준 의사결정(Multi-Criteria Decision Making: MCDM) 기법 중 하나로서 다수의 속성들을 분류하고 각각의 중요도를 파악함으로써 의사결정에 도움을 준다.¹⁶⁷⁾ 의사결정의 여러 요소를 계층 구조화하고 같은 계층에 있는 요소들에 대한 1:1 상대 평가를 통해 각 요소가 가지는 중요도(weight)를 산출한다. 즉, 여러 가지 요소들을 단계적으로 평가함으로써 복잡한 의사결정을 단순화하여 비용 효율성 및 의사결정의 질을 높일 수 있다는 장점이 있다.

본 연구의 AHP 분석 절차는 다음과 같다. 먼저 전문가 자문과 연구진 논의를 통해 아래 그림과 같이 선정된 평가 항목의 계층구조를 구축했다. 이를 바탕으로 AHP 설문지를 북극 관련 전문가들에게 배포했다. 응답자는 6개의 평가 항목에 대해 9점 척도로 수행했다.

〈그림 3-1〉 AHP 계층 구조



자료: KMI 작성.

167) Saaty, T. L.(1980), pp. 1073~1076.

1. 평가 항목 도출

정책적 우선순위 도출 관련 문헌조사를 통해 평가 항목을 1차 선정했다. 단, 그 이후 전문가 자문을 통해 북극 지역에서의 청색 경제라는 특성에 맞는 항목으로 최종 선정했다.

〈표 3-2〉 AHP 평가 항목

항목	세부 내용
중요성	북극정책 관점에서 A분야가 다른 분야들보다 상대적으로 중요한가?
실행가능성	A 분야 협력사업을 추진함에 있어서 관련 법, 규제, 제도가 방해요인으로 작용하는가? 북극 지역에서 법, 규제, 제도적으로 실현 가능한가?
경쟁력	타 협력분야에 비해 경쟁우위 및 상대적 이점을 갖고 있는지? (기술의 선진화 등)
경제성	해당 분야와 관련하여 국제협력력을 함으로써 수익성이 확보되는가? 비용이 절감되는 부분이 있는가?
연구개발	해당분야의 R&D 투자 가능성이 높은가? 해당 분야의 연구 지속성이 있는가?
지속가능성	해당 분야가 지역사회에 어떤 영향을 미치는가? 해당 분야가 환경에 어떤 영향을 미치는가?

자료: KMI 작성.

주: 노민선 외(2022); Porter & van der Linde(1995); Stavins(2008); 여민주(2020)..

2. 평가 항목에 대한 AHP 분석

1) 우리나라 전문가 대상 조사 결과

우리나라 전문가 총 30명을 대상으로 조사를 실시¹⁶⁸⁾했다. 분석 결과 실현가능성, 경제성, 경쟁력, 지속가능성, 연구개발, 중요성 순으로 중요한 것

168) CI(비교 수행자의 일관성 응답 수준 지표, Consistency Index), RI(일관성 검증 위한 무작위 일관성 수준, Random Consistency Index), CR(일관성 수준 검증을 위한 비율 수치, Consistency Ratio)를 이용하여 일관성 검증을 실시했음. CR이 0.2보다 작을 경우, 용납할 수 있는 수준의 비일관성을 갖고 있음에 따라 0.2보다 큰 응답은 제외했음.

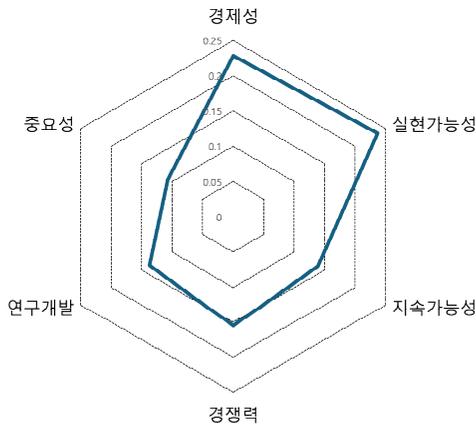
으로 나타났다. 1위와 2위를 차지한 실현가능성과 경제성은 그 외 다른 항목과 격차가 큼에 따라 상대적으로 중요한 항목임을 알 수 있다.

〈표 3-3〉 AHP 평가 항목

순위	평가 항목	가중치
1	실현가능성	0.237
2	경제성	0.228
3	경쟁력	0.155
4	지속가능성	0.139
5	연구개발	0.137
6	중요성	0.107

자료: KMI 작성.

〈그림 3-2〉 평가 항목의 방사형 모형(한)



자료: KMI 작성.

2) 북극 전문가 대상 조사 결과

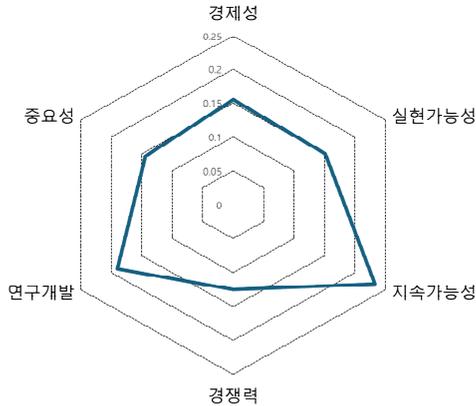
북극 연구기관 소속 연구자, 기업인, 정책결정자, 대학 교수 등 전문가 총 34명을 대상으로 조사를 실시했다.¹⁶⁹⁾ 검증 결과, 지속가능성, 연구개발, 경제성, 실현가능성, 중요성, 경쟁력 순으로 중요한 것으로 나타났다. 특히 지속가능성에 대한 평가 점수가 다른 항목에 비해 월등히 높다는 것이 특징이다.

〈표 3-4〉 AHP 평가 항목

순위	평가 항목	가중치
1	지속가능성	0.233
2	연구개발	0.190
3	경제성	0.155
4	실현가능성	0.151
5	중요성	0.144
6	경쟁력	0.125

자료: KMI 작성

〈그림 3-3〉 평가 항목의 방사형 모형(북극)



자료: KMI 작성.

169) CI(비교 수행자의 일관성 응답 수준 지표, Consistency Index), RI(일관성 검증 위한 무작위 일관성 수준, Random Consistency Index), CR(일관성 수준 검증을 위한 비율 수치, Consistency Ratio)를 이용하여 일관성 검증을 실시했음. CR이 0.2보다 작을 경우, 용납할 수 있는 수준의 비일관성을 갖고 있음에 따라 0.2보다 큰 응답은 제외했음.

3) 종합 결과

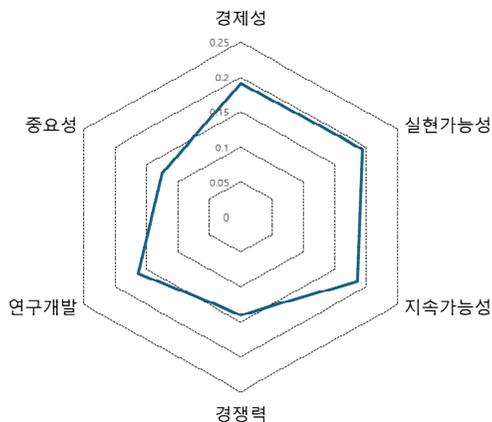
우리나라와 북극권 국가 전문가들의 평균 가중치는 아래 표와 같다. 실현가능성, 경제성, 지속가능성 순으로 중요한 것으로 나타났다. 즉, 경제성과 지속가능성의 가중치가 비슷하다는 것은 경제적 효율성과 장기적인 지속가능성이 모두 중요하게 고려되어야 함을 시사한다. 이는 단기적인 경제적 이익뿐만 아니라, 환경적·사회적 지속가능성을 고려한 전략이 필요하다는 것을 의미한다. 특히, 지속가능성의 중요성이 부각됨에 따라, 경제적 성장과 환경보호 사이의 균형을 맞추는 것이 핵심 과제가 될 것이다.

〈표 3-5〉 AHP 평가 항목

순위	평가 항목	평균 가중치
1	실현가능성	0.194
2	경제성	0.191
2	지속가능성	0.186
4	연구개발	0.163
5	경쟁력	0.140
6	중요성	0.125

자료: KMI 작성

〈그림 3-4〉 평가 항목의 방사형 모형(종합)

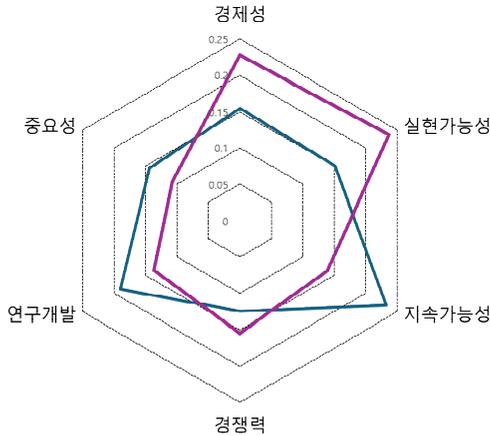


자료: KMI 작성.

3. 시사점

위 내용을 종합해 보면, 우리나라와 북극권 국가간 경제협력 분야를 판단함에 있어서 양측의 관점 차이가 크다는 것을 알 수 있다. 우리나라의 경우, 경제성과 실현가능성이 중요하다고 판단한 반면, 북극의 경우, 지속가능성과 연구개발이 중요하다는 결과가 도출되었다. 이러한 시각 차이는 협력사업을 추진함에 있어서 방해 요인으로 작용할 수 있다. 양측의 목표와 우선순위가 일치하지 않으면, 협력 분야를 선정하고, 실행하는 단계에서 협의하기가 어렵다. 이는 협력 사업의 성공 가능성을 제한하고, 가시적인 성과를 도출하는데 방해 요인으로 작용할 수 있다. 따라서, 양측의 목표와 기본 원칙을 반영한 세부적인 전략적 접근이 필요하다. 이를 통해 보다 효과적인 협력 모델을 구축하고, 상호이익을 도모할 수 있다.

〈그림 3-5〉 우리나라와 북극권 국가간 평가 항목 비교



자료: KMI 작성.

제2절 청색 경제 협력 분야 도출

1. 북극

북극권의 청색 경제는 해양자원의 지속 가능한 이용을 통해 경제 성장, 생계개선, 일자리 창출을 목표로 하면서, 동시에 해양 생태계의 건강을 보전하기 위한 활동을 골자로 한다. 즉, 수십 년 동안의 해양 오염은 북극의 자연환경을 빠르게 변화시키고 있음과 동시에 해빙으로 인해 넓은 북극해를 경제적인 용도로 사용할 수 있게 되면서, 다양한 기업들이 해저 자원 개발 사업, 무인 잠수정, 친환경 어선 개발 등에 투자하고 계획하고 있다. 이미 항만, 광업, 관광에 이르기까지 800개 이상의 북극 인프라 프로젝트에 대한 제안이 있다.¹⁷⁰⁾ 다만, 일반적인 해양의 경우, 상대적으로 해양자원을 개발하기 쉬운 편이나, 북극의 경우, 얼음과 극한의 기후 조건으로 인해 고난이도 기술과 높은 비용이 필요하다는 특징을 가지고 있다. 이처럼 북극 지역은 일반적인 지역에서의 청색 경제와는 상이한 부분이 있다.

즉, 이런 취약한 북극에 미치는 생태학적 영향에 대한 산업, 일자리와 수익의 기회를 균형이 있게 관리하는 것이 필요하다. 따라서 ‘지속 가능한’ 청색 경제는 북극에서 다른 지역보다 더 큰 의미와 긴급성을 띠고 있다. 상대적으로 개발이 거의 이루어지지 않은 해양인 북극해를 개방하는 것은 지속가능하게 이용하기 위한 정책적 기반이 마련되어있어야 한다.¹⁷¹⁾ 따라서, 북극이사회 워킹그룹, 북극경제이사회 워킹그룹, 북극권 국가의 북극 정책 등을 기반으로 청색 경제 산업의 범위를 일차적으로 종합 및 분석하고자 한다.

170) WWF Arctic Programme(검색일: 2024.3.11.)

171) WWF Arctic Programme(검색일: 2024.3.11.)

1) 북극이사회(Arctic Council)

노르웨이 의장국 하 진행 중인 6개의 워킹그룹은 총 111개 프로젝트를 추진하고 있다. 북극이사회는 청색 경제를 명시적으로 정의하고 있지는 않지만, 다양한 프로젝트를 통해 북극 지역의 지속 가능한 해양 경제 활동에 대한 접근 방식을 보여주고 있다. 다음의 <표 3-6>은 워킹그룹 프로젝트 중 청색 경제 활동을 보여줄 수 있는 대표적인 프로젝트들이다.

<표 3-6> 청색 경제 관련 북극이사회 워킹그룹 프로젝트

워킹 그룹	프로젝트 이름	시작 연도	참여국 (북극권)	내용
ACAP	Arctic Green Shipping – SLCP Mitigation	2017	러시아	<ul style="list-style-type: none"> • 목표: 북극 지역의 친환경 선박 운영 • 단기체류 기후변화유발물질(SLCP) 배출 감소, 친환경 선박 기술 도입 촉진, 대기 및 수질 오염물질 배출 감소 방안 연구 등을 주요 활동
ACAP	Community-based black carbon and public health assessment (IPCAP)	2016	AIA, 미국, 러시아 ¹⁷²⁾	<ul style="list-style-type: none"> • 목표: 알래스카, 러시아 및 사미 마을에서 발생하는 블랙 카본 배출을 평가하고, 공공 건강에 미치는 영향을 분석하여 오염 방지 및 저감 방법을 탐색 • 블랙카본 배출 및 건강 위험에 대한 커뮤니티 기반 평가프레임 산출
EPPR, PAME	New Low Sulphur Fuels, Fate, and Behavior in Cold Water Conditions	2019	노르웨이 (캐나다, 미국, 핀란드)	<ul style="list-style-type: none"> • 목표: 저유황 연료의 북극 해역 사용에 따른 영향을 이해 • 다양한 저유황 연료의 냉수 조건에서의 거동 연구, 연료 유출 시 환경 영향 평가, 북극 해역에서의 안전한 저유황 연료 사용 지침 개발 등을 수행
ACAP	Phase-out of ozone-depleting substances and fluorinated greenhouse gases (HFC) at fish and seafood processing enterprises (SLCP EG)	2017	러시아	<ul style="list-style-type: none"> • 목표: 수산물 가공 산업에서의 오존층 파괴 물질 및 온실가스 사용 감축 • 무르만스크 주의 수산물 가공 기업을 대상으로 친환경 냉매 및 에너지 효율적 기술 도입을 시범적으로 실시

워킹 그룹	프로젝트 이름	시작 연도	참여국 (북극권)	내용
PAME	Underwater Noise in the Arctic: Understanding Impacts and Defining Management Solutions	2019, 2021	캐나다, 미국	<ul style="list-style-type: none"> • 목표: 북극 해역에서의 수중 소음이 해양 생태계에 미치는 영향을 이해하고 관리 방안을 개발 • 상업 선박의 수중 소음 배출 현황 조사, 해양 생물에 미치는 영향 연구, 소음 저감을 위한 선박 설계 및 운영 지침 개발 등을 포함
PAME	Develop an Implementation Plan for the Regional Action Plan on Marine Litter in the Arctic (ML-RAP)	2021	덴마크, 핀란드, 노르웨이, 미국	<ul style="list-style-type: none"> • 목표: 북극 해역의 해양 쓰레기 문제 해결을 위한 지역 행동 계획 수립 • 해양 쓰레기 현황 파악 및 모니터링 체계 구축, 쓰레기 발생 예방 및 저감을 위한 정책 개발, 수거 및 처리를 위한 협력 체계 구축 등의 활동을 포함
ACAP SDWG	Solid Waste Management in Remote Arctic Communities	2020	캐나다, AIA, 핀란드, 노르웨이, 미국, Saami Council	<ul style="list-style-type: none"> • 목표: 원격 북극 공동체의 폐기를 관리 방안을 개선하고, 인프라 개선 및 교육을 통해 더 건강한 북극 공동체를 구축 • 폐기물 관리 도구 및 웹사이트, 공중 보건 위협에 관한 보고서 출간

자료: Arctic Council(2023), AMAROK Project/Activity List for 2023–2025

위에 언급된 프로젝트를 기반으로 분석한 결과, 북극이사회는 청색 경제를 △해양과 연안 자원의 지속 가능한 이용, △해양 생태계 보호와 경제활동의 균형, △혁신적 기술을 통한 환경 영향의 최소화, △지역사회와 원주민의 이익을 고려한 해양 경제 활동, △환경 변화에 대응하는 적응적 경제 모델로 보고 있다. 또한, 북극이사회는 이러한 접근을 통해 북극의 특수한 환경을 고려한 청색 경제 모델을 추구하고 있다. 이는 북극 지역의 취약한 생태계를 보호하면서도 지속 가능한 경제발전을 도모하기 위한 방식을 반영하고 있다.

172) AIA: Aleut International Association

2) 북극경제이사회(Arctic Economic Council)

북극경제이사회는 청색 경제 워킹그룹을 구성하여, 지속가능성과 비즈니스의 균형을 맞추는 데 노력하고 있다. 북극경제이사회에서는 북극권 청색 경제 산업을 다음의 <표 3-7>에서 제시하고 있는 4가지로 분류하고 있다.

<표 3-7> 북극경제이사회 청색 경제 테마 분류

구분	세부내용
해양 생명공학 바이오 제품	상품과 서비스를 제공하기 위해 해양생물에 의한 물질가공에 과학 및 공학적 원리를 적용하는 것
해양 식품 시스템	어업, 양식업, 해산물 무역의 가치사슬
해상운송	사회적, 환경적, 경제적 영향 측면에서 해운 및 크루즈 산업의 지속가능성 개선
해양기술	해양환경의 안전한 이용, 개발, 보호 및 개입을 위한 기술

자료: Arctic Economic Council, Blue Economy Working Group(검색일: 2024.3.11.)

3) 북극권 국가의 북극 정책

앞서 제2장에서는 북극권 국가의 청색경제정책을 살펴보았다. 해당 절에서는 북극권 국가의 북극정책이 청색경제정책과 교차되는 내용에 초점을 맞춰 분석해 보고자 한다.

북극권 국가의 북극 정책은 구체적인 분야가 아닌 지속가능한 북극을 위한 목표가 주로 명시되어 있다. 예를 들어, 스웨덴의 경우, 온실가스 감축, 생물다양성 보호, 해양쓰레기 통제 등 목표가 설정했으며, 노르웨이는 북극 정책 기조는 국제협력, 지속가능한 발전, 북극 주민 보호, 기후변화 대응 등을 목표로 설정했다. 따라서, 북극 정책 내용 중 청색 경제에 대한 개념 및 범위를 분석했다. 아래 표는 북극 정책 중 청색 경제 관련 내용을 발췌하여 국가별로 정리한 것이다.

〈표 3-8〉 북극 정책에 언급된 청색 경제 관련 내용

국가		북극 정책	주요 내용
노르웨이		• 북극이사회 의장국 전략	<ul style="list-style-type: none"> • 지속 가능한 경제 발전 추구 • 기후변화 대응과 저탄소 경제로 전환 • 신·재생에너지 개발 • 친환경 인프라 구축 • 지속가능한 자원 관리
덴마크 왕국	그린 란드	<ul style="list-style-type: none"> • 2021~2030 북극에 대한 새로운 통합적 전략 • 2024~2033 그린란드 외교, 안보, 국방전략 • 페로제도 북극 전략 	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 에너지 • 지속가능한 산업 발전 • 환경보호와 경제발전의 균형
	페로 제도		<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 어업과 양식업 • 해양기술 산업 육성 • 해운 및 해양 서비스업 강화 • 해양 관련 연구 개발 및 혁신 투자 • 지속 가능한 해양 관광 개발 전략
스웨덴		• 2020 북극 지역전략	<ul style="list-style-type: none"> • 온실가스 감축 계획 • 생물다양성 보호 • 해양쓰레기 통제 • 환경에 미치는 영향을 최소화한 지역 개발
핀란드		• 핀란드 북극 정책 전략	<ul style="list-style-type: none"> • 환경보호 및 경제적 성장의 상호보완성 제고 • 순환 경제 • 기후변화 완화 및 적응
미국		• 북극 지역 국가 전략	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 환경보호와 새로운 기회 모색 • 인프라 투자 • 알래스카 신흥 경제 분야 개발
캐나다		• 캐나다 북극 지역 정책 프레임워크	<ul style="list-style-type: none"> • 지속적·포용적 북극 경제 추구 • 건전한 북극 생태계 및 환경보호
러시아		<ul style="list-style-type: none"> • 2035 북극 지역에서의 러시아 연방국가 정책 원칙 • 2035 북극 지역 개발 및 국가 안보 보장 전략 • 2022 해양독트린 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극항로 인프라 개발과 화물 운송량 증대 • 에너지·정보통신 등 기반시설 확충 • 원주민 보호와 지속가능한 자원개발 • 첨단기술 개발과 과학연구 활성화
아이슬란드		• 북극 지역 이슈에 대한 아이슬란드의 정책	<ul style="list-style-type: none"> • 환경보호와 경제적 기회의 균형 • 책임감 있는 자원의 이용

자료: KMI 작성.

2023년 노르웨이는 북극이사회 의장국으로서 발표한 전략에 명시된 중점과제를 보면, 안정과 건설적인 협력을 촉진하여 기후변화의 영향을 핵심 이슈로 하여 북극의 지속가능한 개발, 원주민의 복지향상 등이 포함되었다. 해당 전략은 2021년 채택된 제1차 북극이사회 전략계획의 네 가지 주제(①해양, ②기후와 환경, ③지속가능한 경제개발, ④북극의 사람)와 결을 같이 했다. ‘해양’은 해양 관리, 북극 생태계 보호, 국제회의 개최, 북극 관측 시스템 개발, 해양쓰레기, 북극 안전 운송에 협력 강화 등을 포함한다. ‘기후와 환경’은 북극 기후와 환경에 대한 지식 향상, 북극 생물 다양성 보전을 위한 협력 강화(블랙카본과 메탄 중심) 등을 포함한다. ‘지속가능한 경제발전’은 친환경적인 북극 운송, 북극 식량 시스템과 기후변화의 영향 지식 강화, 북극경제이사회와 협력 강화를 의미한다.

그린란드, 페로제도, 덴마크 정부로 구성된 덴마크 왕국은 현재 2021~2030년 북극에 대한 새로운 통합적 전략(Kingdom of Denmark Strategy for the Arctic 2021-2030)을 수립했다.¹⁷³⁾ 그린란드는 2024년 발표한 그린란드의 외교, 안보, 국방전략(Foreign, Security, and Defense Strategy 2024~2033)¹⁷⁴⁾을 통해 북극 북미지역과 더욱 긴밀한 관계를 형성해 북극이사회 내 정치·경제적 활동에 있어서 주도적인 임무를 수행하겠다는 정책을 세웠다. 그린란드는 미국과 운송 루트 개발, 교역 증진, 아이슬란드와 수산 협력, 재생에너지, 관광, 교통 분야에서 협력을 증진하겠다는 내용을 포함했다. 2021년 그린란드는 석유탐사를 중단하고 수력 발전 잠재력 활용에 집중하기로 결정했으며, 이는 친환경 에너지 산업으로의 전환을 의미한다. 그린란드의 정책들을 미루어볼 때 그린란드의 북극 산업 전략은 환경보호와 경제 발전의 균형을 추구하고, 친환경 에너지와 지속 가능한

173) Wikipedia, Arctic policy of the Kingdom of Denmark, https://en.wikipedia.org/wiki/Arctic_policy_of_the_Kingdom_of_Denmark(검색일: 2024.7.17.)

174) High North News(2024. 2. 27.), Greenland with New Arctic Strategy: Defense, Diplomacy and Peace(검색일: 2024.5.15.)

산업 발전에 초점을 맞추고 있는 것으로 보인다.¹⁷⁵⁾ 페로제도 북극 전략(The Faroe Islands in the Arctic)¹⁷⁶⁾에서는 북극 지역에서의 안보와 안정을 유지하고, 북극이사회의 역할 강화, 유엔해양법협약인 UNCLOS(United Nations Convention on the Law of the Sea)를 국제문제에서 가장 중요한 기반으로 간주하겠다고 밝혔다. 페로제도의 북극 산업전략은 지속 가능한 해양 경제 원칙을 중심으로 구축되어 있다. 이 전략은 지속 가능한 어업과 양식업, 해양 기술 산업 육성, 해운 및 해양 서비스업 강화, 해양 관련 연구 개발 및 혁신, 그리고 지속가능한 해양 관광 개발을 핵심 요소로 삼고 있다. 페로제도는 이를 통해 해양자원의 지속 가능한 이용과 해양 생태계 보전을 동시에 추구하면서, 경제적 성장과 일자리 창출을 도모하고 있다.

스웨덴 외교부는 북극의 평화적·안정적·지속가능한 발전을 추진하기 위한 핵심 정책을 담은 2020 북극 지역 전략(2020 Sweden's Arctic Region Strategy)¹⁷⁷⁾을 2011년 11월에 발표한 이후 2020년 10월에 개정하여 발표하였다. 스웨덴은 북극의 전략적 중요성을 반영한 새로운 접근 방식을 기반으로 한 국가의 안보 개념을 해당 전략에 도입했다. 해당 전략에는 국제협력을 바탕으로 국가의 안보와 안정을 도모하고 기후, 환경, 극지 연구, 지속가능한 경제개발과 비즈니스 부문의 이익 구현, 북극 지역의 생활환경 개선을 중점으로 추진하겠다는 내용이 포함되어 있다. 스웨덴의 북극 지역 전략 우선순위는 6개로 ① 북극 내 국제 협력, ②안보와 안정, ③기후와 환경, ④극지 연구, ⑤지속가능한 경제 발전과 비즈니스, ⑥양질의 생활 환경 확보이다. 청색 경제와 관련 있는 우선순위는 기후와 환경 및 지속가능한 경제 발전과 비즈니스이다. 우선, '기후와 환경(Climate and

175) DGB Group(2024.1.12.), Greenland's environmental commitment: joining the Paris Agreement(검색일: 2024.7.16.)

176) Arctic portal library(2024.3.8.), The Faroe Islands in the Arctic(검색일: 2024. 5. 15.)

177) The Arctic Institute(2019.4.16), Sweden's Arctic Strategy: An Overview(검색일: 2024. 5.15.); The Arctic Institute(2021.5.4.), Sweden's New Arctic Strategy: Change and Continuity in the Face of Rising Global Uncertainty(검색일: 2024. 5.15.)

the Environment)’은 온실가스 감축계획과 생물다양성 보호, 해양쓰레기 통제를 골자로 한다. 지속가능한 경제발전과 비즈니스(Sustainable economic development and Business sector interests)는 환경에 미치는 영향을 최소화해 스웨덴이 가진 기술을 총동원해 노르보텐(Norrbotten)주, 베스테르보텐(Vasterbotten)주 등 북동부 지역을 개발하겠다는 내용이다.

핀란드는 2021년 6월 새로운 북극 정책 전략(Finland’s Strategy for Arctic Policy)¹⁷⁸⁾을 채택해 2030년까지 북극 정책의 목표와 4가지 중점 분야를 선정해 주요 전략적 조치를 제시하였다. 큰 틀은 지속가능한 북극 경제발전을 위해 자국이 보유한 북극 전문성과 경험을 적극 활용해 고부가가치 북극 비즈니스 솔루션을 개발하고, 이를 북극 진출과 연계하겠다는 것이다. 이 전략에는 지속 가능한 북극 경제발전을 위한 여러 가지 전략 목표를 제시하였다. 특히 핀란드의 북극정책은 경제의 지속가능성을 강조하였으며, 환경의 보호와 경제적 성장이 상호 보완적으로 운영되는 것을 목표로 한다. 핀란드의 지속 가능한 경제는 순환 경제와 새로운 경제활동, 고부가가치 서비스와 제품의 생산, 기후변화 완화 및 적응, 지역사회와 원주민의 참여, 디지털화와 혁신을 포함한다.¹⁷⁹⁾

2022년 미국은 ‘북극 지역 국가 전략(National Strategy For the Arctic Region)’을 발표하였다.¹⁸⁰⁾ 이 전략을 통해 북극에서 미국의 이익을 위하여 4가지 핵심 요소로 안보 강화, 기후변화 영향에 대한 환경보호, 지속 가능한 경제개발, 국제협력·거버넌스를 제시했다. 이 전략에서 북극에서 ‘지속 가능한 경제’ 개발은 환경을 보호하면서 기회를 모색하는 것을 의미한다고 볼 수 있다.¹⁸¹⁾

178) Arctic portal library(2024.3.8), Finland's Strategy for Arctic Policy(검색일: 2024.5.15.)

179) Government of Finland, Finland's Strategy for Arctic Policy(검색일: 2024.5.15.)

180) The White House(2020. 10), NATIONAL STRATEGY FOR THE ARCTIC REGION (검색일: 2024.5.15.)

181) United States Government (2022), National Strategy For The Arctic Region, The White

캐나다 정부는 2019년 9월 10일 북극의 평화·안정, 지속가능한 경제 발전 및 북부 주민의 번영과 안전을 위한 캐나다 북극 지역 정책 프레임워크(Canada's Arctic and Northern Policy Framework)¹⁸²⁾를 발표하였다. 캐나다의 북극 정책 8대 목표는 다음과 같다. ①복원력 있고 건강한 북극 원주민, ②북극 인프라 강화, ③건전하고 지속적, 포용적인 북극 경제, ④북극 원주민 지식과 경험, 정책 결정에 활용, ⑤건전한 북극 생태계 및 환경보호, ⑥국제 질서를 기반으로 하는 북극 협력, ⑦북극 안보 및 주권 수호, ⑧원주민 화해 및 관계 회복이다.¹⁸³⁾ 다만, 캐나다는 러시아의 우크라이나 침공과 중국의 공세적인 북극 정책으로 인해 북극의 경제활동보다 안보의 중요성을 강하게 인식하고 국방력 증대를 위한 국방비 증액 등 정세변화에 대비하는 정책을 추구한다.¹⁸⁴⁾

러시아는 북극권 국가 중 북극의 개발에 가장 전향적인 태도를 취한다. 2020년에 발간한 “2035 북극 지역에서의 러시아 연방국가 정책 원칙(Basic Principles of Russian Federation State Policy in the Arctic to 2035)¹⁸⁵⁾”에서 러시아는 북극 주민 삶의 질 보장, 북극 경제발전 강화, 북극 환경 및 원주민 전통 지식 보호, 상호이익이 되는 협력 관계 구축, 러시아의 주권 보장을 표방하며 중점 추진 과제로 북극을 전략적 자원기지로 개발, 국제협력을 통한 북극항로 발전을 내세운다. 그 밖에도 러시아는 2035 북극 지역 개발 및 국가 안보 보장 전략(Strategy of development of the Arctic Zone of the Russian Federation and the provision of national security for the period to 2035)¹⁸⁶⁾을 통해 북극 지역의 천연

House., pp. 11~13.

182) Government of Canada, Arctic and Northern Policy Framework(검색일: 2024.5.15.)

183) 외교부(2023), p. 118.

184) KMI(2024), 극지해 소식지 134호, p. 7.

185) 극지정책아카이브(2020.3), 북극 국제동향(검색일: 2024.5.15.)

186) NATO DEFENCE COLLEGE(2021. 6.25), Strategy of development of the Arctic Zone of the Russian Federation and the provision of national security for the period to 2035(검색일: 2024.5.15.)

자원 개발 및 북극항로 개발, 북극항로 인프라 구축, 북극 군사 방어력 강화를 비전으로 내세웠다. 또한, 러시아의 '2022 해양독트린'¹⁸⁷⁾에 따르면, 조선산업 발전을 우선 분야로 선정해 세계 시장에서 러시아의 핵 추진 쇄빙선 운영 능력에서 우위를 차지하겠다는 내용을 담고 있어 러시아의 북극 경제개발에 대한 의지를 짐작할 수 있다.¹⁸⁸⁾

2021년 아이슬란드의 '북극 지역 이슈에 대한 아이슬란드의 정책(Iceland's Policy on Matters Concerning the Arctic Region)'에서 정의하는 지속가능한 경제는 환경보호와 경제적 기회의 균형, 책임감 있는 자원의 이용, 지역사회와 원주민의 참여이다. 해당 정책은 기후변화에 대응하고 적응하기 위해 새로운 친환경 기술을 개발 및 적용하고, 환경에 미치는 영향을 감소하기 위해 자원을 사용하며, 지역주민과 원주민의 권리를 보장한다는 내용을 포함한다.

2. 국내

1) 극지활동진흥기본계획¹⁸⁹⁾

2022년 12월 발표된 제1차 극지활동진흥기본계획에는 '지속가능성'을 바탕으로 한 추진 과제들이 포함되었다. 특히 '국가 경제에 기여하는 극지 산업 기반 마련'을 전략 3으로 정하고 여러 가지 친환경, 지속가능성을 바탕으로 한 추진계획을 마련하였다. 첫째, 북극항로 운항을 위한 친환경 쇄빙 컨테이너선 건조 기반을 확보하며, 북극권 친환경 소형 선박, 친환경 에너지

187) 푸틴 러시아 대통령은 2022년 7월 31일 상트페테르부르크에서 열린 해군의 날 기념행사에 참석해 해양독트린을 발표했다. 2015년에 발표했던 해양 독트린을 업그레이드한 것인데 2015년과 2022년의 차이는 미국과 나토를 자국의 위협으로 규정했다는 점이다.

188) 박종관(2023), pp. 67~98.

189) 관계부처합동(2022), 제1차 극지활동진흥기본계획, 대한민국 정부.

개발 사업에 참여하는 것을 목표로 한다. 또한, 지속가능한 극지 수산·생명자원 개발을 계획하고 있다. 둘째, 제1차 극지활동진흥기본계획은 북극권 8개국과 맞춤형 협력사업을 발굴하기 위해 Arctic-8 프로젝트를 추진하고 있다. 국가별 북극정책의 우선순위 및 관심 분야를 특정하여 협력사업을 설정하여 추진하는 것을 목표로 한다. 그 중 북극에서의 ‘지속가능성’에 바탕을 둔 국가별 청색 경제 분야는 다음의 <표 3-9>와 같다.

<표 3-9> 극지활동진흥기본계획의 청색 경제 분야

국가	Arctic-8 세부내용	극지활동진흥기본계획 일부
러시아	태양광 등 에너지 산업 북극 수소 클러스터·에너지 자립기지	소형어선, 태양광, LNG 암모니아 연료추진
캐나다	캐나다 : 태양광 중심 마이크로그리드	친환경 기술 기업 육성
노르웨이	수산, 수소 생산·저장·충전 기술 개발 협력	양식기술, 자율운항, 친환경선박 기술, 해양쓰레기
아이슬란드	친환경 에너지·수산	소형 전기어선/수산식품 클러스터
스웨덴	자율운항선박	자율운항 선박, ICT 융합 지능형 선박
핀란드	친환경선박/해저케이블	친환경 선박, 해저케이블
미국	-	NOAA 협력사업 해양환경관리, 북극항로 안전 통항
기타	수소, 메탄올, 암모니아 등 ICT 융합 지능성 선박 **극한지 건설장비	

자료: 관계부처합동(2022), 제1차 극지활동진흥기본계획, 대한민국 정부.

2) 2050 북극전략¹⁹⁰⁾

2021년 11월 발표된 2050 북극 활동 전략은 북극권 환경변화와 정책여건 등을 감안하여, 기여와 신뢰를 기반으로 북극 시대에 대비한 범부처 차원의 미래 북극 활동 전략이다.¹⁹¹⁾ 본 전략에서 2050 북극 시대 대비를

190) 관계부처합동(2021), 2050 북극활동전략. 대한민국 정부.

191) 같은 자료.

위해 '지속가능한 북극 발전 동참'을 위해 △조선·해운 신기술 기반 안전한 북극항로 조성, △친환경 에너지 협력 강화, △지속가능한 북극해 수산업 실현 동참, △북극권 상생 협력 모범과제 발굴·추진할 것을 제시하였다.

청색 경제 분야를 살펴보면, 북극권 국가와 함께 친환경 연료(수소·메탄올·암모니아) 추진 선박 운항 기술과 북극해 선박 연료 규제 등 국제규범 신설을 주도하고,¹⁹²⁾ 북극 수소 클러스터·에너지 자립기지(러), 마이크로그리드(캐), 수소 생산·저장·충전 기술 개발(한-노) 등 기술 협력 강화를 계획하였다. 또한 북극 LNG사업 참여, 친환경 선박 공동개발, 수출과 연계한 친환경 연료 공급망 확보 추진¹⁹³⁾을 계획하였으며, 지속가능한 북극해 수산업 실현을 추진하고 있다. 이를 바탕으로 2050 북극 활동 전략에서 규정하고 있는 청색 경제 산업 분야는 다음의 <표 3-10>과 같다.

<표 3-10> 2050북극활동전략의 청색 경제분야

분야	내용	분야	내용
해양기술	블랙카본 저감기술	친환경 에너지	태양광
	해양쓰레기 저감 기술		풍력
	미세먼지 저감 기술		수소
	해양 폐기물 재활용 기술	통신	해저케이블
수산업	스마트 양식	선박기술	자율운항선박
	수산식품 클러스터		친환경 연료 기반 추진 선박
의학	바이오 의약		

자료: 관계부처합동(2021), 2050 북극활동전략. 대한민국 정부.

192) 해양수산부 보도자료(2021.12.2.), (검색일: 2024.9.1.).

193) 같은 자료.

3. 소결

앞서 분석한 내용을 토대로 한-북극권 청색 경제협력 분야에 대해 전문가 자문을 실시했다.¹⁹⁴⁾ 자문 결과에 따라 문헌조사를 통해 도출되었던 협력 분야에서 ①해조류 양식기술, ②통합온항정보시스템 구축, ③초소형위성 개발, ④극한지 특화 조생기자재 개발 및 생산 등을 추가했으며, 총 21개의 세부 협력분야가 도출되었다. 또한, 응답자별 세부 사업에 대한 이해가 다를 가능성이 높아 아래 표와 같이 정의하여 조사를 실시했다.

〈표 3-11〉 북극 관련 청색 경제분야

분야	세부 사업	의미
해양 기술	블랙카본 저감 기술	• 해양 환경에서 이산화탄소 (CO2)를 포획하고 저장하는 기술
	해양쓰레기 저감 기술	• 해양쓰레기 수거 및 정화 기술 등
	해양 폐기물 재활용 기술	• 해양 폐기물 활용 의류, 가구 생산 등
	해양 바이오 기술	• 해양생물 활용 의약품 · 화장품 개발
수산	제로웨이스트 수산식품 생산 기술 개발	• 수산물을 생산, 가공, 소비하는 과정에서 발생하는 폐기물과 자원 낭비를 최소화하고, 최대한 모든 부분을 활용하여 지속 가능한 해양자원 이용을 실현
	스마트 양식 기술 개발	• IT 및 자동화 기술을 활용하여 양식농업을 더 효율적으로 운영하고 지속 가능하게 만드는 기술
	수산식품 클러스터 구축	• 수산식품 수출가공 인프라를 중심으로 해당 권역에 집적된 수산 • 식품산업체, 기관, 연구소, 대학 등의 집합체
	해조류 양식 기술	• 해양 생태계 재생에 도움이 되고 탄소격리에도 효과적인 역할을 하여 온실가스 감축에 효과를 주는 기술
해상 운송	크루즈 관광	• 운송보다는 순수관광 목적의 선박 여행으로 숙박, 음식, 위락 등 관광객을 위한 시설을 갖추고 수준 높은 관광상품을 제공하면서 수려한 관광지를 안전하게 순항하는 여행

194) 해양수산부, 외교부, 부산시, 극지연구소, 인천대학교, 한국외국어대학교 소속 전문가 대상으로 자문 실시(2024.4.22.)

분야	세부 사업	의미
해상 운송	녹색 해운	• 2개 이상의 항만을 연결하는 무탄소 선박을 통한 해상운송 항로 개발
	통합운항정보시스템 구축	• 안전운항 실현을 위한 종합 정보 제공 시스템 구축
	스마트 항만 구축	• 자동화, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 정보통신 기술(ICT) 등 4차산업혁명 기술을 통해 자동·자율적으로 물류 흐름을 최적화하는 4세대 항만
친환경 에너지	재생에너지 기반 인프라	• 해상풍력단지, 해상 태양광 발전소 등
	LNG, 암모니아, 수소 등	• 해양수소저장 시스템, 해상수소 생산시스템
	에너지자립기지/ 마이크로그리드	• 소지역 특성에 맞게 적용한 전력망 • (재생에너지, 수소 등) 구축
통신	해저케이블	• 북극~아시아를 연결하는 해저케이블 설치 사업
	초소형위성 개발	• 북극 전역 실시간 • 해빙(海氷) 변화 관측 정보(두께, 면적, 거칠기, 이동 경로 등) 생산을 위한 초소형위성 개발
선박 기술	자율운항선박	• 스스로 항로를 탐색하고, 항해 및 조종을 자동으로 수행할 수 있는 선박
	친환경 연료 기반 추진 선박	• 수소, 암모니아 등을 기반으로 운항되는 선박
	소형 전기어선	• 연안 및 근해용 완전전기어선
	극한지 특화 조선기자재 개발 및 생산	• 얼음강화 강재, 보온재, 냉각재 등 북극환경에 활용 가능한 기자재

자료: 이태경·윤병국(2015), p. 122, AHA(검색일: 2024.4.25.)를 참고하여 KMI 작성.

제3절 청색 경제 협력 분야 우선순위

1. 분야별 우선순위

1) 대분야별 우선순위

대분야별 양측의 수요를 비교한 결과는 다음과 같다. 해양기술은 블루카본 기술, 해양쓰레기 저감 기술, 해양 폐기물 재활용 기술, 해양 바이오 제품 등이 포함된다. 이러한 기술은 지속가능한 해양 환경을 유지하고 기후 변화에 대응하는데 중요한 역할을 한다. 우리나라는 북극정책을 이행함에 있어서 해양기술 분야가 다른 분야 대비 상대적으로 중요하지 않다고 판단했다. 반면, 북극권은 연구개발 가능성이 높으며, 특히 해당 분야가 국제사회나 지역사회에 지대한 영향을 미치기 때문에 지속가능한 북극을 위해 필요하다고 판단했다. 실현가능성에서 점수가 차이 나는 것은 법적 규제나 요구사항이 우리나라와 북극권이 다르고, 지정학적 리스크에 대해 영향을 받는 정도가 다르기 때문인 것으로 판단된다.

통신 분야의 경우, 북극 지역의 원주민이 교육, 의료 등 사회서비스에 접근할 수 있도록 하기 위해서는 초소형 위성이나 해저케이블 설치가 필수적이다. 인터넷을 통해 원격 교육, 원격 의료 방식으로 삶의 질을 제고할 수 있기 때문이다. 그 밖에도 북극 연구자, 정책결정자 등 이해관계자는 북극해 관련 실시간 데이터를 수집할 수 있기 때문에 연구의 정확도, 정책의 효율성 및 북극 해운의 안전성을 제고할 수 있다. 다만, 다른 분야에 비해서 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 판단된다.

친환경 에너지 분야와 관련해서 북극권 전문가들은 중요성과 연구개발을 높게 평가했다. 이는 북극권 국가의 북극정책과 청색 경제 정책은 연계성이 있으며, 정책을 기반으로 북극권 정부는 대규모 R&D를 투자하고, 연구 지속성을

보장하고 있기 때문이다. 반면, 우리나라의 경우, 실현가능성과 경제성에서 높게 평가했다. 즉, 우리나라는 친환경 에너지와 관련하여 법, 규제, 제도적 근거가 마련되어야 하며, 경제성이 확보되는 것이 중요하다고 판단했다.

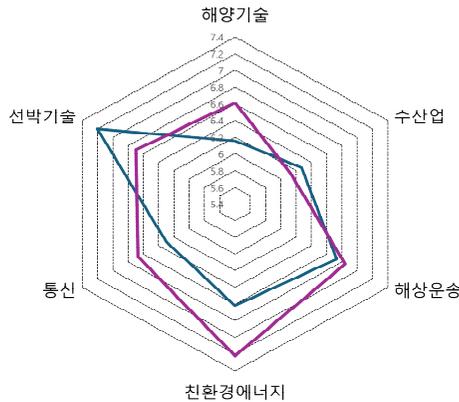
선박 기술은 북극권 보다 우리나라의 수요가 더욱 크다. 이러한 결과는 선진화된 우리나라의 선박 기술을 통해 북극 시장에서 경쟁 우위를 점할 가능성이 높다고 판단된다. 현재 우리나라는 글로벌 선박 시장 점유율이 높으며, 특히 LNG 쇄빙선, 원유 운반선, 컨테이너선 등 고부가가치 선박 분야에서 선도적인 위치를 차지하고 있다. 특히, 우리나라는 북극항로 활용 가능성에 초점을 두고, 극지활동진흥기본계획을 기반으로 친환경 쇄빙연구선, 친환경 쇄빙 컨테이너선 등 북극해에 맞는 고부가가치 선박 건조 사업을 추진하고 있다.

수산 분야의 경우, 우리나라가 북극권 국가에 진출하는 방식이 아니라 북극권 국가의 기술을 도입하여 적용하고, 관련 정책을 벤치마킹하여 수산업을 발전시킬 필요가 있다. 이를 통해 효율적인 자원 관리와 생산성 향상을 도모할 수 있다. 장기적으로는 노르웨이, 아이슬란드와의 협력을 통해 우리나라의 주요 수산물(생선, 김 등)을 수출할 수 있는 전략이 필요하다. 이는 국내 수산업의 수요를 충족시키는 동시에 국제 시장에서의 경쟁력을 강화할 수 있는 방안이다.

해상운송은 수요가 비슷하다고 판단할 수 있다. 이는 우리나라와 북극권 경제에 있어서 모두 중요한 분야이기 때문인 것으로 판단된다. 특히 우리나라의 경우, 수출입 물량 중 99.7%가 해상운송에 의존하고 있다. 덴마크의 머스크(Maersk)와 핀란드의 바르질라(Wärtsilä)와 같은 세계적인 해운선사와 선박용 엔진 공급업체를 고려할 때, 해상운송 분야의 발전은 국가 경제에 미치는 영향이 매우 크다. 특히 북극항로를 활용할 수 있는 시점이 되면 우리나라는 유럽과 우리나라(아시아)간 최단 거리를 확보할 수 있기 때문에 더욱 중요하다. 북극권은 북극 연안을 크루즈 관광, 수산업 등의 목적으로 활용하고 있기 때문에 북극 해운은 북극권 경제에 중요한 역할을

하고 있다. 따라서 양측 모두 해상운송에 대한 수요가 비슷하다는 결과도 도출되었다. 양측의 수요가 비슷할 경우, 협력사업을 추진하기에 용이하다. 이는 공통 목표를 설정하고, 자원을 적절하게 분배하며, 상호이익을 추구할 수 있기 때문이다. 아래 그림은 우리나라와 북극권 국가간 대분류별 점수를 비교한 것이다.

〈그림 3-6〉 대분류별 점수 비교



자료: KMI 작성.

〈표 3-12〉 대분류별 평가 항목 비교

분야	해양 기술		수산		해상운송		친환경 에너지		통신		선박 기술	
	한	북극										
중요성	0.705	0.908	0.713	0.895	0.772	1.025	0.756	1.106	0.713	1.029	0.800	0.957
실현 가능성	1.438	0.957	1.500	0.883	1.623	1.025	1.491	1.050	1.500	0.944	1.702	0.949
경쟁력	0.879	0.752	0.948	0.702	1.051	0.806	0.982	0.835	0.959	0.768	1.091	0.831
경제성	1.323	0.930	1.399	0.950	1.517	1.022	1.382	1.022	1.323	0.986	1.584	1.022
연구 개발	0.902	1.360	0.821	1.095	0.862	1.291	0.993	1.399	0.902	1.317	1.034	1.298
지속 가능성	0.911	1.709	0.891	1.602	0.906	1.672	1.014	1.812	0.906	1.625	0.994	1.641
합계	6.158	6.616	6.272	6.127	6.731	6.841	6.618	7.224	6.303	6.669	7.205	6.698

자료: KMI 작성.

양측의 중요도에 대한 종합 점수를 정리한 결과는 아래의 <표 3-13>과 같다. 우리나라가 북극권 국가와 청색 경제 분야 관련 협력을 추진할 경우, 대분야별 우선순위는 선박 기술, 해상운송, 친환경 에너지, 통신, 수산, 해양 기술 순이다. 북극권 국가 입장에서 우리나라와 청색 경제 분야 관련 협력을 추진할 경우, 대분야별 우선순위는 친환경 에너지, 해상운송, 선박 기술, 통신, 해양 기술, 수산 분야 순이다. 전체 점수를 기준으로 평가했을 때 우선순위는 선박 기술, 친환경 에너지, 해상운송 분야가 상위권을 차지했다. 즉, 언급된 세 개 분야는 상대적으로 기술적 혁신과 경제적 이익을 위한 중요한 투자 분야라고 판단할 수 있다.

<표 3-13> 대분류별 우선순위

대분류	우리나라		북극		종합	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위
해양 기술	6.158	6	6.616	5	12.774	5
수산	6.272	5	6.127	6	12.399	6
해상운송	6.731	2	6.841	2	13.572	3
친환경 에너지	6.618	3	7.224	1	13.842	2
통신	6.303	4	6.669	4	12.972	4
선박 기술	7.205	1	6.698	3	13.903	1

자료: KMI 작성.

2) 세부 분야별 우선순위

(1) 해양기술 분야

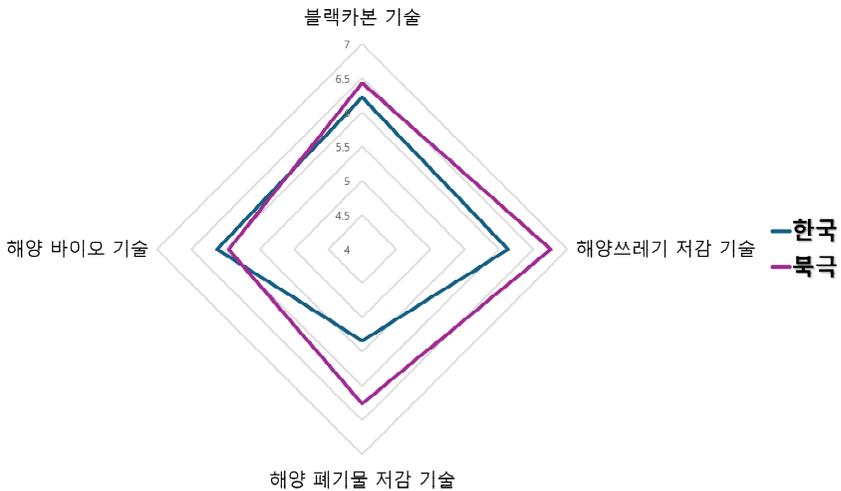
북극권 전문가가 우리나라보다 높게 평가한 세부 분야는 해양쓰레기 저감 기술, 해양 폐기물 재활용 기술, 블랙카본 기술이다. 해당 세부 사업이 진행될 지역적 범위가 북극해이기 때문에 우리나라보다 북극권 전문가가 해양쓰레기(6.755), 해양 폐기물(6.254)에 더 민감하게 반응한 것으로 판단된다. 다만, 아래 그림을 살펴보면, 해양 바이오 기술 분야는 우리나라(6.123)와 북극권(5.952)의 수요가 비슷하다는 것을 알 수 있다.

〈표 3-14〉 세부 항목별 평가 항목 비교(해양기술 분야)

분야	블랙카본 기술		해양쓰레기 저감 기술		해양 폐기물 재활용 기술		해양 바이오 기술	
	한	북극	한	북극	한	북극	한	북극
중요성	0.760	0.938	0.745	0.996	0.590	0.884	0.590	0.812
실현 가능성	1.347	0.880	1.524	0.956	1.282	0.852	1.413	0.866
경쟁력	0.867	0.705	0.889	0.701	0.786	0.646	0.952	0.670
경제성	1.389	0.828	1.191	0.939	1.106	0.871	1.475	0.867
연구개발	0.901	1.312	0.798	1.347	0.722	1.288	0.873	1.228
지속가능성	0.949	1.764	0.983	1.816	0.849	1.713	0.820	1.509
합계	6.213	6.427	6.13	6.755	5.335	6.254	6.123	5.952

자료: KMI 작성.

〈그림 3-7〉 세부 사업별 종합 점수 비교(해양기술 분야)



자료: KMI 작성.

우리나라가 북극권 국가와 해양기술 분야 관련 협력을 추진할 경우 아래의 <표 3-15>에서 보인 바와 같이, 세부 사업의 우선순위는 블랙카본 기술, 해양쓰레기 저감 기술, 해양 바이오 기술, 해양 폐기물 재활용 기술 순이다. 반면, 북극권 국가 입장에서 우리나라와 해양기술 분야 관련 협력을 추진할 경우, 세부 사업의 우선순위는 해양쓰레기 저감 기술, 블랙카본 기술, 해양 폐기물 재활용 기술, 해양 바이오 기술 순이다. 이러한 평가를 종합한 결과, 해양쓰레기 저감 기술이 한-북극권 협력 사업으로 1위를 차지했다. 해양 폐기물 재활용 기술은 상대적으로 낮은 우선순위로 평가되고 있다.

<표 3-15> 세부 사업 우선순위(해양기술 분야)

분야	우리나라		북극		종합	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위
블랙카본 기술	6.213	1	6.427	2	12.640	2
해양쓰레기 저감 기술	6.130	2	6.755	1	12.885	1
해양 폐기물 재활용 기술	5.335	4	6.254	3	11.589	4
해양 바이오 기술	6.123	3	5.952	4	12.075	3

자료: KMI 작성.

(2) 수산 분야

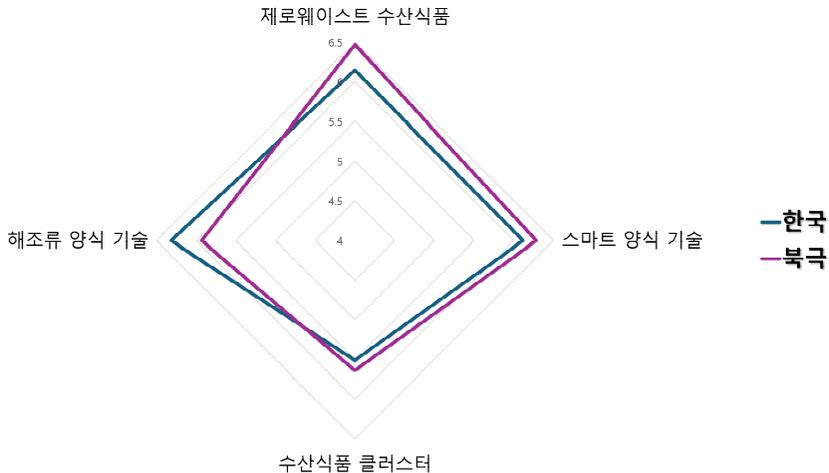
<표 3-16>에서 보인 바와 같이 해조류 양식 기술을 제외한 나머지 세부 분야에 대해서 우리나라 전문가들은 북극권보다 더 중요하다고 평가했다. 북극권에서 해조류 양식 기술은 아직 초기 단계에 있으며, 특히 노르웨이는 실험적 단계에서 벗어나 대규모 상업적 생산으로 전환하기 위해 노력하고 있다. 이를 위해 SINTEF 등 연구소가 해조류의 산업적 활용 가능성을 극대화하기 위해 관련 기술을 개발하고 있다.

