

글로벌 녹색해운항로 추진 동향 분석

Analysis of Green Shipping Corridor Trends

전서연·류희영

저자	전서연·류희영
내부연구진	연구책임자 전서연 한국해양수산개발원 해운연구본부 전문연구원 공동연구원 류희영 한국해양수산개발원 해운연구본부 전문연구원

연구기간	2024. 1. 1. ~ 2024. 10. 31.
------	-----------------------------

보고서 집필내역

연구책임자	전서연 제1장, 제2장 제1절, 제3절, 제3장, 제4장, 제5장
내부연구진	류희영 제2장 제2절, 제4절

목차

01	서론_1	
	제1절 조사 배경과 목적	1
	1. 조사배경과 필요성	1
	2. 조사 목적	4
	제2절 조사 내용과 방법	4
	1. 조사 내용	4
	2. 조사 방법	5
02	글로벌 녹색해운항로 추진 현황_7	
	제1절 녹색해운항로 개요	7
	1. 녹색해운항로 개념	7
	2. 녹색해운항로 구성 요소	9
	3. 녹색해운항로 이해관계자	10
	제2절 글로벌 녹색해운항로 프로젝트	11
	1. 추진 현황	11
	2. 주요 녹색해운항로 네트워크	16
	제3절 해외 녹색해운항로 추진 정책	24
	1. 노르웨이	24
	2. 호주	25
	3. 캐나다	27
	4. 싱가포르	30
	제4절 시사점	31
03	녹색해운항로 이슈 분석_33	
	제1절 구성 요소적 이슈	33
	1. 선박	33

2. 항만	39
3. 연료	42
제2절 제도적 이슈	48
1. 안전	48
2. 선원	51
3. 금융조달	53
제3절 시사점	56

04 국내 녹색해운항로 추진을 위한 주요 과제_59

제1절 국내 녹색해운항로 관련 정책 현황	59
1. 녹색해운항로 구축 전략	59
2. 녹색해운항로 구축지원 특별법 제정 추진	61
3. 친환경 선박연료 공급망 구축 방안	62
제2절 국내 녹색해운항로 추진 실태	65
1. 국내 녹색해운항로 추진 현황	65
2. 국내 녹색해운항로 이슈 및 애로사항	68
제3절 주요 추진 과제	70
1. 대체 연료 보조금 제도	71
2. 대체 연료 인증제 마련	73
3. 항만 인프라 구축	74
4. 녹색해운항로 협의체 구성·운영	74
5. 선원 교육·훈련 지원	76

05 결론 및 정책제언_77

제1절 결론	77
제2절 정책제언	79
1. 녹색해운항로 프로젝트 환류 시스템 구축	79

2. 녹색해운항로 다자협력 네트워크 구축	80
3. 민간투자 촉진	81

참고문헌 _83

표 목차

〈표 1-1〉 연구 흐름도	5
〈표 2-1〉 녹색해운항로 정의	8
〈표 2-2〉 녹색해운항로 구성 요소	9
〈표 2-3〉 실크 얼라이언스의 녹색해운항로 인프라 구축 계획	17
〈표 2-4〉 실크 얼라이언스의 녹색해운항로 구현 계획	18
〈표 2-5〉 싱가포르·로테르담 GDSC 파트너	19
〈표 2-6〉 호주~중국/일본 철광석 항로 평가	22
〈표 2-7〉 서호주~동아시아 철광성 녹색해운항로 구축 로드맵	24
〈표 2-8〉 녹색해운항로 운영 단계	29
〈표 3-1〉 선종별 대체 연료 선박	34
〈표 3-2〉 대체 연료별 선박 현황	35
〈표 3-3〉 대체 연료 선박 수주 잔량(인도 일정)	36
〈표 3-4〉 항만 시설 현황	39
〈표 3-5〉 친환경 연료 공급 관련 항만 준비 수준 체크리스트	41
〈표 3-6〉 대체 연료 생산 프로젝트 현황	43
〈표 3-7〉 무탄소 연료 공급의 장애 요인	45
〈표 3-8〉 단일연료와 다중연료의 장단점	47
〈표 3-9〉 대체 연료 위험 및 관리	48
〈표 3-10〉 녹색해운항로 안전 체크리스트	49
〈표 3-11〉 선박 안전 관련 해기교육 현황 및 문제점	51
〈표 3-12〉 선원 교육 국제 프레임워크의 대체 연료 관련 미비점	52
〈표 3-13〉 녹색해운항로 이슈	56
〈표 4-1〉 해양수산부 녹색해운항로 구축 전략	60
〈표 4-2〉 녹색해운항로 구축 지원 특별법안 구성	61
〈표 4-3〉 친환경 선박연료 공급망 구축 방안	63
〈표 4-4〉 녹색해운항로 보조금 위험 및 완화 메커니즘	72
〈표 5-5〉 녹색해운항로 협의체 구성(안)	75

그림 목차

〈그림 2-1〉 녹색해운항로 이해관계자	11
〈그림 2-2〉 2023년 글로벌 녹색해운항로 이니셔티브 현황	12
〈그림 2-3〉 글로벌 녹색해운항로 선종별 현황	13
〈그림 2-4〉 글로벌 녹색해운항로의 연료 선택 비중	14
〈그림 2-5〉 녹색해운항로 추진 단계	15
〈그림 2-6〉 녹색해운항로 이니셔티브의 이해관계자 구성	16
〈그림 2-7〉 해운 집약도 및 태양광·풍력 발전 용량 높은 지역	21
〈그림 2-8〉 서호주~동아시아 철광석 녹색해운항로 시나리오	23
〈그림 2-9〉 노르웨이 녹색해운항로 시범 사업	25
〈그림 2-10〉 캐나다 녹색해운항로 계획 현황	30
〈그림 2-11〉 싱가포르 2050 해운 탈탄소 청사진 주요 분야	31
〈그림 3-1〉 대체 연료별 선박 엔진 기술 성숙도	37
〈그림 3-2〉 항만 및 벙커링 프로젝트 현황	40
〈그림 3-3〉 가치 사슬 전반의 연료기술 준비도	44
〈그림 3-4〉 세계 상위 40대 은행 해운금융 규모 추이	54
〈그림 4-1〉 한국 항만의 대체 연료 준비도 전망	66
〈그림 4-2〉 한·미 녹색해운항로 이행 체계	67
〈그림 4-3〉 주요 추진과제 도출	71

01 서론

제1절 조사 배경과 목적

1. 조사 배경과 필요성

국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)는 2050년까지 국제 해운 분야 넷제로 달성 목표를 선언했다. 이를 위해 2025년까지 중기 조치를 채택하고, 2027년부터 적용할 계획이다.¹⁾ 해운 분야 환경 규제가 강화되면서 각국에서는 관련 정책을 추진 중이다. 미국 에너지부는 수소 허브 일곱 곳에 70억 달러를 투자하며 해운 탈탄소화를 실현하고자 한다.²⁾ 프랑스는 'France-Mer 2030 계획'을 수립했으며 무탄소 연료 선박 자금 조달을 위해 5년 동안 3억 유로의 공적자금을 투입할 계획이다. 또한 탈탄소화 전담팀을 조직하는 동시에 민간의 참여를 독려하여 공공·민간 투자 기금을 조성 할 것이라고 밝혔다.³⁾

민간 차원에서도 탈탄소화 달성을 위해 노력 중이다. CMA CGM은 탈탄

1) 중기 조치는 기술적 조치와 시장 기반 조치를 결합한 것임. 제80차 해양환경보호위원회('23.7)에서 기술적조치로 연료별 탄소집약도를 제한한 연료 표준 제도가 채택됐으나 시장 기반 조치는 아직 회원국 간 합의 되지 않음

2) 한국경제(2023.10.13.)(검색일: 2024.4.8.)

3) Global Business(2022.11.16.)(검색일: 2024.4.8.)

소화를 가속화하기 위해 5년간 15억 달러 규모를 투자하여 그룹의 에너지 전환을 추진한다.⁴⁾ 뿐만 아니라 2억 유로의 'PULSE 에너지 펀드'를 조성했으며 해당 기금은 해운 분야 탈탄소화 솔루션 개발 기업과 스타트업을 지원할 계획이다.⁵⁾ 머스크(Maesk)는 2040년까지 넷제로 달성을 목표로 한 로드맵을 발표했으며 2030년까지 머스크오션 컨테이너 탄소배출량의 50%를 감축시킬 계획이다.⁶⁾ 노르웨이 자동찬 선사인 호그 오토라이너스(Höegh Autoliners)는 12척의 암모니아 레디 자동차운반선을 건조할 계획이며 2026년까지 암모니아 엔진 기술을 개발, 2027년에 청정 암모니아 선박을 운항할 예정이다.⁷⁾ NYK는 2023년 11월에 'NYK 그룹 탈탄소화 스토리(NYK Group Decarbonization Story)'를 발표했다. 동 계획에 따르면 2030년까지 2021년 대비 45%의 온실가스를 감축하고, 2040년까지 넷제로를 달성할 계획이다.⁸⁾

한편 아마존(Amazon)과 이케아(IKEA), 파타고니아(Patagonia) 등 대형 화주들은 2023년 3월에 ZEMBA(Zero-Emission Maritime Buyers Alliance)를 출범했다. 동 연합은 무탄소 배출 운송을 가속화하여 해운 분야의 탄소 배출량의 최소화를 목표로 한다. 2023년 9월에는 3년 동안 60만 TEU 규모의 화물에 대해 저탄소·무탄소 운송 계약 입찰을 요청했으며⁹⁾ 1차 입찰에서는 하팍로이드(Hapag-Lloyd)가 낙찰되어 2025부터 2026년까지 2년간 바이오메탄 운송 서비스를 제공할 계획이다.¹⁰⁾

이처럼 해운 분야의 탈탄소화가 추진되고 있는 가운데 녹색해운항로가

4) CMA CGM 홈페이지(2022.9.4.)(검색일: 2024.4.8.)

5) CMA CGM 홈페이지(검색일: 2024.4.8.)

6) Naida Hakirevic Prevljak(2022.1.12.), Maersk sets new target to deliver net zero by 2040(검색일: 2024.4.8.)

7) 호그 오토라이너스 홈페이지(2024.6.19.)(검색일: 2024.8.26.)

8) NYK 홈페이지(검색일: 2024.8.26.)

9) Fatima Bahtic(2023.9.14.)(검색일: 2024.4.8.)

10) Hapag-Lloyd 홈페이지(2024.5.7.)(검색일: 2024.10.30.)

하나의 대안으로 부상하고 있다. 녹색해운항로는 두 개 이상의 항만 사이에 무탄소 선박을 투입하여 운영하는 항로를 말한다. 영국을 포함한 20여 개국은 2021년 11월, 제26차 당사국총회(COP 26)에서 ‘클라이드뱅크 선언(Clydebank Declaration)’을 발표했다. 이 선언은 두 개 이상의 항만에 녹색해운항로 구축을 지원한다는 것으로 2025년까지 최소 여섯 개, 2030년까지 6개 이상의 녹색해운항로 구축을 목표로 한다. 우리나라는 2022년 제27차 당사국 총회에서 ‘그린shipping챌린지(Green Shipping Challenge)’ 선언에 동참했다. 동 선언은 미국과 노르웨이가 중심이 되어 추진 되고 있으며 참여국들은 향후 10년 이내 무탄소 연료 생산인프라 및 병커링 구축, 저탄소·무탄소 연료 선박 실증·도입, 특정 항만 간 녹색해운항로 구축 등에 협력할 계획이다.¹¹⁾ 우리나라는 후속조치로서 한·미 녹색해운항로 구축 협력을 발표, 2023년에 사전타당성 조사를 완료했다.

2022년 21개였던 녹색해운항로 이니셔티브는 2023년 44개로 증가했다.¹²⁾ 이러한 확산은 녹색해운항로가 저탄소·무탄소 연료 수요를 확대하고 해운 분야 탄소중립에 직접적으로 기여할 수 있다는 기대감에서 비롯된다.¹³⁾ 그러나 글로벌 녹색해운항로 이니셔티브는 선언적 발표 또는 사전타당성 조사를 수행하고 있는 항로가 59%로 아직 초기 단계이다.¹⁴⁾ 그렇다면 보니 민간 업계가 선뜻 투자를 나서기도 어려운 상황이며, 대체 연료의 공급, 친환경 선박 기술 및 제도, 항만 인프라 등 해결되지 않은 여러 이슈들도 존재한다.

따라서 본 보고서는 글로벌 녹색해운항로의 동향과 주요 국가들의 정책을 분석하고 녹색해운항로의 주요 과제가 무엇인지 파악하고자 한다. 이를 위해 녹색해운항로의 개념과 구성 요소들을 분석하고, 구성 요소들을 바탕

11) 탄소중립녹색성장위원회(검색일: 2024.8.26.)

12) Global Maritime Forum(2023), p.12.

13) 한국해양수산개발원(2023), The Next Wave: 녹색해운항로, 국제물류 위클리, 제670호, p.6.

14) Global Maritime Forum(2023), p.14.

으로 녹색해운항로에서 고려되어야 할 이슈들을 도출한다. 그리고 국내 녹색해운항로 추진 정책과 실태를 조사·분석하여 주요 과제들을 제시한다.

2. 조사 목적

본 보고서의 목적은 글로벌 녹색해운항로 동향을 분석하고 시사점을 도출하는 것이다. 현재까지 진행되고 있는 녹색해운항로 동향을 분석하고 이를 통해 녹색해운항로에 중요한 이슈들이 무엇인지 분석한다.

또한, 국내 녹색해운항로 추진 정책과 실태를 조사하여 문제점 및 장애요인을 파악하고 향후 추진되어야 할 주요 과제를 제시하는 것이 목적이다.

제2절 조사 내용과 방법

1. 조사 내용

본 보고서는 다음과 같은 내용으로 구성된다.

제2장에서는 선행연구를 토대로 녹색해운항로의 개념과 구성요소들을 정리하였다. 또한 글로벌 녹색해운항로의 동향과 주요 국가들의 관련 정책을 살펴보고 시사점을 도출했다.

제3장에서는 앞서 도출한 녹색해운항로의 구성 요소인 선박, 연료, 항만과 관련된 이슈와 제도적 이슈들을 분석하였다. 그리고 이슈들을 종합하여 시사점을 도출했다.

제4장에서는 국내 녹색해운항로 추진 정책과 현황을 조사하고, 녹색해운항로의 이슈와 장애요인에 대해 국내 해운·항만 전문가들의 의견을 수렴하였다. 그리고 앞서 분석한 내용들을 종합하여 주요 추진 과제들을 제시하였다. 끝으로 제6장에서는 결론과 정책제언을 제시하였다.

2. 조사 방법

첫째, 문헌 연구를 수행했다. 학술논문 등을 검토하여 녹색해운항로의 개념과 구성요소를 도출하였다. 또한 국내·외 발간물, 전문지, 기사 등을 토대로 글로벌 녹색해운항로의 동향 및 국외 사례를 조사했다.

둘째, 전문가 의견을 조사했다. 국내 녹색해운항로의 추진현황과 녹색해운항로의 주요 이슈, 장애요인, 기대효과 등에 대한 해운·항만 분야 실무자들의 의견을 수렴했다.

〈표 1-1〉 연구 흐름도

연구 절차	주요 연구 내용	연구 방법
제1장 ↓	<ul style="list-style-type: none"> • 연구 배경 및 목적 • 연구 내용 및 방법 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사
제2장 ↓	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색해운항로 개요(개념, 구성요소, 이해관계자) • 글로벌 녹색해운항로 동향 • 주요국의 녹색해운항로 관련 정책 • 시사점 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 사례분석
제3장 ↓	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색해운항로 구성요소적 이슈 분석 • 녹색해운항로 제도적 이슈 분석 • 시사점 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 사례분석 • 전문가 자문

연구 절차	주요 연구 내용	연구 방법
제4장	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 녹색해운항로 추진 현황 및 정책 • 국내 녹색해운항로 이슈 및 장애요인 • 주요 추진 과제 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 • 전문가 자문
↓		
제5장	<ul style="list-style-type: none"> • 결론 및 정책제언 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사

자료: 저자 작성

02

글로벌 녹색해운항로 추진 현황

제1절 녹색해운항로 개요

1. 녹색해운항로 개념

녹색해운항로는 최근에 등장한 개념으로 2021년 11월, 제26차 당사국 총회의 ‘클라이드뱅크 선언(Clydebank Declaration)’에서 시작되었다. 이 선언에서 녹색해운항로는 두 개 또는 그 이상의 항만 사이를 잇는 무탄소 배출의 해상 항로로 정의된다.¹⁵⁾ 동 선언에 참여한 국가들은 2020년 중반까지 여섯 개의 녹색해운항로 구축을 목표로 무탄소 선박 실증·도입 및 인프라 구축 등의 지원을 약속했다.¹⁶⁾ 이후 제27차 당사국총회(22.11)에서는 세계 각 정부, 항만, 기업 등 40여 개 기관이 참여하여 ‘그린쉬핑챌린지(Green Shipping Challenge)’를 발표했다. 미국과 노르웨이가 공동으로 주도하고 있는 해당 프로젝트는 향후 10년 동안 해운 분야 가치사슬에 있는 국가, 항만, 회사 및 기타 행위자들의 구체적인 기후변화 대응책 마련을 장려하기 위한 것이다.¹⁷⁾ 앞서 클라이드뱅크 선언이 두 개 이상의

15) ESCAP(2023), p.6.

16) 참여국은 영국, 호주, 벨기에, 캐나다 칠레, 코스타리카, 덴마크, 피지, 핀란드, 프랑스, 독일, 아일랜드, 이탈리아, 일본, 마셜군도공화국, 모로코, 네덜란드, 뉴질랜드, 노르웨이, 팔라우, 싱가포르, 스페인, 스웨덴, 미국 등임

항만 간 무탄소 해운 항로에 중점을 두고 있다면 그린쉬핑챌린지는 녹색해운항로의 발전을 포함한 해운 분야 이해관계자들의 탄소중립 이행 계획에 집중하고 있다.

녹색해운항로의 개념은 다양하게 논의되고 있다. Global Maritime Forum(2022)은 민관이 협력하여 무탄소 배출 선박의 기술적·경제적·규제적 실현 가능성을 촉진하는 특정 항로라고 정의했다.¹⁸⁾ Song et al.(2023)은 지속 가능한 운송 관행을 촉진하기 위해 운송경로, 항만 및 기타 지원 물류 인프라로 구성된 지정 네트워크를 의미하며 최적화된 특정 항로를 나타내는 친환경 운송 노선(shipping route)과 다르다고 언급했다.¹⁹⁾ 또한 장경석(2023)은 온실가스 감축을 위해 친환경 선박, 기술 및 병커링 등 해상운송 전 부분에서의 인프라 구축을 총칭한다고 밝혔다. 즉, 해상운송 전 과정에서 탈탄소화를 실현하기 위해 친환경 선박뿐만 아니라 항만과 연료 인프라까지 범위를 확장한 개념이다.²⁰⁾

기존 연구를 바탕으로 녹색해운항로의 개념을 정리하면 해운 분야의 탈탄소화 달성을 위해 모든 이해관계자가 참여한 해상 항로 네트워크로서 저탄소·무탄소 연료 선박과 항만 등의 인프라를 포함한다는 것을 알 수 있다.

〈표 2-1〉 녹색해운항로 정의

내용	선행연구
• 두 개 또는 그 이상의 항만 사이를 잇는 배출가스 제로의 해상 항로	ESCAP(2023)
• 민관이 협력하여 무탄소 배출 선박의 기술적·경제적·규제적 실현 가능성을 촉진한 특정 항로	Global Maritime Forum(2022)
• 지속 가능한 운송 관행을 촉진하기 위해 운송경로, 항만	Song et al.(2023)

17) 그린쉬핑챌린지 홈페이지(검색일: 2024.4.8.)

18) Global Maritime Forum(2022), p.3.

19) Song et al.(2023), p.3.

20) 장경석(2023), p.12.

내용	선행연구
및 기타 지원 물류 인프라로 구성된 지정 네트워크	
• 온실가스 감축을 위해 친환경 선박, 기술 및 병커링 등 해상운송 전 부분에서의 인프라 구축을 총칭	장경석(2023)

자료: 1) ESCAP(2023), p.6, 2) Global Maritime Forum(2022), p.3, 3) Song et al.(2023), p.3, 장경석(2023), p.12.

2. 녹색해운항로 구성 요소

녹색해운항로의 주요 구성 요소로는 선박, 항만, 연료, 항로 최적화 등이 있다. 연료는 재생에너지를 포함한 무탄소 배출 연료를 말하며, 항만은 연료 저장 및 병커링을 지원하는 인프라를 담당한다. 또한 녹색해운항로는 선박의 기술개발과 항만 및 항로 최적화 등을 포함하고 있다.²¹⁾ ABS(2022)는 녹색해운항로의 기본 요소를 가치사슬 전반의 협업, 대체 연료 및 항만 인프라 개발, 친환경 운송 수요, 정책 및 규정으로 구분하였다.²²⁾ 다른 문헌들도 대부분 이해관계자, 인프라, 제도 등을 녹색해운항로의 구성요소를 다루고 있으며²³⁾²⁴⁾ 이를 정리하면 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 녹색해운항로 구성 요소

구분	내용
선박	<ul style="list-style-type: none"> • 무탄소 연료 추진 선박 • 무탄소 연료 탱크 • 적절한 에너지 변환기 - 내연기관 또는 연료 전지
항만	<ul style="list-style-type: none"> • 무탄소 연료 저장 • 무탄소 연료 병커링(트럭~선박, 선박~선박 등) 또는 충전 인프라

21) Admiralty 홈페이지(검색일: 2024.5.27.)

22) ABS(2022), p.6

23) ESCAP(2023), p.31.

24) US Department of State(2022.4.12.)(검색일: 2024.10.29.)

