

수시연구

2023-13

어선의 친환경에너지 전환 방안 연구

A Study on the Transition of Fishing Vessels
to Eco-Friendly Energy Sources

고동훈 · 김엄지 · 김민수



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

어선의 친환경에너지 전환 방안 연구

A Study on the Transition of Fishing Vessels
to Eco-Friendly Energy Sources

고동훈 · 김엄지 · 김민수



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	고동훈, 김엄지, 김민수
내부연구진	연구책임자 고동훈 한국해양수산개발원 수산연구본부 전문연구원 공동연구원 김엄지 한국해양수산개발원 경제전략연구본부 전문연구원 공동연구원 김민수 한국해양수산개발원 경제전략연구본부 연구위원

연구기간	2023. 9. 25. ~ 2024. 4. 25.
------	-----------------------------

보고서 집필내역

연구책임자	고동훈 연구총괄, 제1장, 제2장 제1절~제3절, 제3장, 제4장 제2절, 제5장
내부연구진	김엄지 제2장 제4절 김민수 제4장 제1절

산·학·연·정 연구자문위원	이경환 블루마린 대표 정진호 해양수산정책연구소 부소장 진송한 중소조선연구원 차세대한국형어선개발연구 단장 류정곤 한국수산회 소장 정성재 국립수산물연구원 수산공학과 연구관 임태훈 해양수산부 어업정책과 과장 손외학 해양수산부 어선안전정책과 서기관
-------------------	--

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

타 산업에 비해 온실가스 배출량이 상대적으로 높은 어선을 생산 수단으로 하는 어업 분야에서는 최근 탄소저감 이행의 필요성이 부상하고 있다. 어업에 의한 온실가스 배출량은 2019년 기준 284만 8천 톤을 기록하며, 농업 및 임업에서의 온실가스 배출량(113만 4천 톤)보다 2.5배 이상으로 높은 수준을 유지 중이다. 이처럼 온실가스 배출량이 높은 어선에 대한 탄소저감 필요성에도 불구하고, 선박의 온실가스 저감 및 친환경 에너지 전환의 일환으로 수립된 '제1차 친환경선박 기본계획'에서 어선은 제외된 것이 현실이다.

한편 어선의 크기는 어획강도와 연계될 수 있고, 이는 궁극적으로 수산자원의 남획으로 이어질 수 있는 우려가 존재해 왔기 때문에 지금까지 어선의 크기는 총 톤수 제한 등으로 관리되어 왔다. 또한 수송 등을 목적으로 이용되는 대부분의 선박과는 달리 어선은 이동뿐만 아니라 선상에서의 '조업'을 목적으로 이용되는 특징이 존재하므로 업종별·어종별 특성에 따라 다양한 형태의 장비·설비가 어선에 탑재된 것이 현실이다. 전기추진 및 액화석유가스(LPG) 추진 시스템 등 어선에 적용가능한 친환경에너지 전환 기술은 이러한 업종별·어종별 특성 등에 따른 한계가 존재하기 때문에, 에너지 전환 기술을 적용할 수 있는 어선 유형을 구분하여 우선 순위를 정하고, 이에 따른 정부의 온실가스 감축목표 이행 효과를 진단하기 위한 연구 수행이 무엇보다도 필요한 시점이다. 또한 해외에서는 전기추진어선 개발 및 충전인프라 구축 등 어선의 친환경에너지 전환 사업이 가시화되어 있는 반면, 국내의 경우 친환경어선 개발 및 상용화와 관련한 업계의 제도 개선 요구에도 불구하고, 이러한 국내외 상황을 반영한 정책연구는 미흡한 실정이다. 이와 더불어 「어선법」에는 지금까지 화석연료 기반 동력·추진시스템 및 관련 설비만이 규정되어 있어, 친환경연료 전환 기술을 적용·상용화할 수 있는 법률 개정 필요성 또한 중요한 화두가 되고 있다.

이에 본 연구는 우리나라 전체 선박의 높은 비중을 차지하고 있는 어선에 대해 친환경 에너지 전환 방안을 제시할 목적으로 마련되었다. 국내 어선 및 관련 친환경에너지 전환 정책 현황, 해외 선진 기술 동향 및 친환경에너지 전환에 필요한 경제성 분석 등을 통해 본 연구는 어선의 친환경에너지 전환에 대한 방향을 설정함과 동시에 어선의 에너지 전환에 필요한 제도 개선 방안을 제시하고자 하였다. 이상의 내용을 토대로

본 연구는 '어선의 친환경에너지 전환을 통한 해양수산 2050 탄소중립 선도'를 목표로 설정하였고, 실효성 제고 및 법·제도 개선, 사업 활성화 및 전환 기반 확충, 인력 육성을 포함한 3개 부문에 대해 5대 전환 방안을 제시하였다.

본 보고서의 집필과 연구 수행 과정에는 한국해양수산개발원의 고동훈 전문연구원, 김엄지 전문연구원, 그리고 김민수 연구위원이 참여하였다. 이정삼 선임연구위원과 마창모 선임연구위원 또한 본 연구의 수행 과정에 동참하며 본 연구를 통해 도출된 정책 방안과 향후 방향에 대해 아낌없는 조언을 해주었다. 그리고 이경환 블루마린 대표, 정진호 해양수산정책연구소 부소장, 진송한 중소조선연구원 차세대한국형어선 개발연구 단장, 류정곤 한국수산회 소장, 정성재 국립수산물과학원 수산공학과 연구관, 임태훈 해양수산부 어업정책과 과장, 손외학 해양수산부 어선안전정책과 서기관은 본 보고서의 품질과 완성도 제고를 위해 심도 있는 자문과 자료 제공에 아낌없는 지원을 해주었다. 이 외에 어업인을 비롯한 많은 관련 산·학·연·정 기관 전문가들의 도움으로 본 연구가 진행되는 기간 동안 현장 방문조사, 세미나, 전문가 자문 등을 포함한 연구 수행 과정이 큰 무리 없이 진행되었다. 그밖에 본 보고서의 집필에 도움을 주신 모든 분들에게 이 지면을 통해 깊은 감사의 말씀을 전한다.

2024년 6월
한국해양수산개발원
원장 김 종 덕

목차

정책제안 _ i

요약 _v

Executive Summary _xv

01

제1장 서론 _1

제1절 연구 필요성 및 목적	1
1. 연구 배경 및 필요성	1
2. 연구의 목적	3
제2절 연구의 범위 및 방법	3
1. 범위	3
2. 추진방법	5
제3절 선행연구 검토	6

02

제2장 어선의 친환경에너지 전환 동향 및 사례 _11

제1절 연근해어선 척수 및 온실가스 배출 현황	11
1. 연근해어선 척수	11
2. 온실가스 배출 현황	15
제2절 친환경에너지 전환 정책 동향	19
1. 에너지 전환 관련 정책수립 현황	19
2. 국가 주요 상위계획	21
3. 정부 부처 주요계획	26
제3절 친환경에너지 전환 관련 법·제도 및 기술지원 동향	28
1. 법·제도 동향	28
2. 기술지원 동향	36

제4절 국내외 친환경에너지 전환 사례와 시사점	41
1. 국내 주요 분야별 사례	41
2. 해외 주요국 사례	50
3. 소결 및 시사점	62

03 친환경에너지 전환의 타당성 및 수용성 분석 _65

제1절 기술적 타당성	65
1. 기술개념의 부합성	65
2. 기술의 적절성	68
3. 기술 적용 대상의 차별성	68
제2절 환경경제적 타당성	71
1. 분석개요	71
2. 기초 데이터 분석	72
3. 분석 결과	75
제3절 어업인 수용성	77

04 어선의 친환경에너지 전환 방안 _81

제1절 목표 및 기본방향	81
제2절 어선의 친환경에너지 전환 방안	83
1. 실효성 제고 및 법·제도 개선	83
2. 사업 활성화 및 전환 기반 확충	89
3. 인력 육성	92

05 요약 및 결론 _95

제1절 요약	95
제2절 결론	97

표 목차

〈표 1-1〉 주요 선행연구	7
〈표 2-1〉 2018~2022년 연근해어선 척수	11
〈표 2-2〉 2022년 선질별 연근해어선 척수	12
〈표 2-3〉 2022년 시도별 연근해어선 척수	13
〈표 2-4〉 2022년 업종별 근해어선 척수	14
〈표 2-5〉 2022년 업종별 연안어선 척수	14
〈표 2-6〉 기타 부문 배출원별 온실가스 유형	16
〈표 2-7〉 2015~2019년 기타 부문 배출원 유형별 온실가스 배출량	17
〈표 2-8〉 2030 국가온실가스 부문별 감축 목표	25
〈표 2-9〉 해양수산분야 2050 탄소중립 시나리오	27
〈표 2-10〉 친환경에너지 전환 관련 법령 및 관할 주무 부처	28
〈표 2-11〉 어선법 구성 및 주요 내용	32
〈표 2-12〉 친환경선박법의 구성 및 주요 내용	33
〈표 2-13〉 선박안전법의 구성 및 주요 내용	35
〈표 2-14〉 국내 중소·중견기업 대상 에너지 감축 설비 도입 및 연료 전환 지원사업	37
〈표 2-15〉 국내 중소·중견기업 대상 에너지 전환 관련 기술혁신 및 연구개발 지원사업	38
〈표 2-16〉 국내 중소·중견기업 대상 에너지 전환 관련 금융 지원사업	40
〈표 2-17〉 친환경자동차 관련 부처별 세제지원 내용	42
〈표 2-18〉 자동차 관련 주요 환경규제	44
〈표 2-19〉 소형전기어선 개발 사업에 적용된 전기추진시스템 주요 특징	55
〈표 2-20〉 아이슬란드의 친환경선박 관련 주요 규제	57
〈표 3-1〉 친환경선박법에 따른 환경친화적 선박의 분류	66
〈표 3-2〉 신재생에너지의 개념 및 종류	67
〈표 3-3〉 환경경제적 타당성 분석 개요	72
〈표 3-4〉 수산·어촌분야 연도별 온실가스 감축목표 및 환경절감편익	73
〈표 3-5〉 주요 업종별 어선 척수당 온실가스 배출량	74
〈표 3-6〉 어업용 면세유 공급현황(2022년)	74
〈표 3-7〉 환경편익에 따른 친환경에너지 전환 어선 척수	76
〈표 3-8〉 편익을 상쇄하는 연차별 투자비용 산정	77
〈표 3-9〉 주요 설문 문항별 조사대상 어업인 응답 종합(2022년)	78

〈표 4-1〉 연도별·유형별 어선 척수 및 비중	85
〈표 4-2〉 총톤수 5톤 미만 및 이상 어선 척수와 비중	86
〈표 4-3〉 축전지 추진 어선의 설비기준 주요 내용 및 개선사항	88
〈표 4-4〉 2030 친환경선박 산업기술인력 전망	93

그림 목차

〈그림 1-1〉 연구추진 체계도	5
〈그림 2-1〉 근해어업 15개 업종별 온실가스 배출량 예측치	18
〈그림 2-2〉 연안어업 9개 업종별 온실가스 배출량 예측치	19
〈그림 2-3〉 에너지 전환 관련 정책수립 현황	20
〈그림 2-4〉 2050 탄소중립 5대 기본방향	24
〈그림 2-5〉 배출전망 및 감축수단(안)	27
〈그림 2-6〉 제로에너지건물의 에너지 흐름	49
〈그림 2-7〉 아이슬란드의 친환경선박 관련 주요 지원제도	57
〈그림 2-8〉 일본 신기술 선진 선박 도입 계획 인증 시스템	61
〈그림 3-1〉 자동차(코나)와 어선(연안복합)의 기술 특성 비교	69
〈그림 3-2〉 일반 상선(벌크선)과 어선(연안복합)의 기술 특성 비교	70
〈그림 4-1〉 목표 및 기본방향	83
〈그림 4-2〉 디젤 대비 친환경 연료별 어선 중량 및 부피 증가율	84
〈그림 4-3〉 우리나라 지역별 어항(수) 현황	91

약어 목록

- CO₂eq(이산화탄소 환산량): Carbon Dioxide Equivalent
- CPTPP(포괄적·점진적 환태평양 경제동반자 협정): Comprehensive and Progressive Trans-Pacific Partnership
- GWP(지구온난화지수): Global Warming Potential
- IEA(국제에너지기구): International Energy Agency
- IMO(국제해사기구): International Maritime Organization
- IPCC(기후변화에 대한 정부간 패널): Intergovernmental Panel on Climate Change
- LEDS(장기 저탄소 발전 전략): Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategies
- LEV(저공해차량): Low Emission Vehicle
- LPG(액화석유가스): Liquefied Petroleum Gas
- NDC(국가 온실가스 감축목표): Nationally Determined Contribution
- NIR(국가 온실가스 인벤토리 보고서): National Inventory Report
- NMA(노르웨이 해사청): Norwegian Maritime Authority
- UNFCCC(유엔기후변화협약): United Nations Framework Convention on Climate Change

정책제안

■ 분석 내용 및 방법

1. 본 연구에서는 연구범위 설정, 어선의 친환경에너지 전환 동향 분석, 국내외 친환경에너지 전환 사례 및 시사점, 어선의 친환경에너지 전환 방안을 포함한 구분에 따라 다음과 같은 분석 내용 및 방법 적용
2. 본 연구는 먼저 연구의 대상(어선) 및 주제(친환경에너지 전환)의 정립을 통한 연구범위 설정, 그리고 어선의 친환경에너지 전환 동향을 분석하는 과정에서는 문헌조사, 자료수집, 기초통계 및 법·제도 분석, 전문가 자문 실시
3. 다음으로 국내외 친환경에너지 전환 사례 및 시사점에 있어서는 문헌조사, 국내 출장 조사 및 국제워크숍을 개최하여 우리나라 어선의 친환경에너지 전환에 있어 벤치마킹할 수 있는 선진 사례 분석
4. 마지막으로 어선의 친환경에너지 전환 방안 도출을 위해 정부 부처 및 유관기관과의 정책 협의회·세미나를 실시함과 동시에, 어선의 친환경에너지 전환에 따른 타당성 분석에 있어서는 정량분석 방법으로서 온실가스 감축목표에 따른 편익/비용 분석 수행

■ 정책제안

- 본 연구는 “어선의 친환경에너지 전환을 통한 해양수산 2050 탄소중립 선도”를 목표로 ‘실효성 제고 및 법·제도 개선’, ‘사업 활성화 및 전환 기반 확충’, 그리고 ‘인력 육성’을 포함한 3개 부문별 5대 정책방안 제시

1. 실효성 제고 및 법·제도 개선

- (우선순위 선정을 통한 친환경에너지 전환 실효성 제고) 양식장 관리선, 내수면 어선 및 어획물 운반선, 시험 및 교습선을 포함한 기타어선은 전기 어선으로의 전환 가능성이 높다고 볼 수 있으며, 일일조업으로 운영되는 통상 5톤 미만의 연안어선 중 친환경에너지 전환이 가능한 어선은 세부 업종별로 분류하여 기술 적용 타당성 고려 필요
- (어선법 개정) 축전지 추진 어선의 정의에 있어 전기 추진(복합) 어선을 포함하고 관련 세부 기준 마련 필요, 또한 친환경 전기추진선에 사용되는 셀, 모듈, 시스템, 배터리관리시스템(BMS), 오프가스 등에 대해서도 해당 용어의 정의를 포함한 구체적 기준의 법률 설정 필요

2. 사업 활성화 및 전환 기반 확충

- (규제자유특구 제도 등을 활용한 시범사업 활성화) 어선의 친환경에너지 전환 기술 관련 법·제도의 미비로 인해 상용화에 큰 한계를 가지고 있는 기업을 대상으로 규제자유특구 제도를 활용한 시범사업의 활성화 및 선도적인 기술을 선점할 수 있는 전략 마련
- (충전인프라 등 친환경에너지 전환 기반 시설 확충) 어선의 친환경에너지 전환 과정에서 필요한 관련 충전인프라 및 전력망 구축 필요

3. 인력 육성

- (연계교육과정 및 현장중심 인력 육성) 친환경어선 수요가 부족한 현실을 고려하여 친환경선박과 관련한 연계교육과정 마련, 그리고 현장답사, 실지 조사 등을 통한 현장중심 인력 육성 필요

요 약

어선의 친환경에너지 전환 방안 연구

고동훈·김엄지·김민수

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

- 온실가스 배출량이 높은 어선을 생산 수단으로 하는 어업에서의 탄소 저감 필요성이 부상
- 우리나라 전체 선박 수는 95,499척으로, 이 중 어선(양식선 및 지도·관리선 등 포함) 척수는 전체 선박 수의 69.5%(66,362척) 차지
- 어업에 의한 온실가스 배출량은 2019년 기준 284만 8천 톤을 기록하며, 농업 및 임업에서의 온실가스 배출량(113만 4천 톤)보다 2.5배 이상 높은 수준 유지
- 온실가스 배출량이 높은 어선을 생산 수단으로 하는 어업에서의 탄소저감 필요성이 부상하고 있음에도 불구하고, 선박의 온실가스 저감 및 친환경에너지 전환의 일환으로 수립된 ‘제1차 친환경선박 기본계획’에서 어선은 제외된 실정

-
- 한편 전 세계적인 온실가스 감축 이행 노력과 함께 친환경에너지가 새로운 성장 산업으로 급부상하고 있으며, 향후 이러한 추세는 지구온난화와 에너지 안보 문제로 인해 더욱 강화될 것으로 전망
 - 과거 에너지 개발에 따른 비용 부담 때문에 산업으로서 성장의 한계가 있었던 친환경에너지 기술은 전 세계의 탄소중립 달성 노력과 함께 고유가 등에 의한 정부·민간의 투자 활성화에 따라 경쟁력을 갖추어 가고 있는 실정
 - 최근에 발생한 중동 지역 분쟁 등에 따른 화석연료 에너지의 가격 불안정성을 고려한다면, 전 세계의 탄소중립 달성 노력은 지구온난화와 에너지 안보 문제로 인해 더욱 강화될 것으로 전망
 - 어선에 적용가능한 친환경에너지 전환 기술은 각각의 장·단점과 한계가 있으므로, 업종별·어종별 특성과 업계의 요구 등을 반영한 정책 방향 설정 및 제도 개선, 그리고 이에 따른 정부의 온실가스 감축목표 이행 효과를 진단하기 위한 연구 수행이 무엇보다도 필요한 시점
 - 어선은 이동뿐만 아니라 선상에서의 ‘조업’을 목적으로 이용되는 특징이 존재하기 때문에 업종별·어종별 특성에 따른 다양한 형태의 장비·설비가 존재
 - 해외에서는 전기추진어선 개발 및 충전인프라 구축 등 어선의 친환경에너지 전환 정책 사업이 추진되고 있으며, 국내의 경우 친환경어선 개발 및 상용화와 관련한 업계의 제도 개선 요구는 점차 증가하고 있으나, 이러한 국내외 상황을 반영한 정책연구는 미흡한 실정
 - 또한 「어선법」에는 지금까지 화석연료 기반 동력·추진시스템 및 관련 설비만을 규정하고 있어, 친환경연료 전환 기술을 적용·상용화할 수 있는 법률 개정에 대한 업계 요구는 증가하고 있는 실정

2) 국정과제 연계성

- 국정과제 21: 에너지안보 확립과 에너지 新산업·新시장 창출
 - (과제목표) 글로벌 자원수급 불확실성의 선제적 대응을 통한 에너지 안보 확립, 다양한 에너지원의 확대를 통한 에너지자급률 제고 및 일자리 창출
 - (주요내용) 에너지믹스의 합리적 조정 및 에너지·산업·수송 부문 NDC 달성방안 수정
- 국정과제 23: 제조업 등 주력산업 고도화로 일자리 창출 기반 마련
 - (과제목표) 디지털·그린 전환 등 산업경쟁력 원천 변화에 대응하여 주력산업을 혁신하고, 일자리 창출 기반을 강화
 - (주요내용) 저탄소 시대를 선도하는 제조업의 그린전환을 가속화, 친환경·지능형 모빌리티 전환 촉진을 위한 기업생태계 조성
- 국정과제 40: 세계를 선도하는 해상교통물류체계 구축
 - (과제목표) 디지털 해상교통망 구축, 자율운항·친환경선박 개발 및 보급 등 신시장 선점
 - (주요내용) '25년까지 자율운항선박 기술(무인 원격제어 수준) 및 무탄소 선박 핵심기술 개발, 친환경선박 도입 시 선가의 최대 30% 지원
- 국정과제 86: 과학적인 탄소중립 이행방안 마련으로 녹색경제 전환
 - (과제목표) 글로벌 탈탄소 전환에 대응하기 위한 적극적인 탄소중립 정책 추진
 - (주요내용) 2030 국가 온실가스감축목표(NDC)는 준수하되, 부문별로 현실적 감축 수단을 마련하여 법정 국가계획에 반영

〈표〉 국정과제 연계성

국정 목표	국민께 드리는 약속		110대 국정과제	
	코드	내용	코드	내용
2	04	경제체질을 선진화하여 혁신성장의 디딤돌을 놓겠습니다.	21	에너지안보 확립과 에너지 新산업·新시장 창출
2	05	핵심전략산업 육성으로 경제 재도약을 견인하겠습니다.	23	제조업 등 주력산업 고도화로 일자리 창출 기반 마련
2	08	하늘·땅·바다를 잇는 성장 인프라를 구축하겠습니다.	40	세계를 선도하는 해상교통물류체계 구축
4	16	탄소중립 실현으로 지속가능한 미래를 만들겠습니다.	86	과학적인 탄소중립 이행방안 마련으로 녹색경제 전환

3) 연구의 목적

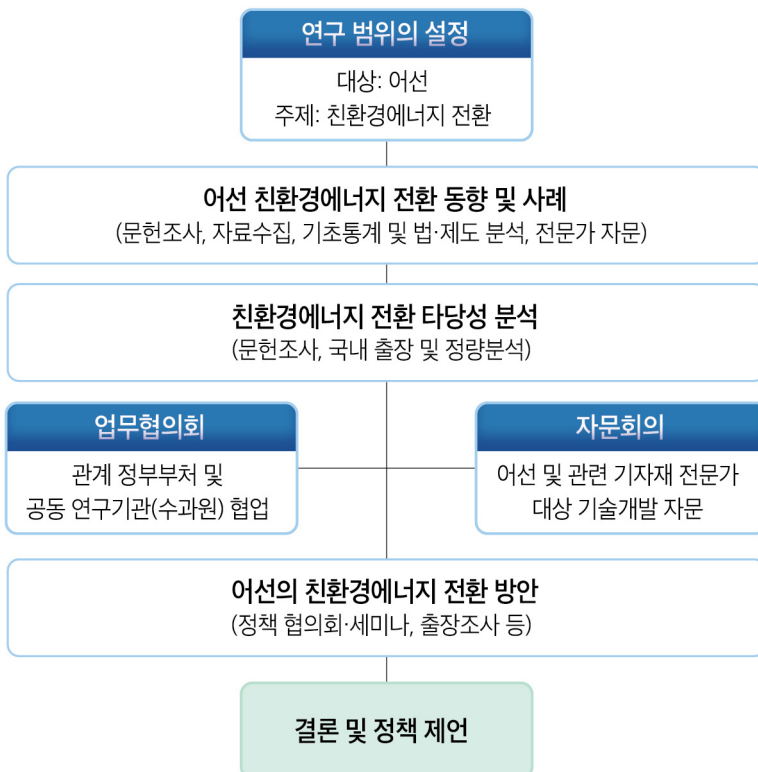
- 본 연구는 우리나라 전체 선박의 높은 비중을 차지하고 있는 어선에 대한 친환경에너지 전환 방안을 제시하여 선박·어업 분야 탄소저감 이행에 대한 실효성 제고와 동시에 친환경에너지에 대한 신산업·신시장 창출 및 지속가능한 해양 관리 실현에 기여하고자 함
- 국내 어선 및 관련 친환경에너지 전환 정책 현황, 해외 선진 정책 사례 및 친환경에너지 전환에 필요한 타당성 및 수용성 분석 등을 통해 본 연구는 어선의 친환경에너지 전환에 대한 방향 설정과 동시에 어선의 에너지 전환에 필요한 정책 방안을 제시하고자 함

2. 연구 방법 및 특징

1) 연구 방법

- 본 연구에서는 먼저 연구의 대상 및 주제의 정립을 통한 연구범위를 설정하였고, 어선의 친환경에너지 전환 동향을 분석하는 과정에서는 문헌조사, 자료수집, 기초통계 및 법·제도 분석, 전문가 자문 실시

〈그림〉 연구추진 체계도



-
- 다음으로 국내외 친환경에너지 전환 사례 및 시사점에 있어서는 문헌 조사, 국내 출장 조사 및 국제워크숍을 개최하여 우리나라 어선의 친환경에너지 전환에 있어 벤치마킹할 수 있는 선진 사례를 분석하고자 하였음
 - 마지막으로 어선의 친환경에너지 전환 방안 도출을 위해 정부 부처 및 유관기관과의 정책 협의회·세미나를 실시함과 동시에, 어선의 친환경에너지 전환에 따른 타당성 분석에 있어서는 정량분석 방법으로서 온실가스 감축목표에 따른 편익/비용 분석 수행

2) 연구 특징

- 본 연구는 어선의 친환경에너지 전환 동향과 문제점, 국내외 친환경에너지 전환 사례 및 시사점, 어선의 친환경에너지 전환 방안 및 경제적 타당성 분석 등을 통해 어선의 친환경에너지 전환 방안을 제시
- 본 연구는 어선어업 분야의 친환경에너지 전환 필요성과 그 전환에 있어 문제가 될 수 있는 다양한 장애 요인을 진단하고, 이에 대한 어업 분야의 정책적 대응방안을 최초로 제시한 연구라는 점에서 선행연구와는 차별되는 특징이 존재
- 또한 본 연구는 어선의 에너지 전환에 따라 수반될 수 있는 법제도적 장애 요인 도출뿐만 아니라 경제적 편익과 비용을 산정하여 어선의 친환경에너지 전환의 타당성을 분석하였다는 점에서 분석 방법론에 있어서도 선행연구와는 차별되는 특징이 있음

3. 연구결과

1) 연구결과 요약

- 본 연구는 “어선의 친환경에너지 전환을 통한 해양수산 2050 탄소중립 선도”를 목표로 실효성 제고 및 법·제도 개선, 사업 활성화 및 전환 기반 확충, 인력 육성을 포함한 3개 부문별 5대 전환 방안 제시
- 실효성 제고 및 법·제도 개선
 - 우선순위 선정을 통한 친환경에너지 전환 실효성 제고
 - 어선법 개정
- 사업 활성화 및 전환 기반 확충
 - 규제자유특구 제도 등을 활용한 시범사업 활성화
 - 충전인프라 등 친환경에너지 전환 기반 시설 확충
- 인력 육성
 - 친환경선박과 관련한 연계교육과정 및 현장중심 인력 육성

2) 정책대안 제시내용

- 실효성 제고 및 법·제도 개선
 - (우선순위 선정을 통한 친환경에너지 전환 실효성 제고) 양식장 관리선, 내수면 어선 및 어획물 운반선, 시험 및 교습선을 포함한 기타어선은 조업(이동) 거리가 상대적으로 짧고, 선내 공간 활용에 있어 민감하지 않다는 점, 그리고 높은 속력을 요구하지 않는다는 점에서 전기어선으로의 전환 가능성이 높다고 볼 수 있으며, 이동 거리가 짧고, 일일조업이 행해지는 통상 5톤 미만의 연안어선 중 친환경에너지 전환이 가능한 어선은 세부

업종별로 분류하여 기술 적용 타당성을 고려해 볼 필요가 있음

- (어선법 개정) 축전지 추진 어선의 정의에 있어 전기 추진(복합) 어선을 포함하고 관련 세부 기준을 마련할 필요가 있으며, 친환경 전기추진선에 사용되는 셀, 모듈, 시스템, 배터리관리시스템(BMS), 오프가스 등에 대해서도 해당 용어의 정의를 포함한 구체적 기준을 법률로 설정할 필요가 있음

- **사업 활성화 및 전환 기반 확충**

- (규제자유특구 제도 등을 활용한 시범사업 활성화) 친환경에너지 전환 기술을 보유하고 있으나, 법·제도에 막혀 상용화로 발전하는 데 큰 한계를 가지고 있는 기업을 대상으로 규제자유특구 제도를 활용한 어선의 친환경 에너지 전환 기술에 대한 시범사업을 활성화하고, 이를 토대로 선도적인 기술을 선점할 수 있는 전략이 필요
- (충전인프라 등 친환경에너지 전환 기반 시설 확충) 어선의 친환경에너지 전환 과정에서 이루어지는 기술개발은 그 대상이 어선뿐만 아니라 관련 충전인프라 및 전력망 구축에도 집중할 필요가 있음

- **인력 육성**

- (친환경선박과 관련한 연계교육과정 및 현장중심 인력 육성) 친환경어선 관련한 인력 양성의 경우 그 수요가 부족한 현실을 감안하여 친환경선박과 관련한 연계교육과정을 마련할 필요가 있으며, 업종별로 다양한 어선이 해역에 따라 분포하기 때문에, 현장답사, 실지조사 등을 통한 현장중심 인력을 육성할 필요가 있음

3) 정책적 기여 등 기대효과

- (정책적 기대효과) 어선의 친환경에너지 전환 방안 마련으로 어업 분야 탄소중립 이행 제고

- (사회·경제적 기대효과) 친환경어선 개발 등을 통한 중소형 어선건조 업계의 新시장 개척, 기업경쟁력 제고 및 일자리 창출 기여, 녹색산업으로서의 어선건조 및 기자재 산업 전환 가속화
- (환경적 기대효과) 어선의 온실가스 감축 및 미세먼지 저감을 통한 해양환경 개선

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on the Transition of Fishing Vessels to Eco-Friendly Energy Sources

Dong-Hun Go · Um-Ji Kim · Min-Su Kim

1. Background and Purpose

1) Background

- The need for carbon reduction in fisheries, which heavily relies on high-emission vessels, is becoming increasingly apparent.
- With a total of 95,499 vessels in South Korea, fishing vessels (including aquaculture and guidance/management vessels) account for 69.5% (66,362 vessels).
- Greenhouse gas emissions from fisheries reached 2.848 million tons in 2019, exceeding the emissions from agriculture and forestry by more than 2.5 times (1.134 million tons).
- Despite the escalating need to mitigate carbon emissions in the fisheries sector, fishing vessels are excluded from the “1st Basic Plan for Eco-Friendly Ships,” a strategic initiative aimed at

reducing greenhouse gas emissions and advancing the transition to eco-friendly energy sources.