〈표 3-16〉 세부 항목별 평가 항목 비교(수산 분야)

분야	제로웨이스트 수산식품		스마트 양식 기술		수산식품 클러스터		해조류 양식 기술	
	한	북극	한	북극	한	북극	한	북극
중요성	0.667	0.960	0.697	0.866	0.630	0.812	0.686	0.808
실현 가능성	1.429	0.894	1.560	0.875	1.421	0.823	1.511	0.861
경쟁력	0.808	0.693	0.889	0.736	0.786	0.666	0.952	0.662
경제성	1.389	0.934	1.191	0.978	1.106	0.881	1.475	0.799
연구개발	0.901	1.270	0.798	1.246	0.722	1.062	0.873	1.205
지속 가능성	0.949	1.713	0.983	1.582	0.849	1.400	0.820	1.597
합계	6.143	6.464	6.118	6.283	5.514	5.644	6.317	5.932

자료: KMI 작성.

〈그림 3-8〉 세부 사업별 종합 점수 비교(수산 분야)



자료: KMI 작성.

우리나라가 북극권 국가와 수산 분야 관련 협력을 추진할 경우, 세부 사업의 우선순위는 해조류 양식 기술, 제로웨이스트 수산 식품, 스마트 양식 기술, 수산 식품 클러스터 순이다. 반면, 북극권 국가 입장에서 우리나라와

수산 분야 관련 협력을 추진할 경우, 세부 사업의 우선순위는 제로웨이스트 수산 식품, 스마트 양식 기술, 해조류 양식 기술, 수산 식품 클러스터 순이다.

〈표 3-17〉에서 보인 바와 같이 우리나라와 북극권 국가 전문가들의 평가를 종합한 결과, 수산 분야 중 제로웨이스트 수산 식품 기술이 한-북극권 협력 사업으로 1위를 차지했다. 수산 식품 클러스터의 경우, 우리나라와 북극권 모두 하위권을 차지했다.

〈표 3-17〉 세부 사업 우선순위(수산 분야)

분야	우리나라		북극		종합	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위
제로웨이스트 수산식품	6.143	2	6.464	1	12.607	1
스마트 양식 기술	6.118	3	6.283	2	12.401	2
수산식품 클러스터	5.514	4	5.644	4	11.158	4
해조류 양식 기술	6.317	1	5.932	3	12.249	3

자료: KMI 작성.

(3) 해상운송 분야

아래 〈그림 3-9〉를 살펴보면, 해상운송 분야 각 세부 사업별 양측간 관점이 크게 차이 난다. 우리나라가 북극권보다 더 중요하다고 생각한 세부 사업은 통합운항정보시스템 구축, 스마트 항만 구축이다. 통합운항정보시스템은 향후 북극항로를 활용하게 될 경우, 북극해를 활용하는 모든 이해관계자에게 필요한 정보를 확인하기 위해 필요하다. 즉, 우리나라 뿐만 아니라 북극권 국가에도 필요하다. 다만, 러시아의 경우, 이미 같은 유형의 시스템을 구축하여 2024년부터 운영하고 있고, 노르웨이, 아이슬란드 역시 사이트를 통해 데이터를 공유하고 있다. 반면, 우리나라의 경우, 북극해운과

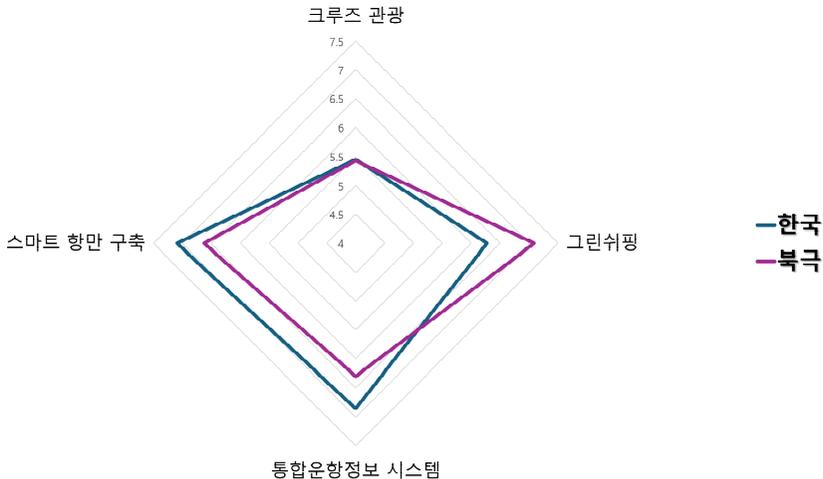
관련한 정보 시스템이 전무함에 따라, 우리나라의 수요가 더 큰 것으로 판단된다. 녹색 해운의 경우, 북극권 정책에서 중요한 부분을 차지하고 있는 분야로서, 이러한 정책적 기초가 해당 설문조사에 반영된 것으로 판단된다.

〈표 3-18〉 세부 항목별 평가 항목 비교(해상운송 분야)

분야	크루즈 관광		녹색 해운		통합운항정보 시스템 구축		스마트 항만 구축	
	한	북극	한	북극	한	북극	한	북극
중요성	0.524	0.785	0.734	1.068	0.800	0.938	0.833	0.969
실현 가능성	1.315	0.823	1.421	1.008	1.625	0.894	1.650	0.946
경쟁력	0.850	0.623	0.963	0.826	1.043	0.740	1.091	0.787
경제성	1.397	0.828	1.357	1.017	1.475	0.905	1.601	0.988
연구개발	0.656	1.009	0.911	1.353	0.967	1.312	0.972	1.312
지속 가능성	0.710	1.363	0.887	1.816	0.944	1.509	0.949	1.619
합계	5.452	5.431	6.273	7.088	6.854	6.298	7.096	6.621

자료: KMI 작성.

〈그림 3-9〉 세부 사업별 종합 점수 비교(해상운송 분야)



자료: KMI 작성.

우리나라가 북극권 국가와 해상운송 분야 관련 협력을 추진할 경우, 세부 사업의 우선순위는 스마트 항만 구축, 통합운항정보시스템 구축, 녹색 해운, 크루즈 관광 순이다. 반면, 북극권 국가 입장에서 우리나라와 해상운송 분야 관련 협력을 추진할 경우, 세부 사업의 우선순위는 녹색 해운, 스마트 항만 구축, 통합운항정보시스템 구축, 크루즈 관광 순이다.

종합 분석 결과, <표 3-19>에서 제시한 바와 같이 스마트 항만 구축, 녹색 해운, 통합운항정보시스템 구축, 크루즈 관광 순으로 순위가 도출되었다. 특징을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 4위를 차지한 크루즈 관광의 경우, 양측 전문가 모두 지속가능성 항목에서 낮게 평가했다. 둘째, 북극권 전문가들은 우리나라 전문가에 비해 녹색 해운이 다른 분야에 비해 더 중요하다고 판단했다. 셋째, 해상운송 분야 전체적으로 수산, 친환경 에너지 등 다른 분야에 비해 높은 점수를 받았다는 점을 주목할 필요가 있다. 이는 양측 모두 해운 분야에서의 협력이 필요하고, 또 가능하다는 것으로 판단할 수 있다. 또한, 스마트 항만, 녹색 해운, 통합운항정보 시스템 구축은 연계하여 추진할 경우, 효과가 극대화될 수 있다. 녹색 해운은 항만과 항만을 연결하는 항로를 이용할 때 탄소 배출을 줄이겠다는 것을 골자로 한다. 따라서, 친환경 선박을 활용한다는 것을 전제해야 한다. 또한, 친환경 선박은 스마트 항만과의 실시간 소통을 통해 에너지 효율을 극대화할 수 있다. 또한, 통합운항정보 시스템을 통해 북극항로에 진입하는 선박이 배출하는 오염물질에 대한 데이터를 실시간으로 확인할 수 있도록 하여 결과적으로 녹색 해운을 구축할 수 있다. 이처럼 녹색 해운, 스마트 항만, 통합운항정보시스템 구축을 통합적으로 추진 가능한지 검토할 필요가 있다.

〈표 3-19〉 세부 사업 우선순위(해상운송 분야)

분야	우리나라		북극		종합	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위
크루즈 관광	5.452	4	5.431	4	10.883	4
녹색 해운	6.273	3	7.088	1	13.361	2
통합정보운영 시스템	6.854	2	6.298	3	13.152	3
스마트 항만 구축	7.096	1	6.621	2	13.717	1

자료: KMI 작성.

(4) 친환경 에너지 분야

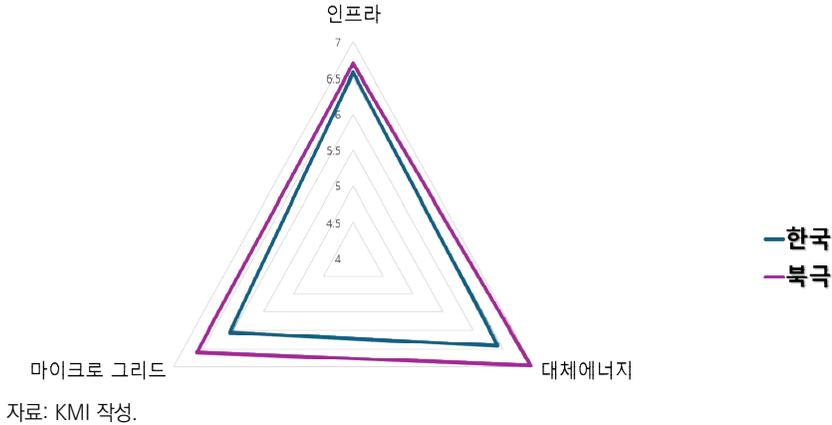
친환경 에너지 분야의 경우, 세 가지 사업 모두 북극권이 우리나라보다 더 중요하다고 판단했다. 이는 경제협력의 지역적 범위가 북극임에 따라 친환경에 더욱 민감하게 반응한 것이라고 해석할 수 있다. 단, 재생에너지 기반 인프라 구축 사업의 경우, 우리나라와 북극권 전문가가 평가한 점수 간 차이가 크지 않아 협력의 여지가 큰 아이টে으로 판단할 수 있다. 또한, 아래 〈그림 3-10〉을 참고하면, 친환경 에너지 분야에 대한 수요는 북극권이 더욱 큰 것으로 파악된다. 단, 우리나라와 북극권 국가의 수요가 가장 근접한 세부 사업은 재생에너지 기반 인프라 부분이다.

〈표 3-20〉 세부 항목별 평가 항목 비교(친환경 에너지 분야)

분야	재생에너지 기반 인프라		대체에너지(수소, 암모니아)		마이크로 그리드	
	한	북극	한	북극	한	북극
중요성	0.701	1.005	0.719	1.095	0.660	1.023
실현 가능성	1.503	0.937	1.454	0.956	1.380	0.923
경쟁력	0.979	0.767	0.941	0.783	0.920	0.736
경제성	1.428	0.973	1.357	0.978	1.295	0.915
연구개발	0.972	1.306	0.963	1.430	0.887	1.335
지속 가능성	0.988	1.706	0.978	1.743	0.916	1.677
합계	6.571	6.694	6.412	6.985	6.058	6.609

자료: KMI 작성.

〈그림 3-10〉 세부 사업별 종합 점수 비교(친환경 에너지 분야)



우리나라가 북극권 국가와 친환경 에너지 분야 관련 협력을 추진할 경우, 〈표 3-21〉에서 제시한 종합 점수를 기준으로 세부 사업의 우선순위를 살펴보면, 재생에너지 기반 인프라 구축, 대체에너지(수소, 암모니아), 마이크로 그리드 순이다. 반면, 북극권 국가 입장에서 우리나라와 친환경 에너지 분야 관련 협력을 추진할 경우, 세부 사업의 우선순위는 대체에너지, 재생에너지 기반 인프라, 마이크로 그리드 순이다. 우리나라와 북극권 국가 전문가들의 평가를 종합한 결과, 대체에너지(수소, 암모니아), 재생에너지 기반 인프라 구축, 마이크로 그리드 순으로 높은 점수를 받았다. 특히, 우리나라는 재생에너지 기반 인프라 구축을 최우선으로 평가했는데, 이는 우리나라가 해상풍력 기술을 보유하고 있어 북극권 시장에 진출할 수 있는 여지가 가장 크기 때문인 것으로 판단된다. 북극권은 대체에너지에 대한 수요가 가장 높았다. 재생에너지는 날씨에 영향을 많이 받아서 안정적으로 공급받지 못한다는 단점이 있다. 특히 북극권은 백야 및 극야 현상이 있고, 낮은 온도 등 특수한 기후환경을 갖고 있기 때문에 재생에너지로는 더욱 안정적으로 전력을 공급하기에 어렵다. 그러나 수소, 암모니아 등의 대체에너지는 에너지를 저장하고, 운송할 수 있어 재생에너지의 단점을 보완할

수 있다. 따라서, 북극권은 재생에너지와 신에너지를 함께 활용하는 전략을 추진하고 있다.

〈표 3-21〉 세부 사업 우선순위(친환경 에너지 분야)

분야	우리나라		북극		종합	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위
재생에너지 기반 인프라	6.571	1	6.694	2	13.265	2
대체에너지 (수소, 암모니아)	6.412	2	6.985	1	13.397	1
마이크로 그리드	6.058	3	6.609	3	12.667	3

자료: KMI 작성.

(5) 통신 분야

아래 〈표 3-22〉는 통신분야와 관련하여 세부 항목별 북극해 해저케이블과 초소형 위성 개발을 평가한 결과이다. 〈표 3-23〉는 우리나라와 북극권 점수를 종합하여 정리한 결과이다. 북극해 해저케이블 설치의 경우, 우리나라는 정책적 중요성과 연구개발 항목에 대해서는 낮게 평가했으나, 경제성 및 실현가능성에 대해서는 높게 평가했다. 반면, 북극권 전문가는 경쟁력과 경제성을 상대적으로 낮게 평가했고, 연구개발, 지속가능성을 높게 평가했다. 하지만 우리나라와 북극권 전문가 간 종합 점수는 차이가 크게 나타나지 않았다.

반면, 초소형 위성개발의 경우, 우리나라 전문가가 더 중요하다고 평가했다. 초소형 위성개발을 하여 활용하게 되면, 우리나라는 북극 해운에 필요한 기상 정보, 해양 상태, 운송 경로 등 자세한 데이터를 확보할 수 있기 때문에 안전성을 확보할 수 있게 된다. 이에 비해 북극권 국가의 경우, 이미 위성을 통해 수집된 다양한 정보를 활용하고 있다. 러시아는 북극 기후와 환경 모니터링을 목적으로 한 위성 프로그램 Arktika-M 시리즈를 운영 중이며, 캐나다는 RADARSAT 시리즈를 운영하고 있다. 특히 RADARSAT

-2와 RADARSAT Constellation Mission(RCM)은 해빙 상태 모니터링, 해상 안전, 환경 감시, 자원 관리 등을 수행 중이다. 미국은 NOAA 위성을 통해 북극 기후와 해양 상태를 모니터링하고 있다. 따라서 우리나라에 비해 상대적으로 위성에 대한 수요가 낮다고 판단된다.

〈표 3-22〉 세부 항목별 평가 항목 비교(통신분야)

분야	북극해 해저케이블 설치		초소형위성 개발	
	한	북극	한	북극
중요성	0.678	0.943	0.719	0.952
실현 가능성	1.364	0.885	1.617	0.894
경쟁력	0.925	0.728	0.989	0.720
경제성	1.302	0.876	1.342	0.876
연구개발	0.807	1.246	0.981	1.312
지속 가능성	0.829	1.444	0.916	1.553
합계	5.905	6.122	6.564	6.307

자료: KMI 작성.

〈표 3-23〉 세부 사업 우선순위(통신 분야)

분야	우리나라		북극		종합	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위
북극해 해저케이블 설치	5.905	2	6.122	2	12.027	2
초소형위성 개발	6.564	1	6.307	1	12.871	1

자료: KMI 작성.

(6) 선박 기술

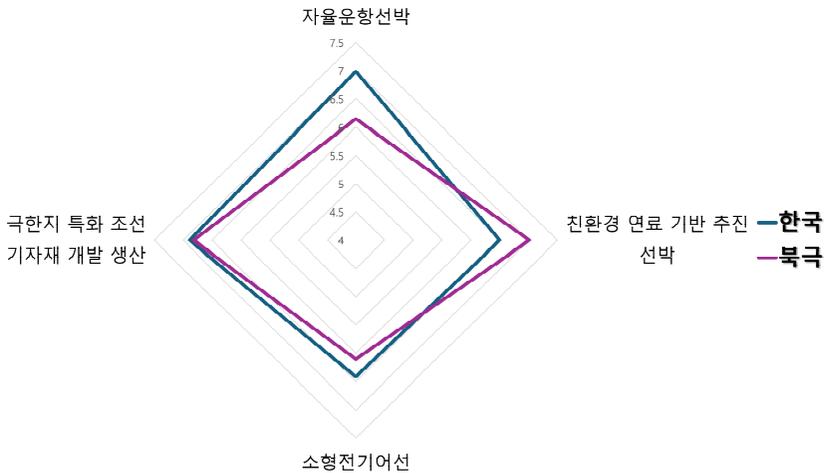
아래 〈그림 3-11〉을 살펴보면, 자율운항선박과 친환경 연료 기반 추진 선박에서 양측 간 관점 차이가 큰 것으로 보인다. 특히 자율운항선박과 소형전기어선, 극한지 특화 조선기자재 개발 생산의 경우, 북극권보다 우리나라가 더 중요하다고 생각하고 있는 반면, 친환경 연료 기반 추진 선박은 유일하게 북극권이 더 중요하다고 판단했다.

〈표 3-24〉 세부 항목별 평가 항목 비교(선박 기술 분야)

분야	자율운항선박		친환경 연료 기반 추진 선박		소형전기어선		극한지 특화 조선 기자재 개발 생산	
	한	북극	한	북극	한	북극	한	북극
중요성	0.771	0.880	0.741	1.041	0.678	0.911	0.752	1.032
실현 가능성	1.617	0.890	1.519	0.984	1.527	0.880	1.674	0.960
경쟁력	1.075	0.775	0.963	0.822	0.952	0.674	1.016	0.841
경제성	1.506	0.915	1.365	0.988	1.444	0.891	1.514	0.973
연구개발	1.024	1.252	0.972	1.389	0.906	1.199	0.991	1.359
지속 가능성	0.988	1.429	0.935	1.786	0.911	1.553	0.940	1.655
합계	6.981	6.141	6.495	7.010	6.418	6.108	6.887	6.820

자료: KMI 작성.

〈그림 3-11〉 세부 사업별 종합 점수 비교(선박기술 분야)



자료: KMI 작성.

〈표 3-25〉에 따르면 우리나라의 경우, 자율운항선박, 극한지 특화 조선 기자재 개발 생산, 친환경 연료 기반 추진 선박 기술 개발, 소형전기어선 개발 순으로 중요성을 평가한 반면 북극권 전문가들은 친환경 연료 기반 추진 선박, 극한지 특화 조선기자재 개발 생산, 자율운항선박, 소형전기어선

순으로 중요하다고 평가했다. 해당 평가를 종합한 결과, 해상운송 분야 중 극한지 특화 조선기자재 개발 생산이 한-북극권 협력사업으로 1위를 차지했다. 반면, 소형전기어선의 경우, 우리나라와 북극권 모두 가장 낮게 평가하여 마지막 순위를 차지했다.

〈표 3-25〉 세부 사업 우선순위(선박 기술 분야)

분야	우리나라		북극		종합	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위
자율운항선박	6.981	1	6.141	3	13.122	3
친환경 연료 기반 추진 선박	6.495	3	7.010	1	13.505	2
소형전기어선	6.418	4	6.108	4	12.526	4
극한지 특화 조선기자재 개발 생산	6.887	2	6.820	2	13.707	1

자료: KMI 작성.

3) 전체 우선순위

(1) 우리나라

우리나라 전문가가 평가한 모든 세부 사업별 우선순위는 다음의 〈표 3-26〉과 같다. 스마트 항만 구축, 자율운항선박, 극한지 특화 조선기자재 개발 및 생산, 통합정보운영시스템 등 해운 및 조선 분야와 관련 있는 사업이 상위권을 차지했다. 이는 우리나라의 강점인 해운 및 조선 분야를 중심으로 새로운 기회를 모색하는 데에 중점을 두고 있음을 나타낸다. 북극에 스마트 항만을 구축함으로써 화주, 선박, 항만 간 오가는 실시간 정보를 수집 및 제공하여 물류 효율성을 제고할 수 있다. 예를 들면, 선박이 항만에서의 대기시간을 감축하여 탄소배출량을 줄이고, 에너지 효율을 극대화할 수 있다. 단, 북극의 극한 환경에 적용 가능하되, 환경을 훼손하지 않는 기술이 필수적이다. 자율운항선박과 친환경 에너지 기반 추진 선박의 경우, 북극해를 안전하게 운항할 수 있고, 사고 시 발생할 수 있는 피해를 최소화

하며, 연료 효율성을 제고할 수 있다. 또한, 극한지 특화 조선기자재 개발 및 생산의 경우, 우리나라 조선업의 기술력을 높이는 동시에 새로운 시장을 개척할 수 있는 기회를 제공한다.

반면, 북극해 해저케이블 설치의 경우, R&D 투자 가능성과 연구 지속성 면에서 낮은 점수를 받아 후(後)순위를 차지했다. 크루즈 관광 또한 정책적 중요성, 지속가능성, 경쟁력에서 상대적으로 낮은 점수를 받아 낮은 순위를 차지했다. 특히 크루즈 관광의 경우, 북극 지역에 사람들의 유입량이 많아 지면 폐기물, 배기가스, 소음 등이 발생하기 때문에 지속가능성에 대한 평가가 낮은 것으로 판단된다. 해양 폐기물의 경우, 정책적 중요성 및 실현 가능성 평가 항목에서 낮은 점수를 받았다.

〈표 3-26〉 세부사업 우선순위(한)

순위	세부 사업	점수	순위	세부사업	점수
1	스마트 항만 구축	7.096	11	녹색 해운	6.273
2	자율운항선박	6.981	12	블랙카본	6.213
3	극한지 특화 조선기자재 개발 생산	6.887	13	제로웨이스트 수산식품	6.143
4	통합운항정보 시스템 구축	6.854	14	해양쓰레기 저감 기술	6.130
5	재생에너지 기반 인프라	6.571	15	해양 바이오 기술	6.123
6	초소형 위성 개발	6.564	16	스마트 양식 기술	6.118
7	친환경 연료 기반 추진 선박	6.495	17	마이크로 그리드	6.058
8	소형전기어선	6.418	18	북극해 해저케이블 설치	5.905
9	대체에너지 (수소, 암모니아)	6.412	19	수산식품 클러스터	5.514
10	해조류 양식 기술	6.317	20	크루즈 관광	5.452
			21	해양 폐기물 재활용 기술	5.335

자료: KMI 작성.

주: 세부사업별 우리나라 점수 = ∑(각 평가 항목별 점수(우리나라)×가중치(우리나라))

(2) 북극

북극권 기준 모든 세부 사업별 우선순위는 다음의 <표 3-28>과 같다. 북극권 역시 대체적으로 해운 및 조선 분야와 친환경 에너지 분야 세부 사업이 상위 10위권 안에 포함되어 있다. 우리나라는 디지털 인프라에 대한 중요성을 강조하고 있으나, 북극권 국가들은 이에 대해 상대적으로 낮은 점수를 부여했다. 또한, 북극권 전문가들은 해양쓰레기 저감 기술, 제로웨이스트 수산식품 등 환경보호를 위한 분야를 상대적으로 높게 평가했는데, 이는 북극해의 민감한 생태계를 보호하기 위한 전략적 선택으로 해석할 수 있다.

<표 3-27> 세부사업 우선순위(한)

순위	세부 사업	점수	순위	세부사업	점수
1	녹색 해운	7.088	11	초소형 위성 개발	6.307
2	친환경 연료 기반 추진 선박	7.010	12	통합운항정보 시스템 구축	6.298
3	대체에너지(수소, 암모니아)	6.985	13	스마트 양식 기술	6.283
4	극한지 특화 조선기자재 개발 생산	6.820	14	해양 폐기물 재활용 기술	6.254
5	해양쓰레기 저감 기술	6.755	15	자율운항선박	6.141
6	재생에너지 기반 인프라	6.694	16	북극해 해저케이블 설치	6.122
7	스마트 항만 구축	6.621	17	소형전기어선	6.108
8	마이크로 그리드	6.609	18	해양 바이오 기술	5.952
9	제로웨이스트 수산식품	6.464	19	해조류 양식 기술	5.932
10	블랙카본 기술	6.427	20	수산식품 클러슬	5.644
			21	크루즈 관광	5.431

자료: KMI 작성.

주: 세부사업별 북극권 점수 = $\sum(\text{각 평가 항목별 점수(북극)} \times \text{가중치(북극)})$

(3) 종합

우리나라 전문가와 북극권 전문가의 의견을 종합한 우선순위는 아래의 <표 3-28>과 같다. 스마트 항만 구축과 극한지 특화 조선기자재 개발이 가장 높은 우선순위를 차지했다. 즉, 물류 효율성을 제고하는 등 경제적 효과를

도출함과 동시에 극한 환경에 적용 가능한 친환경 기술을 개발하는 것이 중요하다. 그 밖에도 친환경 연료 기반 추진 선박과 대체에너지(수소, 암모니아) 관련 기술이 상위권을 차지했다. 이는 스마트 항만과 같이 북극 해양을 보호함과 동시에 에너지 효율성을 높일 수 있는 협력 분야이다. 또한, 이는 기후변화에 대응하고 에너지 자립도를 높이는 데 기여할 수 있으며, 따라서 관련 기술을 개발하기 위한 연구와 투자가 지속적으로 진행될 가능성이 높다는 것을 시사한다. 같은 맥락에서 해양쓰레기 저감 기술과 블랙카본 기술 등 환경보호와 관련된 기술들도

중요한 우선순위로 나타났다. 이는 북극해의 민감한 환경을 보호하면서도 경제적 개발을 추구할 필요가 있음을 나타내며, 지속 가능한 개발을 목표로 삼고, 환경과 경제의 균형을 맞추는 정책적 노력이 중요함을 시사한다.

〈표 3-28〉 세부사업 우선순위(종합)

순위	세부 사업	종합점수	순위	세부사업	종합점수
1	스마트 항만 구축	13.717	11	마이크로 그리드	12.667
2	극한지 특화 조선기자재 개발 생산	13.707	12	블랙카본 기술	12.640
3	친환경 연료 기반 추진 선박	13.505	13	제로웨이스트 수산식품	12.607
4	대체에너지(수소, 암모니아)	13.397	14	소형전기어선	12.526
5	녹색 해운	13.361	15	스마트 양식 기술	12.401
6	재생에너지 기반 인프라	13.265	16	해조류 양식 기술	12.249
7	통합운항정보 시스템 구축	13.152	17	해양 바이오 기술	12.075
8	자율운항선박	13.122	18	북극해 해저케이블 설치	12.027
9	해양쓰레기 저감 기술	12.885	19	해양 폐기물 재활용 기술	11.589
10	초소형 위성 개발	12.871	20	수산식품 클러스터	11.158
			21	크루즈 관광	10.883

자료: KMI 작성.

주: 종합점수 = $\Sigma(2\text{우리나라 점수} + \text{북극 점수} \times \text{가중치})$

2. 국가별 주요 협력 분야

본 연구는 협력 가능 세부 사업의 우선순위를 도출하고, 추진 방안을 제안하는 것을 목표로 한다. 따라서, 분야별 우선순위와 국가별 협력 가능 분야를 반영하여 종합적인 전략을 수립하고자 한다. 국가별 협력 가능 분야를 선정하기 위해 국가별 정부기관 관계자 의견과 설문조사 내용을 분석했다.

1) 국가별 정부기관 관계자 의견

우선, 한·북극 양자협의회 및 주한북극권대사관의 자문 내용을 정석적으로 분석하여 국가별 협력 의제를 도출해 보고자 한다. 해당 자문 내용은 각 국가가 중요하게 생각하는 정책적, 경제적 목표에 대한 이해와 실질적으로 정부 차원에서의 지원과 협력이 가능한지 등을 주요 골자로 한다.

노르웨이는 주로 친환경 해운 분야에서의 협력과 해조류 양식 기술 분야 관련 협력 의제를 제안했다. 노르웨이는 탄소 포집할 수 있는 해조류를 양식하기 위해 선진 기술을 보유하고 있는 우리나라와 협력하고자 한다.

스웨덴과 우리나라는 양자협의회에서 북극항로를 통항하는 선박이 많아 질수록 북극에 미치는 부정적 영향을 모니터링하고 친환경 해운을 위해 대응할 필요가 있다고 언급했다. 또한, 블랙카본 감축 (black carbon) 활동에 동참할 것을 제안했다. 뿐만 아니라 현재 북극해 해저케이블 설치를 위해 협력 파트너를 찾고 있다. 스웨덴은 'Polar Connect Vision 2030'을 추진하고 있으며, 해당 비전은 북극을 통해 유럽과 아시아 간 디지털 연결을 강화하는 것을 목적으로 한다. 해당 프로젝트는 관리, 설계, 기술 통합, 상업 계획 등 단계적으로 진행될 예정이다.

〈그림 3-12〉 스웨덴의 Polar Connect 프로젝트



자료: 주한스웨덴대사관 면담 자료(2024.4.30)

덴마크의 경우, 해상풍력과 친환경 해운 분야에서 협력을 활성화하기 위해 정책을 추진하고 있다. 친환경 메탄올 연료 추진 선박 등 친환경 선박을 개발 및 상용화하기 위해 덴마크의 머스크 사(社) 등에 투자하고 있다. 선박 및 기자재에 적용되는 기술은 다양하기 때문에 자체적으로 기술을 개발하기보다 국제협력을 통해 개발하고 있다. 따라서, 친환경 선박 기술 분야는 국제협력 가능성이 큰 분야 중 하나이다.

그린란드는 친환경 에너지로의 전환 정책을 적극적으로 추진하고 있다. 그린란드 국영사인 누나그린(Nunagreen)은 그린란드의 재생에너지 전환을 목표로 한다.

핀란드는 고위도 위성 관측을 통해 북극항로의 안정성을 제고하고, 북극 해운 환경을 모니터링하는 협력 사업을 제안했다.¹⁹⁵⁾ 그 외에도 핀란드는 쇄빙선 설계 및 건조와 관련한 경험 및 기술을 보유하고 있는 국가로, 이와 관련하여 조선 분야 협력이 가능하다.

미국은 북극에 안보적 개념에서 접근하고 있기 때문에 경제활동이 적극적으로 이루어지고 있지 않다. 다만, 기후변화 및 글로벌 공급망 위기(가뭄으로 인한 파나마 운하 통항 불가)로 인해 북극항로(북서항로) 활용 가능성이 지속적으로 언급되고 있으며, 이에 미국은 북서항로의 활용 가능성을 높이기 위해 알래스카의 놈(Nome) 항만을 건설하고자 한다. 또한, 미국은 알래스카의 LNG 및 석유 개발을 추진하고 있다. 즉, 이러한 미국의 북극 경제활동은 청색 경제 협력이라기보다 북극 원주민 삶의 질 제고와 글로벌 공급망 확보 차원에서 추진하는 것으로 판단된다. 다만, 현재 알래스카, 캐나다, 그린란드, 일본을 연결하는 북극 해저케이블 설치 프로젝트 'Far North Fiber'를 추진하고 있으며, 핀란드(Cinia Oy), 미국(Far North Digital), 일본(ARTERIA Networks Corporation)으로 구성된 컨소시엄이 이 프로젝트를 주도하고 있다. 최근 케이블 경로 조사(CRS)를 착수했으며, 2026년에 완공을 목표로 진행하고 있다. 해당 프로젝트는 기존의 아시아와 유럽/미주 간 해저케이블보다 짧은 경로를 제공함으로써 데이터 전송 시 발생하는 에너지 소비를 감소하여 탄소 배출량을 감축할 수 있다는 점이 장점이다.

195) 'ICEYE' 사(社)는 고해상도 지구 관측을 위한 소형 레이더 위성을 개발하는 기업으로, 세계 최초로 소형 위성(SAR 위성, Synthetic Aperture Radar)을 상업화했음. 해당 기업이 추진하고 있는 고위도 위성 관측 프로젝트와 관련하여 협력 가능성이 제안되었음.

〈그림 3-13〉 미국의 Far North Fiber 프로젝트



자료: Ik Icard, 2023 북극협력주간 한-북극 B2B 세션 발표 자료(2023.12.12)

한·캐 북극협의회 및 주한캐나다대사관과의 면담에서 양측은 저탄소에너지 프로젝트, 친환경 선박, 미세플라스틱을 배출하지 않는 선박 개발, 해양 폐기물 재활용 등과 관련하여 협력하기로 협의했다.

러시아의 경우, 미국과 마찬가지로 청색 경제의 관점이라기보다는 경제 개발의 관점으로 북극을 인식하고 있으며, 북극항로 상용화를 목표로 국제 협력을 추진하고자 한다. 따라서, 러시아는 북극 항만 개발, 쇠빙LNG선 수주 등 인프라 개발과, 북극 자원 개발 등을 제안하고 있다. 다만, 러시아는 북극 항로의 활용으로 인해 발생할 수 있는 환경적 영향을 최소화하기 위해 친환경 자율운항선박을 개발하고자 한다. 러시아 정부 주도의 마리넷(Marinet) 프로젝트를 통해 자율운항 시스템과 기술을 개발하고 테스트를 추진하며, 북극해에서의 자율운항선 운항 가능성을 연구한다. 이와 관련해서 러시아는 국제적 협력을 모색하고 있다.

아이슬란드 정부는 완전 전기 어선으로 전환하기 위해 정책적 및 재정적 지원, 연구개발 지원, 우리나라에 국제협력을 제안하는 등 적극적으로 대응하고 있다.

〈표 3-29〉 국가별 협력 우선순위(정부기관)

국가	청색 경제 협력 분야
노르웨이	친환경 해운 분야, 해조류 양식 기술 분야
스웨덴	해저케이블 설치, 블랙카본 감축 기술
덴마크(그린란드)	친환경 에너지 전환, 친환경 에너지 기반 선박 개발, 친환경 해운, 친환경 어업 활동
핀란드	고위도 위성 관측, 친환경 쇄빙선 개발
미국	해저 케이블 설치, 전력망 구축
캐나다	저탄소에너지 기술, 친환경 선박, 해양 폐기물 재활용, 미세플라스틱을 배출하지 않는 선박 개발
러시아	재생에너지, 친환경 자율운항선박 개발
아이슬란드	친환경 전기어선 전환 사업

자료: KMI 작성.

2) 국가별 전문가 의견

설문조사¹⁹⁶⁾ 내용을 기반으로 종합한 국가별 전문가 의견은 아래와 같다. 노르웨이는 이미 풍력을 중심으로 재생에너지 인프라가 잘 구축되어 있으며, 특히 해상풍력단지를 더욱 확장하고자 한다. 그 밖에도 노르웨이는 해양 폐기물을 재활용하는 기술을 개발하여 해양 플라스틱 오염 문제를 해결하고자 한다. 예를 들어, 노피르(Nofir)는 버려진 어망과 밧줄을 재활용하는 시스템을 개발했으며, 클린 씨 솔루션(Clean Sea Solutions)은 자율 수중 로봇을 개발하여 해양 플라스틱 폐기물을 수집하는 기술을 보유하고 있다.

녹색 해운은 국가 간 해운 노선을 개발하고, 친환경 선박 연료의 표준화와 관련된 규제를 협의하는 등 국가 간 국제협력이 필수인 분야이다. 스웨덴, 덴마크, 핀란드, 미국 전문가들은 녹색 해운을 주요 협력 분야로 평가했다. 스웨덴의 경우, 2050년까지 해양 운송에서 탄소 배출을 제로로 만들기 위해

196) 응답자는 총 34명 중 미국 4명, 캐나다 2명, 덴마크 4명, 핀란드 6명, 노르웨이 3명, 스웨덴 6명, 아이슬란드 1명, 러시아 8명으로 구성되어 있음. 한 국가당 5명 이상 응답을 받고자 했으나, 전체적인 북극 경제 및 시장에 대한 지식이 있는 전문가를 섭외하는 것에 한계가 있었음.

메탄올을 연료로 사용하는 페리, LNG(액화천연가스) 추진 선박, 그리고 전기추진선박 등 다양한 혁신적인 선박 기술을 개발하고 있다.

캐나다의 경우, 타 북극권 국가보다 환경보호를 위한 조치가 강한 국가로, 블루카본 기술과 제로웨이스트 수산식품 생산 기술 개발 분야에 대한 중요성을 높게 평가했다. 또한, 북극 원주민의 삶의 질 제고와 국가 안보적 차원에서 북극 지역의 정보를 실시간을 수집할 수 있도록 해저케이블 설치 사업에 대한 관심도 높은 편이다.

러시아는 친환경보다는 경제적 관점에 더 초점을 두고 북극을 개발하고 있다. 예를 들어, 러시아는 자율운항선박에 필요한 다양한 기술을 개발하고 있으며, 러·우전쟁 전까지 자율운항 시스템을 시범 운항을 시행했다. 개발된 자율운항 시스템은 선박의 항로 설정, 충돌 회피, 연료 소비 최적화 등을 자동으로 수행할 수 있도록 설계되었다. 또한, 러·우전쟁의 여파로 협력이 중단되었지만, 즈베즈다 조선소와의 협력을 통해 북극LNG선박을 공동으로 건조하는 협력 사업 또한 추진되었다. 러시아 정부는 선박 건조 기술 및 관련 기자재 생산과 관련한 자국 산업을 발전시키고자 우리나라와의 협력을 추진했다. 그 밖에도 러시아는 에너지 자립기지를 구축하고자 하며, 그 대표적인 사례는 스노우플레이크 프로젝트이다. 스노우플레이크(Snowflake) 국제 북극 연구소 프로젝트는 야말 반도에 위치한 연구 시설로, 재생에너지와 수소를 활용하여 독립적인 에너지 시스템을 기반으로 운영하는 것을 목표로 한다. 해당 기지는 북극 지역에서 친환경 에너지 시스템을 실험할 수 있는 장소로서 역할을 할 것이다.

아이슬란드는 「One Sea」라는 글로벌 해양 자율운항 생태계의 일환으로 자율운항선박 기술을 발전시키고 있으며, 이 프로젝트는 2025년까지 상업적 자율운항 해상 교통을 목표로 하고 있다. “One Sea” 생태계는 여러 산업 조직과 기업이 협력하여 자율운항선박의 안전성, 데이터 전송, 사이버

보안, 인공지능(AI) 등의 국제 표준을 개발하는 것을 목표로 한다. 그 밖에도 아이슬란드는 어업이 발달한 국가로 어선 또한 완전 전기로 구동될 수 있도록 기술을 개발하고 기존 어선을 전환하는 프로젝트를 진행하고 있다. 또한, 아이슬란드는 완전 전기 기반 어선 개발에 적극적으로 참여하고 있으며, 이는 국가의 에너지 전환 및 탄소배출 감축 목표와 일치하는 중요한 프로젝트입니다. 현재 아이슬란드는 2040년까지 어업 부문의 화석연료 사용을 완전히 없애고, 온실가스 배출을 줄이기 위한 노력을 강화하고 있습니다. 아이슬란드 정부는 소규모 어선 운영자들에게 재생 가능 에너지원으로 전환하도록 장려하는 법안을 추진하고 있으며, 이는 전기 기반 어선 또한 포함된다.

〈표 3-30〉 국가별 협력 세부 사업

국가	세부 사업				
노르웨이	재생에너지 기반 인프라 구축	해양 폐기물 재활용 기술	제로웨이스트 수산식품 생산 기술 개발	해양쓰레기 저감 기술	극한지 특화 조선기자재 개발 생산
스웨덴	녹색 해운	소형전기어선	해양바이오 제품 개발	스마트 양식	스마트 항만 구축
덴마크	녹색 해운	대체에너지 (수소, 암모니아)	제로웨이스트 수산식품 생산 기술 개발	북극해 해저 케이블 설치	재생에너지 기반 인프라 구축
핀란드	녹색 해운	친환경 연료 기반 추진 선박	극한지 특화 조선기자재 개발 생산	대체에너지 (수소, 암모니아)	스마트 항만 구축
미국	녹색 해운	스마트 양식 기술	재생에너지 기반 인프라 구축	친환경 연료 기반 추진 선박	대체에너지 (수소, 암모니아)
캐나다	재생에너지 기반 인프라 구축	대체에너지 (수소, 암모니아)	제로웨이스트 수산식품 생산 기술 개발	에너지 자립기지/마이크로그리드	북극해 해저케이블 설치
러시아	대체에너지 (수소, 암모니아)	친환경 연료 기반 추진 선박	극한지 특화 조선기자재 개발 생산	에너지 자립기지/마이크로그리드	통합운항정보 시스템 구축
아이슬란드	소형전기어선	녹색 해운	대체에너지 (수소, 암모니아)	친환경 연료 기반 추진 선박	자율운항선박 에너지 자립기지/마이크로그리드

자료: KMI 작성.

3. 종합 우선순위

앞서 분석한 분야별 우선순위와 국가별 협력 세부 사업을 종합하여 협력 사업 우선순위와 사업별 협력할 수 있는 대상국을 도출했다. 협력 대상국의 경우, 하나의 세부 사업과 관련하여 여러 국가와 협력할 수 있다는 점을 반영하여 아래의 <표 3-31>과 같이 정리했다. 6개의 협력사업은 ① 친환경 연료 기반 추진 선박 개발·건조 사업, ② 극한지 특화 조선기자재 개발·생산 사업, ③ 녹색 해운 항로 개발 사업, ④ 해상풍력 인프라 구축 사업 ⑤ 해양 수소 생산·저장 기술 개발·적용 사업, ⑥ 스마트 항만 구축 사업이다.

<표 3-31> 협력 사업 우선순위 및 협력 대상(안)

순위	협력 사업	노르웨이	스웨덴	덴마크	핀란드	미국	캐나다	러시아	아이슬란드
1	친환경 연료 기반 추진 선박				○	○		○	○
2	극한지 특화 조선기자재 개발 생산	○			○		○	○	
3	녹색 해운 항로		○	○	○	○			○
4	해상풍력 인프라 구축 사업	○		○		○			
5	해양 수소 생산·저장 기술			○	○	○	○	○	○
6	스마트 항만 구축		○		○				

자료: KMI 작성.

04

한·북극 청색 경제 협력 모델

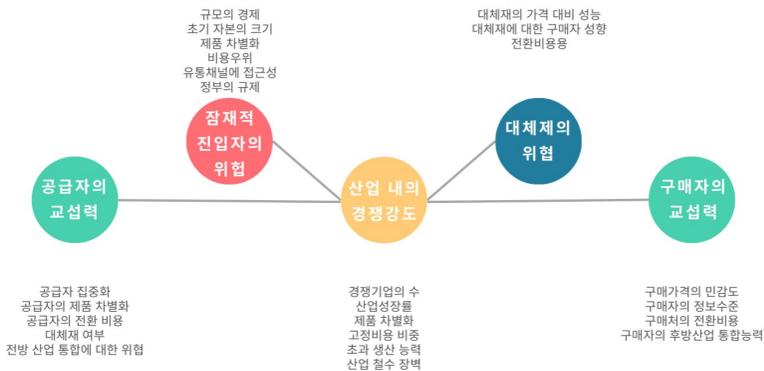
본 절에서는 산업구조분석 기법 중 하나인 마이클 포터의 산업구조 분석을 활용하여 앞서 도출된 6개의 협력 사업의 현황을 분석하고자 한다. 산업구조분석은 해당 분야에서 경쟁의 수준을 평가하고, 특성을 파악하여 전략을 수립하는데 용이하다. 또한, 해당 절에서는 북극과 우리나라의 분야별 특성을 비교 분석하여 상호보완하는 전략을 수립하고자 한다.

마이클 포터의 산업구조분석 모형은 5 Forces Model로도 불리며, 산업 내 경쟁에 영향을 미치는 요인과 강도를 파악하는데 유용하다. 특정 산업의 기존 기업 간의 경쟁 정도, 신규 기업의 진입 위협, 대체재의 위협, 구매자의 협상력, 공급자의 협상력 등 5가지 요인을 분석하는 방법이다.¹⁹⁷⁾ 기존 기업 간 경쟁 정도의 경우, 제품 및 서비스 차별성, 고정비 비중 및 과잉 설비 유무, 철수 장벽 등의 여부에 따라 경쟁 정도를 파악할 수 있다. 또한, 새로운 경쟁자가 시장에 진입하기 어려울수록 수익성이 높은 경향이 있음에 따라 신규 기업의 진입 정도를 살펴볼 필요가 있다. 규모의 경제를 실현해야 수익을 얻을 수 있는 경우, 대규모 자본이 투입되어야 하는 경우, 특정 독점 기술이나 특허를 보유하고 있는 경우 등이 여기에 해당한다. 대체재 위협 정도 또한 분석할 필요가 있다. 해당 산업의 제품이 다른 산업의 제품

197) 기획재정부(2020.11.03.), 5가지 경쟁요인 모델(검색일: 2024.8.30.)

으로 소비자의 욕구를 충족할 수 있는지에 대한 여부를 확인하는 절차이다. 마지막으로 구매자의 협상력과 공급자의 협상력 정도를 통해 산업구조를 분석할 수 있다. 구매자의 협상력은 공급기업에 대한 구매 비중 및 규모, 교체 비용, 제품의 특성 등에 따라 구매자가 행사할 수 있는 힘을 뜻한다. 공급자의 협상력은 공급기업이 보유한 제품의 차별성, 대체재의 개발, 공급 물량 등에 따라 공급자가 행사할 수 있는 힘을 뜻한다. 즉, 구매자의 매출액에서 차지하는 비중이 크고, 공급하는 제품이 차별화되어 있으며, 다른 대체재로 교체할 때 큰 비용이 발생할수록 공급자의 협상력은 커진다.

〈그림 4-1〉 마이클 포터의 산업구조분석 모형



자료: KMI 작성.

비즈니스 모델을 체계적이고 구체적으로 수립하기 위해 비즈니스 모델 캔버스(Business Model Canvas, BMC)¹⁹⁸⁾를 활용할 수 있다. 비즈니스 모델 캔버스는 핵심파트너, 핵심활동, 핵심자원, 가치제안, 고객관계, 채널, 고객, 비용, 수익 등 9가지 구성 요소로 구성되어 있다. 가치제안을 중심으로 전반부, 후반부로 구분되는데, 전반부는 주로 기업 혹은 주체가 어떤 가치를 소비자에게 전달하고자 하는지, 어떻게 전달하는지 등에 대한 틀을 제공한다.

198) 비즈니스 모델 캔버스는 2010년 알렉산더 오스터왈더가 만들었으며, 비즈니스 모델을 9개의 핵심 요소로 재구성한 것임. 각 9개의 비즈니스 영역의 유기적인 연결을 통해 기업의 수익 창출 방안을 이해할 수 있도록 함.

후반부는 기업 혹은 주체가 어떻게 가치를 창출할 것인가에 대한 틀을 제공한다. 즉, 핵심 자원을 활용하여, 어떤 파트너와 어떤 활동을 할 것인가에 대한 기본적인 요소를 결정한다.

본 보고서는 일반적인 비즈니스 모델을 구상하는 것이 아니라 정부 간 관계에 있어서 청색 경제 비즈니스 협력 모델을 구상하는 것이 목적임에 따라 ESG 비즈니스 모델 캔버스를 기반으로 정부 역할과 환경적 영향을 추가하여 협력 모델을 구상하고자 한다. ESG 비즈니스 모델 캔버스는 Annesha Bhattacharya(2023)¹⁹⁹의 기존 방법론과 이완형(2023)²⁰⁰을 참고했다. 기후변화 리스크, 에너지 관리, 쓰레기 관리, 생물다양성 등을 포함하는 환경적 영향을 포함했다. 그 밖에도 국가 간 협력 모델이라는 점은 감안하여 추진 기간과 정부 역할 요소를 추가했다. 아래 표는 요소별 정의를 정리한 것이다.

〈표 4-1〉 비즈니스 모델 캔버스+3

핵심 활동	가치제안	주체
<ul style="list-style-type: none"> 주체가 가치를 창출하고 전달하며 유지하기 위해 반드시 수행해야 하는 중요한 활동 	<ul style="list-style-type: none"> 제공되는 제품이나 서비스의 고유한 가치 	<ul style="list-style-type: none"> 비즈니스를 구현하는 주체
핵심 자원	추진 기간	채널
<ul style="list-style-type: none"> 비즈니스 모델의 실행에 필요한 중요한 자산 	<ul style="list-style-type: none"> 비즈니스 모델의 구현 및 실행에 필요한 시간적 범위 	<ul style="list-style-type: none"> 가치를 전달하고 소통하는 경로
핵심 파트너	정부 역할	고객 관계
<ul style="list-style-type: none"> 비즈니스 모델을 성공적으로 실행하기 위해 협력하는 외부 기관, 기업 또는 개인 	<ul style="list-style-type: none"> 정부가 비즈니스 모델에 미치는 영향과 역할 	<ul style="list-style-type: none"> 주체와 파트너간 상호작용 및 관계 구축 방안
비용	환경적 영향	이익
<ul style="list-style-type: none"> 비즈니스 모델을 운영하는 데 필요한 주요 비용 요소 	<ul style="list-style-type: none"> 비즈니스 활동이 환경에 미치는 영향 	<ul style="list-style-type: none"> 가치로부터 얻는 수익의 출처

자료: KMI 작성.

199) Bhattacharya, Annesha · Bhattacharya, Sonali (2023), p. 133

200) 이완형(2023), p. 183

제1절 친환경 연료 기반 선박 개발 · 건조 사업

1. 동향 분석

IMO가 2050년까지 해운 사업에서의 넷제로(Net Zero) 계획을 발표하면서 암모니아, 수소 및 메탄올 등의 친환경 연료의 수요가 증가하기 시작했다. 2018년 IMO의 ‘선박 온실가스 감축 초기 전략’ 채택과 2020년 선박 황산화물 배출 0.5% 제한 규정 시행 확정 이후 대체 연료 채택 비율이 급증했는데, 2022년 전 세계 친환경 연료추진 선박 발주량은 2020년 대비 228.1%, 전년 대비 40.2% 증가했으며 전체 선박 발주량 중 66.5%를 차지했다.²⁰¹⁾ 그린 메탄올 연구소(Green Methanol Institute)에 따르면 그린 메탄올 생산 능력은 2027년까지 연간 800만 톤에 이를 것으로 예상되며 2050년까지 석유를 대체하기 위해 5억 5천만 톤이 필요하다.²⁰²⁾ 암모니아 연료 추진 선박은 현재 개발이 빠르게 이뤄지고 있으며 2026-27년 상용화되어 30~35년 이후에는 LNG 추진선을 대체하는 주력 선박이 될 전망이다.

우리나라 정부는 LNG 공급 인프라를 확충하고, 친환경 선박 보급을 촉진함과 동시에 친환경 선박 시장을 주도하기 위해 ‘2021년 친환경 선박 보급 시행계획’을 수립했다. 친환경 선박 개발 및 보급 촉진에 관한 법률을 제정해 2020년 1월부터 시행했으며, 같은 해 7월 ‘친환경 선박 신시장 창출 사업’을 한국판 뉴딜사업으로 선정했다. 2024년 친환경 선박 보급 시행 계획에 따라 공공부문에서 총 48척을 친환경 선박으로 전환할 예정이며, 이 중 28척은 전기추진 선박이나 하이브리드 선박 등 친환경 선박으로 건조될 계획이다.²⁰³⁾ 2021년부터 2025년까지 414억 원이 투입되고 있는 연근해 저탄소 어선 기술 개발 및 실증사업도 지속된다.

201) 해양수산부, 한국해사협력센터 편(2023), 탈탄소화 국제해사 동향 International trend for maritime decarbonization, vol.6.,p. 11

202) The Conversation(2023.9.27.)(검색일: 2024.8.30)

203) 브릿지경제(2024.7.7.)(검색일: 2024.8.28.)

또한, 해양수산부는 2023년 11월 ‘친환경 선박 연료 공급망 구축 방안’을 발표했다. 2030년까지 국내 항만에서 친환경 선박 연료 공급 비율을 30% 확대하고 국내 항만에 입항하는 친환경 연료 추진 컨테이너 선박의 비율을 20%까지 확대하며, 친환경 선박 연료의 항만 저장 능력을 100만 톤 확보하는 것을 목표로 한다.²⁰⁴⁾ 이를 위해 ‘친환경 선박 연료 시장 창출’, ‘친환경 선박 연료 공급망 구축’, ‘민간 투자 유도’, ‘산업 기반 강화를 위한 제도 개선’ 등 4대 과제를 추진한다.²⁰⁵⁾ 우리 정부는 울산항을 친환경 연료 공급 거점 항만으로 지정하여 국내외 선사의 수요에 대응할 계획이다. 국내 대형조선소는 국제 환경규제의 적용 시기를 고려하여 저탄소·무탄소 연료 관련 기술 확보 로드맵을 수립하고, 대규모 투자 부담으로 단기적이고 부분적인 기술 개발을 추진 중이다. 한국조선해양은 2021년부터 향후 5년간 친환경 미래 선박 개발, 친환경 생산 설비 구축, 건조 기술 등에 1조 원을 투자해서 수소·암모니아 등 저탄소 시대를 대비한 친환경 선박과 미래 첨단스마트십, 자율운항선박 개발, 이중연료 추진선 고도화에 집중한다는 계획을 발표했다. 현대 미포조선은 영국로이드선급(LR)으로부터 암모니아 연료추진 선박에 대한 기본인증서를 취득하여(‘20.7월) 2025년까지 암모니아 추진선 상용화를 목표로 한다. 삼성중공업은 LR로부터 암모니아 추진 A-Max 탱커에 대한 기본 인증을 획득하였고, 독자 암모니아 연료공급 시스템 개발, 상세 선박 설계 등을 거쳐 2024년 상용화 목표이다. 지난 6월 암모니아 연료 전지 추진 암모니아 운반선(VLAC) 설계에 대한 기본 인증을 획득하면서 암모니아 추진 선박 개발에 속도를 내고 있다. 대우조선해양은 2020년 6월부터 LR 및 MAN 에너지솔루션즈와 공동으로 개발프로젝트 진행하고 있다. LR로부터 23,000TEU급 암모니아 추진 초대형 컨테이너선에 대한 기본 인증 획득했으며 2025년 상용화가 목표이다.²⁰⁶⁾

204) 해양수산부(2023.11.15.)(검색일: 2024.8.20.)

205) 같은 자료.

206) 스마트·친환경선박 산업기술인력 전망 보고서(2019), pp. 22~23.

위 내용을 토대로 우리나라 동향을 분석하면 아래 표와 같다. 친환경 선박 시장은 성장하는 시장으로 기존 기업들이 경쟁하면서도 새로운 기회를 창출할 가능성이 크다. 또한, 기술 혁신을 통해 경쟁력을 확보하고자 하며, 이로 인해 기술 개발 및 연구에 대한 경쟁이 높은 편이다. 잠재적 진입자의 위협의 경우, 고도의 기술력과 대규모 자본이 필요함에 따라 새로운 경쟁자가 산업에 진입하기 어려운 편이다. 정부 정책은 주로 기존 기업들을 대상으로 하며, 엄격한 환경 규제 및 관련 법률 등 또한 새로운 경쟁자가 진입하기 어려운 요인 중 하나로 작용할 수 있다. 친환경 선박의 경우, 기존의 화석 연료 기반 선박을 대체하는 것을 목표로 한다. 그러나, 친환경 선박의 초기 비용이 높기 때문에 비용 효율적인 면에서 기존 선박이 대체재로 인식될 수 있다. 해당 산업의 구매자는 주로 정부, 대형 해운사 등으로 친환경 선박 단가가 높기 때문에 협상력을 갖고 있다. 또한, 공급자의 경우, 핵심 부품 공급자는 제한적임에 따라 공급자의 교섭력은 높은 편으로 판단할 수 있다.