구분	내용
연료	<ul style="list-style-type: none"> 공급원료 가용성(바이오매스 및 재생가능 전력) 무탄소 연료 플랜트(국내 또는 수입)
운영 최적화	<ul style="list-style-type: none"> 적시 도착, 기항 최적화, 속도 최적화, 데이터 세분화 등
이해관계자	<ul style="list-style-type: none"> 선사, 항만 운영자, 연료 생산·공급자, 정부 등의 협업
정책 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> 녹색해운항로 이니셔티브를 가능하게 하는 촉매제 재정적 및 비재정적 장벽 해소 역할
친환경 운송 수요	<ul style="list-style-type: none"> 대규모 친환경 해상운송 수요 시장

자료: Admiralty 홈페이지(검색일: 2024.5.27.), ABS(2022), p.6. 저자 재구성

3. 녹색해운항로 이해관계자

녹색해운항로의 이해관계자는 해운산업의 가치사슬에 걸쳐 다양하게 존재한다. 다시 말해 녹색해운항로 구축과 탄소배출 감소 프로젝트를 촉진하고자 하는 정부, 녹색해운항로 참여 선사 및 항만, 에너지 수요를 확보하고자 하는 연료 공급자, 탄소배출 Scope 3에 따라 탄소배출을 줄이고자 하는 화주 등이 녹색해운항로의 주요 이해관계자이다.²⁵⁾²⁶⁾

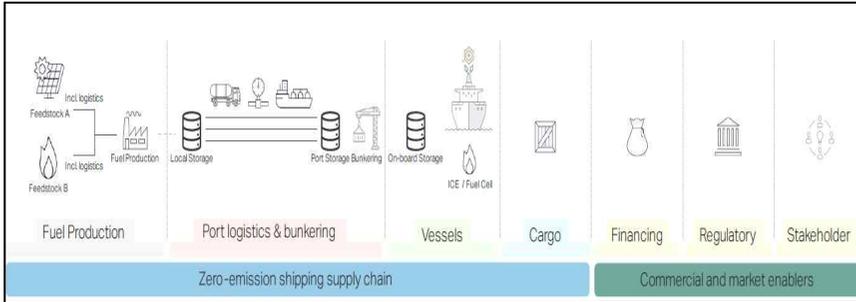
이해관계자들의 탈탄소화에 대한 집중과 협력 의지는 녹색해운항로 구축에 중요하다. 그러나 이해관계자들은 녹색해운항로가 경제성 및 이익이 있다고 판단될 시 참여할 것이기 때문에 각자의 이해에 대한 명확한 예측이 필수적이다.²⁷⁾

25) Scope 3는 기업 활동 외부(가치사슬)에서 발생하는 간접 배출을 말함

26) DNV 홈페이지(검색일: 2024.6.27.)

27) 해양수산부·한국해사협력센터(2023), p.46

〈그림 2-1〉 녹색해운항로 이해관계자



자료: Maersk Mc-Kinney Moller Center(2022), p.17..

제2절 글로벌 녹색해운항로 프로젝트

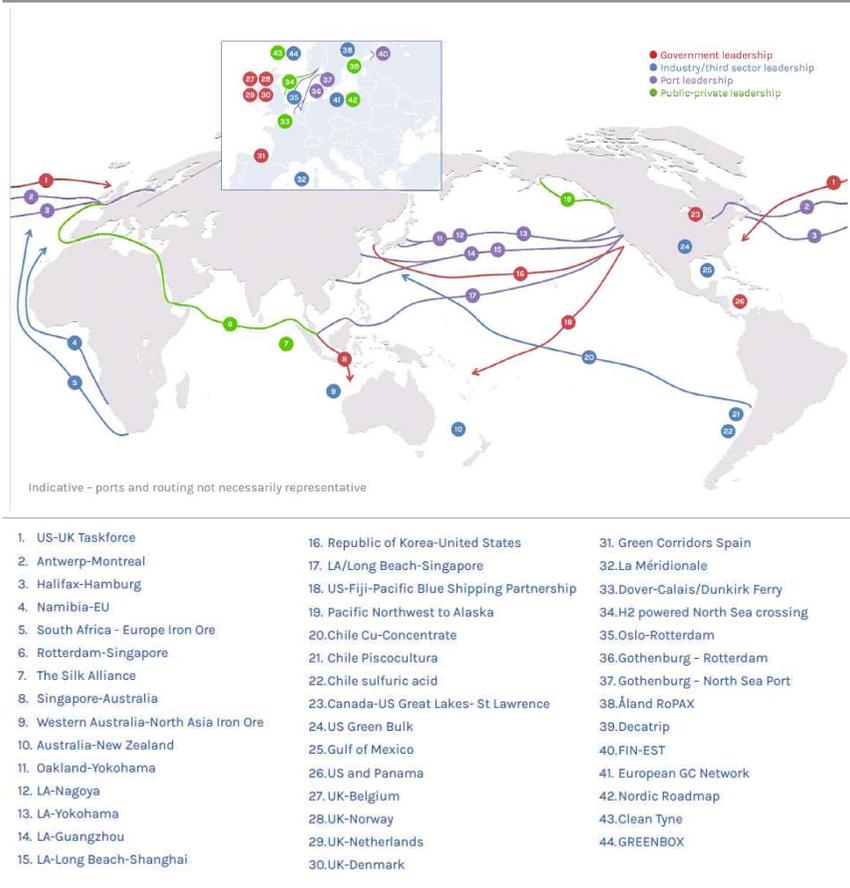
1. 추진 현황

1) 총괄

글로벌 녹색해운항로는 2022년 21개에서 2023년 44개로 증가했다. 유럽 지역의 녹색해운항로는 근해 항로 확대를 중심으로 2022년 9개에서 2023년 18개로 두 배 증가했다. 2023년에는 Namibia-EU, 남아프리카-유럽 철광석 항로 등 아프리카에서도 새로운 이니셔티브가 등장하였다. 또한 여러개의 태평양 횡단 이니셔티브가 발표되면서 아시아 지역의 대표성이 확대됐다.²⁸⁾

²⁸⁾ Global Maritime Forum(2023), p.12.

〈그림 2-2〉 2023년 글로벌 녹색해운항로 이니셔티브 현황



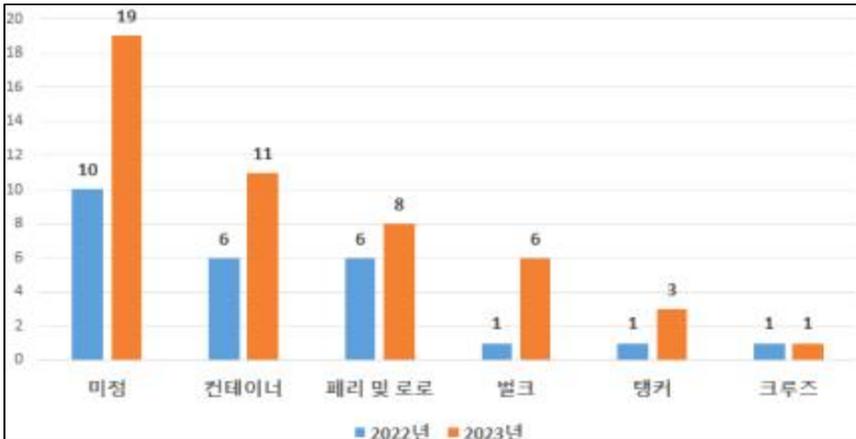
자료: Global Maritime Forum(2023), p.10.

2) 선종별·연료별 현황

글로벌 녹색해운항로의 선종별 현황은 다음과 같다. 총 44개의 녹색해운항로 가운데 선종별로는 컨테이너 항로가 11개로 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 벌크선 항로의 경우 2022년 기준 1개에서 2023년 기준 6개로 증가했다. 유조선과 크루즈에 대한 녹색해운항로 계획은 미미한 실정이다.

〈그림 2-3〉 글로벌 녹색해운항로 선종별 현황

(단위: 개)



자료: Global Maritime Forum(2022), p.14, Global Maritime Forum(2023), p.11.

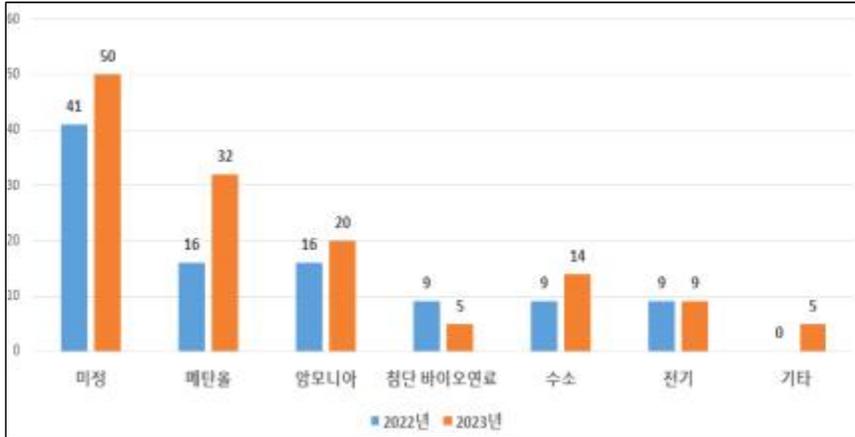
다수의 벌크선 항로는 암모니아 연료에 중점을 두고 있으며 페리 항로는 메탄올 연료에 집중하고 있다. 소형선박은 수소나 전기를 대체 연료로서 고려하고 있다. 컨테이너는 다른 항로와 달리 다중 연료를 통한 전환을 시도하는 모습을 보인다. 또한 전체 녹색해운항로 가운데 22개의 녹색해운항로는 어떤 연료를 사용할지 미정이며, 14개의 항로는 단일 연료를, 8개의 항로는 다중 연료를 사용할 계획이라고 밝혔다.

구체적인 연료별 사용 계획으로는 메탄올과 암모니아가 각각 14개, 9개로 선택 비중이 높았다. 그밖에 다른 항로의 경우, 수소연료 6개, 전기 추진 4개, 첨단 바이오연료 2개, 기타 연료 2개 등이 있다.²⁹⁾

29) 위의 책, p.19.

〈그림 2-4〉 글로벌 녹색해운항로의 연료 선택 비중

(단위: %)



자료: Global Maritime Forum(2022), p.15, Global Maritime Forum(2023), p.11.

주: 2023년 기준의 경우, 다중 연료 선택도 포함되어 있어 전체 비중의 합산이 100%를 초과함

3) 추진 단계별 현황

녹색해운항로는 착수, 계획, 실행, 운영 단계로 이뤄진다. 착수 단계에서는 녹색해운항로 발표와 사전 타당성 평가가 이뤄지며 계획 단계는 합의를 거쳐 타당성 평가와 실행계획이 이뤄진다. 실행 단계에서는 실행계획을 이행한다. 이 단계에서는 구매 계약, 계약 체결, 규제 개발, 인프라 설계 및 조달 등의 조치를 포함한다. 이후 최종 투자 결정을 통해 선박 배치 및 연료 공급, 인프라 건설 등의 운영 단계로 나아간다.³⁰⁾

30) ARUP(2024), p.9.

〈그림 2-5〉 녹색해운항로 추진 단계



자료: ARUP(2024), p.9.

2023년 기준으로 19개의 녹색해운항로 파트너십이 새롭게 발표됐으며, 4개의 녹색해운항로가 사전 타당성 평가를 수행 중이다. 또한 착수 단계에서 계획 단계 과정에 있는 녹색해운항로 3개, 계획 단계에 있는 녹색해운항로 14개가 있다. 또한 실행계획에서 최종 투자 결정 단계 과정으로 진행 중인 4개의 항로가 있다.³¹⁾ 2024년~2030년 기간 안에 운영을 목표하고 있는 글로벌 녹색해운항로는 총 15개이며 이 가운데 6개는 2030년 이전에 초기 운영 완료를 목표하고 있다.³²⁾

4) 이해관계자 참여

2023년 기준 글로벌 녹색해운항로 이니셔티브에 참여한 이해관계자 수는 2022년 보다 51.3% 증가한 171 곳이 참여하고 있다. 이 가운데 선주 및 선사, 항만, 관련 기관 등 전통적인 해운산업 주체의 참여가 가장 비중이 높다. 참여자 가운데는 세계 10대 컨테이너 선사 가운데 8곳, 5대 크루

31) Global Maritime Forum(2023), p.14.

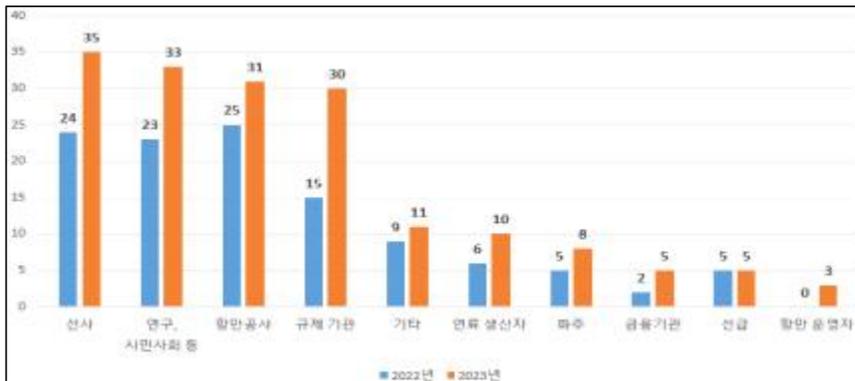
32) 위의 책, p.2.

즈 선사 가운데 3곳, 10대 벌크 선사 가운데 3곳, 글로벌 벙커링 허브 상위 20개 가운데 9곳이 있다.³³⁾ 각 분야 이해관계자의 참여자 수는 2022년 대비 모두 증가했으나 연료 생산자, 화주, 금융기관의 참여는 10곳, 8곳, 5곳으로 적은 편이다.

정부 주도의 이니셔티브는 11개, 민관 공동으로 주도하고 있는 이니셔티브는 8개로 총 18개의 정부가 이니셔티브에 직접 참여하고 있다. 이와 함께 2023년에는 2022년보다 녹색해운항로 구축 양자협정 수가 9개로 늘어났다.

〈그림 2-6〉 녹색해운항로 이니셔티브의 이해관계자 구성

(단위: 개)



자료: Global Maritime Forum(2022), p.15, Global Maritime Forum(2023), p.24.

2. 주요 녹색해운항로 네트워크

1) 실크 얼라이언스 항로 네트워크(SILK Alliance Corridor Network)

2022년 5월, 싱가포르, 중국, 인도, 아라비아는 실크 얼라이언스 항로 네트워크를 발표했다. 해당 네트워크에는 로이드선급, MSC Shipmanagement, 퍼시

³³⁾ Global Maritime Forum(2023), p.24.

픽인터네셔널, 완하이, X-Press 피더, 양밍, Keppel Offshore & Marine, Singfar International, Wärtsilä, Wilhelmsen Ship Management, Asian Development Bank, ING, PSA Corporation Ltd 등이 참여하고 있다. 추진되고 있는 녹색해운항로는 동아프리카, 상하이, 서호주를 연결하고, 컨테이너 선박이 투입될 예정이다.³⁴⁾ 2025년 초에 저탄소 메탄올과 암모니아 연료 선박으로 시범 프로젝트를 추진하고 2028년부터 2030년까지 싱가포르와 아시아 내 컨테이너 항로에 대체 연료 공급 인프라 투자를 확대할 계획이다.

〈표 2-3〉 실크 얼라이언스의 녹색해운항로 인프라 구축 계획

연도	내용		
	연료 공급	항만	선박
2023	• 공급, 비용, 예측 이해 • 목표 탄소집약도 합의	• 항만 당국과 벙커, 저장 비용, 규모 예측 이해	• 항로 순서 수립
2024			• NB+RF 비용, 예측 이해
2025	-	• 항만 전반에 걸쳐 통일된 벙커 표준	• 항로 운영 메탄올 선박 발주
2026	• 암모니아 필수 장비	• 저탄소 메탄올 파일럿 선박 배치	• 암모니아 엔진 + 탱크 테스트 완료
2027	• 연료 인증테스트 완료	-	• 암모니아 선박 발주
2028	• 실크 얼라이언스 수요에 맞춰 스케일 메탄올 공급 및 싱가포르에 수송	• 저탄소 암모니아 파일럿 선박 배치	• near zero 메탄올 선박 항로 배치
2029		-	
2030	• 실크 얼라이언스 수요에 맞춰 스케일 암모니아 공급, 싱가포르에 수송	-	• near zero 암모니아 선박 항로 배치

자료: SILK Alliance 홈페이지(검색일: 2024.7.31.)

동 네트워크 회원들은 화석연료와 대비 10~20%의 탄소 강도로 설정된 친환경 연료를 사용하기로 합의했다. 또한 친환경 연료의 예상 수요와 임시 탄

34) Mission Innovation 홈페이지(검색일: 2024.8.16.)

소집약도를 적용해 실크 얼라이언스 항로 네트워크 내 비용 격차를 파악하고 이러한 격차를 상쇄할 수 있는 자금 조달 메커니즘을 식별할 계획이다.³⁵⁾

〈표 2-4〉 실크 얼라이언스의 녹색해운항로 구현 계획

연도	내용		
	금융	정책	안전
2023	• 자금 격차 해소 옵션 이해 • PPP 템플릿 개발 및 이해	• IMO 개정 전략, MBMs, LCA 가이드라인 • 정책 옵션, 평가 및 영향을 이해 완료	-
2024			• 안전 위험 이해 완료
2025	• 인센티브 메커니즘 확립		-
2026	• 오프테이크 계약 체결	-	
2027	-	• 스케일 메탄올 선원, 육상 훈련 완료	• 암모니아 안전 시스템 테스트
2028			• 암모니아 안전 시스템 운영 및 수용가능한 위험
2029		• 스케일 암모니아 선원, 육상 훈련 완료	
2030			-

자료: SILK Alliance 홈페이지(검색일: 2024.7.31.)

2) 싱가포르·로테르담 GDSC 이니셔티브³⁶⁾

2022년 8월 싱가포르 해운항만청과 로테르담 항만청은 해운 탈탄소화 및 디지털화를 위한 혁신 노력을 가속화하기 위해 싱가포르-로테르담 그린 디지털 해운항로 이니셔티브(Green and Digital Shipping Corridor, 이하 GDSC)를 설립했다. GDSC는 선사, 연료 공급업체, 항만 당국 및 운영자, 산업 연합, 금융권, 주요 대학 및 연구기관 등을 포함한 26개의 글로벌 가치사슬 파트너를 모았다. 하팍로이드를 포함한 주요 글로벌 컨테이너 선사들은 아시아~유럽 항로에 무탄소 배출 대형 컨테이너 선박의 배치를 약속하며 GDSC에 동참했다.

35) Riviera(2023.11.29.)(검색일: 2024.8.16.)

36) MPA 홈페이지 (검색일:2024.8.16)

〈표 2-5〉 싱가포르·로테르담 GDSC 파트너

구분	내용
항만	• 싱가포르 해양항만청, 로테르담항만공사, 싱가포르항만공사
선사	• 머스크, CMA CGM, 하팍로이드, MSC, ONE
연료 공급자	• BP, Shell, Yara Clean Ammonia
금융·투자 기관	• Citi, Clifford Capital
산업 연합	• Digital Container Shipping Association, Methanol Institute, SEA-LNG
연구 분야	• A*STAR's Centre for Maritime Digitalisation(A*STAR's C4MD), 싱가포르국립대학교 해양연구센터, Global Centre for Maritime Decarbonisation, Global Maritime Forum, Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero-Carbon Shipping, RMI, 난양기술대학교 해양에너지 및 지속가능개발우수센터, 옥스퍼드대학교

주: 익명의 파트너 불포함

자료: MPA 홈페이지 (검색일:2024.8.16)

GDSC는 친환경 선박연료인 바이오 메탄, 메탄올, 암모니아, 수소 등 4개의 실무그룹을 구성했다. 바이오 메탄 실무그룹은 SEA-LNG가 주도하고 있으며 상업적 규모로 해양 연료 보급을 위한 바이오 메탄 채택을 지원하기 위해 ISCC EU 인증과 같은 관련 규정과 인증 표준을 검토했다. GDSC 파트너는 2024년과 2025년에 바이오-LNG 병커링 시범을 수행할 계획이며 이 시범은 파이프라인과 같은 공유 운송, 저장 및 유통 인프라에서 인증된 바이오메탄과 인증되지 않은 기존 LNG를 물리적으로 혼합하는 대량 균형 관리 체계 원칙을 기반으로 한다.

메탄올 실무그룹은 세계 최초의 메탄올 연료 컨테이너선에 대한 로테르담 항의 녹색 메탄올 터미널 병커링 운영과 싱가포르항에서 세계 최초의 선박-컨테이너선 메탄올 병커링을 수행하고, 로테르담항을 중심으로 메탄올 실무 그룹은 관리 체계 원칙에 대한 연료 표준 및 지식 교환을 위한 명확한 시작점을 마련했다. 이 실무 그룹은 또한 싱가포르항과 로테르담항에서 상업용 메탄올 병커링에 필요한 수용성, 가용성 및 비용 부담 가능성과

같은 공통적인 과제를 해결할 계획이다. 한편 2023년 9월 싱가포르와 로테르담 항로에 메탄올을 연료로 하는 컨테이너선 'Laura Maersk'가 인도됐다. 이 선박은 기존의 화석연료에 비해 최대 65%의 온실가스 배출량을 줄일 수 있는 것으로 알려졌다.

암모니아 실무그룹은 MPA, Nanyang Technological University Maritime Energy and Sustainable Development Centre of Excellence, A*STAR의 C4MD가 공동으로 이끌고 있다. 이 실무그룹은 연료 보급을 위한 녹색 암모니아의 수명 주기 온실 가스(GHG) 강도를 평가하는 프레임워크와 가치 사슬 파트너가 녹색 암모니아 공급망 네트워크를 최적화할 수 있는 의사 결정 도구를 개발할 예정이다. 2025년까지 완료될 이 연구는 국제 해사 기구(IMO)가 대체 해양 연료에 대한 수명 주기 GHG 평가(LCA) 프레임워크와 지침을 개발하기 위한 지속적인 노력을 지원할 계획이다.

수소 실무그룹은 Shell이 참여하여 해양 컨테이너 선박의 해양 연료로서 수소의 기술적, 경제적 타당성을 평가해왔다. 이 실무그룹은 GDSC 파트너가 비용 차이를 이해하고 실질적으로 과제를 극복할 수 있도록 새로운 선박을 설계하는 동시에 지속 가능한 해양 연료로서 수소가 제공하는 기회를 극대화하는 것을 목표로 한다.