- Meanwhile, global efforts to reduce greenhouse gas emissions have propelled green energy into a new growth industry, and this trend is expected to intensify due to global warming and energy security issues.
- In the past, the high costs associated with energy development limited the growth of green energy technology as an industry. However, global efforts to achieve carbon neutrality, along with increased government and private investment due to high oil prices, have enhanced the competitiveness of green energy technologies.
- Considering the recent price instability of fossil fuel energy caused by conflicts in the Middle East, global efforts to achieve carbon neutrality are expected to intensify further due to global warming and energy security concerns.
- It is crucial to conduct research on green energy conversion technologies in fishing vessels while taking into account industry-specific and species-specific characteristics and demands, in order to formulate effective policy directions, and improve systems, and evaluate the effectiveness of government greenhouse gas reduction targets.
- Fishing vessels are used not only for transportation but also for operations at sea, necessitating various types of equipment and facilities based on industry-specific and species-specific requirements.

- Globally, policies have moved towards promoting the development of electric propulsion fishing vessels and the establishment of charging infrastructure. In South Korea, the demand for regulatory improvements related to the development and commercialization of green fishing vessels is increasing, yet policy research reflecting these domestic and international circumstances is insufficient.
- Additionally, the “Fishing Vessel Act” solely focuses on regulating fossil fuel-based power and propulsion systems and related equipment. This has led to growing industry calls for legal amendments to enable the application and commercialization of green fuel conversion technologies.

2) Relevance to National Projects

- **National Project 21: Establish Energy Security and Create New Energy Industries and Markets**
 - (Objective) Establish energy security through proactive response to global resource supply uncertainties, enhance energy self-sufficiency by expanding various energy sources, and create industries and jobs.
 - (Key Content) Adjust the energy mix rationally and revise the plans to achieve NDC (Nationally Determined Contributions) in the energy, industry, and transportation sectors.
- **National Project 23: Create Job Foundations by Advancing Key Industries such as Manufacturing**

-
- (Objective) Innovate key industries in response to fundamental changes in industrial competitiveness due to digital and green transitions, and strengthen job creation foundations.
 - (Key Content) Accelerate the green transition of the manufacturing industry to lead the low-carbon era, and create an enterprise ecosystem to promote the transition to eco-friendly and intelligent mobility.
 - **National Project 40: Establish a World-Leading Maritime Transportation and Logistics System**
 - (Objective) Build a digital maritime traffic network, develop and distribute autonomous and eco-friendly ships, and seize new market opportunities.
 - (Key Content) Develop autonomous ship technology (remote control level) and core zero-emission ship technologies by 2025, and support up to 30% of the cost of introducing eco-friendly ships.
 - **National Project 86: Prepare Scientific Carbon Neutral Implementation Plans for Green Economic Transition**
 - (Objective) Actively promote carbon-neutral policies in response to global decarbonization transitions.
 - (Key Content) Comply with the 2030 national greenhouse gas reduction targets (NDC), and establish practical reduction measures for each sector to be reflected in the statutory national plans.

〈Table〉 Relevance to National Projects

National Project	Promise to the People		110 National Projects	
	Code	Contents	Code	Contents
2	04	We will modernize the economic structure to lay the foundation for innovative growth.	21	Establishing energy security and creating new industries and markets in the energy sector.
2	05	We will foster key strategic industries to drive economic resurgence.	23	Creating job opportunities through the advanced development of key industries such as manufacturing.
2	08	We will build growth infrastructure connecting the sky, land, and sea.	40	Building a leading global maritime logistics system.
4	16	We will achieve carbon neutrality to create a sustainable future.	86	Transitioning to a green economy through the establishment of scientific carbon neutrality measures.

3) Purpose

- This study aims to present eco-friendly energy transition measures for fishing vessels, which constitute a significant portion of the total ships in Korea. This will enhance the effectiveness of carbon reduction in the shipping and fisheries sectors while simultaneously contributing to the creation of new industries and markets for eco-friendly energy and achieving sustainable marine management.
- By examining the current status of domestic fishing vessels and related eco-friendly energy transition policies, analyzing advanced overseas policy examples, and assessing the

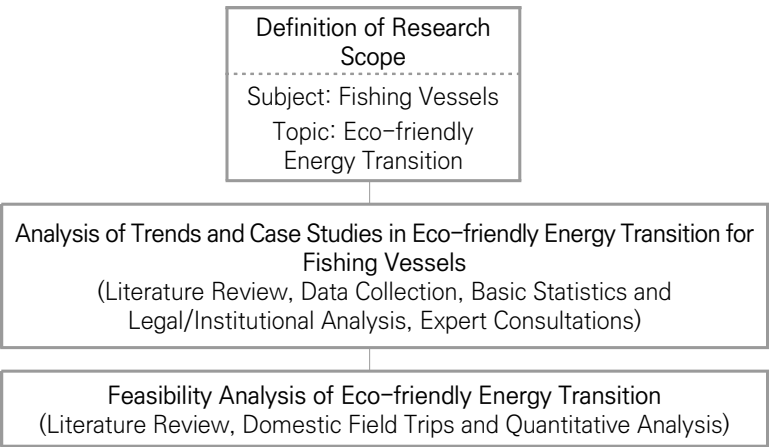
feasibility and acceptance of eco-friendly energy transitions, this study intends to set the direction for the energy transition of fishing vessels and propose necessary policy measures for the transition.

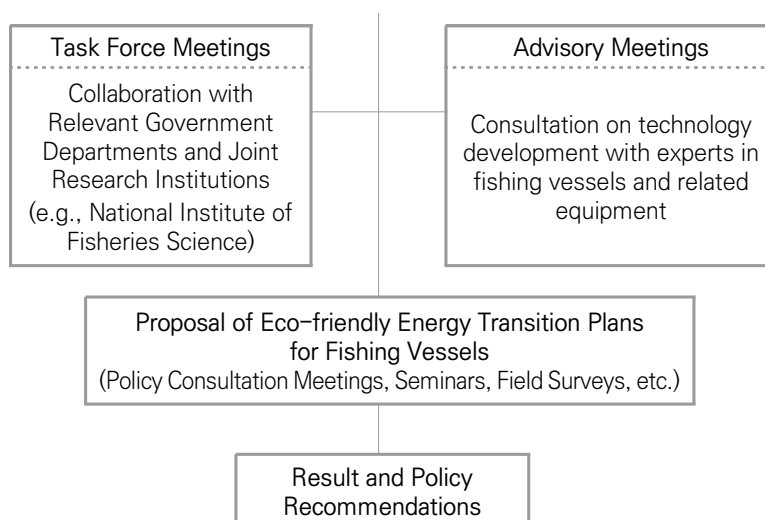
2. Methodology and Features

1) Methodology

- This study first established the scope of the research by defining the subject and topic. In the process of analyzing the trends in eco-friendly energy transitions for fishing vessels, we conducted literature reviews, data collection, basic statistics and legal and institutional analyses, and consultations with experts.

〈Picture〉 Research Project Structure





- Following this, advanced cases of eco-friendly energy conversion for fishing vessels were benchmarked through literature reviews, domestic field surveys, and international workshops.
- Lastly, to derive strategies for eco-friendly energy conversion in fishing vessels, policy forums and seminars with relevant government agencies and organizations were organized. Additionally, quantitative analyses, including cost-benefit analysis based on greenhouse gas reduction targets, were conducted to assess the feasibility of eco-friendly energy conversion.

2) Features

- This study proposes measures for eco-friendly energy conversion in fishing vessels through an analysis of trends, challenges, domestic and international case studies, as well as utilizing economic feasibility analysis of eco-friendly energy conversion in fishing vessels.
- This study stands out from previous studies by diagnosing the necessity of eco-friendly energy conversion in the fishing industry and various obstacles that may arise during the transition, providing policy responses for the fishing sector for the first time.
- Furthermore, this study differs in its analytical methodology by not only identifying legal and regulatory obstacles that may arise from energy conversion in fishing vessels but also assessing the economic benefits and costs, thus analyzing the feasibility of eco-friendly energy conversion in fishing vessels.

3. Result

1) Summary

- This study aims to lead the marine and fisheries sector to carbon neutrality by 2050 through enhancing effectiveness,

improving laws and regulations, activating businesses, expanding conversion infrastructure, and fostering human resources. This study proposes five major transformational measures across three sectors:

- **Enhancing Effectiveness and Improving Laws and Regulations**
 - Improving effectiveness through priority setting for eco-friendly energy conversion
 - Revision of fishing vessel laws
- **Activating Businesses and Expanding Conversion Infrastructure**
 - Activating pilot projects using regulatory-free zones
 - Expanding infrastructure for eco-friendly energy conversion such as charging facilities
- **Fostering Human Resources**
 - Developing integrated educational programs related to eco-friendly ships and fostering field-oriented human resources

2) Policy recommendations

- **Enhancing Effectiveness and Improving Laws and Regulations**
 - (Prioritizing Eco-friendly Energy Conversion) It is essential to assess the feasibility of eco-friendly energy conversion by categorizing various types of coastal vessels, including aquaculture support vessels, inland fishing vessels, and fishery training vessels, based on their relatively short operational distances, less sensitivity to onboard space utilization, and

low-speed requirements. Detailed classification of coastal vessels with a usual tonnage of less than 5 tons based on specific sub-sectors is necessary to consider the feasibility of technology application.

- (Revision of Fishing Vessel Laws) There is a need to redefine the definition of battery-powered propulsion vessels to include electric (hybrid) propulsion vessels and establish specific criteria, including the definition of terms such as cells, modules, systems, Battery Management Systems (BMS), and off-gas, within the law.
- **Activating Businesses and Expanding Conversion Infrastructure**
- (Utilizing Free Economic Zones for Pilot Projects) To overcome the limitations posed by existing laws and regulations hindering the commercialization of companies possessing eco-friendly energy conversion technology, it is crucial to activate pilot projects for eco-friendly energy conversion technologies on fishing vessels utilizing the Free Economic Zone system. This initiative aims to establish a strategy for seizing a leading position in advanced technology based on the successful implementation of these pilot projects.
- (Expansion of Infrastructure for Eco-friendly Energy Conversion) In addition to focusing on technological development related to eco-friendly energy conversion for fishing vessels, there is a pressing need to concentrate efforts on establishing infrastructure such as charging facilities and power grids necessary for the conversion process.

- **Fostering Human Resources**
- (Development of Linked Education Programs and Field-oriented Personnel Training for Eco-friendly Ships) Considering the shortage of personnel in eco-friendly ship-related fields, it is imperative to develop linked education programs tailored to eco-friendly ships. Moreover, given the diverse distribution of various types of vessels across different maritime zones, fostering field-oriented personnel through on-site surveys and field investigations is crucial.

3) Expected effects including policy contribution

- (Policy Expectations) By establishing eco-friendly energy conversion measures for fishing vessels, it is anticipated to enhance carbon neutrality compliance in the fisheries sector.
- (Social and Economic Expectations) Development of eco-friendly fishing vessels is expected to pioneer new markets for small and medium-sized shipbuilding industries, enhance corporate competitiveness, and contribute to job creation. This transition accelerates the transformation of the shipbuilding and marine equipment industries into green industries.
- (Environmental Expectations) Implementation of eco-friendly energy conversion for fishing vessels is anticipated to reduce greenhouse gas emissions and mitigate fine particulate matter, leading to improvements in marine environmental quality.

01

서론

제1절 연구 필요성 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

우리나라 전체 선박 수는 95,499척으로, 이 중 어선(양식선 및 지도·관리선 등 포함) 척수는 전체 선박 수의 69.5%(66,362척)를 차지하고 있다.¹⁾ 또한 어업에 의한 온실가스 배출량은 2019년 기준 284만 8천 톤을 기록하며,²⁾ 농업 및 임업에서의 온실가스 배출량(113만 4천 톤)보다 2.5배 이상으로 높은 수준이다. 온실가스 배출량이 높은 어선을 생산 수단으로 하는 어업에서의 탄소저감 필요성에도 불구하고, 선박의 온실가스 저감 및 친환경에너지 전환의 일환으로 수립된 ‘제1차 친환경선박 기본계획’에서는 어선이 제외되어 있어, 어선의 탄소저감 이행 등에 대한 중장기적 방향성 정립이 필요한 상황이다.

한편 전 세계적인 온실가스 감축 이행 노력과 함께 친환경에너지가 새로운 성장 산업으로 급부상하고 있다. 과거 에너지 개발에 따른 비용 부담

1) 국가통계포털, 등록어선통계; 해양수산부 통계시스템

2) 환경부 온실가스종합정보센터(2022), p. 3-52.

때문에 산업으로서 성장의 한계가 있었던 친환경에너지 기술은 전 세계의 탄소중립 달성 노력과 함께 경쟁력을 갖추어 가고 있다. 러시아-우크라이나 사태뿐만 아니라 최근에 발생한 이란-이스라엘 전쟁 등 중동 지역의 분쟁이 가져올 화석연료 에너지의 가격 불안전성을 고려한다면, 향후 이러한 추세는 지구온난화와 에너지 안보 문제로 인해 더욱 강화될 것으로 보인다.

일반선박과 달리, 어선 크기는 법적으로 제한되어 왔고, 업종별 조업특성 및 어획대상 어종에 따라 배의 형태, 기관 마력, 조업방식 및 다양한 어업장비가 설치되어 있어 어선에 적용가능한 친환경에너지 전환 기술에 있어서는 한계가 존재해 왔다. 어선의 크기는 어획강도와 연계될 수 있고, 이는 궁극적으로 수산자원의 남획으로 이어질 수 있는 우려가 존재해 왔기 때문에 지금까지 어선의 크기는 총 톤수 제한 등으로 관리되어 왔으며, 수송 등을 목적으로 이용되는 대부분의 선박과는 달리 어선은 이동뿐만 아니라 선상에서의 '조업'을 목적으로 이용되는 특징이 존재하기 때문에 업종별·어종별 특성에 따른 다양한 형태의 장비·설비가 존재한다. 전기추진 및 LPG추진 시스템 등 어선에 적용가능한 친환경에너지 전환 기술은 이러한 업종별·어종별 특성 등에 따른 한계가 존재하므로, 에너지 전환 기술이 적용가능한 어선 유형을 파악하고, 우선순위를 정할 필요가 있다. 이를 통해 단계적 온실가스 감축목표 이행을 위한 효과 분석 등 연구 수행이 필요한 시점이다.

해외에서는 전기추진어선 개발 및 충전인프라 구축 등 어선의 친환경에너지 전환 정책 사업이 추진되고 있으며, 국내의 경우 친환경어선 개발 및 상용화와 관련한 업계의 제도 개선 요구가 점차 증가하고 있으나, 이러한 국내외 상황을 반영한 정책연구는 미흡한 실정이다. 일례로, 에너지 전환 정책에 있어 아이슬란드는 연료전지 선박 시범운영의 주요 대상으로 소형 어선을 포함시켜 1일 조업 어선을 대상으로 한 길이 10~14미터, 순 톤수 3.5톤, 300~400마력 수준의 순수전기어선 개발 및 주요 항·포구를 대상

으로 한 전기충전 인프라 구축이 진행 중이다.³⁾ 화물선 등 대형선박의 친환경에너지 전환 기술을 어선에 적용하고자 하는 업계의 노력은 증가하고 있으나, 「어선법」에서는 지금까지 화석연료 기반 동력·추진시스템 및 관련 설비만을 규정하고 있어, 친환경연료 전환 기술을 적용·상용화할 수 있는 법률개정에 대한 업계 요구가 증가하는 실정이다.

2. 연구의 목적

본 연구는 우리나라 전체 선박의 높은 비중을 차지하고 있는 어선어업 탄소저감 이행의 실효성 제고와 친환경에너지 사용 확대를 통한 신산업, 신시장 창출 및 지속가능한 해양관리 실현을 위해 어선어업의 친환경에너지 전환 방향 제시를 목적으로 한다. 국내 어선 및 관련 친환경에너지 전환 정책 현황, 해외 선진 기술 동향 및 친환경에너지 전환의 경제적 효과 등을 분석하여 어선의 친환경에너지 전환에 대한 방향을 설정함과 동시에 어선의 에너지 전환에 필요한 제도 개선 방안을 제시하고자 한다.

제2절 연구의 범위 및 방법

1. 범위

본 연구는 산업의 대상으로서 어선을 설정하고, 핵심 주제로서 친환경에너지 전환을 설정하였다. 또한 연구 내용의 범위는 다음과 같이 총 5개 장으

3) 아이슬란드 Grænafli사 제공

로 구성하였다. 먼저 제1장에서는 본 조사의 필요성 및 목적, 조사 범위 및 추진 방법, 그리고 선행연구에 관한 검토사항을 기술하였다.

제2장에서는 어선의 친환경에너지 전환 동향 및 사례를 분석하여 어선의 친환경에너지 전환을 위한 방향성을 정립하고자 하였다. 이를 위해 우선적으로 연근해어선 척수 및 온실가스 배출 현황을 살펴보고, 친환경에너지 전환 정책 동향 및 관련 법·제도와 기술지원 동향을 살펴보았다. 뿐만 아니라 국내외 친환경에너지 전환 사례를 살펴보고, 관련 시사점을 도출하였다. 우선 국내 사례에서는 자동차, 레저선박, 건설을 포함한 주요 산업 분야의 사례를 살펴보고, 국외 주요국 사례에서는 친환경선박 기술개발 동향 및 관련 지원 제도와 규제를 중심으로 한 노르웨이, 아이슬란드, 일본을 대상으로 한 주요국 사례를 살펴보았다.

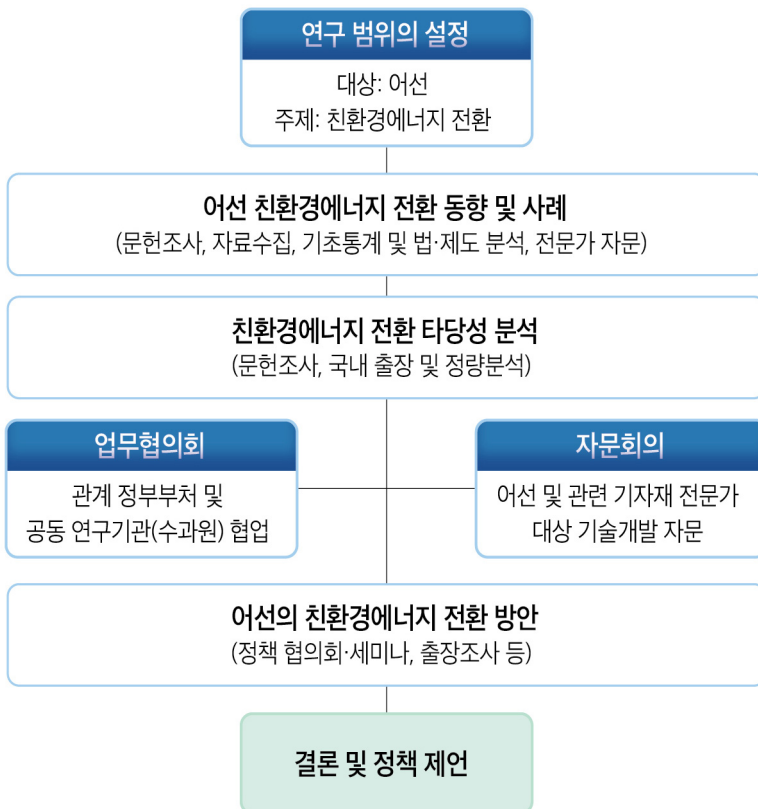
제3장에서는 친환경에너지 전환의 타당성 및 수용성 분석을 실시하였다. 우선 기술적 타당성 분석에서는 친환경에너지 전환 기술 개념의 부합성, 적절성 및 기술 적용 대상의 차별성을 분석하였다. 다음으로 환경경제적 타당성 분석에서는 온실가스 감축목표 및 환경개선편익을 고려한 친환경에너지 전환 어선 척수 산정, 그리고 면세유 지원액 등을 고려한 친환경에너지 전환의 연차별 투자비용을 산정하였다. 마지막으로 어업인 수용성에 있어서는 어선의 친환경에너지 전환 사업의 당위성 도출을 위해 「전기복합 추진 어선의 검증 및 실용화를 위한 기술개발과 체계 구축(2차년도)」 보고서의 설문조사 결과를 분석하였다.

제4장에서는 앞에서 제시한 친환경에너지 전환과 관련한 주요 분석 내용을 토대로 어선의 친환경에너지 전환 방안을 제시하였다. “어선의 친환경에너지 전환을 통한 해양수산 2050 탄소중립 선도”를 목표로 실효성 제고 및 법·제도 개선, 사업 활성화 및 전환 기반 확충, 인력 육성을 포함한 3개 부문에 대한 5대 전환 방안을 제시하였다.

2. 추진방법

본 연구에서의 추진방법은 다음과 같다. 먼저 연구의 대상 및 주제의 설정을 통한 연구범위 설정과 함께 어선의 친환경에너지 전환 동향을 분석하였다. 이 과정에서는 문헌조사, 자료수집, 기초통계 및 법·제도 분석, 전문가 자문을 실시하였다.

〈그림 1-1〉 연구추진 체계도



자료: 저자 작성

다음으로 국내외 친환경에너지 전환 사례 및 시사점에 있어서는 문헌조사, 국내 출장 조사 및 워크숍을 개최하여 우리나라 어선의 친환경에너지 전환에서 벤치마킹할 수 있는 선진 사례를 살펴보았다. 그리고 어선의 친환경에너지 전환 방안에 대한 최종 결론을 도출하기 위해서 정부 부처 및 유관기관과의 정책 협의회·세미나를 실시하였다. 또한 경제적 타당성 분석에 있어서는 정량분석 방법으로서 온실가스 감축목표에 따른 편익/비용 분석을 실시하였다.

제3절 선행연구 검토

지금까지 (친환경)에너지 전환과 관련하여 다양한 선행연구가 수행되어 왔다. 김지연 외(2022)는 수산식품산업의 탄소중립 대응방안 연구를 통해 수산식품산업 탄소배출량 추정 및 국내외 수산식품산업 탄소중립 정책 동향 및 사례를 분석하였다. 또한 설문조사 및 로짓모형 등의 통계분석을 활용하여 수산식품산업 탄소중립 요인 및 정책 우선순위를 도출하였고, 이를 바탕으로 수산식품산업의 탄소중립 대응방안을 제시하였다.

김지효·김현제(2021)는 에너지 전환 정책의 성과 및 향후 추진방향 연구를 통해 에너지 전환 정책의 추진성과를 진단하고, 앞으로의 지속적인 전환 동력 마련을 위한 정책 방향을 제시하였다. 김지효·김현제(2021)의 연구에서는 에너지 전환 정책 현황과 실적뿐만 아니라 국제에너지기구(International Energy Agency: IEA) 에너지 전환 지표 분석 및 에너지 전환 정책의 고용 영향 등을 포함한 다양한 사항이 수록된 점이 특징이라 할 수 있다.

한편 김현중 외(2021)는 탄소중립을 위한 녹색산업 유망분야 중장기 육성

전략 연구를 통해 탄소중립 실현을 위한 녹색산업 내 유망산업의 도출과 육성전략을 제시하였다. 또한 임성진 외(2021)는 지역주도 그린뉴딜과 에너지분권 연구를 통해 에너지 분권의 현황과 과제 모색을 통한 지역 에너지 전환 활성화 방안을 제시하기도 하였다.

심기섭·조지성·김영훈(2017)은 국내 여건에 적합한 항만 내 신재생에너지 개발·보급 및 확대방안을 제시하였다. 심기섭·조지성·김영훈(2017)의 주요 내용에는 국내 신재생 에너지정책과 항만의 확대 도입 가능성, 국내외 주요 항만의 신재생에너지 도입현황, 항만구역 신재생에너지 도입 결정 요소 분석, 항만구역 내 신재생에너지 확대방안 등의 사항이 포함되었다.

심진경(2016)은 해양에너지분야 정부연구개발사업의 민간참여 활성화 방안 연구를 통해 해양수산물 산업화 과제에 대한 민간참여 활성화 및 법·제도·정책적 지원방안을 제시하였다. 심진경(2016)의 연구에서는 신재생 에너지 산업화의 개념이 소개되었고, 신재생에너지와 관련한 산업발전단계를 분석하였다는 점이 주요 특징이라 할 수 있다.

〈표 1-1〉 주요 선행연구

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1 • 과제명: 수산식품산업의 탄소 중립 대응방안 연구 • 연구자(연도): 김지연 외 (2022) • 연구목적: 수산식품산업(가공업 중심)의 탄소중립 현황 분석 및 향후 정책 방안 제시	• 문헌분석 • 실태분석 및 설문조사 • 통계분석 (로짓모형) • 사례조사	• 수산식품산업 탄소배출량 추정 • 국내외 수산식품산업 탄소 중립 정책 동향 및 사례 • 수산식품산업 탄소중립 요인 및 정책 우선순위 분석 • 수산식품산업 탄소중립 대응 방안
	2 • 과제명: 에너지전환 정책의 성과 및 향후 추진방향 연구 • 연구자(연도): 김지호·김현제 (2021) • 연구목적: 에너지전환 정책의	• 문헌조사 • 현황 분석 및 사례조사 • 정성분석 (AHP)	• 에너지전환 정책 현황과 실적 • IEA 에너지전환 지표 분석 • 에너지전환 정책의 AHP 평가 • 에너지전환 정책의 고용 영향

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용	
주요 선행 연구	2	추진성과를 진단하여 지속적 인 전환 동력을 마련하기 위한 정책 방향 제시	• 정량분석 (에너지전환 지표 분석, 고용영향분석)	• 에너지전환 정책 시사점
	3	• 과제명: 탄소중립을 위한 녹색 산업 유망분야 중장기 육성 전략 연구 • 연구자(연도): 김현종 외 (2021) • 연구목적: 탄소중립을 위한 녹색산업 내 유망산업의 도출 과 육성전략 수립	• 문헌조사 • 현황 및 사례 분석 • 전문가 자문 • 기초통계분석 • 정성분석 (SWOT)	• 탄소중립 관련 녹색산업 • 탄소중립 녹색산업 유망분야 • 탄소중립 유망 녹색산업 육성 전략 • 유망 녹색산업 육성을 위한 정책제언
	4	• 과제명: 지역주도 그린뉴딜과 에너지분권 • 연구자(연도): 임성진 외 (2021) • 연구목적: 에너지 분권의 현황 과 과제 모색을 통한 지역 에너 지전환 활성화 방안 제시	• 문헌조사 • 현황 및 사례 분석 • 전문가 자문 • 통계 및 법률 분석	• 지역 에너지전환을 위한 그린 뉴딜 및 에너지분권의 과제 • 유럽의 에너지분권 사례와 시사점 • 국내 에너지분권 사례 및 지역에너지 현황 • 지역주도 그린뉴딜과 에너지 전환을 위한 법률 개정
	5	• 과제명: 친환경에너지 정책 추진강화에 따른 향만의 신재생에너지 확대방안 • 연구자(연도): 심기섭·조지성· 김영훈(2017) • 연구목적: 국내 여건에 적합한 향만 내 신재생에너지 개발· 보급 및 확대방안 제시	• 문헌조사 • 전문가 면담 및 자문회의 • 실증분석 (AHP) • 사례조사	• 국내 신재생 에너지정책과 향만의 확대 도입 가능성 • 국내외 주요 향만의 신재생 에너지 도입현황 • 향만구역 신재생에너지 도입 결정요소 분석 • 향만구역 내 신재생에너지 확대방안
	6	• 과제명: 해양에너지분야 정부 연구개발사업의 민간참여 활 성화 방안 연구 • 연구자(연도): 심진경(2016) • 연구목적: 해양수산부 산업화 과제에 대한 민간참여 활성화 및 법·제도·정책적 지원방안 모색	• 문헌조사 및 정책분석 • 기초통계 분석 • 정성분석 (SWOT, 산업발전단계 분석)	• 신재생에너지 산업화의 개념 • 태양광에너지 사업의 비교· 분석 • 산업발전단계분석 • 정성분석(SWOT)

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
본 연구	• 과제명: 어선의 친환경에너지 전환 방안 연구 • 연구자(연도): 고동훈 외 (2024) • 연구목적: 어선의 친환경에너지 전환 방안 제시를 통해 선박·어업 분야 탄소저감 이행 실효성 제고 및 지속가능한 해양 관리 실현 기여	• 문헌조사 및 정책분석 • 기초통계 분석 • 정성분석 (SWOT, 산업발전단계 분석)	• 어선의 친환경에너지 전환 동향과 문제점 • 국내외 친환경에너지 전환 사례 및 시사점 • 어선의 친환경에너지 전환 방안 및 정책수용성 분석

자료: 저자 작성

본 연구는 어선의 친환경에너지 전환 동향과 문제점, 국내외 친환경에너지 전환 사례 및 시사점, 어선의 친환경에너지 전환 방안 및 경제적 타당성 분석 등을 통해 어선의 친환경에너지 전환 방안을 제시하였다. 본 연구의 경우 어선어업 분야의 친환경에너지 전환 필요성과 그 전환에서 문제가 될 수 있는 다양한 장애 요인을 진단하고, 이에 대한 어업 분야의 정책적 대응 방안을 최초로 제시한 연구라는 점에서 선행연구와는 차별되는 특징이 있다. 또한 본 연구는 어선의 에너지 전환에 따라 수반될 수 있는 법제도적 장애 요인 도출뿐만 아니라 경제적 편익과 비용을 산정함으로써 어선의 친환경에너지 전환에 따른 법제도적 개선사항 도출 및 경제적 타당성을 분석하였다는 점에서 그 방법론에 있어서도 기존 선행연구와는 차별성이 존재한다.

02

어선의 친환경에너지 전환 동향 및 사례

제1절 연근해어선 척수 및 온실가스 배출 현황

1. 연근해어선 척수

지난 5년간(2018~2022년) 우리나라 연근해어선 척수는 연평균 40,017척으로, 어선 척수에 있어 연안어선의 비중(93.6%)이 근해어선의 비중(6.4%)보다 약 14배 이상을 차지한다.

〈표 2-1〉 2018~2022년 연근해어선 척수

단위: 척, %

구분	연평균	비중	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
합계	40,017	100.0	41,119	40,462	39,884	39,554	39,066
근해어선	2,575	6.4	2,720	2,677	2,613	2,492	2,372
연안어선	37,442	93.6	38,399	37,785	37,271	37,062	36,694

자료: 국가통계포털, 등록어선통계(검색일: 2024.4.10.)

또한 우리나라 연근해어선 척수는 지속적으로 감소하는 추세이며, 2022년 기준 근해어선 척수는 2,372척, 연안어업 어선 척수는 36,694척으로 연근해어업의 어선 척수는 총 39,066척으로 나타났으며, 이는 2016년의 연근해어선 척수(43,806척)⁴⁾와 비교하여 약 10%(4,117척) 감소한 수치임을 알 수 있다.

2022년 기준 선질별 연근해어선 척수에 있어서는 유리섬유강화플라스틱(FRP) 선질의 어선이 37,839척으로 전체 어선에서 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 그다음으로는 강선의 비중이 1.8%로, 이러한 강선은 연안어선에 비해 근해어선에서 상당수가 건조되고 있는 것으로 나타난 반면, 목선의 경우 이와 반대로 근해어선에 비해 연안어선에서 상당수가 건조되고 있음을 알 수 있다.