북극권 국가 역시 친환경 연료 기반 선박을 개발하고 있다. 북유럽각료회의 산하의 북유럽 혁신 기구는 선박의 암모니아 연료 사용 가능성 연구를 지원하고자 북유럽 그린 암모니아 추진 선박(NoGAPS) 프로젝트를 실행했다. 암모니아를 연료로 사용할 때 암모니아의 특성과 암모니아가 인체 건강 및 환경에 미치는 영향, 가연성 등을 고려하여 선박 설계 작업을 주도하고 있으며 2026년 상용화를 목표로 하고 있다. 글로벌 선급 인증기관 노르웨이 선급협회에 따르면 2022년 발주된 298척의 대체 연료 추진 선박 가운데(메탄올, LNG운반선 제외) 메탄올 추진선이 138척으로 가장 큰 비중을 차지했다.²⁰⁷⁾ 노르웨이의 경우, 공공-민간 파트너십인 녹색 선박 프로그램(GSP)을 운영하고 있다. 해당 프로그램은 친환경 선박을 건조하고 노르웨이의 해양 전략 및 계획을 발전시키는 것을 목표로 한다. 2030년까지

207) 현대자동차그룹(2023.2.12.)<검색일: 2024.8.20.>

노르웨이 해운과 어업의 온실가스 배출량을 50% 줄이는 정부의 목표를 달성하기 위해서는 2030년까지 약 700척의 저공해 선박과 400척의 무공해 선박을 배치해야 한다.²⁰⁸⁾ 노르웨이의 야라 클린 암모니아(Yara Clean Ammonia), 노스 씨 컨테이너 라인(North Sea Container Line) 및 야라 인터네셔널(Yara International)은 세계 최초 정정 암모니아 동력 컨테이너선을 건조한다. 야라 에이데(Yara Eyde)라는 이름의 이 선박은 노르웨이와 독일 사이를 무공해 항로로 항해하는 최초의 선박이다.²⁰⁹⁾ 그 밖에도 노르웨이의 노르레드(Norled AS)사(社)는 액체 수소를 연료로 사용하는 최초의 상업용 페리인 MF Hydra를 보유하고 있다. MF Hydra는 배터리와 액체 수소 연료 전지를 사용하기 때문에 연간 탄소 배출량을 최대 95%까지 줄일 수 있을 것으로 예상된다.²¹⁰⁾

핀란드는 배터리 생산에 필요한 천연 광물 시장이 형성되어 있어 재생에너지 통합을 위한 에너지 저장 시장에서 유리한 위치에 있다. 수소-전력 응용 분야에서 콘비온(Convion)과 같은 핀란드 기업들이 VTT와 협력하여 이미 국내 및 수출 기업에 연료 전지를 공급하고 있다. 또한 연료 전환을 활용하여 수소, 암모니아, 동력 연소 엔진 및 수소 압축 기술 제조 개발이 진행 중이다. 핀란드는 이미 선박에서 메탄올과 암모니아 엔진을 제조하여 최첨단 연소 엔진을 개척하고 있다. 다중 연료 연소 엔진, 터빈 및 장비 제조는 2045년에 10억 유로의 수익을 창출할 수 있을 것으로 보인다.²¹¹⁾ 핀란드 해운회사인 메리아우라(Meriaura)는 Green NorthH2 Energy 및 바르질라(Wärtsilä)와 협력하여 녹색 암모니아로 운항하는 화물선을 건조하고 있다. 바르질라(Wärtsilä)는 Meriaura가 주문하고 운영할 모토식 다중 연료 주 엔진을 제공할 예정이다. Green NorthH2 energy는 그린 암모니아를

208) 같은 자료.

209) Yara(2023.8.15.)(검색일: 2024.8.20.)

210) Norled(2023.4.26.)(검색일: 2024.8.30.)

211) H2 Cluster Finland(2024)(검색일: 2024.8.30.)

공급할 것이다. 이 선박의 인도는 2024년을 목표로 하고 있으며, 그린 암모니아는 2026년에 장착할 예정이다.²¹²⁾

북극권 국가의 친환경 선박 시장은 성장하는 시장으로 기존 기업들은 친환경 연료 기술, 선박 효율성, 비용 절감 등의 차별화 요소를 통해 경쟁한다. 또한, 북극권 국가 역시 초기 투자 비용이 매우 높아 신규 진입자가 해당 시장에 진출하기 어렵다. 특히 북극권의 특수한 환경 조건 때문에 기술적 요구사항이 더 높은 경향이 있다. 또한, 친환경 선박으로 빠른 속도로 전환되고 있기 때문에 상대적으로 대체재(기존 선박)의 위협 정도는 낮다고 판단할 수 있다. 북극권 국가에서는 기업의 ESG 활동이 기업 이미지에 큰 영향을 미치며, 정부 지원 가능성에도 영향을 미친다. 또한, 대형 해운사와 정부 기관이 주요 구매자임에 따라 협상력이 크다고 판단할 수 있다. 해당 산업의 공급자는 핵심 기술을 보유하고 있으며, 대체할 수 없음에 따라 대규모 생산 능력을 갖춘 공급자가 유리한 협상력을 갖는다.

〈표 4-2〉 한·북극권 국가 친환경 연료 기반 선박 산업구조 비교

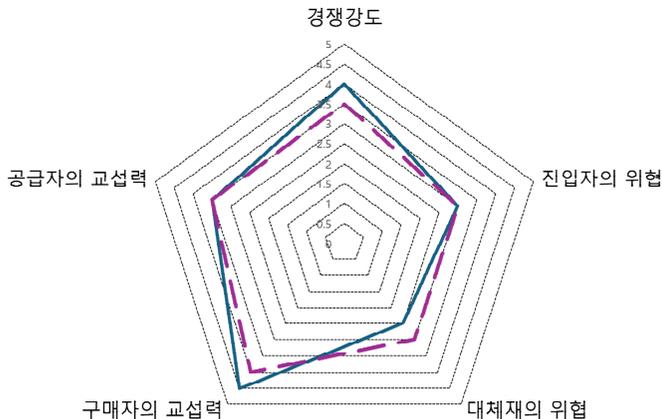
요인	우리나라	북극권 국가
기존 기업간 경쟁	<ul style="list-style-type: none"> • 세계적으로 경쟁력 있는 수준이며, 글로벌 기업간 경쟁이 치열함 • 친환경 연료 기반 추진 선박에 대한 수요 증가로 인해, 기술 혁신 및 개발 경쟁이 심화되고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권 국가의 주요 조선사와 기술 회사들이 친환경 선박 분야에서도 경쟁하고 있음 • 친환경 연료 기반 추진 시스템에 대한 수요 증가로 인해 기술 혁신이 활발하게 이루어지고 있음
잠재적 진입자 위협	<ul style="list-style-type: none"> • 기술적 전문성, 대규모 자본 투자, 강력한 규제 요건 등이 필요하기 때문에 진입 장벽이 높음 • 정부의 친환경 정책 및 지원이 진입 장벽을 낮출 수 있지만, 여전히 초기 투자 비용과 기술 개발이 큰 장애물로 작용할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 높은 기술적 전문성, 대규모 자본 투자, 엄격한 환경규제 등이 요구되기 때문에 진입 장벽이 높음. • 특히 북극권의 특수한 환경 조건 때문에 기술적 요구 수준이 높음 • 북극권 국가들은 경제발전과 환경보호 간 균형적인 정책을 추진하고 있음

212) Ovcina Mandra, Jasmina(2022.9.21.)(검색일: 2024.8.30.)

요인	우리나라	북극권 국가
대체재의 위협	<ul style="list-style-type: none"> 전통적인 화석 연료 기반 선박은 여전히 시장에서 큰 비중을 차지하고 있으며, 수소, 암모니아, 전기 등 다른 친환경 대체 기술이 존재함 기존 선박(대체재)으로 회귀할 가능성은 상대적으로 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 화석 연료 기반 선박 외에도 수소, 암모니아, 전기 등 다양한 친환경 대체 기술이 존재함 이미 친환경 전환이 본격적으로 이루어져서 기존 선박으로 회귀할 가능성은 상대적으로 낮음
구매자의 교섭력	<ul style="list-style-type: none"> 대형 해운사들이 주요 고객이며, 이들은 대규모 주문을 통해 가격 협상력을 갖고 있음 해운사들은 환경 규제에 대응하기 위해 친환경 선박을 선호하지만, 여전히 가격 민감도가 높아 구매자들의 교섭력이 강함 	<ul style="list-style-type: none"> 대형 해운사들이 주요 고객이며, 이들은 대규모 주문을 통해 가격 협상력을 갖고 있음 해운사들은 환경 규제에 대응하기 위해 친환경 선박을 선호하지만, 여전히 가격 민감도가 높아 구매자들의 교섭력이 강함
공급자의 교섭력	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 추진 시스템(예: LNG 엔진, 수소 연료 전지 등)의 핵심 부품 공급자는 제한적이며, 이로 인해 공급자의 교섭력이 높음 친환경 연료(예: 수소 등)의 자급력이 낮음에 따라 공급자의 교섭력이 큰 편임 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 추진 시스템(예: 수소 연료 전지 등)의 핵심 부품 공급자는 제한적이며, 이로 인해 공급자의 교섭력이 높음 친환경 연료(예: 수소 등) 공급자들도 중요한 역할을 하며, 이들의 교섭력이 산업에 영향을 미칠 수 있음

자료: KMI 작성.

〈그림 4-2〉 한·북극권 국가 친환경 연료 기반 선박 산업구도 비교



자료: KMI 작성.

주: 우리나라: 선, 북극: 점선

2. 성공 사례

1) 삼성중공업 - 노르웨이 암모니아 추진 선박 개발

삼성중공업이 노르웨이 야라(Yara)사(社)와 협업으로 암모니아 추진 선박을 개발 중이다. 프로젝트에 따르면 2027년까지 최초의 순수 암모니아 추진 선박인 오로라 클래스(Aurora Class)를 포함한 12척의 신규 선박이 건조될 예정이다. 양사 간 협업은 노르웨이의 연료 공급 기술과 한국의 조선 기술을 결합해 탄소 배출 감축 목표 달성을 위해 중요한 역할을 할 것이다.²¹³⁾

2) 현대중공업 - 덴마크 메탄올 추진 선박 협력

현대중공업의 중간 지주사인 한국조선해양(KSOE)은 덴마크 AP 몰러-머스크와 협력해 17,000TEU 메탄올 추진 초대형 컨테이너선 6척을 건조할 계획이다. 메탄올을 연료로 사용하는 이 선박은 기존 선박 연료 대비 오염 물질 배출을 현저히 감소시킬 수 있는 친환경적 대안으로 각광받고 있다. 프로젝트에 따라 2025년까지 순차적으로 선박이 인도될 예정이다.²¹⁴⁾ 2040년까지 머스크는 전체 공급망의 온실가스 배출량을 제로로 줄이는 것을 목표로 설정했으며, 2030년까지 컨테이너당 탄소 배출량을 절반으로 줄이고 해상 화물의 25%를 친환경 연료로 운송할 예정이다.²¹⁵⁾

3) 시사점

친환경 연료 추진선 협력은 한국과 북극권 국가 간 해양 환경보호, 기술 혁신 및 경제 성장에 있어 중요하다. 첫째, 해양 환경보호의 면에서 살펴보면, LNG, 수소, 암모니아와 같은 청정 연료를 이용하는 녹색 연료 추진

213) A Sustainable Ocean Economy(검색일: 2024.7.20.)

214) HD HYUNDAI(검색일: 2024.7.20.)

215) Offshore Energy(2023.7.25.), Danish shipping: Over 80% of new ship tonnage to sail on green fuels(검색일: 2024.8.2.)

선은 기존 화석연료 사용으로 인한 해양오염을 감소시킨다. 이러한 부분은 해양 생태계 보호와 기후변화 대응에 중요하다. 둘째, 한국과 북극권 국가 간 협력은 선박 기술의 발전을 끌어낼 수 있다. 특히 한국의 조선 기술과 북유럽 국가의 친환경 연료 기술을 결합하면 고효율 저배출 선박의 새로운 모델을 개발할 수 있다.²¹⁶⁾ 셋째, 국제 해운산업은 탄소 배출 규제의 강화에 따라 친환경 연료 추진선에 대한 수요가 증가할 것으로 보인다. 한국과 북극권 국가들의 협력은 이러한 변화에 빠르게 대응할 수 있는 기회를 제공한다.²¹⁷⁾ 해운산업의 지속가능성에 장기적으로 기여할 친환경 연료 추진 선박은 한국과 북극권 국가들이 해운산업에서 탄소중립 목표를 달성하는데 큰 영향을 미칠 것이다.²¹⁸⁾ 이러한 협력은 해양 환경 보호와 경제 성장을 모두 추구하는 지속 가능한 해운산업의 구축에 큰 역할을 할 것이다.

3. 협력 모델

우리나라와 북극권 국가의 친환경 연료 기반 추진 선박 개발 및 건조 협력 사업은 북극 조건에 적합한 친환경 기술을 개발 및 상용화하여 해양 산업의 친환경 전환을 촉진할 수 있다. 또한, 북극항로의 상업적 가능성을 극대화하여, 우리나라의 경우 글로벌 공급망 안보를 확보할 수 있다는 이점을 가지고 있다. 그 밖에도 북극해 민감한 생태계를 보호하는 동시에 글로벌 규제를 준수함에 따라 북극이사회 옵서버로서 북극의 지속가능성에 기여할 수 있다.

협력 범위는 친환경 연료 기술 및 추진 시스템 개발, 친환경 선박 설계, 제조, 인증, 글로벌 친환경 선박 시장 개척 및 판매 전략 수립, 연료 공급망

216) Deep Wind Offshore(검색일: 2024.7.20.)

217) Cryopolitics(검색일: 2024.7.20.)

218) Offshore Energy(2021.11.10.), South Korea, Norway to establish new Arctic shipping routes(검색일: 2024.8.4.)

구축, 정부 및 민간 부문과의 전략적 파트너십 구축 등을 포함한다. 정부간 무역투자촉진프레임워크(TIPF) 업무협약(MOU) 체결, 공동연구개발 프로그램 추진, 공동 펀드 조성, 민관 협력 촉진 등 정부 차원에서 협력 체계를 구축할 수 있다. 또한, 양측 조선사, 해운사, 에너지 기업, 대학 등 관련 이해관계자들이 참여하는 협의체를 조성하여 R&D 연구 프레임 내 협력할 수 있다. 예를 들어, 노르웨이의 경우, 세계 4위의 선박 보유국이자 조선기자재 기술력을 갖춘 해양 강국으로, 최근 한국에 다수의 선박을 발주했다.²¹⁹⁾

〈표 4-3〉 친환경 연료 기반 추진 선박 개발·건조 사업 내용

핵심 활동	가치제안	주체
<ul style="list-style-type: none"> 친환경 연료 기술 및 추진 시스템 개발 친환경 선박 설계, 제조, 인증 글로벌 친환경 선박 시장 개척 및 판매 전략 수립 정부 및 민간 부문과의 전략적 파트너십 구축 대표적인 예: 친환경 쇠빙 컨테이너선 건조 	<ul style="list-style-type: none"> 지속가능성 경제적 효율성 (북극항로) 기술 혁신 국제협력 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 정부 및 공공기관 대형 해운사 해양진흥공사 조선사(현대중공업, 삼성중공업, 한화오션 등)
핵심 자원	추진 기간	채널
<ul style="list-style-type: none"> 친환경 연료 및 추진 시스템 개발을 위한 R&D 역량 조선사, 에너지 공급사, 정부 협력 네트워크 대규모 초기 투자 자본 친환경 기술 전문가 및 엔지니어 	<ul style="list-style-type: none"> 2025~2039 	<ul style="list-style-type: none"> 해운사~조선사 간 직접 계약을 통한 판매 정부간 협의체 북극이사회
핵심 파트너	정부 역할	고객 관계
<ul style="list-style-type: none"> (국제기구) IMO, 북극이사회 (조선사) 아커야틱(핀), 울스틴 그룹(노) (해양기술) 콩스베르그 그룹(노), 시트로닉스 그룹(러), GMC Maritime(노) 등 (해운사) 메리아우라(핀), 머스크(덴), 북해컨테이너라인(노) 등 (에너지) 아라 클린 암모니아(노), Norwegian Hydrogen(노), 콘비온(핀) (연구기관) KOTUG Canada(캐) 	<ul style="list-style-type: none"> 환경 규제 조정 세금 혜택 및 감면 친환경 선박 연료 인프라 구축 지원 R&D 투자 	<ul style="list-style-type: none"> 공동연구 공동기술개발

비용	환경적 영향	수익
<ul style="list-style-type: none"> • 연구개발 비용 • 설비 투자 • 인력 비용 • 파트너십 관리 비용 	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소 배출 감소 • 해양 생태계 보호 • 대기 오염 절감 	<ul style="list-style-type: none"> • 선박 판매 • 유지보수 서비스 • 기술 라이선싱 • 정부 보조금 및 인센티브

자료: KMI 작성.

제2절 극한지 특화 조선기자재 개발·생산 사업

1. 동향 분석

조선기자재 시장은 선박 건조 및 유지보수에 필요한 다양한 장비와 부품을 제공하는 산업으로 주로 선박의 설계, 건조, 수리, 유지 및 보수에 필요한 기자재를 공급하는 데 초점을 맞추고 있다. 주요 구성 요소에는 엔진, 추진 시스템, 전기 및 전자 장비, 선체 구조물, 안전 장비 등이 포함된다. 현재 국내 조선기자재 시장 규모 연간 13~15조 원 수준으로 추정되고 있다.²²⁰⁾ 현재 국내 조선소는 2026년까지 수주 잔고를 확보했으며, 기자재 업체들은 아직 일부 물량만 수주했으나, 기자재 업체들 또한 최소 2026년까지의 일감을 확보한 것이라 해석할 수 있다.²²¹⁾ 특히, 최근 시행되고 있는 환경 규제로 인하여 친환경 연료를 사용하는 선박의 수요가 급증하고 있다. 이에 따라 2023년 주요 국내 3사의 매출은 흑자를 기록했다. 대형 LNG운반선, 대형컨테이너선, VLCC 등 고부가가치 선박의 경우, 전세계 발주량 2,079만CGT(270척) 중 58%에 해당하는 1,198만CGT(149척)를

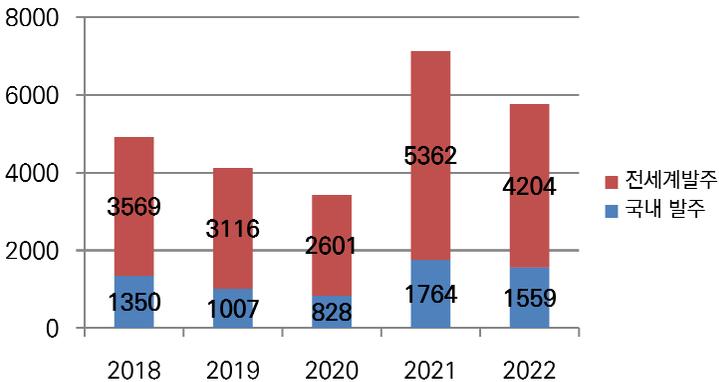
219) 연합뉴스(2024.6.3.), 대한민국 정부, 해양환경 보호를 위한 새로운 정책 발표(검색일: 2024.8.4.)

220) Shipping News Net(2022.12.12.)(검색일: 2024.8.30.)

221) 위 자료.

우리나라가 수주했다.²²²⁾ 특히 최근 역대 최고 선가를 경신 중인 대형 LNG운반선의 경우, 전세계 발주량 1,452만CGT의 70%를 우리나라가 수주했다.²²³⁾ 또 IMO 환경규제 강화로 전세계 발주 비중이 급증한 LNG, 메탄올, LPG, 전기 등 친환경 선박도 우리나라는 전세계 발주량 중 50%인 1,312만CGT를 수주해 전세계 수주량 1위를 달성했다.²²⁴⁾ 친환경 선박의 추진 연료별로는 우리나라 수주량 중 92%가 LNG추진선박이었다. 뒤를 이어 메탄올 추진 선박 5%, LPG 추진 선박이 3%를 차지했다. 특히 친환경 선박의 대표 주자인 LNG추진선박은 전세계 발주 물량 중 54%를 우리나라가 수주해 해당 시장 점유율 1위를 기록했다.²²⁵⁾

〈그림 4-3〉 전세계 선박 발주량(2018~2022)



자료: 한국기술감정원(2023.1.6.)(검색일:2024.8.20.)

위 내용을 종합해 보면, 다음과 같이 평가할 수 있다. 우리나라의 조선기자재 시장에는 다양한 규모의 기업들이 존재한다. 대기업에서부터 중소기업까지 다양한 업체들이 경쟁하고 있으며, 특히 중소기업의 비중이 크기

222) 산업통상자원부 보도자료(2023.1.5.)(검색일: 2024.8.30.)

223) 에너지플랫폼뉴스(2024.5.10.)(검색일: 2024.8.20.)

224) KITA(2023.1.5.)(검색일:2024.8.20.)

225) 같은 자료

때문에 가격, 품질, 기술력을 중심으로 경쟁이 매우 치열한 편이다. 잠재적 진입자의 위협의 경우, 설비 구축, 연구 개발, 인증 획득 등에 대규모 자본이 필요하며, 또한, 초기 시장 진입 후에도 고객사와의 신뢰 구축, 생산 설비 확장 등에 상당한 비용이 소요되기 때문에 신규 기업이 진입하는 데 장애물로 작용할 수 있다. 우리나라 조선기자재 산업에서는 현재로서는 대체재의 위협이 크지 않은 편이다. 그러나 기술 혁신, 친환경 기술 도입, 국제 경쟁사들의 시장 진출, 제품의 표준화와 같은 요소들이 잠재적인 대체재의 위협 요소로 작용할 수 있다. 특히, 친환경 기술과 신소재 개발은 기존의 기자재를 대체할 가능성이 있으며, 이는 향후 산업 변화에 큰 영향을 미칠 수 있다. 우리나라 조선기자재 산업은 대형 조선소들이 주요 고객이며, 세계 시장에서 상당한 비중을 차지하고 있다. 대형 조선소들은 대량의 기자재를 한꺼번에 구매하는 경향이 있어, 구매자의 교섭력이 매우 강하다. 또한, 조선기자재는 선박의 안전과 성능에 직접적인 영향을 미치기 때문에, 구매자들은 매우 높은 품질 기준을 요구한다. 이로 인해, 공급업체들은 품질을 유지하기 위해 추가적인 비용을 감수해야 하며, 이는 구매자의 교섭력을 더욱 강화한다. 그 밖에도 공급자의 교섭력의 경우, 원자재 및 부품의 중요성, 공급자 수, 대체 공급원의 존재 여부, 그리고 원자재 시장의 변동성 등에 의해 크게 좌우된다. 따라서, 특정 핵심 원자재나 부품의 경우, 공급자의 교섭력은 상대적으로 강하다고 판단할 수 있다.

북극은 극한지 특화 기술 개발이 필수인 지역임에 따라 북극권 국가들은 적극적으로 투자하고 있다. 노르웨이는 전 세계 선박 보유 4위인 국가로서 조선기자재 기술력을 갖춘 조선·해양 강국으로, 우리나라와 협력을 추진하고 있다. 2024년 6월 친환경 조선기자재, 자율운항선박 등에서 노르웨이와 무역투자촉진프레임워크(TIPF) 업무협약(MOU)을 체결하기로 합의했다.²²⁶⁾

226) 에너지신문(2024.6.3.), 한-노르웨이, 조선·청정에너지 협력 방안 논의(검색일: 2024.8.20.)

러시아는 2021년까지 조선산업이 성장하고 있었으나, 우크라이나와의 전쟁 및 서방 제재로 인하여 어려운 상황이다. 러시아는 풍부한 천연가스 자원을 바탕으로 LNG분야에 수준 높은 기술을 보유하고 있으며 지난 2월 러시아의 즈베즈다 조선소에서 러시아의 'Arctic LNG-2' 프로젝트에 쓰일 LNG운반선을 자국 기술을 사용하여 독자적으로 진수하는 데 성공하긴 했지만 최근 제재로 인한 LNG프로젝트 진행에 어려움이 생겨 난항을 겪고 있다. 또한 러시아의 자본력에 문제가 생기면서 최근 삼성중공업으로부터 17척의 선박을 발주한 계약에 대하여 일방적인 계약 해지를 통보하는 등 선박 확보에 어려움을 겪고 있다.

핀란드의 조선산업 규모는 약 15억 유로에 달할 것으로 추산된다.²²⁷⁾ 핀란드의 조선-해양 관련 기업들은 국제기구의 엄격한 환경 규제 도입과 이에 따른 해운업계의 대응 전략에 앞서 디지털 및 친환경 관련 첨단기술을 활발하게 연구하고 있다. 또한 친환경 선박 관련 기자재 부분에서도 핀란드의 바르질라 사(社)는 녹색 해운을 주도하는 조선기자재를 개발하고 있으며, 2020년 기준 46억 유로의 매출액을 기록 이후에는 LNG추진선용 엔진 제조 점유율 1위 및 선박 스크러버 시장 점유율 2위를 기록하는 등 조선기자재 부분에서 경쟁력을 갖추고 있다.²²⁸⁾

극한지 특화 조선기자재 개발 및 생산 산업은 제한된 수의 기업이 참여하는 특수한 시장이다. 특히, 북극 환경에 적합한 선박을 건조하기 위해서는 고도의 기술적 능력이 필요하기 때문에 새로운 기업이 해당 산업에 진입하는 것은 제한적이다. 따라서, 신규 진입자는 상당한 자본과 기술적 역량을 확보하지 않으면 시장에 진입하기 어렵다. 북극항로가 점차 상업화됨에 따라 시장의 규모는 확대될 것으로 예상되지만, 초기 단계에서는 제한

227) IBISWorld(2024), Shipbuilding Industry in Finland(검색일: 2024.8.4.)

228) Wärtsilä(2021.4.15.), Wärtsilä caps record-breaking year with scrubber order at Japan Marine United shipyard(검색일: 2024.8.4.)

된 수요로 인해 일반적인 선박 시장보다 경쟁의 강도가 낮다. 북극의 친환경 연료 기반 선박 건조 산업은 고도의 기술 요구, 극한 환경에서의 운영 경험, 친환경 연료 인프라 구축의 어려움 등 높은 진입 장벽을 가지고 있다. 또한, 북극항로에서 사용될 선박은 극한 환경에 맞는 설계, 기술 사양, 연료 효율성 등이 보장되어야 하며, 대체 공급원이 다양하지 않기 때문에 이는 공급자의 교섭력을 높이는 요인으로 작용한다.

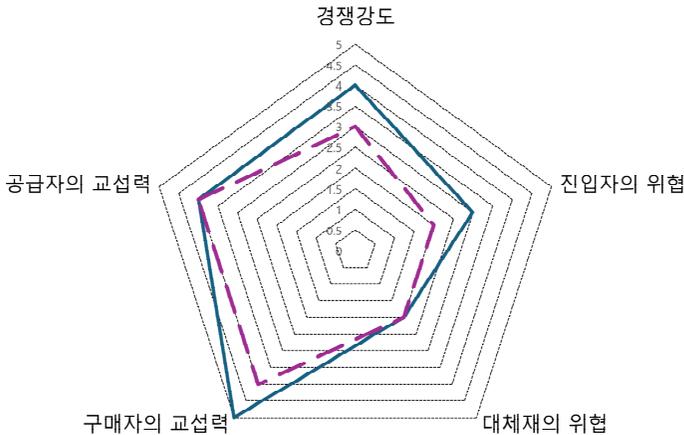
〈표 4-4〉 한·북극권 국가 조선기자재 개발·생산 산업구조 비교

요인	우리나라	북극권 국가
기존 기업간 경쟁	<ul style="list-style-type: none"> 선박 건조와 유지보수를 위한 핵심 기자재를 생산하는 기업들이 많아 매우 경쟁적인 시장임 또한, 표준화된 기자재를 공급할 경우, 경쟁 강도는 더욱 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 북극 환경에 적용 가능한 기술을 보유하고 있어야 함에 따라 진입이 제한적이며, 이로 인해 경쟁 기업의 수가 많지 않음 단, 기술력과 경험을 갖춘 기업들 간의 경쟁이 존재하며, 선도 기업들이 시장을 주도하고 있음
잠재적 진입자 위협	<ul style="list-style-type: none"> 이미 경쟁 강도가 높기 때문에 진입하기 어려움 대형 기업들은 규모의 경제를 실현하고 있기 때문에 잠재적 진입자의 위협은 낮은 편임 	<ul style="list-style-type: none"> 북극 지역의 조선기자재 산업은 고도의 기술력과 경험이 요구되며, 진입 장벽이 매우 높음 극한의 환경에서 작동할 수 있는 기술을 갖춘 기업만이 시장에 진입할 수 있어, 신규 진입자의 위협은 낮음
대체재의 위협	<ul style="list-style-type: none"> 선박 건조와 유지보수에 필요한 기자재는 필수적이기 때문에, 이를 대체할 수 있는 다른 제품이나 기술이 제한적임. 다만, 기술 혁신에 따라 일부 기자재가 새로운 소재나 기술로 대체될 가능성은 존재하며, 중국, 일본, 유럽 등지의 경쟁사들이 저렴한 가격이나 유사한 품질의 기자재를 공급할 경우, 이는 대체재로 작용할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 북극 지역의 특수한 조건을 대체할 수 있는 다른 기술이나 제품이 거의 없음
구매자의 교섭력	<ul style="list-style-type: none"> 한국 조선기자재 산업의 주요 고객은 국내의 대형 조선소로서, 대규모 수주를 통해 막대한 영향을 미칠 수 있으나, 특화된 기술 및 제품을 제공하는 경우, 구매자의 교섭력이 낮을 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 북극 지역에서 활동하는 기업들은 제한된 공급업체로부터 고품질의 기자재를 구매해야 하며, 이는 구매자의 교섭력을 높임 북극항로 개발 및 자원 개발에 대한 의존도가 높은 대형 프로젝트가 많아, 구매자는 상당한 교섭력을 행사할 수 있음

요인	우리나라	북극권 국가
공급자의 교섭력	<ul style="list-style-type: none"> 조선기자재 산업의 특성상 품질과 신뢰성이 중요하기 때문에, 대체 공급처를 찾기가 어려움. 특정 고급 원자재나 특수 부품의 경우, 이를 공급할 수 있는 업체가 제한적임. 이는 공급자의 교섭력을 강화시키는 요인으로 작용함 	<ul style="list-style-type: none"> 북극 지역에 필요한 특수 기자재와 기술을 공급할 수 있는 업체가 제한적이기 때문에 공급자의 교섭력은 상대적으로 강함 특정 고급 원자재나 특수 부품을 공급하는 업체는 높은 교섭력을 가짐

자료: KMI 작성.

〈그림 4-4〉 한·북극권 국가 조선기자재 개발·생산 산업구조 비교



자료: KMI 작성.

주: 우리나라: 선, 북극: 점선

2. 성공 사례

1) 삼성중공업-러시아 노바텍 쇠빙LNG 운반선 건조

현재 국내 기업과 북극권 국가 간 조선기자재 협력은 현재 진행 중이다. 삼성중공업은 러시아 노바텍(Novatek)과 함께 북극 LNG 프로젝트를 위한 쇠빙 LNG운반선을 건조했다.²²⁹⁾ 이 선박은 극지방의 혹독한 환경에서

운항하도록 설계되었으며, 이러한 협력은 한국의 선진적인 조선 기술과 러시아의 북극 자원 개발 필요성의 일치로 양국 간 협력 시너지 효과를 보여준 사례이다.²³⁰⁾

2) DSME-노르웨이 DNV 극지 기자재 기술 개발

DSME와 노르웨이 선박인증기관 DNV GL사 간 극지 운항 선박 안전기준 연구 협력으로 국제 안전기준 준수와 극지 환경에 적합한 기술을 개발하고 있다.²³¹⁾ DSME는 극지에서의 해양 구조물 설계 및 건설을 진행하고, DNV는 이러한 구조물의 안전성과 성능을 평가하는 작업을 진행했다. 이러한 양사 간 협력은 북극 해양에서의 탐사와 자원 개발에 중요한 역할을 한다.²³²⁾

3) 현대중공업-핀란드 아커아틱 극지 특수 선박 설계 공동 연구

현대중공업과 핀란드 아커아틱(Aker Arctic)사(社) 간 극지 운항 성능 시험 및 특수 선박 설계에 대한 공동 연구가 진행되었다.²³³⁾ 양사는 공동 설계한 극지 선박 모델의 극한 환경에서의 내구성과 항해 성능 테스트를 진행했다. 본 테스트를 바탕으로 설계 최적화를 위해 현대중공업은 LNG 운반선과 부유식 설비 등에 사용가능한 극지방 특수 용접 기술을 개발했고,²³⁴⁾ 이를 아커아틱의 설계와 결합해 성능 최적화를 위한 노력을 기울였다. 또한, 아커아틱은 현대중공업과 스웨덴 해사청과의 협력 프로젝트에 참여해 친환경 연료로 메탄올을 사용하는 최초의 차세대 쇄빙선 설계를 진행

229) The Guru(검색일: 2024.8.1.)

230) Russia Business Today(검색일: 2024.8.1.)

231) Maritime Executive(검색일: 2024.8.1.)

232) Shippax(검색일: 2024.8.30.)

233) Aker Arctic(2023), Hybrid propulsion gains popularity(검색일: 2024.7.20.)

234) Offshore Energy(2023.8.24.), Hyundai Heavy lands order to build Shenandoah FPS for Gulf of Mexico(검색일: 2024.7.20.)

했다. 이러한 협력 사례는 극지 운항 및 선박 설계 분야에서 양사의 기술력을 높이는 중요한 기회가 되었다. 양사는 친환경 기술을 목표로 하는 상호 보완적인 연구 및 개발로 미래 극지 해양 시장 선도를 위한 기술적 토대를 마련하고 있다.²³⁵⁾

4) 시사점

우리나라의 조선 및 기자재 기술 및 생산 능력과 북극 국가의 극지 항해 경험을 결합하면 우리나라 조선사 및 기자재 생산기업에 새로운 수익 창출 기회를 제공할 수 있다. 특히, 북극 지역의 환경규제가 엄격해지고 있음에 따라 국제 안전기준 및 규제를 충족하는 친환경 기자재를 개발할 필요성이 커지고 있다.²³⁶⁾ 이를 위해 정책 지원 및 규제 완화 촉진을 위한 정부 간 협력을 강화할 필요가 있다.

3. 협력 모델

기후변화로 인해 북극 해빙의 감소는 북극 해운 및 북극항로의 이용 가능성을 높이고 있으며, 실제 북극해 진입 선박은 계속해서 증가하고 있다. 그와 동시에 해양 환경 보존을 위한 규제 역시 강화되고 있다. 따라서, 국제 환경규제의 요구사항에 맞는 친환경적이고 극한지 환경에 적합한 선박과 기자재가 필요한 시점이다.

특히, 우리나라의 경우, 기자재 생산단지로 활용할 수 있는 인프라가 구축되어 있고, 북극권 국가는 선진화된 극한지 특화 기술을 보유하고 있기

235) Aker Arctic(2023), Swedish icebreaker proceeds to construction(검색일: 2024.7.20.)

236) Arctic Economic Council(2023.5.10.), Arctic Companies Strengthen ties with Korea (검색일: 2024.8.27.)

때문에 양국은 상호 보완적 관계로 협력할 수 있다. 따라서, 러시아, 핀란드, 노르웨이, 스웨덴의 조선소, 해양기술 업체, 에너지 기업 등과의 협력 체계를 구축하여 저온 작동이 가능한 엔진, 내빙 선체 구조, 특수 코팅 및 소재 개발 등 극한지 환경에서의 내구성을 강화하는 기술 연구 등 국제공동연구를 수행하고, 북극 지역 내 테스트베드를 확보할 수 있다.

〈표 4-5〉 극한지 특화 조선기자재 개발·생산 사업 내용

핵심 활동	가치제안	주체
<ul style="list-style-type: none"> 기술 연구 및 개발 (R&D) 생산 및 공급 체계 구축 국제표준화 	<ul style="list-style-type: none"> 고성능 극한지 기술 친환경 솔루션 운영 비용 절감 지역 경제 활성화 	<ul style="list-style-type: none"> 정부 및 연구기관 우리나라 선박기자재 생산업체
핵심 자원	추진 기간	채널
<ul style="list-style-type: none"> 극한지 기술 개발 능력 R&D 시설, 테스트 베드 연구개발 자금 설비 생산 인프라 	<ul style="list-style-type: none"> 2025~2039 	<ul style="list-style-type: none"> 조선소~기자재 생산업체 직접 계약 정부간 협의체 북극이사회/북극경제이사회
핵심 파트너	정부 역할	고객 관계
<ul style="list-style-type: none"> (조선소)즈베즈다 조선소(러) (에너지)노바텍(러) (해양기술)DNV(노), 아커아틱(핀), 바르질라(핀), 알파라바스) 	<ul style="list-style-type: none"> 정책 지원 및 규제 마련 재정적 지원 국제협력 주도 	<ul style="list-style-type: none"> 극지 맞춤형 솔루션 제공 지속적 기술 지원 전략적 파트너십 구축
비용	환경적 영향	수익
<ul style="list-style-type: none"> 연구 개발 생산 인프라 구축 및 운영 국제 표준 인증 	<ul style="list-style-type: none"> 탄소 배출 저감 북극 해양 오염 방지 에너지 효율성 제고를 통한 자원 사용 절감 	<ul style="list-style-type: none"> 선박기자재 판매 유지보수 서비스 기술 수출 정부 및 국제 보조금

자료: KMI 작성.

제3절 녹색 해운 항로 개발 사업

1. 동향 분석

녹색 해운 항로는 항만 사이를 친환경 그린 메탄올·그린 암모니아 등 무탄소 연료추진 선박으로 운항하는 노선을 말한다. IMO는 2050년까지 국제 해운에서 탈탄소를 달성하겠다는 목표를 설정했고, 이에 맞춰 세계 각 정부는 녹색 해운 항로 개발 사업에 나서고 있다. 세계해사포럼(Global Maritime Forum)은 2023년 11월 발표한 녹색 해운 항로 연례보고서에서 로테르담 상하이 싱가포르 등 주요 거점 항만을 중심으로 세계 44개 항로에서 녹색 해운 항로를 만들고 있다.²³⁷⁾ 본 연구에서는 녹색 해운 항로를 북극에 적용하는 것을 전제로 한다.

우리 정부가 수립한 국제해운 탈탄소화 추진 전략은 친환경 선박으로 전환, 해운선사에 대한 다각적인 지원, 친환경 기술·미래 연료 인프라 확충, 무탄소 항로 구축과 국제협력 등 네 가지 세부 전략을 포함하고 있다. 무탄소 항로 구축의 일환으로 2022년 10월 유엔기후협약 제27차 당사국 총회에서 한미 간 합의된 ‘녹색 해운 챌린지’ 선언을 발표했다. 2023년 부산~미국 서부 간 무탄소 녹색 해운 항로를 구축하기 위한 타당성 연구를 착수했으며, 2027년부터 녹색 해운 항로를 운영하고자 한다.²³⁸⁾

2024년 7월부터 북극해는 IMO의 북극 연안 중유 사용 금지 규정이 적용되고 있다. 노르웨이 정부는 스발바르 제도 근처에서 중유 사용을 강력하게 금지하고 있다. 중유(HFO)를 사용한 아일랜드 선박이 혐의로 기소되어 벌금을 선고 받은 바 있다. 이처럼 북극 해운은 이미 친환경 해운으로 구축하기 위해 규제가 적용 중이다.²³⁹⁾

237) 한국경제(2024.7.2.)(검색일: 2024.8.1.)

238) 해양수산부 보도자료(2023.2.13.)(검색일: 2024.08.30.)

스웨덴의 경우, 바이킹 라인(Viking Line)은 투르쿠와 스톡홀름 항만, 투르쿠 항만을 포함하는 녹색 해상운송 통로를 만들기 위해 공식적으로 파트너십을 체결했으며, 늦어도 2035년까지 화석 연료를 사용하지 않는 친환경 해운 노선을 구축할 계획이다. 이 프로젝트와 파트너십은 스웨덴과 핀란드가 서명한 클라이드뱅크(Clydebank) 선언에 따라 녹색 운송 통로 자격을 갖추었다.²⁴⁰⁾ 이 사업은 EU의 Fit for 55 전략 일정보다 훨씬 앞서 있다. 클라이드뱅크 선언은 2개 이상의 항구 사이를 연결하는 무공해 해상 항로인 녹색 해운 회랑 설립을 위한 협력이다. 10년 안에 최소 6개의 녹색 해운 회랑 구축을 지원하는 것이 목표이며, 2030년까지 더 많은 녹색 회랑이 운영되기 위해 데카트립(Decatrip) 프로젝트를 계획했다. 데카트립 프로젝트는 2022년 투르쿠와 스톡홀름 간의 완전한 탄소중립 화물 및 여객 여행을 가능하게 하는 탄소중립적인 녹색 회랑을 개발하는 것을 목표로 한다. 비즈니스 핀란드(Business Finland)는 프로젝트를 위해 라우마 해양 건설(Rauma Marine Constructions, RMC), 바이킹 라인(Viking Line), 아보 아카데미 대학교(Åbo Akademi University) 및 켐파워(Kempower)에 약 160만 유로를 지원했다.²⁴¹⁾ RMC는 선박 운영을 위한 에너지 효율적인 솔루션을 개발하고 있으며, 탄소 제로 운송을 위한 친환경 연료는 핀란드 남서부 현지에서 제조된다. 최근 2024년 6월 데카트립 프로젝트가 완료되어 세계 최초의 탄소중립 항로가 개발되었다. 이 프로젝트를 통해 재생 가능한 연료를 사용한 지속 가능한 운송이 실현되었으며, 이와 유사한 전 세계의 다른 노선에서 친환경 운송 서비스를 제공할 수 있게 되었다.

덴마크, 스웨덴 등은 국제적 범위에서 국제 녹색 해운을 구축하고자 노력하고 있다. 특히, 덴마크는 글로벌 녹색 해운 및 무공해 해운 개발에 기여하기 위해 다양한 국가, 지역 및 글로벌 이니셔티브와 협력하고 있다. 첫째,

239) 한스경제(2024.7.2.)(검색일: 2024.8.30.)

240) Watson Farley&Williams(2022.3.28.)(검색일: 2024.8.30.)

241) RMC Finland 보도자료(2024.1.16.)(검색일: 2024.8.1.)

2050년까지 무공해 선박을 개발 및 상용화하고,²⁴²⁾ 2030년까지 녹색 페리 항로에 대한 북유럽 비전을 수행하여 클라이드뱅크 선언을 수행할 계획이다. 둘째, 덴마크 녹색 해운을 위한 국가 행동 계획을 수립할 계획이다.²⁴³⁾ 셋째, 지속 가능한 탄소중립 연료를 활성화하기 위해 노르딕 로드맵에 참여할 계획이다. 넷째, 2030년대 완전히 운영되고 상업화될 무공해 항만에 대한 청사진을 개발하고 탄소중립 항만을 구축하기 위한 청사진 프로그램을 운영할 계획이다.²⁴⁴⁾ 덴마크뿐만 아니라 캐나다 역시 클라이드뱅크 선언에 서명했다. 몬트리올~앤버스, 헬리팩스~함부르크 및 퍼시픽 노스웨스트~알래스카를 포함한 항로에서 녹색 해운을 추구하기 위한 계약에 서명했다.²⁴⁵⁾ 2023년에는 오대호, 세인트 로렌스 항로, 캐나다 동부 및 서부 해안을 따라 녹색 해상 회랑을 구축하고, 해양 부문의 탈탄소화에 기여하는 친환경 해운 회랑 프로그램(GSCP)을 시작했다. GSCP는 저공해 또는 무공해 연료 기술을 사용하는 선박 지원은 물론 무공해 항구 운영과 대체 연료 보급 인프라 등을 지원한다.²⁴⁶⁾

스웨덴과 벨기에는 2022년 양국 간 운송 통로를 탈탄소화하기 위해 양해각서를 체결했다. 2030년까지 덴마크 선사 DFDS의 암모니아 연료 추진 선박 2척이 스웨덴과 벨기에 간 항로를 운항할 것으로 예상된다. 스웨덴과 벨기에 사이의 녹색 해운 회랑은 2,500km로 북유럽의 노르웨이에서 남쪽의 스페인까지 11개국을 연결할 수 있다.²⁴⁷⁾ 이 회랑에서 예테보리 항구, 북해 항구 및 앤트워프-브뤼헤 항구는 운송 허브뿐만 아니라 산업 활동의 중요한 출발지 및 목적지 구역으로 작동한다. DFDS는 총 4척의 암모니아 연료 선박에 대한 자금 지원을 신청했는데 자금이 지원되면 연간 2023년

242) U.S. Department of Energy(2023.8.7.) (검색일: 2024.8.8.)

243) Danish Maritime Authority(2023.12.4.) (검색일: 2024.8.1.)

244) 연합뉴스(2023.12.4.) (검색일: 2024.8.1.)

245) Safety4sea 홈페이지(검색일: 2024.8.1.)

246) Transport Canada 보도자료(2023.12.5.) (검색일: 2024.8.1.)

247) 해양한국(2021.11.12.) (검색일: 2024.8.1.)

DFDS 이산화탄소 배출량의 약 11%인 32.8만 톤의 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있을 것으로 예상된다.²⁴⁸⁾

미국 또한 COP27에서 정부, 항만 및 기업의 친환경 해운으로 전환하기 위한 프로젝트를 시작했다. 이에 따라 국가, 항만 및 기업은 저공해 또는 무공해 연료 확대, 친환경 해운 통로 개발 및 발전, 차세대 활용을 촉진하기 위한 계획을 발표했다. 미국은 친환경 해운 회랑을 촉진하기 위해 세 가지 양자 협력 체계를 구축했다. 첫째, 한국과의 기술 협력을 통해 한국과 미국 간 주요 항만 간 그린 에탄올 또는 암모니아 연료 기반 선박의 녹색 운송 통로를 만들 수 있는 잠재력을 평가하는 타당성 조사에 착수했다.²⁴⁹⁾ 둘째, 캐나다와 ‘오대호 및 세인트 로렌스 수로 시스템 녹색 해운 회랑 네트워크 이니셔티브(Great Lakes/Saint Lawrence Seaway System Green Shipping Corridor Network Initiative)’를 발표했다.²⁵⁰⁾ 미국 교통부(U.S. Department of Transportation), 미국 국무부(U.S. Department of State) 및 캐나다 교통국(Transport Canada)은 주, 지방, 지방, 민간 부문, 비정부 지도자 및 캐나다 및 미국의 원주민과 협력하여 항만 및 기타 이해관계자와의 협의를 주최하고 이러한 네트워크 구축을 촉진하는 것을 목표로 한다. 셋째, 영국과 친환경 해운 구축을 지원하겠다는 의사를 표명하면서 영국-미국 녹색 해운 TF를 출범했다.²⁵¹⁾

위 내용을 기반으로 녹색 해운 항로 관련 산업구조를 분석했다. 우리나라와 북극권 국가 모두 글로벌 기업 및 세계 각국이 무탄소 기술 개발에 참여하고 있음에 따라 경쟁이 심화되고 있다. 그러나, 녹색 해운 항로 개발은 대규모 자본, 기술 등을 필요로 하며, 이는 진입 장벽을 높이는 역할을 한다. 따라서 우리나라 및 북극권 국가의 진입 진입자의 위협이 낮은 편이다.

248) North Sea Port 홈페이지(검색일: 2024.8.1.)

249) Green Shipping Challenge 홈페이지(검색일: 2024.8.1.)

250) Gcaptain(2022.6.7.)(검색일: 2024.8.1.)

251) UK Government 홈페이지(검색일: 2024.8.1.)

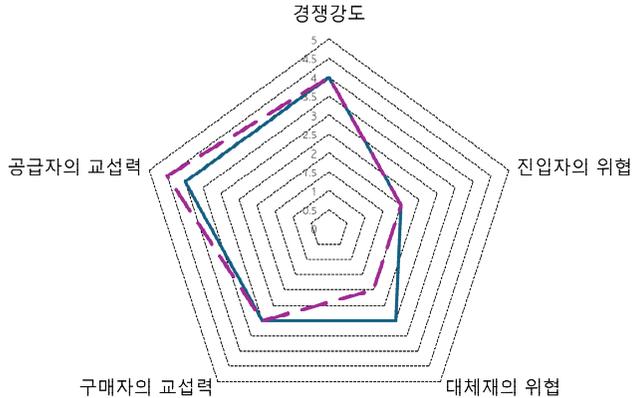
북극권 국가 또한, 북극 지역의 지리적 및 기후적 특성 때문에 녹색 해운 항로를 구축하기 어렵다. 우리나라의 해운 인프라는 여전히 전통적인 연료를 기반으로 운용되고 있다. 반면 북극권은 상대적으로 전환이 빠른 속도로 이루어지고 있다. 따라서 친환경 해운 항로를 대체할 전통적 연료 기반 해운 항로의 위협은 낮은 편으로 인식된다. 공급자의 교섭력의 경우, 우리나라는 조선산업과 해운업이 발달했음에도 불구하고, 해당 산업의 친환경 기술을 보유하고 있는 공급자의 수가 제한적임에 따라 공급자의 교섭력은 상대적으로 강한 편이다. 북극은 특히 지리적 및 기후적 특성에도 작동 가능한 기술을 적용해야 하기 때문에 더 많은 협상력을 가지고 있다고 판단할 수 있다. 반면, 북극과 우리나라 모두 초기 비용 및 환경적 특성 때문에 구매자의 교섭력이 일반적으로 높을 수 있으나, 정부가 녹색 해운 항로를 개발하고자 주도하고 있고, 정책적 압력이 강화되고 있음에 따라 구매자와 공급자 간 관계가 균형적이다.

〈표 4-6〉 한·북극권 국가의 녹색 해운 항로 개발 산업구조 비교

요인	우리나라	북극권 국가
기존 기업간 경쟁	<ul style="list-style-type: none"> 정부 및 글로벌 기업이 무탄소 기술 개발에 참여하고 있음에 따라 경쟁이 심화되고 있는 추세임 	<ul style="list-style-type: none"> 정부 및 글로벌 기업이 무탄소 기술 개발에 참여하고 있음에 따라 경쟁이 심화되고 있는 추세임
잠재적 진입자 위협	<ul style="list-style-type: none"> 항만 시설과 특수 선박에 대한 대규모 투자가 필요함에 따라 진입 장벽이 높은 편임 	<ul style="list-style-type: none"> 항만 시설과 특수 선박에 대한 대규모 투자가 필요함에 따라 진입 장벽이 높은 편임 특히 환경적 지리적 요인이 추가되면서 진입하기 더욱 어려울 수 있음
대체재의 위협	<ul style="list-style-type: none"> 전통적인 화석 연료 기반 해운이 주류를 차지하고 있지만, 제도적 압력으로 인해 친환경 해운으로 전환되고 있음에 따라 대체재의 위협은 낮아지고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 이미 대부분의 해운 인프라(항만, 선박 등)가 친환경으로 전환되고 있는 추세임에 따라 대체재(전통적인 화석 연료)의 위협은 낮은 편임
구매자의 교섭력	<ul style="list-style-type: none"> 초기 전환 비용으로 인해 구매자(해운사, 물류사)가 우위를 차지할 수 있으나, 친환경 해운 정책의 압력으로 인해 균형이 형성되었음 	<ul style="list-style-type: none"> 북극 해운의 특수성 때문에 구매자의 교섭력이 낮은 편이며, 친환경 해운 정책의 압력으로 인해 균형이 형성되었음
공급자의 교섭력	<ul style="list-style-type: none"> 그린 메탄올 및 암모니아 기술은 아직 개발 중이며, 널리 보급되지 않았기 때문에 공급자의 영향이 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 극한 환경에서 운영할 수 있는 기술과 연료를 제공할 수 있는 공급자가 제한적이기 때문에 공급자의 교섭력은 상대적으로 높음

자료: KMI 작성.

〈그림 4-5〉 한·북극권 국가의 녹색 해운 항로 개발 산업구조 비교



자료: KMI 작성.

주: 선: 우리나라 점선: 북극

2. 성공 사례

1) 부산항-미국 녹색 해운 항로 협력

부산항과 미국 서부 타코마항 간 ‘무탄소 녹색 해운 항로’ 구축 계획이 본격화되고 있다. 지난 2022년 9월 열린 한미 해운협력회의에서 양국은 두 나라의 주요 항만 간 탈탄소 항로 구축을 합의했다.²⁵²⁾ 해양수산부는 정부의 탄소중립 목표에 따라 2023년 1월 부산항과 타코마항 간 녹색 해운 항로 구축을 위한 타당성 연구에 착수했다. 타당성 연구 이후 무탄소 연료 추진 선박을 시범 운항할 예정이며, ‘한국형 친환경 해운산업 모형’을 만들어 유럽, 아시아, 호주 등으로 확대할 계획이다.²⁵³⁾ 이러한 계획은 정부의 2050 탄소중립 실행 계획을 국제 해운에도 적용하자는 방침으로 해운산업의

252) Safety4sea(2022.11.23.), Green corridor to be developed between Port of Busan and Port of Tacoma(검색일: 2024.9.2.)

253) Busan Metropolitan City(검색일: 2024.9.2.)

친환경 전환을 통해 연관 사업의 수출 기반과 국제 경쟁력을 높이고자 하는 취지에서 마련됐다.²⁵⁴⁾

〈그림 4-6〉 녹색해운항로 구축 협력 확대



자료: Shippers' Journal(2024.3.11.)(검색일: 2024.7.5.)

2) 울산항만공사-국제환경단체(PE) 친환경 해운항만 전환 MOU 체결

지난 4월 15일부터 19일까지 개최된 싱가포르해사주간(Singapore Maritime Week)에서 울산항만공사(UPA)와 국제환경단체인 PE(Pacific Environment) 간 친환경 해운·항만 전환을 가속화하기 위한 MOU가 체결되었다. 양측은 아시아 및 환태평양 지역에서의 해운 항만 탈탄소화 정책, 녹색 해운 항로 구축 설계 및 개발 지원, 해양에서의 청정에너지 사용 촉진, 해양 플라스틱

254) KBS World(2022.11.22.)(검색일: 2024.9.2.)

오염 문제 해결 등 기후 문제 해결을 위한 정책 분석 및 개발 지원, 울산항에서의 친환경 연료 병커링 촉진 및 안전기준 개발과 항만근로자 교육 강화 등 다양한 분야에서 협력을 강화하기로 합의했다.²⁵⁵⁾

3) 시사점

우리나라 정부는 최근 국제적인 탈탄소화 및 에너지 전환을 위한 흐름에 맞춰 해운 및 항만 분야에서의 투자와 지원을 확대하고 있다. 세계적인 수준인 한국의 조선 및 해운 기술 분야에서의 경쟁력은 녹색 해운 항로 및 관련 친환경 기술 개발에 있어 지속가능한 해운산업의 국제적인 기준을 높이는데 긍정적인 역할을 할 것이다. 특히, 첨단기술 및 혁신 분야에서의 강점을 가지고 있는 미국과의 녹색 해운 항로 협력은 높은 잠재력을 가지고 있다. 양국 모두 기후변화 대응과 환경적 지속가능성을 강조하는 정책을 추진하고 있으며, 중요한 무역 파트너로 경제적 이해관계가 상호 보완적으로 작용한다. 따라서, 양국 간 협력은 전 세계 해운산업의 지속가능한 발전에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 우리나라와 북극권 국가 간 녹색 해운 항로 협력은 해운산업 탈탄소화의 가속화 및 IMO의 온실가스 감축 목표를 지원하는 등 탄소중립 목표 달성에 기여할 것이다.²⁵⁶⁾ 또한, 신재생 에너지와 디지털화 기술의 해운산업 도입으로 친환경 연료 사용을 장려할 수 있다. 녹색 해운 항로 협력으로 인한 북극항로 개발은 안전한 해상운송을 보장하고, 해양 사고 감소에도 기여할 것이다. 이러한 협력은 해운산업의 지속가능한 발전을 촉진할 것이다.²⁵⁷⁾

255) 물류신문(2024.4.19.), UPA, 국제환경단체와 친환경 항만 MOU(검색일: 2024.5.7.)