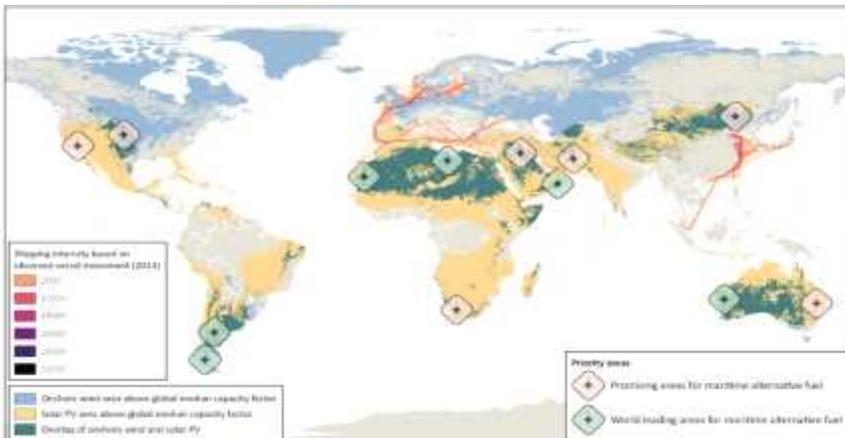
이러한 연료 실무그룹 이외에도 친환경 연료 이니셔티브를 지원하고 상업적 확대를 추진하기 위해 로테르담항과 Global Maritime Forum(GMF)이 실무그룹을 이끌고 있다. 이 실무그룹은 GDSC 파트너의 지원을 받아 제로 및 거의 제로 배출 연료 사용의 비용 문제를 줄이기 위한 상업 구조를 개발 및 테스트하고 있다. 또한 현재 다양한 수요 및 공급 집계 메커니즘과 공공 및 민간금융 레버리지를 탐색하고 있다. 이는 녹색 프리미엄을 낮추고 비용 격차를 줄이는 데 도움이 될 수 있다.

3) Chilean Green Corridors Network

2022년 4월 13일, 칠레 에너지부와 Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero-Carbon Shipping은 칠레 녹색해운항로 네트워크 구축 협력을 발표했다. 동 프로젝트에는 칠레 에너지부, 교통통신부, 외무부도 참여한다.³⁷⁾

프로젝트의 첫 단계는 사전 타당성 조사이며 탄소집약도, 연료 가용성, 항만 간 거리, 선박 분류, 항로 및 화물 유형 등을 고려하여 최적의 녹색해운항로를 설정 및 평가한다. 사전타당성 조사는 Mærsk Mc-Kinney Møller 센터의 주도 하에 2022년 11월 완료됐다. 해당 조사에서 칠레에는 여러 첨단 에너지 프로젝트가 있으며 대부분이 암모니아를 생산하는 것으로 조사됐다. <그림 2-7>은 해운 집약도와 태양광 및 풍력 발전이 용량이 높은 지역을 나타낸다. 이를 통해 대체 선박연료 유망 지역과 주도 지역을 분석했으며 칠레에서는 남부 지역이 주도 지역으로서 가능성 있다는 결과가 나왔다.

<그림 2-7> 해운 집약도 및 태양광·풍력 발전 용량 높은 지역



자료: Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero-Carbon Shipping(검색일: 2024.8.16.)

37) A. Sustainable Ocean Economy 홈페이지(검색일: 2024.8.16.)

또한 사전 타당성 조사에서는 18개의 개별 항로를 식별했으며, 15개의 녹색해운항로가 유망한 것으로 조사됐다.³⁸⁾ 사전 타당성 조사 이후에는 선정된 각 항로 내에서 컨소시엄을 구성하고 양해각서를 체결하고, 선정된 항로에 대한 기술적, 규제적, 상업적 타당성 평가를 수행할 계획이다.³⁹⁾

4) 호주·동아시아 철광석 녹색해운항로

서호주~중국/일본의 철광석 운송 항로가 녹색해운항로로서 가능성이 높은 것으로 확인되면서 가치사슬 전반에 걸쳐 15명의 산업 대표로 구성된 태스크포스가 구성됐다.⁴⁰⁾

〈표 2-6〉 호주~중국/일본 철광석 항로 평가

구분		호주~중국	호주~일본	
영향	A. 무역과 물류			
	전세계 무역량 대비 비중	Basis points	650	60
	2021~2025년 연평균 성장률 전망	%	4%	3%
	B. 배출량 ²⁸			
탄소집약도	kgCO ₂ e/tonne Cargo	28	29	
현재 탄소 배출량	tonne CO ₂ e	20,200,000	1,900,000	
실현 가능성	C. 가치 및 비용 전가			
	무역상품의 Scope 3 중요성	%	11%	11%
	무역상품의 상대적 가격 상승	1=low, 5=high	3	3
	D. 무탄소 연료 공급			
	2025년 무탄소 연료 공급 비용	\$/GJ	35	35
	E. 이해관계자의 준비도			
	정책 및 규제	1=low, 5=high	2	4
이해관계자 환경 용이성	1=low, 5=high	2	4	

자료: Global Maritime Forum(2023), p.17.

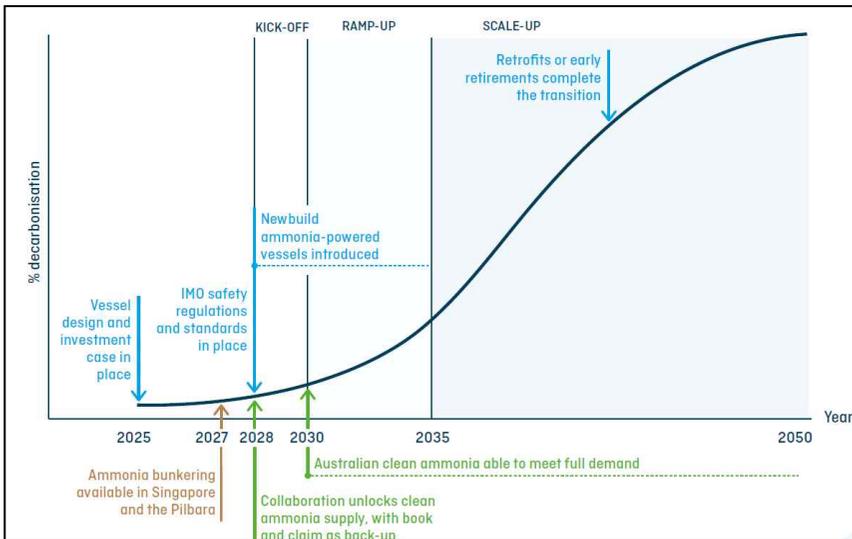
38) 해당 항로는 내항 항로와 외항 항로 모두 포함

39) Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero-Carbon Shipping(검색일: 2024.8.16.)

40) Global Maritime Forum(검색일: 2024.5.19.)

2023년 5월에는 2028년에 동 항로에 청정 암모니아 선박 배치 및 2050년에 탄소중립 달성 시나리오에 대한 타당성 평가를 완료했다. 조사 결과에 따르면 해당 시나리오를 충족하기 위해서는 2030년까지 23척의 청정 암모니아 추진 선박이 운영되어야 하며 2035년에는 81척, 2050년에는 약 360척의 선박이 필요한 것으로 나타났다.⁴¹⁾ 또한 해당 항로에서 암모니아 병커링을 위한 최적지로 싱가포르항과 서호주 필바라 지역을 제시했다.⁴²⁾

〈그림 2-8〉 서호주~동아시아 철광석 녹색해운항로 시나리오



자료: Global Maritime Forum(2023), p.10.

2028년에 서호주~동아시아 녹색해운항로 구축을 실현하기 위한 시기별 이행 사항은 <표 2-7>과 같다.

41) Global Maritime Forum(2023), p.11.

42) 위의 책, p.13.

〈표 2-7〉 서호주~동아시아 철광성 녹색해운항로 구축 로드맵

구분	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
선박	규제/안전	◆암모니아 선박에 대한 IMO 잠정 가이드라인			◆ IMO IGF 코드 업데이트로 암모니아 포함			
		◆ 동 항로에 적합한 벌크선 설계					◆ 벌크선 암모니아 엔진 상용화	
	기술	◆ 조선소 확보						
	훈련						◆ 선원훈련	
경제	◆ 투자 사례 준비							
연료	연료공급						◆ 충분한 청정 암모니아 공급	
	구현						◆ 청정 암모니아 인증 메커니즘 준비	
빙커링						◆ 필바라 또는 싱가포르에 암모니아 빙커링 가능		
		현재	첫 선박 발주	첫 선박 건조 시작		첫 선박 출항		
		연료 공급 및 연료 보급 업체에 대한 수요 확인		공급 물리적 공급망 구축을 위한 리드타임(예. 암모니아 빙커링 선박)		청정 암모니아 연료 공급 가능		

자료: Global Maritime Forum(2023), p.28.

제3절 해외 녹색해운항로 추진 정책

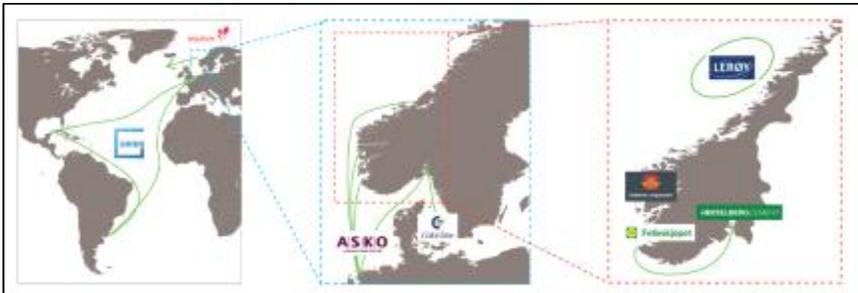
1. 노르웨이

녹색해운항로 관련 노르웨이 정책은 크게 두 가지가 있다. 하나는 북유럽 로드맵(The Nordic Roadmap)이고, 다른 하나는 녹색 해운 프로그램

(Green Shipping Programme)이다. 북유럽 로드맵은 지속가능한 탄소 배출 제로 연료 도입을 위한 프로젝트이다. 동 프로젝트는 북유럽 국가의 자금 지원을 받고 있으며 지식 공유를 촉진하기 위한 노르딕 협력 플랫폼 구축 및 새로운 연료에 대한 파일럿 프로젝트 및 연구를 시작하여 녹색해운항로 및 인프라 구축을 지원한다.

녹색해운프로그램은 효율적이고 친환경적인 해운 시스템을 구축하려는 노르웨이의 목표를 개발 및 강화하려는 비전을 가진 공공-민간 파트너십으로 현재 100여개 이상의 기관이 참여하고 있다. 참여기업은 조선소, 선주, 기술기업, 화주, 서비스 제공자, 금융기관, 정부 부처, 노르웨이 해양청, 공공기관 등 다양하다. 해당 프로그램에서는 녹색해운항로와 관련 시범 사업도 진행 중이다(〈그림 2-9〉 참고).

〈그림 2-9〉 노르웨이 녹색해운항로 시범 사업



자료: Dorthe Alida Slotvik et al.(2022), p.15.

2. 호주

호주는 운송 부문의 탄소배출을 제로화하기 위해 해운 탄소 배출감소 국가 행동 계획(Maritime Emissions Reductions National Action Plan,

이하 MERNAP)을 수립했다. 동 계획은 해운 부문의 탈탄소화 조치 식별과 우선순위 도출, 호주의 녹색해운항로 개발 진전 및 국제 해운의 탄소배출량 감소 기여를 목표로 한다.

호주 정부는 녹색해운항로가 무탄소 선박 연료의 공급 및 활용, 선박 설계 및 표준 개발을 포함한 친환경 선박 기술의 활용 등 관련 역량을 구축할 수 있는 계기를 제공하며, 국제 파트너십을 통한 녹색해운항로 구축이 궁극적으로 해운 부문의 탄소배출을 저감 기회를 제공한다고 보았다. 따라서 인도~태평양을 통과하는 녹색해운항로를 구축하기 위한 다양한 국제 협정에 가입했다. 대표적으로 클라이드뱅크 선언과 그린쉬핑챌린지 및 미션이노베이션의 제로에미션쉬핑이 있다.⁴³⁾

2022년 10월, 호주는 싱가포르와 녹색경제협정을 맺고, 녹색해운협력 이니셔티브를 선언하였으며, 2024년 3월에는 녹색디지털해운항로 구축을 위한 양해각서를 체결하였다. 양국은 해운·항만 분야에서 친환경 및 디지털 솔루션을 시범운영하고 해운산업의 탈탄소화를 위한 글로벌 리더십 및 협력을 강화할 계획이다.⁴⁴⁾

2021년에 호주는 일본, 인도, 미국과 쿼드 정상회담⁴⁵⁾에서 녹색 해운 태스크 포스(Quad Green Shipping Task Force)를 발표했다. 이에 따라 2030년까지 인도-태평양에 2~3개의 녹색해운항로를 구축하는 것을 목표로 운송 및 항만 운영의 탈탄소화를 위한 노력을 협력하기로 했다.

호주는 녹색해운항로의 기반을 마련하기 위해 산업, 항만 및 주 정부 차원의 협력도 추진되었다. 멜버른항은 머스크, ANL, Svitzer, Stolthaven Terminals, HAMR Energy 및 ABEL Energy와 양해각서를 체결하고 그

43) Australian Government(2024), pp.6-7.

44) Australian Government Department of Foreign Affairs and Trade (검색일: 2024.10.29.)

45) 미국, 인도, 일본, 호주 등 4개국이 참여하고 있는 비공식 안보협의체임

린 메탄올 병커링 허브의 사업타당성을 조사했다. 이는 벨 베이, 태즈매니아와 포틀랜드, 빅토리아의 생산지에서 멜버른항으로 그린 메탄올을 운송, 저장 및 병커링 서비스 제공의 잠재적인 프로젝트를 검토한다. 또한 2022년 9월에는 한국·호주 수소 컨소시엄이 공식적으로 출범해 2032년까지 호주에서 한국으로 연간 100만 톤 이상의 그린 암모니아를 수출하는 공급망을 개발할 계획이다. 고려아연과 자회사 아크에너지, 한화임팩트, SK Gas로 구성된 컨소시엄은 퀴즐랜드의 수소 잠재력을 발현하고 북퀴즐랜드와 북동아시아를 연결하는 그린 에너지 해운항로를 구축하고자 한다. 컨소시엄 계획의 핵심은 퀴즐랜드에 있는 아크에너지의 콜린스빌 그린 에너지 허브(Collinsville Green Energy Hub) 개발이다.

2020년 1월에는 암모니아 연료 탱커 설계를 개발하기 위해 ‘카스토르 이니셔티브(Castor Initiative)’가 설립되었다. 이 이니셔티브에는 MISC Berhad, 로이드 선급협회, 삼성중공업, MAN Energy Solutions, 싱가포르 해운항만청, 야라 클린 암모니아(Yara Clean Ammonia), 주룽하이 파트너로 참여하였다.

3. 캐나다

캐나다는 국제 해운 부문에서 무탄소 배출 목표를 달성하기 위한 노력의 일환으로 2022년 4월에 무탄소 배출 해운(Zero Emission Shipping) 선언에 서명하고, 그린쉬핑챌린지를 지지하였다. 또한 캐나다 넷제로 책임법(Canadian Net-Zero Emissions Accountability Act)은 2050년까지 온실가스 배출 제로를 달성 목표를 명확하게 명시하고 있다.

2022년 3월에는 2030년 탄소배출 저감 계획을 발표하며 2005년 대비 40~45%의 탄소배출을 저감을 목표로 내세웠다. 이를 위해 해양 부문의 탄

소배출 감소를 위한 국가 실행계획 개발, 연방 선박의 친환경화, 북극의 블랙카본 저감 방법 개발을 위한 국제협력, 무탄소 배출 기술 및 청정연료 조사 등을 추진할 예정이다.⁴⁶⁾

캐나다는 무탄소 배출 선박의 전환을 가속화하기 위해 2021년 11월 클라이드뱅크 선언에 서명했다. 그리고 녹색해운항로 개발을 추진하는 개인과 조직을 안내하기 위한 국가 녹색해운항로 프레임워크를 개발했다. 캐나다의 녹색해운항로 프레임워크는 총 4개로 구분된다.⁴⁷⁾

첫째, 2050년까지 캐나다 해운 부문의 넷제로 달성이다. 이를 위해 관련 조치, 기술, 청정연료 및 인프라를 지원할 계획이며 동 계획은 무탄소 배출 연료 및 에너지 항만, 선박 관련 기술, 에너지 효율성 등이 포함될 수 있다.

둘째, 지역 수준에서 글로벌 넷제로 달성 이행이다. 각 파트너의 법과 제도, 정책 및 관습을 존중하면서 투자를 장려하고, 다른 수준의 정부 및 글로벌 파트너와 접근 방식을 조정하는 것이다. 그리고 주 정부, 지방 정부, 항만 및 터미널 운영업체, 선주, 에너지 생산자 및 시민사회 단체 등 모든 관련 이해당사자가 녹색해운항로 개발에 참여하도록 보장한다. 또한 원주민의 권리를 존중하고 전통 활동에 부정적 영향을 미치지 않으며, 원주민을 지역사회 파트너로서 포함하여 연방 입법 및 정책 접근 방식이 통합되었는지 확인하고 일관된 정의를 사용하도록 한다.

셋째, 업계가 넷제로 전환을 주도할 수 있도록 지원하는 것이다. 이를 위해 주요 이해관계자들 간 정보와 모범 사례를 공유하고 녹색해운항로의 장벽을 조기에 파악한다. 그리고 가능한 경우 새로운 기술이나 프로세스의 테스트 및 프로토타입에 대한 규제 승인을 관리하고, 시험 중인 넷제로 기

46) Government of Canada, 2030 Emissions Reduction Plan; Sector by sector overview(검색일: 2024.10.30.)

47) Government of Canada, Canadian Green Shipping Corridor Framework(검색일: 2024.8.29.)

술과 연료가 새로운 국내 및 국제 표준을 충족할 수 있도록 지원한다. 이와 함께 업계의 투자를 지원할 수 있는 방법을 찾고, 연방의 선박을 친환경화 하며 업계와 협력해 넷제로 솔루션의 가용성과 경제성을 높이고자 한다.

넷째, 정보 공유와 데이터 투명성을 통한 신뢰 확보이다. 이를 위해 ‘well-to-wake’ 배출량 기준으로 효과적·신뢰적인 방법과 측정 기준을 통해 데이터를 수집 및 추적하고, 목표 달성을 위한 진행 상황을 공개적으로 보고하는 한편 이해관계자의 상업적 또는 재정적 이유 상 기밀 유지의 필요성을 존중하며 데이터 정보를 공유하고 모범 사례를 구축할 계획이다.

캐나다 정부는 녹색해운항로 구축을 위해 적합 항로 평가, 이해관계자 참여, 타당성 평가, 준비 확인 및 기준선 설정, 항로 평가 및 이행 계획 개발 등의 단계를 제시하고 있다.

〈표 2-8〉 녹색해운항로 운영 단계

구분	내용
1단계	• 항로 평가: 화물, 항만, 목적지 등 적합 경로 평가
2단계	• 이해관계자 참여: 관련 이해관계자 식별 및 미팅, 분석을 위한 범위, 경계, 지표 및 프레임워크를 정의
3단계	• 타당성 평가: 저탄소 배출 기술의 공급과 수요, 인프라 및 자금조달 규모 및 가용성 연구
4단계	• 해당 부문 준비 확인 및 기준선 설정: 장비, 자재 및 연료 공급 인프라에 대한 수명주기 배출 추정치를 계획 및 개발 결정 통합. 공개적으로 이용 가능하고 배출감소 목표설정에 사용할 수 있는 항만 및 선박 운영 기준 배출 목록 설정
5단계	• 항로 평가, 이행 계획 개발, 이해관계자 및 지역사회와 협력해 배출감소 목표 달성을 위한 계획 개발

자료: Government of Canada, Canadian Green Shipping Corridor Framework(검색일: 2024.8.29.)

현재까지 캐나다 정부는 총 4개의 녹색해운항로 계획을 발표했다. 먼저 앤티워프항과 몬트리올항이 대서양 횡단 녹색해운항로 구축 서약이 있으며 핼리팩스 항만청과 함부르크 항만청 간 녹색해운항로 양해각서 체결이 있

다. 또한 알래스카, 브리티시 컬럼비아, 워싱턴을 포함한 태평양 북서부에서 알래스카까지의 녹색해운항로 프로젝트를 발표했으며, 캐나다 해운상공회의소(Chamber of Marine Commerce)는 오대호(Great Lakes)와 세인트로렌스 수로(St. Lawrence Seaway)의 녹색해운항로 가능성을 모색한다고 발표했다.

〈그림 2-10〉 캐나다 녹색해운항로 계획 현황

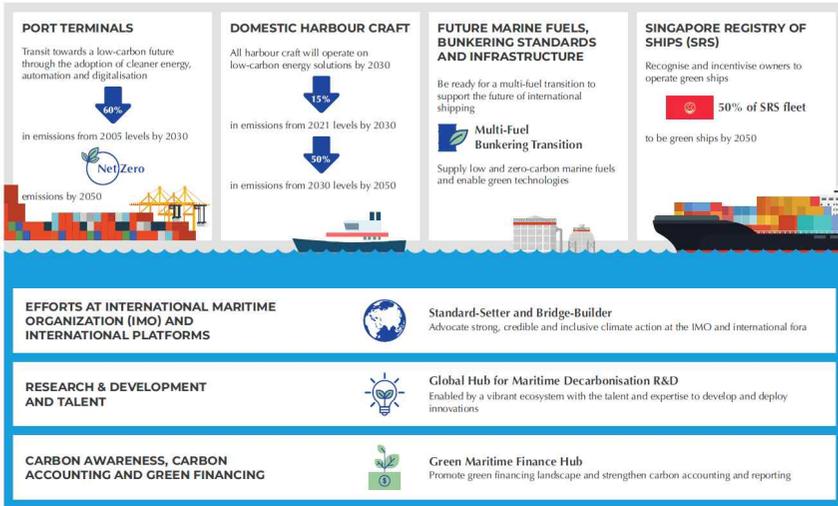


자료: ARUP(2023), p.7.

4. 싱가포르

싱가포르르는 2050 해운 분야 탈탄소화를 위한 청사진을 수립했다. 해당 청사진에서는 탈탄소화를 위해 집중해야 한 7가지 지원 분야를 포함하고 있다. 주요 지원 분야로는 항만 터미널, 내항 선박, 미래 해양 연료와 병커링 표준 및 인프라, 싱가포르 선박등록, 국제사회에서의 노력, 연구개발 및 인재, 탄소 인식과 회계 및 녹색금융 등이 있다.

〈그림 2-11〉 싱가포르 2050 해운 탈탄소 청사진 주요 분야



자료: MPA(2022), p.5.

제4절 시사점

첫째, 해운 분야 탈탄소 중립의 수단으로 녹색해운항로 구축에 대한 관심이 확대되고 있다. 2023년 녹색해운항로는 44개로 2022년 21개 보다 두 배 이상 증가했으며, 지역도 유럽, 아시아 지역에서 아프리카까지 확대되었다. 또한 유럽 내에서는 근해항로의 녹색해운항로 추진이 두배로 증가했다. 그러나 이니셔티브 발표와 사전타당성 평가 수행 항로가 59%이고, 선종과 대체 연료가 미정인 항로가 전체 항로의 절반 정도 차지하고 있어 녹색해운항로는 아직 초기 단계라 볼 수 있다.

