

수시연구

2023-07

해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 기반 조성 연구

A Study on Establishing the Foundation of the Marine Plastic
Recycling Industry through Supply Chain Analysis

이윤정 · 최수빈 · 김정현 · 박수진



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 기반 조성 연구

A Study on Establishing the Foundation of the Marine Plastic
Recycling Industry through Supply Chain Analysis

이윤정 · 최수빈 · 김정현 · 박수진



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	이윤정, 최수빈, 김정현, 박수진
내부연구진	연구책임자 이윤정 한국해양수산개발원 해양연구본부 부연구위원 공동연구원 최수빈 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원 공동연구원 김정현 한국해양수산개발원 대외협력사업부 전문연구원 공동연구원 박수진 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구위원

연구기간	2023. 4. 24. ~ 2023. 10. 23.
------	------------------------------

보고서 집필내역

연구책임자	이윤정 연구총괄, 제1장, 제2장 제2절 일부·3절·4절, 제3장 제1절 일부, 제4장 제2절 일부·제3절, 제5장 제1절·제3절 일부, 제6장 제1절·제2절 일부
내부연구진	최수빈 제2장 제2절 일부, 제3장 제1절 일부·제4절 일부, 제4장 제1절 일부·제2절 일부·제3절 일부, 제5장 제2절 일부 김정현 제2장 제1절, 제3장 제3절·제4절 일부 박수진 제5장 제2절 일부, 제6장 제2절 일부

산·학·연·정 연구자문위원	신영락 해양수산부 서민재 해양수산부 송종석 해양환경공단 김봉태 부경대학교
-------------------	---

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

순환경제(Circular Economy)는 지속가능한 발전을 위한 새로운 시도이며, 많은 국가에서 추진하는 경제적 화두이다. 전 세계적 환경 현안인 해양플라스틱 문제 해결을 위한 대안으로도 재활용을 통한 순환경제가 논의되고 있다. 해양환경 보전과 국민의 안전하고 쾌적한 해양서비스 향유를 위해서 해양플라스틱 재활용 산업을 육성할 필요가 있는 것이다. 무엇보다 어촌 정주 또는 어업활동 여건의 개선에 도움이 될 것이다. 해양플라스틱 재활용이 활성화되면 마을 어귀나 어장에 방치되는 폐어망, 폐로프 등이 줄어든 것이니 말이다.

한편, 해양플라스틱 재활용산업에 관한 연구를 학학적 재활용업체들이 등장하는 이 시기에 수행하여 시기적절했다 평가하고 싶다. 이 연구가 고부가가치 해양플라스틱 재활용산업 생태계를 구축하는 데 기여하길 기대해 본다. 이 연구에서 제시된 여러 정책적 과제들은 실현하는 데 어려움이 없도록 모호하지 않고 매우 구체적이다. 해양수산부, 연안 시·도의 정책 수립과 집행에 유익이 될 뿐만 아니라, 재활용업을 영위하거나 희망하는 기업에게도 도움이 되리라 확신한다.

이 연구의 책임을 많은 이윤정 부연구위원, 그리고 함께 연구를 수행한 최수빈 전문연구원, 김정현 전문연구원, 박수진 연구위원께 수고했다는 격려의 박수를 보낸다. 연구 수행과정에 참여해주신 한국해양환경공단, 한국해양플라스틱재활용사업공제조합, 한국섬유산업연합회, SK지오센트릭, 효성TNC, SK에코플랜트, 넷스파, 포어시스, 공용, 씨씨폴리머, 나성폴리머, 뉴대양환경 관계자 여러분께도 고개 숙여 감사를 표한다.

그리고 연구에 깊은 통찰력과 정책적 자문을 아끼지 않은 해양수산부 신영락 사무관, 서민재 사무관, 부경대 김봉태 교수와 보고서의 완성도를 높여주신 우리원의 최지연 본부장, 목진용 박사에게 감사를 드린다.

2023년 12월
한국해양수산개발원
원장 김 중 덕

목차

정책제안 _ i

요약 _ iii

Executive Summary _ ix

01

서론 _1

제1절 연구 배경 및 목적	1
1. 연구 배경 및 필요성	1
2. 연구 목적	3
제2절 선행연구 검토	4
1. 선행연구 분석	4
2. 선행연구와 차별화	15
제3절 연구 대상 및 방법	17
1. 연구 대상	17
2. 연구 방법 및 수행 체계	19

02

해양플라스틱 재활용산업 현황 및 전망 _23

제1절 재활용 기술 및 산업 동향	24
1. 재활용 기술	24
2. 재활용산업	28
제2절 해양플라스틱 재활용 현황	30
1. 발생 단계	30
2. 수거 단계	33
3. 선별 및 전처리 단계	35
4. 재활용 단계	36
제3절 해양플라스틱 재활용산업 성장 잠재력	38

1. 전 세계 산업 성장 전망	39
2. 국내 재활용 수요 및 공급	40
3. 원료 공급	42
제4절 종합 분석	45

03 해양플라스틱 재활용산업 정책 및 사례 _47

제1절 국제사회 동향	48
1. 국제기구 : 플라스틱 협약	48
2. 산업계 및 민간단체	49
3. 주요국	53
제2절 국내 육성 정책 및 사업	58
1. 재활용 관련 정책	58
2. 재활용업체 육성 사업	62
제3절 해외 인증 및 재활용 우수 사례	67
1. Ocean Bound Plastic 인증 프로그램	67
2. 일본 사례	70
3. 유럽 사례	72
4. 기타 사례	76
제4절 종합 분석	78
1. 국제 동향	78
2. 국내 정책	80
3. 우수사례	81

04 재활용산업 공급사슬 분석 _85

제1절 분석 개요	86
1. 재활용업체 현장조사	86
2. 공급사슬 분석 개요	94

제2절 공급사슬 단계별 분석	96
1. 나일론	96
2. 폴리프로필렌(PP)	105
제3절 종합 분석	113
1. 공급사슬 단계별 요약	113
2. 공급사슬 문제점	117

05 | 해양플라스틱 재활용산업 기반 조성 방안 _121

제1절 비전·방향·전략	122
1. 정책 비전	122
2. 정책 방향	123
3. 추진 전략	126
제2절 기반 조성 추진과제	128
1. 재활용 원료의 공급체계 혁신	129
2. 재활용산업 생태계 활성화	136
3. 실용적 재활용산업 육성 정책 지원	143

06 | 결론 및 정책제언 _151

제1절 요약 및 결론	151
제2절 정책제언	155
1. 해양플라스틱 재활용산업 기반 조성 로드맵	155
2. 제도 개선	157
3. 기타	160

참고문헌 _163

부 록 _173

표 목차

〈표 1-1〉 공급사슬 분석 관련 선행연구	6
〈표 1-2〉 공급사슬 분석 관련 선행연구	13
〈표 1-3〉 본 연구의 차별성	17
〈표 2-1〉 북태평양 쓰레기 지대 부유쓰레기 출처(2015, 2019)	33
〈표 2-2〉 페어망 및 페로프 회수량 및 재활용량	44
〈표 3-1〉 주요 글로벌업체의 재활용 소재 사용 목표	50
〈표 3-2〉 AEPW 주요 프로젝트	52
〈표 3-3〉 생산자책임재활용 품목 설명(어망, 로프)	61
〈표 3-4〉 재활용산업체 중 환경정책자금 지원대상	63
〈표 3-5〉 자원순환산업 창업대행지원 지원분야 및 지원한도	64
〈표 3-6〉 자원순환산업 기술지도지원 지원분야 및 지원한도	65
〈표 3-7〉 해양수산 기술창업 Scale-up 사업 내용	66
〈표 3-8〉 해양수산 신산업 기술사업화 지원 사업 내용	67
〈표 3-9〉 Ocean Bound Plastic의 조건	68
〈표 3-10〉 Ocean Bound Plastic 인증프로그램	69
〈표 3-11〉 국제 동향의 요약	79
〈표 3-12〉 국내 정책의 요약	80
〈표 3-13〉 우수사례의 요약	82
〈표 4-1〉 재활용업체 현장조사 개요	86
〈표 4-2〉 페어망·페로프 재활용산업 공급사슬 분석 결과 요약	116
〈표 5-1〉 순환이용성 평가 개선사례 일부(2018)	130
〈표 5-2〉 해양폐기물 수거·처리 사업의 정보 수집 규정(안)	147
〈표 6-1〉 해양플라스틱 재활용산업 기반 조성 로드맵	156
〈표 6-2〉 해양플라스틱 재활용산업 성장 기반 조성을 위한 제도 개선 사항	159

그림 목차

〈그림 1-1〉 일반적인 공급사슬 구조	10
〈그림 1-2〉 폐기물산업의 가치사슬 구조	12
〈그림 1-3〉 해양플라스틱 재활용산업 구성도	19
〈그림 1-4〉 수요업체 및 공급업체 심층 인터뷰	20
〈그림 2-1〉 제2장 연구 개요	23
〈그림 2-2〉 플라스틱 재활용 방법 물리적 재활용 vs 화학적 재활용	24
〈그림 2-3〉 PP 추출 기술 개념도	26
〈그림 2-4〉 해중합 기술 개념도	27
〈그림 2-5〉 플라스틱 해안쓰레기 유형별 개수 비율(2008~2022년)	31
〈그림 2-6〉 침적폐기물 발생원	32
〈그림 2-7〉 침적쓰레기 수거량 추이	35
〈그림 2-8〉 폐어망과 페로프 재활용 프로세스	37
〈그림 2-9〉 해양 플라스틱 물리적 재활용 업체 분포	38
〈그림 2-10〉 재활용 해양플라스틱 재활용시장 전망	39
〈그림 2-11〉 세대별 가치소비 활동 경험	41
〈그림 2-12〉 해양폐기물 재활용 제품 구매 의사	42
〈그림 3-1〉 제3장 연구 내용 개요	47
〈그림 3-2〉 UNEA 해양플라스틱 논의 경과	49
〈그림 3-3〉 AEPW 네트워크 구성	51
〈그림 3-4〉 대·중소기업 연계 재생원료 공급망 및 공동 생산기반 구축	59
〈그림 3-5〉 해양폐기물 재활용 활성화 대책 추진체계	62
〈그림 3-6〉 일본 Teijin 社 PE 어망 재활용 프로젝트	72
〈그림 3-7〉 오션클린업이 해양플라스틱을 100% 재활용하여 만든 선글라스	76
〈그림 3-8〉 Bureo NetPlus 협력사	77
〈그림 3-9〉 폐어망 100% 재활용하여 만든 젠가	78
〈그림 4-1〉 제4장 연구 개요	86
〈그림 4-2〉 재활용업체의 비중 분리 폐어망 처리과정	88
〈그림 4-3〉 재활용업체의 나일론 재활용 현장 사진	89
〈그림 4-4〉 A 재활용업체의 로프 재활용 현장 사진	90
〈그림 4-5〉 B 재활용업체의 로프 재활용 현장 사진	92

〈그림 4-6〉 해양플라스틱 재활용산업의 구조 및 공급사슬 분석 대상	94
〈그림 4-7〉 공급사슬 분석 절차도	95
〈그림 4-8〉 나일론(PA)의 재활용산업 구조	97
〈그림 4-9〉 등록어선 척수 비중(2022)	97
〈그림 4-10〉 자망 복합재질 개념도	98
〈그림 4-11〉 수거한 침적쓰레기	99
〈그림 4-12〉 자망 구성(나일론, PP, PE)	100
〈그림 4-13〉 나일론 재생원료 수요와 공급 상황	105
〈그림 4-14〉 폴리프로필렌(PP)의 재활용산업 구조	106
〈그림 4-15〉 PP 재생원료 수요업체의 요구조건과 공급업체의 애로사항	113
〈그림 5-1〉 제5장 연구 내용 개요	121
〈그림 5-2〉 해양플라스틱 재활용산업 육성 정책의 비전	123
〈그림 5-3〉 해양플라스틱 재활용산업 육성 정책의 방향	123
〈그림 5-4〉 해양플라스틱 재활용산업 성장기반 조성 정책 추진 전략	127
〈그림 5-5〉 해양플라스틱 재활용산업 성장 기반 조성 과제	129
〈그림 5-6〉 수협 어업인 직접 찾아가는 현장 캠페인(2022)	133
〈그림 5-7〉 고부가가치 재활용산업 생태계 조성 시범사업 추진체계	137
〈그림 5-8〉 민간 기업의 폐기물 정보 관리 솔루션 이미지	147

정책제안

■ 분석 내용 및 방법

1. 나일론 페어망, PP 페로프를 대상으로 한 공급사슬 단계별로 현안과 개선사항을 분석하였다.
2. 국내 해양플라스틱 재활용 관련 정책과 사업을 조사하고, 해외 우수사례를 분석하여 우리나라 정책의 개선사항을 도출하였다.
3. 페어망, 페로프를 취급하는 재활용업체에 대한 현장조사를 실시하여 재활용산업 확대를 위해 필요한 개선사항을 도출하였다.

■ 정책제안

1. 해양플라스틱 재활용산업은 화학적 재활용으로 새로운 성장이 가능하며, 화학적 재활용을 위한 재생원료 구매업체와 재생원료를 생산·공급하는 재활용업체를 연결하여 산업 생태계를 구축하여야 한다.
2. 재활용 확대를 위해서는 양질의 페어망, 페로프를 확보하는 것이 필수적이며, 이를 위해서는 생산, 배출, 수집·운반·선별에 이르는 전 단계별로 개선과제를 추진하여야 한다.
3. 해양플라스틱 재활용산업의 성장을 지원하기 위해서는 규제 개선이 필요하며, 중물 역할을 하는 시범사업을 추진하도록 한다.

요약

해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 기반 조성 연구

이윤정 · 최수빈 · 김정현 · 박수진

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

- 국제적 환경현안인 해양플라스틱 문제의 해결방안으로서 재활용 논의에 힘입어 해양플라스틱 재활용산업 성장세 예상
 - 플라스틱 협약, G20·G7, EU 등 국제사회에서 재활용을 해양플라스틱 문제 해결 방안으로 제시 및 논의
 - 전 세계 해양플라스틱 재활용시장은 향후 10년간 연평균 7.5%의 성장세를 보일 것으로 예상
- 국내에서는 페로프·페어망을 비롯한 해양플라스틱 재활용에 대한 기업의 관심도 커지고 있으나 산업 생태계가 구축되지는 못한 실정
 - 페로프, 페어망 등 해양플라스틱 재활용은 물리적 재활용에 한정되었으나, 최근 화학적 재활용 기술력을 갖춘 대기업의 관심 증대
 - 재생원료 수요업체와 공급업체를 연결하여 산업 생태계를 구축하여야 함

2) 국정과제 연계성

- ‘국정과제 73. 풍요로운 어촌 활기찬 해양’의 목표, ‘어촌 주민의 정주·생활환경과 소득을 도시민 수준으로 강화’를 달성하는 데 기여
 - 어촌에서 발생하는 폐어망, 폐로프 수거·처리를 원활히 하여 정주 여건을 개선하고, 어장 환경을 보전하여 어업 생산성 증대에 기여
- ‘국정과제 89. 재활용을 통한 순환경제 완성’의 목표, ‘…고부가가치 재활용을 확대하는 순환경제로 전환’을 달성하는 데 기여
 - 폐어망, 폐로프를 화학적으로 재활용하여 고부가가치 제품을 생산하는 산업 육성에 기여

3) 연구의 목적

- 폐어망과 폐로프로 재생원료를 생산하는 공급업체와 이를 구매하는 수요업체를 연결하여 화학적 재활용산업을 육성하는 방안을 제시

2. 연구의 방법

1) 학술적 방법

- 해양플라스틱 재생원료 수요업체와 공급업체 대상 면담조사
 - 화학적 재활용산업 생태계를 조성하기 위해 공급사슬 상 단절되어 있는 재생원료 공급업체와 수요업체를 대상으로 실시
- 폐어망·폐로프 재활용업체 현장조사

- 페어망과 페로프를 취급하는 재활용업체를 대상으로 재생원료 공급 확대 및 품질 향상을 위한 개선사항을 도출
- 해양플라스틱 재활용 관련 국내·외 정책 및 사례에 대한 문헌조사
- 특히, 페어망과 페로프를 대상으로 한 재활용 확대를 위한 국내·외 정책과 해외 재활용 사업을 조사

2) 정책화 방법

- 해양수산부 및 해양환경공단 업무협의
- 해양플라스틱 재활용 정책 수립 및 사업 추진 담당자와 업무협의를 사업 수행 기간 중에 수시로 실시

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- 해양플라스틱 재활용산업은 중장기적으로 성장세 전망
 - 화학적 재활용 기술을 보유한 대기업의 해양플라스틱에 대한 관심 증대
 - 가치소비(Meaning Out) 트렌드 확산으로 재활용 제품에 대한 수요 증가
 - 전 세계적으로 해양플라스틱 재활용산업 성장 전망
- 해양플라스틱 재활용산업을 확대시키는 국내·외 정책
 - UNEA 등 국제기구, 유럽연합 등에서 규제를 강화하고, 글로벌 기업을 중심으로 재생원료 수요를 확대
 - 우리나라는 페어망, 페로프를 생산자책임재활용(EPR) 의무 대상으로 지정하고, 해양플라스틱 재활용산업 활성화 대책을 추진

-
- 해외에서는 해양플라스틱 재활용 인증업체 및 재활용업체 등장
 - 해양플라스틱을 수거 및 재활용하여 제품을 생산하였음을 인증하는 프로그램 개발 및 운영
 - Nofir, BlueNet 프로젝트, Aquafil S.p.A., Bureo, Ocean Cleanup 등이 전 세계 해양플라스틱 재활용산업을 선도
 - 나일론 어망과 PP 로프 재활용 공급사슬 단계별 실태 분석
 - 최종제품 생산 및 판매 : 고부가가치 제품 생산 가능
 - 재생원료 구매 : 고순도 나일론, PP 원료물질을 안정적으로 공급받길 희망
 - 재생원료 생산 : 원구조건과 비슷한 수준의 순도로 재생원료를 생산 가능하나, 고품질의 페로프 및 페어망을 확보에 난항
 - 수집·운반·선별 : 타 해양플라스틱과 혼합 배출하여 분리·선별 비용 발생
 - 배출 : 집하장 등 분리 배출 또는 보관할 장소 부재
 - 생산 : 나일론에 PE 혼합, PP에 PET 혼합하여 생산
 - 공급사슬 단계별 분석 결과를 토대로 문제점 파악
 - 생산단계, 배출단계, 수집·운반단계, 선별 단계별로 한계 및 문제점으로 인하여 재활용 가능한 페어망과 페로프가 부족
 - 재생원료 수요-공급 주체 간 연계 미흡, 재활용산업 기반·운영 시설 부족, 해양플라스틱 재활용 제품 시장 미형성
 - 해양플라스틱 재활용산업 육성 정책 비전·방향·전략 제시
 - 비전 : “해양플라스틱 재활용, 고부가가치 신성장 산업으로 육성”
 - 방향 : 1. 우선순위에 따른 해양플라스틱 재활용 다각화, 2. 경쟁력 있고 활력 넘치는 산업으로 변모, 3. 지속가능한 성장을 지원하는 정책 추진기반 마련
 - 전략 : 1. 재활용 원료의 공급체계 혁신, 2. 재활용산업 생태계 활성화, 3. 재활용산업에 대한 실용적 정책 지원
-

■ 3대 전략별 추진과제 제시

- 전략 1 : (생산) 순환이용성 평가 실시, (배출) 분리 집하 의무화를 위한 규정 신설, 모범 어촌계·어업인단체 인센티브 부여, 분리배출 문화 조성, (수집·운반) 어항단위 집하시설 설치 의무화, 민간 수집·운반 체계 구축, (선별) 광역 선별 인프라 구축, 분리·선별 기술 개발
- 전략 2 : 고부가가치 재활용산업 생태계 조성 시범사업(Down-Stream, Up-Stream) 실시, 재활용업체 특화 및 전문화 지원, 플라스틱 클러스터 연계 추진, ESG 경영 활용, 공공 및 민간 재활용 제품 수요 확대, 기업·소비자 소통 강화
- 전략 3 : 규제 개선(기술개발 및 산업 육성, 수산발전기금 용도 변경, 해양플라스틱 보관시설), 해양플라스틱 재활용 인증제 도입, 재활용산업 통계 및 전망체계 구축, 해양플라스틱 재활용산업 협력 강화