256) DNV(2024.3.25.), Key Considerations for Establishing a Green Shipping Corridor(검색일: 2024.5.7.)

257) Arctic Council(2021.05.10), Navigating the Future of Arctic Shipping(검색일: 2024.08.05.)

3. 협력 모델

북극해는 다른 해양에 비해 환경적 요인이 더 중요한 지역이다. 따라서, 북극항로를 해운 항로로서 활용하기 위해서는 친환경 기술을 적용하는 것이 필수이다. 우리나라의 글로벌 녹색 해운 항로 추진 전략에 따르면 덴마크 등 주요 해운국과 녹색 해운 항로를 추진할 계획이다. 덴마크와는 기술 협력 양해각서를 체결했으며, 양해각서에 따라 친환경 선박 기술 협력을 강화하고자 한다. 따라서, 기술을 개발한 후 덴마크와 녹색 해운 항로를 북극항로로 구축할 수 있다. 특히 러시아는 북극항로를 가장 적극적으로 활용하고 개발하고 있기 때문에 녹색 해운 항로 구축 협력 프레임 안에서 러시아 또한 국제 규범 내에서 북극항로를 지속가능한 개발을 할 수 있도록 유인할 필요가 있다.

또한, 북극항로를 통항하기 위해서는 일반 해양과 다르게 빙하 위치, 빙하 두께, 파도 세기, 바람 세기 등 추가적인 정보가 필요하다. 따라서 해운을 위한 실시간 정보를 제공할 수 있는 북극해운정보센터를 운영할 필요가 있다. 우선, 북극 해운에 필요한 정보 및 데이터의 종류를 파악한 후, 우리나라가 확보할 수 있는 데이터를 수집하여 북극 해운 이해관계자가 모두 접근할 수 있도록 시스템을 구축할 필요가 있다. 우리나라가 고유의 북극 해운에 대한 고유한 데이터를 보유하게 되면, 극지 환경에 적합한 선박, 기자재, 항로 최적화, 연료 효율성 등을 촉진할 수 있다. 다만, 북극권 국가만 보유하고 있는 데이터의 경우, 정부 차원의 협력이 필요하다.

〈표 4-7〉 녹색 해운 항로 개발 사업 내용

핵심 활동	가치제안	주체
<ul style="list-style-type: none"> • 녹색 항로 설계 및 구축 • 국제협력 및 표준화 • 북극해운정보센터 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소 배출 감소 • 에너지 전환 촉진 • 경제적 이익 창출 	<ul style="list-style-type: none"> • 정부 및 공공기관(항만공사 등) • 해운 및 조선 기업 • 연구기관
핵심 자원	추진 기간	채널
<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 연료 기술 • 친환경 선박 설계 및 건조 기술 • 항만 등 인프라 	<ul style="list-style-type: none"> • 2025~2044 	<ul style="list-style-type: none"> • 정부간 해운협력회의 • 북극이사회 및 북극경제이사회
핵심 파트너	정부 역할	고객 관계
<ul style="list-style-type: none"> • 북극 항만 운영 기관 	<ul style="list-style-type: none"> • 정부간 협의를 통한 국제 협력 촉진 • 인프라 구축을 위한 지원 제도 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 장기적 파트너십 구축 • 지역사회(원주민)와의 협력
비용	환경적 영향	수익
<ul style="list-style-type: none"> • 인프라 초기 투자 비용 • 연구 개발 비용 	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소 배출 감소 • 공사 중 해양 생물 서식지 영향 가능성 검토 필요 • 선박 통항으로 해양 오염 가능성 존재 	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 해운 운항 수익 • 기술 라이선싱 • 탄소 배출권 거래 • 해운 및 물류 비용 절감

자료: KMI 작성.

제4절 해상풍력 인프라 구축 사업

재생에너지는 소비보다 더 높은 비율로 에너지를 내는 천연자원에서 파생된 에너지이다. 예를 들어 태양열과 바람 등 지속적으로 보충되는 자원은 그 에너지의 원천이 된다. 유엔은 재생에너지 공급원으로 태양, 풍력, 지열, 수력, 해양, 바이오를 예로 들고 있다.²⁵⁸⁾ 단, 본 절에서는 해상풍력을

258) United Nations(검색일: 2024.8.3.)

중점으로 살펴보고자 한다. 우리나라 및 북극권 국가들은 특히 해상풍력 발전에 대규모 투자를 추진하고 있다. 이는 해상풍력발전의 경우, 초기 투자 비용이 많이 들고 건설 및 운영에 장기 투자가 필요하지만, 전기, 철강, 조선, 제조 등 복합적인 대규모 산업으로 일자리 창출 효과가 크며 에너지 안보 측면에서도 유리하기 때문이다.

1. 동향 분석

2017년 우리나라는 ‘재생에너지 3020 이행계획’을 발표하여 2030년까지 총 발전량의 20%를 재생에너지로 공급한다는 목표를 설정하였지만, 재생에너지 발전량이 다른 주요국에 비해 낮은 수준에 그치고 있다.²⁵⁹⁾ 다만, 2020년 ‘해상풍력 발전 방안’을 발표하여 정부주도형 해상풍력을 본격적으로 추진했다.²⁶⁰⁾ 정부는 2050 탄소중립을 목표로 재생에너지 확대하고자 했으며, 재생에너지 중 높은 잠재력과 대규모 단지 개발 가능성, 환경에 미치는 영향이 낮다는 특징을 가지고 있는 해상풍력에 주목하여 ‘해상풍력 발전 방안’을 마련하였다.

우리나라는 해상풍력 발전단지를 지속적으로 건설하고 있다. 2019년 7건, 2021년 22건, 2023년 14건의 해상풍력 발전사업 허가 건수를 기록했으며, 2019년 1.58GW, 2020년 2.25GW, 2021년 7.16GW 규모의 해상풍력 발전사업이 허가를 받았다.²⁶¹⁾ 2023년 기준 탐라(30MW), 영광(34.5MW), 서남해(60MW) 단지에서 전력을 생산하고 있으며, 이는 총 124.5MW 규모이다.²⁶²⁾ 세 개의 단지 모두 고정식 해상풍력 발전 시스템

259) 산업통상자원부(2017) p. 3.

260) 산업통상자원부(2020.7.21.) (검색일: 2024.8.3.), p. 2.

261) EPJ(2024.8.8.), 해상풍력 시장 50배 키운다...8GW 입찰 확정(검색일: 2024.8.8.)

262) 정준환(2024.4.), p. 37.

이다. 제주 한림 해상풍력 발전단지는 국내 최대 규모의 해상풍력 발전단지이다. 국산 기자재 비율이 80% 이상인 단지이며 전체 투자액 6,303억 원에 달했다.²⁶³⁾ 그 밖에도 전남 신안, 전국 서남권, 울산 및 동남권을 중심으로 약 18.3GW 규모의 프로젝트가 추진 중이다. 울산 및 동남권은 부유식 해상풍력을 중심으로 울산 1.4GW, 동남부 지역 4.6GW를 목표로 하고 있다.²⁶⁴⁾ sk오션플랜트는 2023년 12월 안마도 해상풍력(530MW)에 대한 수주를 시작으로 신안우이해상풍력, 금일해상풍력, 금일해상풍력 등 국내 해상풍력 프로젝트의 수주를 본격화할 전망이다.²⁶⁵⁾ 국내 해상풍력 단지 프로젝트에는 우리 기업뿐만 아니라 해외 기업 또한 참여하고 있다. 2024년 울산에서 국내 첫 부유식 해상풍력 발전사업(반딧불 해상풍력, 해울이 해상풍력, 귀신고래 해상풍력)이 추진되고 있으며, 노르웨이 에퀴노르가 2021년 발전사업허가를 획득하여 진행 중이다.²⁶⁶⁾ 글로벌 그린에너지 투자개발사인 CIP(코펜하겐 인프라스트럭처 파트너스)의 울산 해상풍력 프로젝트 법인인 (주)해울이 해상풍력 발전은 총 1.5GW 규모 부유식 해상풍력 단지 3개의 발전사업 허가를 모두 획득했다.²⁶⁷⁾ 귀신고래 해상풍력은 영국 그린인베스트먼트그룹 산하의 코리오제너레이션, 프랑스 토탈에너지, SK에코플랜트가 합작하여 추진하고 있는 해상풍력 기업 ‘바다 에너지’의 부유식 해상풍력 프로젝트로 총 1.5GW 규모다.²⁶⁸⁾ 풍력발전기를 설치하기 위해서는 전력계통이 구축되어야 한다. LS전선은 약 1조 원을 투자해 미국에 해저케이블 공장을 건설한다고 밝혔다. LS전선 자회사인 LS마린솔루션은 해상풍력 포설 프로젝트를 중심으로 성장세를 이어가고 있으며 해외 진출을 본격화하고 있다.²⁶⁹⁾

263) 한국전력기술(2023.9.13.)<검색일: 2024.8.8.)

264) 정준환(2024.4), p. 37.

265) 허재준(2023.), p. 11.

266) Equinor(2024.7.16.)<검색일: 2024.8.1.)

267) Haewoori Offshore Wind<검색일: 2024.8.1.)

268) 울산매일(2024.8.28.)<검색일: 2024.8.1.)

269) LS C&S<검색일: 2024.8.1.)

해상풍력 발전 관련 국내 생산업체 또한 국내뿐만 아니라 글로벌 시장 점유율을 확보하기 위해 국제협력을 구축하고 있다. 씨에스윈드는 미국에 총 6억 달러를 투자하여 현재 4GW 수준인 용량을 2027년까지 10GW로 증가하겠다는 계획을 발표했다.²⁷⁰⁾ sk오션플랜트는 부유식 풍력에 쓰이는 하부구조물 생산을 위한 신규 야드를 건설 중이다.²⁷¹⁾ 풍력 베어링 생산기업인 씨에스베어링은 풍력 터빈 제조 세계 1위 기업인 덴마크의 베스타스(Vestas)와 미국의 GE 등 메이저 터빈 제조사와 고품질 제품의 연구 개발을 진행하고 있다. 2023년 11월 씨에스베어링 사(社)는 베스타스 윈드 시스템(Vestas Wind System) AS와 24억 4,346만 원 규모의 공급계약을 체결했다.²⁷²⁾

북극 지역은 풍력발전의 효율성을 극대화할 수 있는 여건을 가지고 있다. 비용의 효율성을 극대화하기 위해서는 바람이 시속 약 16km로 꾸준히 불어야 하기 때문이다. 북극의 많은 지역이 이 기준을 충족하며, 화석연료에 대한 접근성이 부족한 마을에 풍력발전은 큰 가능성을 가지고 있다. 노르웨이는 해상풍력 에너지법 또는 석유 법에 근거하여 해상풍력사업을 추진한다. 해상풍력 에너지법에는 연안에서부터 대륙붕까지 개발되는 해상풍력 사업에 대한 전반적인 규정을 포함하고 있으며 이러한 법적 근거를 기반으로 노르웨이는 해상풍력의 점유율을 지속하여 높이고 있다. 특히, 노르웨이 정부는 대규모 해상풍력 단지를 조성하는 계획을 하고 있으며, 해양을 이용하는 다양한 이해관계자와 정부의 많은 소통을 제안하고 있다. 또한 해상풍력 단지를 선정할 때 어업 지역, 산란장 및 서식지, 어류의 이동 경로는 제외하며, 해상풍력 개발로 인한 잠재적 문제를 사전에 방지하는 것이 중요하다고 강조한다.²⁷³⁾ 이러한 정책적 기초를 기반으로 노르웨이는

270) 허재준(2023.12.11.), p. 11.

271) SK Eco Plant(검색일: 2024.8.1.)

272) MTN(2024.8.10.)(검색일: 2024.8.1.)

273) 김태윤 · 맹준호(2023), p. 22.

지속적으로 해상풍력 발전 용량을 증가시켰다. 노르웨이는 2021년 672MW의 육상 풍력 발전 용량과 4MW의 해상풍력 발전 용량을 새롭게 구축했으며, 2022년 풍력 발전 용량은 500MW이었으며, 그중 128MW가 해상에 설치되었다. 부유식 해상풍력 단지인 하이윈드 탐펜(Hywind Tampen)²⁷⁴⁾은 총 60MW의 터빈 7개를 그리드에 연결했다, 2023년에는 Hywind Tampen이 35MW를 연결하면서 세계 최대 규모의 부유식 해상 풍력 발전 단지에 올랐다. 노르웨이의 오드펠 오션윈드(Odfjell Oceanwind), 소스 갈릴레오 노르게(Source Galileo Norge), 바르 에네르기(Var Energi) 3사(社)의 혁신적인 프로젝트 발표에 따르면 북극권 최초의 부유식 풍력 발전소가 2026년에 가동될 계획이다.²⁷⁵⁾ 그 밖에도 에퀴노르와 RWE는 독일 발트해에 위치한 385MW 규모의 아르코나(Arkona) 해상풍력 발전단지를 공동으로 개발했다. 이 발전소는 2019년에 성공적으로 시운전을 마쳤으며, 독일 40만 가구에 해당하는 지속 가능한 재생 가능 전기를 공급하고 있다.²⁷⁶⁾ 다만, 노르웨이는 역사적으로 석유 및 가스 개발에 필요한 전력을 해상풍력을 통해 공급하고자 한다. 2023년 8월 노르웨이 국영기업 에퀴노르(Equinor)의 하이윈드 탐펜(Hywind Tampen) 부유식 해상풍력 발전단지가 공식 시운전을 시작했다. 이는 에퀴노르의 5개 석유 및 가스 플랫폼(Snorre A, B 및 Gullfaks A, B, C)에서 연간 생산되는 전력의 약 35%이다. 그 밖에도 2022년 에퀴노르, 페토로

274) 하이윈드 탐펜은 북해의 주요 석유 및 가스 생산업체에서 배출되는 이산화탄소 중 연간 20만 톤을 감축할 것으로 예상됨. 해당 프로젝트는 북해에 위치한 굴팍스(Gullfaks)-스노레(Snorre) 파트너십과 에노바(ENOVA, 노르웨이 기후환경부의 친환경 지원 기관)가 추진했음. 에노바(Enova)와 노르웨이 기업 부문의 녹스(NOx) 펀드는 해상풍력 발전 및 배기가스 저감 기술 개발 촉진을 위해 각각 23억 크로네(한화 2,900억 상당)와 5억 6,600만 크로네(한화 714억 상당)를 지원했음. 현재 하이윈드 탐펜 프로젝트의 투자금은 약 74억 크로네(한화 9,300억 상당)로 추산됨. 개발 기간 동안 투입된 계약 금액 중 60%가 개발에 참여한 노르웨이 공급망 기업들의 수주 금액으로, 녹색 일자리, 지역 파급효과 및 향후 신흥 산업군에서 부유식 해상풍력 프로젝트를 위한 기술 개발에 기여했음.(출처: Equinor(검색일: 2024.8.1.))

275) Recharge News(검색일: 2024.8.1.)

276) Equinor(검색일: 2024.8.1.)

(Petro), 토탈에너지(TotalEnergies), 셸(Shell), 코노코필립스(ConocoPhillips)는 부유식 해상 풍력 발전소 건설 관련 연구를 시작했다. 2027년 가동하는 것을 목표로 추진하고 있으며, 해당 해상풍력단지는 트롤(Troll) 및 오세베르그(Oseberg) 유전에 필요한 전기를 공급할 예정이다.

〈그림 4-7〉 에퀴노르의 해상풍력단지 구상도



자료: OffshoreWind.biz(2023.5.22.)(검색일: 2024.8.25.)

이와 같이 해상풍력 단지를 조성한 결과, 노르웨이의 해상풍력 터빈당 평균 전력은 8.8MW로 유럽에서 4번째로 높으며, 노르웨이의 총 해상풍력 용량은 101MW에 달하는 성과를 도출했다.²⁷⁷⁾ 향후 노르웨이 정부는 2040년까지 30GW의 해상풍력 발전 용량을 할당하겠다고 발표했으며 이를 위해 약 1,500기의 해상풍력 터빈이 설치되어야 한다. 정부는 점진적으로 해상풍력 단지가 들어설 지역을 모색할 예정이다.²⁷⁸⁾

277) Global Wind Energy Council(2023), p. 7.

덴마크는 국가 에너지 및 기후전략(NECP, National energy and climate plans)을 기반으로 재생에너지 전환 정책을 추진하고 있다. 전체 에너지 소비 중 재생에너지 비율을 55%로 늘리고, 전력 사용 부문에서 재생에너지 비중을 100% 달성하여 석탄의 단계적 폐지를 목표로 하는 NECP를 제출했다. NECP에 따르면, 2030년까지 재생에너지 전력 믹스 중 풍력이 10GW로 51.4% 차지할 것을 계획하고 있다.²⁷⁹⁾ 이러한 목표를 달성하기 위해 덴마크는 해상풍력 단지를 적극적으로 조성하고 있다. 1991년 덴마크는 세계 최초의 해상풍력 발전단지인 빈데뷔(Vindeby)를 건설한 것을 시작으로 해상풍력 규모를 확대하고 기술을 향상하여 전체 공급망에서 발생하는 비용을 절감했다. 2021년 기준 덴마크에는 4.7GW의 육상 풍력과 2.3GW의 해상풍력이 설치되었다.²⁸⁰⁾ 특히 덴마크 연안 발트해에 위치한 세계 최초 하이브리드 해상풍력 프로젝트인 크리에거스 플라크(Kriegers Flak)이 약 600MW를 차지했다.²⁸¹⁾ 그 외에도 덴마크 정부는 추가적으로 해상풍력 단지를 조성하고 있다. 2024년 4월 6개 부지에 걸쳐 6GW의 전력을 생산하는 최대 규모의 해상풍력 입찰을 시작했다. 북해 3개 단지에서 최소 3GW, Kattegat에서 1GW, Kriegers Flak II에서 1GW, Hesselø에서 0.8~1.2GW 생산할 예정이다.²⁸²⁾ 그 밖에도 펜션 덴마크(Pension Denmark)는 에스비에르 항만에 최대 70억 DKK(9억 400만 유로)를 투자하여 북해의 대규모 해상풍력 확장을 지원할 수 있는 역량을 강화하고 있다.²⁸³⁾

위 내용을 기반으로 산업 구조를 정리하면 아래와 같다. 우리나라의 해상풍력 시장의 경우, 아직 초기 단계임에 따라 정부와 민간 기업의 협력을

278) EPJ(2023.3.19.)(검색일: 2024.08.01.)

279) 세계에너지시장정보(2022.11.29)(검색일: 2024.08.01.)

280) Danish Energy Agency(2024), p. 10.

281) 위 자료

282) Danish Ministry of Energy(2024.4.24)(검색일: 2024.8.1.)

283) PensionDanmark(2024.9.19.)(검색일: 2024.8.1.)

통해 공급망 구축이 필요한 시점이다. 반면, 북극권 국가의 경우, 해상풍력 단지 건설, 생산, 공급까지 공급망이 구축되어 있다. 그러나, 기업 간 경쟁 구도로 형성되어 있는 것이 아니라, 협력을 기반으로 초국경 그리드를 구축하고 있다.

북극권 시장에 진입한 기업은 이미 기술적 우위를 가지고 있어 새로운 진입자를 방어할 수 있다. 그러나, 우리나라의 경우, 정부의 지원과 정책적 변화로 인해 새로운 기술 및 대규모 자본을 보유하고 있는 기업 및 기관이 진입할 수 있다.

대체재의 경우, 해상풍력의 효율성이 다른 재생에너지 대비 높기 때문에 우리나라 및 북극권 국가에서 모두 해상풍력을 대체할 상품은 거의 없다고 판단된다. 다만, 우리나라는 아직 전통적인 연료를 기반으로 하는 인프라가 주축을 이루고 있어 해상풍력의 가격, 안정적 공급 등 면에서 경쟁력을 강화할 필요가 있다.

북극권 국가 내 에너지 수요가 크지 않기 때문에 구매자의 협상력이 낮은 편이다. 반면, 우리나라의 경우, 정부 및 전력 관련 공기업이 주요 구매자로서 정책 및 법에 영향을 미칠 수 있어 교섭력이 높은 편이다. 그럼에도 불구하고, 민간 기업의 참여가 증가하고 있어 구매자 간 경쟁이 발생하여 교섭력이 낮아지는 추세를 보인다.

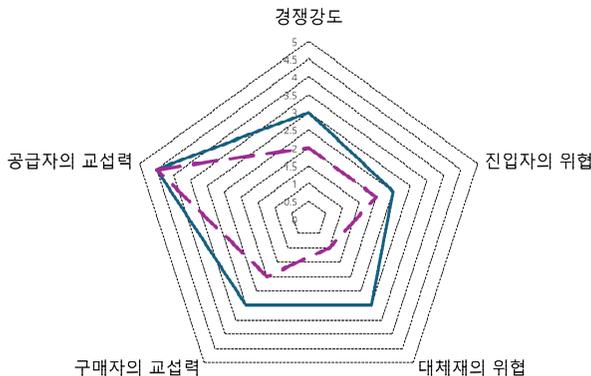
공급자의 경우, 우리나라 및 북극권 국가 모두 소수의 기업 및 기관이 중요한 기술과 자원을 보유하고 있기 때문에 공급자의 교섭력이 매우 큰 편이다.

〈표 4-8〉 한·북극권 국가의 해상풍력 산업구조 비교

요인	우리나라	북극권 국가
기존 기업간 경쟁	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 기업이 진출하였으나, 산업 성숙도가 높지 않기 때문에 경쟁 또한 아직 낮은 수준임 	<ul style="list-style-type: none"> 기본적으로 지역적 범위에서 국제협력을 기반으로 프로젝트를 추진하기 때문에 경쟁 강도가 낮음
잠재적 진입자 위협	<ul style="list-style-type: none"> 높은 초기 투자 비용과 기술적 장벽으로 진입이 어려운 편임 단, 정부의 지원으로 새로운 기업이 진입할 수 있는 가능성이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 극지방의 특수한 환경 조건 및 높은 기술적 요구로 인해 진입 장벽이 높은 편임
대체재의 위협	<ul style="list-style-type: none"> 해상풍력의 높은 효율성과 대규모 발전 가능성으로 인해 다른 재생에너지 대비 경쟁력이 있음 단 아직 석유 및 가스 의존도가 높은 편임에 따라 회귀할 가능성 또한 존재함 	<ul style="list-style-type: none"> 해상풍력의 높은 효율성과 대규모 발전 가능성으로 인해 다른 재생에너지 대비 경쟁력이 있음
구매자의 교섭력	<ul style="list-style-type: none"> 아직 주요 구매자가 정부 및 공기업으로 협상력이 높은 편이지만, 점차 민간 기업의 참여가 증가하면서 교섭력이 낮아지고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 북극권은 에너지 공급이 어려운 지역으로 구매자의 협상력은 일반 지역보다 상대적으로 낮음
공급자의 교섭력	<ul style="list-style-type: none"> 일부 대기업 및 기술 보유 업체만 공급이 가능하기 때문에 공급자의 협상력은 높은 편임 	<ul style="list-style-type: none"> 중요한 기술과 자원을 보유하고 있는 공급자의 교섭력은 높은 편임

자료: KMI 작성.

〈그림 4-8〉 한·북극권 국가 해상풍력 산업구조 비교



자료: KMI 작성.

주: 우리나라: 선, 북극: 점선

2. 성공 사례

1) 인천광역시 - 덴마크 해상풍력 발전소 프로젝트

2024년 2월 인천광역시와 웨스테드(Ørsted)사(社) 간 세계적 수준의 해상풍력산업 개발을 위한 MOU가 체결되었다. 이 협정의 주 목적은 웨스테드(Ørsted) 사(社)의 1.6GW 해상풍력을 인천 앞바다에 실현하는 성공적인 지역 해상풍력 산업을 구축하는 것이다. 동 협력으로 인천시는 지역주민의 이해 증진을 위한 행정 지원 및 해상풍력 정책과 인프라를 구축할 것이며, 웨스테드(Ørsted) 사(社)는 30년간의 풍력발전 노하우를 바탕으로 지역주민, 기업 및 공급 업체에 이익을 제공하는 해상풍력 모델을 개발할 계획이다. 이 프로젝트는 인천에서 70km 떨어진 해상에서 진행되며, 한국의 에너지 전환 및 탄소중립 목표를 지원할 것이다. 프로젝트가 완료되면 약 100만 가구에 청정 에너지를 공급하고, 연간 약 400만 톤의 탄소 배출을 줄일 수 있을 것으로 예상된다.²⁸⁴⁾ 또한 장기적인 투자 유치와 일자리 창출을 통해 지역 경제 활성화에 긍정적으로 작용할 것이다.

2) 한국전력공사(KEPCO)-노르웨이 해상풍력 전력망 협력

한국전력공사(KEPCO)는 노르웨이 DNV(Det Norske Veritas)와 협력하여 해상풍력 발전소에서 생산된 전력을 효율적으로 송전하기 위한 장기 전력망 계획을 세우고 있다. KEPCO는 DNV와 공동으로 한국 서해안의 대규모 해상풍력 발전소에서 생성된 전력을 서울 등 주요 수요 지역으로 송전할 고전압 직류(HVDC) 송전망을 구축하고 있다. 이는 대규모 해상풍력 발전소에서 생성된 전력을 주요 수요 지역으로 전달하기 위한 중요한 작업이다. 또한, KEPCO는 DNV와 함께 송전망 경로의 환경적 영향을 평가하고

284) Ørsted(검색일: 2024.8.20.)

규제 요구사항을 준수하는 방안을 모색하고 있다. 동시에, DNV는 대규모 해상풍력 발전 용량을 전력망에 효과적으로 통합해 경제적이고 기술적으로 최적화된 통합 시스템 제공을 위한 최적화된 시스템을 개발하고 있다. 이 프로젝트는 2025년 중반까지 완료될 예정이며, KEPCO는 기술적, 환경적, 경제적 측면에서 프로젝트를 적극 지원하고 있다. 동 협력으로 2030년까지 한국의 재생에너지 비율을 20%로 끌어올리는 것을 목표로 하고 있다.²⁸⁵⁾

3) 시사점

재생에너지 기반 해상풍력 분야에서 한국과 북극권 국가 간 협력은 환경 보호, 경제 성장, 기술 혁신적인 측면에서 중요한 의미가 있다. 해상풍력은 화석연료 사용을 줄이고 탄소 배출을 크게 감축할 수 있는 청정 에너지 솔루션이다. 이는 기후변화 대응에 중요한 역할을 하며 북극 생태계 보전에 일조할 수 있다.²⁸⁶⁾ 해상풍력 프로젝트는 지역 경제 활성화 및 고용 창출로 지역 사회의 성장을 촉진할 수 있다. 특히 한국의 해상풍력 개발은 지역 항만 인프라와 공급망 강화로 장기적인 경제적 이익을 가져올 수 있다.²⁸⁷⁾ 해상풍력 기술 개발 촉진을 위한 북극권 국가와의 협력은 매우 중요하며, 이는 국내 기업이 글로벌 해상풍력 시장에서 경쟁력을 갖추는데 도움이 된다.²⁸⁸⁾ 2030년까지 한국은 해상풍력 발전 용량을 14.3GW급으로 확장해 지속 가능한 에너지 전환을 이루고자 한다. 이는 한국의 탈탄소화와 에너지 안보에 중요한 역할을 할 것이다.²⁸⁹⁾ 해상풍력 기술 개발 촉진을 위한 북극권 국가와의 협력은 매우 중요하며, 이는 국내 기업이 글로벌 해상풍력 시장에서 경쟁력을 갖추는데 도움이 된다. 또한, 한국은 글로벌 해상풍

285) Offshorewind.biz(검색일:2024.8.1.)

286) CORIO(검색일:2024.8.3.)

287) Energy Tracker Asia(검색일:2024.8.3.)

288) Mayer brown(검색일:2024.8.3.)

289) Deep wind offshore(검색일:2024.7.20.)

력 프로젝트에 참여 및 북극권 국가와의 협력으로 국제 에너지 협력 네트워크를 만들 수 있다. 이는 한국이 글로벌 재생에너지 시장에서 선도적인 위치를 강화할 수 있는 기회를 제공할 것이다.²⁹⁰⁾ 한국과 북극권 국가 간 해상풍력 협력은 청정에너지 전환, 경제 성장 및 기술 혁신을 동시에 이루는데 중추적인 역할을 할 것이다. 이를 통해 한국은 지속 가능한 에너지 미래를 구축을 위한 발판을 마련할 수 있을 것이다.

3. 협력 모델

해상풍력 인프라 구축 사업은 북극해 환경에 맞는 해상풍력 단지를 설계, 건설, 운영하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 극지 환경에 맞는 기술을 개발하고, 해상풍력 기술뿐만 아니라 해저케이블 설치, 해상풍력 설치선 공급 등을 포함한다. 해상풍력 설치선의 경우, 터빈 블레이드 등의 기자재를 운송하기 위해 사용되는데, 우리나라 산(産) 해상풍력 설치선의 수출량이 증가하고 있다.²⁹¹⁾ 미국 등 해외에 우리나라 해상풍력 단지용 해저케이블 공급 또한 증가하고 있다.²⁹²⁾

우리나라의 해상풍력 시장에는 노르웨이 에퀴노르가 진출했으며, 인천시와 덴마크의 오스테드는 해상풍력 업무협약을 체결했고, KMC해운과 덴마크의 에스박트(ESVAGT)는 해상풍력 지원선을 공동운영²⁹³⁾하기로 하는 등 우리나라와 북극권 국가 간 협력은 이미 구축되어 있다. 반면, 우리 기업이 해외 진출한 사례는 소수이다. 만약, 우리나라가 GOWA²⁹⁴⁾에 가입

290) Aegir Insights(2021.5.28.)(검색일: 2024.8.1.)

291) 쉬핑뉴스넷(2024.8.22.)(검색일: 2024.8.30.)

292) LS C&S(2024.7.2.)(검색일: 2024.8.1.)

293) 오피니언뉴스(2024.2.27.)(검색일: 2024.8.1.)

294) 글로벌해상풍력연합(GOWA)는 미국·영국 등 20개 국가(중국 제외)와 글로벌 해상풍력업체 6곳이 가입한 연합체임.

하게 된다면, GOWA는 터빈, 타워, 하부 구조물 등 풍력 발전의 주요 기자재 생산 및 운송에 필요한 선박이 필요하며, 우리나라를 공급처로 활용할 수 있다.²⁹⁵⁾ 더 나아가 우리 기업의 해외 시장을 진출하기 위해서 정부는 MOU를 체결하거나, 북극양자협의회에 협력 의제로 제안할 수 있다.

〈표 4-9〉 해상풍력 인프라 구축 사업 내용

핵심 활동	가치제안	주체
<ul style="list-style-type: none"> 해상풍력 발전 설계·건설·운영 해상풍력 기자재 공급 해상풍력 설치선 공급 극지 환경에 맞는 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 에너지 공급 에너지 안보 강화 일자리 창출 글로벌 경쟁력 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 정부 및 공공기관(한국전력공사 등) (에너지) 현대중공업, 두산중공업, SK오션플랜트 (연구기관) 선박해양플랜트연구소 (케이블) KTmarine, LS전선 (조선) 한화오션 등
핵심 자원	추진 기간	채널
<ul style="list-style-type: none"> 해상풍력 터빈 기술 부유식 플랫폼 기술 해저케이블 기술 전력 변환 및 송전 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 2035~2049 	<ul style="list-style-type: none"> 정부간 협력 채널 글로벌 해상풍력 협의회 북극이사회 및 북극경제이사회
핵심 파트너	정부 역할	고객 관계
<ul style="list-style-type: none"> 북극권 국가 정부 (에너지) 에퀴노르, 오스테드, RWE, Vattenfall, COP-CIP (기술) Siemens Gamesa, Vestas, GE Renewable Energy 	<ul style="list-style-type: none"> 정책 및 규제 완화 외교 양자협력 아젠다로 제안 	<ul style="list-style-type: none"> 장기적 파트너십 구축 지역사회(원주민)와의 협력
비용	환경적 영향	수익
<ul style="list-style-type: none"> 초기 투자 비용 운영 및 유지보수 비용 연구 개발 비용 	<ul style="list-style-type: none"> 탄소 배출 감소 지속가능한 자원 이용 공사 중 소음에 의한 일시적인 영향 및 해저지형 변화 가능성 	<ul style="list-style-type: none"> 해상풍력단지 건설사업 수주 해상풍력단지 운영권 및 지분 투자 기술 라이선싱 탄소 배출권 거래

자료: 김태윤·맹준호(2023) 참고하여)KMI 작성.

295) 한국경제(2024.7.7.)(검색일: 2024.8.1.)

제5절 해양 수소 생산·저장 기술 개발·적용 사업

앞 장에서 언급된 대체에너지(수소, 암모니아) 시스템 개발 및 적용 사업은 해양 수소 생산 및 저장 시스템을 의미한다. 아래 동향 분석 결과, 북극권 국가는 해상풍력을 활용하여 수소를 생산하는 사업에 주력하고 있다. 또한, 우리나라에서 수소는 산업에서의 상용화 단계에 근접한 상태이지만, 암모니아의 경우, 상대적으로 개발 초기 단계에 머물고 있다. 따라서, 본 절에서는 대체에너지(수소, 암모니아) 시스템 개발 및 적용 사업을 해양 수소 생산·저장 기술로 범위를 좁혀 협력 방안을 도출하고자 한다.

1. 동향 분석

우리 정부는 탄소중립의 중간 목표인 2030 NDC를 국제 수준으로 상향하기로 발표했다. 2030 NDC는 2050 탄소중립 선언의 후속 조치로 2018년 대비 매년 4.17%를 감축해야 한다.²⁹⁶⁾ 2030 NDC 상향에 따라 2030년 전력 믹스에서 신·재생에너지 비중이 30.2%가 될 전망이다.²⁹⁷⁾ 2050 탄소중립을 달성하기 위해 그린수소 300만~550만 톤을 포함하여 2,740만~2,790만 톤의 수소가 필요할 것으로 추정되는데 대부분 산업 부문에서 사용될 예정이다.²⁹⁸⁾ 탄소중립 시나리오에는 수소 수요의 80% 이상을 외국 수입으로 가정했지만, 규제혁신과 기술 개발을 통해 그린수소의 국내 생산을 대폭 증가시킬 수 있다고 언급했다.²⁹⁹⁾ 2019년 '수소경제활성화 로드맵' 발표를 시작으로 수소경제위원회를 출범했으며,³⁰⁰⁾ 2021년 10월

296) 대통령직속 2050 탄소중립녹색성장위원회(검색일: 2024.8.26.)

297) 외교부(검색일: 2024.07.26.)

298) Korship(2022.7.15.)(검색일: 2024.8.26.)

299) 2050 탄소중립녹색성장위원회(2021), p. 12.

‘수소선도국가 비전’을 발표하여 다양한 정책과 법령을 정비했다.³⁰¹⁾ ‘수소 선도국가 비전’은 수소 생산, 유통, 활용 전 주기 생태계를 구축하기 위한 전략이다. 재생에너지와의 연계를 통한 그린수소 생산의 가속화 및 블루수소 생산 확대가 목표이다. 특히 그린수소 비율을 2030년에는 50%, 2050년에는 100%로 설정하여 수소 인프라 구축을 계획했다.³⁰²⁾ 그 결과 수소가 2050년 에너지 소비의 33%, 발전량의 23.8%를 차지하는 것을 목표로 하고 있다.³⁰³⁾

해양 수소와 관련하여 정부는 파력과 풍력 등 재생에너지를 활용하여 생산된 전력으로 그린수소를 생산하는 수전해 기술개발과 해상풍력 발전 등을 지원할 예정이다.³⁰⁴⁾ 국내 해양플랜트, 에너지 등 관련 기업은 컨소시엄을 구성하여 그린수소 활용을 위한 연구개발을 추진하고 있다. 2021년 5월 현대중공업, 울산시, 한국석유공사 등이 합작하여 ‘부유식 해상풍력 연계 100MW급 그린수소 생산 실증설비 구축’ MOU를 체결했으며 2025년까지 동해 부유식 풍력단지에 100MW급 해양그린수소 실증설비를 구축하는 사업을 추진 중이다.³⁰⁵⁾ 그 밖에도 한국해양대학교와 한국선급 등은 해상풍력을 이용하여 부유식 수소 생산 해양플랜트 개발사업(Hydrogen FPSO)을 추진하고 있다.³⁰⁶⁾ 중부발전, 제주도, 한국가스공사, 지필로스, 한국선급, 두산중공업, 제주대, 한국조선해양기자재연구원 등은 제주 행원 풍력발전단지에서 3MW급 수전해 시스템을 통해 하루 200kg의 그린수소를 생산 공급하는 ‘그린수소 생산 저장 활용 실증사업’을 진행 중이다.³⁰⁷⁾ 2021년 11월에는 중부발전과 선박해양플랜트연구소가 파력발전 등 해양

300) 이은창, 이슬기, 허선경(2022), pp. 40~41.

301) 산업통상자원부 보도자료(2021.10.7.)(검색일: 2024.8.30.)

302) 대한민국 정부(2024.10.8.)(검색일: 2024.10.10.)

303) 헤럴드경제(2024.11.26.)(검색일: 2024.8.30.)

304) 이은창 · 이슬기 · 허선경(2022), pp. 4.

305) 현대중공업(2021.3.22.)(검색일: 2024.8.30.)

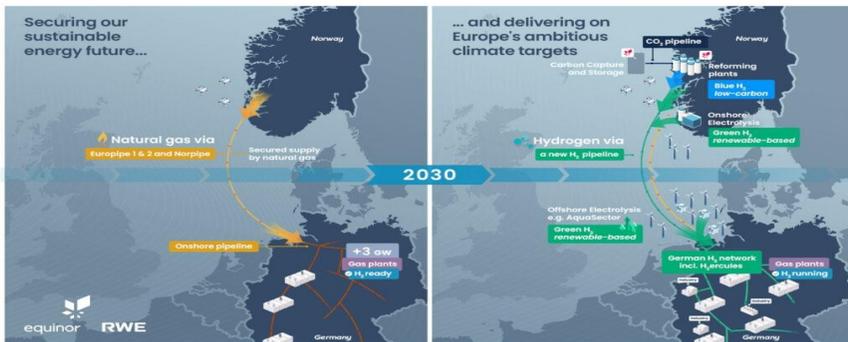
306) H2 뉴스(2021.8.12.)(검색일: 2024.8.30.)

307) 두산중공업(2020.11.25.)(검색일: 2024.8.30.)

에너지 및 해양그린수소 기술개발을 위한 업무협약을 체결하기도 했다.³⁰⁸⁾ 2023년 7월 한국의 선박해양플랜트연구소는 수소 생산 해상플랫폼에 대한 AIP 인증을 미국선급으로부터 획득했다.³⁰⁹⁾

북극권 국가의 경우, 역내 국가 간 국제협력을 통해 수소 에너지를 상용화하고 있다. 2019년 헬싱키에서 북유럽 총리들은 북유럽 지역의 탄소중립을 달성하기 위한 일환으로 저배출 시스템에 대한 장벽을 제거하고 운송 부문을 탈탄소화하는 데 협력하기로 결정했다. 북유럽 5개국은 재생에너지 기반 수소 투자에 관심을 표명했으며 덴마크, 핀란드 노르웨이는 해양 부문의 대체 연료로서 수소의 잠재력에 주목했다. 또한 노르딕 협력(북유럽 각료회의의 기후 및 환경 고위 공무원 위원회)을 통해 북유럽 지역의 녹색 운송에 대한 북유럽 협력을 개발하기로 발표했다. 그 밖에도 2023년 1월 독일 부총리와 노르웨이 총리는 에퀴노르와 RWE의 수소 생산 및 독일 수출을 위한 인프라 등의 공동 계획을 발표했다.³¹⁰⁾ 스타트크래프트(Statkraft)와 독일 HH2E는 전해조 및 수소 생산 시설에 관한 계약을 체결했다.³¹¹⁾

〈그림 4-9〉 에퀴노르의 수소 생산 및 수출 단지 구상도



자료: 월간수소경제(2023.1.6.)(검색일: 2024.8.25.)

308) 이은창, 이슬기, 허선경(2022), pp. 40~41.

309) 선박해양플랜트연구소(2024.7.20.)(검색일: 2024.8.30.)

310) Equinor(2023.9.4.)(검색일: 2024.9.10.)

311) 선박해양플랜트연구소(2024.7.20.)(검색일: 2024.8.30.)

노르웨이는 수소 분야에서 상당한 R&D 전문 지식을 축적했다. 알칼리 전기 분해를 포함한 저온 연료 전지 및 전해조, 금속 하이브리드 수소 및 수소 저장 연소 분야, 수소 탱크와 같은 해양용 수소 기술 개발 등 수소 산업의 전체 공급망에 걸쳐 인프라 구축, 기술 개발 등에 투자하고 있다. 예를 들면, 노르웨이의 화학 대기업인 야라(Yara) 사(社)는 선박용 암모니아 저장 및 급유 플랫폼 운영을 2025년부터 시작할 예정이다.³¹²⁾ 또한, 노르웨이 정부는 수소 공급망 구축을 위한 인프라 구축 및 기술 개발을 위해 국가 보조금의 규모를 2015년 860만 유로에서 2022년 1억 6,680만 유로로 증가했다.³¹³⁾ 에노바(ENOVA) 사(社)는 수소 및 암모니아로 구동되는 7척의 연안 선박이 추가 기술 개발 및 최종 사용할 수 있도록 5개의 생산 시설을 포함한 해양 산업의 수소 투자에 1억 2,000만 유로를 지원받았다.³¹⁴⁾ 또한 노르웨이는 풍력 에너지를 사용하여 해수에서 녹색 수소를 추출하는 시스템인 딥 퍼플(Deep Purple)을 개발했다. 딥 퍼플은 해상풍력 에너지를 사용해 해양 수소를 생산하고 압축되어 해저에 저장된 수소는 필요에 따라 재생에너지를 제공하는 데 사용된다. 딥 퍼플 프로젝트를 통해 가압 그린 수소 형태의 에너지를 생산하여 오프그리드 소비자에게 안정적인 전력을 제공하고 수소를 고용량 배터리로 저장하여 재전기화한 소비자에게 공급하거나 파이프라인을 통해 해안으로 수출한다. TechnipFMC가 주도하는 이 프로젝트는 2018년 노르웨이 연구위원회로부터 105만 유로를 지원받았으며 2021년 Innovation Norway로부터 96억 3,500만 유로를 지원받았다.³¹⁵⁾

덴마크는 해상풍력 에너지를 이용하여 수소를 생산하고, 이 수소를 기반으로 친환경 연료를 만드는 프로젝트를 다수 추진하고 있다. 첫째, Green Fuels for Denmark³¹⁶⁾ 프로젝트는 2030년까지 이산화탄소 배출량을 70% 줄이겠다는 덴마크의 목표에 크게 기여하는 동시에 항공 및 해운을 위한

312) 월간수소경제(2022.4.4.)(검색일: 2024.8.30.)

313) RRIFS Potsdam(2023.06), "Norway's Internal and External Hydrogen Strategy", p. 8.

314) Maritime Executive(2024.6.20)(검색일: 2024.8.30.)

315) Ocean Hyway Cluster(2024.1.7.)(검색일: 2024.8.30.)

316) 해당 프로젝트에는 코펜하겐 공항, A.P. Moller-Maersk, DSV, DFDS, 오스테트 등 대기업이 참여하고 있음.

지속 가능한 연료를 개발하는 것에 중점을 두고 있다. 이를 위해 2~3GW의 해상풍력으로 구동되는 1.3GW 전해조가 구축될 것이며 규모가 확장될 시에 매년 25만 톤 이상의 친환경 연료를 운송 부문에 공급할 수 있다.³¹⁷⁾ 그 밖에도 덴마크 코펜하겐에 위치한 아베되레 홀메(Avedøre Holme) 발전소는 대규모 해양 재생에너지 생산과 녹색 수소 생산을 목표로 하는 H2RES 프로젝트를³¹⁸⁾ 추진하고 있다. 해당 프로젝트를 통해 2MW 전해조에서 매일 1톤 이상의 녹색 수소를 생산할 계획이다.

위 내용을 기반으로 산업구조를 분석한 내용은 다음과 같다. 우리나라는 대기업이 주도적으로 경쟁하고 있으나, 북극권 국가에 비하면 산업 성숙도가 높지 않다. 노르웨이와 덴마크는 해상풍력과 수소 에너지 분야에서 생산, 기술 개발, 공급까지 전체 공급망을 구축하고 있으며, 타 국가와의 경쟁보다는 공동 프로젝트를 통한 국제협력을 기반으로 시장을 형성하고 있다. 수소와 암모니아 산업의 특성상 높은 기술력과 자본력이 요구됨에 따라 신입 진입자의 위협이 크지 않은 편이다. 특히 북극권 국가의 경우, 기술적 우위와 자원 접근성에서 강점을 가지고 있어 신규 진입이 더욱 어렵다. 대체에너지(암모니아, 수소)는 기존 화석 연료를 대체하는 에너지원이다. 우리나라의 경우, 암모니아, 수소 등 대체에너지 기술 개발 및 적용을 위해 초기 투자하는 단계로 아직 기존 화석 연료에 대한 의존도가 높다. 반면, 북극권 국가들은 재생에너지 및 대체에너지로 전환 속도가 우리나라보다 빠른 편으로 다시 화석연료로 회귀할 가능성은 낮다. 우리나라와 북극권 국가 모두 정부나 대기업이 구매자이며, 정부의 경우, 관련 법을 제정하거나 규제를 적용하기 때문에 산업에 큰 영향을 미치기 때문에 구매자의 교섭력은 높은 편이다. 공급자 역시 우리나라와 북극권 모두 대기업이나, 우리나라의 경우, 일부 원자재나 기술에 대한 의존도가 있어, 교섭력이 낮은 편은 아니다.

317) Ørsted(2021.3.31.)(검색일: 2024.8.30.)

318) 이 프로젝트를 추진하고 있는 컨소시엄은 오스테드(Ørsted), Everfuel, DSV, 그린 수소 시스템(Green Hydrogen Systems), 수소 덴마크(Hydrogen Denmark), Nel, 덴마크 TSO Energinet으로 구성되어 있음.

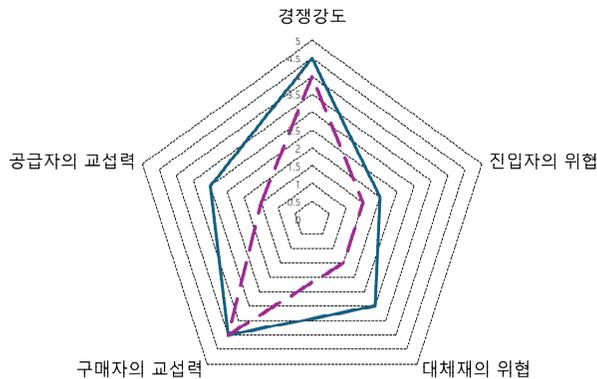
반면, 북극권 국가는 자립적인 공급망을 구축하고 있어 공급자의 교섭력이 낮다.

〈표 4-10〉 한·북극권 국가의 해양 수소 산업구조 비교

요인	우리나라	북극권 국가
기존 기업 간 경쟁	• 정부의 적극적인 지원을 기반으로 국내 대기업의 경쟁이 높은 편임	• 경쟁이 높은 편이지만, 지역적 범위의 협력이 많이 진행되고 있음
잠재적 진입자 위협	• 대기업이 이미 시장을 선점하고 있는 부분이 있어 진입 장벽이 높아 신규 진입자의 위협은 낮은 편임	• 해상풍력 및 수소 기술은 대규모 투자가 필요하고, 특히 북극권 국가의 규제가 엄격하여 신규 진입이 어려운 편임
대체재의 위협	• 정부의 에너지 전략에서 수소·암모니아 기술 개발은 중요한 부분을 차지하고 있지만, 여전히 화석연료에 대한 의존도가 높음	• 화석연료의 의존도가 낮아지고 있음에 따라 대체재의 위협은 낮은 편임
구매자의 교섭력	• 정부가 수소 인프라의 주요 구매자로서 상당한 영향을 미침에 따라 구매자의 교섭력은 높은 편임	• 주요 구매자는 산업에 큰 영향을 미칠 수 있는 정부와 대기업이기 때문에 교섭력이 높은 편임
공급자의 교섭력	• 시장을 리드하고 있는 대기업은 규모의 경제로 인해 협상력이 높은 편임 • 단, 수입 원자재나 해외 기술에 의존하고 있는 부분이 있어 공급자의 교섭력을 높임	• 노르웨이와 덴마크는 해상풍력을 기반으로 수소를 생산할 수 있기 때문에 외부 공급자에 대한 의존도가 낮으며, 강한 기술력을 보유하고 있음에 따라 교섭력이 낮은 편임

자료: KMI 작성.

〈그림 4-10〉 한·북극권 국가 대체에너지 시스템 산업구조 비교



자료: KMI 작성.

주: 우리나라: 선, 북극: 점선

2. 성공 사례

1) KRISO-미국 해양 수소·암모니아 생산 플랫폼 설계 협력

KRISO(한국선박해양플랜트)와 미국선급협회(ABS)는 해양 재생에너지를 활용해 수소 및 암모니아 생산 플랫폼을 개발하는 공동 프로젝트를 추진하고 있다. 2023년 9월, KRISO의 해양 수소·암모니아 생산 플랫폼은 ABS로부터 원칙 승인을 획득했다. 이 플랫폼은 해상에서 전기 분해로 수소를 생성하고 이를 이용해 암모니아를 합성하는 구조로 되어 있으며, 해수 담수화 시스템, 전기 분해 시스템, 수소 압축 시스템, 공기 분리 장치, 암모니아 합성 시스템으로 구성되어 있다. 해양 재생에너지를 활용해 무탄소 수소·암모니아 생산 기술을 개발 중인 KRISO는 이 기술로 해양 환경에서의 탄소중립을 이루고자 한다. KRISO는 플랫폼 설계와 주요 기술 개발을 담당하고, ABS는 국제 규제 지침 및 안전 요구 사항 분석을 수행하고 있다.³¹⁹⁾ 양사는 원격 지역과 섬 지역에 안정적인 전력을 공급할 수 있는 해양 수소·암모니아 생산 플랫폼을 구축할 계획으로 향후 해양에너지 시장에서 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.³²⁰⁾

2) 삼성물산 노르웨이 암모니아 수입 터미널 협력

삼성물산 엔지니어링 & 건설 그룹(Samsung C&T E&C Group) 노르웨이 야라 클린 암모니아(Yara Clean Ammonia)는 강원도에 한국 최초의 암모니아 수입 터미널 건설을 진행 중이다. 터미널은 석탄과 암모니아를 혼합 연소해 전력을 생산할 계획이며, 암모니아 저장, 하역 및 운송을 위한 시설도 구축될 예정이다. 또한, 암모니아를 안전하게 보관하기 위한 3만 톤 규모의 이중벽 저장 탱크 설비도 마련될 예정이다. 연간 최대 110

319) WNN(검색일:2024.8.2.)

320) Ammonia Energy Association(2024.08.02.)(검색일: 2024.8.2.)

만 톤의 온실가스 배출을 줄일 수 있을 것으로 기대되며, 삼성물산은 터미널 안전의 확보를 위해 실시간 환경 모니터링 시스템과 차단 시스템을 설치할 방침이다.³²¹⁾ 한국남부발전(KOSPO)과 협력해 진행 중인 이 프로젝트는 2027년 완공을 목표하고 있다. 완공 후 암모니아 혼합 연료를 사용으로 대기 오염 감소와 대기질을 개선에 기여할 예정이다.³²²⁾

3) 시사점

해양에서 수소와 암모니아의 생산 및 저장 기술 개발은 한국과 북극권 국가 간 국제협력이 필요한 이유 중 하나는 기술 개발과 국제 규제 및 안전 지침 분석 등 역할을 분담할 수 있다는 점이다. 즉, 우리나라에서 개발한 기술을 미국선급협회와 같이 북극권 기관이 국제 규제를 분석하고, 법·제도적 기반을 구축할 경우, 기술에 대한 신뢰성을 높일 수 있다. 뿐만 아니라 공동으로 기술을 개발할 경우, 국제적으로 표준화되고, 운영 효율성을 높이는데 기여할 수 있다. 또한, 이러한 기술은 전통적인 에너지에 대한 의존도를 감소시키고 에너지 자원의 다양화를 촉진하여 에너지 안보 강화에 기여할 수 있다.³²³⁾ 특히, 에너지 공급이 어려운 북극 지역의 경우, 원격 운영 기술을 통해 안정적으로 에너지를 공급할 수 있다.

북극 지역의 지속가능한 발전을 넘어서 장기적으로 탄소중립 목표 달성에 중요한 기여를 할 수 있다. 예를 들어, 앞서 설명했듯, 삼성물산의 암모니아 수입 터미널 프로젝트는 연간 최대 110만 톤의 온실가스 배출을 줄일 수 있을 것으로 예상되며, 이는 암모니아를 활용한 혼합 연소 방식이 기존의 석탄 연소 대비 환경에 미치는 영향을 줄일 수 있다. 또한, 새로운 산업 성장을 경제발전의 모멘텀으로 활용하여 우리나라는 해양에서 수소 및 암모니아를 저장 및 생산하는 기술로 국제적인 경쟁력을 확보할 수 있다.³²⁴⁾

321) Decarbonisation technology(검색일: 2024.7.20.)

322) Samsung C&T(검색일: 2024.8.20.)

323) The Arctic Institute(검색일: 2024.8.2.)

3. 협력 모델

해상풍력, 조력 등 해양 재생에너지를 활용하여 수소 생산, 저장, 운송 등 업스트림부터 다운스트림까지 필요한 인프라 및 기술 개발 및 적용을 해당 사업의 주요 골자로 한다.

〈그림 4-11〉 해양 그린수소 생산 플랫폼 개념화



자료: BHI(검색일: 2024.8.25.)

노르웨이와 덴마크의 경우, 풍력과 같은 재생에너지 자원을 활용한 수소 생산을 시도하고 있지만, 효율적으로 관리하고 안정적인 전력을 공급할 수 있는 스마트 전력망과 같은 기술적 인프라가 부족한 실정이다. 반면, 우리나라는 상대적으로 선진화된 해양플랜트 기술 및 해양 엔지니어링 기술을 보유하고 있다. 따라서, 북극권 국가의 풍부한 재생에너지 자원과 우리나라의 엔지니어링 기술을 결합한다면, 상호보완성 협력 모델을 구축할 수 있다. 정부 및 공공기관은 수소 산업의 활성화를 위해 관련 법령 제정 및 개정, 규제 완화 등을 통해 기술 혁신을 촉진하고 기업의 참여를 유도해야 한다. 또한, 북극권 국가들과 외교적 의제로서 제안하고, 국제 규제 및 표

324) The Arctic Institute(2022.8.1.)(검색일:2024.8.3.)

준을 설정하는 데 있어 주도적인 역할을 해야 한다. 대형 에너지 기업의 경우, 극지 환경에 맞는 해양 수소 생산, 저장, 운송 기술을 개발하고, 북극에서의 실증사업을 통해 개발된 기술의 성능을 검증하고, 이를 통해 얻은 데이터를 바탕으로 기술을 최적화할 수 있다.