둘째, 녹색해운항로를 구축하기 위해서는 선박, 연료, 병커링 등 가치사슬에 있는 다양한 이해관계자 참여가 중요하다. 이는 주요 녹색해운항로

네트워크에서 잘 나타난다. 싱가포르, 중국, 인도가 주도하고 있는 실크 얼라이언스 항로 네트워크는 선사, 선급, 금융기관, 조선사, 선박관리회사, 에너지 회사 등이 참여하였다. 이 네트워크는 연료·공급, 항만, 선박 부문의 인프라 구축 계획을 수립했으며 2025년에 저탄소 메탄올과 암모니아 선박 시범 프로젝트를 추진할 계획이다. 싱가포르 로테르담 GDSC 이니셔티브 역시 선사, 연료 공급업체, 항만 당국 및 항만 운영자, 금융권, 대학 등이 참여하였다. 이 이니셔티브는 바이오 메탄, 메탄올, 암모니아, 수소 등 연료별로 4개의 실무그룹을 구성한 것이 특징이다. 녹색해운항로는 ‘해운 분야의 탈탄소화 달성을 위해 모든 이해관계자가 참여한 해상 항로 네트워크로서 저탄소·무탄소 연료 선박과 항만 등의 인프라 구축’으로 정의된다. 따라서 다양한 이해관계자의 참여는 필수적일 수밖에 없다.

셋째, 녹색해운항로 구축에서 정부의 역할이 확대되고 있다. 글로벌 녹색해운항로에는 18개의 정부가 참여하고 있으며, 정부 주도의 녹색해운항로가 11개, 민관협력 주도의 항로가 8개로 총 19개의 항로에서 정부가 중요한 역할을 하고 있다.⁴⁸⁾

48) 2022년 글로벌 녹색해운항로는 정부주도 항로가 3개, 민관협력 주도 항로가 9개였음

03

녹색해운항로 이슈 분석

본 절에서는 녹색해운항로의 구성 요소인 선박, 연료, 항만 등을 중심으로 이슈를 살펴보고자 한다. 이와 함께 제도적 이슈도 함께 검토한다. 제도적 이슈는 안전, 금융, 선원을 포함한다.

제1절 구성 요소적 이슈

1. 선박

1) 현황

녹색해운항로는 저탄소·무탄소 배출 연료를 사용하여 운항할 수 있는 선박이 필요하다. 제2장에서 전술한 바와 같이 2023년 기준 44개의 녹색해운항로의 선종 투입 계획은 컨테이너선 11개, 페리 및 로로 8개, 벌크선 6개, 탱커 3개, 크루즈 1개, 미정 19개이다.

2024년 9월 기준 대체 연료 사용 가능 선박은 총 톤수 기준 전 세계 선박

의 7%, 수주잔량의 51.3%인 것으로 나타났다. 선종별로는 LNG선과 LPG선의 대체 연료 선박 비중이 각각 74.3%, 23.8%로 높게 나타났다. 반면에 컨테이너선과 벌크선의 대체 연료 선박 비중은 각각 6.1%, 1.1%로 낮게 나타났다. 49)50)

〈표 3-1〉 선종별 대체 연료 선박

구분	선복량			수주잔량		
	백만 GT	No.	%	백만 GT	No.	%
Crude Tankers	6.4	62	2.6	5.2	53	22.6
Product Tankers	2.5	65	2.0	2.4	71	10.5
Chem./Spec.Tankers	0.9	66	2.5	0.5	57	13.0
Total Tankers	9.7	193	2.4	8.0	181	16.3
Bulk Carriers	6.2	76	1.1	5.4	69	9.8
LPG Carriers	7.3	164	23.8	8.9	207	86.5
LNG Carriers	59.9	583	74.3	39.7	357	100.0
Containerships	19.2	167	6.1	49.5	408	73.5
MPP	0.2	15	0.7	0.3	24	9.3
General Cargo	0.4	42	1.2	0.2	51	10.1
Ro-Ro	1.1	32	8.0	0.5	12	67.7
PCC	3.3	52	8.2	12.7	198	90.4
Reefer	-	2	0.8	-	-	0.0
Passenger Ferries	2.1	265	9.5	0.7	88	52.9
Cruise	3.9	42	13.6	4.7	40	70.7
Offshore	2.3	207	3.5	0.7	92	10.2
Other	0.5	157	3.0	0.5	89	46.5
Total	116.3	1,994	7.1	131.7	1,816	51.3

주: 1) 2024년 9월 1일 기준

2) %는 톤수 기준

자료: Clarkson(2024a), p.182.

49) 대체 연료 종류는 LNG, LPG, 메탄올, 수소, 에탄올, 바이오연료, 원자력, 배터리 및 배터리 하이브리드 등임

50) Clarkson(2024a), p.182.

〈표 3-2〉는 대체 연료별 선박 현황을 보여준다. 미래 연료를 고려한 LNG 레디 선박은 532척, 수주잔량 134척, 암모니아 레디 선박은 133척, 수주잔량 298척, 메탄올 85척 수주잔량 507척이 있다. 또한 전체 수주잔량 톤 수 기준 37.8%(1,018척)는 LNG선박이며, 메탄올 선박이 9.3%(272척), 배터리 선박이 1.9%(410척), LPG선박이 1.9%(125척)을 차지한다.

〈표 3-2〉 대체 연료별 선박 현황

구분		선박량			수주잔량		
		No.	% Fleet No.	% Fleet GT	No.	% Fleet No.	% Fleet GT
대체 연료 선박	LNG	1,200	1.1	6.0	1,018	15.5	37.8
	메탄올	41	< 0.1	0.1	272	4.2	9.3
	LPG	130	0.1	0.4	125	1.9	1.9
	배터리	589	0.5	0.3	410	6.3	1.9
	기타	195	0.2	0.5	153	2.3	2.5
	소계	2,029	1.8	7.2	1,863	28.4	52.0
대체 연료 레디	암모니아	133	0.1	0.6	298	4.5	9.7
	메탄올	85	0.1	0.2	507	7.7	9.2
	LNG	532	0.5	3.5	134	2.0	2.7

자료: Clarkson(2024b), p.1.

메탄올, 수소, 암모니아, 바이오연료 추진 선박은 2024~2028년에 걸쳐 인도될 예정이다. 아직 어떤 연료가 공급이 수월하고, 유리한 연료가 될지는 확실하지 않으나 해운 분야 탄소배출 규제로 인해 대체 연료 추진 선박 발주는 지속되고 있다.

〈표 3-3〉 대체 연료 선박 수주 잔량(인도 일정)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
LNG	231	277	215	136	24	3	-	-	-
메탄올	25	63	89	42	8	-	-	-	-
LPG	15	18	31	41	2	-	-	-	-
에탄	4	11	13	15	-	-	-	-	-
수소	5	8	4	2	1	-	-	-	-
원자력	1	-	1	1	1	-	2	-	1
암모니아	-	3	8	2	-	-	-	-	-
바이이오연료	7	11	-	-	-	-	-	-	-

주: 2024년 3월 기준

자료: Petropoulos(2024), p.11.

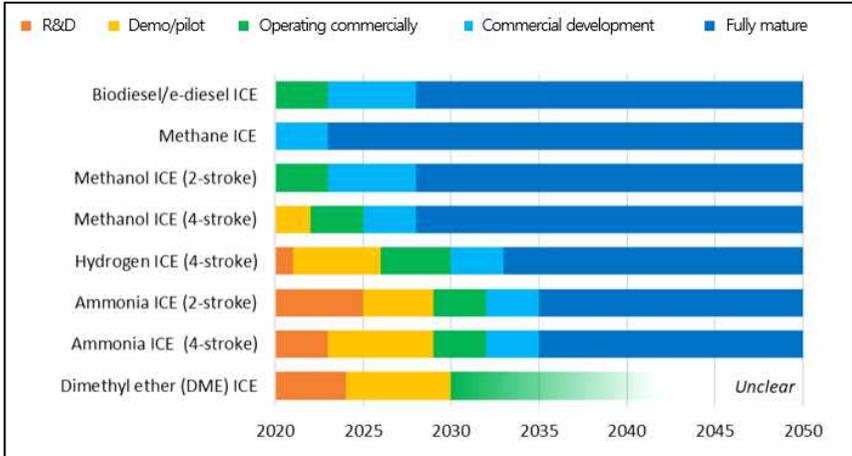
2) 이슈

녹색해운항로의 친환경 선박 배치 실현 가능성은 관련 기술, 선원 등과 관련 있다. 기술 측면에서 보면, 친환경 연료 선박 엔진 등 수요를 충족하는 데 필요한 기술이 상업적으로 준비돼야 한다. DNV와 RICARDO⁵¹⁾의 대체 연료별 엔진 기술성숙도 평가에 따르면 2030년 이전에 바이오 및 e 디젤과 메탄올 엔진이 상업적으로 활용될 것으로 예상됐다. 또한 2035년 경에는 수소 엔진과 암모니아 엔진도 상업적 운항이 가능할 것으로 전망됐다.⁵²⁾ 또한 투입되는 친환경 선박은 항로에 맞게 설계되어야 한다. 녹색해운항로 운항 선사와 화주는 해당 항로에서 운항하는 선박과 관련된 엔진 크기와 사양에 대한 수요를 명확히 해야 한다.

51) 영국에 상장된 글로벌 엔지니어링, 환경 및 전략 컨설팅 회사임

52) DNV·RICARDO(2023), p.25.

〈그림 3-1〉 대체 연료별 선박 엔진 기술 성숙도



자료: DNV·RICARDO(2023), p.25.

둘째, 친환경 선박에 대한 선원의 숙련도 문제가 있다. 선원들은 수소, 암모니아 등 대체 연료 선박을 안전하게 운항할 수 있도록 기술을 향상시켜야 한다. 선원들의 업스킬링은 녹색해운항로가 운항 시기에 맞춰 준비되어야 한다. 현재 발표된 녹색해운항로의 34.1%(15개)가 2024년~2030년 기간 안에 운영을 목표로하고 있는 것을 고려한다면 시간이 그렇게 여유롭지 않다는 것을 알 수 있다. IMO는 해운 분야 탄소중립 달성을 위해 선원 대상 교육의 필요성을 인식하고, 선원 교육을 위한 주요 조약인 ‘선원의 교육, 인증 및 당직에 관한 국제 협약(STCW)’⁵³⁾을 해운 업계와 선원 노조의 의견을 수렴하여 종합적 검토 및 개정 작업을 진행 중이다.⁵⁴⁾

그 밖에 친환경 연료 선박 전환 계획에 맞춘 선박 투입 능력을 고려해야 한다. 이는 녹색해운항로 운항 시작에 맞춰 적절한 선박을 투입할 수 있는 능력을 말한다. 선박 신조는 대규모 비용이 들고 선박 인도까지는 2~3년이

53) Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers(STCW).

54) Jasmina Ovcina Mandra(2023.11.30.)(검색일: 2024.8.13.)

소요되는 것이 일반적이다. 따라서 녹색해운항로 운항 시기에 맞춰 선박 건조 계약 및 인도가 적절하게 이뤄져야 한다. 또한 선박 주문 후 건조 및 인도까지의 일반적인 리드타임을 감안하여 조선소 야드의 정박지를 확보해야 한다. 특히, 조선소의 건조 계약이 몰려 있는 상황일수록 조선소 정박지를 제때 확보가 더욱 중요해진다. 동아시아 주요 조선소 대부분은 대량의 컨테이너선과 LNG 운반선 주문량으로 인해 이미 2024~2025년 수용 능력이 제한되어 있다. 따라서 녹색해운항로 참여 선사는 선박 설계가 마무리되면 조선소 야드 정박지 확보를 위해 의향서 서명을 서둘러 할 필요가 있다.⁵⁵⁾

한편 기존 화석연료와 저탄소·무탄소 연료 간의 가격 차이 등을 이유로 녹색해운항로의 실효성에 대한 의문이 존재한다. 기존 화석연료보다 가격이 더 높은 대체 연료를 사용할 선사가 드물다는 것이다. 이를 반영하듯 세계 최대 조선·해양 박람회 ‘포시도니아 2024’에서는 해운 탈탄소화 방안으로서 연료 전환보다 선박개조에 대한 논의가 더 활발하게 이뤄지기도 했다.⁵⁶⁾ 연료전환에 소극적인 해운업계와 달리 에너지업계는 연료 전환을 추구하고 있다. 현재는 녹색해운항로가 시범사업이지만 국제해사기구에서 2050년 탄소중립을 선언한 만큼 해운업계 전체를 강제할 수는 없더라도 특정 항만은 친환경 선박만이 들어올 수 있게 규제할 수 있다는 의견이다.⁵⁷⁾

55) Global Maritime Forum(2023), p.32.

56) 양종서(2024), p.16.

57) 전기신문(2024.7.12.) (검색일: 2024.8.27.)

2. 항만

1) 현황

현재 LNG 벙커링 항만은 276개, 육상 전력 연결이 이미 구축되었거나 계획된 항만은 260개이나 메탄올 벙커링이 가능하고 계획된 항만은 29개에 불과하다.⁵⁸⁾

〈표 3-4〉 항만 시설 현황

구분	운영 중	개발 중
LNG 벙커링	195	81
메탄올 벙커링	13	16
육상 전력 연결	214	46

자료: Clarkson(2024b), p.1.

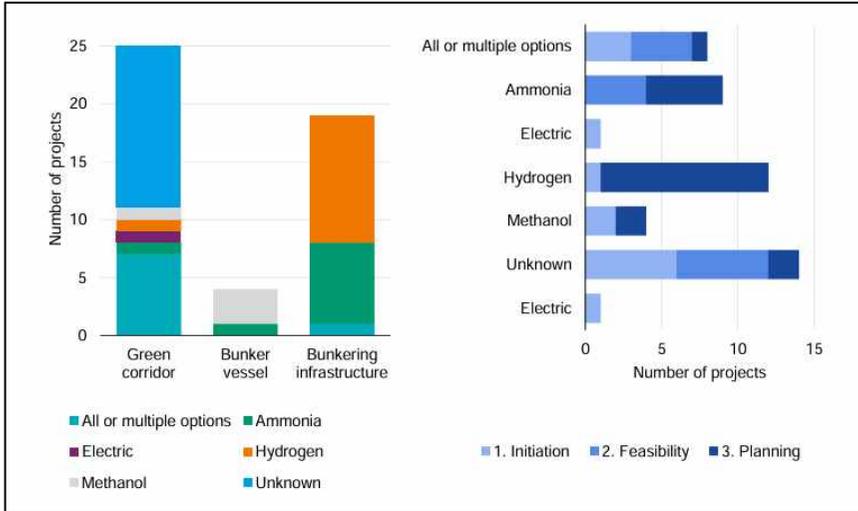
현재까지 확인된 항만 및 벙커링 인프라 프로젝트는 총 48개이다.⁵⁹⁾ 이 가운데 메탄올 벙커링 프로젝트 수는 4개로 적은 반면 수소 벙커링 프로젝트는 11개가 계획 단계에 있다. 대부분의 녹색해운항로가 계획 발표 등의 초기 단계에 있기 때문에 대부분의 프로젝트는 연료 선택에 있어서 여러 옵션을 고려 중이다. 지역적으로는 유럽이 46%를 가장 높은 비중을 차지하고 있고 다음으로 아시아(13%), 북미(8%), 오세아니아(6%) 순으로 비중이 높다. 여러 지역이 연관된 프로젝트(25%)는 주로 녹색해운항로 프로젝트이다.⁶⁰⁾

58) Clarkson(2024b), p.1.

59) 벙커링 선박 프로젝트, 벙커링 인프라 프로젝트, 녹색해운항로 프로젝트를 포함함.

60) 벙커링 선박 프로젝트의 경우 위치는 유연하나 계획된 운영 지역을 의미함.

〈그림 3-2〉 항만 및 벙커링 프로젝트 현황



자료: DNV·RICARDO(2023), p.37.

2) 이슈

녹색해운항로에 친환경 연료를 선박에 공급하기 위해서는 항만의 기존 인프라 활용에 대한 고려가 필요하다. 선박 대체 연료 후보 가운데 바이오 및 e-디젤, 바이오 및 e-메탄은 기존 벙커링 인프라를 사용할 수 있다. 그러나 암모니아, 수소 및 메탄올은 새로운 벙커링 인프라를 구축해야 한다. 메탄올은 ship-to-ship 연료 보급 인프라를 구축이 필요하며 암모니아는 기존 저장 터미널의 글로벌 네트워크를 기반으로 인프라를 구축해야 한다. 녹색해운항로의 화물도 고려 대상이다. 항만별 특성에 따라 컨테이너, 벌크 등 녹색해운항로의 화물 유형이 달라지기 때문이다.⁶¹⁾

녹색해운항로 구축을 위해서는 항만의 친환경 연료 공급에 대한 준비 수

61) ABS(2023), p.15.

준도 고려해야 한다. 친환경 선박연료가 생산되더라도 선박 연료를 공급하는 항만의 기능이 원활하지 않으면 녹색해운항로 구축은 현실적으로 어렵다.⁶²⁾ 국제항만협회(International Association of Ports and Harbors, IAPH)와 세계 항만 기후 행동 프로그램(World Ports Climate Action Program, WPCAP)은 친환경 선박 연료 공급을 위한 항만의 준비 수준 평가 체크리스트를 개발했다. 이 체크리스트는 연구, 개발, 전개 등 세 개 분야에 대해 아홉개의 항만 준비 수준(Port Readiness Level, PRL)을 제시하고 있으며 세부 내용은 <표 3-5>와 같다.

<표 3-5> 친환경 연료 공급 관련 항만 준비 수준 체크리스트

구분	특정 연료 선박 기항	특정 연료 bunker
PRL 1	연료 적절성 평가	
PRL 2	연구	항만 이해관계자들의 관심도 결정
PRL 3		충분한 정보 수집
PRL 4	특정 연료 선박 기항을 위한 정책 결정, 로드맵 개발	특정 연료에 대한 bunker 정책 결정, 로드맵 개발
PRL 5	개발	특정 연료 bunker 기항을 위한 프레임워크
PRL 6		보호 환경에서 입증된 특정 연료 bunker 기항 프레임 워크
PRL 7	운영 환경에서 프로젝트 기반에 구축된 특정 연료 선박의 기항	운영 환경에서 프로젝트 기반에 구축된 특정 연료의 bunker
PRL 8	전개	특정 연료 선박의 기항을 위한 시스템의 완전성과 적격성
PRL 9		정기적 항만 운영에 통합된 특정 연료 선박의 기항

자료: IAPH & WPCAP (2021), p.4.

62) 해양수산부·한국해사협력센터(2023), p.45.

녹색해운항로 구축의 실현 가능성 연구를 시작하기 위해서는 항만이 최소 PRL 2를 이행해야 하며, 타당성 로드맵 단계에서는 PRL 4를 달성해야 한다. 또한 녹색해운항로 프로젝트가 승인되기 위해서는 PRL 5, 최종 투자 결정을 위해서는 PRL 6이 되어야 하며 특정 프로젝트를 위한 병커링을 확립하려면 PRL 8이 되어야 한다.⁶³⁾ 따라서 녹색해운항로를 구축하기 위해서 항만 부문은 대체 연료 보급 가능성을 높이기 위해 계획을 수립하고 친환경 연료 공급 실증 추진이 필요하다. 또한 안정적 공급망 조성을 위해 표준화된 공급 절차와 안전 지침들을 마련하는 것이 주요 과제임을 알 수 있다.

3. 연료

1) 현황

2023년 기준 44개의 녹색해운항로에서 50%가 연료 채택을 결정하지 않았으며 나머지 항로의 경우, 단일 연료 사용 계획 항로가 14개로 다중 연료 사용 계획 항로(8개)보다 많은 것으로 나타났다. 연료 종류는 메탄올 14개, 암모니아 9개, 수소 6개 순으로 채택되었다.

현재 해운 부문의 대체 연료 공급은 충분히 이뤄지지 않고 있다. 2026년 까지 선박 대체 연료 수요는 LNG 2,400만 톤, 메탄올 450만 톤, LPG 100만 톤으로 예상된다. 암모니아와 수소는 2025년까지는 수요가 제한 적이며 향후 수요가 늘어날 전망이다.⁶⁴⁾ 반면에 그린 수소, 그린 암모니아, 그린 메탄올, 그린 메탄 등의 대체 연료 생산능력은 2030년 이후 증가가 예상되나 현재 대부분의 프로젝트는 타당성 조사 또는 구상 단계에 있다. 또한 이러한 대체 연료의 프로젝트의 생산량은 해운 부문의 수요만 보장하고 있지 않기

63) IAPH & WPCAP (2021), p.42.

64) ClassNK(2024), p.43.

때문에 타 산업 분야와의 공급량 확보 경쟁도 고려해야 한다. 우리나라의 경우 선박 테스트용으로 사용 가능한 소량의 벙커링만 가능하며 상업용으로 대량생산하는 곳은 아직 없다.

〈표 3-6〉 대체 연료 생산 프로젝트 현황

구분	프로젝트 수	연간 생산 능력(톤)
그린 수소	390	1,457,884
블루 수소	15	1,872,706
그린 암모니아	28	4,602,313
블루 암모니아	8	3,003,888
그린 메탄올	13	489,461
그린 메탄	21	12,530

주: 대부분의 브포젝트는 아직 타당성 조사 또는 구상 단계에 있음
 자료: ClassNK(2024), pp.45~55.

DNV에서 수행한 대체 연료 가치사슬 전반에 대한 준비성 평가에 따르면 대체 연료 기술은 대체적으로 확립되어 있어 중간 이상 수준의 준비가 된 것으로 나타났다. 그러나 투자 준비성은 여전히 미흡한 상황이다.⁶⁵⁾⁶⁶⁾

65) 기술 성숙도와 상업적 투자 가능한 성숙도, 기술을 구현 및 지원할 준비 정도 등을 중심으로 대체 연료 준비성을 평가함

66) Dan Bunkering 홈페이지(검색일: 2024.8.14.)

〈그림 3-3〉 가치 사슬 전반의 연료기술 준비도

	FUEL TYPE	기술 준비도					투자 준비도				기술구현 및 지원 준비도			
		Resource	Production	Bunkering and ports	Ship Onboard storage and handling	Ship Propulsion	Resource	Production	Bunkering and ports	Ship	Resource	Production	Bunkering and ports	Ship
	Blue ammonia	5	5	3	4	4	2	2	1	1	2	4	1	1
	E-ammonia	7	5	3	4	4	2	2	1	1	4	5	1	1
	Biodiesel	7	7	7	7	7	2	2	2	2	3	3	3	3
	Blue hydrogen	5	5	5	5	6	2	2	2	1	2	4	1	1
	E-hydrogen	7	5	5	5	6	2	2	2	1	4	5	1	1
	Bio-methanol	7	3	6	8	8	2	3	2	3	2	2	2	3
	E-methanol	7	4	6	8	8	3	3	2	3	4	2	2	3

자료: Dan Bunkering 홈페이지(검색일: 2024.8.14.)