2) 정책화 방안

■ 3대 전략의 3단계별 추진 로드맵

- 1단계 (신성장 산업으로의 도약기) : 해양플라스틱 집하·수집 개선, 고부가가치 재활용산업 생태계 조성, 규제 개선 및 통계 구축
 - 2단계 (산업 성장 진입기) : 어촌계 분리 배출·집하 관행 형성 및 정착, 해양플라스틱 재활용업체 육성, 부처간·정부-기업간 협력 강화
 - 3단계 (산업 성장기) : 인프라 조성 및 재활용성 개선, 해양플라스틱 재활용 시장 활성화, 해양플라스틱 재활용 산업 발전 전망
- 해양플라스틱 재활용산업 성장 기반 조성을 위한 제도 개선
- 제도 신설 : 민간 수집업자 등록, 해양플라스틱 재활용산업 민간 협력, 해양폐기물 분리 집하 의무, 어업인 분리 배출·집하 의무

-
- 제도 개정 : 재활용업체 폐기물 보관시설 연장, 재활용산업 법인 및 단체에 대한 행정적·재정적·기술적 지원, 폐어구 집하시설을 어항 기능시설에 추가
 - 지침 수정 : 해양폐기물 수거사업 시행 지침에 종류별 수거·처리량 기록의 무화

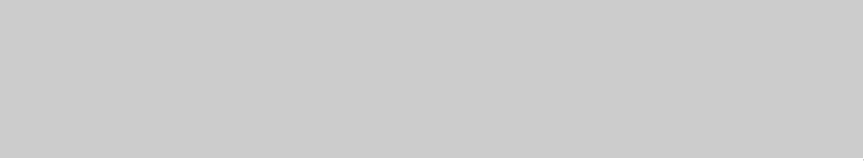
4. 기대효과

1) 정책적 기대효과

- 해양플라스틱 재활용 정책 구체화 및 성과 제고
- 제1차 해양플라스틱 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획('21~'30)에서 제시한 해양플라스틱 재활용 활성화를 추진하기 위한 과제를 구체화
- 해양플라스틱 재활용 활성화 정책의 실현가능성을 제고하고, 추진 성과를 집계 또는 통계화

2) 사회·경제적 기대효과

- 폐어망·페로프 등 어업기인 해양플라스틱 수거·처리 비용 저감
- 폐어구의 재활용 체계 구축으로 해상 유입 쓰레기의 수거·처리 비용 절감
- 일반 시민들에게 해양플라스틱 대응에 참여할 수 있는 기회 제공
- 해양플라스틱 재활용 제품 시장을 형성하여 해양플라스틱 문제 해결에 다양한 형태로 참여할 수 있는 기회 마련



EXECUTIVE SUMMARY

A Study on Establishing the Foundation of the Marine Plastic Recycling Industry through Supply Chain Analysis

Yoon-Jung Lee · Su-Been Choe · Jung-Hyun Kim · Su-Jin Park

1. Background and Purpose

1) Background

- Anticipating growth in the marine plastic recycling industry stemming from discussions on recycling as a solution to the global issue of ocean plastic pollution.
- International initiatives such as the Plastic Pact, G20, G7, and EU propose and discuss recycling as a solution to the marine plastic problem.
- The global market for marine plastic recycling is expected to show an average annual growth rate of 7.5% over the next 10 years.

-
- While interest among companies in recycling marine plastics, including fishing nets and ropes, is increasing in Korea, an industrial ecosystem has yet to be established.
 - Recycling of marine plastics such as ropes and fishing nets has been limited to physical recycling, but there has been growing interest from leading corporations equipped with chemical recycling technologies.
 - It's essential to establish an industrial ecosystem by connecting demand and supply chains for recycled materials.

2) Relevance to National Projects

- Contribution to achieving the goal of National Task 73: “A Prosperous Fishing Village with Vibrant Oceans,” Strengthening the Living Conditions and Incomes of Coastal Residents to Urban Standards.
- Efficient collection and processing of discarded fishing nets and ropes from coastal areas to improve living conditions and preserve the marine environment, contributing to increased productivity in fishing grounds.
- Contribution to achieving the goal of National Task 89: “Completing a Circular Economy Through Recycling,” Transitioning to a Circular Economy Expanding High-Value Recycling.
- Contributing to nurturing industries producing high-value products through chemical recycling of discarded fishing nets and ropes.

3) Purpose

- Proposing a strategy to foster the chemical recycling industry by connecting suppliers of recycled materials from discarded fishing nets and ropes with potential purchasing entities.

2. Methodology

1) Academic methodology

- Interviews and surveys targeting demand and supply entities of marine plastic recycling materials.
- Conducting interviews and surveys with suppliers and demand entities dealing with recycled materials to bridge the gaps in the supply chain for fostering the chemical recycling industry ecosystem.
- On-site investigation of recycling companies dealing with discarded fishing nets and ropes.
- Engaging with recycling companies handling discarded fishing nets and ropes to identify areas for improvement aimed at expanding the supply of recycled materials and enhancing their quality.
- Literature review on domestic and international policies and cases related to marine plastic recycling.

-
- Particularly focusing on domestic and international policies concerning the expansion of recycling efforts for discarded fishing nets and ropes, and investigating overseas recycling initiatives.

2) Policy-making methods

- Collaboration with the Ministry of Oceans and Fisheries and the Korea Marine Environment Management Corporation.
- Regular consultations with officials responsible for formulating policies and driving initiatives for marine plastic recycling during the project's execution period.

3. Result

1) Summary

- Long-term growth prospects for the marine plastic recycling industry
- Increasing interest from major corporations with chemical recycling technology for marine plastics.
- Growing demand for recycled products due to the spread of the Meaning Out trend.
- Global projections indicate growth in the marine plastic recycling industry.

- **Domestic and international policies expanding the marine plastic recycling industry**
 - Strengthening regulations through international organizations like UNEA and the EU, expanding demand for recycled materials centered around global corporations.
 - Korea designating discarded fishing nets and ropes as mandatory targets for Extended Producer Responsibility (EPR) and promoting initiatives to activate the marine plastic recycling industry.
- **Emergence of overseas marine plastic recycling certification and recycling companies**
 - Development and operation of programs certifying the collection and recycling of marine plastics into products.
 - Leading global initiatives by companies like Nofir, BlueNet project, Aquafil S.p.A., Bureo, Ocean Cleanup in the marine plastic recycling industry.
- **Step-by-step analysis of the recycling supply chain for Nylon nets and PP ropes**
 - Final product Manufacturing and Sales: Potential for producing high-value products.
 - Purchase of Recycled Materials: Desire for a stable supply of high-purity nylon and PP raw materials.
 - Production of Recycled Materials: Capable of producing recycled materials with purity levels similar to raw materials, but facing difficulties in securing high-quality discarded ropes and nets.

-
- Collection/Transportation/Sorting: Incurs separation and sorting costs due to mixed disposal with other marine plastics.
 - Disposal: Lack of separate collection points or storage facilities.
 - Production: Mixing PE with nylon and PET with PP for manufacturing.
 - Identifying issues based on step-by-step supply chain analysis
 - Insufficient availability of recyclable discarded ropes and nets due to limitations and problems at each stage: production, disposal, collection/transportation, and sorting.
 - Inadequate linkage between demand and supply entities for recycled materials, lack of infrastructure and operational facilities for the recycling industry, and an underdeveloped market for recycled marine plastic products.
 - Proposing vision, direction, and strategies for nurturing the marine plastic recycling industry
 - Vision: “Nurturing marine plastic recycling as a high-value-added emerging industry.”
 - Direction: 1. Diversification of marine plastic recycling according to priorities, 2. Transformation into a competitive and dynamic industry, 3. Establishment of policies supporting sustainable growth.
 - Strategies: 1. Innovative supply system for recycled materials, 2. Activation of the recycling industry ecosystem, 3. Practical policy support for the recycling industry.
 - Presenting key tasks for each of the 3 strategies

- Strategy 1: (Production) Implementing circularity evaluations, (Disposal) Introducing regulations for mandatory separation and incentives for exemplary fishing villages and fisheries associations, (Collection/Transportation) Mandatory installation of collection facilities at fishing grounds, establishing private collection/transportation systems, (Separation) Developing wide-scale separation infrastructure and technology.
- Strategy 2: Pilot projects for high-value recycling industry ecosystem (Downstream, Upstream), supporting specialization of recycling companies, promoting plastic clusters, utilizing ESG management, expanding public and private demand for recycled products, and enhancing communication between companies and consumers.
- Strategy 3: Improving regulations (technology development and industrial promotion, changing the purpose of the Fisheries Development Fund, construction of marine plastic storage facilities), introducing marine plastic recycling certification, establishing statistics and a comprehensive system for the recycling industry, and strengthening collaboration in the marine plastic recycling industry.

2) Policy recommendations

- Roadmap for the implementation of the three major strategies in three stages:
 - Stage 1 (Leap to Emerging Industry): Improvement in marine plastic collection, high-value recycled industry ecosystem development, regulatory enhancements, and statistical establishment.

-
- Stage 2 (Entry into Industrial Growth): Establishment and normalization of separate collection practices in coastal areas, fostering marine plastic recycling companies, and strengthening inter-departmental and government-industry collaboration.
 - Stage 3 (Industrial Growth Phase): Infrastructure development and enhancement of recyclability, activation of the marine plastic recycling market, and prospects for the development of the marine plastic recycling industry.
 - Institutional improvements for creating the foundation of growth in the marine plastic recycling industry
 - Establishment of Systems: Registration of private collection agents, fostering private cooperation in the marine plastic recycling industry, transitioning to separate collection of marine waste, mandatory separate discharge/collection for fishermen.
 - Revisions in Systems: Extension of waste storage facilities for recycling companies, administrative, financial, and technological support for recycling industry corporations and associations, addition of discarded fishing gear collection facilities to fishing port functional facilities.
 - Modification of Guidelines: Mandatory recording of collection and processing volumes by type in the marine waste collection operation guidelines.

4. Expected Outcomes

1) Policy effects

- Concrete implementation and improvement of marine plastic recycling policies
- Specific tasks formulated to drive the activation of marine plastic recycling, as outlined in the First Basic Plan for Managing Marine Plastics and Marine Debris ('21-'30).
- Enhancing the feasibility of marine plastic recycling activation policies and aggregating or quantifying the progress achieved through their implementation.

2) Social and economic effects

- Reduction in collection and processing costs of marine plastics related to fishing gear such as discarded nets and ropes.
- Establishing a recycling system for discarded fishing gear to reduce the costs associated with the collection and processing of marine litter.
- Providing opportunities for general citizens to engage in addressing marine plastics.
- Creating a market for recycled marine plastic products to provide diverse opportunities for citizens to participate in addressing marine plastic issues in various forms.

01

서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

제5차 유엔환경총회(UNEA)는 해양플라스틱 문제를 논의하면서 그 해결책으로 법적 구속력 있는 국제협약(global legally binding agreement)을 체결하기로 2022년 12월에 결의하였다. 이에 따라 플라스틱 전주기(full life-cycle of plastics) 관리에 기반하여 해결 방안이 마련될 것이다.¹⁾ 해양플라스틱 문제를 논의하면서 전주기 관리를 지향하는 것은 폐기물 처리시스템을 제대로 작동시키기 위해서이다. 그리고 재활용 범위를 확대해 플라스틱 처리과정에서 발생하는 탄소 배출량을 줄여 기후위기에 대응하기 위함이다.

국제사회의 해양플라스틱 재활용 논의에 힘입어 해양플라스틱 재활용시장은 성장세를 보이고 있다. 전 세계 해양플라스틱 재활용시장 규모는 2021년 기준으로 약 14억 US달러 규모로 예측되며, 이후 연평균 7.5% 성

1) UNEP 보도자료 홈페이지(검색일: 2023.7.20.)

장세를 보여 2030년에는 27억 US달러로 확대할 것으로 예측되고 있다.²⁾ 재활용 가능한 해양플라스틱 종류는 낚시줄, 어망 등 어업폐기물과 플라스틱 병, 플라스틱 필름, 합성 섬유 등이다. 해양플라스틱을 재활용하여 생산하는 제품으로는 의복, 신발, 가방 인테리어 용품 등이다.

우리나라에서는 최근 PET병 재활용이 확대되고 있으며, 생산되는 재활용 제품도 옷, 가방, 넥타이 등 소비재 제품과 건축미관재, 건축단열재, 쿠션 내장재, 소파 충전재, 용기 등 매우 다양하다. 이러한 재활용 제품이 시장에서 거래되기 위해서는 재활용산업 공급사슬이 구축되어야 가능하다. 배출된 투명 PET는 플레이크(flake) 형태로 처리된 후 재생 PET(r-PET) 칩으로 생산된다. 이를 원사 제조업체에서 원료로 구매하여 재생원사를 생산하여 블랙야크 등 의류 제조업체에서 최종제품을 생산하여 시장에 출시한다. 의류 제조업은 이미 형성되어 있으므로, 재생PET 칩으로 재생원사를 제조하는 기술력을 갖춘 기업과 PET로 재생PET 칩을 제조하는 기업이 존재하여야 하고, 이들 기업을 연결하는 것이 필요하다.

해양플라스틱의 재활용률을 높이기 위해서도 재생원료 생산업체와 이를 원료로 구매하여 최종제품을 생산하는 업체를 연결하는 것이 중요하다. 최근 국내 플라스틱 재활용산업은 파쇄, 용융 등의 물리적 재활용에서 벗어나 고품질의 재생원료 생산이 가능한 화학적 재활용 업체들이 시장에 진출하고 있다. 이들 업체 일부는 나일론, PP 재질의 페어망과 로프를 투입하여 생산한 고품질의 재생원료를 생산한다. 이렇게 생산된 PP, 나일론 재생원료는 품질 면에서 신제(virgin) 원료에 뒤처지지 않아 고품질의 제품 생산이 가능하다.

하지만 현재는 페어망, 로프 등 해양플라스틱으로 화학적 재활용을 통해

2) Polaris Market Research Analysis 홈페이지, <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/recycled-ocean-plastics-market>(검색일: 2023.4.4.)

고품질의 제품을 시장에 출시한 사례는 없다. 효성TNC는 폐어망 재활용 업체인 재생나일론 원사, ‘마이판 리젠오션’을 출시하여 판매하고 있으나, 중국에서 폐어망을 수입하고 있다. 현재는 일회용 파렛트, 하수도관, 어상자, 플라스틱 화분 등 저가 제품으로 생산될 뿐이다.

수출을 포함한 재활용률이 약 20% 수준에 불과한 폐어망과 로프의 재활용을 제고하기 위해서는 재생원료 공급처를 화학적 재활용이 가능한 대기업으로 확대할 필요가 있다. 해중합, 정제 방식의 화학적 재활용은 해양플라스틱을 가공한 재생원료의 품질을 높여서 이전에 없던 재활용 수요를 창출할 수 있기 때문이다. 이에 본 연구에서는 화학적 재활용 방식을 통한 해양플라스틱 재활용산업 육성 방안을 제시하고자 한다. 특히, 화학적 재활용산업 생태계를 구축함에 있어서 핵심이 되는 재생원료를 구매하는 수요업체와 폐어망과 로프를 가공하여 생산한 재생원료를 공급하는 재활용업체 간 연결방안을 제시하는 데 집중하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구는 해양플라스틱 중 재활용이 용이한 폐어망과 폐로프를 화학적으로 재활용하여 다양한 제품을 생산하는 재활용산업을 육성하는 방안을 제시하는 데 있다. 이를 통해 폐어망과 로프의 재활용률을 제고하고, 폐어망과 폐로프에 가치를 부여하여 해양에 버려지는 양을 획기적으로 줄이는데 기여하고자 한다. 이는 국 ‘국정과제 73. 풍요로운 어촌, 활기찬 해양’과 ‘국정과제 89. 재활용을 통한 순환경제 완성’을 실천하는 데 활용될 것으로 기대된다.

제2절 선행연구 검토

1. 선행연구 분석

1) 해양플라스틱 재활용

2004년 리처드 톰슨 박사팀이 ‘미세플라스틱(Microplastics)’에 관한 논문³⁾을 발표한 이래로 해양플라스틱 관련 연구는 활발히 이루고 있다. 최근 국제사회에서 해양플라스틱 문제 해결의 일환 중 하나로 논의되는 재활용 관련 연구는 정책적 대안으로써 접근한 사례가 많다.

Zinaida Fadeeva & Rene Van Berkel(2021)는 G20 국가들이 일관된 정부 정책에 따라 효과적인 폐기물 수집, 재활용 부문을 통하여 플라스틱의 수명주기 전반에 걸쳐 공동의 조치가 필요하다고 강조하였다.⁴⁾ OECD(2022)는 플라스틱 대응 정책으로 재활용 강화를 플라스틱 수요 억제 및 순환성 향상, 환경 유출 경로 폐쇄와 함께 제시하였다. 이 3가지 정책은 단독으로 추진하기보다는 패키지로 구현하였을 때 효과가 크다고 분석하였다.⁵⁾ Ethan Watt et al.(2021)은 수거한 해양플라스틱으로 제품을 생산하는 업사이클과 국제 공급망 개발이 정책적 대안이 된다고 보았다. 실제 사례로 휴렛 팩커드(HP)와 이케아(IKEA)의 아이티 사업, 델컴퓨터(Dell)의 해양플라스틱 활용 사례 등을 제시하였다.⁶⁾ Ellen MacArthur Foundation(2016)은 해양플라스틱에서 흔히 발견되는 포장재 플라스틱을 대상으로 재활용 체계를 구축하여 바다로 유출되는 폐기물을 줄이는 방안을 모색하였다.

3) Richard, Thompson et al.(2004)

4) Zinaida Fadeeva & Rene Van Berkel(2021), p. 2.

5) OECD, Global Plastics Outlook: Policy Senarios to 2060 홈페이지(검색일: 2023.7.20.)

6) Ethan Watt et al.(2021), p. 21455-21457.

폐어망 역시 해양폐기물에서 많이 발견되는 품목이다. 김경신 외(2018)는 양식장에서 발생하는 해양폐기물을 대상으로 자원순환 방안을 제시하였으며, 여기에는 폐어망도 포함된다. 고동훈 외(2021)는 순환경제 시스템을 활용한 폐어선과 폐어구의 자원화 체계를 구축하는 방안을 제시하였다. 폐어망 등 어업폐기물을 시멘트, 건축 자재, 신발 등 소비재에 활용될 수 있음을 사례로 보여주었다. 그리고 수요의 불확실성을 제거하기 위해 어업폐기물을 재활용한 원료의 우선구매제도를 도입할 것을 주장하였다.

최근의 폐어망 재활용 관련 연구의 최근 동향을 살펴보면, 다양한 재활용 방법의 가능성을 연구한 사례를 찾아볼 수 있다. Saverio Spadea et al.(2015)은 시멘트질 모르타르의 인장 보강재로 재활용 나일론 섬유를 사용가능한지 분석하였다. 나일론 강화 모르타르의 인장 강도와 인성이 그렇지 않은 재료와 비교하여 현저하게 증가한 것을 관찰하였다. 이를 토대로 지속 가능한 시멘트 모르타르의 강화를 위한 재활용 나일론 섬유의 높은 환경적 잠재력이 있다고 강조하였다.⁷⁾ Gurutz Mondragon et al.(2020)은 폐어망에서 얻은 폴리아미드 6(PA6)의 열역학적 재활용 가능성을 분석하여, 주요 특성의 현저한 손실 없이 다양한 잠재적인 산업 응용 분야에서 처리가 가능하기 때문에 재활용에 유효하다고 주장하였다.⁸⁾ Rafael Jusan et al.(2021)은 폐어망으로 신규 어망을 제작하는 것은 무기입자로 인하여 한계가 있지만, 식품용기 아닌 병은 제작 가능하다는 것을 입증하였다. Rohit Kumar Singh et al.(2022)은 나일론 재질의 폐어망과 폐로프에서 추출한 열분해유를 분석하여 디젤 연료와 유사함을 밝혔다.⁹⁾ Marga Andrés et al.(2022)는 원양어선에서 사용하는 참치어망은 원사 생산 과정에서 화학적 재활용이 어려우므로, 이를 개선하기 위해 재료의 점도를 개선하는 첨가제 사용을 제안하였다. 또한 가치사슬 상의 주체가 여러 국가

7) Saverio Spadea et al.(2015), p. 1.