〈표 2-2〉 2022년 선질별 연근해어선 척수

단위: 척, %

구분	합계	강선	목선	F.R.P	기타
합계	39,066	692	373	37,839	162
비중	100.0	1.8	1.0	96.9	0.4
근해어선	2,372	680	6	1,683	3
연안어선	36,694	12	367	36,156	159

자료: 국가통계포털, 등록어선통계(검색일: 2024.4.10.)

한편 2022년 기준 우리나라 시도별 연근해어선 척수의 경우, 전남과 경남에 전체 어선 척수의 약 50% 이상이 분포되어 있는 것으로 나타났다. 전체 연근해어선 39,066척 중 전남 지역의 연근해어선 척수는 11,118척으로 (28.5%) 가장 많았으며, 그 다음으로 경남 지역이 10,944척(28%), 충남 3,705척(9.5%), 경북 2,769척(7.1%) 순으로 많은 어선 척수가 분포되어 있다. 반면 경기와 울산 지역의 경우 각각 543척(1.4%), 714척(1.8%)으로 전남 및 경남 지역에 비해 상대적으로 연근해어선 수가 적다.

시도별 근해어선 척수를 살펴보면 근해어선 2,372척 중 경남이 580척 (24.5%)으로 가장 많은 근해어선이 분포되어 있는 것으로 나타났으며, 전남이 472척(19.9%), 제주 364척(15.3%), 경북 297척(12.5%) 순으로 근해어선이 분포되어 있다. 반면 연안어선의 경우 전남과 경남이 각각 10,646척

4) 국가통계포털, 등록어선통계(검색일: 2024.4.10.)

(29%), 10,364척(28.2%)으로 상당수의 연안어선이 해당 지역에 분포되어 있고, 그다음으로는 충남 3,572척(9.6%), 경북 2,472척(6.7%), 강원 2,243척(6.1%) 순으로 연안어선이 분포되어 있다.

〈표 2-3〉 2022년 시도별 연근해어선 척수

단위: 척, %

구분	연근해어선		근해어선		연안어선	
	계	비중	계	비중	계	비중
총계	39,066	100.0	2,372	100.0	36,694	100.0
부산	2,319	5.9	240	10.1	2,079	5.7
대구	0	0.0	0	0.0	0	0.0
인천	1,193	3.1	46	1.9	1,147	3.1
울산	714	1.8	53	2.2	661	1.8
세종	0	0.0	0	0.0	0	0.0
대전	0	0.0	0	0.0	0	0.0
경기	543	1.4	2	0.1	541	1.5
강원	2,327	6.0	84	3.5	2,243	6.1
충북	0	0.0	0	0.0	0	0.0
충남	3,705	9.5	178	7.5	3,527	9.6
전북	1,655	4.2	56	2.4	1,599	4.4
전남	11,118	28.5	472	19.9	10,646	29.0
경북	2,769	7.1	297	12.5	2,472	6.7
경남	10,944	28.0	580	24.5	10,364	28.2
제주	1,779	4.6	364	15.3	1,415	3.9

자료: 국가통계포털, 등록어선통계(검색일: 2024.4.10.)

다음으로 2022년 기준 업종에 따른 연근해어선 척수의 분포를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 업종별 근해어선 척수를 살펴보면, 전체 2,372척(100.0%)의 근해어선 중 근해채낚기어업과 근해자망어업, 기선권현망어업의 어선이 각 404척(17%), 373척(15.7%), 271척(11.4%)으로 가장 많은 어선 척수가 분포되어 있는 것으로 나타났으며, 근해자리돔들망(0척, 0.0%)과 근해붕수

망(2척, 0.1%), 근해문어단지(9척, 0.4%) 업종의 근해어선은 존재하지 않거나, 타 업종에 비해 상대적으로 적게 분포되어 있다.

〈표 2-4〉 2022년 업종별 근해어선 척수

단위: 척, %

업종	척수	비중	업종	척수	비중
근해어업	2,372	100	기선권현망	271	11.4
외끌이대형저인망	39	1.6	근해자망	373	15.7
쌍끌이대형저인망	75	3.2	근해안강망	197	8.3
동해구외끌이중형저인망	28	1.2	근해봉수망	2	0.1
서남해구외끌이중형저인망	42	1.8	근해자리돔들망	0	0.0
서남해구쌍끌이중형저인망	15	0.6	잠수기	208	8.8
대형트롤	43	1.8	근해장어통발	47	2.0
동해구중형트롤	34	1.4	근해통발	132	5.6
대형선망	110	4.6	근해문어단지	9	0.4
소형선망	42	1.8	근해형망	41	1.7
근해채낚기	404	17.0	근해연승	260	11.0

자료: 국가통계포털, 등록어선통계(검색일: 2024.4.10.)

〈표 2-5〉 2022년 업종별 연안어선 척수

단위: 척, %

업종	척수	비중	업종	척수	비중
연안어업	36,694	100.0	연안조망	9	0.02
연안자망	12,170	33.2	연안선인망	0	0.0
연안개량안강망	374	1.0	연안복합	16,611	45.3
연안선망	231	0.6	구획어업(정치성)	1,680	4.6
연안통발	4,628	12.6	구획어업(이동성)	241	0.7
연안들망	100	0.3	정치망	650	1.8

자료: 국가통계포털, 등록어선통계(검색일: 2024.4.10.)

업종별 연안어선 척수의 경우, 전체 36,694척(100.0%) 중 연안복합어선이 16,611척(45.3%)으로 가장 많은 척수가 연안복합 업종에 분포되어 있으

며, 연안자망어선이 12,170척(33.2%)으로 연안복합어선과 연안자망어선이 전체 연안어선의 약 80%를 차지하고 있다.

2. 온실가스 배출 현황

1) 어업 분야 온실가스 배출 현황

2021년 5월 정부는 탄소중립 사회로의 전환을 도모하기 위한 추진체계로서 대통령 직속 ‘2050 탄소중립위원회’를 설립하였다. 2050 탄소중립위원회는 정부부처별 기술작업반을 통해 2050년 탄소중립 시나리오를 마련(2021년 10월)하였다. 이와 함께 ‘2018년 대비 40%를 감축’이라는 2030년 국가 온실가스 감축목표(이하 2030 NDC 상향안)를 UNFCCC(2021년 12월)에 제출한 바 있다.⁵⁾

기후변화에 대응하여 정책을 수립하고 이행하기 위해서는 국내 온실가스 배출원 및 흡수원을 파악하고 각 배출원과 흡수원에서의 배출량과 흡수량, 즉 국가 온실가스 인벤토리(온실가스 통계)를 정확하게 산정하는 것이 매우 중요하다. 우리나라는 ‘저탄소 녹색성장 기본법 시행령’에 따라 ‘국가 온실가스종합 정보관리체계’를 구축·운영하기 위해 2010년에 환경부 소속으로 온실가스종합정보센터를 설립하였다. 온실가스종합정보센터는 국가 온실가스 인벤토리 업무의 총괄기관으로서 국가 온실가스 인벤토리 산정·검증 방법을 규정한 ‘국가 온실가스 통계 산정·보고·검증 지침’을 관장기관에 제공하고, 국가 온실가스 배출량, 배출계수, 온실가스 관련 정보 및 통계를 관장하는 기관으로부터 취합·검증하여 확정된 통계를 공표한다. 온실가스종합정보센터는 ‘국가 온실가스 인벤토리 보고서(National Inventory Report, 이하 ‘NIR’)'의 발간을 통해 온실가스 통계 및 설명 자료를 공개하고 있다.

5) 환경부 온실가스종합정보센터(2022), p. 1~16.

가장 최근의 국가 온실가스 인벤토리 보고서는 2021년 UNFCCC에 제출한 제4차 격년갱신보고서로 1990년부터 2018년까지의 국가 온실가스 인벤토리 정보를 담고 있다.⁶⁾

우리나라 온실가스 인벤토리 보고서는 국내에서 인간 활동으로 인해 발생하는, 교토의정서에서 규정한 6대 직접온실가스인 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆)의 배출·흡수량을 보고한다.⁷⁾

〈표 2-6〉 기타 부문 배출원별 온실가스 유형

배출원	온실가스
상업/공공	이산화탄소(CO ₂), 메탄(CH ₄), 아산화질소(N ₂ O)
가정	이산화탄소(CO ₂), 메탄(CH ₄), 아산화질소(N ₂ O)
농업/임업/어업	이산화탄소(CO ₂), 메탄(CH ₄), 아산화질소(N ₂ O)

자료: 환경부 온실가스종합정보센터(2022), p. 3-52.

국가 온실가스 인벤토리 보고서에 나타난 어업 분야 온실가스 유형은 이러한 6대 직접온실가스 중 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O)가 집계되고 있으며, 어업은 기타 부문 중 농업 및 임업과 함께 분류되고 있다.

온실가스는 종류에 따라 대기 잔류 기간 동안 방열(radiative activity) 수준이 서로 다르다는 특징이 있다. 따라서 배출량의 수준 파악 및 상호 비교를 위해서 지구온난화지수(GWP: Global Warming Potential)를 사용하는데, 이를 기초로 산정된 CO₂ 환산량(carbon dioxide equivalent, 이하 'CO₂eq.')이 국가 총배출량으로 산정된다.⁸⁾

어업에서의 온실가스 배출 관련 활동자료는 석유류수급통계의 국내수급 현황 자료에 기초한다. 석유류수급통계에서 농림어업은 연근해어업, 원양

6) 환경부 온실가스종합정보센터(2022), p. 1-16.

7) 환경부 온실가스종합정보센터(2022), p. 1-52.

8) 환경부 온실가스종합정보센터(2022), p. 1-3.

어업, 달리 분류되지 않는 어업, 농업 및 수렵업, 임업으로 분류되며, 이 중에서 연근해어업, 원양어업, 달리 분류되지 않는 어업의 연료 소비량을 어업의 활동자료로 활용한다. 단 1990~1993년 활동자료의 경우, 석유류수급 통계의 정확성이 낮은 것으로 확인되어 별도의 추정을 통해 도출되었으며, 통계자료의 신뢰성이 높고 추세 변동의 폭이 작은 기간인 1994~1997년을 기준으로 석유류수급통계의 농림어업 대비 어업 소비량의 평균비율을 연료별로 산출하고, 이를 에너지통계연보의 1990~1993년 농림어업 연료별 소비량에 적용하여 연료별 어업 소비량을 도출한다.⁹⁾

〈표 2-7〉 2015~2019년 기타 부문 배출원 유형별 온실가스 배출량

단위: 천 톤 CO₂eq.

구분	연평균	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
상업/공공	15,073	15,493	15,456	15,405	15,106	13,906
가정	32,356	30,501	32,337	33,463	33,833	31,644
농업/임업/어업	3,893	4,226	4,008	3,715	3,534	3,982
농업/임업	1,141	1,509	1,119	949	996	1,134
어업	2,752	2,717	2,889	2,766	2,538	2,848
합계	51,321	50,221	51,800	52,582	52,472	49,532

주: 상기 표에 나타난 단위(CO₂eq.)는 '이산화탄소환산량'으로 온실가스 배출량을 이산화탄소로 환산한 양을 의미
자료: 환경부 온실가스종합정보센터(2022), p. 3-52.

지난 5년간(2015~2019년) 기타 부문 배출원 유형에 있어 어업에서의 온실가스 배출량을 살펴보면, 어업은 연평균 약 275만 2천 톤의 온실가스가 배출되고 있는 것으로 나타났다. 어업에서의 온실가스 배출량은 2015년 약 271만 7천 톤으로 시작하여, 증감을 반복해 오다가 2019년에는 284만 8천 톤의 온실가스를 배출한 것으로 나타났다. 이는 2015년 대비 4.8%의 온실가스 배출량이 더 증가해 왔다는 것을 의미하는 것으로, 전 산업 분야에 다양한 정책 수단을 통해 온실가스 감축 노력이 이루어지고 있는

9) 환경부 온실가스종합정보센터(2022), p. 3-56.

현재 추세에 어업 분야의 온실가스 감축 노력은 아직까지 제대로 된 효과가 나타나지 않고 있음을 알 수 있다.

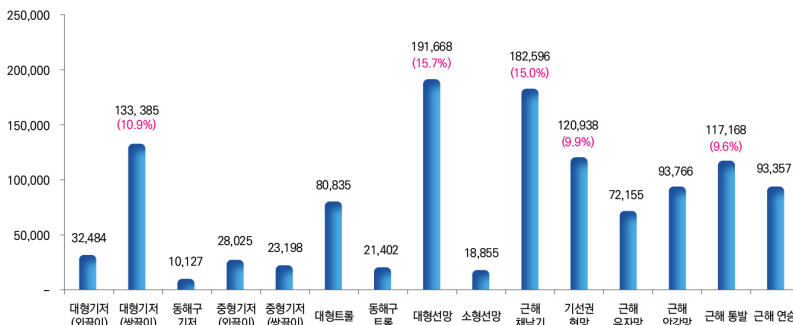
2) 주요 업종(어선)별 온실가스 배출 현황

2018년 전남대학교·국립수산물연구원은 ‘2030 온실가스 감축로드맵 수산 부문 대응 방안’ 보고서를 통해 근해어업 주요 15개 업종 및 연안어업 주요 9개 업종에 대한 온실가스 배출량 예측치를 산정한 바 있다. 이 연구에서 산정된 근해어업 및 연안어업의 업종별 온실가스 배출량 예측치를 정리하면 다음과 같다.

먼저 근해어업 15개 업종별 온실가스 배출량의 경우, 대형선망(어선)에서의 온실가스 배출량 예측치가 19만 1,668톤으로 15개 업종 중 가장 높은 온실가스 배출량을 기록할 것으로 예측하였고, 그다음으로는 근해채낚기(18만 2,596톤), 쌍끌이대형저인망(13만 3,385톤) 순으로 높은 온실가스 배출량 예측치를 기록하였다. 이러한 근해업종들은 현장조업의 특성상, 양망·양승 등의 과정에서 높은 힘이 요구되거나, 야간 시 집어등 사용을 통해 높은 에너지를 필요로 한다는 특징을 가지고 있다.

〈그림 2-1〉 근해어업 15개 업종별 온실가스 배출량 예측치

단위: 톤

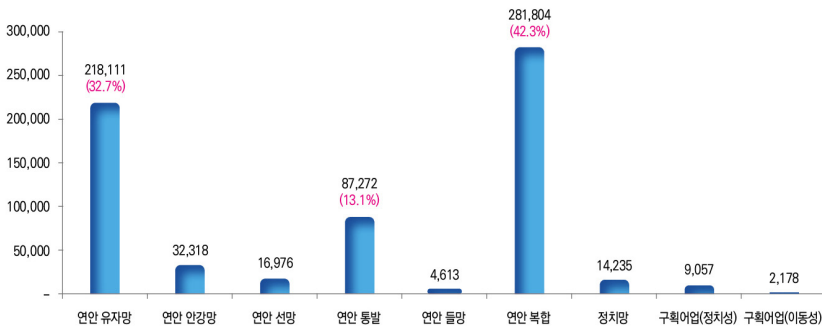


자료: 세미나 자료(2022.5.16.), 친환경 어선 개발보급 활성화 방안 세미나, 박준모 제공

다음으로 연안어업 9개 업종별 온실가스 배출량의 경우, 연안복합에서의 온실가스 배출량 예측치가 28만 1,804톤으로 9개 업종 중 가장 높은 온실가스 배출량을 기록할 것으로 예측하였고, 그다음으로는 연안유자망(21만 8,111톤), 연안통발(8만 7,272톤) 순으로 높은 온실가스 배출량 예측치를 기록하였다. 이러한 연안업종들은 현장조업을 고려할 시 양망·양승 등의 과정에서 높은 힘이 요구되거나, 야간 시 집어등 사용을 통해 높은 에너지를 필요로 한다는 점에서 근해 업종과 유사한 특징을 가지고 있고, 또한 일부 업종들은 어장의 선점을 위한 경쟁조업으로 인해 빠른 속도로 이동해야 한다는 특징도 지닌 것으로 파악된다.

〈그림 2-2〉 연안어업 9개 업종별 온실가스 배출량 예측치

단위: 톤



자료: 세미나 자료(2022.5.16.), 친환경 어선 개발보급 활성화 방안 세미나, 박준모 제공

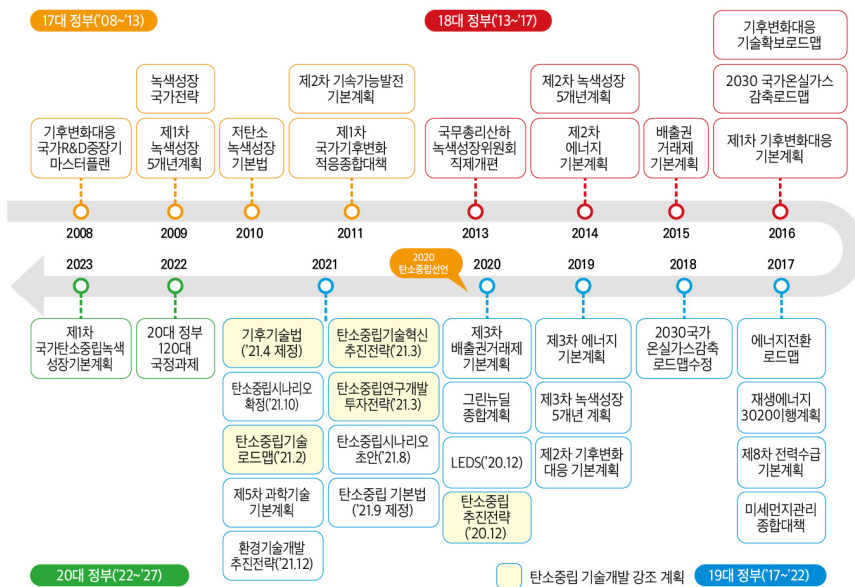
제2절 친환경에너지 전환 정책 동향

1. 에너지 전환 관련 정책수립 현황

에너지 전환에 있어 우리나라는 1993년 유엔 기후변화협약(UNFCCC)

가입을 통해 기후변화 방지를 위한 국제사회 노력에 먼저 동참해 왔다. 2008년 수립한 ‘기후변화대응 종합기본계획’에 따라 중기 국가 온실가스 감축목표로 2020년 배출 전망 대비 30% 감축 방안을 2009년에 발표하였으며, 2010년에는 ‘저탄소 녹색성장 기본법’을 제정하여 저탄소 사회구현을 위한 법적 근거를 마련하였다. 이후 온실가스종합정보센터를 중심으로 관계부처 공동 작업반을 구성·운영하여 7개 부문 25개 업종에 대한 2020년까지의 연도별 감축목표를 2011년에 결정하고, 이를 달성하기 위한 부문별 이행 계획이 담긴 ‘국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵(2020)’을 2014년 발표하였다.¹⁰⁾

〈그림 2-3〉 에너지 전환 관련 정책수립 현황



자료: 한국환경산업기술원(2023), p. 12.

10) 환경부 온실가스종합정보센터(2022), p. 1-1.

2021년 5월 정부는 산업·경제·사회 모든 영역에서 탄소중립 사회로의 전환을 도모하기 위한 추진체계로서 대통령 직속 ‘2050 탄소중립위원회’를 설립하고, 2021년 8월 ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립녹색성장 기본법안(이하 탄소중립기본법)’을 제정(시행 2022년 3월)함으로써 2050년 탄소중립 목표설정과 이행을 위한 법적 기반을 확보하였다. 우리나라의 탄소중립 기본법은 전 세계에서 14번째로 2050 탄소중립 비전과 이행체계를 법제화한 것으로 국가 전략, 중장기 온실가스 감축목표, 그리고 기본계획 수립과 이행점검 등의 법정 절차를 체계화하였다. 특히 2030년 국가 온실가스 감축 목표와 관련해서 2017년 배출량 대비 24.4%를 감축한다는 기존 NDC(강신안) 목표보다 강화된 수준인 2018년 배출량 대비 35% 이상을 ‘감축목표의 최소치’로서 법률에 명시하여 정부가 보다 강력한 정책 수립과 이행을 추진토록 권한과 의무를 부여하였다. 2050 탄소중립위원회는 정부 부처가 기술작업반을 통해 마련한 탄소중립 시나리오 초안을 바탕으로 2050년 탄소중립 시나리오를 마련(2021년 10월)하였으며, 이와 함께 ‘2018년 대비 40%를 감축’하는 보다 상향된 2030년 국가 온실가스 감축목표(이하 2030 NDC 상향안)를 UNFCCC(2021년 12월)에 제출하였다.¹¹⁾

2. 국가 주요 상위계획

기후변화 대응을 위한 에너지 전환 정책은 지속적인 노력을 통해 마련되고 있으며, 20대 정부 120대 국정과제 이전부터 탄소중립 이행전략을 위한 2050 탄소중립 추진전략, 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안 등을 통해 마련되어 왔다. 이러한 국가 주요 상위계획의 주요 내용을 보다 더 면밀히 살펴보면 다음과 같다.

11) 환경부 온실가스종합정보센터(2022), p. 1-2.

1) 국정과제

2022년 5월 10일 대한민국 제6공화국의 여덟 번째 정부로서 '다시 대한민국, 새로운 국민의 나라'라는 슬로건을 내걸고 제20대 윤석열 대통령 정부는 출범했다.¹²⁾ 새 정부 출범과 함께 2022년 7월에 마련된 120대 국정과제는 “과학적인 탄소중립 이행방안 마련으로 녹색경제 전환”(국정과제 86)을 목표로 하는 내용을 담고 있다.

본 목표의 주요 내용으로는 크게 탄소중립 이행방안 조정, 탄소무역장벽 대응, 지역·국민 탄소중립 실천, 그리고 녹색산업·기술육성 등이 포함되는데, 먼저 탄소중립 이행방안 조정에 있어서는 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 준수하되, 부문별로 현실적 감축 수단을 마련하여 법정 국가계획에 반영한다는 내용을 담고 있다. 탄소무역장벽 대응의 경우 배출권거래제 유상할당 확대안을 검토하고, 늘어난 수입은 기업의 감축활동을 지원하는 선순환 체계를 구축한다는 내용을 담고 있으며, 지역·국민 탄소중립 실천에 있어서는 지자체 탄소중립지원센터 설립·운영을 2027년까지 100개소 이상으로 확대하고, 지역별 대표모델로 탄소중립 그린도시를 확산한다는 내용을 담고 있다. 마지막으로 녹색산업·기술육성에 있어서는 2022년부터 중소·중견기업 대상 ESG 종합 컨설팅, 2026년까지 환경표지 대상품목 확대 및 인증기준 강화한다는 내용을 담고 있으며, 이를 위해 녹색융합클러스터 조성 등으로 기후테크, 환경 IoT, 바이오가스 등 5대 녹색 신산업을 집중 육성한다는 내용을 담고 있다.¹³⁾

12) KBS WORLD KOREAN 홈페이지(검색일: 2023.11.18.)

13) 정부업무평가 홈페이지(검색일: 2023.11.18.)

2) 대한민국 2050 탄소중립 전략¹⁴⁾

정부는 2020년 15개 부처가 참여하는 범정부협의체를 통해 기후변화 대응을 위한 국제사회의 노력에 적극 동참하면서 지속가능한 선순환 탄소중립 사회의 기반을 마련하기 위해서 2050년까지의 탄소중립을 목표로 한 장기 저탄소 발전전략(LEDs)을 수립하였다. ‘기후변화 대응을 위한 국제사회 노력에 적극 동조’, ‘지속가능한 선순환 탄소중립 사회 기반 마련’, ‘국민 모두의 공동노력 추진’이라는 기본원칙을 바탕으로 한 장기 저탄소 발전전략(LEDs)에서는 2050 탄소중립 5대 기본방향으로서, 깨끗하게 생산된 전기·수소의 활용 확대, 에너지 효율의 혁신적인 향상, 탄소 제거 등 미래기술의 상용화, 순환경제 확대로 산업의 지속가능성 제고, 탄소흡수 수단 강화가 포함된다. 이 중 에너지 전환 정책의 방향과 관련해서는 3개의 기본방향과 연관되어 있는데, 먼저 기본방향 1(깨끗하게 생산된 전기·수소의 활용 확대)에서는 2050 비전 달성의 가장 중요한 과제로 탄소중립을 실현하기 위한 에너지 전환 가속화가 핵심이라 할 수 있다.¹⁵⁾ 또한 에너지 공급 시스템에 있어서는 태양광, 풍력, 수력 등 탄소 배출이 없는 에너지원이 중심이 되며, 활용 측면에 있어서는 2050년까지 비전 달성을 위해 화석연료 기반의 운송수단을 전기 및 수소 등의 친환경 에너지원을 기반으로 한 운송수단으로 대체할 것을 강조하고 있다. 다음으로 기본방향 2(에너지 효율의 혁신적인 향상)는 에너지 소비 감축 전략으로 에너지 효율 향상 및 비용 절감을 통해 산업 경쟁력 제고 및 연관 산업의 육성에 기여하는 것이 핵심이다. 마지막으로 기본방향 3(탄소 제거 등 미래기술의 상용화)은 산업 현장에서 이산화탄소의 제거 등을 위한 미래기술을 상용화하는 것이라 말할 수 있다.

14) 대한민국정부(2020), p. 6.

15) 대한민국정부(2020), p. 44.

〈그림 2-4〉 2050 탄소중립 5대 기본방향



자료: 대한민국정부(2020), p. 7.

3) 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안¹⁶⁾

2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안이 마련된 배경에는 ‘국제사회의 기후위기 대응강화’와 ‘주요국 NDC 상향¹⁷⁾’을 포함한 2가지로 대별된다. 국제사회는 기후위기 대응 강화를 위해서 2015년 12월에 기후위기 대응 체제인 파리협정을 채택하였고, 2018년 10월에는 IPCC(기후변화에 관한 정부간 패널)에서 지구 온도 상승을 1.5℃ 이내로 줄이기 위한 특별보고서를 발간하게 되었다. 또한 2019년에는 9월에 기후행동 정상회의의 그리고 11월에는 25차 당사국총회를 거쳐 주요국의 탄소중립 공식 선언이 확산됨에 따라 현 정부의 정책 의지를 반영하여 국내 감축규모를 확대하는 내용의 로드맵을 수정하였고, 2020년 10월의 “2050 탄소중립 선언”에 대한 후속 조치로서 감축목표 상향계획을 발표하게 되었다. 이후 탄소중립 시나리오

16) 관계부처 합동(2021.10.18.), p. 1~11, 요약·발체 작성

17) NDC(Nationally Determined Contribution)는 기후변화 파리협정에 따라 당사국이 자발적으로 발표하는 국가 온실가스 감축목표

와 NDC 상향안을 연계하기 위한 기술작업반 운영 및 관계부처 협의를 진행하였으며, 2021년 10월 18일 NDC 상향안을 발표하게 되었고, 끝으로 2021년 10월 27일 국무회의에서 2030년 국가 온실가스 감축목표(NDC)가 최종 확정되었다.

2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안은 온실가스 배출량에 대한 부문별 감축목표를 담고 있다. 2030년 온실가스 배출량을 2018년 배출량인 727.6백만 톤 대비 40%(291백만 톤)를 감축하여 2030년에는 436.6백만 톤을 배출할 것으로 목표로 하고 있고, 이는 기존의 26.3% 감축에서 대폭 상향된 것으로 상향안의 연평균 감축률은 4.17%로 EU(1.98%), 미국(2.81%), 일본(3.56%)에 비해 높은 수준의 상향안이라 볼 수 있다.

본 상향안의 주요 내용으로는 전기·열 생산 부문에서 석탄발전의 축소 및 신재생에너지의 확대 등을 통해서 2018년(269.6백만 톤) 대비 44.4%를 감축하는 목표와 함께, 산업 부문에서는 석유화학 원료의 전환, 철강 공정 전환 등을 통해 2018년 대비 14.5%를 감축하고, 건물 부문에서는 제로에너지 건축의 활성화 유도 및 에너지 고효율 기기의 보급, 스마트에너지 관리 등을 통해 기준연도 대비 32.8%를 감축하는 내용을 포함하고 있다. 특히 농축수산 부문 중 농축산업에서는 비료사용 저감, 저메탄 사료 공급 확대가 추진되고, 수산업에서는 어선 노후기관 대체, 에너지절감 시설·설비 보급을 통한 감축이 추진된다.

〈표 2-8〉 2030 국가온실가스 부문별 감축 목표

단위: 백만톤CO₂eq

구분	부문	기준연도('18)	現 NDC ('18년 比 감축률)	NDC 상향안 ('18년 比 감축률)
배출량*		727.6	536.1 (△191.5, △26.3%)	436.6 (△291.0, △40.0%)
배출	전환	269.6	192.7 (△28.5%)	149.9 (△44.4%)

구분	부문	기준연도('18)	現 NDC ('18년 比 감축률)	NDC 상향안 ('18년 比 감축률)
배출	산업	260.5	243.8 (△6.4%)	222.6 (△14.5%)
	건물	52.1	41.9 (△19.5%)	35.0 (△32.8%)
	수송	98.1	70.6 (△28.1%)	61.0 (△37.8%)
	농축수산	24.7	19.4 (△21.6%)	18.0 (△27.1%)
	폐기물	17.1	11.0 (△35.6%)	9.1 (△46.8%)
	수소	-	-	7.6
	기타(탈루 등)	5.6	5.2	3.9
흡수 및 제거	흡수원	-41.3	-22.1	-26.7
	CCUS	-	-10.3	-10.3
	국외 감축**	-	-16.2	-33.5

자료: 관계부처 합동(2021.10.18.), p. 11.

3. 정부 부처 주요계획

해양수산부의 에너지 전환 정책과 관련하여 대표적으로 해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵¹⁸⁾을 들 수 있다.

해양 기후위기 가속화에 대한 시급한 대응 요구, 탄소중립 준비 초기 단계로서의 전면적 개편 요구, 온실가스 흡수원 발굴·확대 필요에 부응하기 위해 마련된 해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵은 “2050 해양수산 탄소배출 네거티브(Negative)”를 비전으로 설정하고, 정량적 목표로서 2050년 해양수산분야 탄소배출량을 323.7만 톤으로 설정하여, 2018년 배출량 406.1만 톤 대비 729.8만 톤 감축을 목표로 하고 있다.

18) 해양수산부(2021), 「해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵」

〈표 2-9〉 해양수산분야 2050 탄소중립 시나리오

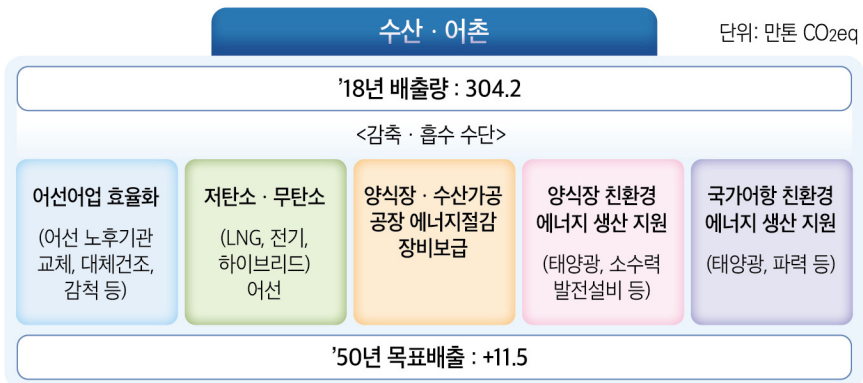
단위: 만 톤

부문	'18년 배출량	'50년 목표배출량
해운	101.9	30.7(△69.9%)
수산·어촌	304.2	11.5(△96.2%)
해양에너지	-	-229.7(순감)
블루카본	-	-136.2(순감)
합계	406.1	-323.7

자료: 해양수산부(2021), p. 9.