2) 이슈

저탄소·무탄소 연료 공급 이슈가 있다. 다시 말해 녹색해운항로의 저탄소·무탄소 연료 수요를 충족할만한 공급이 이뤄질 수 있어야 한다. 그러나 연료 공급에는 몇 가지 장애물이 존재한다.

보스틴컨설팅그룹(2023)은 수요, 경제 및 금융, 규제, 공급사슬 및 인프라, 조직적 측면에서 무탄소 연료 공급의 장애요인을 제시하였다. 구체적인 장애요인은 〈표 3-7〉과 같다. 수요 측면 비용 지불 의사가 있는 명확한 수요 신호 부족, 연료 생산자와 운송업체 간의 계약 조건에 대한 기대 격차 등이 있다. 경제 및 금융 측면에서는 제3자 비용 추정의 신뢰성 부족, 자금 조달 수단 부족 문제가 있다. 규제 측면에서는 강력한 단기 및 중기 의무 규제와 글로벌 탄소 가격 메커니즘 부족, 연료 및 탄소배출량에 대한 표준

및 인증 부족으로 인한 계약 조건 문제 등이 있다. 명확한 정의와 요구사항 미흡한 경우 연료 생산 프로젝트에 대한 투자 위험이 높아진다. 공급사슬 및 인프라 측면에서는 메탄올 및 암모니아 등 특정 연료의 위험성, 타 산업 수요와의 경쟁, 무탄소 연료 인프라 격차 등이 있다. 인프라 문제는 무탄소 배출 연료 생산 유망 지역과 주요 항만 간 물리적 거리도 포함한다. 조직 측면에서는 의사결정 위험과 전문성 차이 등의 문제가 있다. 무탄소 선박연료 개발 및 공급, 자금조달 등의 복잡한 문제와 관련해 적절한 수준의 전문성이 없으면 자금조달 및 조달과 관련된 위험을 제대로 관리하지 못하게 된다.

〈표 3-7〉 무탄소 연료 공급의 장애 요인

구분	내용
수요	<ul style="list-style-type: none"> • 비용 지불의사가 있는 명확한 수요 신호 부족: 이중연료 선박 수요 불확실, 녹색 프리미엄 지불 문제 • 연료 생산자와 운송업체 간의 기대 계약 조건 격차: 장기 및 단기 계약, 양, 가격 등에 대한 차이
경제 및 금융	<ul style="list-style-type: none"> • 제3자 비용 추정에 대한 신뢰성 부족: 금융기관과 운송업체가 다양한 무탄소 배출 연료 가치사슬에 대한 투자와 계약 옵션 평가 어려움 • 자금조달 수단 부족: 기존 자금 조달 옵션의 시간적 범위와 위험 감수성의 부적합. 예) FID 이전 자금 조달 부족
규제	<ul style="list-style-type: none"> • 강력한 단기, 중기 의무 규제 부족 및 글로벌 탄소 가격 메커니즘 부족 • 연료 및 탄소배출량에 대한 표준, 및 인증 부족으로 인한 계약 조건 문제 발생. 예) 배출량 측정, 추적 및 보고방법, 품질 보증 방법
공급사슬 및 인프라	<ul style="list-style-type: none"> • 암모니아, 메탄올 등 특정 무탄소 연료의 위험성 • 다른 산업분야와의 경쟁 • 무탄소 연료 인프라 격차: 최종 물류 책임에 대한 불확실성, 유망한 대체 연료 위치와 주요 항만 간의 물리적 거리
조직	<ul style="list-style-type: none"> • 의사결정 위험과 전문성 차이: 탈탄소에 대한 손익계산 이해 차이 발생

자료: Boston consulting group & World Economic Forum(2023), p.9.

친환경 연료 공급이 불확실한 경우, 선사들이 친환경 선박 발주 결정을 내리는 것이 쉽지 않다. 한국해운협회에서 선사들을 대상으로 친환경 선박 건조 및 개조 계획 수립 현황 파악을 위해 설문조사를 실시한 결과 대체 필요 추정 선박 605척 가운데 실제 대체 예정 선박은 126척으로 나타났다. 현 상황 유지로 응답한 43개 선사는 친환경연료의 공급가능성 등 불확실성 존재(60%), 어떤 친환경 선박이 주류가 될지 판단하기 어려움(45%) 등이 친환경 선박 개발을 주저하는 주요 이유라고 응답했다.⁶⁷⁾

또한 어떤 연료를 저탄소·무탄소 선박 연료로 활용 할 것인가에 대한 선택 문제가 있다. 글로벌 녹색해운항로의 연료 사용 계획에서 알 수 있듯이 항로에 따라 적합한 대체 연료는 달라진다. 벌크선 항로는 암모니아 연료를 소형선박은 수소 연료를 선호하는 것으로 나타났다. 학계 역시 녹색해운항로에서 고려해야 하는 대체 연료에 주목하고 있다. Zahidul Islam Rony et al.(2023)은 다양한 대체 연료의 탈탄소화 가능성과 과제를 검토하고, 가장 가능성이 높은 대체 연료를 식별하였다. 해당 연구에서는 바이오메탄올과 바이오디젤을 포함한 바이오연료는 해운산업의 온실가스 배출을 25%에서 100%까지 줄일 수 있다는 결과가 도출되었다. 그러나 현재 바이오 연료의 공급은 전체 수요의 약 15%만 충족 가능한 것으로 나타났다. 바이오연료와 관련하여 산화, 생태적 결과, 원료 가용성, 기술적·운영적 제약, 경제적 요소 등 여러 가지 문제 역시 해결되어야 함을 보여줬다.⁶⁸⁾ Wang et al.(2023)은 연료 생산지, 운송 및 연료 보급 항만 네트워크를 설계하기 위해 녹색해운항로의 대체 연료로서 그린 암모니아를 선택했다.⁶⁹⁾ 또한 연료 생산 공장과 연료 보급 항만 네트워크를 고려해 녹색해운항로를 설계해야한다고 말한다.⁷⁰⁾ 이 연구에 따르면 2050년 예상 기술 비

67) 친환경선박 전환 교체수요 전망 세미나 발표자료(2024.5.14.).

68) Zahidul Islam Rony et al.(2023), p.1

69) Wang et al.(2023), p.1

70) 전계서, p.3.

용 가정 하에 그린 암모니아 수요를 충족하기 위해서는 115Gt이 필요하며, 톤당 최소 341달러의 비용이 소요될 것으로 나타났다.⁷¹⁾

연료 종류와 더불어 단일 연료와 다중 연료의 사용에 대한 결정도 필요하다. 단일연료는 다중연료에 비해 개발 및 운영 관리가 더 수월하며 각 연료에 대한 수요를 높여 비용에 대한 이점을 얻을 수 있다. 또한 정책 설계를 명확히 할 수 있다는 장점이 있다. 반면에 중요한 이해관계자의 참여를 배제할 가능성이 있으며 상대적으로 기술 및 운영 위험이 증가할 수 있다. 다중연료는 대체 연료 조합에 따라 더 빠른 효과를 볼 수 있으며 기술 및 운영 위험을 헷지할 수 있다. 그러나 자원집약적이며 선두 주자 연료 수요를 분산 시킬 수 있다. 뿐만 아니라 연료에 대한 정책 요구가 더 복잡해질 수 있으며 다수의 소규모 항로에서는 비현실적일 수 있다는 한계를 갖고 있다.⁷²⁾

〈표 3-8〉 단일연료와 다중연료의 장단점

구분	장점	단점
단일연료	<ul style="list-style-type: none"> • 개발 및 운영 관리의 용이성 • 수요 집중을 통한 비용 이점 • 명확한 정책 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 중요한 이해관계자의 참여 배제 가능성 • 기술 및 운영 위험의 증가 • 정책입안자의 기술 중립성 선호로 인한 정책옹호의 어려움
다중연료	<ul style="list-style-type: none"> • 무탄소 연료 조합에 따라 효과 촉진 가능 • 기술 및 운영 위험 헷징 • 정책 요구와 정책입안자의 기술 중립성 선호도 일치 	<ul style="list-style-type: none"> • 자원집약적 • 주요 연료의 수요 분산 • 정책요구의 복잡성 가중 • 다수의 소규모 항로에서의 비실용성

자료: Global Maritime Forum(2023), p.28.

71) 전게서, p.9.

72) Global Maritime Forum(2023), p.28.

제2절 제도적 이슈

1. 안전

메탄올, 암모니아, 수소 등 대체 연료의 도입은 기존 선박연료와는 다른 새로운 안전 문제를 갖고 있다. 가령 암모니아는 유독성 물질이기 때문에 안전 장치가 필요하나 암모니아의 연료 저장 및 병커링, 선상에서의 저장 및 연료 변환, 선상 안전 및 관리 등에 대한 기술적 해결책이 아직까지 개발되지 않았다.⁷³⁾ 수소의 경우 가연성이 높으며, 수소 충전소 및 저장탱크 폭발사고 등이 발생하면서 안전성 논란이 확산되었다. 이러한 가운데 국제해사기구는 암모니아 연료 선박에 대한 임시 지침 개발을 일차적으로 완료했다. 해당 지침은 독성 대응을 위한 안전 조치와 대기 방출 제한 등을 다루고 있으며, 추후 암모니아 추진 선박에 대한 데이터 확보를 통해 업데이트를 해나갈 예정이다.⁷⁴⁾ 또한 국제해사기구는 2025년까지 수소 연료 선박을 위한 임시 안전 지침을 완성하고, 2026년 해당 지침을 승인하는 것을 목표로 하고 있다.⁷⁵⁾ 한국선급에서는 수소선박 안전기술 개발 사업을 2020년부터 진행 중이다.⁷⁶⁾ 향후에도 국제해사기구 뿐만 아니라 각국의 정부 및 관련 기관은 대체 연료 선박의 안전성을 확보하기 위해 관련 규제를 지속적으로 개발해나가야 할 것이다.

〈표 3-9〉 대체 연료 위험 및 관리

구분	누출 위험	누출 관리
LNG	• 폐위구역 화재 및 폭발	• 통풍팬 설치

73) 강호근(2024.10.15.), p. 21.

74) 한국선급(2024), p.1

75) 전계서, p.3

76) 박동욱·이상익(2022)(검색일: 2024.9.2.)

구분	누출 위험	누출 관리
	<ul style="list-style-type: none"> • LNG 누출 시 선체 손상 • 대량유출 시 환각 야기 	<ul style="list-style-type: none"> • 가압수 분무장치 설치
LPG	<ul style="list-style-type: none"> • 폐위구역 화재 및 폭발 • 미량 누출 시 감지 어려움 • 대량 유출 시 환각 액; 	<ul style="list-style-type: none"> • LNG 동일 안전조치 • 충분한 통풍설비 설치
Bio Gas	<ul style="list-style-type: none"> • 폐위구역 화재 및 폭발 • 대량 유출 시 환각 야기 	<ul style="list-style-type: none"> • 통풍팬 설치 • 가압수 분무장치 설치
Bio Diesel	-	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 동일 안전조치
메탄올	<ul style="list-style-type: none"> • 액적 형태 누출 • 기관실 내부 20℃ 수준 표면 닿을 시 화재 발생 • 대량 누출시 급성독성 실험 등 안구 자극 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전설비 설치 • 기관실 내부 표면온도 제어 및 플랜지 등 누설 특별 고려 • 선원 보호 위한 특별 조치
수소	<ul style="list-style-type: none"> • 폭발 	<ul style="list-style-type: none"> • LNG 방폭 등급보다 더 높은 방폭설비 설치
암모니아	<ul style="list-style-type: none"> • 선원 안전 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 이중탱크관 중간 수분 제거된 질소 가압주입 • 인력 안전 특별 고려
배터리	<ul style="list-style-type: none"> • 심부화재, 재발화, 열폭주 • 상당 시간 지속 	<ul style="list-style-type: none"> • 심부화재 적합 추가 소화설비 설치

자료: 강호근(2024.10.15.), p. 10.

해사기술포럼(Maritime Technologies Forum)은 녹색해운항로 구축에서 고려해야 할 안전 사항에 대한 체크리스트를 제시하였다. 체크리스트 대부분은 선박과 항만 간의 연계와 관련이 있으며 선박 관련 고려사항, 항만 관련 고려사항, 협력 고려사항, 기술적 고려사항 등 크게 네 가지로 분류된다.

〈표 3-10〉 녹색해운항로 안전 체크리스트

구분	내용
선박 관련 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> • 선박은 관련 IMO 지침, 선급 규칙, 지방 정부 지침(해당 시)에 명시된 인정된 안전 표준에 따라 설계

구분	내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 선박은 MSC.1/Circ.1455에 따라 선박 등록 국가의 승인을 받았으며, 승인서를 IMO GISIS에 제출 • 선박이 항해 중일 때 비상사태에 대비하여 비상계획 개발 • 선박 소유자는 대체 연료로 인한 추가 위험을 반영하기 위해 해사안전관리시스템 및 관련 선박 인증서를 업데이트 • 가스 확산 분석 수행, 선박별 확산 윤곽 활용 가능 • 선택된 연료, 저장 방법 및 설계 솔루션에 따라 제3자에 대한 위험을 정량화 • 선박 연료별 저장 계획 및 운영 매뉴얼 구체적 수립 • 선원은 잠재적인 누출에 대응하고 이를 제한할 수 있도록 훈련 수행
항만 관련 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> • 대체 연료 사용 선박 수용을 위한 항만 규정 및 지역 규정 업데이트 • 벙커링, 날씨 또는 지역 교통에 대한 제한 및 한계 식별 • 육상의 비상 인력은 관련 연료에 대한 훈련 수행 • 벙커링 작업 인력은 잠재적인 누출에 대응하고 이를 제한할 수 있도록 훈련 수행 • 연료 누출 사고 발생 시 벙커링 작업 인력의 대처, 처리, 대피에 적합한 개인보호장비 보유 • 지정된 대피 계획 개발, 필요 시 안전한 피난처 확립
협력 고려 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 선박 소유주와 항만 간 잠재적 위험을 식별하고, 위험 대비 훈련 수행 • 선원과 연료 저장 담당자는 연료 및 연료 저장 시스템과 관련 위험에 익숙해지기 위해 비상대응 훈련에 참여 • 벙커링에 대한 안전구역 및 통제 조치 분석 및 지정 • 선박이 정박하고 있는 경우의 특정 비상 계획 개발 및 합의 • 허용 가능한 동시 포트 활동 수행 분석을 위해 항만 내 동시 작업(simultaneous operations, SIMOPS) 검토 수행 • 안전 중요 작업 분석(SCTA) 및 작업 환경 건강 위험 평가(WEHRA) 수행
기술적 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> • 항만에 설치된 누출 감지용 센서(예: 가스 감지, 열 카메라, 초음파 모니터) • 관련 연료에 대해 벙커 호스, 고정 배관, 밸브 및 매니폴드 인종 • 안전 분리형 건식 분리 커플링 장착 벙커 시스템 • 선박-육상 연결과 비상 정지 시스템(ESD) 통신이 항만과 선박 간에 호환

자료: Maritime Technologies Forum(2024), pp.16-17.

2. 선원

앞서 녹색해운항로에서 선박의 대체 연료 저장 및 활용 등에 안전 이슈가 존재함을 기술하였다. 선박 이슈에서 전술했듯이 IMO는 해운 분야 탄소중립 관련하여 선원 교육을 위한 주요 조약인 ‘선원의 교육, 인증 및 당직근무에 관한 국제 협약(STCW)’을 종합적으로 검토 및 개정하고 있다. 이처럼 새로운 대체 연료 선박의 사용은 선원 부문과도 밀접하다. 선원들이 대체 연료 선박을 다룰 뿐만 아니라 대체 연료로 인한 사고는 선원의 생명과도 직결되어 있기 때문이다.

법정 해기교육은 선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제 협약이 있어 국제적으로 통일되어 있다. 해기교육은 변화된 환경을 반영하여 개정되어 왔는데, 2017년에는 액화가스기초교육이 특별훈련요건으로 추가되기도 했다. 그러나 아직까지는 LNG 위주로 교육이 운영되고 있어 메탄올, 암모니아, 수소 등의 저탄소·무탄소 연료의 내용이 부족하다.⁷⁷⁾

〈표 3-11〉 선박 안전 관련 해기교육 현황 및 문제점

구분	문제점
<ul style="list-style-type: none"> • IGF 교육(가스연료추진선) <ul style="list-style-type: none"> - 기초(2일/전 승무원): 액화가스탱커 기초, 직무교육 대체 가능 - 직무(3일/선장 및 기관사관): 아래 ① or ② 조건 충족 필요 <ul style="list-style-type: none"> ① IGF 기초교육 이수와 IGF 적용 선박 1개월 이상 승무경력 및 3회 연료 수급 ② 액화가스탱커 승무자격으로 LNG 선박 선적작업 3회 및 3개월 승무경력 	<ul style="list-style-type: none"> • LNG선: 경력자의 경우 IGF 직무교육 이수 조건 어려움(실 승선 요구) • 3회 연료수급 경험: 2회는 시뮬레이션 대체 가능하나 적합한 시뮬레이션 구비 및 운용 교육이 필요함 • LNG 위주의 연료 취급

자료: 이인길(2024.10.15.). p.12.

77) 이인길(2024.10.15.). p.12.

로이드선급에서는 선원교육과 관련된 STCW, 국제안전관리규약(International Safety Management, ISM), 해사노동협약(Maritime Labour Convention, MLC) 등이 대체 연료와 관련하여 부족한 점을 분석했으며 다음과 같은 권고사항을 제시하였다(〈표 3-12〉 참고).

〈표 3-12〉 선원 교육 국제 프레임워크의 대체 연료 관련 미비점

구분	문제점	권고사항
ISM-1	안전관리 시스템 요구사항 개발 및 운영과 관련된 불확실성	산업계에서 지침문서 개발하여 IMO에 제출
ISM-2	비상 절차 개발과 관련된 불확실성	IMO는 업계 이해관계자에게 비상 시나리오, 훈련 및 관련 지침 목록을 개발하도록 요구 가능
ISM-3	유지 관리 조치와 관련된 불확실성	IMO에서 업계 제안을 기반으로 안전관리시스템 내에서 대체 연료 시스템 유지관리를 해결하기 위한 조치를 정의하고 포하도록 의무화
ISM-4	위험, 위험요소 및 통제 조치에 대한 숙련도 부족	모든 관련 업계 이해관계자는 교육 요구사항을 파악하고 교육자료를 개발 및 제공 가능
STCW-1	규제 불확실성	신속한 규제 변경 장려 및 지원을 위해 Model Courses에 대한 업계 지침 개발
STCW-2	Model Courses 부족	관련 업계 이해관계자가 교육제공자와 협력할 수 있도록 인센티브 제공
STCW-3	교육과정 개발자에 대한 인센티브 부족	교육 과정 개발자에게 공공 및 민간 자금 제공
STCW-4	일관되지 않은 교육 실행	선박등록 국가는 교육자료를 검토하고 교육 제공자를 감사하여 IMO Model Courses에 따른 일관된 교육의 제공을 보장
MLC-1	대체 연료에 내용 부족	대체 연료에 대한 내용을 코드의 B부분이 국제지침에 포함

자료: Lloyd's Register(2023), p.59.

대체 연료 선박을 도입 예정인 선사들은 안정적 운항을 위한 승무원 교육을 추진하고 있다. 머스크의 머스크 트레이닝은 메탄올 연료해상 솔루션

기업인 그린마린(Green Marine)과 파트너십을 맺고 선원 교육을 추진한다. 이 교육은 메탄올 연료를 중심으로 기술교육, 안전 절차, 효율적인 에너지 운영 등을 다루고, 시뮬레이션, 온라인 강의, 대면 강의 등 다양한 형식으로 제공될 예정이다.⁷⁸⁾ 메탄올 이중연료 선박을 도입 예정인 HMM의 경우, 최초 승선은 LNG선 경력자를 배치하고⁷⁹⁾ 이후에 가스연료추진선박 기초교육을 이수한 전 승무원과, 메탄올 추진 컨테이너선 승선 경험 있는 선장, 기관장, 기관사들을 교대자로 승선시킬 계획이다.⁸⁰⁾ 또한 대체 연료(메탄올, 암모니아 등) 추진 선박의 안전 운항을 위한 자체 직무역량 향상 교육 신설·운영을 검토 중이다.⁸¹⁾ 이러한 대체 연료 선박의 안전 운항과 관련된 선원의 기술 향상 교육 및 훈련은 녹색해운항로 운항 시기를 고려하여 추진되어야 한다.

3. 금융조달

국제 금융기관의 주도로 2019년부터 포세이돈 원칙이 시행됐다. 포세이돈 원칙은 금융기관들이 선사들의 탄소 저감 실적을 대출 결정에 반영하도록 한 원칙으로 30개 은행과 17개 해상 보험사가 서명하였다. 이들은 선박의 탄소집약도를 계산하여 포트폴리오에 공개해야 한다.⁸²⁾ 여기에는 해운업계 총 대출의 약 20%를 차지하고 있는 씨티, 소시에테 제네럴 등의 글로벌 은행도 포함되어 있다.⁸³⁾ 이와 같이 선박의 탄소배출 감축은 선박 금융에서도 중요하게 고려되고 있다.

78) Naida Hakirevic Prevljak(2024.4.24.), Maersk Training, Green Marine to teach seafarers how to operate methanol-fueled ships(검색일: 2024.10.15)

79) 액화가스탱커 승무자격증 소지자로 LNG선에서 3개월 이상 승선 및 연료구입 3회이상 한 자

80) 선장, 기관장, 기관사는 가스연료추진선박 기초직무교육 이수, 메탄올 추진 컨테이너선 1개월 승선 및 연료수급 작업 3회(모의 2회 가능))를 경험해야 함

81) 이인길(2024.10.15.). p.13.