8) Wiley Online Library 홈페이지(검색일: 2023.7.21.)

9) Taylor&Francis Online 홈페이지(검색일: 2023.7.21.)

로 흩어져 있어서 물류적인 한계가 있다는 점을 지적하였다. 한 지역에서 가치사슬을 개발하기 위해서는 폐어망의 발생량이 설비 투자를 정화하기에 충분할 정도여야 한다고도 언급하였다.¹⁰⁾ Oihane C. Basurko et al.(2023)은 스페인의 어망 중 폴리아미드 계열은 물리적 재활용에, 고밀도 폴리에틸렌(High Density Polyethylene, 이하 HDPE) 계열은 화학적 재활용에 적합하다고 말한다.¹¹⁾

〈표 1-1〉 공급사슬 분석 관련 선행연구

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
1	- 과제명: Recycled nylon fibers as cement mortar reinforcement - 연구자(년도): Saverio Spadea(2015) - 연구목적: 시멘트 모르타르의 인장 보강재로 재활용 나일론 섬유를 사용 가능성 분석	• 화학적 실험 - 오염물질 방출 시뮬레이션을 위한 침출 시험 - 알칼리성 환경에서의 컨디셔닝 • 물리적 실험 - 굽힘 및 압축 시험	• 남부 이탈리아 항만에서 수거한 폐어망의 물리적 재활용 프로세스 분석 • 모르타르 시료 준비 및 분석 • 인성지수 및 잔류 강도 분석
2	- 과제명: The New Plastics Economy, Rethinking the future of plastics & catalyzing action - 연구자(년도): Ellen MacArthur Foundation(2016) - 연구목적: 플라스틱 포장재의 재활용을 위한 새로운 모델을 제시	• 문헌연구 • 사례조사	• 플라스틱 폐기물 관리를 위한 순환경제 도입의 필요성 • 플라스틱 재활용을 위한 방안 제시 : 비즈니스 모델, 재료, 포장 디자인 및 처리기술 혁신 등
3	- 과제명: 양식장 해양쓰레기 자원순환 방안 연구 - 연구자(년도): 김경신, 이윤정, 김연수(2018) - 연구목적: 양식장에서 발생하는 폐기물의 유형과 발생량을 파악하여 자원순환 기반을 마련하는 데 목적이 있음	• 문헌연구 • 실태조사	• 폐기물 및 해양쓰레기 관리 현황 분석 • 양식장 폐기물 관리 문제점 및 해외사례 분석 • 완도군 양식장 폐기물 발생·처리량 분석과 자원순환 적용 기술 • 양식장 자원순환 개선 방안

10) Marga Andrés et al.(2022), p. 13.

11) Oihane C. Basurko et al.(2023), p. 1.

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
4	• 과제명: Thermomechanical recycling of polyamide 6 from fishing nets waste • 연구자(년도): Gurutz Mondragon et al.(2020) • 연구목적: 폐어망에서 폴리아미드 6(PA6)의 열역학적 재활용 가능성을 분석	• 물리화학적, 유변학적, 열적 특성 조사 • 적외선 분석	• 물리화학적, 유변학적 및 열적 특성화 조사 및 적외선 분석 • 분석 결과
5	• 과제명: Unlocking circular economy for prevention of marine plastic pollution: An exploration of G20 policy and initiatives • 연구자(년도): Zinaida Fadeeva & Rene Van Berkel(2021) • 연구목적: 순환경제 및 수명주기 관점에서 G20 국가들의 플라스틱 오염 대응 정책에 대한 정책을 제시	• 문헌연구 • 사례조사	• 순환경제 관점에서 해양플라스틱 오염 대응 • 국가, 지역, 글로벌 수준의 해양플라스틱 오염 대응 방안 제시 - 바람직하지 않은 재료, 제품 투입 억제 - 선호하는 재료, 제품 투입 장려 - 재활용을 위한 회수 촉진 - 지식개발, 모니터링, 기술개발, 해양보전·보호 프로그램 등
6	• 과제명: Ocean plastics: environmental implications and potential routes for mitigation – a perspective • 연구자(년도): Ethan Watt et al.(2021) • 연구목적: 해양 플라스틱 문제 해결을 위한 통합적이고 글로벌한 접근법 제시	• 문헌연구	• 해양 플라스틱이 환경에 미치는 영향 • 플라스틱이 해양 환경으로 유입되는 경로 • 해양 플라스틱 활용 방안: 업사이클링 등 • 공급망 개발
7	• 과제명: Challenges and Opportunities for Recycled Polyethylene	• 분자 및 물리적 특성 분석	• 스페인 어항에서 폐 HDPE 어망을 분리·선별하여 물리적 특성 분석

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	Fishing Nets: Towards a Circular Economy - 연구자(년도): Rafael Jusan et al.(2021) - 연구목적: 폴리에틸렌(PE) 어망을 재활용하여 어망 또는 포장재 생산에 대한 타당성을 연구	환경응력균열저항성 시험	- 어망 제조를 위한 재활용품의 잠재적 사용을 평가 - HDPE 제품 재활용성 평가
8	- 과제명: 순환경제 시스템을 활용한 어업폐기물의 자원화 방안 연구 - 연구자(년도): 고동훈 외(2021) - 연구목적: 순환경제 시스템을 활용한 폐어선과 폐어구의 자원화 체계를 구축하는 방안을 제시	- 문헌연구 - 통계분석 - 전문가 인식도조사	- 폐어선과 폐어구의 생산(건조), 처리 현황 및 문제점 - 국내·외 순환경제 시스템 구축 동향 분석 및 사례 조사 - 인식도 조사, 자원화 경쟁우위분석, 자원화 방향 및 가치 추정 - 어업폐기물 자원화 방안
9	- 과제명: Pyrolysis of marine waste to pyrolytic oil and its application in compression ignition engine: Engine performance, combustion, and emission analysis - 연구자(년도): Rohit Kumar Singh et al.(2022) - 연구목적: 폐어망과 폐로프에서 나온 페나일론에서 열분해 재활용 가능성 분석	GC-MS 및 FTIR을 사용하여 특성화	- 폐어망, 로프의 열분해 오일 회수 - 폐어망, 로프의 열분해유의 특성 분석 - 폐어망, 로프의 열분해유의 연소 및 배출 특성 분석 - 폐어망, 로프의 열분해유의 배기가스 분석
10	- 과제명: Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060 - 연구자(년도): OECD(2022) - 연구목적: 플라스틱 환경 유출을 전망하고 저감방안을 평가	- 문헌연구 - 시나리오분석	2060년 플라스틱 폐기물 전망, 환경 유출 예측 - 플라스틱 문제 대응 정책 시나리오 분석: 지역 조치 정책, 글로벌 정책, 플라스틱과 기후변화 저감 정책 간 상호작용

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
11	• 과제명: Nuts and bolts of tropical tuna purse seine nets recycling: A circular business model • 연구자(년도): Marga Andrés et al.(2022) • 연구목적: 참치어망을 대상으로 순환 비즈니스 모델을 만드는 실행 가능성을 평가	• 문헌연구 • 사례연구	• 참치망 데이터 수집 • 순환비즈니스 모델 제시
12	• 과제명: End-of-life fishing gear in Spain: Quantity and recyclability • 연구자(년도): Oihane C. Basurko et al.(2023) • 연구목적: 스페인 항구에서 발생하는 폐어망의 양과 유형 및 관리 관행에 대한 통찰력과 그러한 장비의 재활용 옵션에 대한 통찰력을 제공	• 문헌연구 • 사례연구	• 스페인 어업 자료 수집 • 재활용 재료의 구성, 분해, 적합성 • 스페인 어업 및 폐어망 분석 • 폐어망의 재활용 가능성 분석 • 폐어망 관리의 모범사례 등 제시

자료: 저자 작성

2) 공급사슬관리

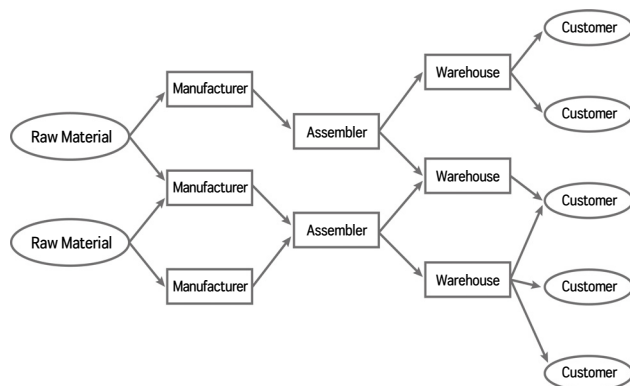
공급사슬 관련 연구는 1980년대 이후 기업의 이익 극대화과 기업 경쟁력 강화를 목적으로 활발히 이루어지고 있다.¹²⁾ 기업들은 기업 내부 효율성을 향상하는 것만으로는 한계가 있다고 판단하고, 원료 획득으로부터 최종 소비자를 연결하는 완전한 관계 집합을 의미하는 공급사슬 전체를 관리하는 데 관심을 갖게 되었다.¹³⁾

12) 정은미 외(2020), p. 46.

13) 김정태 외(2002), p. 442.

글로벌 공급사슬 포럼(Global Supply Chain Forum)은 공급사슬(Supply Chain)을 “최초의 원료 공급자로부터 최종제품의 사용자에게 이르는 주요 업무 프로세스의 통합”이라 정의한다.¹⁴⁾ Hau L. Lee and Corey(1993)는 공급사슬을 원료 조달(procurement), 원료를 중간제품 또는 완제품으로의 변환(transformation), 완제품을 고객에게 유통(distribution)하는 기능을 수행하는 네트워크로 정의하였다.¹⁵⁾ 원료 조달, 제품 생산, 유통을 분절적으로 바라보는 것이 아니라 각각의 사슬을 연결하여 총체적인 관점에서 접근한다. Thomas and Griffin(1996)은 공급사슬관리(Supply Chain Management)를 원료 공급업체, 제조 및 조립 공장, 유통센터 간의 자재, 정보흐름 관리로 정의하고, 조달(Procurement), 생산(Production), 유통(Distribution)의 3단계로 구분하였다.¹⁶⁾ 김정태 외(2002)는 “공급자에게 고객까지의 공급사슬 상의 물류, 정보, 자금의 흐름에 대해 총체적인 관점에서 사슬 간의 인터페이스를 통합하고 관리함으로써 효율성을 극대화하는 전략적 기법”¹⁷⁾이라 정의하였다.

〈그림 1-1〉 일반적인 공급사슬 구조



자료: Lee and Corey(1993), p. 838.

14) 문종범(2006), p. 99.

15) Lee and Corey(1993), p. 835.

16) Thomas and Griffin(1996), p. 1.

17) 김정태 외(2002), p. 443.

공급사슬은 특정 제품 또는 기업을 대상으로 분석할 수 있다. Hau L. Lee and Corey(1993)는 개별 제품인 HP Deskjet 프린터 공급사슬 구조를 분석하고 신제품 개발 프로젝트에 적용할 수 있는 시사점을 제시하였다. Deskjet 프린터는 제조공정은 인쇄 회로 기판 조립 및 테스트(PCAT)와 최종 조립 및 테스트(FAT)의 2단계로 나뉘고, 이후 유통센터(DC)로 운송된 후 소비자에게 판매된다.

Laudon and Laudon(2007)는 글로벌 기업인 나이키의 공급사슬을 간략하게 분석하였다. 아래 그림에서 보듯이 나이키의 공급사슬은 공급업체, 나이키, 유통업체, 소매업, 고객으로 구성된다. 나이키는 중국, 태국 등의 국가에 공장을 두고 계약 제조업체로부터 제품을 공급받는다. 계약 제조업체는 밑창, 끈, 갑피 등을 공급하는 업체(Tier2)에서 부속품을 공급받고, 이들은 원료 공급업체(Tier1)로부터 원료를 구매하여 제품을 제작한다.

삼일PwC경영연구원(2022)은 폐기물산업의 가치사슬¹⁸⁾을 폐기물 처리 프로세스에 따라 배출, 수집, 운반, 재활용, 소각, 매립으로 구분하였다. 재활용업은 현재 수많은 영세업체로 구성된 산업이나, 재활용의 필요성에 대한 사회적 인식 확대와 시장 성장 가능성 등을 고려하면 향후 대형업체 위주로 시장이 재편될 수 있다고 전망하였다.

18) 공급사슬(Supply Chain)과 가치사슬(Value Chain)은 원료 공급에서부터 최종 제품을 고객에게 전달하는 전 과정을 다룬다는 측면에서 동일하다. 전자가 조달, 생산, 유통의 각 단계별로 제품과 서비스의 이동에 집중한다면, 후자는 각 단계별 가치 창출 또는 분배에 초점을 맞춘다는 점에서 차이가 있다. 출처: 신소용 외(2020), p. 30.

〈그림 1-2〉 폐기물산업의 가치사슬 구조



자료: 삼일PwC경영연구원(2022.4.), p. 7.

남상욱(2022)은 한국이 주요 수출산업인 디스플레이산업에 대한 가치사슬 분석을 실시하여 전 분야를 구축한 유일한 국가이며, 중국과 일본에 비해 경쟁우위에 있다고 평가하였다. 또한 가치사슬의 약점을 파악하고 이를 개선하기 위한 OLED 소부장 기업의 경쟁력 제고, 기초기술 중심의 R&D 지원, 전문인력 양성 등의 정책 방향과 과제를 제시하였다. 공급사슬관리를 농산물 유통에 적용한 사례도 있다. 전창곤 외(2015)는 노지채소류의 수급 안정과 물류효율성 제고를 위하여 도매시장에서 판매 단계에 공급사슬관리를 적용하였다. 그리고 산지유통인과 도매시장 등 유통주체 간 연계, 통합, 협력 체계를 구축하여 산지유통인 법인 조직화, 산지유통인 조직을 중심으로 한 참여하는 정보시스템 구축 등을 제시하였다.

한편, Fisher(1997)는 제품을 기능적(functional)인 것과 혁신적(innovate)인 것으로 구분하여 공급사슬을 효율적(efficient) 공급사슬과 시장 대응적(market responsive) 공급사슬로 구분하였다. Hau L. Lee(2002)는 수요와 공급의 불확실성을 적용하여 공급 불확실성이 큰 제품에 대해서 위험회피(risk-hedged) 공급사슬과 민첩(agile) 공급사슬을 추가하였다. 산업 태동기에 있는 해양플라스틱 재활용산업은 공급측면에서도, 수요측면에서도

불확실성이 높은 편이어서 민첩 공급사슬에 해당한다고 볼 수 있다. 이 경우에는 공급업체와 협업체제를 발전시키고, 공급업체와 고객 간의 직접적인 정보 유통을 마련하고, 물류업체와 파트너십을 구축하여야 한다.¹⁹⁾

곽수일·문종범(2005)는 구매자-공급자 간 관계를 거래비용이론, 자원의 존이론, 불완전계약이론으로 설명하였다. 거래비용이론에 따르면 거래비용 최소화를 위해 기업 간의 관계를 구축한다. 불완전계약이론에서 기업 간 불완전한 계약으로 인해 자산에 투자하는 기업은 이러한 자산으로부터 얻는 부가 이익을 공급사슬 거래 상대방에게 뺏기지 않기 위해 거래 상대방과 통합한다. 자원의존이론은 기업이 살아남는 데 필수적인 자원을 가진 주체와 관계를 구축함으로써 자원을 지키고 환경적 불확실성을 감소시킨다.²⁰⁾

〈표 1-2〉 공급사슬 분석 관련 선행연구

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
1	• 과제명: Material management in decentralized supply chains, Operations Research • 연구자(년도): Hau L. Lee and Corey(1993) • 연구목적: Hewlett-Packard Company(HP)의 데스크젯 프린터의 새로운 제품 개발 프로젝트에서 공급사슬에 다른 자원 흐름 관리 지원	• 문헌연구 • 사례조사	• 데스크젯 프린터의 공급사슬 분석 • 공급사슬을 위한 자원관리 모델 • 데스크젯 프린터를 대상으로 모델의 적용
2	• 과제명: Coordinated Supply Chain Management. European Journal of Operation Research	• 문헌연구	• 원료 구매와 공급 조정, 생산과 유통 조정 관련 운영 계획 • 혼합 프로그래밍, 전략 계획 모델 등 전략 제시

19) Hau L. Lee(2002), p. 117-118.

20) 곽수일·문종범(2005), p. 31.

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	- 연구자(년도): Thomas and Griffin(1996) - 연구목적: 공급망 모델에 적합한 모델을 제시		환경을 고려한 공급사슬관리 제시
3	- 과제명: What Is the Right Supply Chain for Your Product? - 연구자(년도): Marshall L. Fisher(1997) - 연구목적: 제품이 수요 패턴에 따라 적절한 공급사슬 전략을 제시	- 문헌연구 - 사례연구	- 제품 유형 분류: 기능적, 혁신적 - 제품 유형별 적절한 공급사슬 전략 제시 - 기능적 제품의 효율적 공급 예시 - 혁신적 제품의 반응적 공급 예시
4	- 과제명: Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties - 연구자(년도): Hau L. Lee(2002) - 연구목적: 제품의 수요와 공급이 직면한 불확실성에 기반한 공급사슬 전략을 제시	문헌연구	- 수요 불확실성 감축 전략 - 공급 불확실성 감축 전략 - 정보화 시대에서의 공급사슬 전략 - 제품 불확실성에 대응하기 위한 올바른 공급사슬 전략
5	- 과제명: 공급사슬관리(SCM)의 가치사슬에 영향을 미치는 제품 혁신성에 관한 연구 - 연구자(년도): 김정태 외(2002) - 연구목적: 제품의 혁신성을 측정하고, 제품의 혁신성이 공급사슬 전략에 미치는 영향을 분석	- 문헌연구 - 회귀분석	- 혁신적 제품과 기능적 제품으로 특징지을 수 있는 제품의 혁신성을 측정 - 제품의 혁신성이 공급사슬 전략에 미치는 영향 분석
6	- 과제명: 공급사슬 유형의 분류와 특성에 관한 탐색적 연구 - 연구자(년도): 박수일·문종범(2005) - 연구목적: 공급사슬 유형에 따른 공급사슬관리 전략의	- 문헌연구 - 군집분석	- 공급사슬 구조와 구매-공급자 관계 분석 - 구매자 공급자 관계 유형 분류, 유형별 특성 분석

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	수립과 실행에 대한 방향을 제시		
7	• 과제명: 농산물 유통구조 개선을 위한 공급망관리(SCM) 시스템 구축 방안(2/2차년도) • 연구자(년도): 전창곤 외(2015) • 연구목적: 공급사슬관리를 적용한 노지채소류 유통체계 개선방안 제시	• 문헌연구 • 설문조사 • 현장방문조사	• 농산물 공급사슬관리 구조 분석 • 산지단계, 도매단계의 여건 분석 • 거래, 물류, 정보시스템 구성요소 실태 및 구조 분석 • 공급사슬관리 참여주체 태도 분석 • 농산물 공급사슬관리 시스템 구축방안 제시
8	• 과제명: 디스플레이산업의 가치사슬별 경쟁력 진단과 정책 방향 • 연구자(년도): 남상욱(2022) • 연구목적: 디스플레이산업 발전을 위한 정책 방향 모색	• 문헌연구 • 델파이 분석	• OLED제조업의 가치사슬 구조분석 • OLED제조업의 한국, 일본, 중국의 경쟁우위 진단 • 디스플레이산업의 발전전략 제시
9	• 과제명: 순환경제로의 전환과 대응전략 - 플라스틱과 배터리(이차전지)를 중심으로 • 연구자(년도): 삼일PwC경영연구원(2022) • 연구목적: 플라스틱과 이차전지의 순환경제의 특징과 대응 방안 제시	• 문헌연구 • 플라스틱 재활용업체 사례조사	• 순환경제 비즈니스모델 및 EU 정책동향 분석 • 플라스틱 재활용 기술동향 및 시장 전망, 관련 기업 동향 • 이차전지 정책·기술·관련 기업 동향, 시장 전망

자료: 저자 작성

2. 선행연구와 차별화

본 연구는 해양플라스틱, 특히 어망과 로프의 재활용산업을 다룬다는 점에서 이전 연구와 차별성이 있다. 기존에는 해양플라스틱 문제의 해결을 위한 하나의 정책적 수단으로써 재활용을 제시하거나, 물리적, 화학적 분석

을 통하여 재활용성을 검증하는 연구가 주류를 이루었다. 반면 본 연구는 어망과 로프를 중심으로 한 해양플라스틱 재활용 산업이 태동하기 위하여 현시점에 필요한 제도적, 기술적, 산업적 개선사항을 제시하는 데 목적이 있다. 이를 통하여 우리나라에 해양플라스틱 재활용산업 생태계 구축에 기여할 것이라 본다.