또한 수산·어촌 부문에 있어 온실가스 감축을 위한 주요 수단으로서 어선 노후기관 교체, 대체건조, 감척사업 등을 통한 어선어업 효율화, LNG 및 전기 등을 활용한 저탄소·무탄소 어선 개발의 사향이 포함되며, 이 외에도 양식장·수산물가공공장 에너지절감 장비 보급, 양식장 친환경에너지 생산 지원, 국가어항 친환경에너지 생산 지원 등을 포함한 감축 수단이 포함된다.

〈그림 2-5〉 배출전망 및 감축수단(안)



자료: 해양수산부(2021), p. 9.

제3절 친환경에너지 전환 관련 법·제도 및 기술지원 동향

1. 법·제도 동향

1) 탄소중립 및 친환경에너지 전환 관련 주요 법령

2022년을 전후로 탄소중립 및 친환경에너지 전환과 관련한 다양한 법률이 제정·시행되어 왔다. 이러한 법률 중 어선어업 외 분야에 대한 주요 법률을 살펴보면 다음과 같다.

〈표 2-10〉 친환경에너지 전환 관련 법령 및 관할 주무 부처

법령	주요 내용	부처
기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법 (2022년 3월 시행) *기존 저탄소 녹색성장 기본법 폐지	- 온실가스 배출·흡수 현황 및 전망 - 부문별·연도별 이행대책 수립	환경부
환경정책기본법 (2022년 3월 시행)	국가와 지자체는 환경보전을 위한 실험·조사·연구·기술개발 등 환경과학기술 진흥에 필요한 시책 마련	환경부
대기환경보전법 (2022년 12월 시행)	- 대기오염도 예측·발표 - 기후·생태계 변화유발물질 배출 억제 - 대기환경개선 종합계획 수립 - 장거리 이동 대기오염물질 피해방지 종합대책의 수립 등	환경부
온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 (2022년 3월 시행)	- 온실가스 감축목표를 고려한 계획기간의 운영 - 경제성장과 부문별·업종별 신규 투자 및 시설 확장 등에 따른 온실가스 배출 전망 - 에너지 가격 및 물가 변동 등 경제적 영향 - 국내 산업의 지원 대책, 국제협력	환경부
기후변화 대응 기술개발 촉진법 (2021년 10월 시행)	- 국가 및 지자체의 기후변화 대응기술개발의 책무 - 기후변화 대응 기술개발 기본계획의 수립·시행 - 시행계획의 수립·시행, 기술개발사업의 추진	과학기술 정보통신부

법령	주요 내용	부처
에너지법 (2022년 3월)	- 기술개발 관련 에너지 부분 온실가스 배출량 통계 산정 - 온실가스 배출 현황과 온실가스 감축 대책의 추진 현황 및 계획	산업통상 자원부

자료: 한국환경산업기술원(2023), p. 13.

(1) 기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(탄소중립기본법)¹⁹⁾

‘탄소중립기본법’은 기후위기의 심각한 영향을 예방하기 위해, 온실가스 감축 및 기후위기 적응대책을 강화하고, 녹색기술과 녹색산업의 육성·촉진·활성화를 통해 경제와 환경의 조화로운 발전을 도모하기 위한 기본적인 사항을 규정하기 위해 제정되었다. 2021년 9월 제정되어, 2022년 3월 시행되었으며, 2050년 탄소중립을 국가 비전으로 명시, 이를 달성하기 위한 국가 전략, 중장기 온실가스 감축목표, 기본계획 수립 및 이행점검 등의 법적 절차를 체계화하여 제시하고 있다. 동 법은 국가비전·전략, 중장기 국가 온실가스 감축목표 및 이행현황 점검(제7조~제9조), 국가, 시·도, 시·군·구의 탄소중립 녹색성장 기본계획 수립과 추진현황 점검(제10조~제13조), 탄소중립 녹색성장 위원회 설치 및 운영(제15조~제22조), 온실가스 감축 시책(제23조~제36조), 기후변화 적응시책(제37조~제46조) 등에 대한 법적 근거를 제시하고 있는데, 각 사항에 대한 보다 자세한 사항을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 감축목표 및 이행점검의 경우 동 법 제7조~제9조는 탄소중립 사회 이행이라는 국가비전, 2030년까지 온실가스 배출량을 35% 이상(2018년 대비) 감축하고, 위원회를 통한 이행현황을 점검할 것을 명시하고 있다. 다음으로 기본계획 수립에 대한 사항과 관련하여 동 법 제10조~제13조는 국가, 시·도 및 시·군·구의 탄소중립녹색성장 기본계획을 수립·시행하고, 추진 현황 및 주요성과를 매년 정성·정량적으로 점검 후 결과 보고서를 작성 및

19) 국가법령정보센터, 탄소중립기본법(검색일: 2024.3.21.)

공개해야 함을 명시하고 있다. 또한 동 법 제15조에는 2050 탄소중립 녹색 성장위원회를 두어 정책의 기본방향, 국가 비전 및 중장기 감축목표 설정, 국가·시도 및 시군구 계획을 점검하도록 하고 있고, 분과위원회 또는 특별 위원회를 운영할 것을 명시하고 있으며, 동 법 제23조~제36조는 기후변화 영향평가, 온실가스 감축인지예산, 온실가스 배출권거래제, 공공부문 온실 가스 목표관리 및 관리업체의 온실가스 목표관리, 지역 에너지 전환, 녹색 건물 확대 등의 국가 지원의 타당성에 대한 법적 근거를 제시하고 있다. 마지막으로 동 법 제37조~제53조는 기후위기의 감시·예측, 국가 기후위기 적응대책의 수립·시행 및 추진 사항 점검 등에 대한 국가 지원의 타당성에 대한 법적 근거를 제시하고 있다.

(2) 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률²⁰⁾

「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」은 “국가 온실가스 감축 목표를 효율적으로 달성하고 전 세계적인 기후변화 대응노력에 적극 동참 하기 위하여 온실가스를 다량으로 배출하는 업체에 온실가스 배출권을 할당 하고 시장을 통해 거래할 수 있도록 하는 제도”의 도입을 위해 제정되었다. 동 법에는 배출권거래제 기본계획의 수립 등(제4조), 국가 배출권 할당계획 의 수립 등(제5조)에 대한 법적 근거를 제시하고 있으며, 동 법 제4조는 경제 성장과 부문별·업종별 신규 투자 및 시설 확장 등에 따른 온실가스 배출 전망, 에너지 가격 및 물가 변동 등 경제적 영향, 국내 산업의 지원대책 및 국제협력 등을 고려하여 온실가스 배출권거래제 기본계획 수립을 법적으로 명시하고 있을 뿐만 아니라, 제5조는 국가 온실가스 감축목표를 고려한 배출 권 할당계획 수립에 대해 명시하고 있다.

20) 국가법령정보센터, 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률(검색일: 2024.3.21.)

(3) 기후변화 대응 기술개발 촉진법(기후기술법)²¹⁾

‘기후기술법’은 온실가스 감축과 기후변화 적응에 관한 기술의 연구기반을 조성하여 이를 체계적으로 육성·발전시키고, 국제사회와 협력을 증진하여 기후변화 대응과 관련된 책임을 다하고, 탄소중립의 실현과 국민 경제 발전에 이바지하기 위한 기본적인 사항을 규정하기 위해 제정되었다. 2021년 4월 제정, 2021년 10월 시행되었으며, 기후변화 대응을 위한 기본 계획과 시행계획의 수립·시행과 기술개발 활동에 대한 법적 절차를 체계화하여 제시하고 있다. 2050년 탄소중립을 국가 비전으로 명시, 이를 달성하기 위한 국가전략, 중장기 온실가스 감축목표, 기본계획 수립 및 이행점검 등의 법적 절차를 제시하고 있을 뿐만 아니라, 동 법은 국가 및 지방자치단체의 기후변화 대응기술개발의 책무(제3조), 기후변화대응 기술개발 기본계획의 수립·시행(제5조), 시행계획의 수립·시행(제6조), 기술개발사업의 추진(제8조) 등에 대한 법적 근거를 제시하고 있다.

2) 어선 및 관련 기자재 관련 주요 법령

(1) 어선법

「어선법」은 건조, 등록, 검사, 거래, 연구·개발 등을 포함한 어선의 전반적인 사항을 규정한 법으로, 이러한 규정을 통하여 어선의 효율적인 관리와 안전성을 확보하고, 어선의 성능 향상을 도모함으로써 어업생산력의 증진과 수산업의 발전에 이바지함을 목적으로 한다. 동 법 제2조에서는 어선, 개조, 만재흡수선(滿載吸水線), 복원성에 대한 법적 정의가 규정되어 있으며, 법적 구성으로는 9개의 장, 52개의 조문 및 부칙으로 구성되어 있다.

21) 국가법령정보센터, 기후기술법(검색일: 2024.3.21.)

〈표 2-11〉 어선법 구성 및 주요 내용

구분		주요 내용
제1장 총칙	제1~6조	목적, 정의, 어선의 설비, 복원성 승인 및 유지, 만재할수선의 표시 등, 무선설비, 어선위치발신장치, 국제협약 규정의 적용
제2장 어선의 건조	제7~12조	건조·개조의 허가 등, 허가의 취소 등
제3장 어선의 등록	제13~20조	어선의 등기와 등록, 소형어선 소유권 변동의 효력, 압류등록, 어선의 총톤수 측정 등, 선박국적증서 등의 비치, 어선 명칭 등의 표시와 번호판의 부착, 등록사항의 변경, 선박국적증서 등의 재발급, 등록의 말소와 선박국적증서 등의 반납
제4장 어선의 검사 등	제21~30조	어선의 검사, 건조검사 등, 어선 검사 후 어선의 상태유지, 형식 승인 및 검정 등, 형식승인의 취소 등, 형식승인시험기관의 지정 및 지정취소 등, 지정사업자의 지정, 지정사업장의 지정 취소 등, 하역설비의 확인 등, 검사증서의 발급 등, 검사증서의 유효 기간, 검사증서 등의 비치, 재검사의 신청
제5장 어선 등의 거래	제31조	어선거래시스템 등의 구축·운영, 어선중개업의 등록, 결격사유, 어선중개업 등록의 취소 등, 휴업·폐업 등의 신고, 과징금의 처분, 어선중개업자에 대한 교육, 거래계약서의 작성 등, 보증보험의 가입 등
제6장 어선의 연구·개발	제32~33조	어선의 조사·연구, 표준어선형의 개발
제7장 삭제	제34~36조	-
제8장 보칙	제37조~42조	다른 법률의 준용, 위반행위에 대한 지도·단속 등, 청문, 수수료, 권한의 위임 등, 검사업무 등의 대행, 공단에 대한 경비의 보조, 법정대리인의 의무
제9장 벌칙	제43~52조	벌칙, 양벌규정, 벌칙의 적용, 벌칙 적용의 예외, 벌칙 적용에서의 공무원 의제, 과태료,
부칙		-

자료: 국가법령정보센터, 어선법(검색일: 2024.2.21.)

(2) 친환경선박법²²⁾

선박을 대상으로 하는 환경규제가 ‘물’에서 ‘대기’로 확산되고 있는 가운데, 국제해사기구(IMO)를 선두로 국가 및 지역 단위의 환경규제도 강화되어 왔다. 이에 해외 선진 해운사들은 환경친화적 선박을 구매하여 대응하고

22) 국가법령정보센터, 친환경선박법(검색일: 2024.2.21.)

있는 반면, 국내 해운업계는 환경친화적 선박에 대한 투자재원 부족과 관련 규제로 인한 비용 부담 등으로 어려움을 겪고 있을 뿐만 아니라, 국내 조선업계도 선박공급 과잉으로 신규 수주가 급감하고 선박 가격이 하락하는 등 다양한 경영 위기에 처해 왔다. 이에 정부는 「환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」을 제정함으로써 환경친화적 선박에 대한 집중적인 투자와 판로 확대를 통하여 위기 극복을 위한 발판을 마련하고자 하였다.

〈표 2-12〉 친환경선박법의 구성 및 주요 내용

구분	주요 내용
제1조 목적	친환경선박의 개발 및 보급 증진을 위한 해운산업 발전에 이바지하고, 청정한 해양환경 조성
제2조 정의	- 해양오염 저감 기술이 적용되거나 선박 에너지 효율성 향상이 가능하도록 설계된 선박 - 액화천연가스 등 환경친화적인 에너지를 동력원으로 사용하는 선박 - 전기공급원으로부터 충전 받은 동력 에너지를 동력원으로 사용하는 전기 추진 선박 - 화석 연료 에너지와 전기에너지를 조합하여 동력원으로 사용하는 하이브리드 선박 - 수소 등을 사용하여 발생시킨 전기에너지를 동력원으로 사용하는 연료 전지 추진 선박
제5조 보급시행 계획	- 환경친화적 선박의 보급 지원대상 - 환경친화적 선박의 선종 및 선종별 보급 지원 물량 - 기반 시설 구축에 관한 사항 - 재정지원 기준에 관한 사항 - 친환경적 선박의 보급을 위하여 필요한 사항
제6조 기자재 인증	해양수산부 장관은 환경친화적 선박 또는 기자재에 대하여 인증제를 시행 가능
제8조 기술개발 지원	- 핵심기술에 관한 연구개발 - 환경친화적 선박 기술의 현장 적용 - 환경친화적 선박의 국내외 기술 개발 정보의 수집 및 제공 - 환경친화적 선박의 기술 개발을 위하여 필요한 사항
제10조 구매자 및 소유자에 대한 지원	국가나 지방자치단체는 환경친화적 선박의 구매자 또는 소유자에게 선박의 매입, 개조 및 기자재의 설치와 교체 등의 필요한 자금 일부 지원 가능

구분	주요 내용
제12조 친환경선박 전환 지원	• 국가나 지방자치단체는 선령 등의 이유로 노후 선박의 소유자에 대하여 노후 선박을 폐선하고 환경친화적 선박으로의 전환을 권고할 수 있음 • 국가나 지방자치단체는 환경친화적 선박으로 전환하는 자에 대하여 필요한 자금을 지원할 수 있음
제13조 친환경선박 의무 구입	• 국가, 지방자치단체, 지방 공기업의 장은 선박을 조달하는 경우 특별한 사정이 없으면 환경친화적 선박으로 구입하여야 함
제16조 업무위탁	• 국가나 지방자치단체는 사업 추진에 필요한 사업 평가 및 관리 등의 업무를 전문기관에 위탁할 수 있음

자료: 국가법령정보센터, 친환경선박법(검색일: 2024.2.21.)

2018년 12월 제정, 2020년 1월에 시행된 「환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」(친환경선박법)은 환경친화적 선박의 개발 및 보급을 촉진하기 위한 종합적인 계획 및 시책을 수립하여 추진하도록 함으로써 조선해운산업의 지속적인 발전과 깨끗한 해양환경 조성을 도모하여 국가경제에 이바지함을 목적으로 한다. 친환경선박법의 주요 내용으로는 친환경선박의 제조 기술 개발 및 보급 계획 수립, 친환경선박의 제조 기술 개발 및 보급 증진 지원 사항, 해양수산부와 산업통상자원부의 5년 단위별 친환경선박의 개발 및 보급 증진과 관련한 기본계획 수립, 친환경선박의 제조 과정에 사용되는 기자재 관련 인증제 시행 및 정부·지자체의 친환경선박 구입 의무화에 대한 사항이 포함된다.

(3) 선박안전법

「선박안전법」은 선박의 감항성 유지 및 안전운항에 필요한 사항을 규정함으로써 국민의 생명과 재산을 보호함을 목적으로 한다. 1961년에 시행되어 제정된 이후 본 법은 지속적으로 개정되어 왔으며, 해상에서의 인명 안전을 위한 국제협약의 개정에 따라 세계해상조난 및 안전제도의 시행에 관한 사항을 이 법에 수용하고, 선박의 불법개조를 방지하여 선박의 안전

성을 도모하고자 마련되었다. 또한, 인명의 안전을 위하여 선박제조검사의 대상 선박을 확대하고, 벌칙을 상향 조정하여 법 집행의 실효성을 높이는 등 현행규정의 시행상 나타난 일부 미비점을 보완하였다.

〈표 2-13〉 선박안전법의 구성 및 주요 내용

구분	주요 내용
제1장 총칙	제1조 목적, 제2조 정의, 제3조 적용범위, 제4조 선박시설 기준의 적용, 제5조 국제협약과의 관계, 제6조 선박의 검사 등에의 참여 등
제2장 선박의 검사	제7조 건조검사, 제8조 정기검사, 제9조 중간검사, 제10조 임시검사, 제11조 임시항해검사, 제12조 국제협약검사, 제13조 도면의 승인 등, 제14조 검사의 준비 등, 제15조 선박검사 후 선박의 상태유지, 제16조 선박검사증서 및 국제협약검사증서의 유효기간 등, 제17조 선박검사증서 등이 없는 선박의 항해금지
제3장 선박용물건 또는 소형선박의 형식승인 등	제18조 형식승인 및 검정, 제19조 형식승인의 취소 등, 제20조 지정사업장의 지정, 제21조 지정사업장의 지정취소 등, 제22조 예비검사
제4장 컨테이너의 형식승인 등	제23조 컨테이너의 형식승인 및 검정 등, 제24조 컨테이너의 안전점검, 제25조 컨테이너의 사용금지 등
제5장 선박시설의 기준 등	제26조 선박시설의 기준, 제27조 만재흘수선의 표시 등, 제28조 복원성의 유지, 제29조 무선설비, 제30조 선박위치발신장치
제6장 안전항해를 위한 조치	제31조 선장의 권한, 제32조 항해용 간행물의 비치, 제33조 조타실의 시야확보 등, 제34조 하역설비의 확인 등, 제35조 하역설비검사기록 및 비치, 제36조 화물정보의 제공, 제37조 유독성가스농도 측정기의 제공 등, 제38조 소독약품 사용에 따른 안전조치, 제39조 화물의 적재·고박 방법 등, 제40조 산적화물의 운송, 제41조 위험물의 운송, 제41조의2 위험물 안전운송 교육 등, 제42조 유조선 등에 대한 강화검사, 제43조 예인선에 대한 예인선항해검사, 제44조 고인화성 연료유 등의 사용제한
제7장 삭제	
제8장 검사업무의 대행 등	제60조 검사 등 업무의 대행, 제61조 대행업무의 차질에 따른 조치, 제62조 대행업무에 관한 감독, 제63조 삭제, 제64조 컨테이너검정 등의 대행, 제65조 위험물 관련 검사·승인의 대행, 제66조 외국정부 등이 행한 검사의 인정, 제67조 대행검사기관의 배상책임
제9장 항만국 통제	제68조 항만국통제, 제69조 외국의 항만국통제 등, 제70조 공표
제10장 특별검사 등	제71조 특별검사, 제72조 재검사 등

구분	주요 내용
제11장 보칙	제73조 선급법인의 선박검사, 제74조 결함신고에 따른 확인 등, 제75조 보고·자료제출명령 등, 제76조 선박검사관, 제76조의2 선박검사관의 취업제한, 제77조 선박검사원, 제77조의2 위험물검사원, 제78조 청문, 제79조 조사 및 연구, 제80조 수수료, 제81조 권한의 위임, 제82조 벌칙 적용에서의 공무원 의제
제12장 벌칙	제83조 벌칙, 제84조 벌칙, 제85조 벌칙, 제86조 벌칙, 제86조의2 양벌규정, 제87조 벌칙 적용의 예외, 제88조 벌칙의 적용, 제89조 과태료

자료: 국가법령정보센터, 선박안전법(검색일: 2024.2.21.)

2. 기술지원 동향

에너지 전환 정책과 관련하여 중앙 부처를 중심으로 다양한 기술지원 정책이 추진되어 왔다. 이를 감축 설비 도입 및 연료 전환 지원, 기술혁신 및 연구개발 지원, 그리고 금융 지원(융자, 보증 등)으로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

1) 감축 설비 도입 및 연료 전환 지원

감축 설비 도입 및 연료 전환 지원은 현존하는 감축 기술이나 설비를 도입하고 탄소 배출이 적은 연료로 전환할 수 있도록 기업이나 사업장에 보조금 성격의 자금을 지원하는 사업 유형이다. 배출량 및 사업장 진단, 감축 컨설팅, 설비 구입 및 설치 단계까지 지원하는 패키지 형식이 주를 차지한다. 또한 국내 중소기업 업종 분포 및 배출량 특성을 고려하여 고배출 업종을 영위하거나 탄소중립을 선언한 대기업의 협력사 등 탈탄소화가 시급한 기업을 우대하거나 우선적으로 지원하는 제도도 존재한다.

〈표 2-14〉 국내 중소·중견기업 대상 에너지 감축 설비 도입 및 연료 전환 지원사업

사업명	지원 내용	부처 (예산)
온실가스 감축설비 지원	- 중소·중견기업에 설비 구입비, 설계비, 공사비, 컨설팅비 등 지원 - 보조율: 중소기업 70%, 중견기업 50%	환경부 (704억 원)
산단 내 클린팩토리 구축 지원	- 전국 산업단지와 제조업 밀집지역 내 중소·중견 제조업 대상 사업장 진단, 공정개선 등 맞춤형 지원 - 총 350개 클린팩토리 구축(사업장별 평균 6천만 원 지원) - 보조율: 중소 75% 이내, 중견 50% 이내	산업부 (231억 원)
탄소중립 경영혁신 바우처	- 중소기업 혁신바우처 사업의 일환으로 중소기업 저탄소 경영 컨설팅과 기술지원 프로그램 바우처 제공 - 정부지원금 90%, 기업분담금 10%	중기부 (172억 원)
저탄소 청정연료 전환사업	- 산단 집단에너지사업자의 청정연료 설비 전환 비용 지원 - 중소기업 또는 중견기업에 설비 구입비, 설계비, 공사비, 컨설팅비 등 지원, 보조율 50%	환경부 (100억 원)
중소기업 탄소중립 전환지원(시범)	- 자발적 감축을 희망하는 중소기업 대상(고배출업종, 탄소 중립 대기업 협력사 등 우대 지원) - 진단, 전략 수립 및 최적 감축설비 도출, 설비 도입 패키지 지원	중기부 (55억 원)

자료: 김은미·이성희(2023), p. 79.

2) 기술혁신 및 연구개발 지원

다음으로 기술혁신 및 연구개발 지원은 당장 도입할 수 있는 감축 기술이나 설비보다는 중장기적인 관점에서 탄소 배출을 획기적으로 저감할 수 있는 기술혁신과 연구개발에 대한 보조금 성격의 지원이다. 앞서 감축 설비 도입 지원사업들은 주로 단일 연도 안에 종료되는 반면 연구개발 사업은 특성상 최대 2~3년간 지원 가능한 것이 특징이다.

2022년 공고 기준 과학기술정보통신부는 ‘기후환경 연구개발’ 사업에 신규 사업 예산 437억 원을 포함해 1,399억 원을 배정하였다. 단계도약형 탄소중립 기술이나 석유대체 친환경 화학기술의 개발, 탄소 포집·활용, 과학 기술 부문 혁신 인재양성 등 다양한 프로그램이 포함되었다.

〈표 2-15〉 국내 중소·중견기업 대상 에너지 전환 관련 기술혁신 및 연구개발 지원사업

사업명	지원 내용	부처(예산)
기후환경 연구개발	• 단계도약형 탄소중립 기술개발, 친환경 화학기술 개발, CCU 3050, 과학기술 인재양성 등 기후환경 연구개발 지원	과기정통부 (1,339억 원)
그린뉴딜 유망기업 100 프로젝트	1) 녹색혁신기업 성장지원: 5대 선도 녹색산업 중기 15개 내외 - 사업화: 시제품 제작, 평가, 컨설팅 등 최대 3년 22.5억 원 이내 - 연구개발: 응용개발 연구개발 최대 3년 7.5억 원 이내	환경부 (150억 원)
	2) 그린벤처 프로그램: 5대 선도 녹색산업 중기 15개 내외 - 연구개발: 기술개발 자금 최대 3년 12.5억 원 내외 - 사업화: 컨설팅, 시장조사, 시제품 제작 등 최대 3년 17.5억 원	중기부 (150억 원)
에코 스타트업 지원	• 녹색산업 분야 예비창업자 및 창업기업 대상 창업/성장 지원 • 사업화 자금, 역량 강화 프로그램 • '23년 총 152개사 대상 사업화자금: 예비창업자 0.6억 원 이내, 창업기업 1.2억 원 이내, 성장창업기업 2.5억 원 이내	환경부 (158억 원)
중소기업 탄소중립 선도모델 개발 지원	• 중소기업(주관연구기관), 공동연구기관, 중소기업(실증 테스트베드 제공) 등 3개 이상 기관으로 구성된 컨소시엄 지원 • '22년 10개 과제 최대 2년 20억 원 이내, 지정공모	중기부 (50억 원)
중소기업 Net-Zero 기술혁신 개발	1) 품목지정과제: 중기 탄소중립 유망품목 기술개발 지원 - 중기 기술 로드맵에 포함된 10대 분야 60개 품목 대상 - 중소기업-연구기관 컨소시엄 지원 - 최대 3년 15억 원 이내, 정부지원금 80% 이내	중기부 (30억 원)
	2) 지정공모과제: 저탄소 중소 벤처기업 육성 지원 - 탄소중립 기술혁신 10대 기술 분야 제안요청서(RFP) 과제 - 중소기업-연구기관 컨소시엄 지원 - 최대 3년 30억 원 이내, 정부지원금 80% 이내	중기부 (30억 원)

자료: 김은미·이성희(2023), p. 81.

‘그린뉴딜 유망기업 100 프로젝트’는 환경부와 중소벤처기업부가 2022년까지 각각 50개씩 그린뉴딜 유망 중소기업을 선정하여 이들의 성장을 지원하는 사업이다. 녹색산업 5대 우선분야(청정대기, 자원순환, 스마트 물, 기후 대응, 녹색 융복합) 기술을 보유한 중소기업을 선정하여 최대 3년간 연구개발과 사업화에 필요한 자금을 동시에 지원하는 것이 특징이다. 또한 환경부는 2020년부터 우수한 녹색산업 아이디어와 기술을 보유한 예비창업자와

초기 창업기업을 지원하는 ‘에코 스타트업 사업’을 운영하고 있다. 2023년 공고 기준 총 152개사를 대상으로 사업화 자금과 역량 강화 프로그램을 지원하기 위해 158억 원이 배정되었다. 예비창업자, 초기 창업기업, 성장 창업기업(업력 7년 이내)에 대해 차등적으로 사업화 자금을 지원한다.

3) 금융 지원(융자, 보증 등)

앞서 소개한 두 가지 기술지원 유형이 보조금 성격이라면 세 번째 유형은 상환 의무가 있는 장기/저리 융자를 제공하거나 보증을 통해 기업이 금융기관으로부터 대출을 받을 수 있도록 돕는 금융 지원이다. 중소벤처기업부는 2022년 5월부터 기술보증기금을 통해 ‘탄소가치평가보증’을 공급하고 있다. 이는 탄소저감 연료로 전환하거나 고효율 설비에 투자하는 기업, 탄소저감 기술 및 제품 개발 기업, 직간접적으로 감축 효과를 낼 수 있는 기업 등을 대상으로 감축효과를 화폐가치로 환산하여 보증한도를 추가 우대하는 제도이다. 탄소감축률에 따라 최대 0.4%p 보증료를 감면하거나 보증비율을 최저 90~100% 우대한다. 신용보증기금과 기술보증기금은 감축 시설 도입 기업이나 기후기술 개발 및 사업화를 추진 중인 기업에 대해 별도의 보증 프로그램을 운영하고 있다. 이 외에도 환경부는 탈탄소화 투자 생태계 조성을 위해 기업이 감축 및 저탄소 산업으로 전환하는 목적으로 민간 금융기관에서 자금 조달 시 해당 금융기관에 대출 이자 일부를 지원하는 사업도 시행하고 있다.

〈표 2-16〉 국내 중소·중견기업 대상 에너지 전환 관련 금융 지원사업

사업명	지원 내용	부처(예산)
탄소가치 평가보증	• '22년 5월부터 기술보증기금을 통해 공급 • 감축효과를 화폐가치로 환산하여 보증한도 추가 우대	중기부 (5,000억 원)
녹색 공정전환 보증	• 감축 시설 도입 또는 공정 개선 기업 등에 보증 실시 • 중소기업 최대 100억 원, 중견기업 200억 원까지 지원	신용보증기금
탄소중립 전환선도 프로젝트 융자지원	• 감축 시설 및 연구개발 투자 계획이 있는 기업에 장기/저리 융자자금 지원 • 기업규모에 따라 융자비율 차등(중소 100%, 중견 90%)	산업부 (1,500억 원)
녹색정책 금융 활성화	• 기업이 감축 공정/산업 전환에 필요한 자금을 민간 금융기관에서 낮은 대출금리로 확보하도록 대출 이자 일부를 금융기관에 지원(온실가스/에너지 감축 우대 대출상품 취급 금융기관 대상)	환경부 (142억 원)
중소기업 정책자금 융자 : Net-Zero 유망기업	• 그린기술 사업화 및 저탄소전환 추진 중소기업에 장기/저리의 자금 공급 • '22년 총 5.06조 원 예산 중 넷제로 유망기업 대상 한도 65억 원 • 시설자금 10년 이내, 운전자금 5년 이내, 정책자금 기준 금리+0.5%p, ESG 자가진단 및 탄소중립 수준진단 실시	중기부 (65억 원)
기후기술보증	• 기후기술(감축, 적응) 개발 및 사업화 추진 중인 중소기업 기술사업평가등급 B 이상인 기업 대상	기술보증기금

자료: 김은미·이성희(2023), p. 83.

제4절 국내외 친환경에너지 전환 사례와 시사점

1. 국내 주요 분야별 사례

1) 자동차

친환경에너지 전환의 가장 대표적인 사례로는 자동차 분야를 손꼽을 수 있다. 환경친화적 또는 친환경자동차의 유형으로는 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제2조 제3호부터 제8호까지의 규정에 명시되어 있으며, 이는 “전기자동차, 태양광자동차, 하이브리드자동차, 수소전기자동차 또는 「대기환경보전법」 제46조 제1항에 따른 “배출가스 허용 기준이 적용되는 자동차 중 산업통상자원부령으로 정하는 환경기준에 부합하는 자동차”가 포함된다.²³⁾

(1) 친환경자동차 지원제도²⁴⁾

정부는 ‘친환경자동차법’ 제10조에 따라 친환경자동차 구매 시 세제감면과 구매보조금 등을 통해 구매자에게 다양한 지원 정책을 수행하였으며, 전기버스를 포함한 전기차, 수소연료전지차 등을 환경친화적인 자동차로 지정하여 세제감면과 보조금 지원 등의 혜택을 지원하였다.²⁵⁾

23) 국가법령정보센터, 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률(검색일: 2024.2.21.)