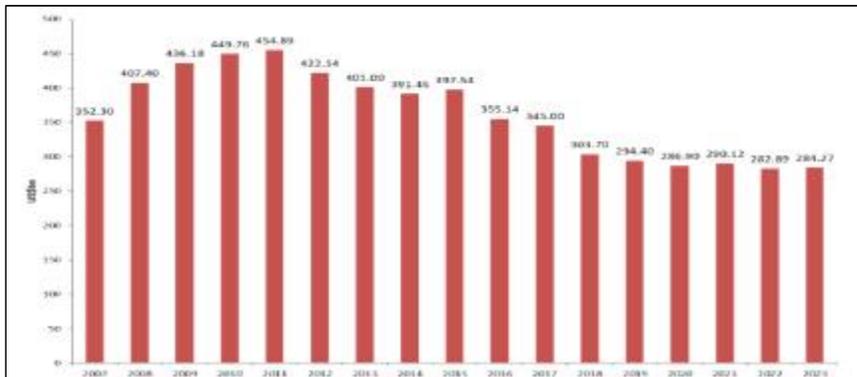
82) Lsabelle Gerretsen(2022.2)(검색일: 2024.7.27.)

83) 한국해사안전국제협력센터(2022), p.6.

녹색해운항로 구축을 위해 금융 조달 역시 중요한 이슈이다. 녹색해운항로 구축하는데 상당한 비용이 예상되기 때문이다. 전 세계 선대의 탈탄소화에 드는 연간 비용은 80억 달러에서 280억 달러로 추산되며, 청정 연료 인프라 개발에는 매년 280억 달러에서 900억 달러가 필요한 것으로 나타났다.⁸⁴⁾

그러나 현재 44개의 녹색해운항로 이니셔티브에서 금융기관의 참여는 3개에 불과하여 금융기관과의 협력이 부족한 것을 알 수 있다. 이와 더불어 세계 상위 은행의 해운 금융 규모가 2016년 이후로 하락을 지속하고 있다. 세계 상위 40대 금융기관의 해운금융 규모는 2023년 284억 달러로 지난 10년간 연평균 3% 감소하였다. 이러한 상황에서 대체 연료의 상업성 및 기술에 대한 실현 가능성이 불명확하고, 인프라가 부족한 녹색해운항로에 대해 민간금융의 자본 조달 참여는 제한적일 수 밖에 없다.

〈그림 3-4〉 세계 상위 40대 은행 해운금융 규모 추이



자료: Petropoulos(2024), p.5.

해운 분야 탈탄소 목표를 달성하기 위해 민간 부문이 모든 위험 감수를

84) Nicki Harrison et al.(2024), p.4

하는 것은 기대하기는 어렵기 때문에 금융 조달의 일부는 공공 자금이 필요하다.

유럽연합은 친환경 선박 프로젝트에 적극적으로 자금을 지원하고 있다. 일례로 유럽투자은행의 녹색해운 보증 프로그램(Green Shipping Guarantee Program)이 있다. 동 프로그램은 유럽 해운기업의 친환경 선박 신조 개조 등에 자금을 지원한다.⁸⁵⁾ 그밖에 명확한 환경적 성과가 있는 운송 프로젝트는 범유럽 네트워크 프로젝트(Trans European Transportation Network, TEN-T), 결속기금(Cohesion Fund) 및 유럽 지역개발펀드(European Regional Development Funds)를 통해 자금을 조달할 수 있다.⁸⁶⁾⁸⁷⁾ 또한 유럽위원회는 2024년에 해운 분야의 녹색전환 촉진을 위한 선박 금융 포털을 출시하였다. 이 포털은 유럽 전역의 다양한 금융상품 정보에 대한 접근을 집중시켜 해운 부문 이해 관계자가 자금 조달 기회 정보를 얻고 적합한 금융 수단을 활용할 수 있도록 돕는 것을 목적으로 한다.⁸⁸⁾ 캐나다 정부는 녹색해운항로의 클린선박실증 프로그램에 따라 14개 프로젝트에 170만 달러의 자금을 지원했다. 이 프로젝트들은 무탄소 및 near-zero 선박 연료 추진 시스템 연구, 실증 및 시범 운영을 목표로 한다.⁸⁹⁾

정부는 녹색해운항로를 성공적으로 구축하기 위해 공공 자금 지원과 민간금융의 참여를 장려하는 매커니즘을 조성할 필요가 있다. 특히 금융 부문의 녹색해운항로 구축 초기 단계 참여는 선사와 금융기관 간 친환경 선박 데이터 공유와 상호 간 협력을 긴밀하게 하며 무탄소 배출 선박의 금융

85) European Investment Bank 홈페이지(검색일: 2024.8.1.)

86) Panagakos(2016), p.27.

87) 이들 프로젝트는 녹색해운항로에 국한되지 않으며 도로, 철도, 항공 및 선박 등 모든 교통수단의 연계를 목적으로 함

88) European Commission(2024.7.29.)(검색일: 2024.8.1.)

89) Government of Canada, Green Shipping Corridor Program - Clean Vessel Demonstration grant funding(검색일: 2024.8.29.)

거리를 가속화하는데 도움을 줄 수 있다.⁹⁰⁾

제3절 시사점

지금까지 논의한 녹색해운항로 관련 선박, 항만, 연료 등의 이슈를 기술적, 경제적, 제도적 측면으로 정리하면 <표 3-13>과 같다.

<표 3-13> 녹색해운항로 이슈

구분	기술적	경제적	제도적	기타
선박	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 연료 엔진의 상업적 운항 가능성 녹색해운항로에 맞는 디자인 설계 연료 블렌딩 	<ul style="list-style-type: none"> 대체 연료 선박 건조 자금 조달 대체 연료 선박 엔진 수요 및 친환경 선대 규모 대체 연료 가격 대체 연료 공급 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 선원 훈련 선박 안전 	<ul style="list-style-type: none"> 항로 운항시기에 맞는 선박 투입 능력 연료 선택 문제 선종 및 화물 수요
항만	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 연료 공급 인프라 준비 수준 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 인프라 활용 고려 대체 연료 수요 	<ul style="list-style-type: none"> 항만 및 벙커링 안전 육상 및 벙커링 인력 훈련 대체 연료 취급 관련 규제 	<ul style="list-style-type: none"> 화물의 유형
연료	<ul style="list-style-type: none"> 대체 연료 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 연료생산 프로젝트 자금 조달 대체 연료 수요의 불확실성 	<ul style="list-style-type: none"> 의무규제 및 글로벌 탄소가격 메커니즘 부족 연료, 탄소배출량 표준 및 인증 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 항만과 연료생산지 간 물리적 거리

자료: 저자 정리

90) Global Maritime Forum(2023), p.24.

위의 이슈들을 보면 선박, 항만, 연료 간 공통된 이슈들이 존재한다는 것을 알 수 있다. 선박의 대체 연료 선택과 비용문제, 대체 연료의 위험성은 선박, 항만, 연료 모든 부문에서 같이 고려되어야 할 이슈이다. 녹색해운항로 화물의 유형과 항만인프라의 준비도는 선박과 항만의 공통된 이슈이며 녹색해운항로 항만의 채택은 연료 생산지와도 같이 고려되어야 할 이슈이다.

또한 정리된 이슈를 종합해보면 녹색해운항로 이해관계자 간 상호의존성이 발견된다. 예를 들어 선사는 어떤 연료가 대체 연료로서 이용 가능할지, 기존 화석연료와의 비용차이는 얼마나 될지 불확실한 상황에서 대체 연료 추진 선박 운항을 계획할 수 없다. 연료 생산자는 대체 연료에 대한 장기 계약 약속 없이는 프로젝트에 자금을 조달할 수 없다. 따라서 녹색해운항로 프로젝트는 선사와 연료 생산자, 화주, 금융기관 등 이해관계자들의 참여가 필요하다.

이해관계자들이 참여를 이끌기 위해서는 녹색해운항로의 운영 리스크를 줄이고 이익 실현이 가능해야 한다. 다시 말해 선사는 대체 연료 공급망 확보와 비용 차이 문제 등이 해결되어야 하고 연료 생산자는 대체 연료 수요를 확보할 수 있어야 한다. 항만은 대체 연료 취급 관련 규제가 해결되어야 한다. 궁극적으로는 관련 기업들에게 새로운 부가가치 창출 기회를 제공할 수 있어야 한다.

04

국내 녹색해운항로 추진을 위한 주요 과제

제1절 국내 녹색해운항로 관련 정책 현황

1. 녹색해운항로 구축 전략

2024년 7월 2일, 해양수산부는 ‘글로벌 녹색해운항로 추진 전략’을 발표했다. 추진 전략은 한미 녹색해운항로 구축 협력, 녹색해운항로 확대 및 연계, 친환경 선박연료 공급 기반 조성, 국제해운 탈탄소화 지원 강화 등 총 네 개의 세부전략을 제시한다.

세부전략별 구체적 내용은 다음과 같다. 첫째, 한·미녹색해운항로 구축 협력은 미국 정부 간 협력 내용을 포함하고 있다. 우리나라는 한·미 녹색해운항로 사전 타당성 조사를 수행했으며, 부산항-타코마항·시애틀항 컨테이너선 항로와 울산항-타코마항·시애틀항 자동차 운반선 항로를 예비 항로로 선정했다. 두 항로는 모두 메탄올 연료 선박을 투입한다. 2024년에는 선정된 항로를 대상으로 기술적·제도적·경제적 타당성 분석을 시행하고 세부로드맵을 수립하였다. 2025년부터는 컨소시엄을 구성하고 R&D 수행 및 민관 합동 실증을 추진하여 2027년 녹색해운항로 운영을 목표로 하고 있다.⁹¹⁾

91) 해양수산부 보도자료(2024.7.2.)(검색일: 2024.10.11.), p.2

둘째, 녹색해운항로를 호주, 싱가포르, 덴마크 등으로 확대 및 연계한다. 호주와는 2025년부터 공동연구를 착수하고, 싱가포르와는 메가 녹색해운항로를 구축할 예정이다. 덴마크와는 기술협력 양해각서를 체결하고 친환경 선박 기술협력을 강화해 나갈 계획이다.⁹²⁾

셋째, 친환경 선박연료 공급 기반을 조성해 나갈 계획이다. 메탄올, 그린 암모니아 등 친환경 연료 공급·실증을 추진하고 표준화된 공급 절차와 안전지침을 마련 등을 추진할 계획이다.⁹³⁾

넷째, 개도국을 대상으로 국제해운 탈탄소화 지원을 강화해 나갈 계획이다. 2022년부터 국제해사기구와 공동으로 추진하고 있는 국제해운 온실가스 감축 교육 프로그램과 연계하여 개도국에 ‘한국형 녹색해운항로 솔루션’을 제공할 계획이다. 이와 함께 친환경선박 연료기반시설 구축 기술도 지원할 예정이다.⁹⁴⁾

〈표 4-1〉 해양수산부 녹색해운항로 구축 전략

세부 전략	내용
전략1. 한·미 녹색해운항로 구축 협력	<ul style="list-style-type: none"> 부산항, 울산항과 시애틀항·타코마항 간 컨테이너선 항로와 자동차운반선 녹색해운항로 구축 (계획) 2025년~2026년 컨소시엄 구성 및 실증, 2027년 운항
전략2. 녹색해운항로 전세계 확대·연계	<ul style="list-style-type: none"> 호주와 친환경에너지 공급을 활성화하기 위한 녹색해운항로 구축 협력 한국-싱가포르-유럽 간 메가 녹색해운항로 구축 추진 덴마크와 녹색 및 디지털 해운협력 추진
전략3. 친환경 선박연료 공급 기반 조성	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 연료 공급 및 실증, 친환경 연료 선박 설계 및 확보 연료공급절차 안전지침 표준 마련, 주요 선종별 동시

92) 해양수산부 보도자료(2024.7.2.)(검색일: 2024.10.11.), p.2

93) 해양수산부 보도자료(2024.7.2.)(검색일: 2024.10.11.), p.3

94) 해양수산부 보도자료(2024.7.2.)(검색일: 2024.10.11.), p.3

세부 전략	내용
	작업 표준절차 수립
전략 4. 국제해운 탈탄소화 지원 강화	<ul style="list-style-type: none"> • IMO 교육연계, 녹색해운항로 구축 교육 추진 • 개발도상국 대상 한국형 녹색해운항로 솔루션 확대

자료: 해양수산부 보도자료(2024.7.2.)(검색일: 2024.10.11.)

2. 녹색해운항로 구축지원 특별법 제정 추진

「녹색해운항로 구축 지원 특별법」이 2024년 10월 1일에 발의되었다. 동 법안은 ‘녹색해운항로’를 두개 이상의 친환경 항만 간에 무탄소 연료 추진 선박을 운항하여 해상운송 전과정에서 탄소를 배출하지 않는 항로로 정의 하고, 녹색해운항로 업무와 관련된 지원사항 등을 담고 있다.⁹⁵⁾

주요 내용은 ①녹색해운항로 구축 기본계획 5년마다 수립 및 시행, ②국 내외 기관 단체등과 녹색해운항로 구축 및 확대 관련 양해각서 체결 시 체결 업무 지원, ③지원협의체 신설, ④녹색해운항로 구축에 관한 전문인력 양성체계 구축 및 현장 전문인력 재교육 추진, ⑤관련 연구·개발사업 실시, ⑥기술 및 전문인력 국제교류 등에 필요한 국제협력사업 추진, ⑦녹색해운 항로 구축관련 사업 예비타당성조사 면제, ⑧재정 및 금융지원, ⑨녹색해운 항로 구축 및 운영 관련 기업 조세 감면 등이 있다.⁹⁶⁾

〈표 4-2〉 녹색해운항로 구축 지원 특별법안 구성

조항	주요 내용
제1조 목적	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색해운항로 구축 필요 사항을 규정하여 해운 분야 탄소 중립 달성 및 국제 경쟁력 강화, 국민경제 발전 이바지 목적

95) 문대림 발의(2024.10.02.), p.5.

96) 문대림 발의(2024.10.02.), pp.5-10.

조항	주요 내용
제2조 정의	• 그린 선박, 환경친화적 항만, 녹색해운항로에 관한 용어 정의
제3조 국가 및 지방자치단체의 의무	• 그린 선박, 환경친화적 항만 관련 기술 개발, 친환경 연료 확보 등 녹색해운항로 구축에 필요한 시책 마련 의무
제4조 타 법률과의 적용 관계	• 다른 법률에 우선하여 적용
제5조 녹색해운항로 구축 기본계획 수립 등	• 5년 마다 기본계획 수립
제6조 녹색해운항로의 지정·고시	• 녹색해운항로 지정·고시, 예비 녹색해운항로 지정 등
제7조 녹색해운항로 양해각서 체결 지원	• 항만관리청, 항만공사, 부두운영회사, 해운·조선업 관련 기업, 친환경 연료 생산자·공급자가 국내 외 기관단체 등과 녹색해운항로 구축 및 확대 촉진 관련 양해각서 체결 시 체결 업무 지원
제8조 녹색해운항로 지원협의체	• 녹색해운항로 구축·운영 등에 관한 사항 협의 조정 및 관련 사항 심의 등을 위한 녹색해운항로 지원협의체 구성(30명 이내)
제9조 녹색해운항로 전문인력의 양성 및 지원	• 녹색해운항로 구축 관련 전문인력 양성 및 사업 수행에 필요한 비용의 전부 또는 일부 지원
제10조 녹색해운항로 구축 관련 연구개발 등	• 녹색해운항로 구축 지원 및 경쟁력 강화에 필요한 연구·개발 사업 실시, 산·학·연 공동연구 촉진, 관련 연구 및 시장 동향 수집 및 관리
제11조 국제협력	• 관련 기술 및 전문인력 국제교류, 국제행사 참가, 국제공동연구개발 등에 관한 국제협력사업 추진
제12조 예비타당성조사에 관한 특례	• 신속하게 추진될 필요성이 인정되는 녹색해운항로 구축 관련 사업의 예비타당성 조사 면제
제13조 재정·금융 등 지원	• 관련 사업자 등이 기본계획에 따른 사업을 수행 시 국가 및 지방자치단체 재정과 금융지원
제14조 조세 감면	• 관련 기업에 대해 조세 감면 가능

자료: 문대림 발의(2024.10.02.), pp.5-10.

3. 친환경 선박연료 공급망 구축 방안

정부는 2023년 11월 15일에 ‘친환경 선박연료 공급망 구축방안’을 발표

했다. ‘동북아 친환경 선박연료 공급 거점 항만 도약’이라는 비전 하에 친환경 선박연료 시장 창출, 친환경 선박연료 공급망 구축, 민간투자 유도, 산업기반 강화를 위한 제도개선 등 4개의 중점과제와 11개의 세부 추진과제를 제시하고 있다(〈표 4-3〉참고).⁹⁷⁾

〈표 4-3〉 친환경 선박연료 공급망 구축 방안

비전	• 동북아 친환경 선박연료 공급 거점 항만 도약	
추진전략	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 선박연료 공급 확대 • 친환경 컨테이너 선박 입항 확대 • 벙커링용 항만 저장 능력 확보 	
추진전략	세부 과제	추진 내용
친환경 선박연료 시장 창출	• 공공기반 필수물량 선제 공급	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 연료 거점 항만(울산항) 지정 • 2027년까지 국내 수요 최소 25% 공공부문 공급
	• 공공주도 선제적 수요 창출	<ul style="list-style-type: none"> • 국적선 친환경 선박 전환 • 관공선 친환경 선박 전환 • 녹색해운항로 추진
친환경 선박연료 공급망 구축	• LNG 공급망 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 선박 인프라 공공 참여 추진 • 항만 인프라 개발
	• 그린 메탄올 공급망 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 전국 항만의 산업용 케미컬 인프라 활용하여 연료 공급 • 민관연 협의체 구성해 그린 메탄올 국내·외 조달 추진
	• 그린 암모니아·수소 공급망 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 항만 저장인프라 활용하여 연료공급 추진 • 항만 개발 단계에서 암모니아, 수소, 저장·활용 시설 구축
	• 글로벌 항만 협력을 통한 공급망·시장 확대	<ul style="list-style-type: none"> • 그린항만 얼라이언스 구축 • 공공부문이 해외 주요항만 내 탱크터미널·저장시설의 지분 취득
민간투자 유도	• 민간 벙커링 선박 건조 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 벙커링 선박 보조금 지원 • 정책자금 지원

97) 해양수산부 보도자료(2023.11.15.), (검색일: 2024.10.11.), p.1

추진전략	세부 과제	추진 내용
		<ul style="list-style-type: none"> • 해양진흥공사 선박 투자 보증
	<ul style="list-style-type: none"> • 민간 항만 벙커링 인프라 투자 유도 	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 선박연료 1조원 규모 인프라 펀드 신설 • 해양진흥공사 인프라 투자·보증
산업기반 강화를 위한 제도개선	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 선박연료 벙커링 맞춤형 규제 개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 규제 완화, 영업구역 제한 폐지, 친환경 연료 벙커링선박의 도선비용 완화
	<ul style="list-style-type: none"> • 초기 시장형성을 위한 정부 지원 및 제도 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 벙커링선박 실증 항만사업장에 대해 한시적 항비 감면 • 상용화 연료(LNG, 메탄올) 항만 내 주요 선종별 실증 및 하역과 벙커링 동시작업 표준 절차 마련 • 안전지침 마련 • 바이오선박유 기준 마련
	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 선박연료 시장 대외 신뢰도 회복 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 선박연료 공급선박 공급량 측정장비 설치 의무화하여 정량 공급 • 한 항차당 다수선박에 연료공급 허용 추진

자료: 해양수산부 보도자료(2023.11.15.), (검색일: 2024.10.11.), p.9

해양수산부는 2024년 8월 28일에 ‘친환경 선박연료 공급망 구축방안’의 후속조치로 해운사, 연료공급사 등 산업계와 유관기관 들을 대상으로 간담회를 개최하고 친환경 선박연료 공급 업계 금융지원에 대한 방안을 논의하고 업계의 의견을 수렴했다. 2024년 말에는 ‘친환경 선박연료 인프라 펀드’를 1조원 규모로 조성할 계획이다.⁹⁸⁾

우리나라는 녹색해운항로를 구축 및 확대하기 위해 정부차원에서 적극적으로 정책을 추진하고 있다. 정부는 해운 분야 탈탄소 중립을 위해 친환경 선박연료 공급망 구축방안을 수립했으며, 공공부문에서 친환경 선박연료에 대한 수요를 선제적으로 창출하기 위해 녹색해운항로를 구축 및 추진하는 전략을 세웠다. 또한 녹색해운항로와 관련 ‘녹색해운항로 구축전략’이라는 별도의 추진전략도 수립하였다. 또한 국회에서는 녹색해운항로 구축지원

98) 해양수산부 보도자료(2024.8.27), (검색일: 2024.10.11.), p.1

특별법이 발의되었다. 해당 법안이 국회 본회의 통과를 거쳐 법률로서 확정 및 시행된다면 녹색해운항로 구축과 관련하여 연구개발, 교육, 금융지원 등 종합적인 지원 정책 방안 추진할 수 있는 법적 기반이 마련된다.

제2절 국내 녹색해운항로 추진 실태

1. 국내 녹색해운항로 추진 현황

1) 한·미 녹색해운항로

우리나라 정부는 2022년 제27차 유엔기후변화협약 한·미 녹색해운항로 구축협력을 발표하고, 2023년에 한·미 녹색해운항로 사전 타당성 조사를 실시하였으며 양국 정부, 부산항만공사, 울산항만공사, Maersk McKinney Moller Center for Decarbonizing Shipping, 북서부항만연합(Northwest Seaport Alliance) 등이 참여했다. 동 조사에서 한국과 미국의 대체 연료에 대한 항만준비도를 분석한 결과 2025년에 울산항은 LNG, 메탄올, 바이오디젤에 대한 준비도가, 부산항과 마산항은 바이오 디젤에 대한 준비도가 높을 것으로 전망되었으며 2030년에는 울산항과 부산항의 LNG, 메탄올, 바이오디젤에 대한 준비도가 모두 높게 나타났다.