본 연구의 대상이 되는 어망과 로프는 매년 일정량이 폐기물로 발생하기 때문에 재질이 다양하여 연도별 발생량이 격차 큰 여타 해양플라스틱에 비해 산업화하기에 적합하다. 또한 생산자책임재활용제도(EPR)를 새롭게 도입하였기 때문에 정책적 측면에서도 재활용산업을 육성하여야 한다.

이에 본 연구에서는 재활용업체나 폐어망과 로프를 가공하여 재생원료를 생산하는 재활용업체와 재생원료를 구매하는 수요업체를 대상으로 심층 인터뷰를 실시하였다. 기존 폐기물 재활용산업에 속한 재활용업체와 플라스틱 원료를 제공하는 업체는 해양플라스틱 재활용산업의 공급사슬의 핵심 주체이기 때문이다. 본 연구는 실제 산업 주체들로부터 산업 현장에서 발생하는 애로사항을 도출하고, 이를 해결하기 위한 정책적 대안을 마련한다는 점에서 기존 연구와 차별된다. 해양플라스틱 재활용산업이 태동하는 시기에 산업화를 막는 걸림돌을 제거하고, 관련 업체를 지원하기 위한 연구는 시기적절하다고 하겠다.

본 연구는 기존 폐어망, 로프로 대변되는 해양플라스틱의 재활용산업의 주체를 대상으로 한 연구이며, 산업화에 필요한 구체적인 정책적 대안을 제시한다는 점에서 현장 적용성이 크다.

〈표 1-3〉 본 연구의 차별성

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
본 연구	본 연구는 페어망과 로프로 생산한 재생원료를 공급하는 재활용업체와 이를 구매하는 플라스틱 원료 또는 나일론 원사 제조업체를 연결하여 해양플라스틱 산업 생태계를 구축하고, 산업을 육성하기 위한 방안을 마련하는 데 목적이 있음	- 문헌조사 - 관련 업체 대상 심층 인터뷰	- 국내·외 해양플라스틱 재활용 관련 동향 조사 - 페어망으로 생산된 재생원료를 구매하는 업체의 요구조건과 이를 공급하는 업체의 애로사항을 파악 - 페어망으로 생산된 재생원료의 공급업체와 수요업체의 연결 또는 강화 방안을 제시

자료: 저자 작성

제3절 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

1) 해양플라스틱 종류 : 어망, 로프

본 연구의 대상인 해양플라스틱은 크게 어업폐기물과 일회용 플라스틱으로 구분할 수 있다.²¹⁾ 일회용 플라스틱은 종류, 재질이 다양할 뿐만 아니라 연간 발생량을 예측하기도 어렵다.²²⁾ 하지만 사업을 위해서는 매년 일정량의 폐기물이 지속적으로 발생하여야 한다. 따라서 본 연구에는 발생량이 일정한 어업폐기물, 그중에서도 어망과 로프를 대상으로 한다.²³⁾

21) 해양폐기물은 해안폐기물, 침적폐기물, 부유폐기물을 구분된다. 해안폐기물을 대상으로 하는 '국가 해안 쓰레기 모니터링' 사업에 따르면 해안폐기물은 일회용 포장재 플라스틱과 어업폐기물이 대부분을 차지한다. 침적폐기물 수거사업에서 수거된 폐기물은 어망, 로프, 통발 등 어업폐기물이 주류를 이룬다.

22) 일회용 플라스틱 발생량은 특히 연안지역 강수량에 많은 영향을 받는 편이나, 이에 대한 연구를 부족하여 연간 발생량을 예측하기 어렵다.

23) 해양수산부는 선박에서 발생하는 PET병을 재활용을 지원하고 있으나, 선박에서 발생하는 PET병은 그

어망과 로프는 어업폐기물 중에서도 많은 양을 차지하는 어구이다. 어로 어업이나 양식어업은 어망에 로프를 체결하여 함께 사용하기 때문에 분리하기보다는 하나의 어구로 여겨지기도 한다. 또한 어망과 로프는 생산자책임재활용(Expanded Producer Responsibility) 대상으로서 재활용 확대가 필요한 어구이기도 하다. 따라서 본 연구에서는 발생량이 많고, 함께 사용하는 어망과 로프를 동시에 다루고자 한다. 한편, 어망과 로프의 주요 재질은 나일론, 폴리프로필렌(Polypropylene, 이하 PP), 폴리에틸렌(Polyethylene, 이하 PE)이다.

2) 분석 대상 업체 : 재생원료 공급업체, 수요업체

본 연구에서 해양플라스틱 재활용산업은 폐기물 처리산업과 나일론, PP, PE 펠릿이나 원사를 구매하여 제품이나 최종 플라스틱 제품 또는 섬유 제품을 제조·가공하는 산업을 포괄한다. 여기서, 폐기물 처리산업은 수집·운반업 → 분리·선별업 → 재활용업 → 처분(소각·매립)업으로 구성된다. 플라스틱 제품 제조업은 PP, PE 원료 또는 나일론 원사 제조업과, 이를 원료로 구매하는 최종 제품 제조업이 있다.²⁴⁾

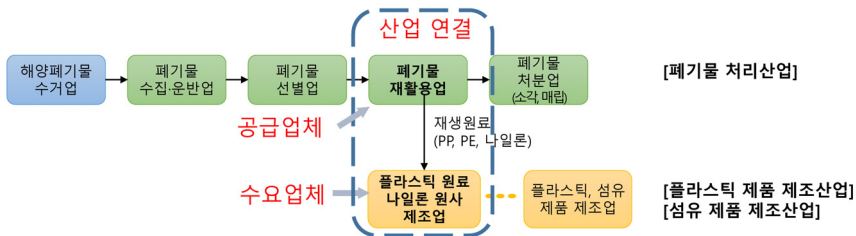
해양플라스틱 재활용산업은 아직 산업 생태계가 구축되어 있지 않았다. 기존 폐기물 처리산업과 플라스틱 또는 섬유 제조산업을 연결하여야 해양플라스틱 재활용산업 공급사슬이 형성된다. 따라서 해양플라스틱 재활용산업의 핵심 주체는 폐기물 처리산업에서 재생원료를 생산하는 폐기물 재활용업체와 플라스틱 또는 섬유 제조업의 원료인 PP, PE, 나일론 펠릿 또는 칩을 생산하는 업체이다.

규모나 발생지역에 대한 조사가 이루어진 것이 없다. 그리고 일정량이 지속적으로 발생하지도 확인된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 PET병을 연구 대상에서 제외하였다.

24) 최종 제품에 따라서 제조 단계와 단계별 업종은 달라지므로 여기서는 간단히 플라스틱 원료 또는 원사 제조업과 최종 제품 제조업으로 간단히 구분하였다.

이에, 본 연구에서는 폐기물 처리산업에서 재생원료를 생산하는 재활용업을 재생원료 공급업체로, 재생원료를 구매하여 플라스틱 원료 또는 나일론 원사를 제작하는 제조업을 수요업체로 분석하고자 한다.²⁵⁾

〈그림 1-3〉 해양플라스틱 재활용산업 구성도



자료: 저자 작성

2. 연구 방법 및 수행 체계

1) 연구 방법

(1) 수요·공급업체 대상 심층 인터뷰

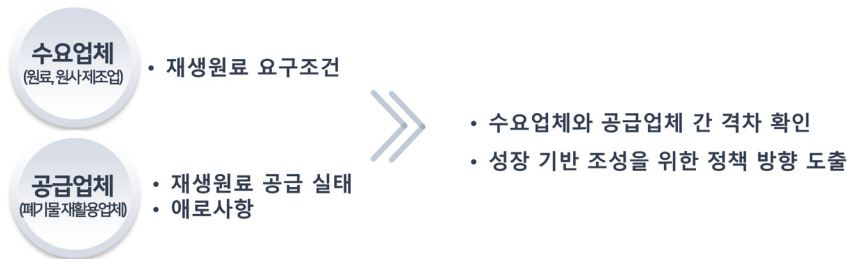
해양플라스틱 재활용산업이 태동하는 시기에 중요한 것은 해양플라스틱 폐기물 재활용산업과 플라스틱 제품 제조산업 또는 섬유 제품 제조산업을 연결하는 것이 중요하다. 앞선 그림에서 보듯이 폐기물 재활용업체는 재생원료 공급업체이고, PP·PE 원료 또는 나일론 원사 제조업체는 수요업체이다.

이에, 본 연구에서는 주요 연구방법으로 재생원료 수요업체와 공급업체를 대상으로 한 심층 인터뷰를 실시하였다. 이를 통해 수요업체의 요구조

25) 재활용업체로부터 해양플라스틱 생산된 재생원료를 구매한 후 이를 원료로 투입하여 플라스틱 제품을 제조하는 경우에는 플라스틱 제품 제조업도 수요업체가 될 수 있다.

건을 파악하고, 공급업체의 실태를 파악한 후 두 주체 간 격차를 해소하여 공급사슬을 연결하기 위한 정책 개선사항을 도출하고자 한다.

〈그림 1-4〉 수요업체 및 공급업체 심층 인터뷰



자료: 저자 작성

(2) 폐어망 재활용 관련 정책 분석

해양플라스틱 재활용산업은 발전단계 상 태동기에 해당하므로, 제도 및 정책이 산업 형성에 미치는 영향이 크다. 이에, 본 연구에서는 해양수산부, 환경부, 산업통상자원부에서 폐어망 재활용산업의 육성에 영향을 주는 정책 또는 법률을 분석하여 정책적으로 부족한 점과 한계를 파악하고자 한다.

(3) 문헌조사 및 전문가 자문

해양플라스틱 재활용산업과 관련된 국내·외 문헌을 조사하여 동향 및 발전 전망을 파악하고자 한다. 그리고 폐어망의 재질에 대한 국내 실태조사가 미흡하여 국립수산물과학원 전문가를 대상으로 자문을 실시하였다. 그리고 폐어망의 물리적·화학적 재활용 기술에 대한 전문가 자문을 실시하여 국내 기술 수준을 파악하였다.

2) 연구 수행 체계

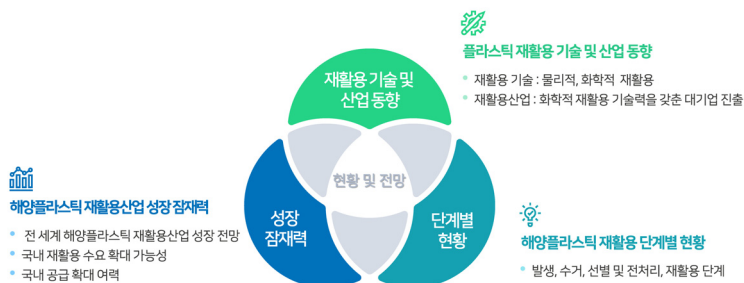
본 연구는 6개의 장으로 구성된다. 제1장 서론에서는 연구 배경 및 목적, 수행 방법 등을 정리하였다. 제2장에서 플라스틱 재활용 기술을 살펴보고, 화학적 재활용의 산업화에 따른 재활용산업의 재편 동향을 정리하였다. 그리고 전 세계 해양플라스틱 재활용산업의 성장 전망을 살펴보고, 우리나라의 해양플라스틱 재활용에 대한 수요 성장 여건과 공급 여력을 검토하였다. 제3장에서는 해양플라스틱 재활용산업의 성장을 이끌고 있는 국제사회, 글로벌 기업 동향, 유럽연합과 일본 등 주요국의 정책과 산업·민간단체 간 협력 프로젝트를 살펴보았다. 이어서 국내 해양플라스틱 재활용산업 육성 정책과 사업, 그리고 해외 해양플라스틱 재활용 우수사례를 정리하였다. 제4장에서는 재활용하기에 용이한 나일론 페어망과 PP 페로프를 대상으로 재생원료·원사 제조업체의 관점에서 전방(Down-stream)산업의 공급사슬 분석을 실시하였다. 이를 통해 PP, 나일론 재생원료를 구매하는 수요업체의 요구사항과 이를 공급하는 업체의 애로사항을 파악한다. 제5장에서는 화학적 재활용을 통해 해양플라스틱 재활용을 육성하기 위한 정책 방향과 정책과제들을 제시하였다. 마지막으로 제6장에서 결론을 맺고, 정책 제언을 제시하였다.

02

해양플라스틱 재활용산업 현황 및 전망

제2장 제1절에서는 플라스틱 재활용 기술과 플라스틱 재활용산업 동향을 살펴보았다. 최근 화학적 재활용 기술 개발과 산업화가 빠르게 진행되고 있으며, 이는 해양플라스틱의 재활용에도 기회로 작용하고 있다. 제2절에서는 해양플라스틱의 발생-수거-재활용 단계별 현황을 간단히 살펴보았다. 해양플라스틱은 재활용 기술은 동일하나 발생원, 발생지역, 오염도 등에 차이가 있어서 육상 폐기물과 분리되어 재활용되는 것이 일반적이기 때문이다. 제3절에서는 국내외 해양플라스틱 재활용산업의 성장 잠재력을 검토하였다. 전 세계 플라스틱 재활용시장 성장 전망을 검토하고, 국내로는 공급 여력과 친환경소비 및 가치소비 트렌드를 정리하였다.

〈그림 2-1〉 제2장 연구 개요



자료: 저자 작성

제1절 재활용 기술 및 산업 동향

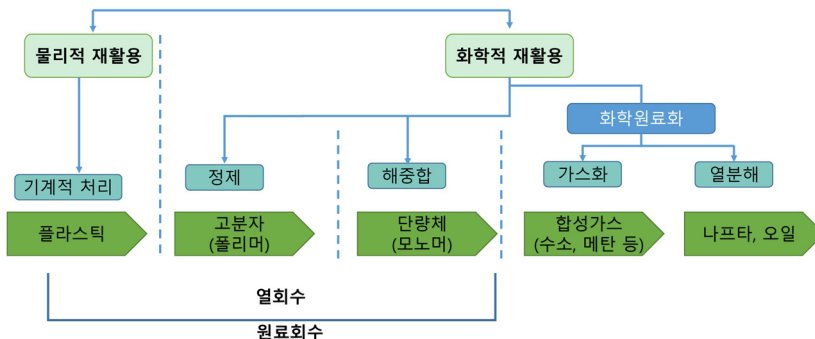
제1절에서는 플라스틱 재활용 기술을 정리하고, 화학적 재활용 기술력을 갖춘 대기업이 진출하여 재활용산업이 재편되고 있는 동향을 살펴보았다.

1. 재활용 기술

플라스틱 재활용 기술은 물리적 재활용 기술과 화학적 재활용 기술과 열적(에너지) 재활용 기술로 구분된다. 현재 폐어망, 폐로프 재활용 시 많이 쓰이는 기술은 물리적 재활용이다. 최근에는 대기업들이 플라스틱 재활용 시장에 진출하며 부가가치가 높은 화학적 재활용 기술을 속속 해양플라스틱 재활용에 적용하는 추세이다.

플라스틱 원료를 회수하는 공정은 기계적 공정인 단순 재생과 정제나 해중합을 통해 재생원료의 순도를 높이는 방식으로 고분자(폴리머)나 단량체(모노머)로 바꾸는 화학적 공정을 포함한다. 이 외에 화학연료화 과정인 열분해와 가스화도 화학적 공정에 포함된다.

〈그림 2-2〉 플라스틱 재활용 방법 물리적 재활용 vs 화학적 재활용



자료: SK 지오센트릭, CESS 발표자료('23.6.30.), 삼일Pwc경영연구소(2022.4.), 참조 저자 재작성

1) 물리적 재활용 기술

물리적 재활용(Material Recycle)은 재활용을 목적으로 플라스틱을 선별하고 세척하는 과정을 통해 재생원료로 재활용하는 방식이다.²⁶⁾ 쉽게 말해 폐플라스틱을 물리적으로 가공해 다시 플라스틱을 생산하는 것인데,²⁷⁾ 선별·세척을 거친 폐플라스틱을 분리 공정과 압출성형을 통해 플라스틱 조각인 펠릿(Pellet)으로 만들어 재생원료로 사용한다.

물질적 재활용은 공정이 단순하여 재활용 과정에서 탄소를 가장 적게 배출하고 설비 투자비용도 저렴하다. 물질적 재활용은 플라스틱에 대한 화학적 혹은 열적 처리를 최소화하기 때문에 탄소배출 저감 효과가 있다. 그러나 재활용 결과물의 품질이 신제품(新製品)에 비해 떨어지고 재활용이 가능한 플라스틱 제품이 한정적이다. 또한, 복합 재질 플라스틱의 경우 저렴한 플라스틱 제품이 생산되고 단일 재질의 경우도 일정 횟수 이상 재활용이 어렵다는 한계가 있다. 또한 폐플라스틱 제품에 이물질이 부착된 경우 재활용이 불가능한 경우가 많다.

2) 화학적 재활용 기술

화학적 재활용에는 크게 정제, 해중합, 열분해 및 가스화로 나눌 수 있다. 이 중 정제와 해중합은 재생원료의 순도를 높이는 과정으로 신제(新製)와 동일하게 제품을 생산하는 원료로 재활용될 수 있다. 즉, 본 연구에서 대상으로 하는 제품 재활용에 적합한 화학적 재활용 기술은 정제와 해중합이다.

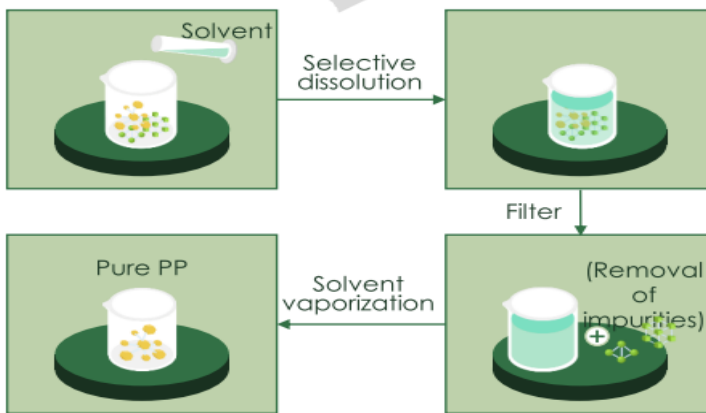
26) 삼일Pwc경영연구소(2022), p. 29.

27) 삼일Pwc경영연구소(2022), p. 29.

(1) 정제

정제(Purification)는 플라스틱의 고분자 구조를 그대로 둔 상태에서 용제²⁸⁾를 활용하여 플라스틱을 액화시켜 첨가제들의 불순물을 걸러 내거나 복합재질 중 특정 재질만을 선별하는 작업이다. 에너지 소비량이 적으나 과정 중에 액상 유독 폐기물이 발생하고 원료물질의 무한 반복으로 순환시킬 수 없다는 단점이 있다.