24) 산업통상자원부(검색일: 2023.12.14.)의 내용을 중심으로 요약·정리함

25) 산업연구원(2017), p. 140.

〈표 2-17〉 친환경자동차 관련 부처별 세제지원 내용

부 처	소관 법률	최대 면제금액(만 원)
기재부	- 법률: 「조세특례제한법」 제109조 '제④~⑥항' 신설 - 개별소비세: 공장도價의 5%, 교육세: 개별소비세의 30%	개별소비세(200), 교육세(60)
행안부	- 법률: 「지방세특례제한법」 제66조 '제④항' 신설 - 취득세: 과세표준액(공장도價+개별소비세+교육세)의 7%	취득세(140)
국토부	- 법률: 「도시철도법 시행령」 [별표2] 비고란 제2호 '타목' 신설 - 공채 매입금액: 과세표준액의 9%(소형), 12%(중형), 20%(대형)	- 공채할인 금액(20) - 매입금액의 최대 200만 원 (할인을 10% 적용)

자료: 대한민국 정책브리핑(검색일: 2024.3.12.)

세제감면의 경우 등록단계에서 「지방세특례제한법」 제66조 제4항의 '노후경유자동차 교체에 대한 취득세 감면'에 따라 취득세를 최대 140만 원까지 감면한 바 있으며, 2022년 12월 31일에 일몰 예정이었던 동 제도는 2024년 12월 31일로 연장되기도 하였다.²⁶⁾ 2019년 12월 31일까지 취득세액이 140만 원 이하일 경우에는 전액 면제하도록 하며, 초과하는 경우에는 140만 원을 공제하게 되어 있었으며, 2021년 1월 1일부터 2022년 12월 31일까지는 취득세액이 40만 원 이하인 경우에만 적용되었다. 또한, 전기·수소전기버스의 경우는 「지방세특례제한법」 제70조 제4항에 따라 취득세가 2024년 12월 31일까지 면제되었다.

구매보조금의 경우 환경부에서 지원하는 국가보조금과 지방자치단체에서 지원하는 지자체보조금으로 이원화되어 있으며 매년 지원대상이나 지원금액 등은 보급상황에 맞추어 변경되었다. 개인, 법인, 공공기관, 지방자치단체, 지방공기업 등(중앙행정기관 제외)이 전기자동차 보조금 지원 대상 자동차를 신규구매 및 등록할 경우 보조금을 지원받을 수 있게 되었다.²⁷⁾

26) 지방세특례제한법 제66조 제4항 및 제70조 제4항

27) 광주광역시(검색일: 2023.11.14.)

2022년 보조금 제도의 경우 차종별 최대보조금액을 인하하는 대신 차종별 보급물량을 대폭 확대하기도 하였으며, 지원 대수는 2021년에서 2022년을 기준으로 승용차의 경우 75,000대에서 164,500대로 확대하고, 화물차의 경우에는 25,000대에서 41,000대로, 승합차의 경우에는 1,000대에서 2,000대로 확대되었다.²⁸⁾

전기승용차의 경우 자동차 성능, 저공해차보급목표제 대상 업체 차량 여부 및 보급목표 달성실적, 가격 인하 여부를 고려하여 최대 700만 원 범위 내에서 차등 지원하였다.²⁹⁾ 전기차 대중화를 가속화하고, 보급형 차량의 수를 확대하기 위해 기존의 보조금 지급의 구간별 지원 상한액을 인하하도록 변경하기도 하였으며, 2021년 기준 6천만 원 미만일 경우에는 전액 보조되며, 6~9천만 원 미만의 경우 50%, 9천만 원 이상은 지원을 중단하기도 하였다. 2022년에는 5.5천만 원 미만일 경우 전액 보조로 상한액이 축소, 5.5~8.5천만 원 미만의 경우 50% 지원, 8.5천만 원 이상 미지원하기로 변경되기도 하였다.

(2) 친환경차 관련 규제³⁰⁾

자동차 관련 환경규제는 연비 규제, 배출가스 규제, 온실가스 배출규제, 저공해차량 의무판매제, 高배출차량 운행제한 등 다양하게 시행되고 있다. 자동차 규제는 대부분 환경규제에 초점이 맞추어져 있으며, 주로 자동차 운행 시에 발생하는 배기가스 또는 온실가스의 저감을 목표로 나라별로 국가의 목표 정책이나 다양한 산업적·환경적 특징을 고려하여 제도를 운영해 오고 있다. 주로 자동차에서 배출되는 유해가스 배출억제에 초점을 두고 있는 대기오염 대책과 지구온난화 대책으로 구분할 수 있다.

28) 산업통상자원부(검색일: 2023.12.14.)

29) 무공해차 통합누리집 홈페이지(검색일: 2023.11.7.)

30) 전문가 자문 의견 내용을 중심으로 요약·정리함

〈표 2-18〉 자동차 관련 주요 환경규제

단계	규제대상	규제내용	담당부처
개발 · 생산	사업장	사업장 환경규제 - 대기/수질/소음 환경규제, 통합관리제도 등 * 대기환경보전법, 물환경보전법, 소음진동관리법, 화관법	환경부
		온실가스 배출권거래제 * 온실가스배출권의 할당 및 거래에 관한 법률	
	자동차	제조사 배출가스/소음 규제 - 제조사 배출가스 인증, 타이어 소음인증 등 * 대기환경보전법, 소음진동관리법	환경부
		화학물질 규제 - 4대 중금속 이용제한, 재활용가능률 준수 공표, 제품화학 물질 규제 * 전기전자·자동차 자원순환법, 화평법, 화학제품안전법, 잔류성오염물질관리법 등	
판매 · 보급	자동차	평균연비/온실가스 규제 * 녹색성장기본법, 대기환경보전법, 에너지이용합리화법	환경부 산업부
		무공해차 보급 - 전기차 보조금, 저무공해차 보급목표제, 구매목표제 * 대기환경보전법	환경부
		충전인프라 - 충전소 구축지원, 구축의무 등 * 대기환경보전법, 환친차법	환경부 산업부
운행	자동차	운행차배출가스 허용규제 - 배출가스 등급제, 운행제한, 저공해조치, 리콜/결함확인 검사, 운행차 배출가스검사 등 * 대기환경보전법, 환친차법	환경부 산업부
폐차	자동차	폐차 재활용규제 - 폐자동차 재활용 의무, 재활용 비율 준수 * 전기전자·자동차 자원순환법	환경부

자료: 자동차산업협동조합 홈페이지(검색일: 2024.2.7.)

자동차 관련 환경규제 중 먼저 평균 온실가스·연비 관리제도³¹⁾의 경우 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따라 국내 자동차 제작사 및 해외 자동차 제작

31) KDI 경제정보센터(검색일: 2024.3.16.)

사 모두 그 해 판매한 자동차의 평균 온실가스 배출량 또는 평균 연비가 당해 연도의 기준을 준수할 수 있도록 관리되고 있다. 2012년 국내에 제도가 처음 시행된 이래(온실가스 140g/km, 연비 17km/L), 매년 온실가스·연비 기준이 점차 강화되어 2022년에는 온실가스 97g/km, 연비 24.3km/L의 기준을 적용하고 있다. 자동차 평균 온실가스·연비 관리제도는 총 중량 3.5톤 미만의 중·소형 자동차를 대상으로 하며 ① 10인승 이하의 승용차·승합차 ② 11~15인승 승합차 및 소형화물차로 구분하여 적용한다.

다음으로 자동차 배출가스 규제의 경우, 자동차 제작(수입)사가 자동차 제작 전 배출가스·소음 관련 각종 시스템이 제대로 작동하는가를 서류로 평가하고, 배출허용기준 적합 여부를 실제 시험을 통해 평가한다. 배출가스 기준은 휘발유/LPG차는 미국 캘리포니아주 기준이고, 경유차는 EU 기준을 적용하며 현재 기준은 휘발유/LPG는 LEV(Low Emission Vehicle) III이며, 경유차는 EURO 6 Step D 수준이다.³²⁾ 배출가스 인증제도는 개별 자동차 및 건설기계, 농업기계를 대상으로 소음측정 및 배출가스 인증시험을 실시, 국내 허용기준 초과 여부를 확인한다.

2) 레저선박

(1) 친환경 레저선박 지원제도³³⁾

친환경 레저선박 지원제도는 연료공급 인프라 확충에서부터 자금지원을 위한 자원 마련에 이르기까지 다양한 제도가 존재한다. 먼저 연료공급 인프라 확충의 경우, 연안선박용 이동형 교체식 도서(섬) 전원공급시스템 설계 완료와 시제품 제작을 시작하였으며, LPG-암모니아 혼소연료의 저장 및

32) 관계법령: 대기환경보전법, 제작자동차 시험검사 및 절차에 관한 규정, 제작자동차 인증 및 검사 방법과 절차 등에 관한 규정

33) 환경법률신문 홈페이지(검색일: 2024.1.23.)

공급이 가능한 설비기술개발과 성능평가를 지원하고 있다. 친환경선박 보급의 경우 해양수산부와 지자체 등이 운영하는 공공선박은 2021년 기준 총 23척 수준에서 친환경선박으로 건조되었으며, 기존에 외항선박에 한해 지급되던 보조금이 확대되면서 내항선박이 지원 대상에 포함되어 선박의 선가에 최대 20%까지 보조금 지원이 가능해지기도 하였다. 생산자 또는 기업에 대한 지원의 경우, ‘탄소중립 전환 선도프로젝트 용자지원 사업 운영규정’ 제4조는 용자지원 대상자를 온실가스 배출을 줄이기 위한 시설 및 R&D 투자 프로젝트를 계획하고 있는 중소기업, 중견기업 및 대기업을 대상으로 제반 시설자금 및 R&D자금을 지원할 수 있는데, 여기에는 시설자금, R&D 자금, 대출 한도와 기간, 금리 등에 대한 다양한 지원이 포함된다.³⁴⁾ 자금 지원을 위한 재원 마련의 경우³⁵⁾ 「환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제14조는 환경친화적 선박의 자금지원을 위한 재원에 대해 명시하고 있기 때문에, 이에 따라 국가나 지방자치단체는 동 법에 따른 지원에 필요한 자금 일부를 지원할 수 있다.

(2) 친환경 레저선박 관련 규제³⁶⁾

한편 친환경 레저선박 관련 규제의 경우, 먼저 환경친화적 선박 구입 의무가 존재한다. 「환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 시행령」 제13조에 따르면, 해양수산부장관은 동 법 제13조 제2항에 따라 환경친화적 선박의 구매 의무를 이행하지 않은 국가, 지방자치단체, 공공기관 및 지방공기업 명단을 「신문 등의 진흥에 관한 법률」 제9호 제1항에 따라 보급지역을 전국으로 등록한 일반 일간신문 또는 해양수산부 인터넷 홈페이지를

34) 대출비율은 100% 이내, 대출한도는 사업장당 총 500억 원 이내, 대출기간은 최대 10년 이내, 대출금리는 최저 1.3% 이상(1년 이내 변동금리)으로 산업통상자원부장관은 재난, 국가의 경제적 비상 상황 등 정책적으로 필요한 경우 지침과 다른 대출조건(상환일정, 금리 등)을 정하여 지원할 수 있다.

35) 국가법령정보센터, 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률(검색일: 2024.2.21.)

36) 국가법령정보센터, 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 시행령(검색일: 2024.2.21.), 제13조를 중심으로 요약 정리

통해 공표할 수 있도록 하였다. 따라서 동 법에 따라 정부 및 공공기관은 환경친화적 선박에 대한 구입 의무가 있으며 이를 위반할 경우 위반사항에 대한 공표 및 시정명령을 받을 수 있다. 2020년부터 정부, 지자체 등 공공기관이 의무적으로 친환경선박을 건조하거나 구매할 의무를 가졌으며, 해양수산부는 2030년까지 140척의 공공 선박을 모두 친환경선박으로 전환할 계획이다.³⁷⁾ 다음으로 황산화물 배출규제해역에 따른 선박운용의 경우,³⁸⁾ 해양수산부의 「황산화물 배출규제해역 지정고시」 제2조에서는 배출규제해역의 범위를 설정하고 있다. 배출규제해역에서는 2020년 9월 1일부터 2021년 12월 31일까지는 투묘(投錨) 또는 계류(繫留) 완료 1시간 후부터 양묘(揚錨) 또는 이안(離岸) 작업 시작 1시간 전까지 운용토록 하고, 2022년 1월 1일 이후부터는 황산화물 배출규제해역에 들어온 때부터 나갈 때까지 운용 시점이 확대된 바 있다.

3) 건설

건설 분야에서 에너지 전환 정책에 가장 대표적인 사례로는 제로에너지 건물을 들 수 있다. 제로에너지건물은 에너지수지 계산기준, 신재생에너지 생산방식에 따라 다양하게 정의되고 있으나, 일반적으로 건물에서 사용한 에너지만큼 에너지를 생산함으로서 에너지의 사용량과 생산량의 합이 '0'이 되는 건축물을 의미한다.³⁹⁾ 즉, 건물의 에너지소비량만큼 태양광, 태양열 등과 같은 신재생에너지를 이용해 건물에서의 순에너지 소비량이 최소화되는 건물이라 할 수 있다. 또한 「녹색건축물 조성 지원법」에서는 건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지소요량을 최소화하는 녹색건축물로⁴⁰⁾ 제로에너지건물을 정의하기도 한다.

37) 뉴스토마토 홈페이지(검색일: 2023.11.7.)

38) 국가법령정보센터, 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 시행령(검색일: 2024.2.21.)

39) 서울에너지드림센터 홈페이지(검색일: 2024.2.25.)

40) 국가법령정보센터, 녹색건축물조성지원법(검색일: 2024.2.24.)

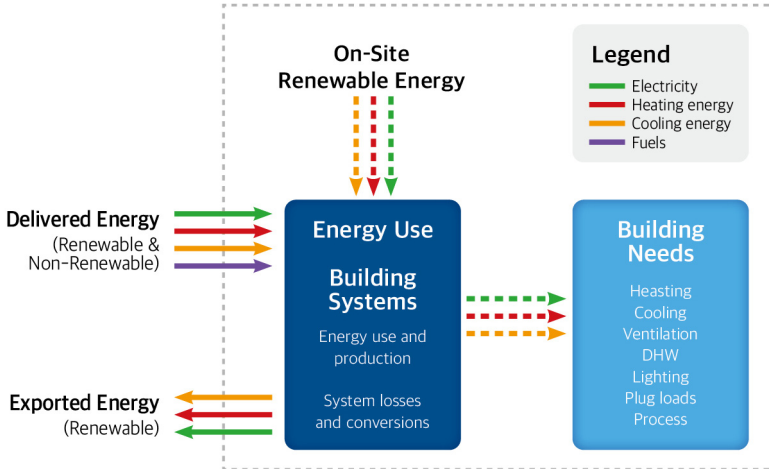
2015년 파리기후협약 채택 이후, 각 국가는 지구 평균온도 상승 폭을 산업화 이전 수준보다 2℃ 이하로 유지하기 위한 국가별 온실가스 배출 저감목표를 수립하고, 이를 달성하기 위한 구체적인 정책전략과 실행방안 마련에 많은 노력을 기울여 왔다. 각국 정부는 보다 효과적으로 온실가스 배출량을 줄이기 위해 각 부문별로 구체적인 실행전략을 수립해 왔는데, 특히 대다수의 건축물이 집중되어 있는 도시는 전 세계 에너지 사용의 2/3, 온실가스 배출과 관련한 에너지의 75% 이상을 차지하고 있기 때문에,⁴¹⁾ 온실가스 배출 저감에 있어서는 오래전부터 도시가 핵심적인 연구대상이었다. 건축물은 전 세계 에너지 사용의 40% 이상을, 온실가스 배출의 약 30%를 차지해왔다.⁴²⁾ 건축물에서의 에너지 사용과 온실가스 배출은 기존 모범사례 및 온실가스 저감 기술의 홍보 및 육성과 동시에 에너지 전환 지원 정책이 함께 이루어져 나간다면 크게 감소될 가능성이 높다.

건물 부문에서 배출되는 온실가스를 줄이기 위해서는 건물에서 소비되는 에너지를 줄이고, 온실가스를 배출하지 않는 깨끗한 에너지를 소비하는 것이 중요하다. 제로에너지건물은 건물이 가진 이러한 에너지 소비 특성을 반영하여 에너지효율을 높여 건물 내 에너지 소비를 최소화하는 수동적(passive) 기능과 태양광, 지열 등의 신재생에너지를 이용하여 에너지를 직접 생산하는 능동적(active) 기능이 접목된 건물로서, 전 세계적으로 건물 부문에서 배출되는 온실가스 저감을 위해 제로에너지건물 보급을 확대해 나가고 있다.

41) 김규남(2017), p. 1.

42) 김규남(2017), p. 1.

〈그림 2-6〉 제로에너지건물의 에너지 흐름



자료: 조일현·이재석(2020), 「국제 신재생에너지 정책변화 및 시장분석」, 에너지경제연구원, p. 28.

우리나라 국토교통부는 2019년 6월 제로에너지건물 확대를 위해 2030년까지 단계적으로 제로에너지건물 인증의무화 추진을 목표로 하는 ‘제로에너지건축물 의무화를 위한 세부 로드맵 개편(안)’을 발표하였다. 국토교통부는 제로에너지건축물 의무화를 단계적으로 확대·추진하여, 국가 온실가스 저감목표 달성에 기여하고, 또한 국가적·사회적 관심 제고와 함께 고효율·고성능 건축자재 및 신재생에너지 설비에 대한 투자 수요도 유도하고 있다. 2020년은 제로에너지건축물 제도가 시작되는 원년으로, 연면적 1,000m² 이상의 공공건축물을 대상으로 제로에너지 건축설계 의무화를 시작했다. 이후, 2025년에는 연면적 500m² 이상 공공건축물과 연면적 1,000m² 이상 민간 건축물을 대상으로 하고, 2030년에는 연면적 500m² 이상 모든 건축물로 제로에너지건축 의무화 범위가 확대될 전망이다. 이는 기존에 국토교통부가 발표한 기후변화 대응을 위한 「제로에너지빌딩 활성화 추진방안(국토교통부, 2016)」에서 제시된 “공공건축물의 단계적 제로에너지 의무화” 세부추진 계획보다 더 강화된 기준을 가진 것으로 파악된다.

2. 국외 주요국 사례

1) 노르웨이⁴³⁾

노르웨이는 2021년 4월 승인된 「기후법 개정안」⁴⁴⁾에 따라 2030년까지 온실가스 배출량을 1990년 배출량 수준의 50%~55%까지 저감하는 목표를 설정한 바 있으며, 2050년에는 1990년 배출량 대비 90~95%까지로의 온실가스 저감을 목표로 하고 있다. 노르웨이는 1990년대 중반까지만 하더라도 세계 대표적인 원유 수출국이었는데 탄소배출로 인한 기후변화를 인지하고 1991년부터 탄소세를 부과하는 방안을 적극 추진해 오고 있다. 한편, 노르웨이는 세계 최초로 ‘산림 벌채 제로(Zero Deforestation)’ 선언을 통해, 개인용 자동차, 경차, 버스 등의 온실가스 배출을 2025년까지 제로화하고, 2030년 이후로는 장거리 버스의 75%, 트럭의 50%에 대해 온실가스 배출을 제로화하도록 목표하고 있다.

(1) 친환경선박 기술개발 동향

노르웨이의 2021~2030년 기후 행동 계획에 따르면, 노르웨이는 미래 지향적인 해양 산업의 발전을 촉진하기 위해 녹색 해운을 중점 분야로 지정하고, 2030년까지 국내 해운 및 어업에서 발생하는 온실가스 배출량을 절반으로 줄이고자 하는 목표를 제시하였다. 노르웨이 해사청(NMA)에서는 하이브리드 추진시스템에 대한 다년간의 경험을 바탕으로, 동 기술과 관련된 다양한 프로젝트 참여하면서 2020년에는 LNG를 이용한 추진 시스템을 갖춘 선박을 개발하였다. 페리를 대상으로 배터리-전기로 작동하는 완전 전기화가 진행 중이며 배터리 하이브리드 어선도 생산되고 있다.

43) Fiskeripolitikk og kvotemeldinga(검색일: 2023.10.4.); Handlingsplan for grønn skipsfart(검색일: 2023.10.4.)

44) Handlingsplan for grønn skipsfart(검색일: 2023.10.4.)

한편, 노르웨이 해양국(Norwegian Maritime Directorate)은 2003년부터 LNG 선박에 대한 운영 규정을 갖추고 있으며, 선박에서의 메탄올 사용이 가능하도록 배터리 관리 프로그램과 해결방안 등에 대해서도 승인한 바 있다. 노르웨이 해양국과 항만국(Norwegian Coastal Administration)이 해양 산업에서 수소 사용에 대한 규정 개발을 포함하여 친환경 수소선박을 위한 우수한 역량과 전문 지식을 갖도록 지원함으로써 전반적인 수소 전략을 제시하고, 적절한 경우 해양 부문에서 수소 사용을 가능하도록 하는 규정을 갖추고 있다. 수소와 관련하여 진행되고 있는 프로젝트로는 에너지 효율을 높여 배터리 또는 연료 전지 작동을 기반으로 하는 추진 솔루션 개발, 배터리와 수소 연료 전지를 결합한 선박의 무배출 운영 프로젝트가 존재한다. 또한 배기가스가 없는 추진력을 제공하고 도로에서 해상으로 화물 운송을 가능하게 하는 수소 및 연료 전지를 사용하여 수익성 있는 해상 컨테이너 운송을 개발하고 실현하는 프로젝트도 진행 중에 있다.

(2) 친환경선박 지원 기관·제도 및 규제

가. 지원 기관·제도

노르웨이의 친환경선박 지원기관으로는 대표적으로 ENOVA가 존재한다. ENOVA는 기후환경부가 소유한 국영기업으로 노르웨이는 ENOVA를 탄소저감의 중요한 창구로 활용하고 있다. ENOVA는 어선의 온실가스 배출 저감 마련과 에너지소비 효율증대를 위한 어업계의 여러 프로젝트를 지원하는 기관으로 대부분의 선박 프로젝트를 지원하며 특히 환경친화적인 선박에 대한 투자를 지원한다. ENOVA는 2015년부터 16억 NOK(약 2,120억원) 이상의 선박 프로젝트를 수행하였으며, 그중 15억 NOK(약 1,986억원)에는 배터리 기술을 사용하는 저공해 또는 무공해 선박용 배터리 및 충전 시설이 포함된 선박에 대한 프로젝트가 포함되어 있다. 또한 2019년에 4억

8,500만 NOK의 기후 및 에너지 기금을 ENOVA로 이전하였으며 정부는 상업 운송으로 인한 배출량 감소에 더욱 집중하기 위해 ENOVA와 새로운 기금에 대한 추가 계약을 체결하는 것을 목표로 한다.

GIEK은 노르웨이 수출 신용보증기관으로 수출 보증 외에도 에너지 구매와 노르웨이 조선소의 조선을 위한 두 가지 국내 보증 제도를 관리한다. 한편 Eksportkreditt Norge은 노르웨이 국영 유한책임 회사로 국가를 대신하여 수출 자금 조달을 위한 대출을 제공해주고 있다. 2018년 국가 예산에서 GIEK와 Eksportkreditt Norge는 노르웨이에서 건조되고 노르웨이에서 사용될 선박 구매 자금을 조달할 기회를 받았으며 어선, 페리, 유정 보트, 쾌속정 및 단거리 선박에 대한 자금을 조달한 바 있다.

노르웨이는 친환경선박 지원제도로 선박에 대한 전기세 감면을 추진해 오고 있다. 2017년 1월 1일부터 정부는 상선을 대상으로 전기세 감면을 추진하였고, 감면율은 EU 에너지세 지침의 최소 세율에 따라 결정된다. 이러한 노르웨이의 선박 대상 전기세 감면 제도는 해안 전력의 사용 증가와 상업용 선박의 전기 추진 시스템 도입에 대한 동기 부여가 될 것으로 판단된다.

나. 관련 규제

노르웨이의 친환경선박 관련 규제는 크게 법적 규제, CO₂ 세금 및 NO_x 협약·기금으로 구분된다. 법적 규제와 관련하여, 노르웨이의 「항만 및 수역 법(Havne-og farvannsloven skal legge)」⁴⁵⁾은 노르웨이 교통통신부에서 공익과 수산 및 기타 산업의 이익에 따라 수역의 접근성 개선, 교통안전, 신중한 사용 및 관리를 촉진하기 위해 만들어졌으며, 2010년에 발효되었다.

45) LOVDATA(검색일: 2023.11.8.)

동 법의 환경 요구 사항은 해상 운송 중에 발생하는 유해한 물질의 대기 중 배출을 저감하기 위한 방안이 될 수 있는데, 일례로 항구에서의 전력 공급 및 배터리 충전을 기존의 방식에서 대체 연료로의 기반 시설 마련으로 전환 등을 조치할 수 있으며, 이를 통해 발생하는 운영 비용의 증가분을 충당할 목적으로 이용자에게 요금을 청구할 수 있도록 하였다.

CO₂ 세금의 경우, 노르웨이는 1991년 세계 최초로 CO₂ 세금을 도입하였으며, CO₂ 세금은 비용 효율적인 배출 감소를 촉진하는 기술 중립적인 수단으로 현재까지 활용되고 있다. 노르웨이는 정부는 2025년까지 모든 부문에 대해 고정 CO₂ 세금을 매년 5%씩 인상한다고 밝혔으며 수익금은 전환을 촉진하기 위해 영향을 받는 그룹의 세금 및 수수료를 줄이는 데 사용하기도 하였다. CO₂ 세금 인상 계획은 선주들이 투자 결정을 내릴 때 미래 탄소 가격을 포함하게 하여 탄소배출을 줄이는 데 도움을 주고 있다.

마지막으로 NO_x 협약·기금의 경우, 노르웨이는 2007년에 질소 산화물(NO_x) 배출에 대한 세금을 도입하였으며 설치된 총 엔진 출력이 750kW 이상인 추진 기계가 있는 선박은 세금이 적용된다. 노르웨이의 선박은 NO_x 배출량 감소에 관한 주정부와의 환경 협약이 적용되는 배출량에 대해 면세조치가 가능하다. 2017년에는 2018~2025년 기간 동안 기후환경부와 15개 기업체 간에 새로운 NO_x 협약이 체결되었고, 환경 협약 당사자인 기업체들은 노르웨이 경영청의 NO_x 펀드를 설립하였으며, 이 기금의 목적은 노르웨이 선박 및 기업이 NO_x 저감 조치를 시행할 수 있도록 지원하는 것이다.

2) 아이슬란드

아이슬란드는 파리협정(Paris Agreement)에 따라 2040년까지 탄소중립 달성과 함께 2030년까지 산업 전 분야에 대한 온실가스 배출량 40% 감축을 목표로 하고 있다. 이에 따라 2020년 발표된 기후 행동 계획(Climate Action Plan)은 48개의 조치(Measures)를 포함하고 있으며, 해당 조치는 배출량 감소와 탄소중립이라는 목표에 도달하기 위한 아이슬란드의 주요 정책 수단으로 자리 잡고 있다.⁴⁶⁾

아이슬란드는 북유럽국가 중 수소에너지의 활용에 가장 적극적인 국가로서 2040년까지 5단계의 수소에너지 전환 관련 이행정책을 통해 수소사회(Hydrogen society)로의 전환 실현을 목표로 하고 있으며, 주요 단계에서는 수도 레이카비크의 수소연료버스 시범운영 및 확대, 수소연료 자동차의 민간도입 및 확대, 연료전지 선박 시범운영을 통한 선박 동력의 연료전지 전환 내용이 포함된다. 아이슬란드의 수소에너지 전환계획은 풍부한 자연 에너지 자원에 그 기반을 두는 것으로 볼 수 있는데, 현재 지열 및 수력발전을 통해 전력의 99.9%가 생산되고 있다. 이러한 풍부한 자연 재생에너지의 활용을 통해 전력을 생산하고, 이를 통해 수소를 생산함으로써 국내 에너지 사용구조를 수소 중심으로 전환하는 것이 아이슬란드 에너지 전환 정책의 주요 골자라 할 수 있다.⁴⁷⁾

(1) 친환경선박 기술개발 동향

아이슬란드의 수소에너지 전환 이행정책 중 연료전지 선박 시범운영의 주요 대상으로는 소형어선이 포함된다. 연료전지 선박 시범운영에 있어 아이슬란드 정부는 최근 소형전기어선을 대상으로 한 연구·개발 사업을 민간업

46) Ministry for the Environment and Natural Resources(2018), pp. 1~4.

47) 에너지경제연구원 홈페이지(검색일: 2023.10.15.)

체와 함께 추진해 왔는데, 해당 소형어선은 배터리 지속 시간 등을 감안하여 1일 조업 어선을 대상으로 하며, 길이 10~14미터, 순 톤수 3.5톤, 300~400마력 수준의 어선을 대상으로 실시되었다.

〈표 2-19〉 소형전기어선 개발 사업에 적용된 전기추진시스템 주요 특징

	구분	주요 특징
추진 모터		• Class approval; DNV, LR or similar (option) • Permanent magnet • Size range from 50~150 kW • Voltage option 100~300 V or 300~700 V • Liquid cooled
리튬이온 배터리 팩		• Trucks, busses or other heavy industry applied before • Suitable for marine application, IP65 enclosure class (IP67 option) • Class approval; DNV, LR or similar • Voltage option 100~300 V or 300~700 V • Liquid cooled • Installation normally 150 ~ 300 kWh
	기타	• Hydrogen fuel cells • Methanol to Hydrogen reformers • Other components for operating small boats on liquid methanol • Equipment for combined heat and power (CHP) and heat recovery

자료: 아이슬란드 Grænafli社(2022.4.19.)

또한 아이슬란드의 소형전기어선 개발 사업에는 핵심 기술로 추진 모터 및 리튬이온을 활용한 배터리 팩 등을 포함한 기술개발이 포함되며, 특히 추진모터의 경우 영구자석(permanent magnet)이 활용된다. 또한 해당 모터는 50~150kW의 출력, 100~300V 또는 300~700V의 전압, 그리고 냉각 액체 등을 사용한다는 점이 특징이다.⁴⁸⁾ 리튬이온(Lithium-ion) 소재

48) 유지원 외(2024), pp. 42.

를 사용하는 다수의 배터리셀이 합쳐진 팩(Pack)의 경우 기존 트럭·버스 등의 육상 운송 수단에 적용되었던 기술을 토대로 선박용 배터리 팩에 대한 제품 개발이 이루어지고 있다. 이 외에도 소형전기어선 개발에는 수소연료 전지(Hydrogen fuel cell), 메탄올(Methanol)에서 수소에너지로의 전환 기술, 액상 메탄올 등에 대한 다양한 개발기술이 포함되어 있다.