〈그림 4-1〉 한국 항만의 대체 연료 준비도 전망

Country	Port	Alternative Fuel (Current)									
		LNG		Methanol		Ammonia		Hydrgen		Bio diesel	
		Bunker	Cargo	Bunker	Cargo	Bunker	Cargo	Bunker	Cargo	Bunker	Cargo
ROK	Ulsan	0	9	6	9	3	9	2	4	9	9
	Busan	4	4	3	3	2	2	2	2	9	9
	Masan	7	-	7	-	2	-	2	-	9	9
Country	Port	Alternative Fuel (In 2025)									
		LNG		Methanol		Ammonia		Hydrgen		Bio diesel	
		Bunker	Cargo	Bunker	Cargo	Bunker	Cargo	Bunker	Cargo	Bunker	Cargo
ROK	Ulsan	8	9	9	9	5	9	3	6	9	9
	Busan	7	6	6	5	4	4	4	5	9	9
	Masan	9	-	6	-	6	-	6	-	9	9
Country	Port	Alternative Fuel (In 2030)									
		LNG		Methanol		Ammonia		Hydrgen		Bio diesel	
		Bunker	Cargo	Bunker	Cargo	Bunker	Cargo	Bunker	Cargo	Bunker	Cargo
ROK	Ulsan	9	9	9	9	9	9	5	7	9	9
	Busan	9	7	9	7	9	6	5	6	9	9
	Masan	9	-	9	-	9	-	5	-	9	9

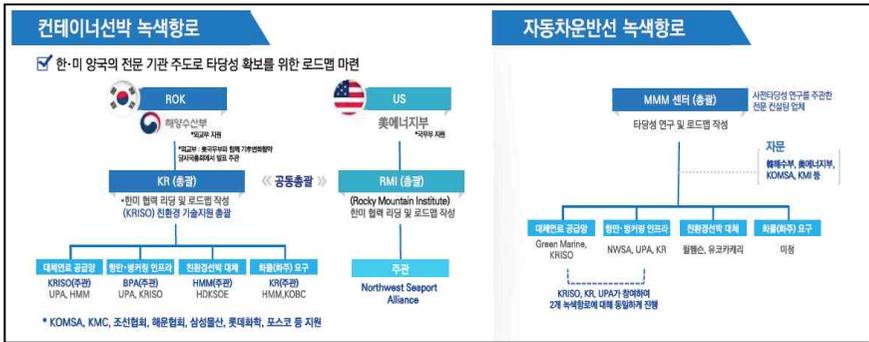
자료: Cho(2023), p.11.

이러한 결과들을 종합하고, 선사 및 항만 업계의 의견을 수렴해 두 개의 예비 녹색해운항로를 선정하였다. 첫 번째 녹색항로는 부산항과 시애틀항·타코마항 간 메탄을 연료 컨테이너선 항로이며, 두 번째 녹색항로는 울산항과 시애틀항·타코마항 간 메탄올연료 자동차운반선 항로이다.

2024년에는 선정된 두 개의 항로에 대해 경제적·기술적·제도적 타당성 조사를 수행하고 녹색해운항로 구축을 위한 로드맵을 수립할 계획이다. 2024년 상반기에 Maersk Mc-Kinny Moller Center 주관으로 한·미 녹색해운항로 타당성 조사가 시작됐으며 연말까지 연구 결과 초안을 도출할 예정이다. 국내에서는 부산항만공사, 울산항만공사, 한국선급, HMM 등이 타당성조사에 참여하고 있으며, 주요 조사 내용은 연료 수요, CAPEX 및 OPEX 규모, 병커링 인프라 등에 대한 분석과 녹색해운항로와 기존 항로의 운송 비용 차이 분석 등이다. 로드맵 수립 후에는 선사, 항만, 연료공급 등 이해관계자 간 컨소시엄을 구성해 2027년부터 시범 운항을 추진할 계획이다.⁹⁹⁾ 또한 정부는 한·미 녹색해운항로 이행 체계를 〈그림 4-2〉와 같이 마

련했으며 2025년에서 2028년 동안 386억 원 규모의 녹색해운항로 관련 R&D를 추진해 기술지원을 할 계획이다.

〈그림 4-2〉 한·미 녹색해운항로 이행 체계



자료: 이치경(2024.5.9.), p.12.

2) 기타 녹색해운항로

미국과는 녹색해운항로 타당성 조사를 수행하는 등 계획단계에 있는 반면에 타 국가와는 아직 논의를 막 시작한 단계이다.

2023년 9월 4일, ‘제13차 한국·호주 해사·안전 정책회의’에서 우리 정부는 호주 측에 한·호주 녹색해운항로 구축협력을 제안했으며, 양국은 녹색해운항로에 대한 공감대를 형성하고 적정성 및 실현가능성 등을 논의했다.¹⁰⁰⁾

2023년 11월 7일 ‘제8차 대한민국·싱가포르 해사·안전 정책회의’에서는 양국이 각각 녹색해운항로 구축 현황을 공유하고 녹색해운항로 연계에 대한 공감대를 형성했다.¹⁰¹⁾

99) 이치경(2024.5.9.), p.11.

100) 해양수산부 보도자료(2023.9.6.), (검색일: 2024.10.11.), p.1.

앞서 해양수산부의 '녹색해운 추진전략'에서 언급했듯이 덴마크와도 기술협력 양해각서를 체결하고 친환경 선박 기술협력을 강화해 나갈 계획이다. 정부는 녹색해운항로 확대를 위해 지속적인 노력을 기울일 것으로 보인다.

2. 국내 녹색해운항로 이슈 및 애로사항

본 연구에서는 국내 해운·항만 전문가들을 대상으로 녹색해운항로 구축 시 고려해야 할 이슈, 추진 시 애로사항, 녹색해운항로의 효과 등을 조사하였다.¹⁰²⁾

녹색해운항로 추진 관련 이슈의 경우 대체 연료로 인한 비용 증가가 가장 중요하다는 것이 중론이다. 대체 연료를 사용 시 증가하는 비용 문제를 해결하지 않은 상황에서 선사의 참여를 유도할 수 있는 동인이 부족하기 때문이다.

또한 하역과 급유를 동시에 할 수 있는 병커링 동시작업(Simultaneous Operations, SIMOPS) 역시 중요한 이슈이다. 항만 운영을 원활하게 하기 위해서는 SIMOPS를 통해 정박시간과 비용을 줄여야 한다. 그밖에 대체 연료 수급 및 조달, 대체 연료의 탄소 저감량에 대한 국제적 표준 인증 등이 언급되었다.

국내 녹색해운항로를 추진 시 애로사항에 대한 의견 역시 대체 연료로 인한 비용 증가와 연결된다. 현재 대체 연료 비용을 어떻게 최소화 할 수 있을지에 대한 방안이 부족한 상황이다. 만약 대체 연료 비용 부담을 선사가 모두 갖는 경우, 가격 경쟁력이 뒤처질 수밖에 없다.

101) 해양수산부 보도자료(2023.11.6.), (검색일: 2024.10.11.), p.1.

102) KMI, 전문가 자문회의(2024.10.24.) 및 서면 자문회의(2024.10.21.~25)

다른 애로사항으로는 녹색해운항로의 정의를 실무에 적용할 때 발생하는 문제들이 거론되었다. 일반적으로 녹색해운항로는 두 개 이상의 항만 간에 무탄소 연료 선박을 투입한 항로로 정의될 수 있다. 그러나 이러한 정의를 실무에 적용 시 어려움이 발생한다. 예를 들어 얼라이언스를 맺어 운항하고 있는 정기선 항로에서 타 선사가 동의하지 않아 국내 선사 운항 항로만 대체 연료를 사용할 경우 또는 편도 항로만 대체 연료로 사용하는 경우, 녹색해운항로로 인정할 수 있는지에 대한 문제가 발생한다.

대체 연료 취급에 대한 매뉴얼 부재도 애로사항 중 하나이다. 메탄올 등 대체 연료는 위험화물이기 때문에 선박에 원활히 공급하기 위해서는 관련 규정이 필요하다. 민간 업체에서 대체 연료 병커링에 대한 자체 안전관리 계획을 수립하는 것은 한계가 있다.

한편 선사, 선박 연료 공급업 및 저장시설 운영업체 등 민간 부문에서는 정부 정책의 로드맵 보다 현 사업 모델에게 영향을 줄 수 있는 규제의 규모 및 시기에 대해 더욱 민감하게 반응하고 있다. 선사들은 대체 연료로 인한 비용 증가를 최소화할 수 있는 정부 지원 방안에 관심이 높다.

따라서 정부는 연료 비용 차이를 최소화한 지원 방안을 고민해야한다. 또한 탄소배출 관련 규제 도입 계획 등을 사전에 예고할 경우, 업체는 선박 건조 및 선대 전환 소요 시간을 고려하여 탈탄소 전환에 대응할 수 있을 것이다.

전문가들은 녹색해운항로를 통해 얻을 수 있는 효과로는 무탄소 연료의 사용 확대, 항만 및 선박 관련 경제적 타당성과 기술 검증, 계량적 탈탄소 감소 효과 등을 언급했다. 또한 사용 연료 및 절감 효과에 대한 표준화에 대한 국제협력, 저감량 인증 방안 등에 대한 국제적 정책 연계 가능성 등을 긍정적인 효과로 보았다.

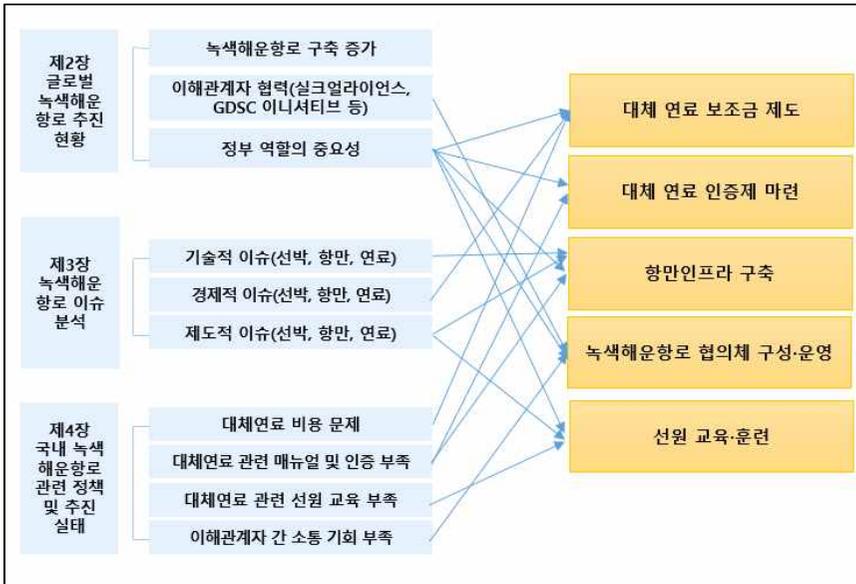
제3절 주요 추진 과제

본 절에서는 지금까지의 논의를 바탕으로 녹색해운항로 구축과 관련한 주요 추진 과제를 제시하고자 한다.

제3장에서는 녹색해운항로의 이슈를 분석하고 선박, 항만, 연료에 대한 기술적, 경제적, 제도적 이슈를 도출하였다. 제4장 제1절과 제2절에서는 녹색해운항로 이슈를 중심으로 우리나라 녹색해운항로 관련 정책을 살펴봤다. 그 결과 국내 녹색해운항로 관련 정책은 대체 연료 비용 지원 정책, 대체 연료 관련 선원 교육·훈련 정책이 미흡하였다. 또한 항만 인프라 공급망 및 투자 지원, 대체 연료 취급 관련 안전 규제 등에 대한 논의와 육상 및 병커링 인력의 훈련 등이 부족하였다. 한편 정부는 친환경 선박 연료 공급망 구축을 위해 민·관 협력을 위해 간담회 개최하였으나 이해관계자 간 연구개발 추진 및 정보를 공유할 수 있는 정례적인 민·관 협의체는 운영하지 않고 있다.

앞서 분석된 내용을 토대로 본 절에서는 정부 차원의 주요 과제를 대체 연료 보조금 제도, 대체 연료 인증제 마련, 항만 인프라 구축, 녹색해운항로 협의체 구성·운영, 선원 교육·훈련 지원으로 도출하였다.

〈그림 4-3〉 주요 추진과제 도출



자료: 저자 작성

1. 대체 연료 보조금 제도

정부의 녹색해운항로 정책은 민간 부문의 투자를 활성화하는 방향으로 나아가야 하며 이렇게 가기 위해서는 대체 연료 사용으로 인한 비용 격차를 줄이는 것이 중요하다. 직접적인 방법으로는 보조금을 지원하는 것이다. 보조금은 연료 공급자와 수요자를 대상으로 한다. 수요자 대상 보조금은 대체 연료를 혼합연료 또는 단독연료로 사용하는 선사에 보조금을 지원하는 것이다. 보조금은 연료 보조금뿐만 아니라 선박 보조금, 연구개발 지원금까지 포함할 수 있다.

〈표 4-4〉 녹색해운항로 보조금 위험 및 완화 메커니즘

구분	잠재적 위험	완화 전략
무탄소 연료 공급자 보조금	<ul style="list-style-type: none"> • 다른 부문과의 오프테이크 경쟁은 운송을 위한 연료 가용성을 제한 • 연료 생산자의 가격 인플레이션 	<ul style="list-style-type: none"> • 운송 분야 오프테이크를 위한 지원 예산의 일부를 할당 • 생산자의 더 높은 오프테이크 가격 선호도를 축소시킬 수 있도록 보조금 설계
선사 보조금	<ul style="list-style-type: none"> • 신규 생산을 타당화하기에 충분하지 않은 볼륨 • 시장 위험에 노출된 생산자 • 혼합연료 및 기타 솔루션과의 잠재적 경쟁 	<ul style="list-style-type: none"> • 무탄소 배출 기술에 대한 별도의 자금 • 간접적 생산자 인센티브 발생하도록 보조금 설계
다양한 부문의 수요자 보조금	<ul style="list-style-type: none"> • 다른 부문과의 경쟁으로 인해 운송에 대한 자금조달 제한 가능성 • 혼합연료 및 기타 솔루션과의 경쟁 	<ul style="list-style-type: none"> • 부문별 과제를 반영한 지원체계와 함께 운송을 위한 별도의 자금
공급 및 수요측 보조금 결합	<ul style="list-style-type: none"> • 비용 효율성 우려 • 이중보조금에 대한 우려 	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색해운항로 구축에 협력한 국가 간 비용 분할 • 수요 및 공급측 보조금의 다양한 비용 요소 타겟팅, 이중 보조금을 피하기 위한 기타 설계 조정

주: 오프테이크는 연료 공급자와 구매자 간 상호협력 강화 및 안정적 공급을 보장하기 위한 계약 방식임
 자료: Talalasove & Fahnestock(2023), p.9.

보조금 제도와 함께 탄소부담금에 대한 검토도 필요하다. IMO는 중기조치로서 탄소부담금을 검토 중이다. 또한 우리나라는 ‘2050 탄소중립 추진 전략’에서 탄소중립 제도적 기반 강화를 위해 세제·부담금·배출권거래제 등 탄소가격 부과수단 등을 재구축 할 것이라고 밝혔다.¹⁰³⁾ 이러한 흐름에 따라 정부는 해운분야 탄소부담금 운용 계획을 세워야 한다. 이때 해운 분야가 탄소배출권거래제에 적용되지 않는 경우에만 제한적으로 적용해야 이중 부담을 방지할 수 있다.

103) 기획재정부 보도자료(2020.12.7.), p.5.

2. 대체 연료 인증제 마련

녹색해운항로의 효과를 정량적으로 확인하기 위해서는 사용된 무탄소 연료의 탄소배출 저감률을 확인할 수 있어야 한다.

바이오 메탄올 및 바이오 디젤을 포함한 바이오 연료는 해운 산업의 온실 가스 배출량을 25%에서 100%까지 줄일 수 있고, 이론적으로 그린암모니아는 탄소배출이 제로이다. 반면에 메탄올, 바이오연료 등의 탄소 감축효과가 별로 없다는 주장도 있다.¹⁰⁴⁾ 이러한 논란을 불식하기 위해 녹색해운항로 대체 연료에 대한 탄소저감 인증이 필요하다. 바이오연료의 경우 국제적 친환경 인증인 'ISCC EU'¹⁰⁵⁾가 있다. 해당 인증은 바이오연료 원료 수급·제조, 제품 구매와 판매로 연결되는 전 과정에 대해 환경 영향과 지속가능성을 인증하는 것으로서 유럽 시장 내 바이오 연료를 판매하기 위해서는 필수적이다. 또한 국제 항공분야에서는 국제항공 탄소상쇄·감축제도 조건을 충족하는 항공유 인증 프로그램인 'ISCC CORISA'¹⁰⁶⁾가 있다. 이와 같이 우리나라는 대체 선박연료의 탄소저감률을 인증 할 수 있는 지표를 개발하고, 기존 충족 연료에 대한 인증 제도를 마련해야 한다.

대체 연료 인증제 마련은 인증된 등급을 통해 대체 연료 사용에 따른 혜택을 지원해 줄 수 있어서 녹색해운항로 지원 및 규제에 도움을 줄 수 있다. 또한 그린워싱 방지 효과도 있다. 현재는 녹색해운항로와 관련 보편적으로 인정되고 표준화된 기준이 없어서 누구나 녹색해운항로를 선언할 수 있으나 실질적인 이행이 없을 수도 있기 때문이다.¹⁰⁷⁾

104) 김근하(2024), p.23.

105) International Sustainability & Carbon Certification EU의 약자

106) CORISA: Carbon Offsetting and Redution Scheme for International Aviation.

107) Pole Star(2024.5.1.)(검색일: 2024.10.26.)

3. 항만 인프라 구축

녹색해운항로를 추진하기 위해서는 연료 생산지를 고려하여 항만 인프라를 구축해야 한다. 우선적으로 고려되어야 할 부분은 대체 연료의 병커링 및 저장 비용과 규모의 예측이다. 이를 기반으로 항만 인프라를 구축할 수 있다. 우리나라는 항만 내 에너지 생산과 저장시설 입지를 정하여 선박연료의 공급능력을 확보할 계획이다. 이에 따라 울산항, 광양항, 인천항에는 암모니아 저장탱크를 구축할 계획이며, 울산항, 광양항, 평택·당진항에는 메탄올 병커링 인프라 구축을 고려 중이다.¹⁰⁸⁾ 정부는 인프라 구축이 원활하게 이뤄지도록 금융지원도 같이 추진해야 한다.

또한 항만 병커링 표준 마련이 필요하다. 싱가포르 MPA는 EnterpriseSG와 공동으로 대체 연료 병커링 표준을 개발 중이다. 메탄올 연료 병커링 표준은 2024년 말까지, 암모니아 연료 병커링 표준은 2025년까지 개발을 완료할 예정이다. 이 표준은 세관 통과 요건, 안전 절차 및 승무원 역량을 다룰 계획이다.¹⁰⁹⁾ 우리나라도 LNG와 메탄올에 대한 하역과 병커링 동시작업 표준 절차를 마련 중이다. 메탄올 병커링 표준작업 절차는 녹색해운항로 시범사업 추진 목표 연도인 2027년 전에 마련하고, 시범 사업에 적용 후 해당 기준을 조정해 나가야 한다.

4. 녹색해운항로 협의체 구성·운영

녹색해운항로 운영을 극대화하기 위해서는 정부, 선사, 기술회사 및 연료 공급 업체, 항만 운영기관 등이 생태계를 형성해야 한다.¹¹⁰⁾ 따라서 정

108) 해양수산부 보도자료(2023.11.15.), (검색일: 2024.10.11.), p.8

109) Ammonia Energy(2024.10.22.)(검색일: 2024.10.26.)

110) Wartsila (검색일: 2024.8.13.)

부는 녹색해운항로 가치사슬에 있는 선사, 항만관련 업체, 연료 생산업체, 투자자 등을 대상으로 협의체를 구성 및 운영하고 생태계 기반을 마련할 필요가 있다. 국내 녹색해운항로 협의체는 다음과 같이 구성될 수 있다.

〈표 5-5〉 녹색해운항로 협의체 구성(안)

구분	관련 기업
선박	• 현대중공업, 한화 오션, 삼성중공업, HMM, 롯데글로벌로지스 등 해운·조선기업
항만	• 삼성물산, 현대건설·GS건설·포스코건설, 현대일렉, 두산에너빌리티, 두산퓨얼셀, 한화건설 등
연료	• GS칼텍스, 롯데정밀화학, SK에너지, OCI글로벌, 포스코, 현대오일뱅크, 에스오일 등
금융	• 한국해양진흥공사, 민간 금융기관 등
연구기관	• 한국해양수산개발원, 한국조선해양기자재연구원 등
관련 협회	• 한국해운협회, 한국무역협회 등

자료: 장경석(2023), p.14를 토대로 저자 정리

녹색해운항로 협의체는 이해관계자 간 비전 및 목표를 공유하고 효과적으로 계획이 이행 되도록 한다. 또한 녹색해운항로의 목표에 맞춰 거버넌스 역할을 수립 및 진행하도록 한다. 녹색해운항로 추진 초기에는 회원 간 명확한 비전과 전략을 마련하고 관련 정보 등을 공유한다. 녹색해운항로 계획 단계에서는 선사, 항만 운영자, 연료 공급자 등은 상호협력을 통해 녹색해운항 구축을 위한 합의를 진행한다. 실행단계에서는 녹색해운항로에 운영을 위해 회원 간 계약 형태의 협력을 진행한다. 그리고 정부는 협의체를 통해 다양한 이해관계자 의견을 수렴하며 녹색해운항로 추진 전략을 보완해나가야 한다.

5. 선원 교육·훈련 지원

정부는 선원 교육·훈련을 개발 및 지원할 수 있다. 싱가포르 해사청은 대체 연료 추진 선박 훈련을 제공할 수 있는 Maritime Energy Training Facility를 설립할 계획이다. 동 시설에는 선박 엔진 제조업체, 선급, 무역 협회, 고등 교육기관 등이 참여하게 된다. 교육 내용은 메탄올, 암모니아 등 대체 연료 취급 및 병커링, 관리 등을 다룰 예정이며 새로운 이중연료 선박 엔진 시뮬레이터를 활용할 계획이다. 해당 시설을 통해 선사는 선원의 교육 시간과 교육 비용을 절감할 수 있다.¹¹¹⁾

우리나라는 단기적으로 대체 연료 관련 선원 교육을 자체 개발하고 있는 선사에 대한 비용 지원을 고려할 수 있다. 그러나 중소선사의 경우 자체적인 교육 개발 마련이 제한적이기 장기적으로는 대체 연료 관련 선원 교육·훈련 과정 개발을 추진해야 한다. 교육과정 개발은 교육기관, 선사, 대체 연료 선박 엔진 업체, 선급 등 산·학·연 등이 공동으로 참여하여 메탄올, 암모니아 등 대체 연료 취급 관련 전문 과정을 제공하도록 한다. 그리고 실제 장비, 각종 시뮬레이터, 해기교육 온라인 플랫폼 등 실질적인 도움이 되는 시설 마련도 필요하다.

또한 법정 교육에 친환경 선박 연료 내용을 보완하도록 한다. 즉, ‘고전압 관련 운영교육·직무교육’과 ‘가스연료추진선박 기초교육 및 직무교육’ 과정뿐만 아니라 친환경 연료추진 선박 기초교육 및 직무 교육 과정이 추가되도록 한다.