〈그림 2-3〉 PP 추출 기술 개념도



자료: SK 지오센트릭 내부자료

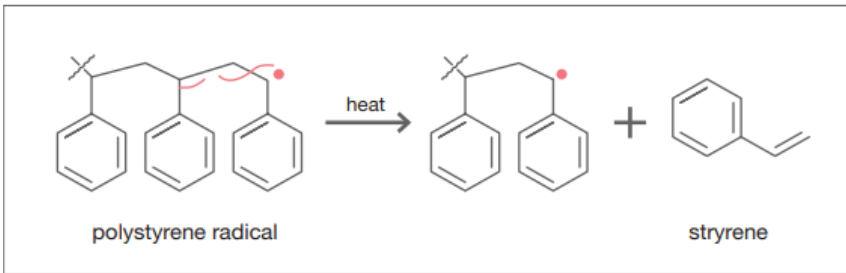
(2) 해중합

해중합(Depolymerization)은 플라스틱을 원자료인 단량체(모노머)로 바꾸는 과정을 의미한다. 고온에서 촉매와 유기용매 등을 이용하여 분해반응을 통해 원료 단량체를 추출하여 플라스틱 원료로 재활용한다. 해중합으로 추출된 단량체는 신제(新制) 플라스틱 원재료와 동일하고 품질저하가 없다. 또한 오염이나 복합플라스틱 제품 등 물리적 재활용 방식으로 재활용이 어려운 제품들도 재활용할 수 있다는 장점이 있으나 석유에서 원재료를

28) 특정물질을 녹이는 물질

생산하는 방식에 비해 고비용으로 경제성을 확보하는 것이 관건이다. 나일론은 해중합이 가능하지만 탄소 이중결합 구조를 가진 올레핀(Olefin) 계열의 PE와 PP는 해중합이 불가하다.

〈그림 2-4〉 해중합 기술 개념도



자료: Wikipedia, PwC

(3) 열분해/가스

열분해와 가스화 방식은 플라스틱을 선별, 파쇄 공정을 거친 후 가스화, 열분해(Pyrolysis)를 적용하여 합성가스나 저급 디젤유나 보일러 원료 등 화학 원재료 및 정유제품 단계로 변화시키는 방법이다.²⁹⁾ 열분해(Pyrolysis)는 무산소 상태에서 고온의 열로 유기물질을 분해시키는 방법으로 현재 화학적 재활용 방식 중 가장 상용화된 방식이다.³⁰⁾ 폐플라스틱을 열분해하면 플라스틱의 분자가 불규칙적으로 분해되며 분해 생성물로 무거운 탄화수소들이 주로 생성된다. 이 열분해 산물은 저급 디젤유나 보일러 연료로 사용이 가능하다.³¹⁾

가스화(Gasification)는 플라스틱 폐기물에 1,000~1,500℃의 고열을 가하여 합성가스(수소, 메탄 등)로 분해하는 것을 의미한다. 가스화는 열분

29) 삼일Pwc경영연구소, p. 33, 2022.4.

30) 삼일Pwc경영연구소, p. 33, 2022.4.

31) 삼일Pwc경영연구소, p. 33, 2022.4.

해 기술과 유사하나 소량의 산소를 반응기에 주입하는 것이 차이점이다. 합성가스는 메탄올·암모니아 등 새로운 화학제품, 연료 및 비료 등으로 재 생산될 수 있다. 향후 수소경제 시대에 폐플라스틱을 활용한 수소 생산 방식으로 활용될 가능성이 높다.

2. 재활용산업

기존 우리나라 폐기물 재활용산업은 영세업체로 구성되어 있으며, 자본과 기술을 크게 요하지 않는 물리적 재활용이 성행하였다. 2020년 기준으로 국내에서 재활용업체 수는 6,535개소로 많은 편이나, 이 중 종업원 수가 100인을 초과하는 업체는 1.5%에 불과하다.³²⁾ 통계청 자료에 의하면 국내 폐기물산업의 99%가 중소기업이며, 연간 매출 1억 원을 밑도는 영세업체가 59.2%에 이른다.³³⁾

그러다가 2020년 들어, 플라스틱 재활용산업 새로운 국면을 맞이하게 되었다. 국내 대기업들이 화학적 재활용 기술력과 설비가 갖추고 플라스틱 재활용시장에 진출하고 있다. 국내 화학적 재활용업체 현황은 다음과 같다. 효성은 해중합 설비를 갖추고 재활용 나일론 섬유를 생산하였다. LG화학, 현대엔지니어링, SK지오센트릭, 롯데케미컬, 태광산업이 재활용사업 시행 예정이다. 태광산업은 나일론 해중합사업으로 섬유를 생산하기 위해 기술 개발 중에 있다. SK지오센트릭은 PP, PE, PET를 재활용하기 위한 해중합과 열분해 생산설비를 2025년 하반기 완공을 목표로 울산에 건설 예정이다. 사업모델에서 PP 재활용 비중이 큰데, 플라스틱 재활용 공장에 투입할 제품 확보가 필요한 상황이다.

32) 삼성KPMG 경제연구원(2022), p. 10.

33) 한겨레 일보, 폐플라스틱 돈 되자...대기업 "들어간다" 중소기업 "막아줘" (2022.9.20.작성), (2023-8-19 접속)

열분해업체인 LG 화학, SK지오센트릭, 현대엔지니어링은 PE와 PP 제품을 필요로 한다. 롯데케미컬 등 소재사는 PE 제품보다는 PP 제품을 요구하며 소비재보다는 산업소재로 판매하고자 한다. 현대엔지니어링은 폐플라스틱 열분해 후 수소생산 사업을 추진하고 있으며 플라스틱 재활용 규모가 대기업 중 가장 크다.³⁴⁾

앞으로 우리나라 재활용산업은 영세업체의 물리적 재활용과 대기업의 화학적 재활용이 공존 및 상생하며, 플라스틱 재활용산업의 규모는 확대될 것으로 예상된다. 열분해를 통해 혼합 재질도 재활용할 수 있고, 그뿐만 아니라 해중합 및 정제를 통해 고품질의 플라스틱을 생산함으로써 신제와 마찬가지로 고부가가치 제품도 생산할 수 있기 때문이다. 즉, 우리나라 재활용률은 재활용업체로 반입되는 양을 기준으로 한 명목상 재활용률만이 아닌 실질적인 재활용률이 높아질 것이다.³⁵⁾ 이러한 플라스틱 재활용산업 동향은 해양플라스틱 재활용에는 긍정적인 기회로 작용할 것이다.

실제, 고순도 PP 생산 공장을 건설하는 SK지오센트릭은 육상 플라스틱 뿐만 아니라 해양플라스틱을 공급받길 희망하고 있다. 효성TNC는 나일론 어망으로 재생나일론을 생산하는 기술을 보유하고 있으며, 고유 브랜드인 ‘마이판 리젠오션’을 출시하였다. 하지만 국내 어망이 아닌 중국 어망을 수입하여 재생나일론 원사를 생산하고 있다. 열분해 기술을 가진 화학기업들 역시 해양플라스틱 재활용에 관심이 많다. 하지만, 아직 폐어망, 폐로프를 비롯한 해양플라스틱을 활용하여 화학적 재활용하는 산업 생태계가 구축되어 있지 않는 것이 현실이다.

34) 삼일Pwc경영연구소, p. 33, 2022.4.

35) 우리나라의 명목상 재활용률은 2021년 기준으로 86.9%로 상당히 높지만, 재활용업체로 반입된 플라스틱 중에서 일부만이 재활용되고 나머지는 소각 또는 처리된다.

제2절 해양플라스틱 재활용 현황

제2절에서는 기존 해양플라스틱, 특히 폐어망과 폐로프의 재활용 현황을 발생, 수거, 전처리, 재활용에 이르는 재활용 단계별로 살펴보았다.

1. 발생 단계

1) 해안쓰레기

국가 해안쓰레기 모니터링은 해양수산부가 위탁하여 해양환경공단에서 주관하는 해안쓰레기 기초조사 사업이다. 2008년부터 시작되었으며, 조사 방법과 분류 기준 등의 변경에 따라 2008~2017년의 조사를 제1기, 2018년 이후의 조사를 제2기로 구분한다. 홀수 달 말일 기준 전후 5일 이내에 전국 연안 60개³⁶⁾ 정점을 조사하며, 조사구간 안의 모든 쓰레기를 조사 카드에 기록하는 방식으로 모니터링을 수행한다.³⁷⁾

제1기 조사기간 2008~2017년 발생한 플라스틱 해안쓰레기(32개 세분류)의 총 개수는 296,551개이며, 이 중 본 연구의 연구대상인 밧줄/로프(2.5~50cm, 50cm 이상), 어망(2.5~50cm, 50cm 이상)은 18.6%인 55,129개이다. 제1기 조사기간에 밧줄/로프가 2가지(2.5~50cm, 50cm 이상)로 구분되어 있는데, 이를 합하면 17.4%(51,580개)로 가장 높은 비중을 차지하며, 음료수병(13.5%)과 각종 뚜껑(12.6%), 비닐봉투, 비닐쇼핑백 등(11.5%)이 뒤를 잇는다.

36) 2018~2020년에는 전국 연안의 40개 정점을 조사했으며, 2021년부터는 60개 정점으로 확대

37) (사)동아시아 바다공동체 오션(2020), pp. 2-22.

제2기 조사기간 2018~2022년 발생한 플라스틱 해안쓰레기(37개 세분류)의 총개수는 353,460개이며, 밧줄(꼬인 것, 어업용)과 그물은 10.1%인 35,789개이다.³⁸⁾ 제2기 조사기간에는 스티로폼 파편 등이 포함된 발포형 파편이 41.4%로 가장 높은 비중을 차지한다.

〈그림 2-5〉 플라스틱 해안쓰레기 유형별 개수 비율(2008~2022년)



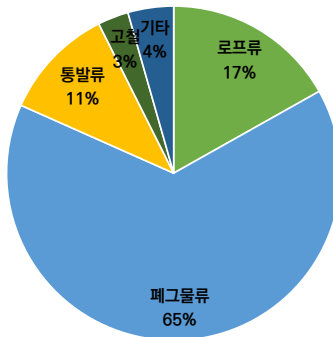
자료: 해양환경정보포털, 해안쓰레기 모니터링 통계(검색일: 2023.8.22.)

38) 해양환경정보포털, 해안쓰레기 모니터링 통계(검색일: 2023.8.22.)

2) 침적쓰레기

침적쓰레기 수거사업은 주요 어장 및 어항에서 이루어지며, 발생량은 어장이 많다. 여기서는 대표적인 어장 침적쓰레기 수거사업인 「2022년 연근해어장 생산성 개선 지원사업」을 살펴보았다. 그 결과, 로프류(16.9%), 자망 등 폐그물류(64.8%), 통발류(10.9%), 고철류(3%), 기타 목재·페스티로폼·타이어 등(4.4%) 순으로 수거량이 많았다. 무게순으로는 폐그물류 2,753.41톤, 로프류 715.71톤, 통발류 464.81톤, 기타 목재·페스티로폼·타이어 등 187.51톤, 고철 126.9톤이었다.³⁹⁾

〈그림 2-6〉 침적폐기물 발생원



자료: 해양수산부·한국어촌어항공단(2023), p. 40을 토대로 저자 작성

3) 부유쓰레기

우리나라는 부유쓰레기 발생원에 대한 정보가 없다. 북태평양 쓰레기 지대(NPGP: The North Pacific Garbage Patch)에서 수거한 부유쓰레기를 정보를 통해 짐작해 보자면, 부유쓰레기 역시 어망, 로프 등 어업기인 쓰레기가 많을 것으로 예상된다.

39) 해양수산부 한국어촌어항공단(2023), pp. 29-40.

2019년 북태평양 쓰레기 지대에서 해양 플라스틱 탐색·수거 기술을 통해 수거한 부유쓰레기는 식별하기 힘든 파편이 대부분을 차지했으나 어구가 33%로 구분되었다. 이는 NPGP에 부유하는 쓰레기 중 상당량이 육상기인이 아닌 어업기인임을 시사한다. 한편, 총 201개의 플라스틱 물체에 인식 가능한 언어가 적혀 있었고, 중국어(34%), 일본어(33%), 영어(17%), 한국어(10%) 순으로 많았다.⁴⁰⁾

〈표 2-1〉 북태평양 쓰레기 지대 부유쓰레기 출처(2015, 2019)

연도	일본	중국	한국	미국	대만	러시아	기타
2015	124	114	64	16	5	1	25
2019	78	75	23	15	13	1	27
합계	202	189	87	31	18	2	52
비율(%)	35	33	15	5	3	0	9

자료: Laurent Lebreton et al.(2022), p.7의 표 일부

2. 수거 단계

폐어망, 폐로프를 비롯한 해양플라스틱 수거는 육상수거와 해상수거로 나뉜다. 육상 수거는 어업인들이 육상에 폐기한 것을 수거하는 것이고, 해상 수거는 바다로 유입된 유실·투기 어구를 수거하는 것이다.

1) 육상 수거

해양플라스틱 중 폐어망과 폐로프를 대상으로 한 육상 수거 시스템은 공식적, 비공식적으로 존재한다. 공식적으로는 일부 시·군·구청이나 지구별 수협에서 실시하는 ‘조업 중 인양쓰레기 수매사업’이 대표적이다.⁴¹⁾ 어업

40) Laurent Lebreton et al.(2022), pp. 2-7.

41) 과거에는 국비를 지원하였으나, 현재는 국비 지원없이 지자체 비용 또는 지구별 수협에서 사업을 추진한다. 지구별 수협에서 추진하는 경우에는 타인의 어구뿐만 아니라 배출자의 어구를 수매하기도 한다.

인들은 조업 중에 건져 올린 타인의 어구를 지정된 장소에 가져다두고 운반비 및 수고비를 지급받는 것이다. 이 사업은 어망, 통발, 로프의 수매 단가가 달라 분리 배출을 원칙으로 하며, 펄이나 모래 등 오염물질이 거의 부착되어 있지 않아 재활용하기에 용이하다.

폐어망과 폐로프를 육상 수거하는 두 번째 방법은 전문 수거업체에 의한 수거이다. 폐어구 전문 수거업체는 1톤 트럭을 이용하여 어촌마을을 순회하면서 양질의 나일론, PE 어망과 PP 로프를 수거하며, 재질 및 오염도에 따라서 어업인에게 가격을 지불한다. 구매단가는 나일론 어망이 높고, PE 재질의 어망이 가장 낮다. 오염도가 심하거나 혼합 배출된 어망이나 로프는 무상으로 수거하기도 한다. 이러한 영업 행위는 폐가전이나 고철 등을 수집하는 고물상과 유사하다. 폐어망과 로프 발생량이 많은 전남, 경남, 부산 등 남해를 중심으로 성행하고 있다. 폐기물 수집·운반 차량으로 영업하지 않기 때문에 환경부에 폐기물 수집·운반업체로 등록되어 있지 않다.

현재, 지자체·지구별 수협 또는 어구 전문 수거업체를 통한 육상 수거에 대한 통계는 집계되지 않고 있다. 그리고 전국에서 활동하는 어구 전문 수거업체에 대한 현황 역시 제대로 파악되지 않고 있다.

2) 해상 수거

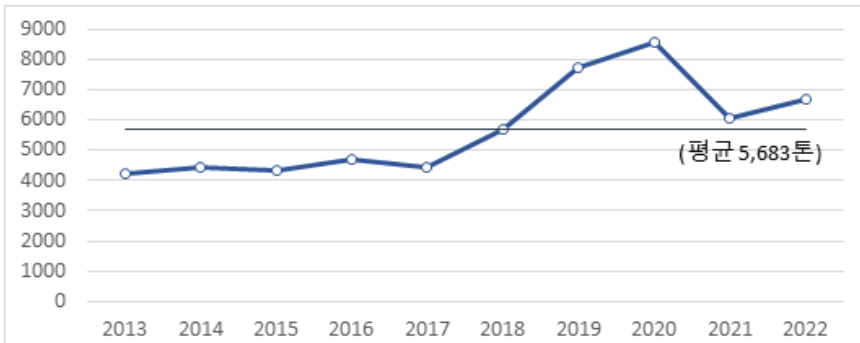
해양에 유실 및 투기된 침체어망이나 로프는 해양환경공단, 어촌어항공단 이 수거하여 처리한다. 국비를 들어 공공기관에서 수거하기 때문에 통제가 잘 집계되어 있다. 과거 10년 동안 수거된 침적쓰레기는 연평균 5,683톤이다.⁴²⁾ 침적쓰레기가 모두 어망이나 로프는 아니며, 통발, 타이어, 해양생물 등도 포함되어 있다. 하지만 과반수가 어망이나 로프일 것으로 예상

42) 침적쓰레기 중 일부는 불가사리 등 해양생물이나, 어항이나 항만의 타이어도 있으나, 대부분이 어망, 로프 등 어업기인 쓰레기이다.

된다.

이렇게 수거된 쓰레기는 염분, 모래, 펄 등으로 인한 오염도가 높고, 다양한 어구가 뒤엉켜 있어서 재활용이 어렵다는 한계가 있다. 세척을 통해 오염도를 낮추면 시멘트 소성로에 투입하거나 소각열을 회수하는 방식만이 가능하며, 제품 원료가 되는 펠릿을 생산하는 원료로의 사용은 현 시점에서 불가하다. 이 점을 고려한다면 재활용을 확대하기 위해서는 해상 수거를 줄이고, 육상 수거를 확대해야 한다.

〈그림 2-7〉 침적쓰레기 수거량 추이



자료: 해양환경정보 포털(검색일: 2023.10.11.)

3. 선별 및 전처리 단계

본 연구에서 전처리란 오염물질을 제거한 후 나일론, PP, PE 등 재질별로 분리한 후 압축하는 것을 의미한다.⁴³⁾ 페어망과 페로프의 재활용을 확대하기 위해서는 전처리가 중요한 단계이다. 이 단계를 거치면서 재활용될 것과, 소각될 것들이 나뉘기 때문이다. 현재 전처리는 민간 어구 전문 수거업체, 중간재활용업체에서 실시하고 있다. 어구 전문 수거업체는 육상 수거

43) 실제, 페어망이나 페로프로 펠릿을 제조하는 재활용업체는 재질별로 분리된 압축품을 중간재활용업체, 어구 전문 수거업체 등으로부터 구매하고 있었다.

된 페어망과 페로프만을 대상으로 한다. 중간재활용업체는 육상 수거된 페어망과 페로프뿐만 아니라 상대적으로 질이 좋은 상태의 해상 수거된 것들도 일부 취급하는 것으로 보인다.

한편, 어구 등 해양폐기물의 재활용을 확대하기 위하여 공공 해양폐기물 전처리시설을 설치하고 있다. 통영에 전처리시설이 곧 완공될 예정이며, 충남에서도 설치를 모색하고 있다.

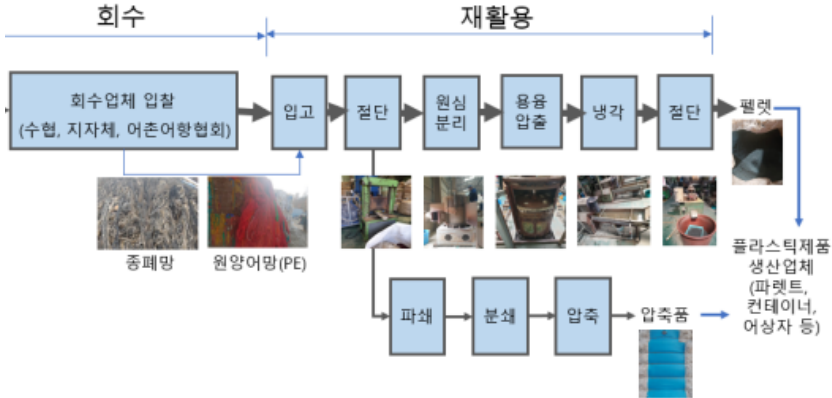
4. 재활용 단계

1) 재활용 프로세스

페어망과 페로프의 물리적 재활용 공정은 1) 절단 → 파쇄 → 분쇄 → 압축을 통해 압축품 제조 혹은 2) 절단 → 파쇄 → 분쇄 → 원심분리(기계세척) → 용융·압출 → 냉각 → 절단 → 성형을 통해 펠릿(Pellet) 제조 단계를 거친다.