(2) 친환경선박 지원제도 및 규제

가. 지원제도

아이슬란드의 친환경선박과 관련한 주요 지원제도로는 여객·수송선 청정 에너지 사용, 선박에 대한 재생에너지 사용 강화, 항만 및 항·포구의 전기 충전 인프라 구축, 기후기금 조성 등이 포함된다. 여객·수송선 청정에너지 사용의 경우 신규 여객·수송선에 대한 전기에너지 전환 및 확대 추진, 그리고 선박에 대한 재생에너지 사용 강화의 경우 선박의 재생에너지 사용 증대를 위한 경제적 지원 확대와 함께 온실가스 배출량 감소를 위한 시범사업 실시와 배출량 감소 로드맵을 들 수 있다.

또한 항만 및 항·포구의 전기충전 인프라 구축의 경우 선박의 전기에너지 사용 전환에 대비한 항만 및 항·포구의 전기충전 인프라 구축 추진과 함께 크루즈선 등 대형선박을 대상으로 한 고전압 충전소 구축 등이 포함되며, 아이슬란드의 재정경제부(Ministry of Finance and Economic Affairs)에 의해 관리되는 기후기금 조성의 경우 2012년 「기후변화법(Climate Act)」으로 마련된 기후기금(Climate Fund)에 대한 재원 조달 및 운영 정상화 추진과 함께 녹색기술혁신 및 공교육 분야 사업에 대한 지원계획 마련 등이 포함된다.⁴⁹⁾

49) 유지원 외(2024), pp. 55.

〈그림 2-7〉 아이슬란드의 친환경선박 관련 주요 지원제도

 여객·수송선 청정에너지 사용 (Clean energies for ferries)	• 아이슬란드 웨스트 섬과 본토의 신규 여객·수송선에 대한 전기에너지 전환 • 청정에너지와 배출량 최소화를 위한 전기추진 여객·수송선 대체 및 확대 추진
 선박에 대한 재생에너지사용 강화 (Increased share of renewable energy for ships)	• 선박의 재생 에너지 사용 증대를 위한 경제적 지원 확대 • 수산업에서의 온실가스 배출량 감소를 위한 시범사업 실시 및 배출량 감소 로드맵 구축·시행
 항만 및 항·포구의 전기충전 인프라 구축 (Electrical infrastructure in harbours)	• 항후 대부분 선박의 전기에너지 사용 전환에 대비한 항만 및 항·포구의 전기충전 인프라 구축 추진 • 크루즈선 등을 대상으로 한 고전압 충전소 구축 검토 및 추진 계획 마련
 기후기금 조성 (Climate Fund - support for clean innovation and public education)	• 2012년 법률로 마련된 기후기금(Climate Fund)에 대한 재원 조달 및 운영 정상화 추진 • 2019년부터 기후기금에 대한 운영을 통해 녹색기술혁신 및 공교육 분야 사업에 대한 지원계획 마련

자료: Ministry for the Environment and Natural Resources(2018), pp. 5-8 ; 유지원 외(2024), pp. 55.

나. 친환경선박 관련 규제

아이슬란드의 친환경선박과 관련한 주요 규제로는 탄소세 강화, 화석연료의 단계적 폐지, 정부에 의한 기후정책 강화, 녹색계정 구축 등이 포함된다.

〈표 2-20〉 아이슬란드의 친환경선박 관련 주요 규제

구분	주요 내용
탄소세 강화 (Carbon tax - increase in rate)	• 화석연료 사용 산업에 대해 일반 세금(general tax)의 형태로 부과되고 있는 탄소세의 단계적 증가 • 탄소세는 2018년 50% 인상, 2019년 10% 인상 및 2020년 10% 인상
화석연료 사용의 단계별 폐지 (Phase-out of heavy fuel oil)	• 어선을 포함한 대부분의 선박에서 사용되고 있는 중유(heavy oil)의 단계적 폐지 • MARPOL 협약 및 국제 승인 내용을 반영하여 중유의 단계적 폐지계획 수립

구분	주요 내용
정부에 의한 기후정책 강화 (Climate policy for government offices)	• 정책(climate policy)과 실행 계획(action plan)을 통한 정부 주도의 기후정책 강화 • 실행 계획은 2018년 5월을 시작으로 운송, 폐기물 등에 대한 온실가스 배출량 통계를 기반으로 한 탄소중립 목표와의 연계성 강화
녹색계정 구축 (Green accounting)	• 기업 운영과 관련한 녹색 회계계정 구축 및 규제 강화

자료: Ministry for the Environment and Natural Resources(2018), pp. 5-8. 저자 재구성

탄소세 강화의 경우 화석연료 사용 산업에 대해 일반 세금(general tax)의 형태로 부과되고 있는 탄소세가 2018년 50%, 2019년 10%, 그리고 2020년 10%까지 인상하는 내용이 포함되어 있으며, 화석연료 사용의 단계적 폐지의 경우 어선을 포함한 대부분의 선박에서 사용되고 있는 중유(heavy oil)를 대상으로 한 단계적 폐지로 MARPOL 협약 및 국제 승인 내용을 반영한 단계적 폐지계획 수립이 포함된다. 한편 정부에 의한 기후정책 강화의 경우, 기후 정책(climate policy)과 실행 계획(action plan)을 통한 정부 주도의 기후정책 강화 내용과 함께 온실가스 배출량 통계를 기반으로 한 탄소중립 목표와의 연계성 강화 내용 등이 포함되며, 녹색계정 구축의 경우 기업의 원자재 사용, 대기오염 물질 및 온실가스 배출에 대한 데이터 생산·보고를 의무화하여 아이슬란드의 자원 사용과 오염에 관한 거시적 환경 데이터를 구축하고자 함이 주요 핵심사항이다.

3) 일본

일본은 2015년 파리협정이 발효된 직후 ‘파리협정에 근거한 성장전략’을 수립하였으며, 이에 따라 2013년 기준 온실가스 배출량을 2030년까지 26% 감소시키고, 장기적으로는 2050년까지 80% 수준으로 저감할 계획을 발표하였다.⁵⁰⁾ 이러한 저감 목표 달성을 위해 일본 정부는 총 4개 부문(산업,

에너지, 운송·수송, 지역 삶)에서 탄소배출 저감 정책을 검토하였으며, 배출 저감 대책을 통해 에너지원 자체의 전환 배출 절감, 高소비율의 가전 설비 도입, 친환경에너지 자동차 보급 등의 정부 대책을 마련하였다.⁵¹⁾

(1) 친환경선박 기술개발 동향⁵²⁾

일본은 수소, 암모니아 등의 대체연료를 사용한 제로배출 선박에 대한 기술개발을 추진하여 2025년까지 실증사업 진행을 목표로 하고 있다. 또한 2028년까지 해당 선박의 상업적 운항을 실현시키고, 2030년에 이르러서는 제로배출 선박의 보급 및 확대 계획을 가지고 있다. 일본은 어선의 에너지 절약과 온실가스 배출 저감을 위해 어선의 전기 및 수소화 등에 대한 기술을 확립하여, 수소 연료 전지와 리튬 배터리를 동력으로 하는 어선을 개발 중이며, 2020년부터 수소연료 기반 어선 개발을 시작하였다. 한편 2015년부터 2017년까지 일본 기업인 안마사는 국토교통성으로부터 수소 연료 전지 선박에 대한 안전지침 수립, 환경부로부터 해양 수소 연료 전지 확장 로드맵을 수립하였으며, 2019년 토요타의 연료 전지 차량 ‘MIRAI’를 탑재한 선박용 수소 연료 전지 시스템과 테스트 보트를 이용한 실증 테스트를 시작하였다. 또한 2021년 3월에는 선박용 수소 연료전지 시스템을 장착한 시범 테스트 보트를 완성하였으며, 이에 대해 일본 최초로 국토교통부의 ‘수소연료전지 운반선에 대한 안전 지침’을 마련하기도 하였다.

50) 파리협정 당사국은 중장기적 저탄소 발전전략(LEDs: Long-term low greenhouse gas emission development strategies)을 2020년까지 제출함. Enerdata(검색일: 2023.11.3.)

51) energy-shift(검색일: 2023.10.15.)

52) 일본 안마사 홈페이지(검색일 : 2023.11.2.); jpnews(검색일: 2023.10.15.)

(2) 친환경선박 지원제도 및 규제

일본 정부는 탈탄소화를 위해 기업이 보유한 자산을 정부 정책 추진 방향에 맞추어 투자하도록 유도하고자 조세, 규제·표준화 등 정책 수단을 통해 글로벌 시장의 ESG 투자 확대 등 국제 연계를 추진하고자 한다. 2021년 일본 농림수산청에서 발표한 바로는 2025년까지 어선의 32.6%, 2030년까지 어선의 41.0%를 에너지 절약 어선으로 대체할 것이라는 계획을 수립하였고,⁵³⁾ 친환경어선에 있어 일본은 필요성을 인지하고 탄소저감을 위해 전기 및 수소선박 보급을 계획하고 있으나, 아직 초기단계(시범단계)이며, 어선에 대한 구체적인 정부정책이나 지원제도 등을 마련해가고 있다.

가. 지원제도

일본의 국토교통성은 해양설비인터넷(IoT)과 빅데이터를 활용한 'IoT활용선'의 액화 천연가스 등 친환경 대체연료를 사용하는 '대체연료선'에 보조금을 지원하는 '해상운송법 및 선원법 부분 개정법(법률 제21/29호)'을 제정, 2017년 10월 1일 이후로 동 법률을 시행해 나가고 있다.⁵⁴⁾

일본 정부는 최근 몇 년 동안 IoT, 빅데이터 등 첨단기술을 선박에 접목하고 모니터링할 수 있는 선진화 기술에 대해 2016년부터 보조금을 지원하였으며, 대체 연료 선박과 같은 첨단 선박의 도입을 촉진하기 위해 2017년 10월 '첨단 선박 도입 계획 인증 시스템'을 도입하였다.⁵⁵⁾ 첨단 선박 도입 인증 시스템이란, 국토교통부장관이 조선사 및 해운사가 정한 안정성이 높은 'IoT활용선'과 친환경 '대체연료선'의 연구개발·건조·도입 계획을 인증하는 제도라 말할 수 있다.

53) SCIENCEON(검색일: 2023.11.2.)

54) 일본 국토교통부(검색일: 2023.11.3.)

55) 일본 국토교통부(검색일: 2023.11.3.)

〈그림 2-8〉 일본 신기술 선진 선박 도입 계획 인증 시스템



자료: 일본 국토교통부(검색일: 2023.11.3.)

2020년 8월 일본 수산성은 ‘식량·농림 수산업의 CO₂ 등 감축·흡수 기술의 개발’ 프로젝트에 관한 연구개발 및 사회 실현 계획을 발표하였으며, 이때 추진된 녹색혁신기금에 따라 민·관이 공동의 구체적인 목표를 달성하고자 노력하고 있다.⁵⁶⁾ 녹색혁신기금 사업의 기본 방침은 산업구조협의회 녹색혁신사업 분과위원회가 정하여 경제산업성(METI)과 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO) 등이 기금사업의 지원 대상, 성과 극대화를 위한 구성과 추진체계 등 연구개발 분야별 공통적인 사업 추진 방침에 따라 기금 사업을 추진한다. 해당 기금의 운영은 장기적이고 지속적인 지원이 필요한 분야에 초점을 맞추어 지원할 방침이며, 기존 R&D 프로젝트의 평균 규모(200억 엔) 이상에 지원, 총 2조 엔(약 19조 원)의 기금 조성을 목표로 하고 있다.

56) 일본 국토교통부, 그린이노베이션펀드(검색일: 2023.11.4.)

나. 관련 규제

일본은 2021년 6월 「2050년 탄소중립에 따른 녹색성장전략」을 발표하였으며, 14가지 중점 분야의 실행 계획에 따라 2050년까지의 계획을 수립하였다. 탄소중립과 관련해서 혁신적이고 창의적인 신기술 창출을 위해 그동안 신기술로 상정되지 못하게 만들었던 규제를 검토하고 합리화하는 등 일본 내 규제·제도를 정비하는 한편, 신기술을 세계에서 편리하게 활용할 수 있도록 국제표준화 등에 적극적으로 임함으로써 일본의 사회 사정을 국제 규정에 반영하여 일본의 신기술이 정당하게 평가받도록 공정한 환경을 구축해오고 있다.

3. 소결 및 시사점

본 절에서는 국내 주요 분야별 사례로서 자동차, 레저선박, 건설 분야에 대한 친환경에너지 전환 지원제도 및 규제에 대한 사항을 살펴보았다. 또한 국외 주요국 사례로서 노르웨이, 아이슬란드, 일본의 친환경선박 기술개발 동향 및 관련 지원제도와 규제를 살펴보았다.

먼저 국내 주요 분야별 사례에서는 친환경에너지 전환의 가장 대표적인 사례로 볼 수 있는 자동차 분야를 살펴보았다. 자동차 분야의 경우 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」을 통해 친환경자동차의 유형이 법적으로 규정되어 있었고, 기재부, 행안부, 국토부 등 다부처가 지원하는 세제 지원 내용도 살펴볼 수 있었다. 또한 친환경차에 대한 주요 환경규제로서 개발에서부터 폐차에 이르는 개별 단계까지 다양한 규제내용을 살펴볼 수 있었다. 레저선박의 경우 연료공급 인프라 확충에서부터 자금지원을 위한 재원 마련에 이르기까지 다양한 제도가 존재함을 알 수 있었다. 관련 규제의 경우 또한 환경친화적 선박 구입 의무에서부터 공공 수요에

대한 규제사항까지 친환경에너지 전환에 필요한 다양한 제도가 존재함을 파악할 수 있었다. 건설 분야의 경우 에너지 전환 정책의 가장 대표적인 사례로서 제로에너지건물을 살펴보았고, 정부가 해당 건물의 확대를 위해 인증의무화에 대한 제도를 추진하는 내용까지 살펴보았다.

다음으로 국외 주요국 사례에서는 노르웨이의 친환경선박 기술개발 동향, 관련 지원 기관·제도 및 규제를 살펴보았다. 친환경에너지원으로서 메탄올, 수소와 같은 에너지원을 선박에 사용 가능하도록 다양한 규제 혁신과 기술개발 프로젝트가 존재함을 파악하였다. 노르웨이의 친환경선박 대표적 지원기관인 ENOVA, 그리고 신용보증기관으로서의 GIEK의 존재는 현재 우리나라 중소조선소 및 어선이 영세성 등으로 인해 자본이 부족한 상황에서 친환경에너지 전환을 이루어 나가기 위해서는 금융기관을 설립하는 방안의 필요성을 재고해 볼 만한 부분이라 할 수 있겠다.

아이슬란드의 경우 2020년 발표된 기후 행동 계획에서의 48개 조치는 온실가스 배출량 감소와 탄소중립이라는 목표에 도달하기 위한 정책 수단으로 자리매김하였고, 아이슬란드가 보유하고 있는 지열 및 수력발전 등 천연 재생에너지를 통해 거의 100%에 가까운 전력 공급이 이루어지고 있다는 부분을 눈여겨볼 만하다. 일본의 경우 2025년까지 어선의 32.6%, 2030년까지 어선의 41.0%를 에너지 절약 어선으로 대체할 것이라는 계획을 수립해 나가고 있으며, 규제의 경우 탄소중립과 관련해서 혁신적이고 창의적인 신기술 창출을 위해 그동안 신기술로 상정되지 못하게 만들었던 규제를 검토하고 합리화하는 등 일본 내 규제·제도를 정비하는 한편, 신기술을 세계에서 편리하게 활용할 수 있도록 국제표준화 등에 적극적으로 임함으로써 자국의 사정을 국제 규정에 반영하여 일본의 신기술이 정당하게 평가받도록 공정한 환경을 구축해오고 있다는 점에서 우리나라의 친환경에너지 관련 기술 규제와 유사한 면이 존재한다고 볼 수 있다.

03

친환경에너지 전환의 타당성 및 수용성 분석

제1절 기술적 타당성

1. 기술개념의 부합성

어선의 친환경에너지 전환이라는 개념은 ‘화석연료 기반의 에너지를 환경친화적 에너지로 바꾸어, 이를 동력원으로 사용함’을 의미한다. 즉, 어선의 친환경에너지 전환은 실질적으로 환경친화적 어선의 사용이라 볼 수 있다. 그러나 환경친화적 어선의 경우, 어떤 종류의 어선이 환경친화적 어선에 속하는지 그 유형을 파악해 볼 필요가 있다. 환경친화적 어선은 「환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률(약칭: 친환경선박법)」 제2조(정의)에서 명시하고 있는 “환경친화적 선박”과 유사한 개념으로, 동 법률에서 명시하고 있는 환경친화적 선박에 해당하는 선박을 살펴보면 다음과 같다.

친환경선박법 제2조(정의)에 따라 환경친화적 선박에는 해양오염 저감 기술이 적용된 선박 또는 고효율 에너지 기술이 사용되어 설계된 선박, 액화천연가스 등 환경친화적 에너지를 동력원으로 사용하는 선박, 전기추진선박, 하이브리드(전기복합추진)선박, 연료전지추진선박 등이 포함되며, 환경친화적 어선의 경우에도 환경친화적 선박과 유사한 개념으로 볼 수 있다.

〈표 3-1〉 친환경선박법에 따른 환경친화적 선박의 분류

친환경선박법 제2조(정의)
• 해양오염을 저감하는 기술을 적용하거나 선박에너지효율을 높일 수 있는 기술을 사용하여 설계된 선박으로서 산업통상자원부와 해양수산부의 공동부령으로 정하는 기준에 적합한 선박 • 액화천연가스 등 공동부령으로 정하는 환경친화적인 에너지를 동력원으로 사용하는 선박 - 액화천연가스(LNG), 압축천연가스(CNG), 액화석유가스(LPG), 메탄올, 수소, 암모니아 등 • 전기 공급원으로부터 충전받은 전기에너지를 동력원(動力源)으로 사용하는 전기추진선박 • 휘발유·경유·액화석유가스·천연가스 또는 공동부령으로 정하는 연료와 전기에너지(전기 공급원으로부터 충전받은 전기에너지를 포함한다)를 조합하여 동력원으로 사용하는 하이브리드선박 • 수소 등을 사용하여 발생시킨 전기에너지를 동력원으로 사용하는 연료전지추진선박

자료: 국가법령정보센터 홈페이지, 친환경선박법(검색일: 2024.2.21.)

한편 친환경에너지의 경우 신재생에너지와의 관련성도 생각해 볼 필요가 있다. 신재생에너지는 신에너지와 재생에너지의 합성어로 사용된다. 신에너지의 경우 수소에너지, 연료전지, 석탄가스화·액화를 포함한 3개의 유형이 포함되며, 재생에너지의 경우 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 지열, 바이오에너지, 폐기물에너지가 포함된다. 친환경어선이 친환경선박법에 따른 친환경선박과 유사한 개념으로 볼 수 있다면, 친환경어선의 에너지 동력원은 재생에너지보다 신에너지 유형에 더 적합하다고 간주할 수 있다.

어선의 친환경에너지 전환에 있어 국가의 연구개발 사업으로 진행되었던 기술개발에는 하이브리드 어선, LPG 어선 및 전기추진 어선 등이 속한다. 이러한 기술개발은 결국 친환경선박법 제2조(정의)에서 명시한 친환경선박의 유형에 해당하는 것으로 어선의 친환경에너지 전환과 관련된 개발기술의 개념은 친환경선박법과 같은 법적 개념에 부합한다고 볼 수 있으며, 좀 더 광의적인 의미에서 해당 기술은 재생에너지보다는 신에너지 개발기술에 더 가까운 측면이 존재한다.

〈표 3-2〉 신재생에너지의 개념 및 종류

신에너지		재생에너지	
개념	기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 수소, 산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지	개념	햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지
종류 (3개)	(수소에너지) 수소를 기체 상태에서 연소 시 발생하는 폭발력을 이용하여 기계적 운동에너지로 변환해 활용하거나 수소를 다시 분해하여 에너지원으로 활용하는 기술 (연료전지) 수소, 메탄 및 메탄올 등의 연료를 산화(酸化)시켜서 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술 (석탄가스화·액화) 석탄, 중질잔사유 등의 저급원료를 고온, 고압하에서 불완전연소 및 가스화 반응시켜 일산화탄소와 수소가 주성분인 가스를 제조하여 정제한 후 가스터빈 및 증기터빈을 구동하여 전기를 생산하는 신발전기술	종류 (8개)	(태양광) 태양광발전시스템(태양전지, 모듈, 축전지 및 전력변환장치로 구성)을 이용하여 태양광을 직접 전기에너지로 변환시키는 기술 (태양열) 태양열이용시스템(집열부, 축열부 및 이용부로 구성)을 이용하여 태양광선의 파동 성질과 광열학적 성질을 이용 분야로 한 태양열 흡수·저장·열변환을 통하여 건물의 냉난방 및 급탕 등에 활용하는 기술 (풍력) 풍력발전시스템(운동량변환장치, 동력전달장치, 동력변환장치 및 제어장치로 구성)을 이용하여 바람의 힘을 회전력으로 전환시켜 발생하는 유도전기를 전력계통이나 수요자에게 공급하는 기술 (수력) 개천, 강이나 호수 등의 물의 흐름으로 얻은 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 전기를 발생시키는 시설용량 10,000kw 이하의 소규모 수력발전 (해양에너지) 해수면의 상승하강운동을 이용한 조력발전과 해안으로 입사하는 파랑에너지를 회전력으로 변환하는 파력발전, 해저층과 해수표면층의 온도 차를 이용, 열에너지를 기계적 에너지로 변환 발전하는 온도차 발전 (지열) 지표면으로부터 지하로 수 m(미터)에서 수 km(킬로미터) 깊이에 존재하는 뜨거운 물(온천)과 돌(마그마)을 포함하여 땅이 가지고 있는 에너지를 이용하는 기술 (바이오에너지) 태양광을 이용하여 광합성되는 유기물(주로 식물체) 및 동 유기물을 소비하여 생성되는 모든 생물 유기체의 에너지 (폐기물에너지) 사업장 또는 가정에서 발생하는 가연성 폐기물 중 에너지 함량이 높은 폐기물을 열분해에 의한 오일화 기술, 성형고체연료의 제조기술, 가스화에 의한 가연성 가스 제조기술 및 소각에 의한 열회수기술 등의 가공·처리 방법을 통해 연료를 생산

자료: SK ecoplant(검색일: 2024.3.22.)

2. 기술의 적절성⁵⁷⁾

어선을 대상으로 한 친환경에너지 전환 기술은 연비 향상 및 배출가스 감축의 필요성 측면에서 적절하다고 볼 수 있다. 파리협정(2015.12. 195개국 공동 채택, 2016년 11월 4일 발효)에 의거하여, 「2030 온실가스 감축 기본 로드맵」의 추진에 따른 화석연료에서 대체에너지로의 패러다임 변화가 불가피한 상황으로, 2019년 해양수산부 ‘해양수산통계시스템’ 자료에 따르면,⁵⁸⁾ 국내 선박 총 75,718척 중 어선이 차지하는 비중은 66,736척으로 전체 선박의 약 88.1%를 차지하고 있다.

이 중 연근해어선의 99.4%가 10톤 미만이며, 노후화된 가솔린·디젤 엔진으로 구동되고 있다. 한편 포괄적·점진적 환태평양 경제동반자 협정(CPTPP: Comprehensive Progressive Trans Pacific Partnership) 체결이 확대됨에 따라 국제적으로 과잉어획을 유발하는 수산보조금 폐지 논의가 가속화되고 있기 때문에, 면세유 보조 금지 우려에 대비하여, 국내 어선 대상으로 고효율·고연비·저비용 원천기술의 개발 및 도입이 시급한 상황이다. 일반 육상교통 자동차의 연비가 평균 10km/리터 수준임을 고려할 때, 어선의 낮은 연비(1.04km/리터)를 개선하기 위한 친환경 원천기술 확보가 필요한 실정이다.

3. 기술 적용 대상의 차별성

지금까지 자동차 및 일반 상선을 대상으로 화석연료에서 전기 등의 에너지를 동력원으로 하는 에너지 전환 기술이 개발·적용되어, 이용자의 수요

57) 손영태 외(2019), pp. 86-88.

58) 해양수산통계시스템 홈페이지(검색일: 2024.2.21.)

를 만족시키며 상용화가 진행되어 왔다. 그러나 어선의 친환경에너지 전환 기술은 자동차 및 일반 상선과 달리 친환경에너지 전환 기술 적용에 있어 다음과 같은 차별성을 보여왔다.

먼저 자동차와 어선의 경우 중량에서 자동차에 비해 상대적으로 어선이 더 높은 민감성을 가지고 있다. 어선의 경우 상당한 중량의 어구를 싣고 바다에 나아가야 하고, 조업 시에는 상당한 양의 어획물을 어선에 실어야 하기 때문에, 운항이나 조업에 있어时时때때로 어선 중량의 증감 폭이 클 수밖에 없으나, 이동을 목적으로 하는 자동차는 그 과정에 있어 중량의 증감 폭이 어선에 비해 상대적으로 낮을 수밖에 없는 것이 특징이다. 또한 어선은 갑판 위에 어구, 상부구조물, 집어등 및 양망·양승기 등을 포함한 각종 기자재 설치 등으로 인해 공간 활용에 있어 자동차에 비해 더 민감하고, 어선의 톤수 또는 규모에 따라 운행 및 조업에 걸리는 시간이 자동차에 비해 더 오래 걸릴 수 있어, 에너지 충전에 대한 제약 조건이 자동차에 비해 더 엄격하다는 특징이 있다. 어선은 또한 건조를 요구하는 선주의 업종, 지역, 어구 특성 등에 따라 주문 생산 방식(make-to-order)이 통상적으로 이루어지고 있기 때문에, 같은 제품을 동일한 방식으로 일괄 생산이 가능한 자동차에 비해 더 많은 한계를 지니고 있다.

〈그림 3-1〉 자동차(코나)와 어선(연안복합)의 기술 특성 비교

중량 민감성		낮음	높음
공간성		보통	민감
인프라 구축	현대차 코나	쉬움	어려움
1회 충전 운행시간		5~6시간	2시간~2주일
대량생산		가능	불가능
정비성(공간)		좋음	어려움



자료: 세미나 자료(2024.4.12.), 친환경 어선 개발보급 활성화 방안 세미나, 블루마린 제공

다음으로 일반 상선과 어선의 경우 자동차와 마찬가지로 중량에서 일반 상선에 비해 상대적으로 어선이 더 높은 민감성을 가지고 있다. 어선의 경우 이동과 조업을 동시에 해야 하고, 특히 그 과정에서는 상당한 중량을 가지고 있는 어구 및 어획물을 어선에 실어야 하기 때문에 어선 중량의 민감성이 클 수밖에 없으나, 화물을 싣고 이동만을 주요 목적으로 하는 일반 상선은 그 과정에서 중량의 증감 폭이 어선에 비해 상대적으로 낮을 수밖에 없는 것이 특징이다. 또한 일정 속도로 이동을 하는 일반 상선은 어장을 선점하기 위해 전속력으로 운항하기도 하는 어선에 비해 엔진 부하가 적을 수밖에 없으며, 속도에 있어서도 어선에 비해 일반 상선이 저속으로 운항하는 경우가 많다.

〈그림 3-2〉 일반 상선(벌크선)과 어선(연안복합)의 기술 특성 비교

중량 민감성		보통	높음
공간성		좋음	민감
인프라 구축		보통	어려움
1회 충전 운행시간	벌크선	1주~2주	2시간~2주일
엔진부하		일정	변화가 심함
정비성(공간)		좋음	어려움
속도		저속	중고속
			

자료: 세미나 자료(2024.4.12.), 친환경 어선 개발보급 활성화 방안 세미나, 블루마린 제공

제2절 환경경제적 타당성

1. 분석개요

어선의 친환경에너지 전환과 함께 정부의 온실가스 감축목표를 달성한다는 관점에서, 어떤 유형의 어선을 몇 척으로 전환해야 할 것인지에 대한 정책적 고민은 무엇보다 중요하다고 볼 수 있다. 또한 어선의 친환경에너지 전환 과정에서 어떤 부분의 편익을 투자 비용으로 대체할 수 있는지, 대체가 가능하다면 그 투자 비용의 규모는 어느 정도인지를 파악하는 것은 환경경제적 관점에서 반드시 고민해야 하는 부분이라 할 수 있다.

상기의 배경을 토대로 본 절에는 2가지의 목적을 위해 환경경제적 타당성 분석을 실시하였다. 이러한 목적에는 온실가스 감축목표 및 환경개선편익을 고려한 친환경에너지 전환 어선 척수 산정, 그리고 면세유 지원액 등을 고려한 친환경에너지 전환의 연차별 투자비용 산정이 포함된다. 분석 대상은 연근해어선, 원양어선, 양식어선, 내수면어선, 운반선 및 지도단속선 등 기타어선을 포함하였고, 분석 기간으로는 2026년부터 2030년까지 총 5개년의 기간을 설정하였다. 그리고 동 분석 기간에는 ‘제3차 연근해어업 구조개선 기본계획’에 명시되어 있는 2024~2028년에 해당하는 연근해어선의 감축 목표(근해어선 524척, 연안어선 1,500척)를 타당성 분석에 반영하고자 하였다.

본 분석은 다음과 같은 2가지의 주요 가정하에 수행되었다. 첫째, 수산·어촌분야의 온실가스 감축은 계산의 편의상 2019년부터 2050년까지 매년 동일한 감축량을 목표로 한다고 가정하였다. 해양수산부(2021)는 ‘해양수산 분야 2050 탄소중립 로드맵’을 통해 2018년 온실가스 배출량(3,042천 톤) 대비 2050년 115천 톤의 온실가스 배출량을 감축목표로 설정한 바 있다.

본 연구에서는 이러한 2018년 온실가스 배출량에서 2050년까지의 온실가스 배출량을 차감한 양(2,925천 톤)을 32년간 동일하게 나눈 감축량을 달성한다는 가정하에 분석이 수행되었다.

둘째, 수산·어촌분야의 온실가스 감축목표는 다른 조건이 동일하다면 오직 어선의 친환경에너지 전환을 통해 달성할 수 있음을 가정하였다. 사실상 정부의 정책사업을 통해 어선의 재질 변경, 어업 폐기물의 재활용 등 온실가스 감축목표 달성을 위해 다양한 노력이 진행되고 있으나, 본 연구에서는 이러한 사업을 통해 달성할 수 있는 온실가스 감축은 별도로 하고, 오직 어선의 친환경에너지 전환을 통해 온실가스 감축목표를 달성할 수 있음을 가정하였다.