〈표 4-11〉 해양 수소 생산·저장 기술 개발·적용 사업 내용

핵심 활동	가치제안	주체
<ul style="list-style-type: none"> 수소 및 암모니아 생산, 저장, 운송 기술의 공동 연구 개발 해양 플랜트 설계 및 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 지속가능한 북극 발전 탄소배출 감소 지속가능한 에너지 공급 에너지 자립도 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 정부 및 공공기관(한국가스공사, 한국석유공사 등) 대형 에너지 기업(현대중공업, 두산중공업 등) 연구기관(한국해양대학교, 선박해양플랜트연구소 등)
핵심 자원	추진 기간	채널
<ul style="list-style-type: none"> 극지 해양 플랜트 기술 부유식 플랜트, 수소 저장 및 운송시설 전문 인력 	<ul style="list-style-type: none"> 2035~2049 	<ul style="list-style-type: none"> 정부 간 협력 채널 연구 협력 플랫폼 북극이사회 및 북극경제 이사회
핵심 파트너	정부 역할	고객 관계
<ul style="list-style-type: none"> (암모니아)야라 클린 암모니아(노) (전력)에퀴노르(노), RWE(노), 스타트크래프트(노) (수소)에노바(노) 	<ul style="list-style-type: none"> 수소 및 암모니아 시스템 개발을 위한 정책 마련 북극권 국가와의 관련 분야 MOU 체결 수소 및 암모니아 인프라 공공 투자 및 개발 표준화 인증 획득을 위한 지원 	<ul style="list-style-type: none"> 장기적 파트너십 구축 지속적 기술 지원 극지 환경 맞춤형 솔루션 제공
비용	환경적 영향	수익
<ul style="list-style-type: none"> 연구 개발 인프라 구축 인프라 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 대체에너지 사용 확대 자원 효율성 개선 탄소 배출 감소 해양 생태계 보호 	<ul style="list-style-type: none"> 수소 및 암모니아 판매 기술 라이선싱 컨설팅 및 기술 서비스 탄소 배출권 거래

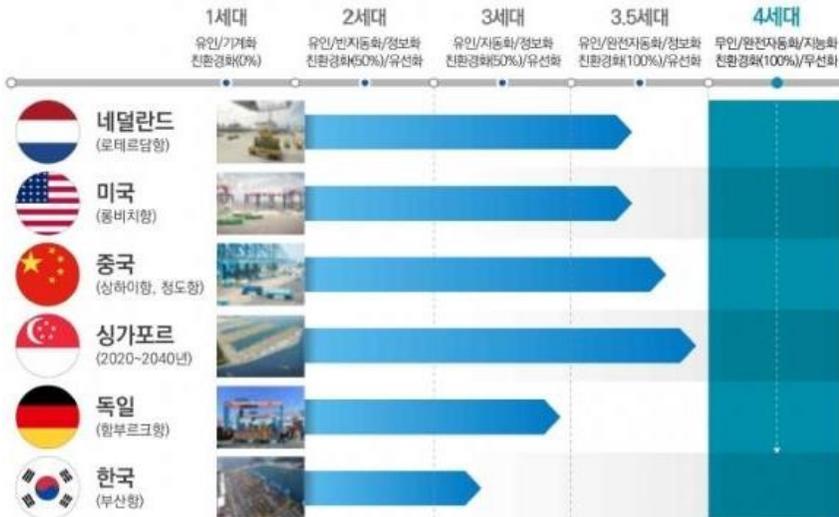
자료: KMI 작성.

제6절 스마트 항만 구축 사업

1. 동향 분석

스마트 항만은 항만 내 화물이동을 위한 크레인, 자동화 안벽 크레인(C/C), 자동 야드 크레인(ARMGC), 자동 이송 장비(L-AGV)와 항만 운영 시스템(TOS), 분석 소프트웨어, 유무선 통신망 등을 유기적으로 연결·관리하는 시스템 산업을 포함한다.³²⁵⁾ 해양수산부에 따르면 네덜란드 로테르담항, 중국 상하이항 등 세계 주요 항만 대비 국내 스마트 항만 기술력 및 스마트 항만 구축 속도는 약 1.8년(운영시스템)~3.8년(이송 장비 분야)이 지연된 상태이다.³²⁶⁾

〈그림 4-12〉 주요국 스마트 항만 기술력 지표 지역별



자료: 한국해양수산개발원(2018.12.)

325) 한국무역협회(2023.1.19.)(검색일: 2024.8.27.)

326) 해양수산과학기술진흥원(2024), p. 9.

현재 전 세계 항만 기술 산업 시장 규모는 2021년 9.4조 원 수준이며, 스마트 항만 장비 도입 등으로 2024년에는 10.9조 원 규모로 성장할 것으로 전망하고 있다. 현재 한국의 항만 기술 산업의 규모는 약 1.2조 원 수준이며 진행 중인 국내 항만 기술 산업 중 부품 국산화율은 45%에 달한다. 이에 2023년 해양수산부는 2031년까지 3.9조 원 수준의 규모와 65%의 부품 국산화율을 목표로 하는³²⁷⁾ ‘스마트 항만 기술 산업 육성 및 시장 확대 전략’을 수립하고 이를 발표하였다. 한진중공업 등 토종 업체들이 항만 장비 제작 기술을 보유하고 있으며, 무인 장비 자동 제어 분야는 서호전기가 세계 2위 입지를 구축하며 두각을 나타내고 있다. 터미널 운영 시스템 시장은 토탈소프트뱅크, 싸이버로지텍이 상위권에서 명성을 쌓고 있지만 업체 대부분의 경쟁력은 미약한 수준이다. 부산, 창원 등 약 3,659개 항만 연관 사업이 소재하고 있지만 대부분 영세하고 혁신 기술이 전무하다.³²⁸⁾ 특히, 스마트 항만은 야드 내 자유롭게 이동하는 자율주행트럭 AGV 기술의 경우, 유럽이나 싱가포르에 비해 개발 및 적용 시기가 늦은 편이다. 다만, 부산항 신항 7부두 2~5단계 구역에 국내 최초 완전 자동화 컨테이너 터미널을 개장했다. 이 밖에도 정부는 항만 경쟁력을 강화하기 위해³²⁹⁾ 인천신항 1-2단계 컨테이너 터미널을 완전 자동화 터미널로 구축해 2027년에 개장할 계획이다.

현재 세계 항만 중 스마트 항만 기술이 가장 발전하고 도입되어 있는 국가는 중국 다음으로 네덜란드의 로테르담항, 독일의 함부르크항, 벨기에의 앤트워프항, 미국의 LA 롱비치항 등이 있다. 미국은 북극권 국가 중에서는 유일하게 완전 자동화 항만을 보유하고 있으며, 완전 자동화 항만인 LA 롱비치항은 디지털 기술을 이용한 디지털 허브 항만으로 자리하고 있다. 특히, 마이크로소프트, 아마존, 월마트 등 글로벌 소프트웨어, 물류 기업의 기술과 연계하여 항만의 경쟁력을 상승시켰다. 미국은 바이든 정권 하에

327) 해양수산부 보도자료(2023.1.19.)(검색일: 2024. 3. 3.)

328) 인더스트리뉴스(2023.8.30.)(검색일: 2024.8.30.)

329) 인더스트리뉴스(2024.3.7.)(검색일: 2024.8.30.),

시행되었던 인프라 법안(IIJA)을 기반으로 2022년 말 알래스카 연안 지역 4개 항만에 1억 1,200만 달러 규모를 투자하기 시작하였으며 이후 5년 동안 항만 개발 프로그램(PIDP)에 22억 5,000만 달러의 추가 자금 중 일부를 지원받게 되었다.³³⁰⁾³³¹⁾ 이와 같이 항만 인프라 개선을 통하여 알래스카 지역 항만 시설을 재정비하고 항만 경쟁력을 강화하기 위한 노력을 기울이고 있다. 그럼에도 불구하고, 알래스카 지역 항만의 스마트화까지는 다소 시간이 소요될 전망이다.

러시아는 2021년 블라디보스토크 항만을 러시아 최초의 스마트항만으로 발전시키기 위하여 FESCO그룹, IT기업인 BINOM, NtechLab 등과 함께 주요 계약을 체결했다.³³²⁾ 인공지능, 빅데이터, 원격 시스템 접근 등 항만 운영 프로세스를 실시간으로 모니터링하여 항구의 생산성을 개선하고 환경적 지속 가능성을 높여 항만 운영의 효율성을 높이기 위한 발전은 시작하였다. 하지만 최근 우크라이나와의 전쟁으로 인한 서방 제재로 인하여 항만의 차질이 생겼으며 현재 러시아의 재정난이 지속되고 있는 만큼 러시아 내 항만의 스마트화 진행 또한 시간이 소요 될 것이라는 전망이 존재한다.

덴마크의 코펜하겐-말뫼항은 지난 2019년을 시작으로 스마트 항만을 위하여 지속적인 투자를 진행하고 있다.³³³⁾ 뿐만 아니라 항만을 포함한 코펜하겐 도시 자체적인 스마트 시티 구축을 동시에 진행하여 항만의 효율성 개선을 가속화했다. 특히, 코펜하겐-말뫼항에 모든 선박 유형을 수용할 수 있으며 선박의 입출항 또한 원격으로 모니터링이 가능하고 항만 부두 검사에는 드론을 사용하여 효율성을 높였다.³³⁴⁾

스웨덴의 주요 스마트 항만으로는 스톡홀름 항만이 있다. 스톡홀름 항만은

330) Port of Alaska(2022.10.26.)(검색일: 2024.8.29.)

331) Port of Alaska(2022.10.26.)(검색일: 2024.8.29.)

332) Port Technology(2021.9.3.)(검색일: 2024.6.23.)

333) Copenhagen Malmö Port(2019), p. 33.

334) Maritime Professional(2022.6.13.)(검색일: 2024.6.23.)

비교적 이른 시기에 항만의 스마트화 발전을 진행하였으며, 차량 자동화, 원격 트래킹 등과 같은 스마트 기술을 통하여 항만 통제 시스템과 같은 항만 운영의 효율성을 제고했다. 스웨덴 해사청은 항만과 관련된 디지털 기술과 같은 스마트화를 위하여 주요 기업 커뮤니티 등과 협력하여 진행하여 신속한 스마트 항만 기술을 상용화했다.³³⁵⁾

핀란드는 하미나코트카 항만은 항만의 운영을 위하여 5G 네트워크 체계를 구축하였으며, 또 다른 핀란드 지역 항만인 오울루항은 디지털 기술을 이용한 디지털 트윈 모형을 구축하여 항만을 운영하고 있다. 항만 활동으로 인해 생산된 데이터를 AURA 플랫폼을 통해 수집 및 관리한다.³³⁶⁾

최근 캐나다는 밴쿠버 지역 주요 항만에 5G 네트워크 기술을 구축할 계획으로 이를 통하여 터미널 운영의 효율성을 개선하고 IoT 및 AI솔루션을 채택하여 이를 통하여 터미널 운영의 효율성을 개선하기 위한 노력을 하고 있다. 최근 해운업계에서 탈탄소화와 관련된 환경규제가 시행되고 있는데 밴쿠버항은 Climate Smart 프로그램을 통하여 밴쿠버항 운영 간 탄소 배출을 줄이고 에너지를 효율적으로 사용하기 위한 인증 제도를 시행하고 있다.³³⁷⁾

위 내용을 기반으로 우리나라와 북극권 국가의 스마트 항만의 산업구조를 비교하면 다음과 같다. 극지 환경에도 작동되는 기술을 보유하고 있어야 북극 항만에 적용할 수 있음에 따라 북극권 지역 내 새로운 진입자의 위협은 낮은 편이다. 반면, 우리나라 스마트 항만의 경우, 상대적으로 요구되는 기술의 복잡성이 낮기 때문에 새롭게 진입할 수 있는 기회가 존재한다. 우리나라와 북극권 국가 모두 스마트 항만 기술을 대체할 기술은 보유하고 있지 않으며, 주요 구매자는 정부와 대형 항만 운영사로 강한 교섭력을 가지고 있다. 공급자의 교섭력의 경우, 북극권 국가의 공급자는 극지에

335) SWARCO(검색일: 2024.8.30.)

336) LOTIS(2021.10.13.)(검색일: 2024.8.30.)

337) Port of Vancouver(검색일: 2024.8.30.)

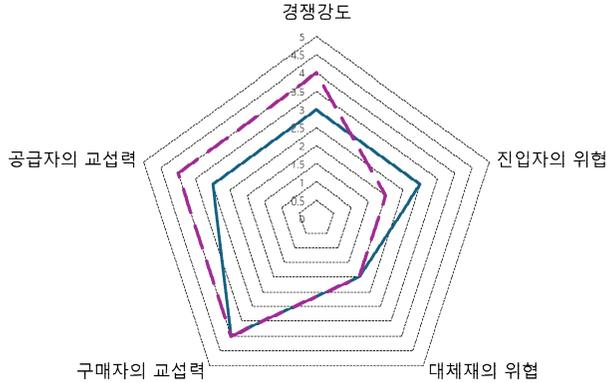
적용 가능한 고급 기술을 보유하고 있기 때문에 상대적으로 높은 교섭력을 보유하고 있다. 반면, 우리나라는 해외 의존도가 높아 공급자의 교섭력이 높지만, 정부의 주도로 국산화 정책 추진하고 있음에 따라 공급자 간 경쟁이 심화될 수 있다.

〈표 4-12〉 한·북극권 국가의 스마트 항만 산업구조 비교

요인	우리나라	북극권 국가
기존 기업간 경쟁	<ul style="list-style-type: none"> • 우리나라의 스마트 항만은 상대적으로 성숙하지 않은 시장으로, 일부 대형 기업과 기술을 보유한 중견 기업들이 시장을 선도하고 있으나, 전반적으로 국내 기업들의 경쟁력은 글로벌 수준에 비해 미약한 편임 • 우리나라의 스마트 항만 기술력은 세계시장 대비 개발 및 적용 속도가 느린 편임에 따라 향후 기술 개발 경쟁이 심화될 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권 국가들은 스마트 항만 기술 도입을 위해 적극적인 투자와 개발을 진행하고 있음 • 즉, 기술 발전과 국가간 경쟁이 심화되고 있음
잠재적 진입자 위협	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 항만 산업은 자동화 장비, 시스템 통합 기술 등 고도의 기술력, 대규모 자본, 그리고 항만 운영에 대한 깊은 이해가 필요하기 때문에 진입 장벽이 높은 편임 • 정부는 2031년까지 스마트 항만 산업을 3.9조 원 규모로 성장시키고, 부품 국산화율을 65%로 높이는 것을 목표로 하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극의 특수한 환경에 맞는 기술적 요구 사항으로 인해 새로운 진입자가 진입하기 어려움
대체재의 위협	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 항만 기술은 기존의 전통적인 항만 운영 방식을 대체하는 것으로 기술적인 면에서 대체재의 위협은 낮은 편임 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 항만 기술은 항만 운영의 효율성을 극대화하고, 환경적 지속 가능성을 강화하는 핵심 기술임에 따라 대체재의 위협이 낮은 편임
구매자의 교섭력	<ul style="list-style-type: none"> • 항만 운영자, 정부 기관, 대형 물류 기업들이 주요 구매자로서 투자 규모가 크기 때문에 강한 교섭력을 가질 수 있음 • 특히, 정부가 스마트 항만 구축을 주도하면서 구매자(정부 및 공공기관)의 교섭력이 매우 강한 편임 	<ul style="list-style-type: none"> • 항만 운영자, 정부 기관, 대형 물류 기업들이 주요 구매자로서 투자 규모가 크기 때문에 강한 교섭력을 가질 수 있음 • 특히, 정부가 스마트 항만 구축을 주도하면서 구매자(정부 및 공공기관)의 교섭력이 매우 강한 편임
공급자의 교섭력	<ul style="list-style-type: none"> • 우리나라의 스마트 항만 기술 산업에서 부품 국산화율은 현재 45% 수준임. 이는 핵심 기술과 부품이 여전히 해외에 의존하고 있음을 의미하며, 특정 해외 공급자들의 교섭력이 높다고 판단할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권 국가에서 극지환경에 적용 가능한 마트 항만 기술을 보유한 기업은 소수임에 따라 공급자의 교섭력을 높은 편임

자료: KMI 작성.

〈그림 4-13〉 한·북극권 국가 스마트 항만 산업구조 비교



자료: KMI 작성.

주: 우리나라: 선, 북극: 점선

2. 성공 사례

1) 현대중공업-스위스, 미국 스마트 항만 협력³³⁸⁾

2021년 1월 14일 현대중공업은 스위스 기업 ABB사와 스마트 항만 서비스 분야 협력을 강화하고 선박 배기가스 배출 최소화를 위한 ‘토털 서비스 솔루션’ 구축 협정을 체결했다. 동 협정에 따라 양사는 스마트 터미널 자동화 시스템, 자동 크레인, 로봇 운송 시스템, 자율 선박용 추진 시스템 및 전력 관리 시스템 개발에 협력하고 있다. 또한, 현대중공업은 미국 기업 IBM사와 빅데이터 분석 기반 항만 운영 최적화 시스템, 자율 선박 데이터 분석 및 운영 최적화 솔루션 등의 프로젝트를 진행하고 있으며, 이러한 시스템 도입으로 최적화된 항만 운영 및 예측 시스템 개발로 효율적인 운영 비용 절감을 기대하고 있다.³³⁹⁾

338) ABB, ABB and Hyundai Global Service offer engine optimization to cut ship emissions (검색일: 2024.5.27.)

2) 삼성 SDS-독일, 미국 스마트 항만 협력

2016년 6월 28일 삼성 SDS사와 독일 SAP사는 한국 및 아시아 태평양 지역 고객에게 클라우드 기반 SAP 솔루션 제공 협정을 체결했다. 협정에 따라 양사는 스마트 항만 및 물류 시스템 개발에 협력 중이며, SAP의 ERP 시스템과 삼성 SDS의 물류 솔루션을 결합해 항만 운영 효율성을 높이고 있다.³⁴⁰⁾ 2019년 8월 7일 삼성 SDS는 미국 마이크로소프트와 파트너십을 체결했으며, 양사는 클라우드 기반 스마트 항만 관리 시스템 개발에 협력 중이다. 이를 통해 실시간 데이터 분석 및 항만 운영 최적화 방향을 추진하고 있다.³⁴¹⁾

3) 한국-북극권 국가 간 스마트 항만분야 협력

국제 정치 상황을 제외하면 한국과 북극권 국가 간 스마트 항만 분야 협력의 잠재력은 높다. 한국은 러시아와 스마트 항만 및 LNG 운반선 분야에서 협력해 왔다. 대우조선해양(DSME)과 삼성중공업은 러시아 기업과 협력해 북극 운송을 위한 스마트선박 및 항만 기술을 개발해 왔다.³⁴²⁾ 삼성중공업은 러시아 즈베즈다(Zvezda) 조선소와 아틱 LNG 2(Arctic LNG 2) 프로젝트에 투입될 LNG 운반선 15척의 건조 계약을 체결했으나, 우크라이나 사태로 인한 경제 제재로 10개 블록의 생산이 중단되었다.³⁴³⁾ 대우조선해양(현 한화오션)도 경제 제재로 러시아 선주가 계약금을 지불하지 못해 협력이 중단되었다. 이러한 상황으로 현재 양국 간 스마트선박·항만 기술 개발 사업은 중단된 상태다.

339) 브릿지경제(2024.7.26.)(검색일: 2024.8.20.)

340) SAMSUNG SDS(2024.7.26.)(검색일: 2024.7.20.)

341) SAMSUNG(2023.12.26.), Samsung, Microsoft Expand Strategic Partnership to Deliver Unified Experiences Across Mobile Devices(검색일: 2024.7.2.)

342) The Arctic Institute(2024.7.27.), Shifting Ties: Navigating Complexities in Russia-South Korea Relations in Arctic Geopolitics(검색일: 2024.8.2.)

343) The Maritime Executive(2024.7.27.), Samsung Heavy Industries Stops Russian LNGs Despite Slowing Orders(검색일: 2024.8.20.)

한편, 우리나라는 핀란드 및 스웨덴과도 스마트 항만 및 친환경 기술 개발 분야에서 데이터 교환, 물류 최적화 및 친환경 운송 솔루션 개발 분야에서 협력하고 있다.³⁴⁴⁾ 핀란드와는 주로 스마트 항만 및 친환경 기술 개발 분야 협력으로 북극해의 환경 오염을 줄이고 안전한 해상운송을 지원하고 있다. 핀란드는 한국과 AI, 로봇 공학, 자율주행, 무선기술 활용 분야에서 협력하고 있으며, 국내 스타트업 기업들은 핀란드를 유럽 시장 진출의 열쇠로 삼고 있다. 스웨덴과는 스마트 항만 분야 지원을 위한 지속 가능한 운송 솔루션을 개발하고 있다. 구스마트 운송 생태계에서 중요한 위치를 차지하고 있는 스웨덴은 데이터 분석, IoT 솔루션, 자율 시스템 등의 스마트 항만 기술 개발 분야에서 한국과 협력하고 있다.³⁴⁵⁾

4) 시사점

우리나라와 북극권 국가 간 스마트 항만 분야 협력은 글로벌 시장에서 우리나라의 입지 확보에 중요한 역할을 할 수 있다. 첫째, 북극권 국가들과의 협력 다변화의 관점에서 매우 중요하다. 우리나라는 기존에 러시아와 스마트 항만 및 LNG 운반 분야에서 협력했으나, 최근 국제 정치적인 상황으로 협력이 중단된 상태이다.³⁴⁶⁾ 이러한 부분은 우리나라와 북극권 국가들과의 다양한 협력의 필요성을 부각시킨다. 따라서 북극권 국가들과의 협력은 다변화 전략의 일환으로 인식되며, 이를 통해 한국은 러시아에 대한 의존도를 줄이고, 북극권에서의 지속적인 기술 개발 및 경제적 이익을 추구할 수 있다.³⁴⁷⁾ 둘째, 북극권 국가와의 협력은 친환경 기술 개발과 글로벌 환경 규제 대응을 위해 필수적이다. 우리나라와 핀란드와의 협력 사례를 통해 알 수 있듯이 스마트 항만 분야 협력은 친환경 기술 개발로 북극해의 환경 오염 감소 및

344) The Arctic Institute(2024.7.27.), Finland, Japan, South Korea, Sweden: Middle Power Partnership for Enhanced Maritime Capacity in the Arctic(검색일: 2024.7.27.)

345) Business-sweden(검색일: 2024.8.20.)

346) The Maritime Executive(2018.12.15.)(검색일: 2024.7.27.)

347) The Arctic Institute(검색일: 2024.8.2.)

안전한 해상운송 확보에 중요한 역할을 할 수 있다. 이는 글로벌 환경 규제에 대응하기 위한 중요한 전략적 수단으로, 한국은 북극권 국가와의 협력으로 국제적 환경 기준을 준수와 동시에 기술적 우위를 확보할 수 있다.³⁴⁸⁾

즉, 북극 국가와의 스마트 항만 부문 협력은 우리나라의 산업 경쟁력 및 국제 물류 네트워크 강화를 비롯한 글로벌 시장에서의 입지 확보에 중요한 역할을 할 것이다.³⁴⁹⁾ 또한, 효율적인 항만 운영 기술을 발전시킬 뿐만 아니라 북극해 항로의 상업적인 잠재력을 높일 수 있다.³⁵⁰⁾ 하지만, 이러한 협력을 지속하기 위해서는 지정학적 리스크 관리, 환경 규제에 대한 철저한 대응 방안 마련 및 협력의 다변화가 필요할 것이다.

3. 협력 모델

우리나라는 「스마트 항만 기술산업 육성 및 시장 확대 전략」을 수립을 수립했다. 해당 전략에 따르면, 우리 정부는 먼저, 적극적인 국가 연구 개발(R&D) 투자와 부품국산화 등을 통해 기술 경쟁력을 확보하고, 산업간 연계·융복합 촉진, 기술 인력 양성 등을 추진할 계획이다.³⁵¹⁾ 국내 기업들이 국내외 시장 진출을 위한 실적을 쌓고 항만 운영 경험을 축적할 수 있도록, 정부는 광양항과 부산항 신항 등 국내의 신규 컨테이너 터미널에 스마트 항만 기술을 도입하여 개발할 예정이다. 또한, 국내 항만 기술기업이 해외시장에 진출할 수 있도록 타당성 조사비 지원, 관련 정보 제공, 국제협력 강화 등의 다양한 지원 프로그램을 추진할 계획이다.³⁵²⁾

특히 북극 지역에서는 극한의 저온, 강풍, 빙해 등 까다로운 기후 조건에

348) The Arctic Institute(2024.4.18).(검색일: 2024.7.27.)

349) 해양수산부 보도자료(2023.1.19.)(검색일: 2024.3.3.)

350) 아시아투데이(2021.11.5.)(검색일: 2024.9.1.)

351) 해양수산부(2023.1.19.)(검색일: 2024.3.3.)

352) 위 자료

맞는 항만 운영이 필요하다. 자동화 시스템을 통해 항만의 효율성을 높이고, 사람의 개입을 최소화함으로써 작업의 안전성을 강화할 수 있다. 또한, 실시간 모니터링 시스템을 통해 항만에서 발생할 수 있는 사고에 대해 즉각적인 대응이 가능하다. 또한, 향후 북극 해운이 활성화될 경우, 글로벌 공급망 루트로서의 활용 가능성을 더욱 제고한다.

따라서, 스마트 항만 구축 사업은 한국형 스마트 항만 기술을 개발 및 적용하는 것을 목표로 한다. 해당 사업은 정부 및 공공기관(항만공사) 간 협력 체계를 구축하고, 한-북극 산·학·연 컨소시엄을 구성하여 기획연구, 연구개발, 장비 및 소프트웨어 최적화 등을 진행함으로써, 북극 환경에 최적화된 스마트 항만 솔루션을 개발하고, 이를 실증하는 것을 포함한다.

〈표 4-13〉 스마트 항만 구축 사업 내용

핵심 활동	가치제안	주체
<ul style="list-style-type: none"> 스마트 항만 기술 개발 및 적용(항만 운영 자동화 시스템, 디지털 트윈, 자율주행 트럭(AGV), 자동화 크레인, 실시간 데이터 수집 시스템) 인프라 구축(5G 네트워크, 센서, IoT 등) 	<ul style="list-style-type: none"> 운영 효율성 및 안전성 향상 비용 절감 물류 최적화 지속가능성 	<ul style="list-style-type: none"> 정부 항만공사 항만 장비 제조업체
핵심 자원	추진 기간	채널
<ul style="list-style-type: none"> 기술(항만 자동화 및 자율주행 기술, 스마트 운영 소프트웨어 등) 인프라(항만, 테스트 베드 등) 인적자원 	<ul style="list-style-type: none"> 2040~2049 	<ul style="list-style-type: none"> 정부간 협력 컨소시엄 구성 북극이사회 및 북극경제 이사회
핵심 파트너	정부 역할	고객 관계
<ul style="list-style-type: none"> 항만공사 및 항만청(알래스카(미), 트롬쇠(노), 무르만스크(러) 등) 기술기업(BINOM(러), NtechLab(러), 마이 크로소프트(미) 등) 물류기업(아마존(미), 월마트(미) 등) 연구기관(노르웨이 해양연구소, 핀란드 기술 연구센터, 미국 알래스카 페어뱅크스 대학) 	<ul style="list-style-type: none"> 한국형 스마트 항만 기술의 표준화 및 인증 지원 기술 협력을 위한 법 및 규제 장벽 최소화 허가 절차 간소화 	<ul style="list-style-type: none"> 장기적 파트너십 구축 지속적 기술 지원 극지 환경 맞춤형 솔루션 제공
비용	환경적 영향	수익
<ul style="list-style-type: none"> 연구개발 인프라 구축 운영비용 	<ul style="list-style-type: none"> 탄소 배출 저감 에너지 사용 최적화 해양 환경 보호 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 항만 기술 수출 유지보수 및 서비스 북극이사회 기여

자료: KMI 작성.

제7절 협력사업 추진 계획(안)

1. 한-북극권 청색경제 협력 로드맵

해당 절에서는 앞서 도출한 우선순위 협력사업 및 협력사업별 협력대상 국가를 종합하여 로드맵을 구상했다. 로드맵의 목표는 북극과의 협력 범위를 청색 경제로 확대하고, 지속가능한 북극을 위해 북극이사회 옵서버 회원국으로서 역할을 확대하는 것이다. 2050 극지비전 선언, 2050 북극 활동 전략 등 우리 정부의 북극정책과 속도를 맞추기 위해 로드맵의 기간을 2025년부터 2050년까지 설정했으며, 총 세 개의 패키지로 구성되어 있다. 단, 패키지를 구성하는 세부 사업의 경우, 앞서 선정된 우선순위 세부 사업을 주요 골자로 하되, 세부 사업 간 연계를 위해 필요한 세부 사업을 추가했다. 또한, 앞서 분석한 내용을 기반으로 협력의 핵심 아이টে를 ‘그린수소’로 선정했으며, 우리나라 그린수소 공급망이 구축되는 과정에서 북극권 국가와의 협력을 이루어질 수 있도록 계획을 수립했다.

우선, 첫 번째 패키지는 수소 운송을 중심으로 세부 사업이 구성되어 있다. 우리나라는 에너지 공급망 안정화를 위한 방안으로 수소 수입을 계획하고 있다. 즉, 북극에서 생산되는 그린 수소를 우리나라로 수입하기 위해서는 운송수단과 노선 개발이 필요하다. 따라서, 부산과 북극을 잇는 북극항로를 녹색 해운 항로로 구축하고, 수소 수입용 운송수단으로서 수소 기반 선박을 이용하도록 한다. 또한, 북극해에서 운항이 가능한 수소 기반 선박 등 고부가가치 선박 시장을 목표로 함과 동시에 극한지 특화 조선기자재 생산 기지로서 역할을 한다면 선박 시장의 전체적인 가치사슬 기반 경쟁력이 제고될 것이다.

두 번째 패키지는 수소 생산을 중점으로 한다. 북극해에 해상풍력을 활용한 수소 생산단지를 조성하여 수소를 생산하는 것을 골자로 한다. 우리나라는 해상풍력 단지 조성 및 수소 생산단지 조성 사업에 참여하여 관련 기술 및 해저케이블 등 기자재 수출, 설계 등을 수행할 수 있다. 특히, 해저케이블의 경우, 풍력발전기를 서로 연결하고, 발전단지와 육지 변전소를 연결, 송전하는 데 사용된다.³⁵³⁾ 따라서, 해상풍력단지에 필요한 해저케이블을 공급하는 방식으로도 협력사업을 추진할 수 있다.

세 번째 패키지는 북극 해운 정보 및 통신을 중심으로 구성했다. 북극권 항만과 우리나라의 항만을 스마트화하여 유럽~우리나라 간 화물을 효율적으로 처리할 수 있도록 한다. 특히 우리나라의 부산항의 경우 이미 스마트항만 구축 초기 단계로서 기술 수출 및 경험 공유가 가능하다. 우리나라의 경우 2036년 스마트 항만 완전 구축을 목표로 한다. 따라서, 북극에 스마트 항만을 구축하는 것은 국내 스마트 항만 운항 경험 및 노하우가 축적된 시점 이후부터 시작할 수 있을 것으로 예상된다. 우리나라와 북극권 스마트 항만 간 오가는 데이터를 북극해운정보센터를 통해 화주, 선사, 물류사, 항만청 등 이해관계자가 접근할 수 있도록 한다. 그 밖에도 자율운항선박과 항만 간 자동화된 입출항 시스템을 연동하여 최적의 루트를 도출할 수 있도록 한다. 또한, 초소형 위성을 개발 및 발사하여 해빙 면적, 두께, 강도 예측 정보를 생산할 수 있다. 제1차 극지활동진흥기본계획에 따르면 2024년까지 개발하여 2032년까지 북극권 100% 관측하는 것을 목표로 한다. 즉, 항만 간 데이터, 자율운항선박과 항만 간 데이터, 초소형 위성을 통한 데이터를 북극해운정보센터에 모을 수 있도록 한다. 따라서, 북극해운정보센터를 통해 북극항로를 이용하는 선박의 안전한 운항을 보장하고, 긴급 상황 발생 시 신속하게 대응할 수 있다.

353) LS전선(2016.6.15), 성공사례: 미국 최초 해상풍력단지에 해저 케이블 공급(검색일: 2024.8.20.)

〈표 4-14〉 협력사업 추진 로드맵(안)

패키지	협력 사업	추진 일정					
		'25~'29	'30~'34	'35~'39	'40~'44	'45~'49	'50~
1	친환경 연료 기반 추진 선박 개발·건조						
	극한지 특화 조선기자재 개발·생산						
	녹색 해운 항로 개발						
2	해상풍력 인프라 구축						
	해양 수소 생산·저장 기술 개발·적용						
3	초소형 위성 개발·발사						
	해저케이블 설치						
	자율운항선박 개발						
	스마트 항만 구축						
	통합운항정보 시스템 구축						

자료: KMI 작성.

2. 협력사업별 추진계획

앞서 언급된 세 개의 패키지 중 우선순위 상위 3개 세부 사업이 모두 포함된 첫 번째 패키지를 중점적으로 세부 계획을 제안하고자 한다.

1) 첫 번째 패키지

우리나라는 친환경선박법에 따라 제1차 친환경선박 개발·보급 기본계획을 수립했다. 산업부는 친환경선박 개발 시행계획을 수립하며, 해수부는 보급 시행계획을 매년 수립하고 있다. 해당 계획에 따르면, 수소 등 선박 기술 확보, 개발, 시험 및 검사기준 마련, 평가 시설 구축 등이 포함되어 있다.³⁵⁴⁾ 해당 계획은 2030년 기준 저탄소 및 무탄소 선박 시장 수주 1위를 목표로 한다.³⁵⁵⁾ 특히, HD현대는 2021년 발표한 수소 가치사슬 구축을 골자로 한 ‘수소 드림 2030 로드맵’을 발표했으며, 수소운반선 및 수소 기반 추진선을 개발하고자 한다. 따라서, 이러한 국내 여건에 따라 한-북극권 친환경 연료 기반 선박 개발·건조 추진계획을 수립했다.

우선, 북극에서 운용 가능한 친환경 연료 기반 추진 선박을 개발하기 위해서 북극권 연구기관과 협력 체계를 구축할 필요가 있다. 또한, 구축된 협력 체계를 기반으로 친환경 연료(그린 암모니아, 메탄올, 수소) 기반의 추진 시스템 및 연료 전지 개발 등 기술 개발 시 필요한 자문 등 지원받을 수 있다. 해당 단계에서는 극지 환경에 적합한 기술을 개발하고, 연구하는 것이 주된 목표이다. 예를 들어, 친환경 쇠빙 컨테이너선의 경우, 극지 항해 지원 시스템 파일럿 실증 및 운용 부분은 노르웨이와 러시아가 선진 기술을 보유하고 있으며, 쇠빙형 컨테이너 설계의 경우, 핀란드의 아커아티이

354) 산업통상자원부 보도자료(2024.2.27.)(검색일:2024.9.30.)

355) 해양수산부 보도자료(2020.12.23.)(검색일:2024.9.30.)

선진기술을 보유하고 있다. 따라서 해당 기업과의 국제연구 협력을 통해 필요한 자문 및 경험 및 지식을 공유할 수 있는 프레임이 필요하다. 그 밖에도 IMO, ISO 등 국제기구와의 협력을 통해 기술 및 환경 규제에 대해 선제적으로 대응할 필요가 있으며, 폴라코드(Polar Code)가 적용되는 지역임에 따라 북극이사회와의 협의 과정 및 폴라코드의 의제 개발 또한 필요하다. 또한, 핵심 기술 분야의 표준 개발과 확보된 기술의 국제표준화를 추진하여 글로벌 시장에서 경쟁력을 갖출 수 있도록 한다. 기술과 정책이 마련된 이후 실제 시범 선박을 건조하고, 시범 운항을 통해 운항 시나리오를 테스트하는 과정이 필요하다. 이를 통해 기술의 실효성을 확인하고, 문제점을 보완할 수 있다. 시범 운항을 성공적으로 완료한 이후, 친환경 연료 기반 추진 선박에 맞는 연료 공급망을 구축하고, 항만 설비를 개선하는 등 상용화하기 위한 환경 조성이 필요하다.

둘째, 극한지 특화 조선기자재 개발·생산 사업은 극지 환경에서 사용될 수 있는 기자재의 개발과 생산을 목표로 하고 있다. 우선, 수요를 파악하기 위해 북극권 국가와 어떤 핵심 기자재를 개발할지 협의 및 선정할 필요가 있다. 또한, 극한지 선박기자재 기술 개발 및 생산과 관련한 연구기관, 대학, 생산업체뿐만 아니라 조선소, 해운사까지 포함한 국제 산·학·연 컨소시엄을 구성하여, 생산부터 판매까지 이루어질 수 있도록 협력 프레임워크를 조성할 필요가 있다. 이 과정에서 정부 간 및 기업 간 MOU 및 계약을 체결하는 등 상호 협력을 강화하여 글로벌 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있는 기반을 마련해야 한다. 또한, 개발한 기술을 현지에서 테스트할 수 있도록 협력 체계를 추진할 필요가 있다. 그 밖에도 우리나라 선박기자재 생산 기지를 활용할 수 있다. 예를 들어, 조선 관련 업체의 88%가 부산, 울산, 거제, 진해에 위치해 있다.³⁵⁶⁾ 특히 부산 및 경남지역의 경우, 조선기자재 관련 기술의 연구시설 및 생산업체가 밀집해 있다. 즉, 이러한 생산단지를 활용한다면,

356) 부산진해경제자유구역청(BJFEZ)(2005), p. 4.

우리나라 지역 경제 활성화를 도모할 수 있다. 또한, 부산시의 친환경 스마트 선박 기자재 통합인증센터를 활용할 수 있다. 해당 센터는 2028년 건립할 예정으로 중견·중소기업의 인증 대응이 가능하고, 시험 비용이나 제품 생산원가를 절감해 해외시장에 진출할 수 있도록 지원한다.³⁵⁷⁾

마지막으로 녹색 해운 항로 개발이다. 한-북극 녹색 해운 항로를 개발하기 위해서는 우선, 정부간 협력 MOU를 체결할 필요가 있다. 정부간 양해각서는 정책적으로 지원하고, 국제협력을 통해 사업 추진 가능성을 높이기 때문이다. 또한 양국 간 해운협력회의, 양자북극협의회 등 정부간 회의를 통해 북극 녹색 해운 항로 구축을 의제로 제안할 수 있으며, 협력 범위와 세부 사항을 조율할 필요가 있다. 그 이후 북극 지역의 특수한 환경 조건을 고려한 기술적, 제도적, 경제적 타당성 분석이 필요하며, 분석 결과가 반영된 세부 로드맵을 수립할 필요가 있다. 이 과정에서 규제 개선 및 법적 검토가 필요하다. 또한, 녹색 해운 항로를 구축하기 위해 필요한 기술을 개발하기 위해 국제 R&D를 수행하여 관련 핵심 기술을 개발할 수 있다. 그 이후 친환경 연료 기반 추진 선박이 북극항로를 통과하는 시범 운항을 통해 녹색 해운 항로 가능성을 판단할 수 있다. 그 외에도 실제 수소를 수입하기 위해서는 항만에 수소 저장·운송·처리 등 인프라가 구축되어야 한다. 우리나라의 울산항의 경우, 2026년부터 수입 실증사업을 추진할 계획임에 따라³⁵⁸⁾ 그 이후부터 친환경 선박이 북극항로를 통해 울산항으로 입항하는 시범 운항을 추진할 수 있다.

357) 연합뉴스(2024.6.3.)(검색일: 2024.8.4.)

358) 관계부처합동(2021),p. 3.

〈표 4-15〉 첫 번째 패키지의 추진 계획(안)

협력사업	추진 과제	추진 일정											
		25~27	28~30	31~33	34~36	37~39	40~42	43~45	46~48	49~50			
친환경 연료(수소) 기반 추진 신박 개발·건설	<ul style="list-style-type: none"> 한-북극 연구기관간 MOU 체결 												
	<ul style="list-style-type: none"> 핵심기술 개발 												
	<ul style="list-style-type: none"> 연구개발 (R&D) 												
	<ul style="list-style-type: none"> 초기 설계 및 성능평가 												
	<ul style="list-style-type: none"> 설계 개선 및 성능평가 												
	<ul style="list-style-type: none"> 국제 규범, 규제 및 법적 근거 마련 												
	<ul style="list-style-type: none"> 표준화 검토 												
	<ul style="list-style-type: none"> 국제표준 화 등록 												
	<ul style="list-style-type: none"> 표준화 추진 												
	<ul style="list-style-type: none"> 에비타당성 준비 												
시범운항	<ul style="list-style-type: none"> 이행계획 수립 												
	<ul style="list-style-type: none"> 회물 확보(수소) 												
	<ul style="list-style-type: none"> 건설사 선정 및 건조 												
	<ul style="list-style-type: none"> 가이드 라인 개발 												
	<ul style="list-style-type: none"> 시범운항(1~3차) 												
	<ul style="list-style-type: none"> 사업화 추진 												

협력사업	추진 과제	추진 일정																		
		25~27	28~30	31~33	34~36	37~39	40~42	43~45	46~48	49~50										
극한지 특화 조선기자재 개발·생산	• 액화수소 운반선 핵심 기자재 선정																			
	• 국제 컨소시엄 구성																			
	• 핵심 기술 개발																			
	• 연구개발 (R&D)																			
	• 실증센터 구축																			
	• 성능평가																			
	• 국제 규범, 규제 및 법적 근거 마련																			
	• 국내 시범 생산																			
	• 사업화 추진																			
	• 정부간 협력 MOU 체결																			
녹색 해운 항로 개발	• 경제적 타당성 분석																			
	• 세부 로드맵 수립																			
	• 연구기관간 MOU 체결																			
	• 연구개발 (R&D)																			
	• 핵심 기술 개발																			
	• 친환경 선박 시범운항																			
	• 시범운항																			
	• 수소 항만 연계																			
	• 북극 녹색 해운 항로 운영																			

2) 두 번째 패키지

해당 협력사업은 안정적으로 에너지를 공급하기 어려운 북극 지역을 대상으로 한다. 즉, 극지 환경에 맞는 재생에너지 기반 수소 공급 인프라를 구축하기 위해서는 우리나라 기업과 북극권 국가 간 지속적인 기술 협력이 필요하다.

첫째, 해상풍력단지 조성의 경우, 이미 우리 기업은 국내뿐만 아니라 해외 해상풍력 발전소 개발에 수주하고 있다. 두산에너빌리티는 해상풍력 발전소의 모노파일 기초 구조물과 기타 부품을 공급할 계획이다.³⁵⁹⁾ 또한, 전라남도·노르웨이 기업·대학³⁶⁰⁾ 혹은 포스코이앤씨·에퀴노르 등 민간 기업 간 MOU는 다수 체결되었다. 이처럼 우리 기업은 해외 시장에 진출할 수 있는 여건은 이미 조성되고 있다. 더 나아가 북극권 시장으로 진출할 수 있도록 한-북극양자협의회 등 정부간 협의에서 의제로 제안하여 해상풍력 협력을 위한 MOU를 체결할 수 있다. 또한, 해당 MOU에는 해상풍력 관련 해양공간계획, 인력양성, 연구개발 등을 포함할 수 있다. 정부간 MOU는 정책적으로 지원하고, 관련 규제 및 국제규범 등을 조정할 수 있기 때문에 필요하다. 그 외에도 해상풍력 기자재(해저케이블 등) 조달, 공급선, 설계, 건설 등에 대한 포괄적 진출을 위해 컨소시엄을 구성한다. 컨소시엄을 위주로 해상풍력 사업을 수주하는 것뿐만 아니라 완공 이후 운영에 관여할 수 있도록 지분투자를 통해 안정적으로 장기 수익을 창출할 수 있기 때문이다. 다만, 북극해는 일반 해양과 다른 기후 조건을 갖고 있음에 따라 극지 환경에서도 작동되는 기자재 및 인프라를 개발할 필요가 있다. 이를 위해서 북극권 기관과의 연구개발 사업을 기획 및 추진할 필요가 있다. 또한, 컨소시엄을 중심으로 북극권 해상풍력단지 건설 사업에 수주하여 극지 환경에 맞는 기자재 및 부품, 선박 등을 공급할 수 있다. 뿐만 아니라 경제성

359) 이투데이(2024.8.11.) (검색일:2024.9.30.)

360) 철강금속신문(2024.6.19.) (검색일:2024.9.30.)

타당성 분석을 통해 수익이 확보될 경우, 지분투자를 하여 장기 운영권을 확보할 수 있다. 이를 통해 해상 풍력 발전의 운영 경험을 축적하고, 선진적인 유지·관리 기법, 해상풍력 전용 항만 연계 경험을 습득할 수 있다.

둘째, 해양 수소 생산·저장 기술 개발·적용 사업이다. 해당 사업은 해상풍력발전단지에서 생산된 전력을 해상 수전해 설비를 통해 수소 생산 설비로 전송하여 수소를 생산하여 항만에 저장시설로 이송하는 것을 포함한다.³⁶¹⁾ 우리 기업은 해당 기술을 보유하고 있으나, 북극해 환경에 적용하기 위해서는 북극권 연구기관과의 협력이 필요하다.

〈그림 4-15〉 실증 해상 플랫폼 수전해 시스템 개념도



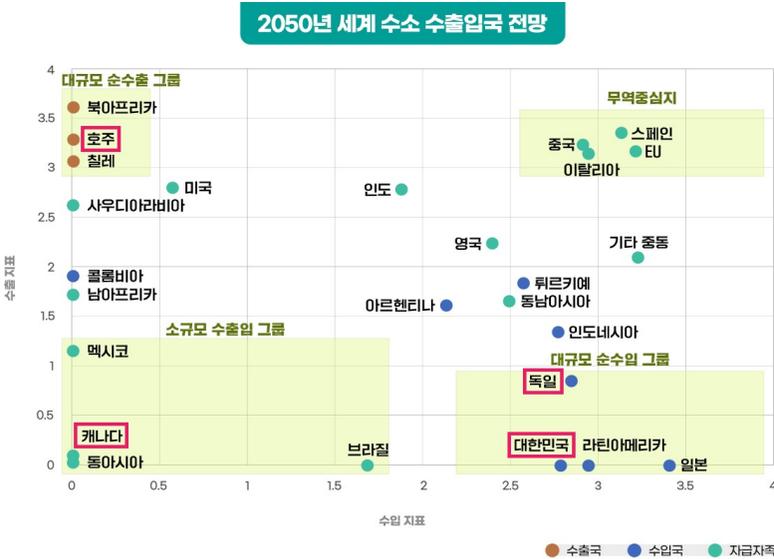
자료: BHI(검색일:2024.9.30.)

따라서, 한-북극권 정부는 해상 수소 기술 협력을 위한 MOU 및 수소 공급 계약을 체결할 필요가 있다. 양측의 산·학·연 컨소시엄을 구성하여, 북극해에 대한 정보 및 지식을 공유하고, 북극해에서 기술을 검증할 수 있도록 협력 체계를 구축할 필요가 있다. 또한, 정부와 공공기관이 컨소시엄에

361) 비즈니스 포스트(2023.11.13.)(검색일:2024.9.30.)

참여하면 정책적 지원과 규제 준수를 보다 효과적으로 이행할 수 있다. 그 밖에도 수소 생산, 저장, 운송, 활용 등 전 주기에 해당하는 산업 생태계를 구축하는 데에 중요한 역할을 할 수 있다. 특히, 우리나라는 국제재생에너지기구의 2050년 수소 무역 구도에 따르면 순수 수입국 그룹에 속해있다. 수소 자급력을 제고하는 것은 우선적 목표로 정책을 추진할 필요가 있으나, 동시에 안정적인 공급망 구축을 위해서는 공급처의 다각화 또한 필요하다. 또한, 우리 정부의 수소향만 조성방안에 따르면, 2030년까지 약 200만 톤, 2050년까지 2,300만 톤의 수소를 수입할 계획이다.³⁶²⁾ 또한, 2040년까지 해외수소 생산기지를 15개 구축할 계획이다. 따라서, 북극권 국가와 수소 생산, 저장, 운송까지 전 주기를 포함하는 협력사업을 추진한다면, 수소 해외 공급처를 확보할 수 있다.

〈그림 4-16〉 국제재생에너지기구의 2050년 세계 수소 수출입국 전망



출처: IRENA(2022)
 자료: SK Eco Plant, (2024.7.16.) (검색일: 2024.9.30.)

362) 관계부처합동(2021)

〈표 4-16〉 두 번째 패키지 추진 계획(안)

협력사업	추진 과제	추진 일정																			
		25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	43-45	46-48	49-50											
해상풍력 인 프라 구축	• 한-북극 정부간 MOU 체결																				
	• 한-북극권 컨소시엄 운영																				
	• 극지 맞춤형 기술 R&D																				
	• 기술 표준 수립																				
	• 해상풍력단지 건설 사업 참여																				
	• 기자재 및 부품, 선박 공급																				
	• 지분투자 및 운영권 확보																				
	• 한-북극 정부간 MOU 체결																				
	• 한-북극권 컨소시엄 운영																				
	• 극지 맞춤형 기술 R&D																				
해양 수소 생산·저장 기술 개발· 적용	• 기술 표준 수립																				
	• 수소 생산 단지 건설 사업 참여																				
	• 한-북극권 수소 공급 계약 체결																				
	• 지분투자 및 운영권 확보																				

3) 세 번째 패키지

우리 정부의 극지활동진흥기본계획에 따르면 AI 기반 초소형위성을 개발하여 북극 전역 실시간 해빙 변화를 관측하여 두께, 면적, 거칠기, 이동 경로 등 정보를 생산하고자 한다.³⁶³⁾ 2032년까지 북극권 100%를 관측하는 것을 목표로 한다. 또한, 우리 정부의 초소형위성 개발이행안(로드맵)에 따르면, 공공분야 초소형위성 개발계획(안)을 수립하여, 초소형위성 감시체계 구축, 초소형 통신위성 시범망 구축, 우주전파환경 관측용 초소형위성망 구축 등을 2031년까지 추진하고자 한다.³⁶⁴⁾ 이러한 계획에 맞춰 2032년부터 초소형위성 데이터를 통합운항정보시스템에 연계할 수 있다.

그 밖에도 북극해 정보를 수집할 수 있는 다른 방안이 있다. 핀란드, 스웨덴 등이 추진하고 있는 북극해 해저케이블 설치 사업이다. 북극권 국가는 북극지역의 인터넷을 설치함과 동시에 해저케이블에 부착된 센서를 통해 실시간 데이터를 수집하고자 한다. 예를 들어, 스칸디나비아 반도에서 동아시아 및 미국 서부까지 네트워크를 연결하는 'Polar Connect' 프로젝트는 EU 지원 하에 스웨덴이 추진하고 있다. 먼저, 노르웨이~스웨덴 육상을 연결하여 해저 통신망에 도달할 수 있도록 준비 작업을 진행할 예정이다. 그 이후 해저 현장 조사를 통해 최적의 루트를 결정하고, 스마트 센서를 포함한 해저케이블을 설치하는 것이 목표이다. 스웨덴 측은 우리나라에 적극적으로 협력 의지를 표명하고 있다. 따라서, 우리 정부 및 기업이 참여할 수 있도록 협력 방안을 협의할 필요가 있다. 우리 기업은 해저케이블을 수출할 수 있으며, 해저케이블 설치에 필요한 선박 및 관리 노하우를 공유할 수 있다. 또한, 스마트 센서를 통해 북극해 환경 데이터에 접근 가능할 수 있도록 사전협의하여 향후 통합운항정보시스템과 연계할 수 있도록 제안할 수 있다.

363) 관계부처 합동(2022)

364) 과학기술정보통신부 보도자료(2021.6.18.)(검색일:2024.9.30.)

셋째, 선박을 통한 데이터 수집 단계이다. 우리 정부의 자율운항선박 분야 선제적 규제혁신 로드맵에 따르면, 부분운항자율(~2025), 운항자율(2026~3030), 완전자율(2031~) 등 총 3단계를 통해 자율운항선박을 개발하고자 한다. 로드맵에 따르면, 2031년까지 완전자율운항선박 기술기준, 관련 부두 신설 운영 기준, 항만 시스템 구축, 안전기준 등을 마련하고자 한다. 북극권 국가 내 자율운항선박 관련 기준 마련 시기 역시 비슷할 것으로 예상되나, 북극해 자율운항선박 기술 개발 및 북극해 운항 기준 마련 등은 더욱 시간이 소요될 것으로 예상된다.

넷째, 북극 스마트 항만 구축 사업은 스마트 항만에서 수집된 데이터를 통합운항정보시스템에 연계하는 것을 목표로 한다. 한국형 스마트 항만을 북극권 항만에 적용하기 위해서는 우선 환경 분석, 경제성 분석, 지속가능성 평가 등을 통해 스마트 항만 구축에 최적화된 위치를 선정할 필요가 있다. 최적의 항만을 선정하고 나면, 극지방 특화 자율화 장비 및 기술을 국제R&D를 통해 개발할 수 있다. 또한, 스마트 항만 기술 개발을 촉진하고, 수출을 지원하기 위한 법·제도적 기반을 마련해야 한다. 수출 규제를 완화하고, 정부간 협력을 통해 북극 항만의 규제 샌드박스를 도입하는 등의 지원 제도가 필요하다. 그 외에도 극지 맞춤형 스마트 항만 기술과 장비가 국제표준이 될 수 있도록 절차를 지원하여 북극권 시장에서의 신뢰성과 경쟁력을 높일 수 있다. 검증된 스마트 항만 기술을 북극권 항만에 적용하여 시범 운영하고, 이를 기반으로 상용화를 추진할 수 있다.

마지막으로, 북극의 스마트 항만과 우리나라 스마트 항만, 친환경 선박 및 자율운항선박, 초소형 위성, 해저케이블 등을 통해 수집된 데이터를 통합운항정보시스템에 연계하여 북극항로 이해관계자가 접근할 수 있도록 환경을 조성한다. 통합운항정보시스템은 환경, 기후, 화물, 선박, 항만 등 북극 해운에 필요한 모든 정보의 흐름을 원활히 하여 최종적으로 북극항로를 통한 물류의 효율성을 제고한다.

〈표 4-17〉 세 번째 패키지 추진 계획(안)

협력사업	추진 과제	추진 일정									
		25~27	28~30	31~33	34~36	37~39	40~42	43~45	46~48	49~50	
초소형 위성 개발·발사	<ul style="list-style-type: none"> • SI 기반 초소형 위성 개발 	■									
	<ul style="list-style-type: none"> • SI 기반 초소형 위성 발사 	■									
	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권 30% 관측 	■									
	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권 100% 관측 		■								
	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 관리 				■						
해저케이블 설치	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 해저 부분 조사 	■									
	<ul style="list-style-type: none"> • 설계 및 기술 점검 										
	<ul style="list-style-type: none"> • 해저케이블 사업 계약 	■									
	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 해저 종합 조사 		■								
	<ul style="list-style-type: none"> • 극지 맞춤형 기술 개발 			■							
	<ul style="list-style-type: none"> • 해저케이블·장비·선박 공급 				■						
	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 관리 					■					

협력사업	추진 과제	추진 일정																		
		25~27	28~30	31~33	34~36	37~39	40~42	43~45	46~48	49~50										
극지형 자율운항선박 개발	<ul style="list-style-type: none"> 자율운항선박 기술개발 및 운영 노하우 축적 																			
	<ul style="list-style-type: none"> 북극해 자율운항선박 국제규범 마련, Polar Code 개정 등을 위한 국제협력 																			
	<ul style="list-style-type: none"> 극지 맞춤형 기술 개발 (R&D) 																			
	<ul style="list-style-type: none"> 성능평가 																			
	<ul style="list-style-type: none"> 기술 검증 및 개선 																			
	<ul style="list-style-type: none"> 국제표준화 및 인증 체계 개발 																			
	<ul style="list-style-type: none"> 선박 건조 및 시범운항 데이터 축적 																			

협력사업	추진 과제	추진 일정																		
		25~27	28~30	31~33	34~36	37~39	40~42	43~45	46~48	49~50										
스마트 항만 구축	• 북극 스마트 항만 선정 연구 추진																			
	• 협력국과 MOU 체결																			
	• 핵심협력기술 선정																			
	• 극지 맞춤형 장비 개발 (R&D)																			
	• 규제 완화 및 수출 촉진을 위한 법·제도적 기반 마련																			
	• 국제표준화 및 인증 체계 개발																			
	• 성능평가																			
	• 기술 검증 및 개선																			
	• 기술 및 장비 공급																			

협력사업	추진 과제	추진 일정									
		25~27	28~30	31~33	34~36	37~39	40~42	43~45	46~48	49~50	
통합운항 정보시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> 기본 정보 초소형 위성 데이터 해저케이블 데이터 시범운항 데이터 자율운항선박 데이터 스마트항만 데이터 										
	<ul style="list-style-type: none"> 국내 데이터 확보 통합 										
	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 확보를 위한 MoU 체결(러시아, 노르웨이 등) 										
	<ul style="list-style-type: none"> 통합운항정보시스템 운영 										
		1단계	2단계	3단계							
									운영		

05

결론 및 정책제언

제1절 결론

1. 결론 및 요약

북극해 및 북극 지역은 기후·환경적, 인구·사회학적, 지정학적 특수성을 가지고 있기 때문에 일반적인 청색경제 환경과 다르다. 본 연구의 목적은 이러한 북극지역의 특수성을 반영한 극지활동진흥기본계획의 Arctic-8 프로젝트를 구체적으로 추진할 수 있는 계획을 제안하는 것이다. 더불어 현재 북극권 국가들은 북극지역의 지속 가능한 경제 발전을 위해 해양과 관련한 친환경 기술 개발, 인프라 구축 등 다양한 프로젝트를 추진하고 있다. 그러나, 친환경 기술은 높은 수준의 기술 및 정보가 필요하기 때문에 국제협력이 필수적이다. 따라서, 본 연구는 우리나라와 북극권 국가 간 북극지역에서의 청색경제 협력 분야를 도출하고, 이행 방안을 제안하는 것에 초점을 두었다. 이에 주요 내용을 요약하면 다음과 같다.