다중 초음파 처리는 미네랄, 염분, 중금속, 나트륨을 제거하여 재활용품 품질을 높일 수 있다. 하지만 다중 초음파 처리 시설을 갖춘 재활용업체는 많지 않다. 로프는 그 두께와 무게 때문에 분쇄에 어려움이 있는데 현재 우리나라 대다수 재활용 업체에서는 인력이 투입되어 절단기를 이용하여 로프를 절단하여 재활용하고 있다. 한편, 화학적 재활용은 물리적 재활용으로 생산된 펠릿을 구매하여 정제, 해중합, 열분해 등을 공정을 거치게 된다.

〈그림 2-8〉 폐어망과 폐로프 재활용 프로세스



자료: 김정근(2023.6.2.), 해양폐기물(폐어망) 재활용 활성화 방안

2) 물리적 재활용업체

지금까지 폐어망 및 폐로프 재활용은 물리적 재활용만이 이루어졌으며, 전국적으로 28개 업체가 운영 중에 있다.⁴⁴⁾ 이들 업체의 대부분은 폐어망과 폐로프를 함께 취급한다.

지역별 분포를 살펴보면, 부산에 2개 업체, 경남에 8개 업체, 경북에 5개 업체, 대구에 1개 업체, 전남에 6개 업체, 충남에 1개 업체, 전북에 2개 업체, 경기도에 2개 업체가 존재한다. 부산, 경남, 경북, 대구 등 영남지역 업체가 16개로 전체의 57.1%에 달하며, 영남, 호남, 호서지방을 포함한 우리나라 남부지방에 물리적 해양 플라스틱 재활용업체의 92.9%인 26개 업체가 존재한다. 이는 주로 어업활동이 활발한 바닷가 지역, 영남 지역과 호남 지역을 중심으로 어망, 로프 등의 해양 플라스틱 제품을 수거하여 인근 지역에서 재활용하기 때문으로 분석된다.

44) (사)한국해양플라스틱재활용사업공제조합의 회원 수 기준

〈그림 2-9〉 해양 플라스틱 물리적 재활용 업체 분포



자료: (사)한국해양플라스틱재활용사업공제조합 내부자료를 바탕으로 저자 작성

제3절 해양플라스틱 재활용산업 성장 잠재력

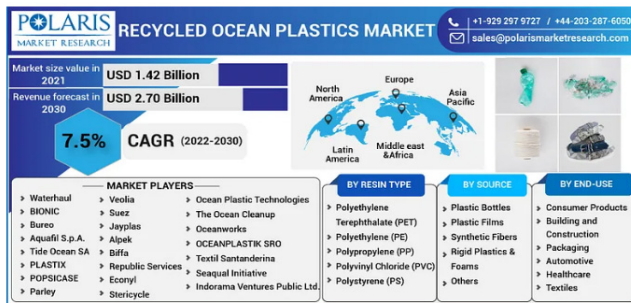
제3절에는 먼저 전 세계 해양플라스틱 재활용산업의 전망을 검토하였다. 이어서 우리나라의 성장 잠재력을 검토하기 위하여 해양플라스틱 재활용 수요와 공급 여력을 확인하였다. 폐어망과 폐로프를 물리적으로 재활용하는 상황에서 화학적 재활용 기술력을 갖춘 대기업의 진출은 성장 기회인 것은 확실하나, 산업 성장을 위해서는 수요와 공급이 뒷받침되어야 하기 때문이다.

1. 전 세계 산업 성장 전망

전 세계 해양플라스틱 재활용산업의 규모는 144억 US달러⁴⁵⁾에서 15.5억 US달러⁴⁶⁾로 추정되고 있다. 형성기에 있는 신산업이어서 추정 기관에 따라서 산업 규모의 차이가 큰 것으로 보인다. 하지만 시장 점유율은 아시아가 가장 크고, 2030년까지 연간 6~7.5% 성장세를 보일 것이라는 전망은 동일하다. 아시아의 경우 연평균 성장률이 9.2%에 이를 것이라는 전망하기도 한다. 해양플라스틱 재활용산업의 성장은 전 세계적으로 해양플라스틱 오염에 대한 심각성과 플라스틱 재활용에 대한 인식이 높아지고 있기 때문이다. 따라서 해양플라스틱 재활용산업은 향후 발전 가능성이 큰 산업이라 하겠다.

해양플라스틱의 주요 발생 물질은 PET병, 어망 및 낚싯줄, 비닐봉투 등이며, 주요 재질은 PET, 경질 및 연질 PE, PP, PVS, PS 등이다. 이중 PET병의 시장 점유율이 가장 높은데, 발생량이 많기도 하고 재활용을 가장 적극적으로 하고 있기 때문이다. 해양플라스틱으로 재활용하여 만드는 제품으로는 운동화, 포장재, 의류, 신발, 가방, 휴대폰 케이스 등 다양하다.

〈그림 2-10〉 재활용 해양플라스틱 재활용시장 전망



자료: Polaris Market Research 홈페이지(검색일: 2023.10.12.)

45) The Insight Partners 홈페이지(검색일: 2023.10.12.)

46) Grand View Research 홈페이지(검색일: 2023.10.12.)

2. 국내 재활용 수요 및 공급

페어망과 페로프를 재활용한 제품에 대한 수요 확대 가능성은 제조업체들의 ESG 경영과 소비 트렌드의 변화를 통해서 확인하였다.

1) 재활용 수요

(1) 제조업체 ESG 경영

EGS 경영의 일환으로 해양플라스틱을 제품 원료로 사용하는 제조업체가 점차 늘어날 것으로 예상된다. 삼성전자는 일부 갤럭시 스마트폰에 탑재되는 플라스틱 부품에 재생 플라스틱을 활용하고 있다. 색을 제거하지 않고 열로 녹여 칩핑하는 물리적 재활용 칩을 사용하고 있다. 삼성전자는 2030년까지 갤럭시 스마트폰에 탑재한 플라스틱 부품의 50%를 페어망·폐생수통을 가공한 재활용 원료로 적용하겠다는 계획을 발표하였다.⁴⁷⁾

한편, HP는 노트북인 엘리트 드래곤플라이 크롬북에 해양플라스틱을 제품 재료로 사용할 것이라 밝혔다.⁴⁸⁾ 아디다스는 어망 등 해양플라스틱을 재활용한 소재로 제작한 운동화 라인을 2015년부터 제작하였다.⁴⁹⁾

(2) 가치소비 트렌드

해양플라스틱을 재활용한 제품은 신제 플라스틱에 비해 다소 비싼 편이다. 이 점을 감안할 때 소비자들이 환경을 위해 비싼 가격을 감수한다는 인식과 태도가 선행되어야 재활용 플라스틱 제품 구매로 이어질 수 있다. 최근, 새로운 소비 트렌드로 뜨고 있는 가치소비⁵⁰⁾는 해양플라스틱 재활용

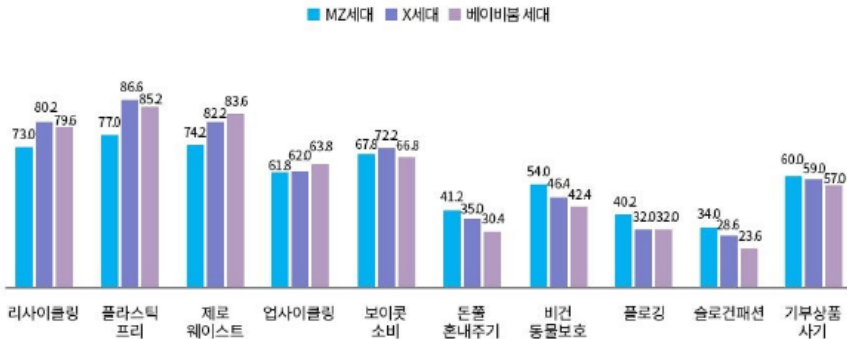
47) 전자신문(2023.2.13.)

48) 이데일리(2023.1.22.)(검색일: 2023.10.11.)

49) BrandBrief(2021.6.26.)(검색일: 2023.10.11.)

제품 소비가 실현 가능하다는 것을 보여준다. 2022년 설문조사에 따르면, 우리나라 20~60대 성인 남녀의 83.5%는 가치소비를 해 본 것으로 조사되었다. 가치소비 활동 중에서도 재활용 제품 구매 경험은 73.0~80.2%로 상대적으로 높게 나타났다.⁵¹⁾

〈그림 2-11〉 세대별 가치소비 활동 경험



* 출처: 롯데일렉스 라임 '미닝아웃 소비 조사' ('22.5, 전체 응답자(N=1,500))

자료: 연합뉴스(2022.7.5.)(검색일: 2023.10.11.)

실제, 패션 스타트업 기업인 플리츠마마는 2020년 4월 환경부, 제주특별자치도, 제주개발공사(삼다수), 효성티앤씨와 함께 친환경 프로젝트를 추진하여 500ml 페트병 16개로 가방을 만들어 성공적으로 판매하였다.⁵²⁾ 롯데케미칼은 2020년에 'Project LOOP'를 추진하여 폐PET병을 재활용한 친환경 가방, 신발, 재킷, 노트북 파우치를 시장에 출시하였다.⁵³⁾ 이 밖에도 많은 PET 재활용 제품이 시장에서 판매되고 있다.

50) 소비자가 광고나 브랜드 이미지에 휘둘리지 않고 본인의 가치 판단을 토대로 제품을 구매하는 합리적인 소비 방식을 말한다. WORDROW(검색일: 2023.10.11.)

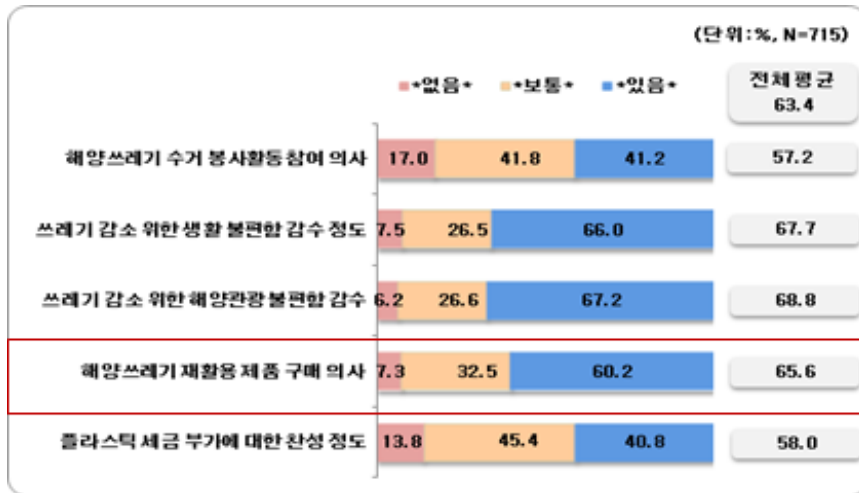
51) 연합뉴스(2022.7.5.)(검색일: 2023.10.11.)

52) 여성신문(2021.3.28.)(검색일: 2023.10.11.)

53) 그린포트코리아(2022.1.12.)(검색일: 2023.10.11.)

해양수산부가 2018년 실시한 설문조사에서도 해양플라스틱 재활용 소비 가능성을 확인할 수 있다. 당시 설문조사에서 해양쓰레기로 재활용한 제품의 구매 의사가 있다고 응답한 비율이 65.6%가 넘었다. 반면 구매 의사가 없다는 응답률은 7.3%에 불과하였다.⁵⁴⁾

〈그림 2-12〉 해양폐기물 재활용 제품 구매 의사



자료: 해양수산부(2018) 제3차 해양쓰레기 관리 기본계획 수립을 위한 연구에서 실시한 설문조사 결과

3. 원료 공급

수요가 있더라도 페어망과 페로프가 충분하지 않다면 해양플라스틱 재활용 산업을 성장시킬 수 없다. 여기서는 원료 공급 여력과 화학적 재활용을 위한 원료를 생산·공급할 수 있는 재활용업체 상황을 살펴보았다.

54) 2018년에 715명의 성인을 대상으로 “귀하는 해양쓰레기, 미세플라스틱(혹은 마이크로비즈) 해결을 얼마나 노력할 의사가 있습니까?”라고 질문하였다.

1) 원료 공급 여력

아래 표에서 보듯이 연간 어망 생산량은 2022년 기준으로 1.8만 톤으로 추정된다. 어망은 수입물량이 많다는 점을 고려할 때 매년 발생하는 폐어구량은 이보다 많을 것이다. 2014년 기준으로 추정된 어구 유실량을 기준으로 한다면, 4.4만 톤 이상의 폐어망이 매년 발생할 것으로 예상된다. 반면, 로프는 수입물량이 많지 않으므로 국내에서 생산된 물량을 연간 폐로프 발생량으로 보더라도 무방하다. 국내 생산량으로 본 폐로프 발생량은 연간 3.6만 톤이다.

(사)한국해양플라스틱재활용사업공제조합에서 파악하고 있는 폐어구와 폐로프의 회수량은 각각 8천 톤과 9천 톤이다. 이를 국내 생산량과 비교하면 매년 발생하는 폐어구의 43.4%, 폐로프의 25.1%를 회수하는 것이다. 폐로프는 회수된 물량의 대부분을 재활용하는 반면, 어망은 그렇지 못하여 재활용률이 회수율보다 크게 낮은 28.3%이다. 특히, 나일론 소재의 어망의 재활용률이 낮게 나타났다. 즉, 기존에는 PP재질 로프의 재활용이 가장 성행하였고, 이어서 PE재질 어망을 많이 재활용하고 있었다.

만일, 국내에서 폐기되는 물량 대비 회수율과 재활용률을 비교한다면 어망은 각각 18.3%와 11.9%로 크게 떨어진다. 이러한 낮은 폐어망과 폐로프의 재활용률을 고려할 때, 해양플라스틱 재활용산업의 규모는 크게 확대할 여력이 충분해 보인다. 어망은 회수된 물량의 일부만을 재활용하고 있어서 배출 및 수집·운반 방법의 개선만으로도 재활용을 높일 수 있으리라 예상된다.

〈표 2-2〉 페어망 및 페로프 회수량 및 재활용량

단위: 톤, %

구분	생산량 (a) ¹⁾ (추정치)	회수량 (b)		재활용량 (c) ²⁾		비고(재질)
			b/a		c/a	
어망	18,566 (44,000 ³⁾)	3,745	43.4%	1,722	28.3%	나일론
		4,308	(18.3%)	3,531	(11.9%)	PE
로프 ⁴⁾	36,000	9,024	25.1%	9,030	25.1%	PP, PE, 나일론
합계	54,566	12,769	23.4%	10,752	19.7%	

주: 1) (사)한국해양플라스틱재활용사업공제조합에 참여하는 32개사의 출고량을 토대로 추정

2) 재활용량 (c)에는 재활용을 목적으로 한 수출 물량도 포함된다.

3) 국립수산물과학원과 한국어촌어항공단이 2014년 기준으로 추정한 어망 유실량

4) 어업용, 선박용 등 해상에서 이용하는 모든 종류의 로프를 포함한다.

자료: (사)한국해양플라스틱재활용사업공제조합 내부자료

2) 신규 재활용업체 진입

재생원료 공급을 늘리기 위해서는 재생원료를 생산하는 기존 재활용업체의 설비를 증설하거나, 재활용업체 수가 늘어야 한다. 재활용업체는 영세하여 설비 가동률이나 설비 증설과 관련하여 공개된 정보는 없다. 하지만 페어망과 페로프를 전문적으로 취급하는 재생원료 공급업체가 등장하고 있어 고무적이다. 이들 재활용업체는 화학적 재활용을 하는 대기업들과 MOU를 체결하는 등 협업 관계를 맺고 시장에 진입하였다. 즉, 신규 재활용업체의 진입을 통해서 해양플라스틱의 화학적 재활용산업 생태계를 새롭게 구축할 수 있을 것이라 예상된다.

한편, 페어망과 페로프로 재생 PP·PE 펠릿을 만드는 기존 재활용업체 역시 대기업에 재생원료를 제공하는 공급처로 역할을 할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 대기업과 영세한 재활용업체 간 정보 교류가 중요해 보인다.

제4절 종합 분석

■ 화학적 재활용 기술을 보유한 대기업의 진입

국내 재활용산업은 중소기업 중심으로 물리적 재활용이 이루어졌으나, 최근에는 화학적 재활용을 하는 대기업이 진출하면서 재활용산업 자체가 커지는 추세이다. 화학적 재활용은 해중합, 정제, 열분해 방식으로 이루어 지는데, 관련 업체에서 해양플라스틱 재활용에 관심이 많다.

이들 기업이 고순도의 PP 원료 또는 재생 나일론 원사를 생산하는 기술을 갖추으로써 폐어망, 로프 등 해양플라스틱을 고부가가치의 다양한 제품으로 재활용하는 길이 열리고 있는 것이다. 현재 화학적 재활용산업은 태동기이며, 공급사슬을 구축하고자 노력하고 있다. 이 시기에 화학적 재활용 업체에 폐어망과 로프를 원료물질로 제공하는 공급사슬을 구축한다면 해양플라스틱 재활용이 크게 확대될 것이다.

■ 친환경 가치소비 트렌드 확산

해양플라스틱, 기후변화 등 환경 현안에 대한 대중의 위기 인식이 작동하여 친환경 소비 및 가치소비가 증대하고 있다. 이러한 소비 트렌드는 해양플라스틱 재활용시장 확대에 긍정적인 요인으로 작용할 것이다. 국내에는 PET병 재활용을 브랜드 아이덴티티로 채택한 가방 브랜드⁵⁵⁾도 존재한다. 향후에는 해양플라스틱을 재활용한 소비재 제품의 시장 출시·유통도 가능할 것으로 예상된다. 해양플라스틱에 대한 문제의식이 형성되던 2018년에 실시한 국민조사에 따르면 그 당시에도 해양플라스틱 재활용 제품을 구매하겠다는 의사가 상당한 수준이었다.

55) 플리츠마마, (주)세상에없는세상 등

- 전 세계 해양플라스틱 재활용산업 성장 전망

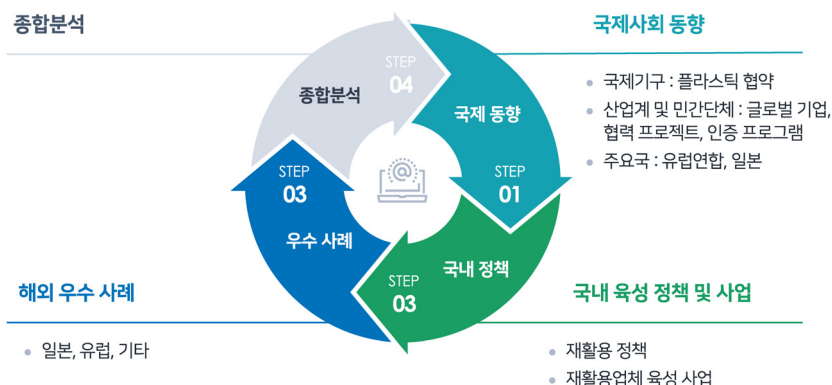
페어망, 페로프를 비롯한 해양플라스틱 재활용산업이 형성될 수 있는 여건이 조성되고 있다. 이는 전 세계적인 추세로서, 태동기에 해당하는 전 세계 해양플라스틱 재활용산업은 연간 7%의 성장률을 보일 것으로 예상된다. 우리나라 역시 산업을 둘러싼 우호적인 사회·경제·기술적 여건하에 산업 기반을 다진다면 빠르게 성장할 수 있을 것이다.

03

해양플라스틱 재활용산업 정책 및 사례

제2장에서 화학적 재활용 기술력을 갖춘 대기업의 등장으로 해양플라스틱 재활용산업이 성장의 기회를 갖게 되었음을 서술하였다. 해양플라스틱 재활용산업의 발전은 강화된 규제에 의해 견인되는 측면이 강하므로, 본 장에서는 해양플라스틱 재활용산업을 둘러싼 국제 동향과 국내 정책을 살펴보았다. 이어서 해외 해양플라스틱 재활용 우수사례를 조사하여 정리하였다.