정부는 녹색해운항로 시범 프로젝트 추진 전에 교육 및 훈련에 관한 정보를 제공하여 녹색해운항로 운항 선박 선원에게 필요한 교육을 적시에 제공하도록 한다.

111) MPA(2024.4.15)(검색일: 2024.10.26.)

05

결론 및 정책제언

제1절 결론

글로벌 녹색해운항로 이니셔티브는 2022년 21개에서 2023년 44개로 두 배 이상 증가했다. 이 가운데 4개의 녹색해운항로가 사전 타당성 평가를 수행 중이며 실행계획에서 최종 투자 결정 단계 과정으로 진행 중인 4개의 항로가 있다.¹¹²⁾ 그러나 다수가 단계에서 계획 단계 과정, 또는 계획단계에 있는 항로이다. 또한 전체 녹색해운항로 가운데 22개의 녹색해운항로는 어떤 연료를 사용할지 미정이다. 녹색해운항로는 아직 초기 단계임에도 불구하고, 각국은 녹색해운항로 정책을 적극 추진하고 있다. 녹색해운항로 구축에 정부의 역할 역시 확대되고 있다. 전체 44개의 녹색해운항로 가운데 18개의 정부가 참여하고 있으며, 정부 주도의 녹색해운항로는 11개, 민간협력 주도의 항로가 8개로 총 19개의 항로가 정부가 중요한 역할을 하고 있다.¹¹³⁾ 이는 녹색해운항로는 해운업계의 선박 연료 전환을 촉진시킬 수

112) Global Maritime Forum(2023), p.14.

113) 2022년 글로벌 녹색해운항로는 정부주도 항로가 3개, 민간협력 주도 항로가 9개로였음

있다는 기대감 때문이다. 정부는 녹색항로를 통해 목표한 규제 조치, 재정적 인센티브 및 안전 표준을 갖춘 지원 환경을 개발할 수 있으며 특정 경로에서 친환경 운송에 대한 수요를 장려하는 조건을 만들 수 있다.¹¹⁴⁾ 또한 녹색해운항로를 통해 친환경 연료, 선박 및 인프라 등의 관련 기술을 테스트 하고 발전시킬 수 있으며 제도적·재정적 등의 발생 가능한 문제들을 식별하여 해결 방안을 모색할 수 있다.

본 보고서에서는 녹색해운항로 구성요소를 선박, 항만, 연료로 구분하여 관련 이슈를 도출하고, 제도적 이슈도 분석하였다. 이를 통해 각 분야의 이슈뿐만 아니라 선박의 대체 연료 선택과 비용 문제, 대체 연료의 위험성, 녹색해운항로 화물 유형과 항만인프라 준비도, 연료생산지를 고려한 항만 채택 등 선박, 항만, 연료 분야 간 공통된 이슈 또한 확인되었다. 이는 녹색해운항로 추진 시 이해관계자 간 상호의존성을 나타내며 녹색해운항로 프로젝트에 선사와 연료 생산자, 화주, 금융기관 등 이해관계자들의 참여가 필요함을 알 수 있었다.

한편 우리나라는 ‘녹색해운항로 구축 전략’ 수립, 「녹색해운항로 구축 지원 특별법」 제정 추진, ‘친환경 선박연료 공급망 구축방안’ 수립 등 녹색해운항로 관련 법과 정책을 추진 중이다. 또한 미국과 녹색해운항로 구축을 위해 타당성 조사를 수행 중이며 향후 호주, 덴마크 등과 함께 녹색해운항로를 확대할 계획이다.

그러나 우리나라 녹색해운항로 관련 정책은 대체 연료 비용 지원 정책, 대체 연료 관련 선원 훈련 정책은 아직 마련되어 있지 않았고 항만 인프라 공급망 및 투자 지원, 대체 연료 취급 관련 안전 규제, 육상 및 병커링 인력의 훈련 등은 부족한 실정이다. 또한 녹색해운항로 추진 시 대체 연료 비용 최소화 방안, 녹색해운항로의 정의, 대체 연료 취급에 대한 매뉴얼 부재 등

114) Thirumalai(2023), p.17.

이 애로사항으로 발견되었다. 끝으로 글로벌 녹색해운항로 추진 동향 및 녹색해운항로 이슈 분석을 토대로 본 보고서는 국내 녹색해운항로 추진 시 주요 과제를 대체 연료 보조금 제도, 대체 연료 인증제 마련, 항만인프라 구축, 녹색해운항로 협의체 구성·운영, 선원 교육·훈련 지원으로 제시하였다.

제2절 정책제언

1. 녹색해운항로 프로젝트 환류 시스템 구축

우리나라는 2027년에 한·미 녹색해운항로 운영을 목표로 하고 있다. 해당 사업이 시범적 운영에 그치지 않고 지속적으로 운영되기 위해서는 사업 추진 이후 환류 시스템 구축이 중요하다.

녹색해운항로는 무탄소 선박 연료의 기술·개발과 무탄소 연료 선박 운항 항로를 테스트할 수 있는 프로젝트이다. 즉, 녹색해운항로 운항을 통해 저탄소·무탄소 연료 사용의 비용 문제를 줄이기 위한 상업 구조 개발 및 테스트를 추진할 수 있으며 환경적 성과 등을 확인할 수 있다. 이러한 과정을 유지하기 위해 환류 시스템을 구축하고 탄소배출량 등 주요 기준을 설정하여 녹색해운항로 프로젝트를 평가 및 관리해야 한다. 환류 시스템을 통해 녹색해운항로 운항의 상업성, 환경적 성과 등과 같은 결과들을 지속적으로 모니터링하는 것은 녹색해운항로 운영 상의 문제점을 개선하고, 유지 운영 하는데 도움을 준다.

2. 녹색해운항로 다자협력 네트워크 구축

녹색해운항로 두 개 이상의 항만을 연결하여 무탄소 선박으로 화물을 운송하는 것으로서 국가 간 경계를 넘어 운영하는 것을 추구한다. 따라서 국제적인 협력이 필요한 프로젝트이다. 녹색해운항로 다자협력 네트워크의 목적은 녹색해운항로 관련 국경 간 과제 식별 및 해결, 지식 공유 및 투자를 유치할 수 있는 협력 체제를 마련하는 것이다.

첫째, 한국 주도의 녹색해운항로 다자 협력 프로그램을 기획하고 추진한다. 이를 통해 녹색해운항로에 필요한 기술 확보 및 문제를 해결 해나가도록 한다. 다자 협력 프로그램은 친환경 선박연료 기술과 표준, 병커링 가용성 및 비용 부담 등과 같은 공통적인 과제 해결을 내용으로 한다. 사업의 재원은 국가별 분담금으로 하되 한국이 50%를 부담하는 것으로 한다.

둘째, 기존의 다자 협력 프로그램을 통해 공동연구를 확대할 수 있다. 동북아 항만국장회의, 한중일 교통물류장관 회의 등 기존 회의를 통해 각국의 녹색해운항로 개발 관련 경험을 공유하고, 녹색해운항로 구축 협력과제 등을 추진하는 것이다. 이때 정부는 국내 연구기관에서 국제공동연구 주제를 발굴할 수 있도록 지원을 검토한다.

셋째, 국제해사기구 등에서 우리나라 주도로 의제를 추진할 수 있도록 한다. 이해관계를 같이하는 협력 국가들과 공동 대응을 통해 해운 분야 탈탄소 규제 방향을 제시하고 친환경 선박과 연료 기술에 대한 국제적 표준을 개발하여 대응 체계를 강화한다.

3. 민간투자 촉진

녹색해운항로 계획단계에서는 재정적 자원이 비교적 많이 필요하지 않으나 실행단계로 진행되면서 인프라 개발 등 대규모의 자금이 필요하다. 또한 기존의 화석연료를 대체 연료로 전환하는 것은 장기적인 투자가 필요하다. 민간투자 촉진은 녹색해운항로 구축 시 필요한 자금이 원활하게 조달될 수 있도록 하여 지속적인 운영이 가능하게 하는 것이 목적이다.

녹색해운항로는 광범위한 투자가 필요하나 불확실성으로 투자가 어려운 부분이다. 따라서 정부투자 및 정책을 통해 민간투자를 동원할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 정부는 위험자본 제공 및 신용보증 등을 통해 녹색해운항로 프로젝트의 리스크를 줄이고, 민간 부문의 수익률을 보장하여 민간 자본의 유입을 끌어낼 수 있다. 또한 현재 추진 중인 금융정책이 해운 분야에도 적용될 수 있도록 한다. 2024년 3월에 금융위원회는 기후 대응을 위해 2030년까지 420조 원 규모의 정책금융을 공급한다고 발표했다. 해당 정책금융은 저탄소 전환에 141조 원, 저탄소 설비투자, 제품제작 및 기술 지원에 279조 원이 투입될 계획이다.¹¹⁵⁾ 한편 정부는 투자의 리스크적인 부분, 예를 들어 명확한 규제 미비, 녹색해운항로 실현가능성에 대한 확실성 부족 등의 문제를 해결해 나가야 한다.

115) 금융위원회(2024), p.6.

참고문헌

국내 문헌

- 강호근(2024.10.15.), 미래 연료 취급에 따른 종사자 인적사고요소 발굴 및 대응방안, 해양인적사고 예방 세미나, 해양수산부·해양환경안전학회.
- 금융위원회(2024), 기후위기 대응을 위한 금융지원 확대방안.
- 기획재정부 보도자료(2020.12.7.), 탄소중립사회로의 전환을 위한 2040 탄소중립 추진전략 발표.
- 김근하(2024), 해운 중간 대체 연료의 환경 리스크와 한중일 연료 활용 계획, 기후솔루션. 문대림 발의(2024.10.01.), 녹색해운항로 구축 지원 특별법안, 의안 4480[입법예고].
- 양종서(2024.6.17.), Posidonia 2024에 나타난 선박 시장의 이슈, 이슈보고서, 한국수출입은행 해외경제연구소.
- 이인길(2024.10.15.), 해운 환경변화에 따른 해기교육 추세와 대응, 해양인적사고 예방 세미나, 해양수산부·해양환경안전학회.
- 이치경(2024.5.9.), 2050년 Net-Zero 달성을 위한 녹색해운항로 구축 전략 세미나, 해양산업통합클러스터.
- 장경석(2023), 친환경 선박 연료와 녹색해운항로 경쟁, KB금융지주 경영연구소
- 한국선급(2024). IMO News Flash.
- 한국해사협력센터(2022), 포세이돈 보고서, 28개 중 7개 은행이 IMO 온실가스 목표에 부합, IMO 소식 & 국제해사동향, 제22권 제50호. 해양수산부.
- 한국해사협력센터(2023), 북유럽 및 발트해 녹색해운항로 예비타당성조사 결과, 탈탄소화 국제해사동향, Vol.06. 해양수산부.

한국해양수산개발원(2023), The Next Wave: 녹색해운항로, 국제물류 위클리, 제670호.
한국해양수산개발원(2024), 친환경선박 전환 교체수요 전망 세미나 발표자료, 부산,
2024.5.14.

국외 문헌

- ABS(2022). Green Shipping Corridors: leveraging synergies.
- ABS(2023). Green Shipping Corridor: Modeling and Optimization.
- Aixa Pérez(2023), Green Corridors, Marsk MC-Kinney Moller Center.
- ARUP(2023), Canadian Green Shipping Corridors Preliminary Assessment.
- ARUP(2024), Navigating collabotation: Good governance for green shiping corridors.
- Australian Government(2024), MERNAP Issues Paper 4: Green shipping corrdiors and parterships.
- Boston Consulting Group & World Economic Forum(2023), Fuelling the Future of Shipping: Key Barriers to Scaling Zero-Emission Fuel Supply.
- Cho(2023), Waves of Change: Studying a Northwest Seaport Alliance-Korea Green Corridor. The Northwest Seaport Alliance & Port of Seattle.
- Clarkson(2024a), Shipping Review & Outlook.
- Clarkson(2024b), Green Technology Tracker: October 2024.
- ClassNK(2024). ClassNK Alternative Fuels Insight.
- DNV·RICARDO(2023), Study on the readiness and availability of low and zero carbon ship technology and marine fuels.
- Dorthe Alida Slotvik et al.(2022), Insight on green shipping corridors from policy ambitions to realization, Nordic Roadmap Puplicaton. No.3.
- ESCAP(2023), A Study on the Implementation Strategy of the Green Shipping Corridor

- in Asia and the Pacific.
- Global Maritime Forum(2022), Green Corridors: Definitions and Approach.
- Global Maritime Forum(2023), Annual progress report on green shipping corridors.
- Global Maritime Forum(2023), Fuelling the decarbonisation of iron ore shipping between Western Australia and East Asia with clean ammonia: Green shipping corridor feasibility assessment.
- IAPH & WPCAP(2021), Port Rediness Level For Marine Fuels: Assessment tool.
- Lloyd's Register(2023), Applying alternative fuels to existing ships.
- Maersk Mc-Kinney Moller Center(2022), Northern European & Baltic Green Corridor or Prefeasibility Study.
- Maritime Technologies Forum(2024), Safety Considerations for Establishing Green Shipping Corridors.
- MPA(2022). Maritime Singapore Decarbonisation Blueprint: Working Towards 2050.
- Nicki Harrison et al.(2024), Green Shipping And Sustainable Finance: Stronger Together, Environmental Defense Fund.
- Panagakos(2016), Green Corridors in freight logistics, Technical University of Denmark, PhD thesis.
- Petropoulos(2024), Key Developments and Growth in Global Ship Finance, Petrofin Research.
- Song et al.(2023), Green maritime logistics coalition by green shipping corridors: a new paradigm for the decarbonisation of the maritime industry, International Journal of Logistics Research and Applications.
- Talalasove & Fahnestock(2023), National and regional policy for green shipping corridors. Insight Brief. Global Maritime Forum & Getting to Zero Coalition.
- Thirumalai, Arvind(2023), Green Corridor: A probability model to study technology diffusion in a network. Erasmus University of Rotterdam
- Wang et al.(2023), Ammonia-based green corridors for sustainable maritime transportation, Digital Chemical Engineering, Vol.6.
- Zahidul Islam Rony et al.(2023), Alternative fuels to reduce greenhouse gas emission

s from marine transport and promote UN sustainable development goals, Fuel, Vol.338.

Zhang & Feng(2023). Evolutionary Game Model for Decarbonization of Shipping Under Green Shipping Corridor.

인터넷 자료

그린쉬핑챌린지 홈페이지, <https://greenshippingchallenge.org/> (검색일: 2024.4.8.)

박동욱·이상익(2022), 수소추진선박 병커링 및 수소운반선박 적하역 안전기준 개발, <https://www.krs.co.kr/kor/Webzine/View.aspx?WMDR=280&WCDR=4882> (검색일: 2024.9.2.)

전기신문(2024.7.12.), '무탄소 녹색해운항로' 두고 해운업계-에너지업계 '갑론을박', <https://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=340070> (검색일: 2024.8.27.)

탄소중립녹색성장위원회, <https://www.2050cnc.go.kr/base/board/read?boardManagementNo=43&boardNo=1081&page=50&searchCategory=&searchType=&searchWord=&menuLevel=2&menuNo=73> (검색일: 2024.8.26.)

한국경제(2023.10.13.), <https://www.hankyung.com/article/202310137752i>, (검색일: 2024.4.8.)

해양수산부 보도자료(2023.9.6.), 한-호주, 녹색해운항로 구축 제안 등 해운-해사분야 협력 강화, <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148919864> (검색일: 2024.10.11.)

해양수산부 보도자료(2023.11.6.), 한-싱가포르, 녹색해운항로 현황 공유 등 해운-해사분야 협력 강화, <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156598038> (검색일: 2024.10.11.)

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: 2024.10.11.).
- 해양수산부 보도자료(2024.7.2.), 탄소배출 없는 글로벌 녹색해운항로 구축에 앞장선다, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=57844&bbsSeq=10&menuSeq=971> (검색일: 2024.10.11.).
- 해양수산부 보도자료(2024.8.27.), 친환경 선박연료 공급망 구축을 위해 민·관협력 강화, <https://www2.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156647437&pWise=sub&pWiseSub=C3> (검색일: 2024.10.11.).
- 호그 오토라이너스 홈페이지(2024.6.19.), <https://www.hoeghautoliners.com/hoegh-autoliners-secures-significant-enova-funding-for-four-ammonia-powered-aurora-vessels> (검색일: 2024.8.26.).
- Admiralty 홈페이지, <https://www.admiralty.co.uk/decarbonisation/green-shipping-corridor> (검색일: 2024.5.27.).
- Ammonia Energy(2024.10.22.), <https://ammoniaenergy.org/articles/mpa-singapore-ammonia-bunkering-standards-by-2025/> (검색일: 2024.10.26.).
- Australian Government Department of Foreign Affairs and Trade, <https://www.dfat.gov.au/trade-and-investment/singapore-and-australia-green-and-digital-shipping-corridor> (검색일: 2024.10.29.).
- CMA CGM 홈페이지, <https://www.cmacgm-group.com/en/fund-for-energies> (검색일: 2024.4.8.).
- CMA CGM 홈페이지(2022.9.4.), <https://www.cmacgm-group.com/en/news-media/cma-cgm-a-fund-for-energies> (검색일: 2024.4.8.).
- Dan Bunkering 홈페이지, <https://dan-bunkering.com/insights/snapshot-status-on-the-implementation-of-alternative-fuels/> (검색일: 2024.8.14.).
- David Hume(2024.1.2.), <https://theliquidgrid.com/greenwashing-green-shipping-corridors/> (검색일: 2024.7.25.).
- DNV 홈페이지, <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/key-considerations-for-establishing-a-green-shipping-corridor/> (검색일: 2024.6.27.).
- European Commission(2024.7.29.), <https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/european-commission-launches-ship-financing-portal-boost-ma>

-
- ritime-sectors-green-transition-2024-07-29_en (검색일: 2024.8.1.)
- European Investment Bank 홈페이지, <https://www.eib.org/en/projects/all/20150334> (검색일: 2024.8.1.)
- Fatima Bahtic, (2023.9.14.), Amazon, IKEA and other major retailers launch zero-emission shipping tender, Offshore Energy, <https://www.offshore-energy.biz/amazon-ikea-and-other-major-retailers-launch-zero-emission-ship-ping-tender/> (검색일: 2024.4.8.)
- Global Business(2022.11.16.), <https://globuc.com/news/france-launches-e300m-plan-for-decarbonization-joined-by-cma-cgm/> (검색일: 2024.4.8.)
- Global Maritime Forum, <https://globalmaritimeforum.org/insight/supporting-the-establishment-of-the-australia-east-asia-iron-ore-green/> (검색일: 2024.5.19.)
- Government of Canada, Canadian Green Shipping Corridors Framework, <https://tc.canada.ca/en/marine-transportation/marine-pollution-environmental-response/canadian-green-shipping-corridors-framework> (검색일: 2024.8.29.)
- Government of Canada, Green Shipping Corridor Program – Clean Vessel Demonstration, <https://www.canada.ca/en/transport-canada/news/2024/07/green-shipping-corridor-program---clean-vessel-demonstration-grant-funding.html> (검색일: 2024.8.29.)
- Government of Canada, 2030 Emissions Reduction Plan: Sector by sector overview, <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan/climate-plan-overview/emissions-reduction-2030/sector-overview.html#sector6> (검색일: 2024.10.30.)
- Hapag-Lloyd 홈페이지(2024.5.7.), <https://www.hapag-lloyd.com/en/company/about-us/newsletter/2024/05/hapag-lloyd-wins-zemba-tender-for-zero-emission-shipping-service.html> (검색일: 2024.10.30.)
- Jasmina Ovcina Mandra(2023.11.30.), Training project for seafarers on zero-emission ships in the making, Offshroe energy, <https://www.offshore-energy.biz/training-project-for-seafarers-on-zero-emission-ships-in-the-making/> (검색일: 2024.8.13.)

- Lsabelle Gerretsen(2022.2), <https://dialogue.earth/en/ocean/who-is-financing-green-shipping/> (검색일: 2024.7.27.)
- Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero-Carbon Shipping, <https://www.zerocarbonsshipping.com/projects/chilean-green-corridors-network-project-2/> (검색일: 2024.8.16.)
- Mission Innovation 홈페이지, <https://mission-innovation.net/missions/shipping/green-shipping-corridors/route-tracker/> (검색일: 2024.8.16.)
- MPA, <https://www.mpa.gov.sg/media-centre/details/singapore-rotterdam-green-digital-shipping-corridor-accelerates-digitalisation-and-decarbonisation-with-new-global-value-chain-partners> (검색일: 2024.8.16.)
- MPA(2024.4.15), Maritime Energy Training Facility to Deliver Competencies for Maritime Workforce to Handle New Fuels, <https://www.mpa.gov.sg/media-centre/details/maritime-energy-training-facility-to-deliver-competencies-for-maritime-workforce-to-handle-new-fuels> (검색일: 2024.10.26.)
- Naida Hakirevic Prevljak(2024.4.24.), Maersk Training, Green Marine to teach seafarers how to operate methanol-fueled ships, Offshore Energy, <https://www.offshore-energy.biz/maersk-training-green-marine-to-teach-seafarers-how-to-operate-methanol-fueled-ships/> (검색일: 2024.10.15)
- Naida Hakirevic Prevljak(2022.1.12.), Maersk sets new target to deliver net zero by 2040, Offshore Energy, <https://www.offshore-energy.biz/maersk-sets-new-target-to-deliver-net-zero-by-2040/> (검색일: 2024.4.8.)
- NYK 홈페이지, <https://www.nyk.com/english/esg/envi/plan/> (검색일: 2024.8.26.)
- Pole Star(2024.5.1.), <https://www.polestarglobal.com/resources/green-shipping-corridors/> (검색일: 2024.10.26.)
- Riviera(2023.11.29.), <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/green-corridors-silk-alliance-sees-methanol-and-ammonia-demand-increasing-from-2030-78707> (검색일: 2024.8.16.)
- SILK Alliance 홈페이지, <https://www.thesilkalliance.com/workstreams/> (검색일: 2024.7.31.)
- Sustainable Ocean Economy 홈페이지, <https://action.oceanpanel.org/initiative/c>

hile/green-corridors-network/ (검색일: 2024.8.16.)

US Department of State(2022.4.12.), <https://www.state.gov/green-shipping-corridors-framework/> (검색일: 2024.10.29.)

Wartsila, <https://www.wartsila.com/insights/article/green-corridors-channelling-efforts-to-scale-up-maritime-decarbonisation> (검색일: 2024.8.13.)

일반사업 2024-14-01

글로벌 녹색해운항로 추진 동향 분석

인쇄 2024년 10월 29일

발행 2024년 10월 31일

발행인 김종덕

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

비매품