제2장에서는 북극권과 우리나라의 청색 경제 여건을 STEEP 분석했다. 사회·문화적, 기술적, 경제적, 환경·생태학적·정책적 여건을 조사 및 분석하고, 이에 따른 특징을 도출하였다. 먼저, 사회·문화적으로는 우리나라의

경우, 해양 및 북극에 대한 인식이 북극권에 비해 낮은 편이나, 교육을 통해 해양 환경보호, 북극해에 대한 인식을 변화하고자 한다. 반면, 북극권 국가는 북극지역이 자국 영토의 일부분임에 따라 북극 원주민의 삶을 반영한 체계적이고, 세부적인 청색경제 전략을 구축했다. 기술적 여건의 경우, 우리나라와 북극권 국가 모두 친환경 기술 및 4차산업혁명 기술을 해양에 적용하고자 한다. 경제적인 여건 역시 우리나라와 북극권 국가 모두 청색경제를 성장 동력으로 인식하고 있다. 다만, 러·우 전쟁의 여파로 북극에서도 ‘러시아 대 반러시아’ 구도가 뚜렷해지고 있다. 이러한 외교·안보적 변화는 우리나라의 북극 정책에도 영향을 미쳤다. 북극 경제 협력의 중점 사업이었던 쇠빙LNG선박 건조 협력사업을 러시아와 추진하기 어려운 실정이다. 따라서 본 보고서를 통해 새로운 협력사업과 협력 대상을 제안하고자 한다.

제3장에서는 우리나라와 북극권 연구자, 기업인, 교수 등을 대상으로 협력사업을 추진함에 있어 중요한 평가 항목을 조사하고, 그에 따라 협력사업의 우선순위를 도출했다. 평가 항목의 경우, 문헌조사와 전문가 자문을 통해 정책적 중요성, 실현가능성, 경쟁력, 경제성, 연구개발, 지속가능성 등 총 6개의 항목을 도출했다. 설문조사 결과 실현가능성, 경제성, 지속가능성, 연구개발, 경쟁력, 중요성 순으로 도출되었다. 그 이후 앞서 설명했듯, 북극지역의 특수성을 반영한 청색 경제를 정의하고 그에 따른 협력 분야 후보를 도출했다. 북극지역의 특수성을 반영한 청색경제를 정의하기 위해 북극이사회, 북극경제이사회, 북극권 국가의 북극정책 및 청색경제, 우리나라의 북극정책 및 청색경제 등을 분석했으며, 전문가 자문을 실시했다. 그 결과 해양기술, 수산, 해상운송, 친환경에너지, 통신, 선박 기술 등 총 6개의 대분야와 21개의 세부 사업이 도출되었다. 그 이후 전문가 설문조사 내용을 바탕으로 대분야별, 세부 분야별, 국가별, 종합적인 우선순위를 도출하였다. 대분야별 우선순위를 도출한 이유는 정책적 관점에서 우선순위를

구분하기 위함이며, 세부 분야별 우선순위를 도출한 배경은 특정 분야의 이해관계자가 협력을 희망할 경우, 구체적인 협력 아이টে을 제시하기 위함이다. 대분류의 경우, 선박 기술, 친환경 에너지, 해상운송, 통신, 해양 기술, 수산 순으로 우선순위가 도출되었다. 세부 분야별 우선순위의 경우, 해양 기술 분야는 해양쓰레기 저감 기술, 블랙카본 기술, 해양 바이오 기술, 해양 폐기물 재활용 기술 순으로 도출되었다. 수산 분야의 경우, 제로웨이스트 수산 식품, 스마트 양식 기술, 해조류 양식 기술, 수산 식품 클러스터 순으로 우선순위가 도출되었다. 해상운송 분야는 스마트 항만 구축, 녹색 해운, 통합정보운영시스템, 크루즈 관광 순으로 도출되었으며, 친환경 에너지 분야는 대체에너지(수소, 암모니아), 재생에너지 기반 인프라 구축, 마이크로 그리드 순으로 도출되었다. 통신 분야의 경우, 초소형 위성 개발이 북극해 해저케이블보다 더 중요하다고 평가되었다. 마지막으로 선박 기술은 극한지 특화 조선기자재 개발 생산, 친환경 연료 기반 추진 선박, 자율운항선박, 소형전기어선 순으로 도출되었다. 종합적인 우선순위의 경우, 우리나라의 우선순위, 북극의 우선순위를 종합하여 스마트 항만 구축, 극한지 특화 조선기자재 개발 생산 등 10개 세부 사업을 도출했다. 국가별 우선순위의 경우, 양자협의회, 주한북극권대사관과의 면담, 설문조사 내용을 토대로 도출했다. 마지막으로 위에 분석한 모든 내용을 종합하여, 단기 및 중장기 협력사업과 협력할 수 있는 대상국을 제안했다. 단기 협력사업의 경우, 극한지 특화 조선기자재 개발 생산, 재생에너지 기반 인프라 구축, 스마트 항만 구축, 대체에너지(수소, 암모니아), 녹색 해운, 친환경 연료 기반 추진선박 등 6개 사업이다. 여기에 중장기 협력사업으로 북극해 해저케이블 설치, 자율운항선박 개발, 통합운항정보시스템 구축, 초소형 위성 개발 등 4개가 추가로 선정되었다.

제4장에서는 제3장에서 도출한 협력사업을 토대로 중장기 및 단기 추진 계획을 제안하였다. 중장기 추진계획의 경우, 수소에너지 공급 중점 패키지,

북극 녹색 해운 항로 중심 패키지, 북극 해운 정보 및 통신 중점 패키지 등 총 세 개의 패키지로 제안하였다. 첫 번째 패키지에는 해양 수소 생산·저장 기술 개발·적용, 해상풍력 인프라 구축, 해저케이블 설치가 포함된다. 두 번째 패키지에는 친환경 연료 기반 추진 선박 개발·건조, 극한지 특화 조선기자재 개발·생산, 녹색 해운 항로 개발을 포함했다. 세 번째 패키지에는 스마트 항만 구축, 통합운항정보 시스템 구축, 자율운항선박 개발, 초소형 위성 개발·발사 등이 포함되어 있다. 단기 추진계획의 경우, 마이클 포터의 산업 구조 분석을 활용하여 우리나라와 북극권 국가의 동향을 비교 분석했으며, 해당 분야에서의 국제협력 성공 사례를 분석하여 시사점을 도출했다. 또한, 환경적 요소 및 정책적 요소를 추가한 비즈니스 모델 모형을 활용하여 주요 사업 내용과 세부 과제, 일정, 소관 부처 등을 포함한 추진계획을 제안했다.

2. 연구의 한계점

본 연구는 지리적 범위, 협력 분야 등 분석 대상이 광범위하다. 지리적 범위는 북극지역이며, 분야는 청색경제를 포괄한다. 북극지역은 8개 국가에 걸쳐져 있는 영토일 뿐만 아니라, 북극이사회라는 특수한 거버넌스가 형성되어 있다. 청색경제는 해상풍력, 수산자원, 선박 건조, 해운 등 다양한 분야를 포함하고 있다. 이처럼 광범위한 지식을 보유하고 있는 국내외 전문가의 수는 소수이다. 또한, 북극지역에서의 청색경제는 신흥분야이기 때문에 선행연구 및 데이터가 부족하다. 이런 점으로 인해 국가별 협력 분야를 선정하는 과정에서 인터뷰 및 서면 자문 등을 통한 정성적으로 분석할 수밖에 없었다. 또한, 앞서 설명했듯, 북극의 특수성과 청색경제에 대한 지식을 모두 가지고 있는 전문가가 부족함에 따라 설문조사 응답자의 폭이 넓지 못하다는 점은 연구의 한계로 작용했다.

그럼에도 불구하고, 다양한 청색경제 분야에서 6개의 협력사업을 도출했다는 점, 협력사업 추진 계획을 제시했다는 점, 극지활동진흥기본계획의 Arctic-8프로젝트에 언급되어 있는 사업의 우선순위를 선정하고, 추진 방안을 구체화했다는 점에서 의의를 갖는다. 다만, 향후 연구를 통해 본 연구에서 선정한 6개 협력사업 중 하나를 선정하여 특정 분야에 대한 세부 추진 로드맵 및 계획 이행 방안 마련 필요하다.

그 밖에도 극지활동진흥법 제10조에 북극에서의 경제활동에 대한 내용이 명시되어 있지만, 북극의 범위, 경제활동의 범위 등 구체적인 범위에 대한 내용이 부재하다. 즉, 북극에서의 경제활동을 위해서는 최소한의 범위 설정과 정부가 어떤 시책을 수립할 것인지 등 내용을 구체화할 필요가 있다. 따라서, 본격적으로 기업이 북극지역에 진출하게 되면, 극지활동진흥법 개정 방안 연구를 추가적으로 수행해야 할 것이다.

제2절 정책제언

1. 한-북극권 청색경제 국제R&D사업 추진 및 지원

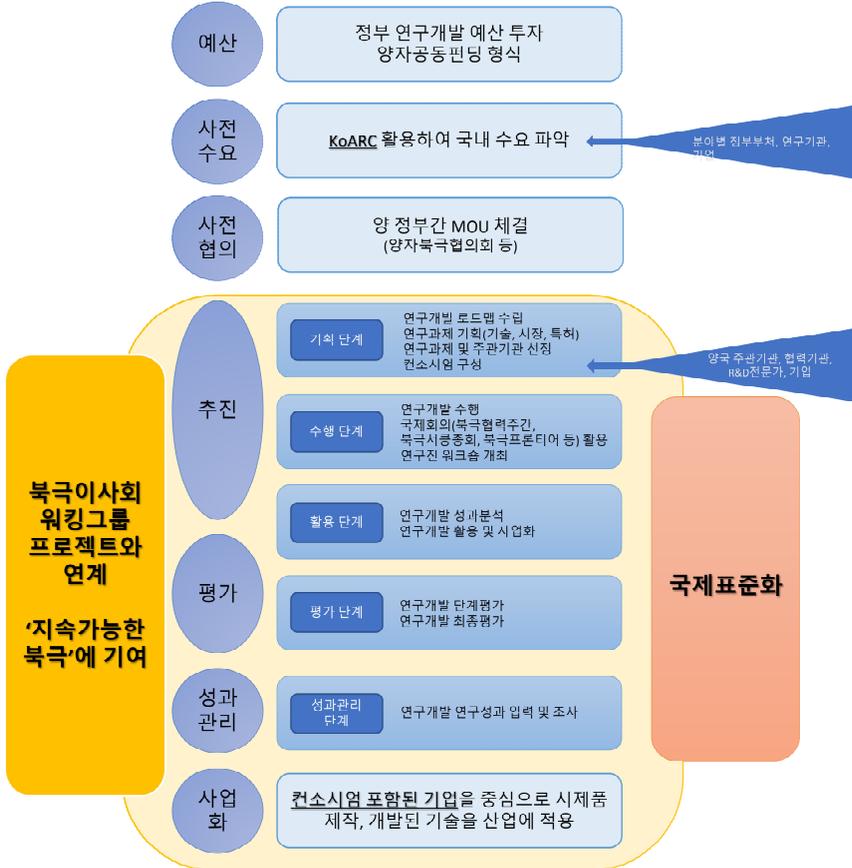
본 보고서에서 제안한 추진계획에 따르면, 북극권 국가와의 연구개발이 협력사업의 첫 단계이다. 연구개발은 국가의 기술 혁신과 경제 성장, 글로벌 경쟁력 강화, 산업의 다각화, 인적 자원 개발 등 중요한 기능을 갖는다.³⁶⁵⁾ 특히 북극의 청색경제를 활성화하기 위해서는 북극 해양환경을 보호하고, 해양 활동을 하는 북극 원주민의 삶의 질을 제고함과 동시에 북극 지역 경

365) 울산경제(2023.9.26.)<검색일: 2024.9.5.)

제를 발전시킬 수 있는 혁신적인 기술이 필수적이다. 우리나라는 해운 및 조선산업이 발달한 국가로 재편되고 있는 친환경 해운 및 친환경 조선산업 강국으로서 유지하기 위해서는 높은 수준의 기술력을 확보해야 하며, 이를 위해서는 연구개발에 대한 지원이 필요하다. 따라서, 북극권 국가와 우리나라간 국제R&D사업을 통해 북극권 국가는 북극의 지속가능한 개발을 위한 기술과 친환경 해운 및 친환경 조선 시장의 점유율을 높일 수 있는 기술을 확보할 수 있다. 더불어, 우리나라의 경우 책임감 있는 북극이사회 옵서버 국가로서 지속가능한 북극에 기여할 수 있다.

R&D사업은 기획 단계, 수행 단계, 활용 단계, 평가 단계, 성과관리 단계 등 3가지 단계로 추진된다. 이 모든 단계에서 우리나라와 북극권 산·학·연 전문가가 참여하여 다각적 시각에서 사업을 추진할 필요가 있다. 특히, 해당 분야의 우리나라 및 북극 전문가뿐만 아니라 제안서 작성, 법률 지원 등 국제 R&D를 이행함에 있어서 필요한 제반 사항을 담당하는 R&D 전문가 역시 포함되어야 한다. 양자공동펀딩 형식으로 양국 정부가 공동연구과제에 참여하는 자국 연구개발기관에 각각 지원하는 형태로 추진할 수 있다.

〈그림 5-1〉 국제R&D사업 추진방안

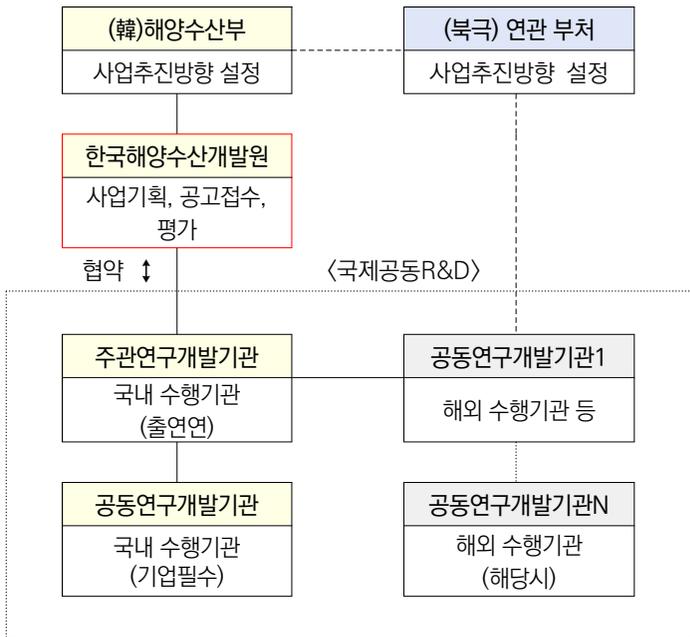


자료: Standard R&D, “R&D사업화표준연계”(검색일: 2024.10.10.) 자료를 활용하여 KMI 작성.

기획 단계에서는 문제를 정의하고, 개발이 필요한 기술을 제안한다. 이를 위해서 한국북극연구컨소시엄(KoARC)을 활용할 수 있다. 아래 제안된 내용(2.KoARC의 경제협력 기능 확대)에 따라 기획 단계에서 필요한 사항들은 KoARC을 통해 사전 논의될 수 있다. 이후 양측 정부 부처는 사업추진 방향을 설정하고, 전담 기관을 선정할 필요가 있으며, 정부간 대화 포맷으로 양자북극협의회를 활용할 수 있다. 양측 전담기관은 컨소시엄을 구성

하여 과제를 제안한다. 또한, 북극이사회 워킹그룹 프로젝트와 연계한다면, 외교적 성과와 경제적 성과가 모두 도출될 수 있다.

〈그림 5-2〉 국제R&D사업 추진체계



자료: KMI 작성.

수행단계에서는 한-북극권 양자협의회, 북극서클총회, 북극프론티어 등 국제회의를 활용하고, 전문가급 워크숍 개최를 의무화하여 의사소통이 활성화될 수 있도록 한다. 활용 단계에서는 연구개발 성과를 분석하고, 사업화 방안을 준비하는 단계이다. 우선 국제표준화하여 성과를 확산하고, 해당 분야에서 주도권을 확보할 수 있다. 국제표준화는 R&D 성과를 사업화하고 해외시장에 진출하는 데에 있어 중요한 역할을 하기 때문이다. 기업은 표준화된 기술을 적용해 신제품을 개발하여 신시장에 진출할 수 있다.

2. KoARC의 경제협력 기능 확대

우리나라와 북극 정책 및 과학 협력을 위한 거버넌스 및 지원 체계는 여러 방안으로 구축되어 있다. 첫째, 정부 및 연구기관 간 MOU를 체결한 바 있다. 과학연구 협력을 위한 양자 MOU를 체결했다. 2019년 한-노르웨이 북극 협력 강화를 위한 연구기관 간 협력 MOU를 체결했으며, 2021년 해양수산부와 덴마크 고등교육과학부는 ‘극지 과학기술 협력 양해각서’를 체결했다. 둘째, 북극이사회와의 협력을 강화하기 위해 한국 북극협력 네트워크(KoNAC)를 운영하고 있다. KoNAC은 우리나라 전문가가 6개의 북극이사회 워킹그룹 활동에 대응할 수 있도록 지원하는 플랫폼이다. 셋째, 우리 정부는 국내 전문가들이 과학, 산업, 정책 융복합 연구 주제를 발굴하고, R&D을 수행하는 것을 목적으로 하는 한국북극연구컨소시엄(KoARC)을 운영하고 있다.

이처럼 과학연구 및 국제협력을 위한 기반은 조성되어 있음에도 불구하고, 북극 경제 협력을 위한 기반은 부족한 실정이다. 현재로서는 정부 차원에서 추진한 경제 협력의 성과는 북극경제이사회 간 MOU 체결이 유일무이하다. 즉, 정부 차원에서 경제 협력을 위해 산업 전문가가 분야별 의제를 검토하고, 한-북극권 양자협의회에 제안할 수 있는 플랫폼이 부재한 상황이다. 그 외에는 개별 기업 및 기관이 각자 협력을 구축하고 있다. 예를 들어, 2023년 한국해양수산개발원과 아이슬란드의 그라나플 사(社)는 북극용 친환경전기소형어선 개발을 위해 MOU를 체결했다. 다만, 앞서 언급한 KoARC은 정책, 과학, 산업분과로 구성되어 있고, 산업분과에는 기업 소속 전문가가 포함되어 있음에 따라 기능이 중복되지 않도록 KoARC 산업분과의 기능을 확대하는 방안을 제안하고자 한다. 기존 KoARC은 경제 협력을 위한 연구를 수행하는 것을 목적으로 했다면, 개편(안)에 따르면, 연구 성과가 경제 협력 성과로 연계될 수 있도록 세부 분야별 기업 전문가가 직접 참여하여 사업화할 수 있도록 환경을 조성하고자 한다.

또한, 기존 북극 협력은 해양수산부 및 외교부가 주도적으로 역할을 수행했다. 그러나, 통신, 에너지, 조선(기자재) 등 다양한 분야를 포함하는 경제 협력의 경우, 단일 부처에서 대응하기 어려운 실정이다. 또한, 북극지역은 북극이사회를 중축으로 북극권 정부, 북극 원주민 단체 등 이해관계자가 다양하다. 따라서, 외교·정책·경제적으로 대응이 가능하고, 국내 이해관계자 의견을 조율하고, 최종적으로 양자협의회 및 북극이사회에 의제를 제안할 수 있는 범부처 간 의사소통할 수 있는 장이 필요하다. 아래 그림과 같이 해양수산부를 중심으로 분야별 정책 및 경제 전문가와 소관 정부 부처가 참여하는 협력 체계를 구축한다면, 종합적으로 분석하고, 구체적인 전략을 마련하여, 한-북극권 양자협의회, 고위급 회담 등 의제로 제안할 수 있다.

〈그림 5-3〉 KoARC 산업분과 기능 확대 방안



자료: KMI 작성.

3. 기업의 북극 청색경제 관심 제고를 위한 지원 정책 마련

연구 성과를 사업화하기 위해서는 기업과의 협력이 필수적이다. 따라서, 연구 개발 구상 단계부터 기업이 참여할 수 있도록 환경을 조성할 필요가 있다. 즉, 기업이 연구 개발 참여할 수 있도록 유도 정책을 마련할 필요가 있다. 예를 들어, 탄소국경조정제도의 도입으로 인해 발생하는 추가적인 행정적 및 재정적 부담을 감소할 수 있도록 지원 제도를 제안할 수 있다. 2025년까지 기업은 탄소배출량 보고의무만 있지만, 2026년부터는 배출량 검증, 탄소국경조정제도(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) 인증서 구입과 제출의 의무가 추가된다.³⁶⁶⁾ 특히 탄소국경조정제도는 철강, 시멘트, 전기, 비료, 알루미늄, 수소 등 6개 품목을 유럽연합(덴마크, 스웨덴, 핀란드 해당)에 수출하는 기업에 대해 제품 생산 과정에서 발생한 탄소 배출량만큼 탄소 비용을 부과하는 제도이다.³⁶⁷⁾ 따라서, 이 제도는 선박, 선박기자재, 해상풍력 장치 등 협력사업을 추진하는 기업에 재정적, 행정적 부담을 가중시킬 수 있다.³⁶⁸⁾ 즉, 북극지역에서 친환경 기술을 적용한 사업을 추진할 경우, 탄소 비용 비율을 낮추는 등과 같은 정부간 협력이 필요하며, 특히 조선기자재 생산업체의 경우 규모가 작은 기업의 비율이 크에 따라 해당 기업을 대상으로 탄소 배출량을 감축하고, 탄소국경제도 대응 비용 부담을 완화할 수 있도록 지원할 필요가 있다. 또한, 예를 들어, 우리 정부 및 기업이 노르웨이 해상풍력 단지에 투자할 경우, 파리협정 제6조에 근거해 탄소 배출권을 인정받을 수 있다. 다만, 양국 간 구체적인 협의 및 절차를 통해 탄소 배출권을 인정하는 협정을 체결해야 한다. 그 밖에도 기업이 자발적으로 탄소 감축 사업에 참여하여 탄소 크레딧을 창출하고 거래할 수 있는 자발적 탄소시장(Voluntary Carbon Market) 제도가 있다.

366) 중소벤처기업부 보도자료(2024.2.21.)(검색일: 2024.9.4.)

367) 같은 자료.

368) 한국무역협회(2023.8.24.)(검색일: 2024.9.4.)

해당 제도를 활용해 기업의 부담을 완화할 수 있도록 정부 차원에서 지원할 필요가 있다.

4. 북극 경제활동 법적 기반 마련

우리 정부는 2021년 4월 13일 극지활동 진흥법을 제정, 2021년 10월부터 시행하고 있다.³⁶⁹⁾ 극지활동진흥법은 총 16개 조문으로 구성되어 있고, 이 중 북극지역에서의 경제활동과 관련한 조항은 제10조(북극에서의 경제활동 진흥)이다. 동 조는 ‘국가는 북극항로 개척 등 북극에서의 경제활동을 진흥하기 위하여 필요한 시책을 수립하고 추진하여야 한다.’라고 규정하고 있다.³⁷⁰⁾ 동 조 전단은 ‘북극에서의 경제활동’이라는 표현을 쓰고 있지만, ‘북극’에서의 ‘경제활동’이 어떠한 것을 의미하는지, 그 범위에 대한 설명이 없고 이러한 부재로 인해 북극권 협력에 적합하고 우수한 청색기술을 가진 기업이라도 어떤 분야에 북극 진출이 가능한지, 진출을 한다면 어떤 주체로 활동을 하는지를 예측하기 어렵다. 제10조 후단은 ‘필요한 시책을 수립하고 추진하여야 한다’라고 규정하는데, ‘필요한 시책’에 대한 추가적인 내용을 규정하고 있지 않다. 따라서 어떤 시책이 ‘필요한 시책’인지에 대해 구체적인 범위, 추진 방식, 정부에 기대할 수 있는 지원 등을 기업 또는 기업 관계자들이 알기 어렵다.

만약 극지활동 진흥법에서 구체적으로 범위를 정하여 위임을 한 경우, 상위법에 직접 규정하지 않고 극지활동 진흥법 시행령 또는 시행규칙과 같은 하위법령에 ‘북극에서의 경제활동’이나 ‘필요한 시책’에 대한 구체적인 규정을 둘 수 있다.³⁷¹⁾ 극지활동 진흥법 시행령은 2021년 10월 5일에 제정,

369) 극지활동 진흥법(법률 제18055호, 2021.4.13.).

370) 극지활동 진흥법 제10조

371) 헌법재판소 1995. 11. 30. 선고 91헌바1 등 결정

같은 달 14일에 시행되었고, 총 10개 조문으로 구성되어 있다. 동령은 ‘극지활동 진흥 기본계획’에 관한 사항(제6조 제2항 제11호), ‘실태조사’의 범위 방법 등에 관한 사항(제7조 제4항), ‘극지활동 기반시설’에 극지활동에 필요한 설비 및 장비의 종류(제11조 제1항 제4호, 극지환경의 안전관리체계(제14조), 권한 및 업무의 위임·위탁(제16조)에 관한 사항에 대해 규정하고 있을 뿐, 북극 경제활동(제10조)에 대한 구체적인 내용은 찾을 수 없다.³⁷²⁾ 동 법의 시행규칙, 해양수산부령 역시 제13조 제1항의 ‘극지통합정보시스템의 구축·운영’에 관한 사항을 규정할 뿐, 북극 경제활동에 대한 내용은 규정하고 있지 않다.³⁷³⁾

위와 같은 구체적인 규정의 부재로 현행법 체계는 기업들의 참여를 촉진할 수 있는 메커니즘이 부족하며, 북극에서의 경제활동의 법적 기반을 마련하고 있다고 보기 어렵다. 현행법 체계를 개선하기 위해 첫째, 제10조(북극 경제활동)의 범위를 ‘북극항로 개척 및 이용’, ‘해양자원의 지속 가능한 개발 및 이용’ 등 구체적인 활동 영역으로 명시할 필요가 있다. ‘북극 경제활동’에 대한 법적 근거를 마련하고 구체적인 내용은 시행령에 위임하는 방식을 고려할 수 있다. 둘째, 북극 경제활동을 실현하기 위해 ‘필요한 시책’에 대한 구체적인 사항을 ‘대통령령’이나 ‘부령’에 위임하여, 북극 경제활동의 범위에 따른 초기사업 추진자금 지원 등 정부의 지원책을 구체적으로 규정할 필요도 있다. 추가적으로 제2차 극지활동진흥기본계획(2028-2032) 수립 시 본 보고서의 중·단기 협력 분야를 참고하여 분야별 진출 사업 선정 및 육성계획, 민간기업의 북극 진출 지원 프로그램 운영 등 실질적인 북극 경제협력을 돕는 방안을 마련할 필요가 있다.

372) 극지활동 진흥법 시행령(대통령령 제32025호, 2021.10.5.).

373) 극지활동 진흥법 시행규칙(해양수산부령 제501호, 2021.10.12.).

참고문헌

국내 문헌

- KIMST(2024), 해양수산과학기술 정책 · 동향, KIMST Insight, 2, pp. 1-26.
- KMI(2022), 북극정책동향백서, 한국해양수산개발원.
- KMI(2023), 2024 해양수산전략리포트, 한국해양수산개발원.
- KMI(2023), 북극정책동향백서, 한국해양수산개발원.
- KMI(2024) 극지해 소식지 제131호, 한국해양수산개발원.
- KMI(2024) 극지해 소식지 제132호, 한국해양수산개발원.
- KMI(2024) 극지해 소식지 제133호, 한국해양수산개발원.
- KMI(2024) 극지해 소식지 제134호, 한국해양수산개발원.
- Ik Icard, 2023 북극협력주간 한-북극 B2B 세션 발표 자료(2023.12.12)
- 관계부처합동(2021), 2050 북극활동전략. 대한민국 정부.
- 관계부처합동(2022), 제1차 극지활동진흥기본계획, 대한민국 정부.
- 관계부처합동(2021), 수소항만 조성방안, 대한민국 정부.
- 교육부(2015), 학생 진로진학과 연계한 과목 선택 가이드북, 교육부.
- 국립수산과학원(2023) 2023 수산분야 기후변화 영향 및 연구보고서, 국립수산과학원.
- 권원순 · 김중렬(2006), 러시아의 에너지 자원개발과 시베리아:러시아에너지전략 20을 중심으로, 국제지역연구, 10(1), pp. 45-62.
- 권재연(2011), AHP를 이용한 동북아 항만경쟁력 비교분석에 관한 연구, 한국해양대학교 대학원, pp. 1-106.

-
- 김민수 외(2018), 해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석 연구, 한국 해양수산개발원.
- 김석환 외(2014), 한국의 북극 거버넌스 구축 및 참여 전략, 대외경제정책연구원.
- 김엄지 외(2021), 점-선-면 전략 기반 러시아 북극개발전략 분석 및 한러협력 방향, 한국해양수산개발원.
- 김재진 외(2019), 스마트·친환경선박 산업기술인력 수요전망, 한국산업기술진흥원
- 김태윤·맹준호(2023), "부유식 해상풍력 개발사례를 통한 해상풍력단지 조성 방안 연구-노르웨이 사례를 중심으로", 풍력에너지저널, 14(2), pp. 14-25.
- 김형주 외(2016), 기후기술 협력 우선순위 기술선정 방법론 개발 연구, 국가녹색기술 센터.
- 박영길(2014), 한국 국내법상의 유엔해양법협약 이행에 대한 검토, 동서연구, 26(4), 연세대학교 동서문제연구원, pp. 95-118.
- 박종관(2023), 러시아의 북극 해양 안보 정책: 2022년 해양 독트린을 중심으로, 2(1), 한국 시베리아 연구, pp. 67-98.
- 박종관·최주화(2022), 러시아 북극 해양 정책과 안보 전략 분석, 한국해양수산 개발원, pp. 49-70.
- 박홍균 외(2014), 광양항 비즈니스 모델 개발을 위한 북극항로 화물 선택과제, 해운 물류연구, 30(1), pp.135-154.
- 법무법인 지평(2021), 러시아 수소에너지정책, 러시아 중앙아시아 법률인포, 11, pp. 1-8.
- 부산진해경제자유구역청(BJFEZ), 조선기자재(2005)
- 산업통상자원부(2017), 재생에너지 3020 이행계획(안), 산업통상자원부.
- 산업통상자원부(2023), 제3차 지능형전력망 기본계획(2023~2027), 산업통상자원부.
- 허재준(2023), 신재생에너지, Sector Update 삼성증권
- 서원상(2013), 지속가능한 개발 원칙-북극의 지속가능한 개발을 중심으로, 38, 국제 법평론, pp. 63-88.
- 심기섭 외(2017), 친환경에너지 정책 추진강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대 방안, 한국해양수산개발원.
- 에너지경제연구원(2016), 세계 에너지시장 인사이트 16(37), 에너지경제연구원.

- 연담린(2023), 러시아와 중국의 탄소중립 협력 연구, 한국 시베리아연구, 27(3), pp. 77-120.
- 외교부(2023), 북극개황, 외교부.
- 윤석열 정부(2022), 120대 국정과제
- 윤승환(2018), 북극해의 현황과 이용가능성 그리고 한국의 대응.
- 이승력(2023), 한국 해양수산 정책의 전환점, 한국해양수산개발원.
- 이승호(2011), 북극의 기후 특성 및 기후경관, 국토지리학회, 45(3), 349-359
- 이완형(2023), ESF 경영 비즈니스모델 연구-비즈니스 모델 캔버스 템플릿을 활용하여, 로고스경영연구, 69, 한국로고스경영학회, pp. 183-206.
- 이은창 · 이슬기 · 허선경(2022), 탄소중립을 위한 해양그린수소 육성 전략, 산업경제 4월 특집, 산업연구원.
- 이태겸 · 윤병국(2015), 한국의 크루즈 관광 활성화 방안 연구: 전남 광양항 크루즈 관광을 중심으로: 전남 광양항 크루즈 관광을 중심으로. 관광연구저널 29(9), pp. 111-126.
- 정대환 외(2021), 북극항로 활용관점에서의 아시아 주요 항만 경쟁력 연구.
- 정준환(2024), 해상풍력발전 동향, 풍력에너지저널, 821.
- 2050 탄소중립녹색성장위원회(2021), 산업계(수소),
- 최영석 외(2018), 해운 · 조선 · 에너지, 자원개발과 연계한 북극항로 진출 확대 방안, 북방경제협력위원회.
- 최태진, 북극지시센터, 지구 기후시스템과 북극의 기후변화, 극지연구소.
- 하지희 외(2014), AHP를 활용한 북극항로 관련 항만경쟁요소의 중요도 평가 연구, 한국항해항만학회, 2014(1), pp. 207-209.
- 한국해양수산개발원 (2018.12.),글로벌 항만자동화 기술 격차
- 한종만(2019), 북극권 진출로 오호츠크 해와 베링해 지역 연구: 지속가능한 개발협력과 시사점.
- 한철환(2011), 북극해 항로의 경제적 타당성에 관한 연구, 해운물류연구, 27(4), pp. 583-605.

해양수산과학기술진흥원(2024) 해양수산과학기술 정책 기술동향 KMIST Insight, 2024(1), 해양수산과학기술진흥원.

해양수산부(2014), 해양수산 R&D 중장기 계획(2014-2020), 해양수산부.

해양수산부(2017), 해양수산 신산업 중장기 로드맵 수립, 해양수산부.

해양수산부(2019), 제3차 해양쓰레기 관리 기본계획(2019-2023), 해양수산부.

해양수산부(2021), 제1차 해양 폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획(2021~2030).

해양수산부(2021), 제3차 해양수산발전기본계획.

해양수산부(2021), 해양수산 신산업 육성 대책.

해양수산부(2021), 해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵.

해양수산부(2020), 주민과 함께하고, 수산업과 상생하는 「해상풍력 발전방안」, 해양수산부.

해양수산부(2022), 지능형 해상교통정보서비스의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률 해설서, 해양수산부.

해양수산부(2022), 해양수산신산업 육성전략, 해양수산부.

해양수산부(2023), 제3차 해양쓰레기 관리 기본계획(2019-2023), 해양수산부.

해양수산부(2024), 2024년 지능형 해상교통정보서비스 계획, 해양수산부.

해양수산부(2024), 주요업무 추진계획, 해양수산부.

해양수산부(2024), 해양생물다양성 보전대책, 해양수산부.

해양수산부(2023), 제2차 해양수산과학기술 육성 기본계획(2023-2027), 해양수산부.

해양수산부 · 한국해사협력센터(2023), 탈탄소화 국제해사 동향 International trend for maritime decarbonization, 6, 해양수산부 · 한국해사협력센터.

허윤수(2020), 해양신산업, 동북아 해양수도 구현의 신성장동력, 부산연구원 정책포커스, 제369호.

허재준(2023), 신재생에너지, 삼성증권, Sector Update.

헌법재판소 1995. 11. 30. 선고 91헌마1 등 결정.

홍성범 외(2013), 청색 경제(Blue Economy)의 부상과 과학기술외교의 효율적 대응 전략, 과학기술정책연구원.

홍현표 외(2014), 수산업 북극해 진출방안 수립 연구, 해양수산부

법령 자료

- 국가재정법(법률 제19430호, 2023. 6. 9.).
- 국가재정법 시행령 (대통령령 제33621호, 2023. 7. 7.).
- 극지활동 진흥법(법률 제18055호, 2021.4.13.)
- 극지활동 진흥법 시행령(대통령령 제32025호, 2021.10.5.)
- 극지활동 진흥법 시행규칙(해양수산부령 제501호, 2021.10.12.)
- 기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(법률 제19208호, 2022. 12. 31.)
- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(법률 제19040호, 2022.11.15.)
- 어촌·어항법(법률 제17893호 2022. 1. 13.)
- 지능형 해상교통정보서비스의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률(법률 제18957호, 2022.6.10.)
- 해양 폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법(법률 제18965호, 2022.6.10.)
- 해양수산과학기술 육성법(법률 제18669호, 2022.1.4. 시행)
- 해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률(법률 제18670호, 2022.1.4. 시행)
- 해양환경보전 및 활용에 관한 법률(법률 제18469호, 2021.9. 24.)
- 해양 생태계의 보전 및 관리에 관한 법률(법률 제20309호, 2024.2.13.)
- 해양교육 및 해양문화의 활성화에 관한 법률(법률 제19807호, 2024.5.1.)

국제협약

- CAOFA (2018) Agreement to Prevent Unregulated High Seas Fisheries in the Central Arctic Ocean, signed October 3, 2018, entered into force June 25, 2021.

인터뷰 · 면담 자료

주한스웨덴대사관 면담 자료(2024.4.30.)

국외 문헌

Afewerki, Samson et al.(2019), Innovation policy in the Norwegian aquaculture industry: Reshaping aquaculture production innovation networks, *Marine Policy*, 104, pp. 19-27.

AlaskaNOR(2022), *Blue Fisheries & Aquaculture*. AlaskaNOR.

Andreas Østhagen, Andreas Raspotnik et al.(2022), *Blue Governance: Governing the Blue Economy in Alaska and North Norway*.

Andrey V. Smirnov(2020), *Russia's Arctic Strategy and Prospects for Regional Development*, *Arctic and North*, 41(2), pp. 227-243.

Apostolos Tsiouvalas et al.(2022), *Fisheries and Aquaculture in Alaska and North Norway*, AlaskaNOR.

Apostolos Tsiouvalas(2022), *Looking for Common Ground: Marine Living Resource Development in Alaska and Northern Norway in the Context of the Blue Economy*, Sunstainability.

Arctic Council(1996), *Declaration on the Establishment of the Arctic Council*, Arctic Council.

Arctic Council(2023), *AMAROK Project/Activity List for 2023-2025*, Arctic Council.

Babette E. Bensoussan · Craig S. Fleisher(2013), *Business and Competitive Analysis: Effective Application of New and Classic Methods*, FT Press, pp. 194-196.

Barker, Andrew et al.(2022), *Towards net zero emissions in Denmark*, OECD Publishing.

Benjamin D. Trump(2018), *A Sustainable Arctic: Making Hard Decisions*.

Bhattacharya, Annesha · Bhattacharya, Sonali(2023), *Integrating ESG pillars for business model innovation in the biopharmaceutical industry*, Australasian

- Accounting, Business and Finance Journal, 17(1), p.133.
- CAOFA(2018) Article 3(Interim Conservation and Management Measures Concerning Fishing)
- CAOFA, Article 5(Review and Further Implementation)
- Copenhagen Malmö Port(2019), Annual Report, Copenhagen Malmö Port
- CSIS(2023), Northern Connections_Arctic Energy Security, January.
- Danish Energy Agency(2024), Energy Statistics 2021, Danish Energy Agency.
- Dmitrieva, Diana et al. (2023), Russian Arctic Mineral Resources Sustainable Development in the Context of Energy Transition, ESG Agenda and Geopolitical Tensions.
- Franz J. Mueter(2022), Arctic Fisheries in a Changing Climate, In: Finger, M., Rekvig, G. (eds) Global Arctic. Springer, Cham.
- Frønes, T.S., Pettersen, A., Radišić, J., & Buchholtz, N.(2020), Equity, Equality and Diversity in the Nordic Model of Education—Contributions from Large-Scale Studies, Springer.
- Gabriela Negrete-García et al.(2024), Changes in Arctic Ocean plankton community structure and trophic dynamics on seasonal to interannual timescales, Bio geosciences, 21, pp. 4951–4973.
- Gao Tianming et. al(2021), Planning for Sustainability An Emerging Blue Economy in Russia's Coastal Arctic.
- Global Wind Energy Council(2023), Global Offshore Wind Report 2023.
- Goddard, C(2015), The Blue Economy: Growth, opportunity and a sustainable ocean economy, Economist Intelligence Unit.
- Government of Canada(2024.6.3.), The Government of Canada outlines the next steps for Canada's blue economy, <https://www.canada.ca/en/fisheries-oceans/news/2024/06/the-government-of-canada-outlines-the-next-step-s-for-canadas-blue-economy.html>(검색일: 2024.11.10.)
- Government of Iceland(2021), Iceland's Policy on Matters Concerning the Arctic Region Parliamentary Resolution 25/151., Government of Iceland Ministry of Foreign Affairs.

-
- Haewoori Offshore Wind, *해울이 프로젝트*, <https://www.haewooriwind.co.kr/project>(검색일: 2024.8.1.)
- Herodotou, H., Aslam, S., Holm, H., & Theodossiou, S.(2021), Big maritime data management, In *Big Data and AI in Maritime Industry*, Springer.
- Herodotou et al.(2021), Big maritime data management, In *Big Data and AI in Maritime Industry*, Springer, pp. 313-334.
- MEMO(2023), *Sea Powers Rankings 2023 2.0.*, Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations.
- IPCC(2007), *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, p. 15.
- Irina Makarova et. al(2023), The Construction of Seaports in the Arctic: Prospects and Environmental Consequences, *Journal of Marine Science and Engineering*. 11(10), pp. 1-30.
- IV Samsonova · M S Malysheva(2020), *Industrial Policy in the Russian Arctic: State and Prospects*, Russian Academy of Sciences, pp. 2020-2025.
- Krutikov, A. V., Smirnova, O. O., & Bocharova, L. K. (2020), *Strategy for the Development of the Russian Arctic. Results and Prospects*. Arctic and North.
- Kufer, Caleen et al.(2023), Evaluating Blue Economy Frameworks in the Arctic Ocean United States and Norway, *Natural Resources & Environment*, 37(4), pp.14-18.
- Lise Smed Olsen, Anna Berlina et al.(2016), *Sustainable Business Development in the Nordic Arctic*, Nordregio.
- Maaik Knol.Kauffman et al.(2023), *Sustainability conflicts in the blue economy: planning for offshore aquaculture and offshore wind energy development in Norway*
- Malte F. Stuecker et al.(2018), Polar amplification dominated by local forcing and feedbacks, *Nature Climate Change*, 8, pp. 1076-1081
- Malte Humpert et al(2022), *Blue Maritime Transportation*, Nord University.
- Martin Edwards, Eileen Bresnan, Kathryn Cook, Mike Heath , Pierre Helaouet, Christopher Lynam, Robin Raine and Claire Widdicombe(2013), *MCCIP Science Review 2013*, pp. 98-112

- Mathias Carlsson(2020), Blue governance: International environmental cooperation in the Arctic Region, University of Gothenburg.
- MEPC 68/21/Add.1 Annex 10 International Code For Ships Operating in Polar Waters(Polar Code)
- Mika Rantanen et al(2022), The Arctic has warmed nearly four times faster than the globe since 1979, *Communications Earth & Environment*, 3, pp. 1-8.
- Mika Rantanen et al.(2022), Exceptional Atmospheric Blockings and Their Impact on Arctic Warming, *Nature Communications*, 13(1), pp. 160-168.
- Ministry for Foreign Affairs of Iceland, Committee on Arctic Policy (2021), Iceland's Policy on Matters Concerning the Arctic Region: Parliamentary Resolution 25/151
- Mordor Intelligence(2023), Canada Freight & Logistics Market Study, Mordor Intelligence
- Muhammad Aamir Mahmood et. al (2023), How Can Blue Economy Contribute to Inclusive Growth and Ecosystem Resources in Asia? A Comparative Analysis of Economic Environmental and Social Indicators Among 19 Asian Cooperation Dialogue Members, *Journal of Cleaner Production*, 382, 135246. .
- Nikolaj Bock et al.(2012), Sustainable Development Considerations in the Arctic, European Commission.
- Norway(2021)The Norwegian Government's Arctic Policy, Norwegian Government.
- Norwegian Ministries (2021), The Norwegian Government's Arctic Policy: People, opportunities and Norwegian interests in the Arctic (Report), Norwegian Government.
- Octavian, A., & Jatmiko, W.(2020), Designing intelligent coastal surveillance based on big maritime data, *IEEE IWBI* 2020.
- Park, K.W. et al.(2022), Effects of Miniaturization of the Summer Phytoplankton Community on the Marine Ecosystem in the Northern East China Sea, *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(3), pp. 1-15.
- Petr Chylek et al(2022) Annual Mean Arctic Amplification 1970–2020: Observed and Simulated by CMIP6 Climate Models, *Geophysical Research Letters*, 49(13), pp. 1-9.

-
- Petr Chylek et al.(2022), On the Warming in the Arctic Region, *Journal of Climate*, 35(1), pp. 1-8.
- Ronald U. Mendoza et al.(2013), Regional Public Goods in the Blue Economy: Lessons from 14 Cases of International Cooperation, *Journal of International Development*, 25(7). pp.1000-1018.
- Rosa Maria Martinez.Vazquez 외(2021), Challenges of the Blue Economy: evidence and research trends focuses on the Blue Economy. *Marine Policy*, 130, pp.1-10.
- RRIFS Potsdam(2023), Norway's Internal and External Hydrogen Strategy. Research Institute for Sustainability Potsdam.
- Ruth Branch et. al(2022), Marine renewable energy for Arctic observations, Research Institute for Sustainability Potsdam.
- Saaty, T. L. (1980), The analytic hierarchy process (AHP), *The Journal of the Operational Research Society*, 41(11), pp. 1073-1076.
- Samson Afewerki et al.(2023), Innovation policy in the Norwegian aquaculture industry: Reshaping aquaculture production innovation networks.
- Sergei Nikonorov et al.(2021), Industrial symbiosis as an element of sustainable development of arctic companies
- Sirikrai, S.B., Tang J.C.S.(2006), Industrial competitiveness analysis: Using the analytic hierarchy process, *The Journal of High Technology Management Research*, 17(1), pp. 55-67.
- Smith-Godfrey, S. (2016), Defining the Blue Economy, *Maritime Affairs: Journal of the National Maritime Foundation of India*.
- The IMEMO(2023), *Sea Powers' Rankings 2023 2.0.*, Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations (IMEMO).
- Timothy Heleniak, Eeva Turunen & Shinan Wang(2019), *Migration in the Arctic*, University of Lapland, pp. 41-59.
- United States Government (2022), *National Strategy For The Arctic Region*, The White House.
- UNCLOS(1982), Preamble, United Nations.

- UNCLOS(1982), Article 55(Specific legal regime of the exclusive economic zone), Article 56(Rights, jurisdiction and duties of the coastal State in the exclusive economic zone), United Nations.
- UNCLOS(1982), Article 76(Definition of the continental shelf), Article 77(Rights of the coastal State over the continental shelf), United Nations.
- Vasilii Erokhin et al.(2021), Arctic Blue Economic Corridor: China's Role in the Development of a New Connectivity Paradigm in the North, United Nations.
- Water Resources and Energy Directorate(1921), The Norweigen Government.
- Wenhai Lu(2019), Successful Blue Economy Examples With an Emphasis on International Perspectives, *Frontiers in Marine Science*, 6, pp. 1-14.

인터넷 자료

- A Sustainable Ocean Economy, New Green Shipping Challenge announcements made at COP28, <https://oceanpanel.org/new-green-shipping-challenge-announcements-made-at-cop28/>(검색일: 2024.7.20.)
- ABB, Engine Optimization to Cut Ship Emissions, ABB and Hyundai Global Service offer engine optimization to cut ship emissions, <https://new.abb.com/news/detail/84122/abb-and-hyundai-global-service-offer-engine-optimization-to-cut-ship-emissions>(검색일: 2024.05.07.).
- Aegir Insights(2021.5.28.), Global partnerships would significantly lower the price of developing offshore wind in South Korea, <https://www.aegirinsights.com/global-partnerships-would-significantly-lower-the-price-of-developing-offshore-wind-in-south-korea> (검색일: 2024.8.1.)
- AHA, 스마트항만은 정확히 무엇인지 궁금합니다, <https://www.a-ha.io/questions/4e87c063c756dea8940ce1bc0182313f>(검색일: 2024.4.25.).
- Aker Arctic, Hybrid propulsion gains popularity, <https://akerarctic.fi/en/arctic-propulsion/hybrid-propulsion-gains-popularity/>(검색일: 2024.7.20.)

-
- Aker Arctic, Swedish icebreaker proceeds to construction, <https://akerarctic.fi/en/arctic-passion/swedish-icebreaker-proceeds-to-construction/>(검색일: 2024.7.20.)
- Alaska Department of Fish and Game, Mariculture Development in Alaska: 5-Year Action Plan, https://www.adfg.alaska.gov/Static/fishing/pdfs/mariculture/12.08.19_5yr_action_plan_draft.pdf(검색일: 2024.8.29.)
- Ammonia Energy Association, AIP for Offshore Production in Korea: Government Funding for Maritime Ammonia in Scandinavia, <https://ammoniaenergy.org/articles/aip-for-offshore-production-in-korea-government-funding-for-maritime-a>(검색일: 2024.8.2.)
- Ammonia Energy Association, Bunker Ammonia Momentum Toward a Sustainable Future, <https://ammoniaenergy.org/articles/bunker-ammonia-momentum-toward-a-sustainable-and-future-proof-maritime-fuel/>(검색일: 2024.8.2.)
- Arctic Council(1996), Declaration on the Establishment of the Arctic Council, <https://arctic-council.org/en/about/documents/arctic-council/>(검색일: 2024.8.4.).
- Arctic Council, About the Arctic Council, <https://arctic-council.org/about/>(검색일: 2024.3.3.)
- Arctic Council, Navigating the Future of Arctic Shipping, <https://arctic-council.org/news/navigating-the-future-of-arctic-shipping/>(검색일: 2024.8.5.)
- Arctic Council, Arctic Peoples and Their Challenges, <https://arctic-council.org/explore/topics/arctic-peoples/>(검색일: 2024.08.04.)
- Arctic Council, Navigating the future of Arctic shipping, <https://arctic-council.org/news/navigating-the-future-of-arctic-shipping/>(검색일: 2024.8.5.)
- Arctic Economic Council, Blue Economy Working Group, <https://arcticeconomicouncil.com/workinggroups/blue-economy-working-group/>(검색일: 2024.3.11.)
- Arctic Frontiers, Arctic Partnership Week, South Korea, <https://arcticfrontiers.com/abroad/arctic-partnership-week-south-korea/>(검색일: 2024.8.2.)

- Arctic portal library(2024.3.8), Finland's Strategy for Arctic Policy, <https://library.arcticportal.org/2813/>(검색일: 2024.5.15.)
- Arctic portal library(2024.3.8), Iceland's Policy on Matters Concerning the Arctic Region, <https://library.arcticportal.org/2007/>(검색일: 2024.5.15)
- Arctic portal library(2024.3.8.), The Faroe Islands in the Arctic, <https://library.arcticportal.org/2812/>(검색일: 2024.5.15)
- Arctic Review, Depopulation Issues in the Arctic, <https://arctic.review/challenges/depopulation/> (검색일: 2024.8.4.)
- Arctic Today, South Korea, Russia discuss closer cooperation on Arctic shipping, <https://www.arctictoday.com/south-korea-russia-discuss-closer-cooperation-on-arctic-shipping/>(검색일:2024.8.3.)
- Babette E. Bensoussan · Craig S. Fleisher(2013), Business and Competitive Analysis: Effective Application of New and Classic Methods, FT Press, pp. 194-196, https://books.google.co.kr/books/about/Business_and_Competitive_Analysis.html?id=BRIoBgAAQBAJ&redir_esc=y (검색일: 2024.5.15)
- BBC(2024. 2. 27), Hungary's parliament clears path for Sweden's Nato membership, <https://www.bbc.com/news/world-europe-68405893>(검색일: 2024. 5. 15.)
- BHI, 해양그린수소 생산 플랫폼, https://www.bhi.co.kr/menu_water_green(검색일: 2024.9.30.)
- Bornholm Energy Island, About the Project, <https://bornholmenergyisland.eu/en> (검색일: 2024.8.4.)
- Busan Metropolitan City, https://www.investkorea.org/bsn-en/bbs/i-1464/detail.do?ntt_sn=491229(검색일: 2024.9.2.)
- Business-sweden, Sweden's Smart Transport Ecosystem, <https://www.business-sweden.com/insights/articles/swedens-smart-transport-ecosystem/>(검색일: 2024.7.27.)
- Business-sweden, Sweden's smart transport ecosystem, <https://www.business-sweden.com/insights/articles/swedens-smart-transport-ecosystem/>(검색일: 2024.7.20.)

-
- Business Norway, Bergen Aims to Become the Greenest Smart Port in Europe, <https://www.innovasjon Norge.no/en/start-page/about/news/2023/bergen-aims-to-become-the-greenest-smart-port-in-europe/> (검색일: 2024.7.20.)
- Canadian Coast Guard(2023), National Shipbuilding Strategy: Fleet Renewal Plan, <https://www.ccg-gcc.gc.ca/nss-sns/2023-fleet-renewal-plan> (검색일: 2024.8.4.).
- Canadian Coast Guard, National Shipbuilding Strategy: Fleet Renewal Plan, <https://www.ccg-gcc.gc.ca/publications/shipbuilding-construction-navale/index-eng.html>(검색일: 2024.7.20.)
- Commonwealth of Nations, Sustainable Blue Economy, <https://thecommonwealth.org/bluecharter/sustainable-blue-economy>(검색일: 2024.4.25.)
- Conservation International, What on Earth is the Blue Economy?, <https://www.conservation.org/blog/what-on-earth-is-the-blue-economy>(검색일: 2024.4.25.)
- Container News Team, Yara and North Sea Container Line introduce world's first clean ammonia-powered container vessel, <https://container-news.com/yara-and-north-sea-container-line-introduce-worlds-first-clean-ammonia-powered-container-vessel/>(검색일: 2024.7.20.)
- Container News, Sweden-Belgium green shipping corridor project enhanced with new partner, <https://container-news.com/sweden-belgium-green-shipping-corridor-project-enhanced-with-new-partner/>(검색일: 2024.8.1.)
- CORIO, Energising Korea with offshore wind, <https://www.coriogeneration.com/southkorea>(검색일: 2024.8.3.)
- COSCO Shipping, COSCO SHIPPING Specialized Carriers signs contract to Transport Murphy's King's Quay FPU, <https://coscoht.com/cosco-shipping-specialized-carriers-signs-contract-to-transport-murphys-kings-quay-fpu/>(검색일: 2024.8.1.)
- Cryopolitics, South Korea and Norway sign memoranda of understanding on Arctic shipping and shipbuilding, <https://www.cryopolitics.com/2012/09/18/south-korea-and-norway-sign-memoranda-of-understanding-on-arctic-shipping-and-shipbuilding/>(검색일: 2024.7.20.)