〈그림 3-1〉 제3장 연구 내용 개요



자료: 저자 작성

제1절 국제사회 동향

해양플라스틱 재활용과 관련된 국제사회의 동향은 국제기구, 산업계 및 민간단체, 주요국으로 구분하여 살펴보았다. 먼저 국제기구는 플라스틱 협약 체결을 준비하고 있는 유엔환경총회의 논의 동향을 정리하였다. 산업계 및 민간단체의 활동은 매우 다양한데, 그중에서도 기업과 환경단체가 협력하여 재활용 프로젝트를 추진하는 AEPW(플라스틱 폐기물 종식을 위한 연합)의 활동을 살펴보았다. 주요국으로는 해양플라스틱 재활용 규제를 이끌고 있는 유럽연합, 그리고 어업강국이면서 정책여건이 유사한 일본의 정책을 살펴보았다.

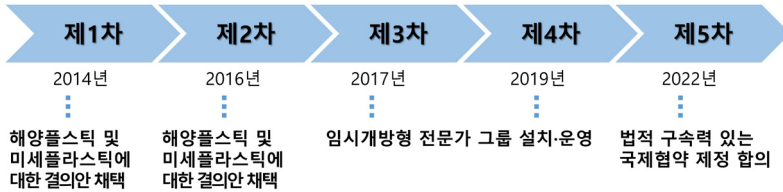
1. 국제기구 : 플라스틱 협약

유엔환경총회(UNEA: UN Environment Assembly)는 2014년 제1차 총회에서 해양플라스틱 및 미세플라스틱에 대한 결의안을 채택한 이래로 지속적으로 해양플라스틱 문제를 논의하였다. 2017년 제3차 총회에서는 임시 개방형 전문가 그룹을 설립하였으며, 2022년 제5차 총회에서는 해양 폐기물 및 플라스틱 오염에 관한 결의안 초안이 제출되었다.

UNEA-5.2에서 결의안에 대한 협상을 펼친 끝에 ‘플라스틱 오염 종식 : 국제적으로 법적 구속력이 있는 기구를 향하여’⁵⁶⁾라는 제목의 결의안을 채택하였다. 이 결의안은 법적으로 구속력 있는 국제협약을 만드는 것에 국제사회가 합의하였다는 점에서 의미가 크다. 2024년 말까지 정부간협상 위원회(INC: Intergovernmental Negotiating Committee)를 통해 국제협약에 대한 논의를 마무리할 계획이다.

56) End plastic pollution : toward an international legally binding instrument

〈그림 3-2〉 UNEA 해양플라스틱 논의 경과



자료: 저자 작성

국제협약의 초안은 5차례 개최 예정인 INC에서 작성하며, 플라스틱의 생산, 사용, 폐기에 이르는 전 수명주기를 다룰 예정이다. 여기에는 재사용 및 재활용이 포함된다. 플라스틱의 재활용을 해양플라스틱 문제에 대한 중요한 해결 방안 중 하나로 여기기 때문이다. 주요 국가인 미국, 유럽연합, 일본, 중국 등은 제1차~제2차 INC 제출 문서에 순환경제, 재활용을 의무 조치 또는 지향 목표로 언급하였다. 이들 국가는 주요 생산국가이자 소비 국가로서 플라스틱 생산과 소비에서 국제사회에 미치는 영향이 크다. 이를 볼 때, 플라스틱 국제협약에 플라스틱 재활용 관련 조치가 포함될 가능성이 크다 하겠다.

2. 산업계 및 민간단체

1) 글로벌 소비재업체의 재활용 소재 사용

코카콜라, 펩시코, 네슬레, 유니레버, P&G 등 소비재 글로벌업체들은 재활용 소재 사용비율을 높이고 있다. 이들은 개발도상국에서 해양플라스틱 오염을 일으키는 주요 원인으로 지목을 받는 기업들이다.⁵⁷⁾ 이러한 비

57) BBC(2020.12.8.)(검색일: 2023.10.17.)

판에 대한 대응으로 2030년까지 플라스틱 포장을 재사용, 재활용 또는 퇴비화할 수 있도록 지원하겠다는 약속하고,⁵⁸⁾ 재활용 플라스틱 사용을 늘리고 있다. 이 밖에도 ESG 경영을 실현하는 차원에서 아디다스 등 글로벌 소비재업체들도 재생원료 사용을 확대하겠다는 목표를 발표하고 있다.

〈표 3-1〉 주요 글로벌업체의 재활용 소재 사용 목표

글로벌 업체	재활용 소재 사용률 목표치		비고
	2025년	2030년	
아디다스	100%	100%	2024년 기준
다농	100%		
로레알	50%		
P&G	50%		해양플라스틱 오염 유발 기업
코카콜라	25%	50%	
네슬레	30%		
펍시코	25%		
유니레버	25%		

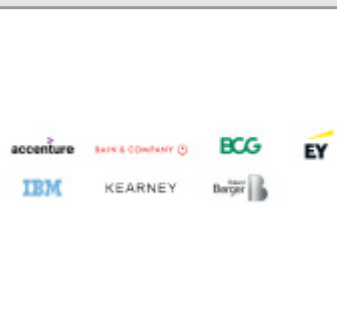
자료: Foodbev Media(2018.10.26.)와 머니투데이(2023.3.20.) 기사 내용을 도표화함

2) 플라스틱 폐기물 종식을 위한 연합

플라스틱 폐기물 종식을 위한 연합(AEPW: Alliance to End Plastic Waste)는 플라스틱 발생을 최소화하고, 지속가능한 관리 솔루션을 개발·배포하는 것을 목표로 2019년 출범한 비영리 조직이다. AEPW는 협업·혁신·투자를 통해 플라스틱 순환경제를 가능케 하는 솔루션을 제공하기 위해 2022년 말 기준 90여 개 기업, 시민단체 및 기관의 글로벌 네트워크를 구축하고 있다. 국내 기업으로는 2차 전지·반도체 등의 소재를 개발하는 SKC가 이사회에 참여하고 있다.

58) LinkedIn(2020.9.8.)(검색일: 2023.10.17.)

<그림 3-3> AEPW 네트워크 구성

집행위원회	전략적 동맹
	
이사회	지원
	

자료: AEPW(2023), pp. 54-55의 그림을 저자 편집.

AEPW는 해당 지역에 적합한 플라스틱 순환경제 솔루션을 지원하기 위해 출범 이래 2022년까지 53개 프로젝트에 자금을 약 1억 2,800만 달러를 지원했다.⁵⁹⁾ AEPW의 핵심사업 분야는 인프라, 혁신, 교육, 수거활동 4가지로 구분된다. 사업분야별 주요 목적은 ‘인프라 분야’는 플라스틱 수집 및 관리 개선을 위한 시스템 개발 및 투자, ‘혁신 분야’는 새로운 솔루션과 기술 확장, ‘교육 분야’는 이해관계자 대상 플라스틱 폐기물 문제 교육, ‘수거활동 분야’는 파트너사와 협력하여 플라스틱 폐기물 수거 활동 등이다.⁶⁰⁾

59) AEPW(2023), p. 14.

60) AEPW 홈페이지(검색일: 2023.8.25.)

〈표 3-2〉 AEPW 주요 프로젝트

핵심 분야	프로젝트명	주요 내용	사진
인프라	Circulaire Abidjan	- 코트디부아르 아비장은 450만 인구가 살며 연간 약 125만 톤의 폐기물 발생 - 사람들이 많이 다니는 곳에 개인이 플라스틱 폐기물을 버릴 수 있도록 수거지점 배치	
	Closing the Loop	- 가나 아크라에 플라스틱 폐기물 수집, 처리, 재활용 등 순환재활용 사업 창출 - ASASE 재단과 협력	
	Planks of Promise	- 파트너인 The Plastic Flamingo를 지원하여 봉지나 필름과 같이 재활용하기 어려운 플라스틱을 포함하여 마닐라 주변의 플라스틱 폐기물 수집 및 재활용 규모를 확대 - 수집한 폐플라스틱은 건설용 판자로 가공 - 수익금은 운영확대에 사용	
혁신	HolyGrail 2.0	보다 순수한 재활용 공급원료를 위해 디지털 워터마크를 사용하여 플라스틱 폐기물 포장을 분류	
	End Plastic Waste Innovation Platform	폐기물 수집, 분류, 재활용 방식을 변화시켜 플라스틱 폐기물의 가치를 실현할 수 있는 아이디어를 배양	
	Bersih Indonesia: Eliminasi Sampah Plastik	인도네시아 Bersih 지역 폐기물 관리에 중앙정부, 지자체, 민간 부문 등 지역사회를 참여시켜 자립형 폐기물 관리 수단을 마련	
교육	Aviral-Reducing Plastic Waste in the Ganga	Ganga의 플라스틱 폐기물 문제에 대한 인식을 제고하기 위해 교육 워크숍과 지역 사회 참여 캠페인을 개최	
	Ocean Stewards	학생들에게 폐기물 관리에 대해 교육하여 가정용 플라스틱 폐기물을 수집, 청소, 분류 및 재활용하도록 권장	

핵심 분야	프로젝트명	주요 내용	사진
	Change makers	• 플라스틱 폐기물 문제와 행동 중심 학습을 통해 이를 해결할 수 있는 방법에 대해 학생 대상 교육	
수거 활동	CURB: Clean UnHas River Bound	• 강물에 떠내려온 플라스틱 쓰레기가 바다로 흘러가기 전에 쓰레기 트랩을 이용해 포집	
	Basisa Bazaruto	• 바자루토 군도 주변 섬에서 발견된 해양 플라스틱 폐기물을 수집하여 벽돌과 포장재로 재활용	
	Waste Processing into RESIN8	• 환경에서 수집된 플라스틱 폐기물은 건설에 사용할 수 있는 친환경 골재인 RESIN8로 변환(재활용)	

자료: AEPW 홈페이지(검색일: 2023.8.25.) 자료를 활용하여 저자 작성

3. 주요국

1) 유럽연합, 해양플라스틱 재활용 정책

2018년 기준으로 유럽 내 플라스틱 폐기물의 처리 방법은 에너지 회수가 42.6%로 가장 많고, 재활용은 32.5%로 두 번째이다. 매립은 24.9%로 여전히 높은 비중을 차지하였다.⁶¹⁾ 재활용 역시 EU 역내가 아니라 이외 국가로 수출⁶²⁾되어 처리되어, EU 내 재활용은 능력, 기술, 지정 자원이 부족한 것으로 파악되었다.

61) EU 매립 지침(Landfill Directives)에 따라 2020년까지 18%로 줄여야 하며, 2023년까지 생활폐기물의 매립 비중을 10% 이하로 줄여야 한다. 유럽집행위원회 뉴스 홈페이지(a)(검색일: 2023.8.15.)

62) 2020년 기준으로 EU 역외 수출은 32.7백만 톤에 이른다. 유럽연합 집행위원회 뉴스 홈페이지(b)(검색일: 2023.8.15.)

EU는 플라스틱 재활용을 촉진하기 위하여 다양한 정책들을 펼치고 있다. 일회용 플라스틱 재활용을 위한 정책에 집중하고 있으며, 어구에 대해서는 재활용성 제고를 위한 연구가 수행된 바 있다. 이런 플라스틱 재활용 정책은 해양폐기물 문제뿐만 아니라 기후변화 대응 및 탄소 중립을 위한 방안으로 다뤄진다.

(1) 일회용 플라스틱 지침(Single Use Plastic Directives)⁶³⁾

2019년에 제정된 동 지침은 해양플라스틱 폐기물의 주된 품목인 일회용 플라스틱 제품을 규제하는 데 목적이 있다. 이를 위하여 시장 출시 제한, 소비 감축, 의무 표시, 인식 제고 등과 함께 일회용 플라스틱병 재활용 목표 설정 및 생산자책임재활용제도(EPR: Extended Producer Recycle) 도입을 명시하여 재활용을 촉진하고자 하였다.

생산자는 쓰레기 수거 및 쓰레기 청소, 물티슈, 풍선, 담배 관련 데이터 수집, 인식 제고, 어구에 대한 EPR 적용, 수집 목표 설정을 위한 어구모니터링 및 평가 등을 내용으로 하고 있다. 플라스틱병 제조 시 재활용 플라스틱을 2025년까지 25%를, 2030년까지 30%를 사용하도록 규정하였다.

(2) 유럽 그린딜(European Green Deal) 재활용 관련 규정⁶⁴⁾

2050년까지 기후 중립 대륙이 되기 위한 로드맵인 안으로 마련된 유럽 그린딜에서도 순환경제 프로세스를 촉진하기 위하여 포장재 및 플라스틱의 수명주기 관리를 지향하고 있다.

2030년까지 플라스틱 포장재 폐기물의 재활용률을 55%까지 높여야 한

63) EU 법률 검색 사이트, Directive (EU) 2019/904 on reducing the impact of certain plastic products on the environment(검색일: 2023.8.15.)

64) 유럽연합 집행위원회 뉴스 홈페이지(b)(검색일: 2023.8.15.)

다. 이를 위해 2차 플라스틱에 대한 품질 표준 수립, 재활용 인증 장려, 특정 제품의 최소 재활용 함량에 대한 필수 규칙 도입, 재활용 제품에 대한 부가가치세 감면 장려 등의 조치를 마련하였다.

(3) 플라스틱 전략(Plastic Strategy)⁶⁵⁾

2015년에 수립된 순환경제 패키지(Circular Economy Package)를 이어서 2018년에 플라스틱 산업정책의 방향을 제시하는 플라스틱 전략(Plastic Strategy)이 발표되었다. 새로운 전략이 추구하는 목표는 환경을 보호하는 동시에 제품의 설계 및 생산이 재사용, 수리 및 재활용에 용이하도록 하고, 보다 지속 가능한 재료가 개발되는 새로운 플라스틱 경제의 토대를 마련하는 데 있다.

이에 따라 유럽연합은 기업을 위한 재활용 수익성 향상, 플라스틱 폐기물 억제, 바다에서의 쓰레기 투기 중단, 투자 및 혁신 추진을 진행하여야 한다. 플라스틱의 생산, 사용 및 폐기 방식을 순환적인 접근 방식으로 전환하는 것에 경제적 이익을 주고자 한 것이다.

(4) 포장재 및 포장폐기물 지침(PPWD)⁶⁶⁾

유럽연합은 포장재 폐기물의 발생을 줄이고 포장재 재사용 및 재활용과 기타 형태의 포장재 폐기물 회수를 촉진하기 위한 조치를 담은 지침인 ‘포장재 및 포장폐기물 지침’을 2022년에 개정하였다. 이 지침은 플라스틱, 목재, 철 및 금속, 알루미늄, 유리, 종이 등 모든 재질을 포함한다. 개정된 지침에 따르면, 플라스틱의 경우 2025년까지 50%를, 2030년까지 55%를 재활용하여야 한다. 그리고 포장재 내 재활용 함량 목표를 도입하였다. 이

65) 유럽연합 집행위원회 보도자료(검색일: 2023.8.15.)

66) Packaging and Packaging Waste Directive

에 따라 신제 포장재를 생산할 때 재활용 원료를 사용하여야 한다. 일회용 음료수 병과 PET 재질의 접착 민감성 포장재의 2030년 목표 재활용 함량률(minimum recycled content targets)은 30%이다. PET 이외 재질의 접착 민감성 포장재에 대한 2030년 재활용 원료 함량률 목표치는 10%이고, 다른 포장재의 목표치는 35%이다.⁶⁷⁾

이 지침은 해양플라스틱 재활용산업에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 그 이유는 포장재가 해양플라스틱의 주요 품목이기 때문이다. 더불어서 포장재 재질은 PET, PP, PE이므로 해당 재질의 재생원료의 수요를 높인다는 이유도 있다.

(5) 어구의 순환 설계 연구⁶⁸⁾

유럽 위원회(European Commission)는 2020년에 어구의 순환성을 개선하기 위한 설계에 대한 연구를 실시하였다. 연구의 목적은 유럽 표준화 기구(European standardization organizations)에 재사용을 장려하고 재활용을 촉진하기 위해 어구의 순환 설계와 관련된 표준을 개발하는 데 필요한 효과적이고 실질적인 권장 사항을 제안하는 것이다.

연구는 어구의 재활용성을 제고하기 위해서는 전처리 비용을 줄여야 한다고 지적한다. 가장 중요한 것은 재료의 다양성과 혼합 재료의 사용을 줄이는 것이라 말한다. 다른 요소가 포함되거나 두 재료를 함께 엮는 방식은 본질적으로 재료의 재사용 또는 재활용될 가능성을 줄이기 때문이다.

또한 새로 디자인된 어구를 어업인이 받아들이기 위해서는 이해관계자와 긴밀히 협력하여 혁신을 위한 연구개발이 필요하다고 제안하였다. 연구의 중요한 성과로는 제조업자, 수입업자, 수리업자, 유지보수 수행자, 조립업

67) European Parliament(2023)

68) European Commission(2020), p. 1-3.

자, 재활용업자, 어업인 등 관련 이해관계자를 식별한 것을 들었다. 원형 설계를 위한 지침 표준은 관련 산업과 이해관계자의 지원을 받아야 보다 산업에 유의미한 영향력을 미칠 수 있기 때문이다.

2) 일본, 어업폐기물 처리 지침⁶⁹⁾

일본은 어업폐기물을 적절히 처리하여 생활 환경 보전과 공중 위생 향상을 도모하기 위해 1991년 「어업폐기물 처리계획 책정 지침」과 「어업폐기물 처리 지침」을 작성했다. 그 후 폐기물 처리를 규정하는 「폐기물의 처리 및 청소에 관한 법률」을 포함한 각종 관계 법령의 정비에 따라 현행 법령을 근거로 적절한 어업폐기물 처리방법을 관계자에게 널리 보급하기 위해 2020년 두 지침을 개정했다.

「어업폐기물 처리 지침」은 어업폐기물은 경제활동인 어업생산 활동에 수반하여 발생한 폐기물이므로, 경제 활동자 스스로 책임지고 적정하게 처리해야 한다는 기초 아래 작성되었다. 그러므로 지침 대상은 어업폐기물 배출사업자인 어업인, 지방공공단체, 처리업자, 어업폐기물을 이용하는 제조업체, 어업용 자재 제조업체 등이다.

주요 내용으로는 분리보관·분리수거·운반·처리·별치 등이 있다. 특히, 순환이용을 사업자의 책무로 명시하여 어업자가 어구를 사용할 때 재사용·재생이용을 하거나 후에 재사용·재생이용이 가능하도록 조치해야 함을 강조했다. 어구 제조·판매업자 역시 재사용·재생이용이 가능하도록 제조·판매할 책무를 지도록 했다.

69) 環境省環境再生・資源循環局(2020), pp. 1-35.

제2절 국내 육성 정책 및 사업

제2절에서는 우리나라 해양플라스틱 재활용산업과 관련된 환경부, 해양수산부의 정책을 먼저 살펴보고, 해양플라스틱 재활용업체를 지원하는 사업을 정리하였다.