〈표 3-3〉 환경경제적 타당성 분석 개요

구분	주요 내용
분석 목적	- 온실가스 감축목표 및 환경개선편익을 고려한 친환경에너지 전환 어선 척수 산정 - 면세유 지원액 등을 고려한 친환경에너지 전환의 연차별 투자비용 산정
분석 대상	연근해어선, 원양어선, 양식어선, 내수면어선, 운반선 및 지도단속선 등 기타어선
분석 기간	2026~2030년(5년)

자료: 저자 작성

2. 기초 데이터 분석

본 연구에서의 환경경제적 타당성 분석을 위한 기초 데이터를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 온실가스 감축목표 달성 시 연간 환경절감편익을 산정하기 위해 해양수산부(2021)의 ‘해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵’에 명시되어 있는 2018년 온실가스 배출량 및 2050년 온실가스 목표 배출량을 설정하였다. 또한 2019년부터 2050년까지 32년의 기간 동안 연간 목표 배출량을 설정하기 위해 2018년 온실가스 배출량과 2050년 온실가스 목표

배출량의 차액에서 32년을 균등 배분한 91,406톤을 연간 목표배출량으로 설정하였다. 국립환경과학원·(주)케이에프(2015)는 ‘국내 연근해 선박에 의한 대기오염물질 및 온실가스 배출계수 개발과 배출량 산정(II) 최종보고서’에서 온실가스 환경비용을 톤당 43,354로 추정한 바 있다. 이러한 톤당 온실가스 환경비용과 연간 목표배출량(91,406)의 곱을 통해 정부의 온실가스 감축목표 달성 시 연간 환경절감편익인 3,962,826,563원(약 40억 원)을 도출하였다.

〈표 3-4〉 수산·어촌분야 연도별 온실가스 감축목표 및 환경절감편익

단위: 톤 CO_{2eq}, 원

구분	온실가스
2018년 온실가스 배출량	3,042,000
2050년 온실가스 목표배출량	115,000
2019~2050년 연간 목표배출량	91,406
온실가스 환경비용(원/톤 CO _{2eq})	43,354
목표 달성 시 연간 환경절감편익	3,962,826,563

자료: 해양수산부(2021), p. 9; 국립환경과학원·(주)케이에프(2015)

다음으로 주요 업종별 어선 척수당 온실가스 배출량을 산정하기 위해 국립환경과학원·(주)케이에프(2015)가 발표한 2010년 기준 주요 업종별 온실가스 배출량을 활용하였다. 같은 기간의 업종별 어선 척당 배출량을 산정하기 위해 2010년 업종별 어선 척수를 조사하였고, 이에 따라 업종별 어선 척당 배출량은 연안어선의 경우 척당 배출량이 19톤, 근해어선의 경우 척당 배출량은 67톤 등으로 나타났다.

〈표 3-5〉 주요 업종별 어선 척수당 온실가스 배출량

단위: 톤 CO_{2eq}/년, 척

구분	연안어선	근해어선	기타어선	원양어선
온실가스	924,009	192,936	146,659	787,640
어선 척수	47,882	2,875	5,271	379
척당 배출량	19	67	28	2,078

주: '기타어선'에는 어획물 운반선, 지도단속선, 시험 및 교습선 포함

자료: 국립환경과학원·(주)케이에프(2015); 해양수산부 통계시스템, 등록어선통계(검색일: 2023.4.10.) 저자 재구성

마지막으로 어선의 친환경에너지 전환에 필요한 연차별 투자비용 산정을 위해 대표적인 기회비용으로 간주할 수 있는 2022년 기준 어업용 면세유 공급현황을 조사하였다.

〈표 3-6〉 어업용 면세유 공급현황(2022년)

단위: kl, 백만 원

구분	공급량(kl)	공급액	감면액
계	915,687	1,051,477	486,666
경유	805,518	926,206	419,630
중유	3,969	3,630	448
휘발유	95,596	100,399	64,407
윤활유	6,935	16,879	1,688
LPG(톤)	3,668	4,363	493

자료: 수협중앙회 자재사업부 내부자료

어업용 면세유 유형에는 경유, 중유, 휘발유, 윤활유 및 액화석유가스(LPG)가 포함되며, 면세유 공급에 따른 세액감면액은 총 486,666백만 원으로 나타났다. 어업용 면세유 감면액은 화석연료를 사용하지 않는 어선의 친환경에너지 전환 시 정부가 더 이상 부담하지 않아도 되는 비용절감편익으로, 이러한 편익은 어선의 친환경에너지 전환 과정에서 추가적인 재원 마련 없이 제도 개편을 통해 투자 비용으로 활용할 수 있는 가능성을 지니고 있다.

3. 분석 결과

1) 환경개선편익에 따른 전환척수 산정

본 연구에서는 온실가스 감축목표 및 환경개선편익을 고려한 친환경에너지 전환 어선 척수 산정, 그리고 면세유 지원액 등을 고려한 친환경에너지 전환의 연차별 투자비용 산정을 목적으로 환경경제적 타당성 분석을 실시하였다. 상기에 제시된 본 분석의 개요 및 기초 데이터를 바탕으로 분석된 결과는 다음과 같다.

먼저 2026~2030년까지 온실가스 감축목표 및 환경개선편익을 고려한 친환경에너지 전환 어선 척수는 총 22,860척으로 나타났다. 연안어선의 경우 2022년 등록척수는 36,694척으로 해당 어선의 척당 온실가스 배출량은 연간 19톤, 전환율에 따른 연안어선의 연간 전환척수는 2,719척으로 정부의 온실가스 감축목표를 달성하기 위해선 연안어선 등록척수(36,694척) 중 7.4%가 친환경에너지 전환이 필요한 것으로 나타났다. 특히 전환율 산정에 있어서는 2022년 기준 전체 어선 등록척수에서 개별 업종의 어선이 차지하는 비중, 척당 온실가스 배출량, 그리고 ‘제3차 연근해어업 구조개선 기본계획’에 명시되어 있는 2024~2028년 연근해어선의 감축 목표(연안어선 1,500척 중 900척)를 반영하였다. 정부의 온실가스 감축목표를 매년 달성한다는 전제하에 2026~2030년까지 매년 연안어선 2,719척의 친환경에너지 전환이 이루어질 경우 총 13,597척에 대한 에너지 전환이 필요한 것으로 나타났다.

연안어선 다음으로 정부의 온실가스 감축목표 달성을 위한 친환경에너지 전환이 필요한 어선 유형은 양식어선으로 나타났다. 양식어선의 경우 2022년 등록척수는 19,148척으로, 이러한 등록어선 척수 중 7.5%에 해당하는 1,431척이 매년 해당 어선에 대한 친환경에너지 전환이 이루어질 필요가 있는 것

으로 나타났다. 한편 근해어선의 경우 2022년 등록척수는 2,372척으로 정부의 온실가스 감축목표를 달성하기 위해선 근해어선 등록척수(2,372척) 중 2%인 48척이 친환경에너지 전환이 필요한 것으로 나타났다.

〈표 3-7〉 환경편익에 따른 친환경에너지 전환 어선 척수

단위: 톤 CO₂eq/년, 척

어선 유형	등록척수 (2022년)	척당 온실가스 배출량	전환율	연간 전환척수	연간 전환척수 비중	2030년 총 전환척수
연안어선	36,694	19	0.565	2,719	7.4%	13,597
근해어선	2,372	67	0.035	48	2.0%	240
원양어선	194	2,078	0.003	0.1	0.1%	1
양식어선	19,148	19	0.297	1,431	7.5%	7,154
내수면어선	2,943	19	0.046	220	7.5%	1,100
기타어선	3,034	28	0.047	154	5.1%	769
합계	64,385	2,230	0.994	4,572	29.5%	22,860

주: 1) '기타어선'에는 어획물 운반선, 지도단속선, 시험 및 교습선 포함
 2) '전환율'에는 2022년 기준 전체 어선 등록척수에서 개별 업종의 어선이 차지하는 비중, 척당 온실가스 배출량, 연안어선 및 근해어선의 목표 감축량을 반영하여 산정
 자료: 국립환경과학원·(주)케이에프(2015); 해양수산부 통계시스템, 등록어선통계(검색일: 2023.4.10.) 저자 재구성

2) 환경개선 및 비용절감편익을 상쇄하는 연차별 투자비용 산정

환경개선 및 비용절감편익을 상쇄하는 연차별 투자비용 산정 결과는 다음과 같다. 앞서 제시된 온실가스 감축목표 달성 시 연간 환경개선편익은 약 3,962,826,563원으로 나타났으며, 이와 함께 면세유 지원액 감소에 따른 비용절감편익은 약 34,558,312,526원으로, 총 385억 원에 해당하는 환경개선 및 비용절감편익이 발생하는 것으로 나타났다.

이러한 환경개선 및 비용절감편익은 경제성을 만족하는 투자 비용으로 이어질 수 있기 때문에, 해당 편익을 상쇄할 수 있는 총 투자 비용 또한 연간 385억 원으로 해석할 수 있다. 따라서 정부의 온실가스 감축목표 달성

을 위해 어선의 에너지 전환 과정에서 발생할 수 있는 주요 편익은 온실가스 감소에 따른 환경개선편익 및 면세유 등 정부 지원액 절감에 따른 비용절감편익으로 볼 수 있으며, 이러한 편익을 합한 연간 금액은 약 385억 원으로 이는 편익을 상쇄하면서 경제성을 만족시킬 수 있는 연간 총 투자비용이라 할 수 있다.

〈표 3-8〉 편익을 상쇄하는 연차별 투자비용 산정

단위: 원, 천, 백만 원

구분	편익 및 투자비용
목표달성 시 연간 환경개선편익 (A)	3,962,826,563원
면세유 지원액 감소에 따른 비용절감편익 (B)	34,558,312,526원
- 2022년 면세유 감면액	486,666백만 원
- 2022년 어선 척당 면세유 감면액	8백만 원
- 연간 친환경에너지 전환 어선 척수	4,572척
연간 발생편익을 상쇄하는 총 투자비용 (A+B)	38,521,139,089원

자료: 저자 작성

제3절 어업인 수용성

이정삼 외(2022)는 하이브리드어선 개발을 목표로 하는 연구개발 사업인 「전기복합 추진 어선의 검증 및 실용화를 위한 기술개발과 체계 구축(2차년도)」에서 어선의 친환경에너지 전환에 대한 어업인 수용성 조사를 수행한 바 있다. 이정삼 외(2022)는 연안자망, 연안복합, 근해채낚기 어업인 568명을 대상으로 구조화된 설문지에 의한 개별 면접조사 방식으로 설문조사를 실시하였고, 2022년 7월에서 9월까지 약 3개월간 진행된 본 조사는 조사 대상 어업인의 지역, 어업 유형 등을 고려한 할당표본추출 방식을 적용하였다. 어업인을 대상으로 한 설문조사의 주요항목으로는 ‘우리나라 연근해

어업의 전반적 상황에 대한 인식', '연근해어업의 문제점'에서부터 '어선의 친환경에너지 전환 사업(전기복합 추진 어선 개발 사업)의 필요성'에 이르기까지 어선의 친환경에너지 전환 기술 개발(하이브리드어선 개발)의 당위성 및 이와 관련한 연근해어업의 여건과 실태 진단을 위한 다양한 설문내용이 포함되었다.

상기의 조사 목적·체계 및 주요 설문 문항을 토대로 설문 응답자(어업인)들의 응답 내용을 정리하면 다음과 같다. 먼저 우리나라 연근해어업의 전반적 상황은 전체 응답자 중 70%가 넘는 응답자가 심각한 수준으로 받아들이고 있으며, 연근해어업의 주요 문제점으로 어업인은 '유류비 증가'와 '수산자원 및 어획량 감소', 어업 경영활동 시 면세유 사용에 대해서는 대다수가 상당한 도움이 된다고 응답한 것으로 나타났다. 연료비 증가 시 어업활동 지속 여부에 있어서는 전체 응답자 중 63.6%가 어업 활동을 지속하지 않을 것으로 응답하였다. 마지막으로 어선의 친환경에너지 전환 사업(전기어선 개발 사업)의 필요성과 관련하여 전체 응답자 중 74.5%가 해당 사업이 필요하다고 응답하였다.

〈표 3-9〉 주요 설문 문항별 조사대상 어업인 응답 종합(2022년)

공통 설문항목	조사 대상 어업인(568명)
우리나라 연근해어업의 전반적 상황에 대한 인식	• 전반적으로 심각한 수준: 72.0%
연근해어업의 문제점 (복수 응답)	• 유류비 증가 (1위, 81.5%) • 수산자원 및 어획량 감소 (2위, 57.6%)
면세유 관련	• 어업 경영에 면세유 도움된다. (91.9%)
연료비 증가 시 어업활동 지속 여부	• 연료비 증가 시 어업 지속하지 않을 것이다. (63.6%) • 연료비 증가 시 어업 지속할 것이다. (29%) • 잘 모르겠다. (7.4%)
어선의 친환경에너지 전환 사업(전기복합 추진 어선 개발 사업)의 필요성	• 해당 사업 필요하다. (74.5%) • 해당 사업 필요 없다. (25.5%)

자료: 이정삼 외(2022), p. 245.

따라서 본 설문조사 대상 어업인들은 우리나라 연근해어업의 전반적 상황을 부정적으로 인식하고 있는 것으로 보이며, 이 중 가장 크게 부상하고 있는 문제점으로는 유류비 증가에 대한 부분을 들 수 있다. 유류비 증가에 대한 대응정책으로 면세유 사용에 대한 정책 선호도는 매우 높은 것으로 나타났으며, 상기에 제시된 응답을 토대로 어선의 친환경에너지 전환사업에 대한 필요성을 조사한 결과 전체 응답자 중 약 75%가 해당 사업이 필요한 것으로 인식하여, 어선의 친환경에너지 전환에 대한 어업인의 수용성은 매우 높을 것으로 짐작할 수 있다.

04

어선의 친환경에너지 전환 방안

제1절 목표 및 기본방향

일반선박과 달리, 어선 크기는 제한적으로 관리되어 왔고, 업종별 조업 특성 및 어획대상 어종에 따라 배의 형태, 기관 마력, 조업방식 및 다양한 어업 장비가 설치되어 있어 어선에 적용가능한 친환경에너지 전환 기술에 있어서는 한계가 존재해 왔다. 전기추진 및 LPG추진 시스템 등 지금까지 어선에 적용가능한 친환경에너지 전환 기술개발 노력이 있었으나, 이러한 업종별·어종별 특성 등에 따른 개발의 한계가 존재하기 때문에, 에너지 전환 기술이 적용가능한 어선 유형의 우선순위 및 이에 따른 정부의 온실가스 감축목표 이행 효과를 진단하기 위한 연구 수행이 무엇보다도 필요한 시점이다.

이러한 인식하에 본 연구는 우리나라 전체 선박의 높은 비중을 차지하고 있는 어선에 대한 친환경에너지 전환 방안을 제시하여 선박·어업 분야 탄소 저감 이행에 대한 실효성 제고와 동시에 친환경에너지에 대한 신산업·신시장 창출 및 지속가능한 해양 관리 실현에 기여하고자 한다. 국내 어선 및 관련 친환경에너지 전환 정책 현황, 해외 선진 기술 동향 및 친환경에너지

전환에 필요한 타당성 분석 등을 통해 본 연구는 어선의 친환경에너지 전환에 대한 방향을 설정함과 동시에 어선의 에너지 전환에 필요한 제도 개선 방안을 제시하고자 하였다.

본 연구는 산업의 대상으로서 어선을 설정하고, 핵심 주제로서 친환경에너지 전환을 설정하였다. 먼저 제1장에서는 본 조사의 필요성 및 목적, 조사 범위 및 추진 방법, 그리고 선행연구에 관한 검토사항을 기술하였다.

제2장에서는 어선의 친환경에너지 전환 동향 및 사례를 분석하여 어선의 친환경에너지 전환을 위한 방향성을 정립하고자 하였다. 이를 위해 우선적으로 연근해어선 척수 및 온실가스 배출 현황을 살펴보고, 친환경에너지 전환 정책 동향 및 관련 법·제도와 기술지원 동향을 살펴보았다. 뿐만 아니라 국내외 친환경에너지 전환 사례를 살펴보고, 관련 시사점을 도출하였다. 우선 국내사례에서는 자동차, 레저선박, 건설을 포함한 주요 산업 분야의 사례를 살펴보고, 국외 주요국 사례에서는 친환경선박 기술개발 동향 및 관련 지원 제도와 규제를 중심으로 한 노르웨이, 아이슬란드, 일본을 대상으로 한 주요국 사례를 살펴보았다.

제3장에서는 친환경에너지 전환의 타당성 및 수용성 분석을 실시하였다. 우선 기술적 타당성 분석에서는 친환경에너지 전환 기술 개념의 부합성, 적절성 및 기술 적용 대상의 차별성을 분석하였다. 다음으로 환경경제적 타당성 분석에서는 온실가스 감축목표 및 환경개선편익을 고려한 친환경에너지 전환 어선 척수 산정, 그리고 면세유 지원액 등을 고려한 친환경에너지 전환의 연차별 투자비용을 산정하고자 하였다. 마지막으로 어업인 수용성에 있어서는 어선의 친환경에너지 전환 사업의 당위성 도출을 위해 「전기복합 추진 어선의 검증 및 실용화를 위한 기술개발과 체계 구축(2차년도)」 보고서의 설문조사 결과를 분석하였다.

본 장에서는 상기에 제시한 친환경에너지 전환과 관련한 주요 분석 내용

을 토대로 어선의 친환경에너지 전환 방안을 제시하였다. “어선의 친환경 에너지 전환을 통한 해양수산 2050 탄소중립 선도”를 목표로 실효성 제고 및 법·제도 개선, 사업 활성화 및 전환 기반 확충, 인력 육성을 포함한 3개 부문에 대한 5대 전환 방안을 제시하였다. 이러한 5대 전환 방안에 대한 구체적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

〈그림 4-1〉 목표 및 기본방향



제2절 어선의 친환경에너지 전환 방안

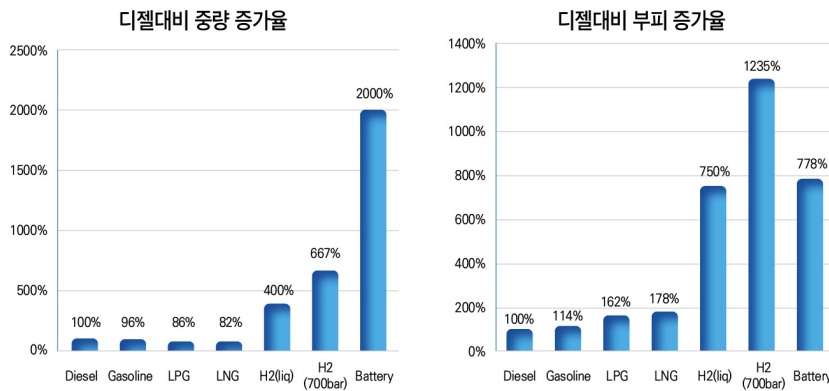
1. 실효성 제고 및 법·제도 개선

1) 우선순위 선정 및 단계적 추진을 통한 실효성 제고

제3장에서 살펴보았듯이 어선은 바다에서 항행과 조업이 동시에 이루어지는 특성 때문에 자동차 및 일반 상선에 비해 많은 차이가 존재한다. 친환경

경에너지 전환 기술 적용이 비교적 빨리 이루어졌고, 이미 상용화 단계로 나아가고 있는 자동차 및 일반 상선에 비해 어선은 중량 민감성이 높고, 총톤수 규정에 의한 공간성이 민감하다. 뿐만 아니라, 많은 어선들이 어장 선점을 위한 경쟁 조업으로 최고 속력을 내며 운항을 하는 경우가 빈번하기 때문에, 엔진 부하의 변화가 심하다는 특성을 지니고 있다.

〈그림 4-2〉 디젤 대비 친환경 연료별 어선 중량 및 부피 증가율



자료: 세미나 자료(2024.4.12.), 친환경 어선 개발보급 활성화 방안 세미나, 블루마린 제공

기술적 관점에서 디젤연료 사용 어선 대비 친환경 연료별에 따른 어선 중량 및 부피 증가율을 살펴보면 LPG 어선은 디젤 어선에 비해 중량이 상대적으로 낮은 반면, 배터리를 사용하는 전기추진 어선은 디젤 어선의 중량에 비해 무려 20배에 달하는 중량이 요구된다. 또한 부피에 있어서 LPG 어선은 디젤 어선에 비해 1.5배가 더 높은 부피가 요구되고, 전기추진 어선은 디젤 어선에 비해 무려 약 7배가 넘는 부피가 요구된다.

현재의 기술 수준을 고려해 볼 때 어선의 친환경 연료 전환에 따른 중량의 증가는 안전성 문제와 함께 높은 속력을 요구하는 어선에 적합하지 않고, 현저한 부피의 증가는 공간 활용을 위해 어창 공간을 줄여야 하는 등 어선 본연의 기능을 상실할 수도 있는 기술적 한계에 봉착한 것으로 볼 수 있다.

따라서 해양수산분야의 온실가스 감축목표를 달성하고, 탄소중립이라는 전 세계적 정책 방향에 발맞춰 나가기 위해서는 현재의 기술적 한계를 고려한 친환경에너지 전환 가능 어선을 선정해 친환경에너지 전환 정책의 실효성을 높이는 것이 무엇보다도 중요한 부분으로 볼 수 있다.

「어선법」 제2조(정의)에 따른 어선에는 어업(양식업 포함), 어획물운반업 또는 수산물가공업에 종사하는 선박이 해당되며, 이는 연근해어선, 양식선, 운반선, 가공선으로 분류해 볼 수 있다. 또한 수산업에 관한 시험·조사·지도·단속 또는 교습에 종사하는 선박, 시험·조사·지도·단속선 또는 교습선 또한 어선법상 어선에 포함된다고 한다면, 이러한 어선의 유형을 두고 실효성 높은 친환경에너지 전환을 위해 연도별·유형별 어선 척수 및 비중을 살펴볼 필요가 있다. 지난 3년간(2020~2022년) 연도별·유형별 어선 척수 및 비중에 있어서는 전체 어선 척수에서 연평균 절반 이상을 차지하는 연안어선 다음으로, 양식어선이 그다음을 차지하고 있다. 또한 내수면어선 및 기타 어선 또한 전체 어선 척수에서 연평균 10%에 가까운 비중을 차지하고 있다.

〈표 4-1〉 연도별·유형별 어선 척수 및 비중

단위: 척, %

연도·비중	합계	연안어선	근해어선	양식어선	내수면 어선	기타어선	원양어선
2022년	63,385	36,694	2,372	19,148	1,943	3,034	194
비중	100.0	57.9	3.7	30.2	3.1	4.8	0.3
2021년	65,531	37,062	2,492	18,915	3,001	3,869	192
비중	100.0	56.6	3.8	28.9	4.6	5.9	0.3
2020년	65,744	37,271	2,613	18,707	3,081	3,873	199
비중	100.0	56.7	4.0	28.5	4.7	5.9	0.3
연평균	64,887	37,009	2,492	18,923	2,675	3,592	195
비중	100.0	57.0	3.8	29.2	4.1	5.5	0.3

주: 기타어선에는 어획물 운반선, 지도단속선, 시험 및 교습선 포함
 자료: 해양수산부 통계시스템, 등록어선통계(검색일: 2024.3.25.)

대다수의 연근해어선이 높은 속력, 넓은 어창 공간 등을 요구함에 따라 친환경 연료 적용에 있어 다양한 기술적 한계에 봉착해 왔다. 그러나 양식장 관리선, 내수면 어선 및 어획물 운반선, 시험 및 교습선을 포함한 기타 어선은 조업(이동) 거리가 상대적으로 짧고, 선내 공간 활용에 있어 민감하지 않다는 점, 그리고 높은 속력을 요구하지 않는다는 점에서 전기어선으로의 전환 가능성이 높다고 볼 수 있다. 또한 이동 거리가 짧고, 일일조업이 행해지는 통상 5톤 미만의 연안어선 중 친환경에너지 전환이 가능한 어선 또한 세부 업종별로 분류해 볼 필요가 있다.

지난 3년간(2020~2022년) 총톤수 5톤 미만 및 이상의 어선 척수와 비중을 살펴보면, 5톤 미만의 어선 척수는 연평균 47,713척으로 전체 연평균 어선 척수의 78.5%를 차지해 왔다. 5톤 미만의 어선은 상당수가 일일(근거리) 조업이 행해지고, 어창 공간의 활용도가 높고, 큰 속력을 요구하지 않는 어선이 상당수 존재하기 때문에 전기어선 등으로의 에너지 전환 가능성이 비교적 높다고 볼 수 있다.

〈표 4-2〉 총톤수 5톤 미만 및 이상 어선 척수와 비중

단위: 척, %

연도·비중	합계	5톤 미만 어선 척수 및 비중	5톤 이상 어선 척수 및 비중
2022년	64,385	51,272	13,113
비중	100.0	79.6	20.4
2021년	65,531	52,460	13,071
비중	100.0	80.1	19.9
2020년	52,336	39,407	12,929
비중	100.0	75.3	24.7
연평균	60,751	47,713	13,038
비중	100.0	78.5	21.5

자료: 해양수산부 통계시스템, 등록어선통계(검색일: 2024.3.25.)

지금까지 어선의 친환경에너지 전환에 있어 전기, 하이브리드, LPG 어선 등 다양한 친환경어선이 개발되어 왔다. 온실가스 감축목표의 달성이라는 국가적 환경정책을 이행해 나가고, 또한 국내외적으로 부상하고 있는 면세유 폐지 논의에 대한 적절한 대응책을 마련해 나가기 위해선 우선순위 선정을 통한 친환경에너지 전환 실효성 제고가 반드시 필요하다. 예를 들어 어선의 특성상 탄소제로를 달성할 수 있는 전기어선으로의 개발 범주에는 5톤 미만 일일조업 연안어선, 양식어선, 내수면어선, 기타어선 중 어획물 운반선, 시험 및 교습선이 포함될 수 있고, 원거리 조업, 넓은 어창공간 및 높은 속력을 요구하는 5톤 이상 연근해어선, 원양어선, 기타어선 중 지도단속선 등은 LPG 및 하이브리드 어선으로서의 개발 가능성을 고려해 볼 필요가 있다.

2) 어선법 개정

어선의 친환경에너지 전환에 있어 법·제도적 장애 요인은 최근 업계의 민원으로 이어지고 있다. 어선법에 규정되지 않은 내용은 불법으로 간주되는 본 법의 특성상 특히 해양수산부 고시로 마련된 축전지 추진 어선의 설비기준이 전기 추진(복합) 어선을 포함하지 않아 어선의 친환경에너지 전환에 향후 큰 걸림돌로 작용할 수 있다. 친환경선박법 제3조(정의)가 전기 추진선박을 포함하고 있듯이, 어선법에서도 축전지 추진 어선의 정의에 전기 추진(복합) 어선을 포함할 필요가 있다. 또한 친환경 전기추진선에 사용되는 셀, 모듈, 시스템, 배터리관리시스템(BMS), 오프가스 등에 대해서도 해당 용어의 정의를 포함한 구체적 기준을 법률로 설정할 필요가 있다.

〈표 4-3〉 축전지 추진 어선의 설비기준 주요 내용 및 개선사항

조항	내용	개선사항
제2조 (정의)	“축전지 추진 어선”이란 축전지를 전원으로 하는 전동기를 이용하여 추진축을 구동하는 어선을 말한다.	• “전기 추진(복합)” 추가 • 친환경 전기추진선에 사용되는 셀, 모듈, 시스템, 배터리관리시스템(BMS), 전력변환장치 등의 정의 추가 • 배터리에서 발생하는 오프가스의 정의 추가 • 위험성 평가의 정의 추가
제3조 (적용범위 등)	이 기준은 총톤수 10톤 미만의 축전지 추진 어선에 적용한다.	• 총톤수 10톤 미만과 10톤 이상의 어선에 적용가능한 본 설비 기준 확대
기타	제7조(배선공사), 제9조(동력전달 및 추진축계), 제11조(비상차단), 제15조(축전지실 소방설비) 등	• 총톤수 10톤 이상에 해당하는 어선에 적합한 고시 기준 마련
신설	축전지 추진 어선 설비의 기능 설계 및 설치 관련 규정	• 총톤수 10톤 미만 및 10톤 이상 어선에 대한 냉각, 환기, 충전 설비, 안전조치 및 사용설명서, 위험성 평가, 배터리 및 전력변환장치 등 어선용품의 형식승인에 관한 세부 규정 마련

자료: 국가법령정보센터, 축전지 추진 어선의 설비기준, 해양수산부고시 제2017-163호; S&P Lab 제공

한편 축전지 추진 어선의 설비기준에는 10톤 미만의 어선에 대한 관련 사항만 포함되어 있어, 10톤 이상의 어선에 대한 설비 기준은 어떤 법률이 적용되어야 하는지 모호한 부분이 있다. 뿐만 아니라 10톤 이상 어선에 대한 냉각, 환기, 충전 설비, 안전조치 및 사용설명서, 위험성 평가 등을 포함한 축전지 추진 어선 설비의 기능 설계 및 설치 관련 규정 또한 존재하지 않는다. 따라서 이러한 내용을 담은 본 고시 규정의 신설을 통해 어선의 친환경 에너지 전환 과정에서의 법·제도적 장애 요인을 사전에 제거하고, 전환 기술이 활성화·상용화 단계로 나아가기 위한 기반을 마련할 필요가 있다.

어선용품의 형식승인 시험 및 검정 등에 관한 기준(해양수산부 고시 제2021-184호)의 개선 필요 사항에서 기존 제2조(형식승인을 받을 수 있는 어선용품)에 따라 별표1에서 정한 품목에는 전기 추진을 위한 배터리 품목이

없어 형식승인 시험 및 검정이 불가능하다. 따라서 전기추진설비 품목으로 배터리셀, 배터리모듈, 배터리시스템, 전력변환장치 등에 대한 형식 승인 품목 규정이 필요하다.

2. 사업 활성화 및 전환 기반 확충

1) 규제자유특구 제도 등을 활용한 시범사업 활성화

규제자유특구는 지역을 단위로 지역과 기업이 직면한 신사업 관련 덩어리 규제를 패키지로 완화해 주는 제도로써, 이를 통해 지역으로의 투자와 양질의 일자리를 창출하여 지역의 혁신성장과 균형발전을 도모하려는 취지로 마련되었다. 또한, 「규제자유특구 및 지역특화발전특구에 관한 규제특례법」(약칭: 지역특구법) 제75조(규제자유특구의 지정 등) 제3항 및 제4항에 따라 중소벤처기업부장관이 지정·고시한 구역을 말한다.⁵⁹⁾

변화하는 기술 여건 속에서 새롭게 나타나는 기술을 규제 없이 연구하고 산업화하기 위한 환경 조성 추진 필요성에 따라 마련된 규제자유특구는 “각종 규제로 신기술 검증이나 사업화가 가로막히는 일이 없도록 획기적인 규제완화 조치가 적용”되는데,⁶⁰⁾ 이에 따라 규제자유특구는 다음과 같은 주요 특징을 가지고 있다. 첫째, 규제자유특구에는 식당의 주문 메뉴판처럼 미리 준비된 “기존 법령의 201개 규제 유예·면제”가 적용된다. 둘째, “규제 혁신 3종 세트(규제 샌드박스)”가 적용된다. 특구 내 기업들은 규제 여부의 불확실성이 발생한 경우 신사업 관련 허가사항 등의 필요 여부를 확인 요청 이후로 30일 이내에 그 피드백을 받을 수 있다(규제 신속 확인). 또한, 신제품이나 서비스의 시험·검증 시, 일정 기간의 규제 적용 없이 실증이 가능하

59) 중소벤처기업부(검색일: 2024.4.6.)