- Danish Energy Agency, Facts About Onshore Wind Power in Denmark, <https://ens.dk/en/our-responsibilities/onshore-wind-power/facts-about-onshore-wind-power>(검색일: 2024.7.20.)
- Danish Maritime Authority(2023.12.4.), COP28: Denmark engages in multiple initiatives towards achieving carbon-neutral shipping by 2050, <https://www.dma.dk/news/2023/december/cop28-denmark-engages-in-multiple-initiatives-towards-achieving-carbon-neutral-shipping-by-2050>(검색일: 2024.8.1.)
- Danish Ministry of Energy(2024.4.24), Utilities and Climate, Offshore Wind Power Tendering Procedure, <https://ens.dk/en/press/denmarks-largest-tendering-procedure-offshore-wind-power-launched>(검색일: 2024.8.1.)
- Decarbonisation technology, Samsung C&T to build first ammonia import terminal for co-firing power generation in Korea, <https://decarbonisationtechnology.com/news/1675/samsung-c-and-t-to-build-first-ammonia-import-terminal-for-co-firing-power-generation-in-korea>(검색일: 2024.7.20.)
- Deep Wind Offshore, Deep Wind Offshore in South Korea, <https://www.deepwindoffshore.com/country/south-korea>(검색일: 2024.7.20.)
- DGB Group(2024.1.12.), Greenland's environmental commitment: joining the Paris Agreement, <https://www.green.earth/news/greenlands-environmental-commitment-joining-the-paris-agreement#:~:text=In%20a%20historic%20move%2C%20Greenland,Greenland's%20nature%20landscape.>(검색일: 2024.7.16.)
- DNV(2024.3.25.), Key considerations for establishing a green shipping corridor, <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/key-considerations-for-establishing-a-green-shipping-corridor/>(검색일: 2024.5.7.)
- Dokso, Anela, Finland takes a leap towards leading hydrogen economy, <https://www.businessfinland.fi/en/whats-new/news/2023/finland-takes-a-leap-towards-leading-hydrogen-economy>(검색일: 2024.7.20.)
- Electric Power journal(2018.03.23.), 두산중공업, 베트남에 해상풍력단지 건설... 첫 해외시장 진출, <http://www.epj.co.kr/news/articleView.html?idxno=14030> (검색일: 2024.3.11)

-
- Electric Power journal(2022.11.03.), 두산에너지빌리티, 오스테드에 해상풍력 하부구조물 공급, <http://www.epj.co.kr/news/articleView.html?idxno=31376>(검색일: 2024.3.8.)
- Electric Power Journal(2023.10.30.), SK오션플랜트, 해외 해상풍력 시장 대응 현지 파트너십 구축, <http://www.epj.co.kr/news/articleView.html?idxno=33200> (검색일: 2024.3.8.)
- Endur, Artec Aqua signs agreement with K Smart Farming in South Korea, <https://endur.no/artec-aqua-signs-agreement-with-k-smart-farming-in-south-korea/>(검색일: 2024.4.25.)
- Energi21, Norwegian Hydrogen Projects, <https://www.energi21.no/en/>(검색일: 2024.7.20.)
- Energy Tracker Asia, Offshore Wind Offers South Korea Huge Economic Opportunities, <https://energytracker.asia/offshore-wind-offers-south-korea-huge-economic-opportunities-gwec/>(검색일: 2024.8.3.)
- ENS.dk, Denmark's Largest Tendering Procedure for Offshore Wind Power, <https://ens.dk/en/press/denmarks-largest-tendering-procedure-offshore-wind-power-1>(검색일: 2024.8.2.)
- ENS.dk, Facts About Onshore Wind in Denmark, <https://ens.dk/en/our-responsibilities/onshore-wind-power/facts-about-onshore-wind>(검색일: 2024.8.2.)
- Environment + Energy Leader(2024. 1. 23.), H2 Green Steel to Build First Large-Scale Green Steel Plant, <https://www.environmentenergyleader.com/2024/01/h2-green-steel-to-build-first-large-scale-green-steel-plant/>(검색일: 2024.5.15.)
- EPJ(2023.3.19.), 노르웨이, 부유식해상풍력 바람 타고 부상, <https://www.epj.co.kr/news/articleView.html?idxno=32173>(검색일: 2024.08.01.)
- Equinor, Bandibuli Project Secures Approval of the Environmental Impact Assessment, <https://www.equinor.co.kr/news/equinor's-bandibuli-project-secures-approval-of-the-environmental-impact-assessment>(검색일: 2024.7.20.)
- Equinor, Sørilige Nordsjø II Wind Power Project, <https://www.equinor.com/energy/sorilige-nordsjo-2>(검색일: 2024.8.1.)

- Equinor, Hywind Tampen, <https://www.equinor.com/energy/hywind-tampen> (검색일: 2024.8.1.)
- Equinor(2024.7.16.), Bandibuli Project Secures Approval of the Environmental Impact Assessment, <https://www.equinor.co.kr/en/news/equinor%27s-bandibuli-project-secures-approval-of-the-environmental-impact-assessment>(검색일: 2024.8.1.)
- Equinor, Hydrogen: Northwest Europe, <https://www.equinor.com/energy/hydrogen-north-west-europe> (검색일: 2024.8.30.)
- Equinor(2023.9.4.), Moss Maritime's LH2 carrier containment system gets DNV's nod, <https://www.offshore-energy.biz/moss-maritimes-lh2-carrier-containment-system-gets-dnvs-nod/> (검색일: 2024.9.10.)
- ETNEWS(2023.12.21.), KIOST, 인도네시아에 해양수산교육센터 설립, <https://www.etnews.com/20231221000044>(검색일: 2024.4.25.)
- European Commission (2020), Iceland and the blue bioeconomy: making the most from fish, https://maritime-forum.ec.europa.eu/contents/iceland-and-blue-bioeconomy-making-most-fish_en(검색일: 2024.5.15.)
- European Commission, Map of the Week: Developing Skills for the Blue Economy in Coastal Tourism, https://maritime-forum.ec.europa.eu/contents/map-week-developing-skills-blue-economy-coastal-tourism_en (검색일: 2024.4.25.)
- Financial Times(2024.2.11.), Ships shun Red Sea and Suez Canal despite reduced Houthi menace, <https://www.ft.com/content/1f0977aa-4b71-4e73-bf36-bf306ef4bbbe>(검색일: 2024.4.5.)
- Fiskerforum, Norway's Seafood Exports Break New Records, <https://fiskerforum.com/norways-seafood-exports-break-new-records/>(검색일: 2024.8.29.)
- FRANCE24(2024.2.25.) Half of Western military aid to Ukraine delivered late, defence minister says, <https://www.france24.com/en/europe/20240225-half-western-military-aid-ukraine-delivered-late-defence-minister>(검색일: 2024.3.3.)
- Gcaptain(2022.6.7.), South Korean Company Claims World's First Autonomous Ocean Crossing by a Large Ship, <https://gcaptain.com/south-korean-company-claims-worlds-first-autonomous-ocean-crossing-by-a-large-ship>

-
- ny-claims-worlds-first-autonomous-ocean-crossing-by-a-large-ship/
(검색일: 2024.8.1.)
- GCaptain, U.S. and Canada Launch Green Shipping Corridor for Great Lakes-St. Lawrence Seaway, <https://gcaptain.com/u-s-and-canada-launch-green-shipping-corridor-for-great-lakes-st-lawrence-seaway/>(검색일: 2024.8.1.)
- Government of Canada, Canada's Arctic and Northern Policy Framework, Crown-Indigenous Relations and Northern Affairs Canada, <https://www.rcaanc-iriac.gc.ca/eng/1560523306861/1560523330587>(검색일: 2024.5.15.)
- Government of Finland, Finland's Strategy for Arctic Policy, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163247>(검색일: 2024.5.15.)
- Green Growth Knowledge Platform, Blue Economy: Growth, Opportunity and a Sustainable Ocean Economy, <http://www.greengrowthknowledge.org/resource/blueeconomy-growth-opportunity-and-sustainable-ocean-economy>
(검색일: 2024.4.25.)
- Green Shipping Challenge, U.S. Announcements at COP 28, <https://greenshippingchallenge.org/us-announcements-cop-28/>(검색일: 2024.8.1.)
- H2 Cluster Finland, Clean hydrogen economy strategy for Finland, <https://h2cluster.fi/en/>(검색일: 2024.7.20.)
- H2 뉴스(2021.8.12.). 한국해양대, 해상풍력 활용한 수소생산 해양플랜트 개발 추진, <https://www.h2news.kr/news/articleView.html?idxno=9179>(검색일: 2024.8.30.)
- HAV Group ASA, Funding awarded to realise five hydrogen-powered dry-bulk newbuilds, <https://www.havgroup.com/news/funding-awarded-to-realise-five-hydrogen-powered-dry-bulk-newbuilds>(검색일: 2024.7.20.)
- HD HYUNDAI, HD Hyundai announces new ESG initiatives, <https://esg.hd.com/en/news/597>(검색일: 2024.7.20.)
- Hellenicshippingnews, Samsung heavy industries suspends block production for 10 out of 15 contracted LNG carriers with russian shipyards, <https://www.hellenicshippingnews.com/samsung-heavy-industries-suspends-block-production-for-10-out-of-15-contracted-lng-carriers-with-russian-shipyards/>(검색일: 2024.7.27.)

- High North News(2024.2. 27.), Greenland with New Arctic Strategy: Defense, Diplomacy and Peace, <https://www.highnorthnews.com/en/greenland-new-arctic-strategy-defense-diplomacy-and-peace>(검색일: 2024.5.15)
- High North News(2024.2.29.), The Arctic Council With New Decisive Step Forward, <https://www.highnorthnews.com/en/arctic-council-new-decisive-step-forward>(검색일: 2024.3.3)
- Horison Energi, Barents Blue Project Overview, <https://horisontenergi.no/projects/barents-blue>(검색일: 2024.8.4.)
- Hydrogen Island, Green Hydrogen Economy in Denmark, <https://hydrogenisland.dk/en>(검색일: 2024.7.20.)
- IBISWorld, Shipbuilding Industry in Finland, <https://www.ibisworld.com/fi/industry/shipbuilding/4615/>(검색일: 2024.8.4.)
- IBM, Turning Rotterdam into the “World’s Smartest Port” with IBM Cloud & IoT, <https://www.ibm.com/blogs/southeast-europe/turning-rotterdam-worlds-smartest-port-ibm-cloud-iot/>(검색일: 2024.7.29.)
- IEA(2023), World Energy Outlook 2023, International Energy Agency, p. 26, <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023> (검색일: 2023.5.15.).
- Innovasjon Norge, High Potential Opportunities in Norway, [https://en.innovasjon-norge.no/article/high-potential-opportunities-\(hpo\)](https://en.innovasjon-norge.no/article/high-potential-opportunities-(hpo)) (검색일: 2024.7.20.)
- IPCC(2007), Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Cambridge University Press, p. 15. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg2/> (검색일: 2024.7.20.)
- IV Samsonova · M S Malysheva(2020), Industrial Policy in the Russian Arctic: State and Prospects, Russian Academy of Sciences, pp. 2020–2025, <https://www.swp-berlin.org/10.18449/2020C57/>(검색일: 2024.7.20.)
- Johnna Michelle Holding et al.(2020), Arctic amplification: How feedback loops chained in tandem amplify Arctic responses to warming and the role of human impacts, <https://pure.au.dk/portal/en/publications/arctic-amplification-how-feedback-loops-chained-in-tandem-amplify>(검색일: 2024.10.8.)

-
- Jungsberg, Leneisja et al.(2019), Atlas of population, society and economy in the Arctic, <https://norden.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1352410&dswid=-8888>(검색일: 2024.5.15.)
- KBS 뉴스(2021.8.26.), 해양오염 안돼!... 세계 첫 수중 IoT 감시망 구축한다, <https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=5265575>(검색일: 2024.7.30.)
- KBS 뉴스(2024.4.5.), 부산항을 세계 최고 스마트 항만으로, <https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=7933041>(검색일: 2024.7.20.)
- KBS World(2022.11.22.), S. Korea, US Agree to Establish Busan-Tacoma Cargo Shipping Route at COP27 https://world.kbs.co.kr/service/news_view.htm?Seq_Code=173970(검색일: 2024.9.2.)
- KITA, 인천신항에 '완전 자동화' 컨테이너 터미널 2027년 개장, <https://www.kita.net/cmmrcInfo/cmmrcNews/cmmrcNews/cmmrcNewsDetail.do?pageIndex=1&nIndex=1&sSiteid=1&searchReqType=detail&searchCondition=TITLE&searchStartDate=&searchEndDate=&categorySearch=&searchKeyword=%EC%9D%B8%EC%B2%9C%EC%8B%A0%ED%95%AD>(검색일: 2024.7.20.)
- KITA(2023.1.5.), 韓조선, 대형 LNG선 세계시장 점유율 70%...친환경선박도 50%, <https://www.kita.net/board/totalTradeNews/totalTradeNewsDetail.do?no=72517&siteId=1%logGb=> (검색일: 2024.8.20.)
- KMI 보도자료(2024.4.22.), 국민의 80% 이상, 우리나라를 해양국가로 인식 - KMI 해양수산 국민인식 조사 결과 발표, (검색일: 2024.7.20.)
- KMI, 해양수산 해외산업 정보포털, 노르웨이에 설립된 세계 최초의 자율운항선박 운항 해운회사, <https://www.kmi.re.kr/globalnews/posts/view.do?rbsIdx=33&idx=11730>(검색일: 2024.5.15.)
- KOSIS 국가통계포털, 해양관광산업 관련 종사자 현황, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=146&tblId=DT_MLTM_5002933(검색일: 2024.7.20.)
- Korship(2022.7.15.), http://korship.co.kr/bbs/board.php?bo_table=magazine_news&wr_id=1881&sca=Special+Report&page=2(검색일: 2024.8.26.)
- Lloyd's Register, Norway to Class Torghatten Nord's Hydrogen-Powered Ferry Duo for Arctic Sailings, <https://www.lr.org/en/press-release/lr-to-class-torghatten-nords-hydrogen-powered-ferry-duo-for-arctic-sailings/>(검색일: 2024.7.20.)

- LS C&S(2024.7.2.), LS전선, 美 서부에 1천억원 해저케이블 공급, <https://news.lscns.com/ls%EC%A0%84%EC%84%A0-%E7%BE%8E-%EC%84%9C%EB%B6%80%EC%97%90-1%EC%B2%9C%EC%96%B5%EC%9B%90-%ED%95%B4%EC%A0%80%EC%BC%80%EC%9D%B4%EB%B8%94-%EA%B3%B5%EA%B8%89/>(검색일: 2024.8.1.)
- LS전선(2016.6.15), 성공사례: 미국 최초 해상풍력단지에 해저 케이블 공급, https://www.lscns.co.kr/kr/product/succession_view.asp?idx=110151(검색일: 2024.8.20.)
- LOTIS(2021.10.13.), 스마트 항만과 디지털 트윈(4), <https://www.lotis.or.kr/news/3147>(검색일: 2024.8.30.)
- Marine insight, World's First Transoceanic Voyage Of Large Autonomous Merchant Ship Conducted Successfully, <https://www.marineinsight.com/shipping-news/worlds-first-transoceanic-voyage-of-large-autonomous-merchant-ship-conducted-successfully/>(검색일: 2024.8.5.)
- Maritime Executive, Norway Provides Record Funding for Ammonia and Hydrogen Vessel Projects, <https://www.maritime-executive.com/article/norway-provides-record-funding-for-ammonia-and-hydrogen-vessel-projects>(검색일: 2024.7.20.)
- Maritime Executive(2023.12.26.), Samsung Heavy Industries Stops Russian LNGs, <https://maritime-executive.com/article/samsung-heavy-industries-stop-russian-lngs-despite-slowing-orders>(검색일: 2024.8.1.)
- Maritime Executive(2024.6.20), Norway Provides Record Funding for Ammonia and Hydrogen Vessel Projects, <https://maritime-executive.com/article/norway-provides-record-funding-for-ammonia-and-hydrogen-vessel-projects>(검색일: 2024.8.30.)
- Maritime Executive(2024.1.7.), TechnipFMC Pilots Green Hydrogen Offshore Energy System, <https://www.oceanhywaycluster.no/news/technipfmc-pilots-green-hydrogen-offshore-energy-system>(검색일: 2024.8.30.)
- Maritime Professional(2022.6.13.), Copenhagen-Malmö Port Adds Straddle Carriers, <https://www.maritimeprofessional.com/news/copenhagen-malmo-port-adds-straddle-381592>(검색일: 2024.6.23.)

-
- Mayer Brown, Offshore Wind in South Korea: The Path Ahead, <https://www.mayerbrown.com/-/media/files/perspectives-events/publications/2022/03/of-fshore-wind-in-south-korea—the-path-ahead.pdf#:~:text=URL%3A%20https%3A%2F%2Fwww.mayerbrown.com%2F>(검색일: 2024.8.3.)
- Meriteollisuus, Smart Ports from Finland, <https://meriteollisuus.teknologiateollisuus.fi/en/marine/smart-maritime-technology-finland/smart-ports-finland>(검색일: 2024.7.20.)
- Mika Rantanen et al.(2022), Exceptional Atmospheric Blockings and Their Impact on Arctic Warming, *Nature Communications*, 13(1), Article 168, <https://www.nature.com/articles/s41598-022-06168-x>(검색일: 2024.5.15.).
- Mika Rantanen et al.(2022), The Arctic has warmed nearly four times faster than the globe since 1979, *Communications Earth & Environment* volume 3, no. 168
- Mistra C2B2, Co-Creating Better Blue, Together we build a sustainable blue economy, <https://c2b2.se/>(검색일: 2024. 5. 15)
- MONGABAY(2024.2.14.), The new Arctic: Amid record heat, ecosystems morph and wildlife struggle, <https://news.mongabay.com/2024/02/the-new-arctic-amid-record-heat-ecosystems-morph-and-wildlife-struggle/>(검색일: 2024. 10. 8)
- MTN(2024.8.10.), 씨에스베어링, 베스타스와 첫 공급 계약...고객 다변화 박차, <https://news.mtn.co.kr/news-detail/2023111013404933315>(검색일: 2024.8.1.)
- NATO DEFENCE COLLEGE(2021. 6.25), Strategy of development of the Arctic Zone of the Russian Federation and the provision of national security for the period to 2035, <https://www.ndc.nato.int/research/research.php?icode=703> (검색일: 2024.5.15)
- Negrete-García, G. et al.(2024) Changes in Arctic Ocean plankton community structure and trophic dynamics on seasonal to interannual timescales, *EGU sphere*, <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-953>(검색일: 2024.10.8.)
- New Wave Media, DSME Returns for More Dual-Fuel Engines, <https://magazines.marinelink.com/Magazines/MaritimeReporter/201411/content/returns-dualfuel-engines-482437>(검색일: 2024.8.1.)

- NOAA Fisheries, NOAA Fisheries Selects Alaska to Begin Aquaculture Opportunity Area Identification, <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/noaa-fisheries-selects-alaska-begin-aquaculture-opportunity-area-identification>(검색일: 2024.8.29.)
- NOAA(2021.1.19.), NOAA Blue Economy Strategic Plan 2021-2025, <https://aambpublicoceanservice.blob.core.windows.net/oceanserviceprod/economy/Blue-Economy%20Strategic-Plan.pdf>(검색일: 2024.5.15.)
- NOAA, Arctic Report Card 2023, p. 10, <https://arctic.noaa.gov/Report-Card/Report-Card-2023/>(검색일: 2023.3.11.)
- Norled(2023.4.26.), MF Hydra sails on zero-emission liquid hydrogen, <https://www.norled.no/en/news/mf-hydra-sails-on-zero-emission-liquid-hydrogen/>(검색일: 2024.7.20.)
- North Sea Port, Sweden-Belgium Green Shipping Corridor expands ambition for the world's first green ammonia shipping corridor and welcomes new partner, <https://en.northseaport.com/sweden-belgium-green-shipping-corridor-expands-ambition-for-the-worlds-first-green-ammonia-shipping-corridor-and-welcomes-new-partner>(검색일: 2024.8.1.)
- Norway(2021.1.26.), The Norwegian Government's Arctic Policy, https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/arctic_policy/id2830120/(검색일: 2024.5.15)
- Norwegian Government, Ambitious Offshore Wind Power Initiative, <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/ambitious-offshore-wind-power-initiative/id2912297/>(검색일: 2024.7.20.)
- Norwegian Hydrogen, Maris Fiducia teams up with HAV Hydrogen, Norwegian Hydrogen and Ankerbeer for zero emission bulk shipping, <https://norwegianhydrogen.no/en/news/maris-fiducia-teams-up-with-hav-hydrogen-norwegian-hydrogen-and-ankerbeer-for-zero-emission-bulk-shipping> (검색일: 2024.7.20.)
- Norwegian Ministries(2021), The Norwegian Government's Arctic Policy: People, Opportunities and Norwegian Interests in the Arctic, https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/arctic_policy/id2830120/(검색일: 2024.5.15.).

-
- Norwegian Seafood Council, Record exports of Norwegian seafood in 2023 due to price growth and weak krone, <https://en.seafood.no/news-and-media/news-archive/record-exports-of-norwegian-seafood-in-2023-due-to-price-growth-and-weak-krone/>(검색일: 2024.8.29.)
- Norwegian Water Resources and Energy Directorate, Norway's Arctic Wind Power Development, <https://www.nve.no/energy/energy-regulation/wind-power/>(검색일: 2024.7.20.)
- NS energy, Charting the latest offshore wind developments in South Korea, <https://www.nsenerybusiness.com/analysis/south-korea-offshore-wind/>(검색일: 2024.8.4.)
- Ocean Hyway Cluster, Deep Purple Hydrogen Project, <https://www.oceanhywaycluster.no/projectlist/deep-purple>(검색일: 2024.7.20.)
- Offshore Energy, Danish shipping: Over 80% of new ship tonnage to sail on green fuels, <https://www.offshore-energy.biz/danish-shipping-over-80-of-new-ship-tonnage-to-sail-on-green-fuels/>(검색일: 2024.7.20.)
- Offshore Energy, RWE Unveil Joint Offshore Wind-to-Hydrogen Plan for Norway and Germany, <https://www.offshorewind.biz/2023/01/05/equinor-rwe-unveil-joint-offshore-wind-to-hydrogen-plan-for-norway-and-germany/>(검색일: 2024.8.25.)
- Offshore Energy, Hyundai Heavy lands order to build Shenandoah FPS for Gulf of Mexico, <https://www.offshore-energy.biz/hyundai-heavy-lands-order-to-build-shenandoah-fps-for-gulf-of-mexico/>(검색일: 2024.7.20.)
- Offshore Energy, Norway: 700 Low-Emission and 400 Zero-Emission Ships Needed to Achieve 2030 Climate Goal, <https://www.offshore-energy.biz/norway-700-low-emission-and-400-zero-emission-ships-needed-to-achieve-2030-climate-goal/>(검색일: 2024.7.20.)
- Offshore Energy, South Korea, Norway to establish new Arctic shipping routes, <https://www.offshore-energy.biz/south-korea-norway-to-establish-new-arctic-shipping-routes/>(검색일: 2024.7.20.)
- Offshore Energy(2022.5.16.), UK firm to store CO2 in Norwegian North Sea via Northern Lights collaboration, <https://www.offshore-energy.biz/uk-firm-to-store-co2-in-norwegian-north-sea-via-northern-lights-collaboration/>

- tore-co2-in-norwegian-north-sea-via-northern-lights-collaboration/
(검색일: 2024.8.30.)
- Offshorewind.biz, South Korea Working on Grid Plan for 8.2 GW of Offshore Wind,
<https://www.offshorewind.biz/2023/03/16/south-korea-working-on-grid-plan-for-8-2-gw-of-offshore-wind/>(검색일:2024.8.1.)
- OffshoreWind.biz(2023.5.22.), Equinor Shelves Floating Wind Project Offshore Norway,
<https://www.offshorewind.biz/2023/05/22/equinor-shelves-floating-wind-project-offshore-norway/> (검색일: 2024.8.25.)
- Ørsted, Green Hydrogen Solutions for Denmark, <https://orsted.com/en/what-we-do/renewable-energy-solutions/power-to-x/green-fuels-for-denmark>
(검색일: 2024.7.20.)
- Ørsted(2024.2.22.), Incheon City Signs MOU to Establish New Wind Farm <https://orsted.com/en/media/news/2024/02/orsted-and-incheon-city-sign-mou-to-establish-wor-13784309>(검색일:2024.8.1.)
- Ørsted(2021.3.31.), Ørsted to develop one of the world's largest renewable hydrogen plants to be linked to industrial demand in the Netherlands and Belgium,
<https://orsted.com/en/media/news/2021/03/451073134270788>(검색일: 2024.8.30.)
- Ovcina Mandra, Jasmina(2022.9.21.), Meriaura partners to build green ammonia-powered cargo ship, <https://www.offshore-energy.biz/meriaura-partners-to-build-green-ammonia-powered-cargo-ship/>(검색일: 2024.7.20.)
- Ovcina Mandra, Jasmina, World's 1st ammonia-powered containership set to debut in 2026, Yara says, <https://www.offshore-energy.biz/worlds-1st-ammonia-powered-containership-set-to-debut-in-2026-yara-says/>(검색일: 2024.7.20.)
- PensionDanmark(2024.9.19.), PensionDanmark invests in the supercomputers of the future, <https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/14044391/pensiondanmark-invests-in-the-supercomputers-of-the-future?publisherId=6040993&lang=en>(검색일: 2024.8.1.)
- Petr Chylek et al.(2022), On the Warming in the Arctic Region, Journal of Climate, 35(1), pp. 1-8, <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/35/1/jcliD210198.xml> (검색일: 2024.5.15.).

-
- POLITICO(2024. 4. 23.), Fossil fuel giant Norway pitches itself as Europe's ideal green partner, <https://www.politico.eu/article/fossil-fuel-giant-norway-pitch-europe-ideal-green-partner/>(검색일: 2024. 5. 15.)
- Port of Alaska, \$112 Million Announced for Alaska Ports and Ferry Terminals, <https://www.portofalaska.com/112-million-announced-for-alaska-ports-and-ferry-terminals/>(검색일: 2024.8.29.)
- Port Technology(2021.9.3.), Vladivostok sea port set to become Russia's first 'smart' port, <https://www.porttechnology.org/news/vladivostok-sea-port-set-to-become-russias-first-smart-port/>(검색일: 2024.6.23.)
- Port of Vancouver, Climate Smart at the Port of Vancouver, <https://www.portvancouver.com/about-us/sustainability/climate-smart/>(검색일: 2024.8.30.)
- Port Technology(2023), Vladivostok Sea Port Set to Become Russia's First Smart Port, <https://www.porttechnology.org/news/vladivostok-sea-port-set-to-become-russias-first-smart-port/>(검색일: 2024.8.4.)
- Port Technology, Alaska Ports to Receive \$112 Million in Port Infrastructure, <https://www.porttechnology.org/news/alaska-ports-to-receive-112-million-in-port-infrastructure/>(검색일: 2024.7.20.)
- POSTECH(2023.7.17.), 민승기 교수 연구팀, 현 온실가스 배출량 유지 시 2030년대 북극 해빙 소멸 예측, <https://home.postech.ac.kr/%EB%B6%81%EA%B7%B9-%ED%95%B4%EB%B9%99-%EC%86%8C%EB%A9%B8-d-10%EB%85%84-%EC%B9%B4%EC%9A%B4%ED%8A%B8-%EB%8B%A4%EC%9A%B4%EC%9D%B4-%EC%8B%9C%EC%9E%91%EB%90%90%EB%8B%A4/>(검색일: 2024.10.30.)
- Recharge News, First Ever Floating Wind Power Array in Arctic Circle Planned, <https://www.rechargenews.com/energy-transition/first-ever-floating-wind-power-array-in-arctic-circle-planned-with-link-to-offshore-oil-field/2-1-1442059>(검색일: 2024.8.1.)
- Reuter(2024.1.26.), Freight through Suez Canal down 45% since Houthi attacks – UNCTAD, <https://www.reuters.com/world/middle-east/freight-through-suez-canal-down-45-since-houthi-attacks-unctad-2024-01-26/>(검색일: 2024.4.5.)

- Reuter(2024.4.4.), Russia's Novatek may scale back Arctic LNG 2, focus on Murmansk, <https://www.reuters.com/business/energy/russias-novatek-may-scale-back-arctic-lng-2-focus-murmansk-sources-say-2024-04-04/>(검색일: 2024.5.15.)
- PAME(2023), Arctic Shipping Status Report: Flags of Ships in the Arctic, https://pame.is/images/03_Projects/ASSR/ASSR_flags_Final_31.8.2023.pdf.(검색일: 2024.7.5.)
- PAME,(2024.2.), Types of Ships in the Arctic, <https://pame.is/document-library/shipping/arctic-shipping-status-reports/2024-2/assr-2-types-of-ships-in-the-arctic-2024.>(검색일: 2024.7.5.)
- RMC Finland 보도자료(2024.1.16.), RMC, Viking Line, Åbo Akademi, and Kempower are Developing a Carbon-Neutral Sea Route Between Stockholm and Turku, <https://rmcfinland.fi/rmc-viking-line-abo-akademi-and-kempower-are-developing-a-carbon-neutral-sea-route-between-stockholm-and-turku-business-finland-has-granted-the-project-significant-funding/>(검색일: 2024.8.1.)
- Rosatom(2024. 1. 11.), Historical record of the Northern Sea Route, https://www.rosatom.ru/en/press-centre/news/historical-record-of-the-northern-sea-route-the-cargo-carriage-volume-in-2023-exceeded-36-254-mln-to/?sphrase_id=5314661(검색일: 2024.5.15.)
- Rosatom(2024. 2.), New Sea Lanes, <https://rosatomnewsletter.com/2024/02/28/new-sea-lanes/>(검색일: 2024.5.15.)
- Russia NIS Center(2019), Russia's energy strategy-2035, https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/mitrova_yermakov_russias_energy_strategy_2019.pdf(검색일: 2024.5.15.)
- S&P Global, Commodity Insight, <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/blogs/shipping/121923-ctracker-shipping-red-sea-attacks-australia-coal-kuwait-oil>(검색일: 2023.4.5.)
- Safety4sea, Canada announces green corridors and entry into Zero-Emission Shipping Mission, <https://safety4sea.com/canada-announces-green-corridors-and-entry-into-zero-emission-shipping-mission/>(검색일: 2024.8.1.)

-
- Safety4sea(2022.11.23.), Green corridor to be developed between Port of Busan and Port of Tacoma, <https://safety4sea.com/green-corridor-to-be-developed-between-port-of-busan-and-port-of-tacoma/>(검색일: 2024.9.2.).
- Samsung C&T, Samsung C&T is building Korea's first ammonia import terminal for co-firing power generation, <https://news.samsungcnt.com/en/features/engineering-construction/2024-07-samsung-cnt-is-building-koreas-first-ammonia-import-terminal-for-co-firing-power-generation/>(검색일: 2024.7.20.)
- SAMSUNG SDS(2024.7.26.), Samsung SDS and Philips to co-develop innovative solutions for hospitals, https://www.samsungsds.com/en/news/1241014_5252.html(검색일: 2024.7.20.)
- SAMSUNG, Samsung and Microsoft expand strategic partnership to deliver unified experiences across mobile devices, <https://news.samsung.com/us/samsung-microsoft-expand-strategic-partnership-deliver-unified-experiences-across-mobile-devices/>(검색일: 2024.7.20.)
- Shippers' Journal(2024.3.11.), 해양수산물, 녹색해운항로 확대로 해양항만 탈탄소화 대책 추진, <http://www.shippersjournal.com/mobile/article.html?no=28438> (검색일: 2024.7.5.)
- Shipping News Net(2022.12.12.), 조선기자재업체, 수주 공간에서 실적난다... 국내 조선기자재 시장 규모 연간 13~1조원, <https://www.shippingnewsnet.com/news/articleView.html?idxno=51077>(검색일: 2024.8.30.)
- SK Eco Plant(2024.6.19.), 해상풍력 사업 강화, <https://news.skecoplant.com/for-earth/16672/>(검색일: 2024.8.1.)
- SK Eco Plant, (2024.7.16.), '여기는 팔고, 저기는 사고' 드러나는 수소무역 윤곽. 주도권은?, <https://news.skecoplant.com/plant-tomorrow/16516/>(검색일:2024.9.30.)
- SPUTNIK(2023.9.17.), Russia, China to Sign Cooperation Agreement on Arctic Station on Project , <https://sputnikglobe.com/20230917/russia-china-to-sign-cooperation-agreement-on-arctic-station-project-1113427818.html>(검색일: 2024.5.15.)

- Standard R&D, R&D사업화표준연계, <https://rndstandard.or.kr/user/bsnsIntrcn/rNdDCmmrclzStdCntc/rNdDCmmrclzStdCntcDetail.do#none>(검색일: 2024.10.10.)
- Statista(2023), Size of the global shipbuilding market, <https://www.statista.com/statistics/267550/size-of-the-global-shipbuilding-market/>(검색일: 2024.8.4.)
- SK ecoplant(2024.7.16.), ‘여기는 팔고, 저기는 사고’ 드러나는 수소무역 윤곽. 주도권은?, <https://news.skecoplant.com/plant-tomorrow/16516/>(검색일:2024.9.30.)
- Statista, Global Shipbuilding Market Size, <https://www.statista.com/statistics/global-shipbuilding-market-size>(검색일: 2024.8.4.)
- SWARCO, SWARCO Port Control
- Increasing Productivity and Quality of Life, <https://www.swarco.com/stories/smart-port-stockholm-sweden>(검색일: 2024.8.30.)
- The Arctic Institute(2019.4.16.), Sweden’s Arctic Strategy: An Overview, <https://www.thearcticinstitute.org/sweden-arctic-strategy-overview/>(검색일: 2024.5.15.)
- The Arctic Institute(2021.5.4.), Sweden’s New Arctic Strategy: Change and Continuity in the Face of Rising Global Uncertainty, <https://www.thearcticinstitute.org/sweden-new-arctic-strategy-change-continuity-face-rising-global-uncertainty/>(검색일: 2024.5.15.)
- The Arctic institute(2022.8.1.), Country Backgrounds South Korea, <https://www.thearcticinstitute.org/country-backgrounders/south-korea/>(검색일: 2024.8.3.)
- The Arctic Institute, Finland, Japan, South Korea, and Sweden: A Middle Power Partnership for Enhanced Maritime Capacity in the Arctic, <https://www.thearcticinstitute.org/finland-japan-south-korea-sweden-middle-power-partnership-enhanced-maritime-capacity-arctic/>(검색일: 2024.7.27.)
- The Arctic institute, Shifting Ties: Navigating the Complexities of Russia-South Korea Relations and the New Arctic Geopolitics, <https://www.thearcticinstitute.org/shifting-ties-navigating-complexities-russia-south-korea-relations-arctic-geopolitics/>(검색일: 2024.8.2.)

-
- The Arctic Institute, South Korea and Russia Relations in Arctic Geopolitics, <https://www.thearcticinstitute.org/shifting-ties-navigating-complexities-russia-south-korea-relations-arctic-g>(검색일: 2024.8.2.)
- The Conversation(2023.9.27), Green fuels in shipping face major challenges for 2050 net zero target, <https://theconversation.com/green-fuels-in-shipping-face-major-challenges-for-2050-net-zero-target-211797>(검색일: 2024.8.30).
- The Diplomat, Asia-Arctic Diplomacy a Decade Later: What Has Changed?, <https://thediplomat.com/2023/03/asia-arctic-diplomacy-a-decade-later-what-has-changed/>(검색일: 2024.8.2.)
- The Economist(2024.1.18.), How viable is Arctic shipping?? <https://www.economist.com/the-economist-explains/2024/01/18/how-viable-is-arctic-shipping>(검색일: 2024.4.5.)
- The Guardian(2024.3.12), How did Norway become the electric car superpower?, <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2024/mar/12/how-did-norway-become-the-electric-car-superpower-oil-money-civil-disobedience-and-morten-from-a-ha>(검색일: 2024.5.15.)
- The Invading Sea(2024.9.23.), What the jet stream and climate change had to do with the hottest summer on record – remember all those heat domes?, <https://www.theinvadingsea.com/2024/09/23/record-heat-waves-summer-2024-climate-change-heat-domes-jet-stream-polar-amplification/>(검색일: 2024.10.8.)
- THE KOREA ECONOMY DAILY(2023.12.1), Orsted wins 1.6 GW offshore wind power license from Korea, <https://www.kedglobal.com/energy/newsView/ked202312010002>(검색일: 2024.5.15.)
- The Maritime Executive(2018.12.15.), Samsung Heavy Industries Stops Russian LNGs Despite Slowing Orders, <https://maritime-executive.com/article/samsung-heavy-industries-stops-russian-lngs-despite-slowing-orders>(검색일: 2024.7.27.)
- The Maritime Executive, Port of Rotterdam Teams with IBM in Smart Port Initiative, <https://maritime-executive.com/corporate/port-of-rotterdam-teams-with-ibm-in-smart-port-initiative>(검색일: 2024.7.29.)

- The Maritime Executive, DSME Returns for More Dual-Fuel Engines, <https://maritime-executive.com/corporate/DSME>Returns-for-More-DualFuel-Engines-2014-10-13>(검색일: 2024.8.1.)
- The Maritime Executive, DSME and DNV GL Strengthen Ties on Maritime Technology, <https://maritime-executive.com/corporate/dsme-and-dnv-gl-strengthen-ties-on-maritime-technology>(검색일: 2024.8.1.)
- The White House(2020. 10), NATIONAL STRATEGY FOR THE ARCTIC REGION, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/National-Strategy-for-the-Arctic-Region.pdf>(검색일: 2024.5.15.)
- Timothy Heleniak, Eeva Turunen & Shinan Wang(2015), Migration in the Arctic, University of Lapland, https://arcticyearbook.com/images/yearbook/2014/Scholarly_Papers/4.Heleniak.pdf(검색일: 2024.5.15.)
- Transport Canada 보도자료(2023.12.5.), Minister of Transport announces the Green Shipping Corridor Program to help cut pollution in marine shipping, <https://www.canada.ca/en/transport-canada/news/2023/12/minister-of-transport-announces-the-green-shipping-corridor-program-to-help-cut-pollution-in-marine-shipping.html>(검색일: 2024.8.1.)
- U.S. Department of Energy, Denmark, Norway, and United States Lead Zero-Emission Shipping Mission, <https://www.energy.gov/eere/articles/denmark-norway-and-united-states-lead-zero-emission-shipping-mission>(검색일: 2024.8.1.)
- UK Government, COP28: US and UK joint statement on green shipping corridor collaboration, <https://www.gov.uk/government/publications/cop28-green-shipping-corridor-collaboration/cop28-us-and-uk-joint-statement-on-green-shipping-corridor-collaboration>(검색일: 2024.8.1.)
- United Nations (2022.6.28.), UN Ocean Conference ends with call for greater ambition to tackle ocean emergency, <https://news.un.org/en/story/2022/06/1121562>(검색일: 2024.4.25)
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (2019.1.16.), Diving into the blue economy, <https://www.un.org/development/desa/en/news/sustainable/blue-economy.html>(검색일: 2024.4.25.)

-
- United Nations, What Is Renewable Energy, <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>(검색일: 2024.8.3.)
- United Nations, Blue Economy Definitions, https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org.regularprocess/files/rok_part_2.pdf(검색일: 2024.4.25.)
- University of Lapland, Arctic Indigenous Peoples, <https://www.arcticcentre.org/EN/arcticregion/Arctic-Indigenous-Peoples> (검색일: 2024.5.15.).
- University of Lapland, Arctic Region, <https://www.arcticcentre.org/EN/arcticregion>(검색일: 2024.5.15.).
- U.S. Department of Energy, Interagency Collaboration Releases Request for Information on the Establishment of Green Shipping Corridors between the U.S. and the UK(2023.8.7.) <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/articles/interagency-collaboration-releases-request-information-establishment-green>(검색일: 2024.8.8.)
- USA TODAY(2024.2.27.), Sweden clears last hurdle to join NATO: Five graphics and maps, <https://www.usatoday.com/story/graphics/2024/02/27/nato-map-with-sweden-ascension/72757039007/>(검색일: 2024.3.3.)
- Wärtsilä(2021.4.15.), Wärtsilä caps record-breaking year with scrubber order, [https://www.wartsila.com/media/news/15-04-2021-wartsila-caps-record-breaking-year-with-scrubber-order-](https://www.wartsila.com/media/news/15-04-2021-wartsila-caps-record-breaking-year-with-scrubber-order/)(검색일: 2024.8.4.)
- Watson Farley&Willams(2022.3.28.), The Clydebank Declaration: Green corridors kickstarting the adoption of long-term solutions, <https://www.wfw.com/articles/the-clydebank-declaration-green-corridors-kickstarting-the-adoption-of-long-term-solutions/>(검색일: 2024.8.30.)
- Wikipedia, Arctic policy of the Kingdom of Denmark, https://en.wikipedia.org/wiki/Arctic_policy_of_the_Kingdom_of_Denmark(검색일: 2024.7.17.)
- WNN, Korean, US partnership to study maritime SMRs, <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Korean,-US-partnership-to-study-maritime-SMRs> (검색일: 2024.8.2.)
- World Bank, Blue Economy, <https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2017/06/06/blue-economy>(검색일: 2024.4.25.)

- World Nuclear News, Korean and US Partnership to Study Maritime SMRs, <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Korean,-US-partnership-to-study-maritime-SMRs>(검색일: 2024.8.2.)
- WWF Arctic Programme, Looking at the Arctic Blue Economy, <https://www.arcticwwf.org/the-circle/stories/looking-at-the-arctic-blue-economy/>(검색일: 2024.3.11.)
- Yara(2023.8.15.), The World's First Clean Ammonia-Powered Ship, <https://www.yara.com/corporate-releases/the-worlds-first-clean-ammonia-powered-ship>(검색일: 2024.8.1.)
- Ying Zhang et al.(2024), Limited increases in Arctic offshore oil and gas production with climate change and the implications for energy markets, 2024, Article number: 6699, <https://www.nature.com/articles/s41598-024-54007-x> (검색일: 2024.5.15)
- 4co offshore, Equinor and partners unveil 1 GW floating wind plans for Norway, <https://www.4coffshore.com/news/equinor-and-partners-unveil-1-gw-floating-wind-plans-for-norway-nid25717.html>(검색일: 2024.8.25.)
- 가스뉴스(2024.4.3.), 그린노스에너지, 암모니아 공장 건설 추진, <http://www.gasnews.com/news/articleView.html?idxno=114741>.(검색일: 2024.4.25.)
- 고교학점제 홈페이지, 학생진로 · 진학과 연계한 과목 선택 가이드북, <https://www.hscredit.kr/hsc/subject.do>(검색일: 2024.7.20.)
- 경남일보(2022.11.15.). 국립수산물과학원, 국내 처음 장기 해양산성화 관측 결과 발표. <https://www.gnnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=514772>(검색일: 2024.7.20.).
- 국제신문(2024.7.22.), 부산 감천항 · 남항 일대에 바다 쓰레기 수거 진행 중, <https://www.kookje.co.kr/news2011/asp/newsbody.asp?key=20240722.99099006551> (검색일: 2024.8.8.).
- 과학기술정보통신부 보도자료(2021.6.18.), 2031년까지 초소형 위성 100기 산업체 주도로 개발(검색일: 2024.9.30.)
- 극지정책아카이브(2020.3.), 북극 국제동향, https://polararchive.kr/board_view.php?key_type=b_sub_con&key_word=&pg=4&sn=1&pg3=42&pg2=1&pg1=6&pg4=14&mainCate=2&subCate=1&bo_table=foreignPolicy&idx=456&pn=5&sn=1&returnUrl=/_search_result.php(검색일: 2024.5.15)

-
- 기호일보(2020.2.5.), 빅데이터 기반에 IoT·AI 기술 융합 인천항 스마트 항만으로 거듭난다, <https://www.kihoilbo.co.kr/news/articleView.html?idxno=849515> (검색일: 2024.7.25.)
- 기획재정부(2020.11.03.), 5가지 경쟁요인 모델(Five Forces Model), <https://www.moe.go.kr/sisa/dictionary/detail?idx=12>(검색일: 2024.8.30.)
- 대통령직속 2050 탄소중립녹색성장위원회, 부문 및 연도별 온실가스 감축 목표, <https://www.2050cnc.go.kr/base/contents/view?contentsNo=59&menuLevel=2&menuNo=109>(검색일: 2024.8.26.)
- 대한민국 정부(2024.10.8.)2030년 청정수소 100만톤 국내생산...글로벌 수소기업 30개 육성, <https://korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148894079&utm>(검색일: 2024.10.10.)
- 데일리나(2023.10.30.), 망망대해, 북극성 대신 바닷길 그려내는 '국립해양조사원', <https://www.dailyna.com/article/DP0000315824> (검색일: 2024.7.20.)
- 두산중공업(2020.11.25.), [보도자료]두산중공업, 제주 바람으로 그린수소 만든다, <https://www.doosannewsroom.com/?p=42664&cat=8>(검색일: 2024.8.30.)
- 물류신문(2024.4.19.), UPA, 국제환경단체와 친환경 항만 MOU, <https://www.klnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=312041>(검색일: 2024.5.7.)
- 매일경제(2015.10.26.), 북극해 초미세먼지 원인은 바다 엽록소, <https://www.mk.co.kr/news/it/7025979>(검색일: 2024.5.15.)
- 브릿지경제(2021.1.14.), ABB-현대중공업, 선박 성능 개선 등 서비스 부문 협력 강화, <https://www.viva100.com/main/view.php?key=20210114010002983> (검색일: 2024.7.26.)
- 브릿지경제(2024.7.7.), 2027년 해운 탄소세 도입... '세계 1위 조선' 한국의 대응 방안은, <https://www.viva100.com/20240707010001849>(검색일: 2024.8.28.)
- 비즈니스 포스트(2023.11.13.), 한화오션 해상풍력 투자 확대, 수소 생산·운반까지 해양 에너지 가치사슬 확장, https://www.businesspost.co.kr/BP?command=article_view&num=332869(검색일: 2024.9.30.)
- 산업일보(2019.6.5.), 韓 기업, 스웨덴·노르웨이·핀란드에 주목해야하는 이유, <https://kidd.co.kr/news/209265>(검색일: 2024.5.15.)

- 산업통상자원부 보도자료(2024.2.27.), K-조선 초격차 친환경 기술개발 치고 나간다, <https://korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156617070&utm> (검색일: 2024.9.30.)
- 산업통상자원부 보도자료(2023.1.5.), 2022년 국내 조선업, 고부가·친환경 선박 시장 점유율 1위 달성. <https://www.motie.go.kr/kor/article/ATCL3f49a5a8c/166616/view?mno=&pageIndex=1&rowPageC=0&displayAuthor=&searchCategory=0&schClear=on&startDtD=&endDtD=&searchCondition=1&searchKeyword=2022%EB%85%84+%EA%B5%AD%EB%82%B4+%EC%A1%B0%EC%84%A0%EC%97%85>(검색일: 2024.8.30.)
- 산업통상자원부 보도자료(2021.10.7.), 『수소경제 성과 및 수소선도국가 비전』보고, https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156474384&call_from=rsslink(검색일: 2024.8.30.)
- 삼성SDS(2023.4.12), 바다 위의 테슬라, 자율운항선박, <https://m.post.naver.com/viewer/postView.naver?volumeNo=35773279&memberNo=36733075>(검색일: 2024.5.15.)
- 세계에너지시장정보(2022.11.29), 국가별 에너지 계획, https://energy.ketep.re.kr/globalenergy/site/main/board/energy_plan/9609?utm(검색일: 2024.8.1.)
- 세계일보(2023.1.10.), 대우조선해양, 탄소강관 용접 협동로봇 개발, <https://www.segye.com/newsView/20230110500856>(검색일: 2024.7.20.)
- 세계일보(2023.12.19.), 해양조사원 '최근 34년간 우리 연안 해수면 10.3cm 상승', <https://www.segye.com/newsView/20231219502068>(검색일: 2024.8.8.)
- 선박해양플랜트연구소(2024.7.20.), KRISO, '수소 생산 해상플랫폼' 미국선급AIP획득, https://kriso.re.kr/gallery.es?mid=a10403000000&bid=0019&list_no=815&act=view(검색일: 2024.8.30.)
- shippingnewsnet(2024.8.22.), 프랑스 정부, 해상풍력 대규모 투자...한국산 해상풍력 설치선 수입 급증, <https://www.shippingnewsnet.com/news/articleView.html?idxno=60988>(검색일: 2024.8.30.)
- 신아일보(2023.10.1.), 국내 양식업계 12년간 이상 기후로 2382억 피해, <https://www.shinailbo.co.kr/news/articleView.html?idxno=163456>(검색일: 2024.7.20.).

-
- 아시아타임즈(2023.12.28.), 인력난 호소하는 산업계... 조선·반도체·이차전지·바이오 등 어려움 가중, <https://www.asiatime.co.kr/article/20231228500214> (검색일: 2024.7.20.)
- 아시아투데이(2021.11.4.), 4차 산업혁명 시대 '스마트 항만' 구축으로 국가 경쟁력 강화, <https://www.asiatoday.co.kr/kn/view.php?key=20211104010003201> (검색일: 2024.9.1.)
- 양은진·황청연·강성호, 북극지식센터_해빙과 결빙에 영향받는 북극해 해양 생태계, 극지연구소, <http://kopri.designpixel.or.kr/?c=1/3&cate=3&idx=292> (검색일: 2024.7.24.)
- 어촌어항재생사업 웹사이트, 어촌어항재생사업 소개, <https://www.fisheries.kr/revitalization>(검색일: 2024.7.24.)
- 에너지데일리(2022.12.13.), 유니슨, 베트남 해상풍력 시장 진출 기반 마련, <http://www.energydaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=133201>(검색일: 2024.5.7.)
- 에너지플랫폼뉴스(2024.5.10.), 국내 조선사, LNG 운반선 세계 점유율 70% 달성, <http://www.e-platform.net/news/articleView.html?idxno=76576>(검색일: 2024.8.20.)
- 에너지신문(2024.6.3.), 한-노르웨이, 조선·청정에너지 협력 방안 논의, <https://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=203167>(검색일: 2024.8.20.)
- 연합뉴스(2021.4.10.), 지구 종말의 날 빙하 밑 들어가보니 따뜻한 물 유입 더 많았다, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20210409136300009>(검색일: 2024.5.15)
- 연합뉴스(2022.6.2.), HD현대 아비스, 세계 최초로 자율운항 대양횡단 성공, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20220602105100003>(검색일: 2024.7.20.)
- 연합뉴스(2023.7.11), Yoon, Norway PM discuss cooperation in renewable energy, defense, <https://en.yna.co.kr/view/AEN20230711008600315>(검색일: 2024.5.15.)
- 연합뉴스(2023.10.31.), 국립수산물과학원, 인도네시아에 스마트 수산양식기술 전수, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20231031053100041>(검색일: 2024.3.11.)

- 연합뉴스(2023.12.20.), 올해 해상풍력 설비경쟁서 1.4GW 낙찰...작년의 14배로 뛰었다, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20231220080100003>(검색일: 2024.7.20.)
- 연합뉴스(2023.12.4.), 해수부 "2050년까지 탄소중립 항만 구축", <https://www.yna.co.kr/view/AKR20231204116500030?section=search>(검색일: 2024.8.1.)
- 연합뉴스(2024.1.5.), '후터 미사일에 맞을라'...수에즈 운하 선박 운송 20%↓, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20240105064300009>(검색일: 2024.4.5.)
- 연합뉴스(2024.6.3.), 대한민국 정부, 해양환경 보호를 위한 새로운 정책 발표, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20240603053100001>(검색일: 2024.8.4.)
- 연합뉴스(2024.7.22.), KMI '연안지역경제에서 해양관광 비중 63% 달해', <https://www.yna.co.kr/view/AKR20240722080100003>(검색일: 2024.7.20.)
- 오피니언뉴스(2024.2.27.), KMC해운, 덴마크 선사 ESVAGT와 해상풍력 지원선 사업 MOU 체결, <https://www.opinionnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=94544>(검색일: 2024.8.1.)
- 외교부, 북극이사회 설명페이지, https://www.mofa.go.kr/www/wpge/m_4046/contents.do(검색일: 2024.3.3.)
- 위키트리(2024.4.18.), 울산항만공사, 국제환경단체와 친환경 해운항만 전환 MOU, <https://www.wikitree.co.kr/articles/509867>(검색일: 2024.4.18.).
- 울산경제(2023.9.26.), R&D가 우리나라에서 특히 중요한 이유, <https://www.ulkyung.kr/news/articleView.html?idxno=29550>(검색일: 2024.9.5.)
- 울산매일(2024.8.28.), 부유식 해상풍력 프로젝트 '문무바람' 순항, <https://www.iusm.co.kr/news/articleView.html?idxno=1045153>(검색일: 2024.8.1.)
- 월간수소경제(2023.1.6.)독일-노르웨이, 배관망 연결로 수소사업 강화, <https://www.h2news.kr/news/articleView.html?idxno=10646>(검색일: 2024.8.25.)
- 월간수소경제(2022.4.4.), 노르웨이에 세계 최초 암모니아 연료 병커 구축, <https://www.h2news.kr/news/articleView.html?idxno=9841> (검색일: 2024.8.30.)
- 이투데이(2024.8.11.), 중국·유럽 이어 한국도 해상풍력...국내 기업들 본격 드라이브, <https://www.etoday.co.kr/news/view/2389313>(검색일: 2024.9.30.)
- 인더스트리뉴스(2021.1.22.), 스마트항만 생태계 살려야... 속절없이 외산에 안방 내 줄 수도, <https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=41118>(검색일: 2024.8.30.)

인더스트리뉴스(2024.3.7.), 인천신항에 '완전 자동화' 컨테이너 터미널 2027년 개장, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20240307049500030>(검색일: 2024.8.30.)

전자신문(2024.8.8.), 해상풍력 시장 50배 키운다...8GW 입찰 확정, <https://www.etnews.com/20240808000345>(검색일: 2024.8.8.)

중소벤처기업부 보도자료(2024.2.21.), 탄소국경조정제도(CBAM) 대비, 탄소배출량 산정·검증 지원 개시, <https://www.mss.go.kr/site/smba/ex/bbs/View.do?cbIdx=86&bcIdx=1048301&parentSeq=1048301>(검색일: 2024.9.4.)

찾아가는 해양안전교실 웹사이트, 교육 목적 및 내용, <https://marinedu.or.kr/educationPurpose> (검색일: 2024.7.20.)

철강급속신문(2024.6.19.), 전남도, 노르웨이 기업 대학과 해상풍력 MOU 체결, <http://www.snmnews.com/news/articleView.html?idxno=536758>(검색일: 2024.9.30.)

프라이미경제(2024.5.15.), 韓 조선, 인공지능 사업 키운다 자율운항 사업 '속도', <https://www.iusm.co.kr/news/articleView.html?idxno=1035817>(검색일: 2024.7.20.)

한국경제(2024.7.7.), '中 해상풍력 파워' 거세지자..."한국이 생산 거점 댈달라" 러브콜, <https://www.hankyung.com/article/2024070773331>(검색일: 2024.8.1.)

한국기술감정원(2023.1.6.), 2022년 국내 조선업, 고부가·친환경 선박 시장 점유율1위 달성, <http://ktab.ktab.kr/home/notice/press/2604&page=1>(검색일: 2024.8.20.)

해양교육센터, 생애주기별 해양교육 교재 자료집, https://www.ilovesea.or.kr/center/center_textbook_A_view.do(검색일: 2024.7.20.)

해양수산부, 북극항로, <https://www.korea.kr/multi/visualNewsView.do?newsId=148764999>(검색일: 2024.5.15.)

해양수산부 보도자료(2020.7.21.), 주민과 함께하고, 수산업과 상생하는 해상풍력 발전방안 발표, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?menuSeq=971&bbsSeq=10&docSeq=34881> (검색일: 2024.8.3.)

해양수산부 보도자료(2020.12.23.), 그린뉴딜, 탄소중립을 위한 친환경선박 중장기 계획 수립, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?bbsSeq=10&docSeq=36748&menuSeq=971>(검색일: 2024.9.30.)

- 해양수산부 보도자료(2021.3.4.), 한반도에 한파가 오는 것을 북극 소용돌이는 알고 있다, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?bbsSeq=10&docSeq=37937&menuSeq=971> (검색일: 2024.10.30.)
- 해양수산부 보도자료(2021.12.16.), 해양수산, 탄소중립을 넘어 탄소네거티브로, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?bbsSeq=10&docSeq=44099&menuSeq=971>(검색일: 2024.8.30.)
- 해양수산부 보도자료(2022.9.15.), 탄소중립대전환, 기후위기 대비태세 완비를 위한 새출발 -해양수산부, 제4차 기본변화대응 해양수산부문 종합계획 수립, <https://www.mof.go.kr/iframe/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=47369&menuSeq=971&bbsSeq=10> (검색일: 2024.7.20.)
- 해양수산부 보도자료(2023.1.19.), 우리 기업·기술로 글로벌 스마트항만 만든다, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=48733&menuSeq=971&bbsSeq=10>(검색일: 2024. 3. 3.)
- 해양수산부 보도자료(2023.2.13.), 대한민국 해운산업, 바다위 무탄소 운송 이끈다, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=49155&menuSeq=971&bbsSeq=10>(검색일: 2024.08.30.)
- 해양수산부 보도자료(2023.11.15.), 차세대 선박연료 공급망 구축으로 친환경 선박 시대 선도한다, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=53981&menuSeq=971&bbsSeq=10>(검색일: 2024.8.20.)
- 해양수산부 보도자료(2024.8.7.), 해양수산우수신기술 발굴 및 시장 진출 지원 추진 -2024년 하반기 해양수산신기술 인증 시행을 통한 기술 상용화 지원, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?bbsSeq=10&docSeq=58253&menuSeq=971>(검색일: 2024.8.7.)
- 해양한국(2021.11.12.), COP26-제로 에미션 항행루트 '녹색해운회랑' 설치, <https://www.monthlymaritimekorea.com/news/articleView.html?idxno=32417> (검색일: 2024.8.1.)
- 한국경제(2024.08.30), 노르웨이 선급협회 DNV "탈탄소화 열풍으로 해운 운임 2배 늘어난다, <https://www.hankyung.com/article/202408307414i>(검색일: 2024.8.30.)
- 한국경제(2024.7.2.), 한·미간 '세계 최초' 태평양 횡단 녹색해운항로 열린다, <https://www.hankyung.com/article/202407025698i>(검색일: 2024.8.1.)

-
- 한국무역협회(2023.8.24.), EU 탄소국경조정제도(CBAM) 관련, 독일 기업들 과도한 행정적 부담 우려, https://www.kita.net/board/tradeNews/euTradeNewsDetail.do;JSESSIONID_KITA=3D42BEB0185446E619C1882982898A97.Hyper?no=1835871(검색일: 2024.9.4.)
- 한국무역협회(2023.1.19.), 스마트항만 기술시장 키운다...2031년까지 국내점유율 90% 목표, https://www.kita.net/board/totalTradeNews/totalTradeNewsDetail.do;JSESSIONID_KITA=FB4F238D09272375C7E959466B2A5COD.Hyper?no=72779&siteId=1(검색일: 2024.8.27.)
- 한국전력기술(2023.9.13.), 국내 최대규모 100MW 제주한림해상풍력사업 첫 호기 설치, https://www.kepco-enc.com/board.es?mid=a10602000000&bid=0025&act=view&list_no=33416(검색일: 2024.8.8.)
- 한스경제(2024.7.2.), 허울뿐인 북극해 중유 사용 금지...“얼음 없는 북극 불 것”, <http://www.hansbiz.co.kr/news/articleView.html?idxno=701003>(검색일: 2024.8.30.)
- 헤럴드경제(2024.11.26.)수소, 2050년 석유 제치고 최대 에너지원 된다 [수소경제위, 이행계획 확정], <https://biz.heraldcorp.com/article/2732462>(검색일: 2024.8.30.)
- 현대자동차그룹(2023.2.12.), 현대엔지니어링, 전기차 충전 사업 진출 본격화, <https://www.hyundai.co.kr/news/CONT0000000000076273>(검색일: 2024.8.20.)
- 현대중공업그룹(2022), HD현대 아비커스, 세계 첫 자율운항 대양횡단 성공, <https://esg.hd.com/ko/news/602> (검색일: 2024.5.20.)
- 현대중공업(2021.3.22.), 현대중공업, 동해에 그린수소 생산플랜트 구축, <https://esg.hd.com/ko/news/480>(검색일: 2024.8.30.)

부 록

1. 선행연구

〈부록 표 1-1〉 청색 경제 관련 주요 선행연구 및 차별성

주요 선행 연구	1	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Blue Governance: Governing the Blue Economy in Alaska and North Norway • 연구자(연도): Andreas Østhagen, Andreas Raspotnik et al.(2022) • 연구목적: 알래스카와 북노르웨이에서 청색 경제가 어떻게 관리되고 규제되는지 분석 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 해양산업에 대한 의존도와 청색 경제의 잠재력 등 알래스카와 북노르웨이의 뚜렷한 특성 • 해양자원 관리에 있어 국제법 특히 해양법의 중요한 역할을 강조 • 해양석유 및 가스, 해상운송, 환경보호와 같은 산업의 규제 측면을 다루며, 북극 지역 간 협력과 지식 공유의 중요성 강조
	2	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Fisheries and Aquaculture in Alaska and North Norway • 연구자(연도): Apostolos Tsiouvalas et al.(2022) • 연구목적: 알래스카와 북노르웨이의 수산업 및 양식업 산업에 대한 현 상태를 평가하고, 협업과 지속가능한 거버넌스 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극해의 어업 및 양식업 분석 (알래스카, 북노르웨이) • 어업과 양식업의 사회·경제적 측면의 영향력 • 경제 발전을 위한 현재와 미래의 과제 • 알래스카와 노르웨이 지역의 협력
	3	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Blue Maritime Transportation 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 알래스카와 북노르웨이의 해운 및 해상운송

	<ul style="list-style-type: none"> • 연구자(연도): Malte Humpert et al.(2022) • 연구목적: 알래스카와 북노르웨이의 해상운송 현황과 미래 잠재력 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 알래스카와 북노르웨이의 미래 해운 활동 • 양 지역의 비교와 협력 방안에 대한 제언
4	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Challenges of the Blue Economy: evidence and research trends focuses on the Blue Economy • 연구자(연도): Rosa Maria Martinez.Vazquez et al.(2021) • 연구목적: 해양에 의존하는 경제활동을 포함하는 청색 경제에 초점을 맞춰 이들 연구 경향과 연구자료를 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 청색 경제에 대한 기술방법 변화의 분석 • 과학적 생산 연구자료 분석 • 청색 경제 연구 키워드 분석 • 새롭게 떠오르는 주요 연구 동향 분석
5	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Evaluating Blue Economy Frameworks in the Arctic Ocean United States and Norway • 연구자(연도): Kufera, Caleen et al.(2023) • 연구목적: 북극 지역에서 청색 경제(BE, Blue Economy) 정책의 실행을 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 지역에서 청색 경제 전략의 도전과 발전 분석 • 지속가능성과 경제 성장 사이 균형을 위한 청색 경제 전략 적용 과제 조명 • 북극 지역의 청색 경제 정책 통합 실행에 대한 제언
6	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Planning for Sustainability An Emerging Blue Economy in Russia's Coastal Arctic • 연구자(연도): Gao Tianming et al.(2021) • 연구목적: 러시아 연안 북극 지역에서 지속가능한 개발을 위한 청색 경제 전략을 계획하는 과정 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 발전과 청색 경제 개념이 도시 개발 전략 분석 • 지방정부와 시민사회 기관이 정책 기획 과정에 참여 여부 분석 • 지속가능한 개발과 해안 청색 경제 개념이 지자체 개발 전략에 미치는 영향 분석 • 아제르바이잔 연안의 지속가능한 발전/청색 경제 전략이 지역사회의 문제 해결 방안 제시

7	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Looking for Common Ground: Marine Living Resource Development in Alaska and Northern Norway in the Context of the Blue Economy • 연구자(연도): Apostolos Tsiouvalas et al.(2022) • 연구목적: 알래스카와 노르웨이 북부의 어업 및 양식업의 현황, 도전과제 등 두 지역간의 부문간 시너지 잠재력 모색 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 알래스카와 북부노르웨이의 수산식품산업의 발전 • 어업과 양식업의 도전과제 • 초국가적 청색 경제에 대한 국가적 협력의 필요성 강조
8	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: The Construction of Seaports in the Arctic: Prospects and Environmental Consequences • 연구자(연도): Irina Makarova et al.(2023) • 연구목적: 북극 해역과 관련된 청색 경제 안에서 운송 및 관련 인프라의 지속가능한 개발 방안 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 항만 인프라 개발에 관한 문헌 검토(물류, 생태, 위험) • 스마트 항만, 신기술 및 발전 전망에 대한 연구 분석 • 러시아 북극권의 항구 현황 및 개발 전망
9	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Marine renewable energy for Arctic observations • 연구자(연도): Ruth Branch et al.(2022) • 연구목적: 북극 해양 재생 에너지의 잠재력을 평가 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 해양재생에너지 자원(조력, 풍력, 유빙) 분석과 전력 생산 방법 분석 • 북극 활용 사례 분석
10	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Sustainability conflicts in the blue economy: planning for offshore aquaculture and offshore wind energy development in Norway • 연구자(연도): Maaïke Knol, Kauffman et al.(2023) 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 노르웨이의 청색 경제 성장 산업 분석(해상풍력 에너지 개발, 해상 양식업 개발) • 갈등을 규제하는 확립된 원칙과 절차 분석 • 지속 가능한 변화를 위한 갈등 관리 방안 제시

	<ul style="list-style-type: none"> • 연구목적: 노르웨이에서 해상 양식과 해상풍력 에너지 개발 계획에 따른 청색 경제(Blue Economy)를 둘러싼 갈등의 특성과 제도적 맥락 및 지속가능성 담론에 의해 어떻게 형성되는지 분석 		
11	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Successful Blue Economy Examples With an Emphasis on International Perspectives • 연구자(연도): Wenhai Lu(2019) • 연구목적: 청색 경제에 대한 정의와 사례연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 청색 경제 개념의 정의 • 청색 경제 이론적 사례 정의 • 청색 경제 적용 사례 • 청색 경제의 미래 전망
12	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Blue governance: International environmental cooperation in the Arctic Region • 연구자(연도): Mathias Carlsson(2020) • 연구목적: 북극권 8개국과 관련된 북극 국가 전략을 분석하고, 지속가능한발전을 위한 초국가적 협력 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권 국가 전략 분석 • 이론적 프레임워크 분석(거버넌스, 레짐, 블루 거버넌스 개념) • 초국가적 협력 방안 분석
13	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Arctic Blue Economic Corridor: China's Role in the Development of a New Connectivity Paradigm in the North • 연구자(연도): Vasili Erokhin et al.(2021) • 연구목적: 중국의 북극 지역에서의 청색 경제 통로의 역할과 북쪽의 새로운 연결 패러다임 개발에 대한 중국의 영향을 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 중국의 북극에 대한 열망 제시 • ABEC(Arctic Blue Economic Corridor)와 관련된 북극 해상 항로 • ABEC, 북극항로와 러시아 관계 분석 • ABEC와 노르딕 국가와의 관계 • ABEC의 도전 과제

14	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: 청색 경제(Blue Economy)의 부상과 과학기술외교의 효율적 대응전략 • 연구자(연도): 홍성범 외 (2013) • 연구목적: 청색 경제 협력 거버넌스에 직.간접적으로 영향을 미칠 수 있는 과학기술외교 협력과제를 발굴하는 한편 이의 실현을 위한 전략 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 청색 경제 개념 및 배경 • 청색 경제와 기술개발(우주 개발, 해양과학기술, 극지 과학기술) • 청색 경제와 과학기술외교 • 청색 경제의 부상과 과학기술외교의 효율적 대응전략
----	---	--	--

자료: KMI 작성.

〈부록 표 1-2〉 북극 경제 관련 주요 선행연구 및 차별성

구분	선행연구와의 차별성			
	연구목적	연구방법	주요 연구내용	
주요 선행 연구	1	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: A Sustainable Arctic: Making Hard Decisions • 연구자(연도): Benjamin D. Trump(2018) • 연구목적: 지속가능한 북극 개발을 위한 의사결정 전략 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 의사결정 분석 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 의사결정 분석도구가 정책 및 프로젝트를 식별하는데 하는 역할 제시 • 다양한 의사결정 대안의 유용성 평가 • 그린란드 산업(광산) 사례를 분석 제시 • 북극 프로젝트 결정의 도구 역할로서의 의사결정 분석 도구 활용안
	2	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Sustainable Development Considerations in the Arctic • 연구자(연도): Nikolaj Bock et al.(2012) • 연구목적: 북극의 지속가능한 개발을 고려할 때 정책에 반영되어야 하는 사항에 대하여 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 지역의 메가트렌드와 변화의 동인 • 북극에서 기후변화의 핵심 요인 • 북극 해운, 어족자원, 오염, 대륙의 사용, 생물다양성, 여행, 등 북극 활동 분석 • 북극 거버넌스 구조 강화 및 국제 사회 참여 확대 촉구
	3	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Sustainable Business Development in the Nordic Arctic 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 북유럽 북극의 고용 현황 • 대규모 산업 분석 • 바이오산업 분석

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 연구자(연도): Lise Smed Olsen et al.(2016) • 연구목적: 북유럽 북극의 주요 민간 부문 비즈니스 활동에 맞춰 지속가능한 개발을 위한 기회와 과제 제시 		<ul style="list-style-type: none"> • 관광업 분석 • 창조산업 분석
4	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Industrial symbiosis as an element of sustainable development of arctic companies • 연구자(연도): Sergei Nikonorov et al.(2021) • 연구목적: 북극 기업의 지속 가능한 발전을 위한 산업 공생의 역할을 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 지수데이터 분석 • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극의 지속가능한 개발 • 산업 공생의 개념 • 경제 및 환경 분석 • 극지 지수(Polar index) 평가 • 북극의 지속가능성 역학 관계 • 균형 잡힌 개발 접근법
5	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Russian Arctic Mineral Resources Sustainable Development in the Context of Energy Transition, ESG Agenda and Geopolitical Tensions • 연구자(연도): Dmitrieva, Diana et al.(2023) • 연구목적: 글로벌 에너지 전환, 환경, 사회, 거버넌스(ESG) 의제, 지정학적 긴장의 맥락에서 러시아의 북극 광물자원 개발 현황 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 광물 자원: 현재 개발의 특징 • 지속 가능한 개발에 대한 현대적 트렌드의 영향 • 러시아의 북극 전략에 대한 GAP 분석 • 북극 광물 자원의 지속 가능한 개발을 위한 개념적 프레임워크 • 개발을 위한 기본 시나리오
6	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: How Can Blue Economy Contribute to Inclusive Growth and Ecosystem Resources in Asia? A Comparative Analysis of Economic Environmental and Social Indicators Among 19 Asian Cooperation Dialogue Members 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 데이터분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 아시아의 포용적 성장 개요 • 경제, 환경, 사회 지표의 영향력 • 어업 및 양식업 생산 분석 • 경제 발전과 환경적 지속 가능성 간의 트레이드오프 • 아시아의 포용적 성장을 위한 정책적 시사점

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 연구자(연도): Muhammad Aamir Mahmood et al.(2023) • 연구목적: 포용적 성장을 촉진 하는데 있어 수산 부분 및 기타 경제 활동의 역할에 대한 실증적 증거 제공 		
7	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Regional Public Goods in the Blue Economy: Lessons from 14 Cases of International Cooperation • 연구자(연도): Ronald U. Mendoza et al.(2013) • 연구목적: 청색 경제 프레임 워크 내에서 지역 공공재의 개념을 분석하고, 국제협력 사례를 분석하여 지속가능한 천연자원 관리 방안을 모색 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 지역 공공재와 청색 경제 소개 • 14가지 지역 공공재 제공 사례에서 얻은 교훈 • 향후 협력을 위한 시사점
8	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: 지속가능한 개발 원칙-북극의 지속가능한 개발을 중심으로 • 연구자(연도): 서원상(2013) • 연구목적: 북극의 특징을 반영한 북극의 지속가능한 개발 분석 및 특징 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 개발 원칙의 발전 • 지속가능한 개발의 개념 • 북극에서의 지속가능한 개발의 특징
9	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: 북극해의 현황과 이용 가능성 그리고 한국의 대응 • 연구자(연도): 윤승환(2018) • 연구목적: 북극해의 상업적 이용가능성과 한국의 대응 현황과 시사점 도출 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극해의 상업적 이용가능성과 자원 개발 가능성 검토 • 북극해 연안국들의 대응 현황 • 한국의 대응 현황과 시사점 제언

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
10	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: 북극권 진출로 오후츠크 해와 베링해 지역 연구: 지속 가능한 개발협력과 시사점 • 연구자(연도): 한종민(2019) • 연구목적: 북극에서 지속가능한 개발 협력 과정에서 나타나는 기능을 분석하며, 한국의 대북극 진출에 필요한 시사점 도출 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 협력 과정에서 갈등 요인 • 지속가능한 협력과정에서 경쟁요인 • 지속가능한 협력 내역

자료: KMI 작성.

<부록 표 1-3> 국내외 선행연구 현황 및 본 연구의 차별성

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
경제협력 및 비즈니스 모델			
1	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: Blue Maritime Transportation • 연구자(연도): Malte Humpert et al.(2022) • 연구목적: 알래스카와 북노르웨이의 해상운송 현황과 미래 잠재력 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 알래스카와 북노르웨이의 해운 및 해상운송 • 북극 알래스카와 북노르웨이의 미래 해운 활동 • 양 지역의 비교와 협력 방안에 대한 제언
2	<ul style="list-style-type: none"> • 북극해 항로의 경제적 타당성에 관한 연구 • 연구자(연도): 한철환(2011) • 연구목적: 북극항로 활성화에 따라 수에즈 운하를 이용할 경우와 비교하여 북극항로 경제적 타당성을 파악 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 경제적 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극해 항로의 여건분석 • 기존 연구 검토 • 북극해 항로의 경제성 분석
3	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: 점-선-면 전략 기반 러시아 북극개발전략 분석 및 한러협력 방향 • 연구자(연도): 김엄지 외 (2021) 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 정책연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 지역의 비교우위 분석 • 러시아 2035 북극개발전략 내용 분석 • 점-선-면 전략 관점 북극 지역의 발전 단계 평가

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	<ul style="list-style-type: none"> 연구목적: 북극 지역의 비교 우위를 분석하고, 점-선-면 전략관점에서 북극 지역의 발전 단계를 살피고 북극 지역 협력 방향의 실질적 추진 가능성과 방향성 제시 		<ul style="list-style-type: none"> 북극 지역에서의 한러협력 방안
4	<ul style="list-style-type: none"> 제목: 북극해의 현황과 이용가능성 그리고 한국의 대응 연구자(연도): 윤승환(2018) 연구목적: 북극해의 상업적 이용가능성과 한국의 대응현황과 시사점 도출 	<ul style="list-style-type: none"> 문헌연구 사례분석 	<ul style="list-style-type: none"> 북극해의 상업적 이용가능성과 자원 개발 가능성 검토 북극해 연안국들의 대응현황 한국의 대응현황과 시사점 제언
5	<ul style="list-style-type: none"> 제목: 해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석 연구 연구자(연도): 김민수 외 (2018) 연구목적: 북극권에 적용 가능한 '제 4차 산업혁명' 기술에 대한 수요를 파악하고 이를 통해 우리나라가 4차 산업혁명을 통한 북극권의 지속가능한 발전에 기여할 수 있는 방안 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 문헌조사 AHP 	<ul style="list-style-type: none"> 북극과 4차 산업혁명 북극권 국가의 4차 산업혁명 정책 북극 4차 산업혁명 기술 설문 및 분석 4차 산업혁명 기술 기반 북극 진출 중장기 전략 수립 북극권 기반 성장 동력 확보 및 신북극 정책 추진 기반 마련
6	<ul style="list-style-type: none"> 제목: 친환경에너지 정책 추진 강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안 연구자(연도): 심기섭 외 (2017) 연구목적: 항만 내 에너지자립도의 제고를 통한 항만의 국제경쟁력 제고, 항만산업을 미래 성장산업으로 육성하기 위한 추진 방안을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 문헌조사 AHP 	<ul style="list-style-type: none"> 국내 신재생 에너지정책과 항만의 확대 도입 가능성 국내외 주요 항만의 신재생에너지 도입 현황 항만구역 신재생에너지 도입 결정요소 분석 항만구역 내 신재생에너지 확대방안

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
7	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: 수산업 북극해 진출방안 수립 연구 • 연구자(연도): 홍현표 외 (2014) • 연구목적: 북극해 경제적 진출을 위한 단계적 액션플랜을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 설문조사 • 전문가 면담 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극해 수산개발 논의 동향 • 북극해 진출 가능성 분석 • 수산 분야 북극해 진출을 위한 국내법 제도 정비 방안 • 북극해 경제적 진출을 위한 단계적 액션플랜
8	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: AHP를 활용한 북극항로 관련 항만경쟁요소의 중요도 평가 연구 • 연구자(연도): 하지희 외 (2014) • 연구목적: 부산항의 북극해 관련 문제점을 통한 문제해결의 우선순위 도출 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • AHP 	<ul style="list-style-type: none"> • 북극해의 정의와 현황 • 북극항로 개발 및 문제점 • AHP 분석으로 북동항로 이용 시 부산항의 경쟁력에 대한 평가요소 도출 • 부산항의 문제해결 우선순위 분석 및 경쟁력 제고 위한 방향 제시
9	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: 북극항로 활용관점에서의 아시아 주요 항만 경쟁력 연구 • 연구자(연도): 정대환 외 (2021) • 연구목적: AHP 분석을 통해 북극항로가 상용화 된다는 가정 하에 동북아 5개 대표항만 특성을 고려해 가장 경쟁력 있는 항만 도출 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • AHP 	<ul style="list-style-type: none"> • 항로관련요인, 항만시설요인, 항만운영요인 간 중요도 평가 • DEA-CCR, DEA-BCC, SE 모형 통해 항만효율성 분석
10	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: 광양항 비즈니스 모델 개발을 위한 북극항로 화물 선택과제 • 연구자(연도): 박홍균 외 (2014) • 연구목적: 북극항로 개척으로 광양항에 미치는 영향과 대처 방안 수립한 새 비즈니스모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • Fuzzy-AHP 	<ul style="list-style-type: none"> • 광양항의 북극항로 개설 시 적합한 화물형태에 대한 우선순위 결정 • 광양항에 미치는 영향 및 대처방안 수립

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
11	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: AHP를 이용한 동북아 항만경쟁력 비교분석에 관한 연구 • 연구자(연도): 권재연(2011) • 연구목적: 부산항의 항만 경쟁력을 AHP를 활용하여 분석하고 동북아라는 동일 항만권역에서 부산항이 허브항으로 발전할 수 있는 항만 경쟁력 확보 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • AHP 	<ul style="list-style-type: none"> • 동북아지역의 항만 현황 • 항만경쟁력의 이론적 고찰 • AHP 계층구조의 모형구축 • 항만 경쟁력 평가 의사결정 모형구축
12	<ul style="list-style-type: none"> • 제목: 해운 · 조선 · 에너지, 자원개발과 연계한 북극항로 진출 확대 방안 • 연구자(연도): 최영석 외 (2018) • 연구목적: 포괄적 교류 협력 하 비즈니스 네트워크 구축으로 한-러 북극항로 시범사업 발굴과 해운, 조선, 물류, 에너지 분야에서 새 부가가치 창출이 가능한 지속가능한 비즈니스 모델 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 전문가 면담 	<ul style="list-style-type: none"> • 러시아의 해운 및 조선산업 현황 • 북극항로 운항 현황 • 러시아의 자원개발 및 운송 계획 • 러시아 자원개발 및 운송 사업 참여 방안
13	<ul style="list-style-type: none"> • 기후기술 협력 우선순위 기술 선정 방법론 개발 연구 • 연구자(연도): 김형주 외 (2016) • 연구목적: 개발도상국의 수요와 우리나라의 국익을 동시에 반영할 수 있는 맞춤형 기술우선순위 도출 도구 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • AHP 	<ul style="list-style-type: none"> • 다기준 의사결정 방법론 적용 사례 분석 • 경제, 기술, 사회, 환경의 범주에서 기술 협력 우선순위 평가 항목 도출 • 우리나라와의 기술 협력을 위한 기술 우선순위 도출

자료: KMI 작성.

2. 북극이사회 개요

북극이사회(Arctic Council)는 북극 이슈에 대해 북극권 국가와 북극 원주민 간의 교류·협력을 촉진하기 위한 정부 간 협의체이다. 북극이사회는 1996년 오타와 선언(Ottawa Declaration)을 통해 공식 설립된 이래, 북극의 지속가능한 발전과 북극 주변 거주민의 복지·원주민 및 지역 전통 보호, 생물다양성 유지에 대해 협력 활동을 추진 중이다.

북극이사회는 북극권 국가 8개국, 6개 상시참여단체, 38개 옵서버로 구성되어 있다. 먼저 북극에 영토를 가진 미국, 캐나다, 덴마크, 핀란드, 노르웨이, 러시아, 아이슬란드, 스웨덴 8개국이 북극이사회 회원국이며 북극이사회 회원국 간 실질적인 협력은 북극이사회 6개 워킹그룹에서 이루어지고 있다. 6개 워킹그룹은 북극환경오염물질조치프로그램(ACAP), 북극모니터링평가프로그램(AMAP), 북극동식물보전(CAFF) 워킹그룹, 비상사태예방준비대응(EPPR), 북극해양환경보호(PAME) 워킹그룹, 지속가능발전 워킹그룹(SDWG)이다. 각 워킹그룹은 북극 이슈와 관련해 과학적 평가 및 현황 보고 발간, 행동계획 마련, 지식공유, 시범사업 추진, 컨퍼런스 개최 등을 통해 북극의 지속가능한 발전에 기여하고 있다.³⁷⁴⁾ 여기서 38개 옵서버 회원국으로는 비북극권 유럽 국가인 독일, 네덜란드, 폴란드, 영국, 프랑스, 스페인, 이탈리아 스위스 8개국과 아시아 국가인 한국, 일본, 중국, 인도, 싱가포르 5개국 등이 있다. 옵서버 국가는 협회에 참여할 수는 있지만 결정권을 행사할 수는 없다. 그러나 의장의 재량에 따라 의견 개진이 가능하다. 그 외에 해양보호자문위원회, 환극지보전연합, 국제북극과학위원회 등 12개 비정부기구가 옵서버로 있으며, 국제적십자연맹, 북대서양해양포유류위

374) Arctic Council, About the Arctic Council(검색일: 2024.3.3.)

375) KMI, 북극정책동향백서, p. 62~65.

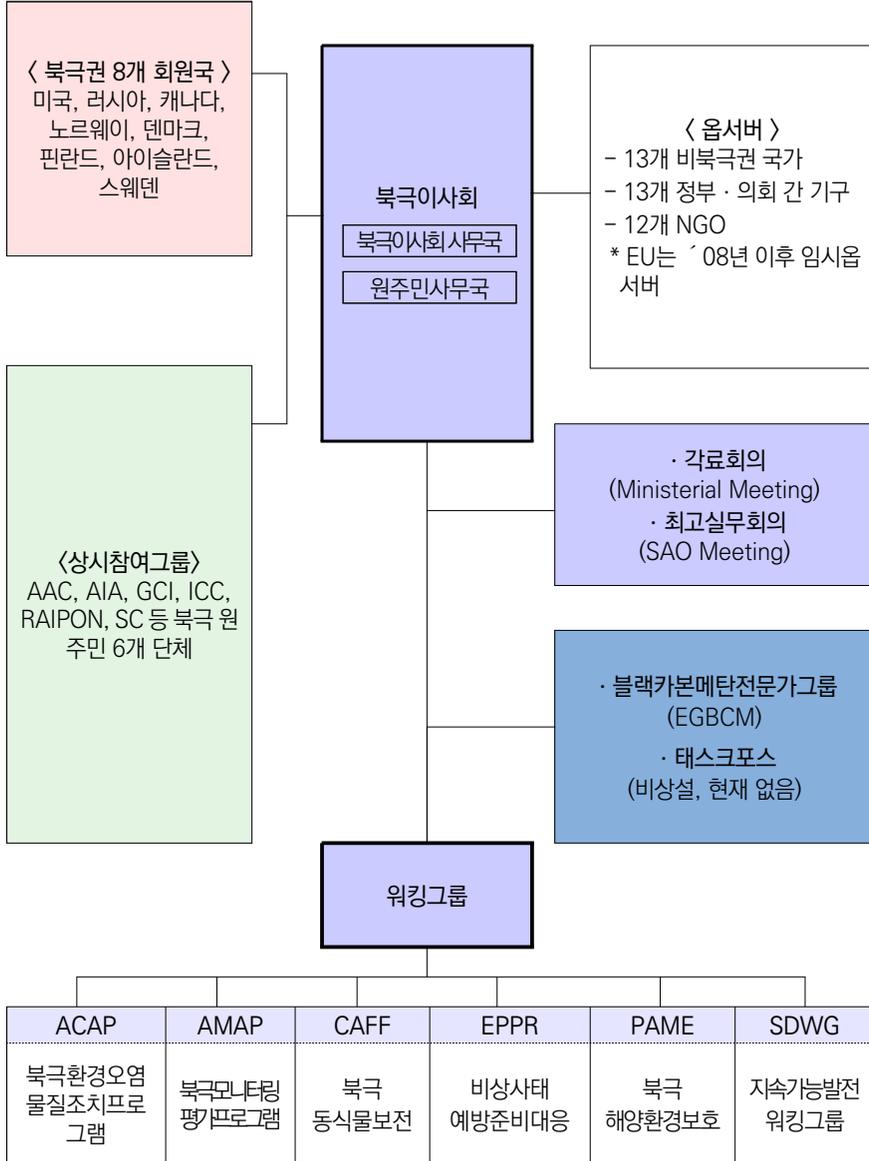
원회, 유엔환경계획 등의 13개 국제기구, EU가 잠정 옵서버 회원으로 존재한다. 상시참여단체(permanent participants)로는 이누이트, 사미족 등 6개 원주민 단체가 있다.³⁷⁶⁾

북극이사회는 주로 기후변화 대응, 북극항로, 북극 생태계, 북극 원주민 삶의 질 향상, 북극 지역 전통 보호 등을 주요 문제로 다루고 있으며 ‘북극 예외주의(Arctic Exceptionalism)’라 하여 북극을 둘러싼 군사 안보 문제는 논의에서 제외하기로 오타와 선언에 명시하였다(The Arctic Council should not deal with matters related to military security).³⁷⁷⁾

376) 외교부, 북극이사회(검색일: 2024.3.3.)

377) Arctic Council(1996), Declaration on the Establishment of the Arctic Council

〈부록 그림 1-1〉 북극이사회 조직도



자료: KMI, 2023 북극정책동향백서, p. 63

그 이유는 북극의 지정학적, 지경학적 중요성 때문이다. 과거 냉전시대 미소 대립 속에 북극은 지정학적으로 군사적으로 긴장 상태에 있었던 경험이 있으며, 지구온난화가 가속하면서 자원 문제는 물론 북극항로가 경제적인 항로로 떠오르기 때문이다. 이러한 북극의 지정학·지경학적 중요성이 맞물리면서 북극을 둘러싸고 긴장 조성의 가능성이 크자 이를 배제하고 북극 지역을 평화적 협력의 공간으로 두어야 한다는 공감대가 형성되었다. 이에 따라 북극권 국가는 북극을 북극 예외주의라는 개념으로 비군사화하기로 하였으나 최근 전쟁으로 인해 북극거버넌스는 대변혁기를 맞이하고 있다.

3. 기타 협력 가능 분야(스마트 양식)

스마트 수산 양식은 정보통신기술(ICT)을 활용하여 양식환경을 최적화하고, 어류의 성장과 건강을 효과적으로 관리하는 현대적 방법의 양식이다. 이는 수온, 용존 산소량, 먹이 공급, 어류 건강 상태 등을 실시간으로 모니터링하고 조절하여 양식 효율을 높이고, 자원을 절약하는 동시에 환경 영향을 최소화하는 것을 목표로 한다. 스마트 양식 시스템은 양식장 운영의 자동화와 최적화를 가능하게 하여, 지속 가능한 수산업 발전에 기여한다.

북극권에서 수산 양식은 북유럽 북극 지역의 전통적 어업 활동을 보완하는 중요한 역할을 한다. 노르웨이와 페로제도의 소규모 해안 지역사회는 깨끗한 물, 멀리 떨어진 위치, 비교적 높은 해수 온도, 길고 깊은 피오르드 내 보호된 장소로 인해 특히 양식업에 적당하다. 이런 이유로 노르웨이와 페로제도는 양식의 선도주자였다. 이들에게 양식업과 관련한 문제 중 하나는 양식용 사료 생산에 많은 에너지가 소비되고 있다는 점이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 개발을 하려는 시도가 계속 이루어지고 있다.³⁷⁸⁾ 북극권에서 스마트 수산 양식은 극한 환경에서도 지속 가능한 양식

방식을 통해 어류와 해산물을 효율적으로 생산하는 혁신적 방법으로 주목 받고 있다.

북극권 국가 중 노르웨이는 수산물 수출 강국으로 2023년 기준 전 세계 153개국에 수산물을 수출하고 있다. 연어는 노르웨이 수산물 수출의 핵심이며 2023년 기준 1,225억 크로네, 대구 122억 크로네, 고등어 67억 크로네, 송어는 55억 크로네를 수출했다. 이 외에도 10억 크로네 이상의 수출 가치를 창출하는 수산물은 청어, 명태(Saithe), 해덕(Haddock), 새우와 킹크랩이 있다.³⁷⁹⁾

〈부록 표 1-4〉 노르웨이 수산물 수출 현황(2023년 기준)

어종	수출액(NOK)	수출 증감(%)
연어	1,225억	+16
대구	122억	0
고등어	67억	+7
송어	55억	+10
청어	40억	+3
명태	40억	+9
해독	17억	-14
새우	13억	+8
킹크랩	12억	+43
블루넵치	968만	+16

자료: 노르웨이 수산물 위원회 홈페이지³⁸⁰⁾

수산업 중에서도 양식업은 가치 기준으로 노르웨이 전체 수산물 수출의 75%, 물량을 기준으로 46%를 차지했다. 2023년 노르웨이는 130만 톤의 양식 수산물을 수출했다.³⁸¹⁾ 노르웨이 남부 지역에서 양식업이 빠르게 성장

378) Olsen, Lise Smed · Berlina, Anna et al., p. 29.

379) Fiskerforum, Norway's seafood exports break new records, <https://fiskerforum.com/norways-seafood-exports-break-new-records/>(검색일: 2024.8.29.)

380) Norwegian Seafood Council 홈페이지(검색일: 2024.8.29.)

미국 국립해양대기청(NOAA)은 양식업을 지속 가능하게 발전시키는 방법과 장소를 고려하는 데 사용될 수 있는 다양한 검증된 과학 기반 도구와 전략을 마련해 왔다. 2018년 알래스카주와 NOAA는 “알래스카 양식 개발 계획(Alaska Mariculture Development Plan)”을 발표하였다. A알래스카 양식 개발 계획에 따른 5개년 행동 계획(‘19~’23)에 따르면, △웹 기반 중앙 양식 정보 센터 제공 목표, △주 내 해역의 GIS 지도 도구 개발 및 유지 관리 등을 규정한다.³⁸⁶⁾ 이러한 기술이 적용된 양식장은 야생 포획 어업을 보완하고 환경 영향을 최소화할 수 있을 것이다. 또한, 해산물 가공 및 유통 인프라의 개발을 촉진할 수 있을 것이다.³⁸⁷⁾

국립수산과학원-인도네시아 스마트 수산양식기술 전술, 한국해양과학기술원-인도네시아 그린스마트 해양수산교육센터 설립 등을 성공 사례로 간주할 수 있다. 첫째, 국립수산과학원은 지난 2023년 10월 31일 해양수산 공적개발원조(ODA)의 일환으로 ‘인도네시아 양식 생산성 향상을 위한 스마트 기술 지원 사업’을 위한 한-인니 간 이행약정서를 체결했다. 이번 계약체결을 통해 국립수산과학원은 인도네시아 특산종인 나폴레옹피쉬, 해조류 유큐마의 생산성과 품질향상을 위해 바탐과 게이섬에 한국의 스마트 시설 건조, 저장시설을 구축할 예정이다. 또한, 어류 종자 생산, 양성 기술, 배합사료 개발 등 양식 기술을 전수하고, 수산 양식 전문가 역량 강화를 위한 국내 초청 연수도 진행할 예정이다. 이외에도 기후변화에 대응한 지속가능한 수산양식을 위해 양식 품종의 변화와 양식 방법의 전환 등 포괄적인 협력에 합의했다.³⁸⁸⁾

385) NOAA Fisheries 홈페이지(검색일: 2024.8.29.)

386) Alaska Department of Fish and Game 홈페이지(검색일: 2024.8.29.)

387) NOAA Fisheries 홈페이지(검색일: 2024.8.29.)

388) 연합뉴스(2023.10.31.)(검색일: 2024.3.11.)

둘째, 한국해양과학기술원-인도네시아 그린스마트 해양수산교육센터 설립 사례이다. 지난 12월 한국해양과학기술원(KIOST)과 인도네시아 해양투자조정부 간 '인도네시아 그린스마트 해양수산교육센터 설립 및 역량강화사업' 착수보고회가 개최되었다. KIOST가 주관하는 이번 사업은 2028년까지 진행 예정이다. 한·인니해양과학공동연구센터(MTCRC)의 '치르본 ODA 사업' 성과를 인도네시아 전역으로 확대하는 후속 사업이다. 인도네시아의 인적자원 역량을 강화하기 위해 해양수산교육센터를 설립하고, 석박사급 해양 전문가를 양성하며 현장 기술훈련을 제공하는 것이 주요 목표이다. KIOST는 해양수산교육센터 운영 성과를 향상하고 지속가능성 강화를 위해 현지 해양 관련 역량을 강화하는 프로그램과 다양한 교육훈련과정을 개발해 운영할 예정이다. 한편, MTCRC는 지난 2018년 9월 한국과 인도네시아 간 해양과학기술 협력을 확대하기 위한 목적으로 설립되었으며, 현재 블루카본, 스마트 양식, 해양위성 등 현지 수요 기반 ODA 사업을 수행하고 있다. MTCRC는 2022년 인도네시아 정부로부터 해양 분야 우수양자 협력 사례로 인정받는 등 양국 간 해양과학기술 협력의 중심으로 자리잡고 있다.³⁸⁹⁾

389) ETNEWS(2023.12.21.), KIOST, 인도네시아에 해양수산교육센터 설립(검색일: 2024.04.25.)

4. 수요조사

한-북극권 청색 경제 협력분야 수요조사

안녕하십니까?

극지해양수산 정책분야의 국책연구원인 한국해양수산개발원에서는 한-북극권 청색 경제에 대한 인식차이와 우선협력분야 조사를 목적으로 북극권 관련 기업과 전문가를 대상으로 **한-북극권 청색 경제 협력분야 수요조사**를 실시하고 있습니다. 귀하의 답변은 향후 정부의 한-북극권진출 지원사업 확장을 위한 정책 수립에 참고 자료로 활용될 예정입니다.

업무에 바쁘시더라도 본 설문에 많은 관심 부탁드립니다.

본 설문과 관련한 문의사항은 한국해양수산개발원 북방·극지전략연구실로 문의하여 주시기 바랍니다.

2024. 4.

문의 사항	한국해양수산개발원 북방·극지전략연구실	엄단비 전문연구원 (051-797-4766)
-------	-------------------------	--------------------------

PART A. 일반적 사항

Q01. 귀하의 국적은 어디입니까?

- ① 대한민국 ② 미국 ③ 캐나다 ④ 덴마크(그린란드)
⑤ 핀란드 ⑥ 노르웨이 ⑦ 스웨덴 ⑧ 아이슬란드 ⑨ 기타 ()

Q02. 귀하의 소속기관은 어떤 곳입니까?

- ① 대학 ② 기업 ③ 공공기관 ④ 기타 ()

Q03. 귀하는 전문분야는 무엇입니까? (복수응답가능)

- ① 해양생명공학 ② 해양식품 ③ 해양기술
④ 해상운송 ⑤ 기타 ()

Q04. 귀하가 북극권 관련 업무에 종사한 기간은 어느 정도입니까?

- ① 3년 미만 ② 3년 이상 5년 미만 ③ 5년 이상 7년 미만
④ 7년 이상 10년 미만 ⑤ 10년 이상 15년 미만 ⑥ 15년 이상

PART B. 한-북극권 청색 경제 협력사업에 대한 사항

※ 설문시 참고사항

한-북극권 청색 경제 협력분야 선정기준	
중요성	북극정책을 이행함에 있어서 해당 분야가 타 분야에 대해 상대적으로 중요한가?
실현가능성	해당 분야의 법, 규제, 제도적 근거 가 마련되어 있는가? 북극 환경(온도, 습도, 강풍 등)에서 실현 가능한가? 지정학적 리스크(대리제재 등) 에 영향을 받는가? 협력국 내 잠재 수요가 존재하는가?
경쟁력	타 협력분야에 비해 경쟁우위 및 상대적 이점을 갖고 있는지? (기술의 선진화 등)
경제성 (시장성)	해당 분야와 관련하여 국제협력을 함으로써 수익성이 확보 되는가? 비용이 절감되는 부분이 있는가? 해당 분야의 부가가치 창출이 가능한가?
연구개발	해당분야의 R&D 투자 가능성 이 높은가? 해당 분야의 연구 지속성이 있는가?
지속가능성	해당 분야가 국제사회 및 지역사회 에 영향을 미치는가? 해당 분야가 환경에 영향 을 미치는가?

Q05. 9점 척도를 활용하여 어떤 항목이 더 중요하다고 생각하시는지 표시해주시시오.
(회색 v는 예시입니다.)

	①	②	③	④	⑤	④	③	②	①	
중요성		v								실현 가능성
중요성				v						경쟁력
중요성							v			경제성
중요성										연구개발
중요성			v							지속 가능성
실현 가능성										경제성
실현 가능성										경쟁력
실현 가능성										연구개발
실현 가능성										지속 가능성
경쟁력										경제성
경쟁력										연구개발
경쟁력										지속 가능성
경제성										연구개발
경제성										지속 가능성
연구개발										지속 가능성

Q06. 9점 척도를 활용하여 각 협력분야를 항목별로 평가해주시시오.
(회색 v는 예시입니다.)

① 매우 낮음	②	③ 약간 낮음	④	⑤ 보통	⑥	⑦ 약간 높음	⑧	⑨ 매우 높음
------------	---	------------	---	---------	---	------------	---	------------

협력분야	중요성	실현 가능성	경쟁력	경제성	연구 개발	지속 가능성
1. 해양기술	②	③	③	④	⑦	③
1-1. 블루카본 기술 해양 환경에서 이산화탄소 (CO2)를 포획하고 저장하는 기술	③	③	④	⑦	③	②
1-2. 해양쓰레기 저감 기술 해양쓰레기 수거 및 정화 기술 등						
1-3. 해양 폐기물 재활용 기술 해양 폐기물 활용 의류, 가구 생산 등						
1-4. 해양 바이오 제품 개발 해양생물 활용 의약품·화장품 개발 등						
2. 수산업						
2-1. 제로웨이스트 수산식품 생산 기술 개발 수산물을 생산, 가공, 소비하는 과정에서 발생하는 폐기물과 자원 낭비를 최소화하고, 최대한 모든 부분을 활용하여 지속 가능한 해양자원 이용을 실현						
2-2. 스마트 양식 기술 개발 IT 및 자동화 기술을 활용하여 양식농업을 더 효율적으로 운영하고 지속 가능하게 만드는 기술						
2-3. 수산식품 클러스터 구축 수산식품 수출가공 인프라를 중심으로 해당 권역에 집적된 수산 식품산업체, 기관, 연구소, 대학 등의 집합체						
2-4. 해조류 양식 기술 해양 생태계 재생에 도움이 되고 탄소격리에도 효과적인 역할을 하여 온실가스 감축에 효과를 주는 기술						

3. 해상운송					
3-1. 크루즈 관광 운송보다는 순수관광 목적의 선박 여행으로 숙박, 음식, 위락 등 관광객을 위한 시설을 갖추고 수준 높은 관광상품을 제공하면서 수려한 관광지를 안전하게 순항하는 여행					
3-2. 그린 SHIPPING 2개 이상의 항만을 연결하는 무탄소 선박을 통한 해상운송 항로 개발					
3-3. 통합운항정보시스템 구축 안전운항 실현을 위한 종합 정보 제공 시스템 구축					
3-4. 스마트 항만 구축 자동화, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 정보통신기술(ICT) 등 4차산업혁명 기술을 통해 자동·자율적으로 물류 흐름을 최적화하는 4세대 항만					
4. 친환경에너지					
4-1. 재생에너지 기반 인프라 해상풍력단지, 해상 태양광 발전소 등					
4-2. 대체에너지(수소, 암모니아) 해양수소저장 시스템, 해상수소 생산시스템 등					
4-3. 에너지 자립기지/ 마이크로그리드 소지역 특성에 맞게 적용한 전력망(재생에너지, 수소 등) 구축					
5. 통신					
5-1. 북극해 해저케이블 설치 북극-아시아를 연결하는 해저케이블 설치 사업					
5-2. 초소형위성 개발 북극 지역 실시간 해빙(海氷) 변화 관측 정보(두께, 면적, 거칠기, 이동경로 등) 생산을 위한 초소형위성 개발					

6. 선박기술						
6-1. 자율운항선박 스스로 항로를 탐색하고, 항해 및 조종을 자동으로 수행할 수 있는 선박						
6-2. 친환경 연료 기반 추진 선박 수소, 암모니아 등을 기반으로 운행되는 선박						
6-3. 소형전기어선 연안 및 근해용 완전전기어선						
6-4. 극한지 특화 조선기자재 개발·생산 열음강화 강재, 보온재, 냉각재 등 북극환경에 활용 가능한 기자재						

▣ 응답해 주셔서 대단히 감사합니다 ▣

기본연구보고서 발간목록

Ⅰ 2024년

01	섬·바다·강 연계 관광 네트워크 구축방안 연구	최일선
02	해양 스타트업 실패 자산화 방안 연구	좌미라
03	시민친화적 바닷가 공간 조성에 관한 연구	정지호
04	연안이용 관리 법제 정비방안 연구	최석문
05	특별관리해역 관리제도 재편 방안 연구	최수빈
06	해양관할구역 과세권한의 체계적 배분방안 연구	이혜영
07	어업인의 디지털 전환 수용성 제고방안 연구	오서연
08	수산물 무역(수출입) 단기 전망모형 구축 연구	한기욱
09	어촌소멸에 따른 사회경제적 영향분석과 대응전략 연구	이상규
10	어촌다움에 기반한 어촌공간관리 방안 연구	이승혜
11	파생상품을 이용한 해운선사의 위험관리에 관한 연구 - 운임선도거래(FFA)를 중심으로 -	김한나
12	내항상선 해양사고 경감방안 연구	허성례
13	항만재개발사업 공공성 강화 방안 연구	김세원
14	해외 항만터미널 확보 전략 연구	김근섭
15	항만 하역능력의 서비스 수준 개선 연구	이화섭
16	국내 무역항 거버넌스 체계 개편방안 연구	김근섭
17	선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안 연구	박혜리
18	국제물류기업 육성을 위한 법제 개선방안 연구	최나영환
19	글로벌 공급망 리스크 대응 정책효과 분석 모형 개발 연구	강무홍
20	한-북미 무역구조 분석 및 물류공급망 변화 대응방안 연구	이성우

2023년

01	자율운항선박 운항을 위한 해상교통관제 대응방안 연구	박상원
02	인공지능(AI)을 활용한 무역규범의 해양수산분야 영향 분석 연구	임병호
03	공급망 안정화를 위한 항만의 대응방안 연구	이나영
04	연안재해 정보 활용 개선 방안 연구	김찬웅
05	항만의 생활물류 기능 활성화 방안 연구	최석우
06	마을어장 이용·관리 개선방안 연구	마창모
07	해양생태계 복원정책 개선방안 연구 - 사회·생태복원 중심으로 -	최석문
08	주민행태기반 해양정책 수용성 제고 설계 방안 연구	이슬기
09	항만연관산업 고도화 방안 연구	김세원
10	탄소배출권 거래제가 해운선사에 미치는 영향 분석 연구	조아현
11	물류 연계 효율화를 위한 스마트항만 구축방안 연구 - 항만물류 데이터 공유 플랫폼을 중심으로 -	서정용
12	어업분야 중대재해처벌법 대응방안 연구	고동훈
13	수산물의 디지털 수출 활성화 방안 연구	이상건
14	항만개발사업의 정책영향평가 연구	이수영
15	해운산업의 미래 변화 예측과 국내 대응 전략 연구	이호춘
16	어선현대화 촉진을 위한 금융제도 개선방안 연구	엄선희
17	연안도시의 쇠퇴와 대응방안 연구	강창우
18	해양범죄 실태 진단을 통한 대응체계 개선방안 연구	민영훈
19	민간기업의 해양환경분야 ESG 활성화 방안 연구	김지윤
20	식량안보를 고려한 수산물 공급관리 방안 연구	허수진
21	지방분권시대의 수산업·어촌분야 대응전략 연구	이호림
22	해운산업 고도화를 위한 선박투자 활성화 방안 연구	김한나
23	글로벌 공급망 리스크 대응 물류망 최적화 방안 연구 : 한국-북미 물류공급망 중심	이성우

수시연구보고서 발간목록

Ⅰ 2024년

01	해양정보산업 진흥을 위한 제도 개선 방안 연구	김찬웅
02	한-아프리카 국제수산협력 체계 개선 연구	이재령
03	해양안보 MDA 체계 협력적 운용 방안 연구	민영훈
04	인천항 자유무역지역의 효과적 운영을 위한 전략 방안	한장협
05	해양문화자원을 활용한 연안도시활력 증진 방안 연구	이슬기
06	부산항 물동량 유치방안 연구	김은우
07	국제사회의 대북제재 동향과 우리의 대응:해양수산분야를 중심으로	채수란
08	국내 연안여객선 관광·이용 활성화 방안 연구	이정아
09	내수면어업 허가·신고 제도 개선방안 연구	최순
10	어업 선진화를 위한 어업관리체계 개편 방안 연구	심성현
11	글로벌 공급망 변동에 따른 해운물류 지원방안	황수진
12	연안 중소선사의 탄소중립 달성을 위한 친환경정책 지원방안	류희영
13	항만기술산업 활성화를 위한 법제도 정비 방안 연구	김보경
14	해양모태펀드 투자활성화 방안 연구	한기원
15	특별관리해역 내 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 강화방안	장원근
16	중대재해처벌법 대응 양식장 안전성 개선 방안 연구	윤미경
17	국가관리연안항 발전전략 수립체계 연구	신정훈
18	글로벌 공급망 대응 해운항만물류 전문인력 양성 발전방안 연구	권보배
19	해양수산 국제개발협력 중장기 전략 연구	전혜은

■ 2023년

01	양식어업 비과세 합리화 방안 연구	이정필
02	복합해양레저관광도시 개념정립 및 추진방안에 관한 연구	최일선
03	항만기술산업 육성을 위한 법제도 마련 연구	안승현
04	블루푸드테크 전문기관의 도입 필요성에 대한 연구	이동림
05	지방자치단체의 해양관할구역 설정 요인 연구	이혜영
06	양식장 내 어류 복지 기준 마련을 위한 연구	오서연
07	해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 기반 조성 연구	이윤정
08	중소·중견 물류기업의 ESG경영 가이드라인 구축 연구	이재호
09	신항만건설사업의 민간투자 확대를 위한 제도개선 연구	김보경
10	해수욕장 이용객 집계·관리체계 개선방안 연구	이정아
11	유엔 플라스틱 협약의 주요쟁점 분석 및 대응방향 연구	박수진
12	어촌 활력 제고를 위한 제도 개선방안 연구	문지원
13	어선의 친환경에너지 전환방안 연구	고동훈

일반연구보고서 발간목록

Ⅰ 2024년

01	한-북극권 청색경제 협력사업 추진 방안	김엄지
02	전환기 글로벌 해양환경규범의 대응력 강화 연구	박수진
03	해양 지속가능성 시범 평가 연구	최희정
04	Scope 3 기준 원양산업 탄소배출추정 및 대응방안 연구 - 원양저연승어업을 중심으로	조현주
05	수산물 공급망 관리 개선 방안 연구(한·태 무역을 중심으로)	한기욱
06	신통상규범 확대에 따른 수산분야 영향 및 대응방안	박혜진
07	탄소배출규제 대응을 위한 컨테이너 선대 교체 수요 추정연구	최건우
08	연안항개발사업의 경제적 편익에 관한 연구	김성아
09	한국과 미동부 항만 간 녹색해운항로 구축방안 연구	김가현
10	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅲ) - 철광석, 화학공업생산물, 기타광석, 잡화를 중심으로	이나영
11	접안 대기시간 감소에 따른 탄소집약도지수(CII) 변화 분석	김보람

Ⅰ 2023년

01	해양수산업 조기경보지수 개발 - 컨테이너 해운시장을 중심으로	권장한
02	AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구(Ⅱ) - 우리나라 주요 항만을 중심으로	강무홍
03	우리나라 수산식품 소비 활성화 방안 마련 연구	한기욱
04	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅱ) - 유류, 철재, 모래, 목재, 양곡을 중심으로	이화섭
05	대기행렬모형을 활용한 선박대기비용 절감 편익 산정 연구	조아현
06	항만개발사업 정책효과 세부항목별 효과산정 방법 연구	이종필
07	해양 지속가능성 평가체계 구축 연구	최희정
08	국내 해운기업의 ESG 경영 확산 방안 연구	황진희
09	해운 경기순환 분석 및 예측 연구	황수진
10	수산물 공급 안정을 위한 수입수산물 전략품목 관리 방안 연구	박혜진
11	항만산업 여성인력 확대방안 연구	이지원
12	선사공동행위의 규제 및 행동 변화에 따른 영향 분석과 정책방안 연구	류희영

일반연구 2024-01

한-북극권 청색경제 협력사업 추진 방안

인쇄 2024년 12월 29일

발행 2024년 12월 31일

발행인 김 종 덕

발행처 한국해양수산개발원

주소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

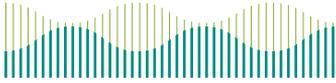
연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 공감 Tel: 051-903-9909

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 6,000원



한-북극권 청색경제 협력사업 추진 방안

A Study on the Plan for Promoting
Korea-Arctic Blue Economy Cooperation Project



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

부산광역시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

TEL. 051-797-4800

FAX. 051-797-4810



9 791168 662216

ISBN 979-11-6866-221-6

93300

값 6,000원