60) 중소벤처기업부(검색일: 2024.4.6.)

다(실증특례). 아울러 신제품·서비스의 안전성이나 기술 검증이 끝났으나, 허가 기준이 없거나 맞지 않은 기준을 적용하여 출시가 안 될 경우에 임시로 판매허가를 받을 수 있다(임시허가). 이러한 임시허가가 필요한 기업은 관계 담당부처의 검토 및 결성된 특구위원회 의결을 거쳐 임시허가(최대 2년, 1회 연장 가능, 법령 정비 시까지 기간 연장)가 가능하다.⁶¹⁾

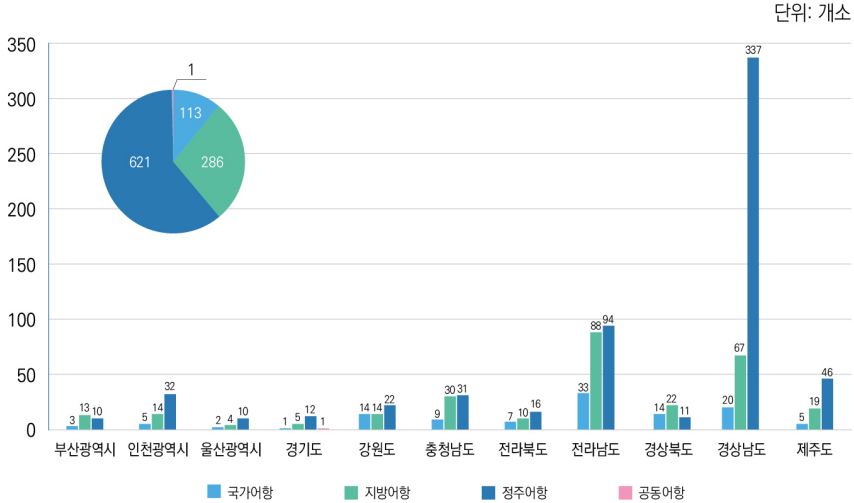
어선의 친환경에너지 전환과 필수적으로 연관되어 있는 전기 추진(복합) 어선의 정의, 친환경 전기추진선에 사용되는 셀, 모듈, 시스템, 배터리관리 시스템(BMS), 오프가스 등에 대해서는 해당 용어의 정의를 포함한 구체적인 기준이 법률로 설정되어 있지 않기 때문에, 신기술 및 혁신기술을 장려하고 육성하기 위해서는 규제자유특구 제도의 활용이 필요하다. 규제자유특구의 활용 시에는 어선을 건조하는 조선소를 중심으로 관련 기자재 업체가 밀집되는 있는 지역을 중심으로 하고, 친환경에너지 전환 기술을 보유하고 있으나, 법·제도에 막혀 상용화로 발전하는 데 큰 한계를 가지고 있는 기업을 대상으로 규제자유특구 제도를 활용한 어선의 친환경에너지 전환 기술에 대한 시범사업을 활성화하고, 이를 토대로 선도적인 기술을 선점할 수 있는 전략이 필요하다.

2) 충전인프라, 전력망 구축 등 친환경에너지 전환 기반 시설 확충

2019년 기준 우리나라 어항은 총 1,020개소로 어선의 친환경에너지 전환에 대비한 충전인프라는 거의 전무한 실정이다. 친환경에너지를 동력원으로 하는 어선의 개발 시 이러한 충전인프라를 비롯한 전력망 구축이 미흡하게 된다면 친환경어선은 존재하나, 기반 시설이 없어서 해당 어선을 어디에도 사용할 수가 없는 말 그대로 사상누각에 불과한 현실로 나타날 수 있다.

61) 중소벤처기업부(검색일: 2024.4.6.)

〈그림 4-3〉 우리나라 지역별 어항(수) 현황



자료: 한국어촌어항공단(검색일: 2024.3.19.)

지금까지 어선의 친환경에너지 전환 과정의 일환으로 진행된 전기어선, LPG 어선, 하이브리드 어선 등에 대한 연구개발은 어선 그 자체에 집중되어 왔다. 성공적인 연구개발을 통해 이용자의 수요가 높고, 성공적인 상용화가 준비된 친환경어선이 시장에 출시된다고 하더라도, 이에 대한 충전인프라 및 해당 인프라에 에너지를 공급할 수 있는 전력망 구축 등 일련의 체계가 마련되지 않는다면, 어떠한 친환경어선이 개발된다고 할지라도 무용지물로 남을 가능성이 매우 높다. 따라서 어선의 친환경에너지 전환 과정에서 이루어지는 기술개발은 그 대상이 어선뿐만 아니라 관련 충전인프라 및 전력망 구축에도 집중할 필요가 있다.

상기에 제시된 지역별 어항 현황을 살펴보면, 전라남도 및 경상남도의 어항 수가 전체 어항 수의 절반 이상을 차지하고 있음을 알 수 있다. 해당 지역은 다른 지역에 비해 어선 척수가 집중되어 있을 뿐만 아니라, 특정 어항에 많은 어선이 집중적으로 분포되어 있을 가능성도 높다. 어선의 친환경

경에너지 전환 과정에서는 주요 대상인 어선의 개발뿐만 아니라 각 어항에 분포되어 있는 어선 척수를 파악하여, 이용자(선주 등) 어선을 운용하는 과정에서 친환경에너지를 원활히 공급받을 수 있도록 하는 문제도 고려되어야 한다. 또한 전기에너지를 동력원으로 하는 어선의 개발 시 전기자동차보다 훨씬 많은 전력이 충전되어야 하기 때문에, 육상에서의 고속충전소보다 성능이 개선된 해상 고속충전소 개발에 대한 연구 노력도 병행될 필요가 있다.

3. 인력 육성

1) 친환경선박과 관련한 연계교육과정 마련 및 현장중심 인력 육성

산업연구원(KIAT)은 친환경선박 분야에서의 산업기술인력이 2030년까지 연평균 5.5%로 증가하여, 2030년까지 39,936명이 이를 것으로 전망했다. 이 중 연평균 증가율이 가장 높은 업무 분야로는 연구개발, 그다음으로 설계 및 디자인 분야인 것으로 나타났고, 졸업학위는 석박사 인력의 증가율이 가장 높을 것으로 전망하였다.

어선은 해상에서의 항해 및 조업이 동시에 이루어진다는 측면에서 친환경에너지 전환 기술의 적용 시 일반선박보다 더 많은 부분에 대한 고민이 필요하다. 그러나 친환경어선 개발의 인력 수급은 인건비 및 경제성 등의 제약으로 인해 상황이 좋지 않은 게 현실이다. 친환경어선에 대한 연구개발 수요가 부진한 상황에서 관련 교육기관 신설 및 학과 개설 등의 정책은 친환경선박 관련 교육 과정에서는 그 실효성이 떨어질 가능성도 높다.

〈표 4-4〉 2030 친환경선박 산업기술인력 전망

단위: 명, %

구분	산업기술인력		증가인력	연평균 증가율
	2020년	2030년		
분야 전체	23,473	39,936	16,463	5.5
연구개발	2,568	4,965	2,397	6.8
설계, 디자인	3,411	6,117	2,705	6.0
평가, 인증, 검증	546	855	309	4.6
생산기술	13,981	23,078	9,097	5.1
품질관리	1,257	2,077	820	5.2
보증, 정비	728	1,183	455	5.0
구매, 영업	982	1,661	679	5.4
고졸	10,534	17,244	6,710	5.1
전문대졸	3,339	5,503	2,165	5.1
대졸	8,097	14,305	6,208	5.9
석박사	1,503	2,884	1,381	6.7

자료: KIAT(2021), p. 6.

친환경어선 관련한 인력 양성의 경우 그 수요가 부족한 현실을 감안하여 친환경선박과 관련한 연계교육과정을 마련할 필요가 있다. 어선과 선박의 특성을 이해하고, 친환경이라는 시대의 방향에 맞는 산업기술인력을 육성하기 위해서는 어선에 비해 상대적으로 수요가 높은 친환경선박 관련 교육과정에서 어선 교육을 연계시킬 필요가 있다. 또한 업종별로 다양한 어선이 해역에 따라 분포하기 때문에, 현장답사, 실지조사 등을 통한 현장중심 인력을 육성할 필요가 있다. 이뿐만 아니라 대학과 업계 간 전문인력 양성 협약 등을 통해 업계의 전문인력은 연구 수준을 높이고, 대학의 전문인력은 현장 경험을 높여, 대학과 업계 간 연구 및 현장 경험을 극대화하는 방안도 고려해 볼 필요가 있다.

05

요약 및 결론

제1절 요약

타 선박에 비해 온실가스 배출량이 상대적으로 높은 어선을 생산 수단으로 하는 어업 분야에서도 탄소저감 이행을 위한 노력이 필요한 상황이다. 우리나라 어선 척수(66,362척)는 전체 선박 수의 69.5%를 차지해 왔으며, 어업에 의한 온실가스 배출량은 2019년을 기준으로 284만 8천 톤 수준이다. 이는 농업 및 임업에서의 온실가스 배출량(113만 4천 톤)보다 2.5배 이상 높은 수준으로 볼 수 있다.

이러한 어업 분야의 탄소저감 이행에서 어선의 친환경에너지 전환은 가장 핵심적인 사항이라 할 수 있지만, 어선에 적용가능한 친환경에너지 전환 기술은 그리 단순한 문제로 볼 수는 없다. 어선은 이동뿐만 아니라 선상에서의 ‘조업’을 목적으로 이용되는 특징이 존재하기 때문에 업종별·어종별 특성에 따른 다양한 형태의 장비·설비를 에너지 전환 과정에서 고려해야 하며, 친환경어선 개발 및 상용화와 관련한 업계의 제도 개선 요구 또한 간과할 수 없는 상황이다. 일례로 「어선법」에서는 지금까지 화석연료 기반 동력·추진시스템 및 관련 설비만을 규정하고 있어, 친환경연료 전환 기술을 적용·상용화할 수 있는 법률 개정에 대한 업계의 요구는 현재 상황을

보여주는 대표적인 예라고 할 수 있다. 따라서 어선과 관련한 업종별·어종별 특성, 관련 업계의 요구 등을 반영한 정책 방향 설정 및 제도 개선, 그리고 정부의 온실가스 감축목표 이행 효과 진단 등을 포함한 연구 수행이 무엇보다도 필요한 시점이다.

이에 본 연구는 우리나라 전체 선박의 높은 비중을 차지하고 있는 어선에 대한 친환경에너지 전환 방안을 제시하고자 하였다. 국내 어선 및 관련 친환경에너지 전환 정책 현황, 해외 선진 정책 사례 및 친환경에너지 전환에 필요한 타당성 및 수용성 분석 등을 통해 본 연구는 어선의 친환경에너지 전환에 대한 방향 설정과 동시에 어선의 에너지 전환에 필요한 정책 방안을 마련하고자 하였다.

본 연구는 산업의 대상으로서 어선을 설정하고, 핵심 주제로서 친환경에너지 전환을 설정하였다. 또한 연구 내용은 상기에 기술된 바와 같이 총 4개 장으로 구성하였다. 먼저 제1장에서는 본 조사의 필요성 및 목적, 조사 범위 및 추진 방법, 그리고 선행연구에 관한 검토사항을 기술하였다. 다음으로 제2장에서는 어선의 친환경에너지 전환 동향 및 사례를 분석하여 어선의 친환경에너지 전환을 위한 방향성을 정립하고자 하였다. 이를 위해 우선 연근해어선 척수 및 온실가스 배출 현황을 살펴보고, 친환경에너지 전환 정책 동향 및 관련 법·제도와 기술지원 동향을 살펴보았다. 뿐만 아니라 국내외 친환경에너지 전환 사례를 살펴보고, 관련 시사점을 도출하였다. 우선 국내사례에서는 자동차, 레저선박, 건설을 포함한 주요 산업 분야의 사례를 살펴보고, 국외 주요국 사례에서는 친환경선박 기술개발 동향 및 관련 지원 제도와 규제를 중심으로 노르웨이, 아이슬란드, 일본을 대상으로 한 주요국 사례를 살펴보았다. 한편 제3장에서는 친환경에너지 전환의 타당성 및 수용성 분석을 실시하였다. 우선 기술적 타당성 분석에서는 친환경에너지 전환 기술 개념의 부합성, 적절성 및 기술 적용 대상의 차별성을 분석하였다. 다음으로 환경경제적 타당성 분석에서는 온실가스 감축목표 및 환경개선편익을

고려한 친환경에너지 전환 어선 척수 산정, 그리고 면세유 지원액 등을 고려한 친환경에너지 전환의 연차별 투자비용을 산정하고자 하였다. 마지막으로 제4장에서는 앞에서 제시한 친환경에너지 전환과 관련한 주요 분석 내용을 토대로 어선의 친환경에너지 전환 방안을 제시하였다. “어선의 친환경에너지 전환을 통한 해양수산 2050 탄소중립 선도”를 목표로 실효성 제고 및 법·제도 개선, 사업 활성화 및 전환 기반 확충, 인력 육성을 포함한 3개 부문에 대한 5대 전환 방안을 제시하였다.

제2절 결론

상기의 내용을 토대로 본 연구는 “어선의 친환경에너지 전환을 통한 해양수산 2050 탄소중립 선도”를 목표로 설정하고, 실효성 제고 및 법·제도 개선, 사업 활성화 및 전환 기반 확충, 인력 육성을 포함한 3개 부문별 5대 전환 방안을 제시하였다.

먼저 ‘실효성 제고 및 법·제도 개선’ 부문에서는 양식장 관리선, 내수면 어선 및 어획물 운반선, 시험 및 교습선을 포함한 기타어선은 조업(이동) 거리가 상대적으로 짧고, 선내 공간 활용에 있어 민감하지 않다는 점, 그리고 높은 속력을 요구하지 않는다는 점에서 전기어선으로의 전환 가능성이 높다고 볼 수 있으며, 이동 거리가 짧고, 일일조업이 행해지는 통상 5톤 미만의 연안어선 중 친환경에너지 전환이 가능한 어선은 세부 업종별로 분류하여 기술 적용 타당성을 고려할 필요가 있다. 또한 어선법 개정과 축전지 추진 어선의 정의에 있어 전기 추진(복합) 어선을 포함하고, 관련 세부 기준의 마련 필요성, 친환경 전기추진선에 사용되는 셀, 모듈, 시스템, 배터리

관리시스템(BMS), 오프가스 등에 대해서도 해당 용어의 정의를 포함한 구체적인 기준을 법률로 정할 필요가 있다.

다음으로 ‘사업 활성화 및 전환 기반 확충’ 부문에서는 규제자유특구 제도 등을 활용한 시범사업 활성화 필요성과 관련하여 친환경에너지 전환 기술을 보유하고 있으나, 법·제도에 막혀 상용화로 발전하는 데 큰 한계를 가지고 있는 기업을 대상으로 규제자유특구 제도를 활용한 어선의 친환경에너지 전환 기술에 대한 시범사업을 활성화하고, 이를 토대로 선도적인 기술을 선점할 수 있는 전략이 필요하다. 또한 충전인프라 등 친환경에너지 전환 기반 시설 확충과 관련하여 어선의 친환경에너지 전환 과정에서 이루어지는 기술개발은 그 대상이 어선뿐만 아니라 관련 충전인프라 및 전력망 구축에도 집중할 필요가 있다.

마지막으로 ‘인력 육성’ 부문에서는 친환경어선 관련한 인력 양성의 경우 그 수요가 부족한 현실을 감안할 필요가 있기 때문에 친환경선박과 관련한 연계교육과정을 마련할 필요가 있고, 업종별로 다양한 어선이 해역에 따라 분포하기 때문에, 현장답사, 실지조사 등을 통한 현장중심 인력 육성이 필요하다.

본 연구가 제시한 어선의 친환경에너지 전환 방안은 현 정부가 추진하고자 하는 국정과제의 실현과 상당한 연계성이 있다고 할 수 있으며, 더 나아가 해당 정책 방안의 체계적인 이행 및 전략 마련 등을 통해 정책적 측면에서 어업 분야 탄소중립 이행을 제고하고, 사회·경제적 측면에서는 친환경어선 개발 등을 통한 중소형 어선건조 업계의 신시장 개척, 기업경쟁력 제고 및 일자리 창출, 녹색산업으로서의 어선건조 및 기자재 산업 전환이 가속화되길 기대해 본다. 또한 환경적 측면에서 어선의 온실가스 감축 및 미세먼지 저감을 통한 해양환경 개선에 큰 기여를 할 수 있기를 기대한다.

참고문헌

국내외 문헌

- 국립환경과학원·(주)케이에프(2015), 국내 연근해 선박에 의한 대기오염물질 및 온실가스 배출계수 개발과 배출량 산정(II) 최종보고서.
- 김규남(2017), 저탄소 도시를 위한 에너지 효율적인 건물, Global Report, 국토교통과학기술진흥원.
- 김은미·이성희(2023), 국제사회의 산업부문 탄소중립 추진 동향과 대응방향: 중소기업을 중심으로, 대외경제정책연구원.
- 김지연·양이석·박지현·이상건(2022), 수산식품산업의 탄소중립 대응방안 연구, 한국해양수산개발원.
- 김지효·김현제(2021), 에너지전환 정책의 성과 및 향후 추진방향 연구, 에너지경제연구원.
- 김현종 외(2021), 탄소중립을 위한 녹색산업 유망분야 중장기 육성전략 연구, 한국환경산업기술원.
- 관계부처 합동(2021.10.18), 2030 국가온실가스 감축목표(NDC) 상향안.
- 대한민국정부(2020), 지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국 2050 탄소중립 전략.
- 산업연구원(2017), 친환경 자동차 정책의 평가와 개편 방향.
- 심기섭·조지성·김영훈(2017), 친환경에너지 정책 추진강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안, 한국해양수산개발원.
- 심진경(2016), 해양에너지분야 정부연구개발사업의 민간참여 활성화 방안 연구, 신·재생에너지, 12(4), 48-52.

유지원 외(2024), 한-아이슬란드 친환경 전기 소형 어선 협력 가능성과 문제점, EU연구, 71, 35-68.

이정삼 외(2022), 전기복합 추진 어선의 검증 및 실용화를 위한 기술개발과 체계 구축.

임성진 외(2021), 지역주도 그린뉴딜과 에너지분권, 국회사무처.

전남대학교(2018), 2030 온실가스 감축로드맵 수산부문 대응 방안, 국립수산물과학원.

조일현·이재석(2020), 「국제 신재생에너지 정책변화 및 시장분석」, 에너지경제연구원.

손영태 외(2019), 전기복합 추진 연안 소형 어선 개발 기획 연구, 한국해양교통안전공단

한국환경산업기술원(2023), 탄소중립 핵심기술 동향 및 전망 분석 연구.

해양수산부(2021), 해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵.

환경부 온실가스종합정보센터(2022), 2021 국가온실가스 인벤토리 보고서.

KIAT(2021), 스마트·친환경선박 산업기술인력 전망보고서.

Ministry for the Environment and Natural Resources(2018), Iceland's Climate Action Plan for 2018-2030, p. 1~4. 단

인터넷 자료

국가법령정보센터(어선법), <https://law.go.kr/%eb%b2%95%eb%a0%b9/%ec%96%b4%ec%84%a0%eb%b2%95>(검색일: 2024.2.21.)

국가법령정보센터(친환경선박법), <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%ED%99%98%EA%B2%BD%EC%B9%9C%ED%99%94%EC%A0%81%EC%84%A0%EB%B0%95%EC%9D%98%EA%B0%9C%EB%B0%9C%EB%B0%8F%EB%B3%B4%EA%B8%89%EC%B4%89%EC%A7%84%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0>(검색일: 2024.2.21.)

국가법령정보센터(선박안전법), <https://law.go.kr/LSW/lInfoP.do?efYd=20230628&lsiSeq=246611#0000>(검색일: 2024.2.21.)

국가법령정보센터(탄소중립기본법), <https://law.go.kr/%eb%b2%95%eb%a0%b9/%ed%83%84%ec%86%8c%ec%a4%91%eb%a6%bd%ea%b8%b0%eb%b3%b8%eb%b2%95>(검색일: 2024.3.21.)

- 국가법령정보센터(온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률), <https://law.go.kr/%eb%b2%95%eb%a0%b9/%ec%98%a8%ec%8b%a4%ea%b0%80%ec%8a%a4%eb%b0%ec%b6%9c%ea%b6%8c%ec%9d%98%ed%95%a0%eb%8b%b9%eb%b0%8f%ea%b1%b0%eb%9e%98%ec%97%90%ea%b4%80%ed%95%9c%eb%b2%95%eb%a5%a0>(검색일: 2024.3.21.)
- 국가법령정보센터(기후기술법), <https://law.go.kr/%eb%b2%95%eb%a0%b9/%ea%b8%b0%ed%9b%84%eb%b3%80%ed%99%94%eb%8c%80%ec%9d%91%ea%b8%b0%ec%88%a0%ea%b0%9c%eb%b0%9c%ec%b4%89%ec%a7%84%eb%b2%95/>(18072,20210420)(검색일: 2024.3.21.)
- 국가법령정보센터(환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률), <https://law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsId=009758#0000>(검색일: 2024.2.21.)
- 국가법령정보센터(환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 시행령), <https://law.go.kr/%eb%b2%95%eb%a0%b9/%ed%99%98%ea%b2%bd%ec%b9%9c%ed%99%94%ec%a0%81%ec%9e%90%eb%8f%99%ec%b0%a8%ec%9d%98%ea%b0%9c%eb%b0%9c%eb%b0%8f%eb%b3%b4%ea%b8%89%ec%b4%89%ec%a7%84%ec%97%90%ea%b4%80%ed%95%9c%eb%b2%95%eb%a5%a0%ec%8b%9c%ed%96%89%eb%a0%b9>(검색일: 2024.2.21.)
- 국가법령정보센터(녹색건축물조성지원법), <https://law.go.kr/%eb%b2%95%eb%a0%b9/%eb%85%b9%ec%83%89%ea%b1%b4%ec%b6%95%eb%ac%bc%ec%a1%b0%ec%84%b1%ec%a7%80%ec%9b%90%eb%b2%95/>(검색일: 2024.2.24.)
- 광주광역시, 전기자동차보급, <https://www.gwangju.go.kr/envi/contentsView.do?pagerId=envi218>(검색일: 2023.11.14.)
- 뉴스토마토 홈페이지, <https://www.newstomato.com/>(검색일: 2023.11.7.)
- 대한민국 정책브리핑, <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=155788152#pressRelease>(검색일: 2024.3.12.)
- 무공해차 통합누리집 홈페이지, <https://ev.or.kr/nportal/main.do#>(검색일: 2023.11.7.)
- 산업통상자원부, 알림·뉴스, <https://www.motie.go.kr>(검색일: 2023.12.14.)
- 서울에너지드림센터, https://seouledc.or.kr/bbs/board.php?bo_table=7010(검색일: 2024.2.25.)
- 일본 안마사 홈페이지, <https://www.yanmar.com/jp/about/ymedia/article/fuel-c>

ell.html(검색일 : 2023.11.2.)

에너지경제연구원 홈페이지, <https://www.keei.re.kr/board.es?mid=a10103020000&bid=0014>(검색일: 2023.10.15.)

자동차산업협동조합 홈페이지, <https://www.kaica.or.kr/>(검색일: 2024.2.7.)

정부업무평가 홈페이지, https://www.evaluation.go.kr/web/page.do?menu_id=162(검색일: 2023.11.18.)

중소벤처기업부, 규제자유특구, <http://rfz.go.kr/?menuno=65>(검색일: 2024.4.6.)

통계시스템, 등록어선통계, <https://www.mof.go.kr/statPortal/main/portalMain.do>

한국어촌어항공단, <https://www.fipa.or.kr/fipa/index.do>(검색일: 2024.3.19.)

환경법률신문 홈페이지, <http://www.ecolaw.co.kr/>(검색일: 2024.1.23.)

Enerdata, <https://www.enerdata.co.kr/publications/daily-energy-news/japan-ratifies-paris-agreement-after-its-entry-force.html>(검색일: 2023.11.3.)

Fiskeripolitikk og kvotemeldinga, <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/fiskeri-politikk-og-kvotemeldinga/id3013599/>(검색일: 2023.10.04.)

Handlingsplan for grønn skipsfart, <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/handlingsplan-for-gronn-skipsfart/id2660877/>(검색일: 2023.10.04.)

jpnews, <https://jpnews-matome.com/post-190905/>(검색일: 2023.10.15.)

KDI 경제정보센터, <https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=204436&topic=>(검색일: 2024.3.16.)

KBS WORLD KOREAN 홈페이지, https://world.kbs.co.kr/service/contents_view.htm?lang=k&menu_cate=issues&id=&board_seq=422574(검색일: 2023.11.18.)

LOVDATA, <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2019-06-21-70#:~:text=Love%20skal%20fremme%20sj%C3%B8transport%20som,ivareta%20nasjonale%20forsvars%2D%20og%20beredskapsinteresser.>(검색일: 2023. 11.08.)

energy-shift, <https://energy-shift.com/news/5cfdcae6-098b-43c8-a9f4-6f92b021cf34>(검색일: 2023.10.15.)

SK ecoplant, <https://news.skecoplant.com/plant-tomorrow/14793/>(검색일: 2024. 3.22.)

기타 자료

박준모(2022.5.16.), 연근해어업의 탄소중립 실현을 위한 탄소배출 저감 방안, 연근해 어업 탄소중립 실현 방안 세미나, 한국해양수산개발원.

블루마린(2024.4.12.), 친환경 어선 개발·보급 활성화 방안 연구, 친환경 어선 개발보급 활성화 방안 세미나. 한국해양수산개발원.

아이슬란드 Grænafið(2022.4.19.), KMI-Iceland Research Collaboration Workshop, 한국해양수산개발원.

기본연구보고서 발간목록

Ⅰ 2023

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	마을여장 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 수급관리 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

2022년

01	선박투자 가치평가 및 위험관리 모형 연구	박성화
02	항만 컨테이너 반출입 예약시스템 가격결정 모형 연구	서정용
03	연안재해 대응을 위한 그린인프라 구축방안 연구	정지호
04	탄소중립이 해양수산업에 미치는 경제적 영향분석 연구	권장한
05	수산물 안전성 관리체계 개선방안 연구	조현주
06	준해양사고 통보제도 개선방안 연구	박상원
07	MZ세대 소비트렌드를 반영한 해양관광 추진방안 연구	최일선
08	연근해 어종별 어획쿼터제도 도입방안 연구	심성현
09	행위자기반 해양공간계획 시뮬레이션 개발 연구	조성진
10	항만분야 탄소중립 관리체계 개선방안 연구	안승현
11	탄소중립 시대 양식산업 대응전략 연구 - 육상 어류양식을 중심으로 -	마창모
12	수산물식품산업의 탄소중립 대응방안 연구 - 가공업을 중심으로 -	김지연
13	해양환경보건정책 도입방안 연구	박수진
14	포스트 코로나 시대의 컨테이너 해운산업 대응방안 연구 - 디지털 플랫폼을 중심으로 -	최건우
15	항만분야 공공갈등 관리방안 연구	김세원
16	글로벌 가치사슬 변화와 국제물류 분야 대응방안 연구 - 전기자동차 산업을 중심으로 -	권보배
17	항만개발제도 개선방안 연구	이수영
18	클러스터 혁신을 통한 선박관리업 발전방안 연구	허성례
19	수입수산물 예방적 관리체계 도입방안 연구 - IUU 수산물을 중심으로 -	안지은
20	양식수산물 유통 빅데이터 구축방안 연구	이기영
21	글로벌 혁신성장을 위한 신남방·신북방 정책 연구 - 신남방 지역 ICT산업 가치사슬 변화에 따른 물류 공급사슬 대응방안	최나영환

수시연구보고서 발간목록

Ⅰ 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 전환 방안 연구	고동훈

Ⅰ 2022년

01	항만의 탄소중립 이행·관리 표준안 연구	안용성
02	매립지 소유권 분리 제도화의 이해관계 분석과 관리방안	윤성순
03	글로벌 공급망 리스크별 영향분석 및 대응방안 연구 - 에너지·곡물을 중심으로	조지성
04	대북제재 강화와 코로나 팬데믹 이후 북한 해양수산 이슈와 대응 방안	윤인주
05	남극환경보호의정서 제6부속서의 국내 이행을 위한 법제 정비방안 연구	박예나
06	해양바이오산업 육성을 위한 해양생명자원법 정비 방안 연구	좌미라
07	우리나라 수산종자 관리체계 개선방안 연구	조현주
08	2050 신해양강국 미래비전 수립 연구	김민수

일반연구보고서 발간목록

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

2022년

01	건화물선 시장 비용분석을 통한 해운시장 위험관리지표체계 구축	류희영
02	해상운임 예측모형 고도화 연구(Ⅰ)	황수진
03	IMO 시장기반조치 도입이 국내 해운기업에 미치는 영향	김한나
04	연안지역발전지수(CoDI) 개발 연구	황재희
05	CGE 기반 국제통상환경 변화의 해양수산업 부문 파급효과 분석	임병호
06	글로벌 수산업 이머징 이슈 분석 모델 개발 연구	한기욱
07	양식 수산물 중장기 수급전망모형 구축 연구 - 굴을 중심으로 -	김철현
08	Network DEA를 이용한 물류기업 경쟁력 비교 분석 연구	황선일
09	해양수산 사업체 성과 및 효율성 분석 연구	김주현
10	베이지안 방법을 이용한 양식 명계 단수 추정방안 연구	천성훈
11	수입수산물과 국산 간의 대체관계 분석 연구 - 활·신선냉장품을 중심으로 -	박혜진
12	국내 컨테이너 해운기업의 디지털 전환 활성화 방안 연구	전서연
13	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅰ) - 자동차, 석탄, 고철, 시멘트를 중심으로 -	최석우
14	해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구(Ⅱ)	김찬호
15	항만개발사업의 정책효과 적용방안 연구	이종필
16	국가 해양전략 기본구상 연구	정현욱
17	선박대기시간 예측모형 개발을 위한 방법론 연구	조아현
18	안전항만 구축을 위한 비용 산정 및 지원체계 마련을 위한 연구	최상균

수시연구 2023-13

어선의 친환경에너지 전환 방안 연구

인쇄 2024년 6월 28일

발행 2024년 6월 30일

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 효민디앤피 (051-807-5100)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 15,000원

어선의 친환경에너지 전환 방안 연구

A Study on the Transition of Fishing Vessels
to Eco-Friendly Energy Sources

 **한국해양수산개발원**
KOREA MARITIME INSTITUTE

49111 부산광역시 영도구 해양로 301번길 26 (동삼동)
TEL. 051-797-4800 FAX. 051-797-4810

값 15,000원
93300

9 791168 661882
ISBN 979-11-6866-188-2