1. 재활용 관련 정책

1) 순환경제 정책 방향

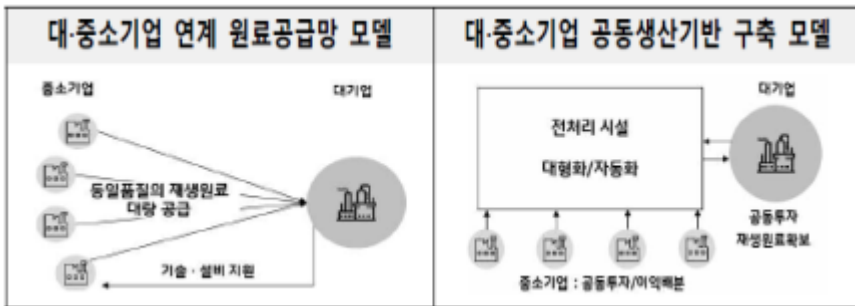
2022년 12월 28일 「순환경제사회 전환 촉진법」이 국회 본회의를 통과했고, 2022년 12월 31일 공포되었으며 2024년 1월 1일 시행을 앞두고 있다. 2016년 5월 29일 제정되어 2018년 1월 1일부터 시행된 「자원순환기본법」을 전부 개정한 것으로, 기존의 「자원순환기본법」이 폐기물 발생 억제와 순환이용 및 처분에 초점을 두었던 것과 달리 「순환경제사회 전환 촉진법」은 생산·소비·유통 등 전 과정에서 자원의 효율적 이용과 폐기물 발생 억제, 순환이용 촉진을 도모하는 것을 목적으로 한다. 「순환경제사회 전환 촉진법」의 주요 내용으로는 순환경제, 순환원료 등 정의 신설, 순환경제 목표 설정 및 성과관리, 제품 생산·유통·소비 단계에서 순환이용 촉진, 순환자원 고시, 규제 샌드박스 도입 등이 있다.⁷⁰⁾

이어 2023년 6월 21일자로 관계부처 합동으로 순환경제 활성화를 위해 산업계 성장 지원을 위한 「순환경제 활성화를 통한 산업 신성장 전략」을 발표했다. 이 전략은 국내 순환경제 현황 진단을 위한 SWOT 분석에서 약

70) 국가법령정보센터, 제정·개정문, 순환경제사회 전환 촉진법(검색일: 2023.8.23.)

점으로 ‘고품질 재생원료 대량 생산기반 부족’과 ‘재생원료에 대한 수요처 부족’을 꼽았다. 그리고 그 이유로는 대부분 재생원료 공급기업이 영세하고 수익성이 낮으며 산단 입주 제한 등 입지 규제 영향으로 투자 확대 및 공급망 구축에 애로사항이 있다는 점과 더불어 신재 대비 재생원료의 가격·품질 경쟁력이 낮은 점 등으로 분석했다.⁷¹⁾ 이를 개선하기 위해 ‘고품질 폐자원 공급망 구축’을 추진과제 중 하나로 삼았다. 세부 추진과제로는 고품질 분리배출·회수 체계 마련, 선별시설 자동화·고도화, 대·중소기업 연계 재생원료 공급망 및 공동 생산기반 구축 등이 있다. 그리고 순환이용이 어려울 것으로 의심되는 제품 대상을 대상으로 ‘순환이용성 평가⁷²⁾’를 실시하여 개선을 권고하거나 개선에 필요한 지원 조치를 시행할 수 있다.

〈그림 3-4〉 대·중소기업 연계 재생원료 공급망 및 공동 생산기반 구축



자료: 관계부처 합동(2023), p. 11.

특히, ‘대·중소기업 연계 재생원료 공급망 및 공동 생산기반 구축’ 과제의 주요 내용은 성장 가능성을 보유한 중소기업을 대상으로 수요 대기업과 연계하여 원료 공급망을 구축하고 기업 대형화·전문화 지원하는 것으로 영

71) 관계부처 합동(2023), pp. 5-6.

72) 순환원료 또는 친환경 소재·공법 사용에 관한 사항, 내구성 및 수리의 용이성에 관한 사항, 생산·유통·소비·처분 등 전 과정에서 순환이용 가능성에 관한 사항, 생산·유통·소비·처분 등 전 과정에서 탄소배출 영향에 관한 사항, 폐기물로 되는 경우 그 적정 처분의 가능성, 폐기물로 되는 경우 그 중량·부피 및 재질·성분

세한 재생원료 공급기업이 안정적인 공급망 확보를 할 수 있도록 도움을 줄 예정이다.⁷³⁾

이 외 주요 추진과제는 다음과 같다. 산업 순환경제 부문 규제 개선 방안으로 순환경제 분야 규제샌드박스 제도 신설, 원료재생업 입지 규제 완화 등이 있으며, 석유화학, 철강·비철금속, 배터리 등 산업별 순환경쟁력 확보를 위한 9대 프로젝트가 마련되어 있다. 끝으로 순환경제 기반 구축 차원에서 재생원료 인증 제도 마련, 자원효율 제고를 위한 사업장 생산 전 과정 진단 및 개선 지원 등이 있다.

2) 생산자책임재활용제도

우리나라의 대표적 재활용 정책인 생산자책임재활용(EPR: Extended Producer Responsibility)제도는 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률(약칭: 자원재활용법)」 제16조에 따라 제품 생산자나 포장재를 이용한 제품의 생산자에게 그 제품이나 포장재의 폐기물에 대하여 일정량의 재활용의무를 부여하여 재활용하게 하고, 이를 이행하지 않을 경우 재활용에 소요되는 비용 이상의 재활용부과금을 생산자에게 부과하는 제도이다.

재활용의무 대상은 자원재활용법 시행령 제18조(재활용의무 대상 제품·포장재)에서 규정한다. 당초 재활용의무 대상은 포장재(금속캔, 페트병, 플라스틱, 유리병, 종이팩, 발포스티렌), 윤활유, 타이어, 조명, 전지 등이었으나 2022년 5월 3일 자원재활용법 시행령 개정을 통해 어망, 로프 등 17개 품목이 추가되었다. 추가된 재활용의무 대상 품목은 자원재활용법 제12조 제2항제2호에 따라 플라스틱 폐기물 회수·재활용 자발적 협약 제도를 통

73) 관계부처 합동(2023), pp. 10-11.

해 관리되어 오던 것으로, 그간 회수·재활용체계가 안정적으로 구축되어 있어 EPR 제도 편입에 장점이 있었다.⁷⁴⁾

〈표 3-3〉 생산자책임재활용 품목 설명(어망, 로프)

품목명	내용	사진
어망	표준산업분류에 따른 어망 및 기타 끈 가공 제조업의 제조 대상으로서, 양식어업 및 어업에 사용하는 합성수지 재질의 그물(안전망 제외)	
로프	표준산업분류에 따른 끈 및 로프 제조업의 제조 대상으로서, 합성수지 재질의 재료를 꼬아서 만든 줄	

자료: 환경부 보도자료(2021.7.21.)(검색일: 2023.8.23.)의 표 중 일부

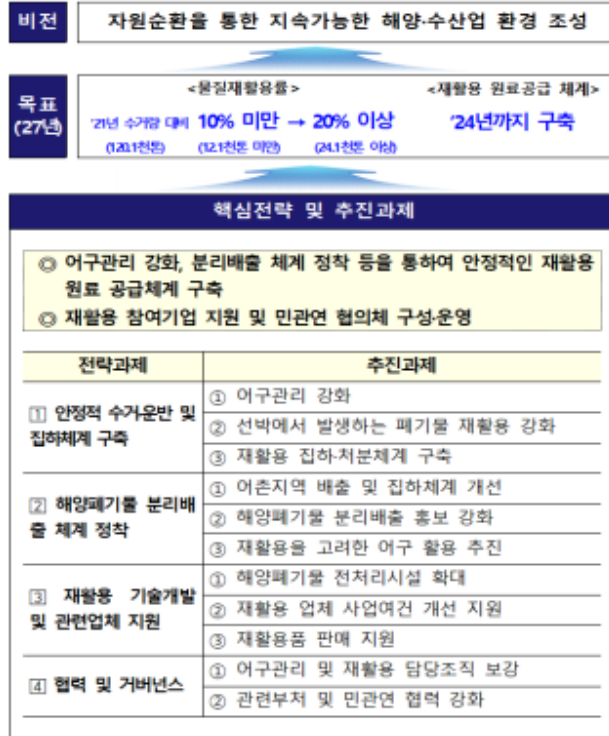
3) 해양플라스틱 재활용

해양플라스틱 재활용 분야의 정책으로는 해양폐기물관리위원회의 심의를 거쳐 2022년 12월 발표된 ‘해양폐기물 재활용 활성화 대책’이 있다. 이 대책은 해양폐기물의 수집·운반·집하 및 재활용 체계를 전반적으로 개선하여 고부가가치 물질 재활용을 높이기 위해 수립되었으며, 4대 전략, 11개 추진과제로 구성된다. 정책목표는 2027년까지 물질재활용률을 20% 이상으로 높이고, 2024년까지 재활용 원료공급 체계를 구축하는 것으로 삼는다. 재활용산업 육성 측면의 주요 내용으로는 전처리 관련 규제 완화 및 전처리·재활용 기업 육성방안 마련, 해양폐기물 재활용 제품에 대한 공적 인증제 도입, 환경산단 입주우대 등이 있다.⁷⁵⁾

74) 환경부 보도자료(2021.7.21.)(검색일: 2023.8.23.)

75) 해양수산부 보도자료(2022.12.13.)(검색일: 2023.8.23.)

〈그림 3-5〉 해양폐기물 재활용 활성화 대책 추진체계



자료: 해양수산부 보도자료(2022.12.13.)(검색일: 2023.8.23.)

2. 재활용업체 육성 사업

1) 재활용산업육성자금⁷⁶⁾

환경부는 「기후위기 대응을 위한 탄소중립 녹색성장 기본법」 제58조, 「환경정책기본법」 제47조 및 같은 법 제56조, 「환경기술 및 환경산업 지원법」 제13조의4 제2항, 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」(약칭: 자원재

76) 환경정책자금지원시스템 홈페이지, 사업안내(검색일: 2023.8.23.)

활용법) 제31조 제1항, 「대기환경보전법」 제26조 제3항 및 제81조 제1항, 「환경개선특별회계 등 융자금 지원조건」 제2조에 따라 한국환경산업기술원(KEITI: Korea Environmental Industry & Technology Institute)을 통해 환경산업체에 대해 장기·저리 융자를 지원한다. 「환경정책자금 융자 운용요강」(2023.6.30.개정) 제3조 제3호 다목에 따라 자원재활용법 제31조 제1항 제1호 내지 제3호, 제5호 및 제8호에 해당하는 재활용 기업이 지원대상이다.

〈표 3-4〉 재활용산업체 중 환경정책자금 지원대상

「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」 제31조(재활용산업 육성을 위한 자금 등의 지원)
① 국가나 지방자치단체는 재활용산업을 육성하기 위하여 다음 각 호의 사업을 하는 자(이하 “재활용사업자”라 한다)에게 자원의 재활용촉진에 필요한 자금을 보조하거나 융자할 수 있으며, 필요한 경우에는 차관(借款)을 앞선할 수 있다. 1. 재활용시설의 설치 사업 2. 재활용지정사업자, 지정부산물배출사업자의 자원재활용사업 3. 제25조의3에 따른 에너지회수시설의 설치·운영 4. 제34조에 따른 재활용단지 조성 사업 5. 「폐기물관리법」 제25조제5항제5호부터 제7호까지의 규정에 따른 폐기물 재활용업의 허가를 받은 자 또는 같은 법 제46조에 따른 폐기물처리 신고자의 폐기물 처리 6. 자원의 재활용촉진을 위한 연구 및 기술개발 사업 7. 유통지원센터의 설립·운영 8. 제1호부터 제7호까지의 사업 외에 재활용산업의 육성을 위하여 필요한 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업 (후략)

자료: 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률(법률 제19311호, 2023.3.29.)

지원분야는 미래환경산업육성융자, 친환경설비투자, 청정대기전환시설 지원융자 크게 3가지로 나뉜다. 재활용산업체는 시설설치자금·오염방지 시설자금·성장기반자금으로 구분되는 미래환경산업육성융자를 지원받을 수 있다. 시설설치자금·오염방지 시설자금은 사업자당 최대 100억 원을 3년 거치, 7년 상환, 분기 변동금리 조건으로 융자 가능하며, 성장기반자금은 사업자당 최대 20억 원을 2년 거치, 3년 상환, 분기 고정금리 조건으로 융자 가능하다.

2) 자원순환산업 창업대행지원 및 기술지도⁷⁷⁾

환경부는 「자원순환기본법」 제26조(재정적·기술적 지원 등)와 「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」 제31조(재활용산업 육성을 위한 자금 등의 지원)에 근거하여 한국환경공단을 통해 ‘자원순환사업 창업 및 기술지도 지원 사업’ 보조금을 지원하며, 지원사업은 창업지원과 기술지도지원으로 나뉜다.

(1) 창업지원

창업지원 대상은 자원순환산업 창업자 및 예비창업자이고, 지원기간은 1개 수행시 5개월, 2개 이상 수행 시 6개월이다. 지원분야는 사업타당성 검토, 사업계획 절차, 인·허가 절차, 경영관리 등이 있으며, 보조금 지원한도는 200만 원~390만 원이다.

〈표 3-5〉 자원순환산업 창업대행지원 지원분야 및 지원한도

지원분야			내용	한국환경공단 지원한도 (단위 : 만원)	
				일반 지원자	추가 지원자
사업타당성 검토			• 사업계획의 적합성, 기술성, 시장성, 경제성 검토 • 인력분석, 시장성, 기술성, 경제성 등에 관한 타당성 분석 • 기타 창업관련 타당성 검토	200	220
사업계획 절차			• 사업계획승인 서류 작성 및 창업 절차 대행	550	590
인· 허가 절차	수집·운반업 (신고제외)	대행	• 인·허가 서류 검토 및 절차 대행	300	330
		직접		220	-
	이외	대행		450	470
		직접		300	-
				경영관리	

주: 추가 지원자는 청년, 장애인, 여성, 북한이탈주민, 노인, 다문화가정
자료: 환경부·한국환경공단(2023), pp. 20-21의 표를 저자 재정리

77) 환경부·한국환경공단(2023), pp. 2-21.

(2) 기술지도지원

기술지도지원 대상은 자원순환산업 중소기업이며, 지원기간은 6개월이다. 지원분야는 공정개선, 환경개선, 시제품 제작 등이 있으며, 보조금 지원한도는 1,600만 원~2,250만 원이다.

〈표 3-6〉 자원순환산업 기술지도지원 지원분야 및 지원한도

지원분야		내용	한국환경공단 지원한도 (단위 : 만원)	
			일반지원자	추가지원자
공정 개선	공정시스템, 공정단축 개선 등	- 제조현장에서 직접 생산하는 제품의 성능·품질 향상, 생산시간 단축, 비용절감, 불량률 감소 등 생산성 향상에 필요한 공정개선 지원 - 특히, 기존제품의 품질을 향상시켜 매출 신장 및 시장 점유율을 제고할 수 있는 과제 우대 - 부품의 생산 원가를 절감하기 위한 공정개선 [※ 단, ERP(기업자산관리)등 시스템 구축 제외]	2,000	2,250
	기존 기성품 구매를 통한 공정 개선		1,600	1,800
환경개선		생산 공정상의 작업환경 개선 등을 통해 직무기피해소와 관련된 공정개선	1,600	1,800
시제품 제작		개발기술의 상용화(상품화 및 품격 향상 등 시장화)를 위한 시제품 제작	1,600	1,800

주: 추가 지원자는 청년, 장애인, 여성, 북한이탈주민, 노인, 다문화가정
자료: 환경부·한국환경공단(2023), pp. 20-21의 표를 저자 재정리

3) 해양수산 기술창업 Scale-up 사업⁷⁸⁾

이 사업은 해양수산 전(全) 분야 창업기업 대상으로 기술개발을 지원하고, R&D 성과의 고도화 및 기술이전을 통한 창업을 촉진하는 것을 사업목적으로 두며, 2021~2024년 총 379.5억 원의 사업비를 투입한다. 세부사업으로는 기술창업 Scale-up, 유망기술 Scale-up으로 나뉜다. 사업체 당 2억 원 이내~5억 원 이내의 지원을 받을 수 있다.

78) 해양수산부·해양수산과학기술진흥원(2021) pp. 268-269.

〈표 3-7〉 해양수산 기술창업 Scale-up 사업 내용

세부과제명		2022년 주요 연구내용	사업기간 (총 사업비)	2022년 예산
기술창업 Scale-up	창업 초기	先민간유자 유치로 시장성을 검증 받은 우수 아이템 보유 창업기업을 대상으로 사업화 기술 개발	'22~'23 (6억 원 이내)	3억 원 이내
	창업 중기	민간투자기관으로부터 투자유치에 성공한 창업7년 이내 기업을 대상으로 사업화에 필요한 기술 개발 지원	'22~'23 (10억 원 이내)	5억 원 이내
유망기술 Scale-up		- 既개발한 우수기술을 사업화기술로 업그레이드하여 기술이전 및 사업화 기술개발 - 대학, 연구소 등의 사업화 기능 기술을 발굴하고 기술이전 가능성 여부를 판단하여 기술개발 지원	'22~'23 (10억 원 이내)	2억 원 이내

자료: 해양수산부·해양수산과학기술진흥원(2021) pp. 268-269의 표를 저자 재정리

4) 해양수산 신산업 기술사업화 지원⁷⁹⁾

‘해양수산 신산업 기술사업화 지원’은 해양수산 신산업 중소·중견 기업의 기술사업화 및 수출 확대를 사업목적으로 두며, 2022~2025년 기간 동안 342억 원을 투입한다. 세부사업으로는 내수시장 활성화 지원과 해외시장 진출 및 확대 지원으로 나뉜다. 자유공모를 통해 사업체를 선정한 뒤, 세부과제에 따라 사업체 당 2.25억 원 이내~3.75억 원 이내의 예산을 지원한다.

79) 해양수산부·해양수산과학기술진흥원(2021) pp. 275-276.

〈표 3-8〉 해양수산 신산업 기술사업화 지원 사업 내용

세부과제명	2022년 주요 연구내용	사업기간 (총 사업비)	2022년 예산
내수시장 활성화 지원(R&D) ※ 자유공모 15개 과제	• 해양(수산) 중소·벤처기업 대상으로 기업자립을 위한 기술의 시장진입 촉진을 위한 기술사업화(현장 적용기술 개발)	'22~'23 (78.5억원 이내)	33.75억 원 (과제당 2.25억 원 이내)
해외시장 진출 및 확대 지원(R&D) ※ 자유공모 4개 과제	• 해양(수산) 중소·중견기업 대상으로 수출전략 기술개발 및 수출확대, 해외시장 창출	'22~'23 (35억 원 이내)	15억 원 (과제당 3.75억 원 이내)

자료: 해양수산부·해양수산과학기술진흥원(2021) p. 276의 표를 저자 재정리

제3절 해외 인증 및 재활용 우수 사례

제3절에서는 폐어망과 폐로프를 재활용하는 해외 우수사례를 정리하였다. 에너지 회수나 오일·가스화가 아닌 제품 원료로 공급할 수 있는 방식의 재활용 사례이다. 최근, 폐어망이나 폐로프를 활용하여 새로운 용도의 제품으로 재활용 사례가 늘고 있다.

1. Ocean Bound Plastic 인증 프로그램⁸⁰⁾

1) 개요

Ocean Bound Plastic(이하 OBP)는 “해양으로 유입될 위험이 있는 플라스틱” 폐기물을 뜻한다. OBP는 아래와 같이 4가지 범주로 분류된다. 첫

80) Ocean bound plastic certification 홈페이지(검색일: 2023.10.10.)

째, 바다에서 내륙까지 약 50km 범위 내에 관리되지 못하는 쓰레기를 일컫는 잠재적 OBP, 둘째, 강가에서 내륙 약 200m 범위 내의 내륙수로 내의 OBP, 셋째, 바다에 떠다니는 해안쓰레기(만조 시 해안에서 육지로 200m 이내, 간조 시 해안에서 바다로 100m 이내), 넷째, 어획 중에 포획된 플라스틱 쓰레기가 그것이다.

〈표 3-9〉 Ocean Bound Plastic의 조건

구분	내용
잠재적 (Potential) OBP	• 바다에서 내륙까지 약 50km 범위 내에 관리되지 못하는 쓰레기
수로 (Waterway) OBP	• 강가로부터 내륙까지 약 200m 범위 내의 부적절하게 수집된 쓰레기(강 속 쓰레기 포함)
해안 (Shoreline) OBP	• 부적절하게 수집된 바다에 버려진 쓰레기 - 만조: 해안에서 육지 방향으로 200m 이내 - 간조: 해안에서 바다 방향으로 100m 이내
어구 (Fishing material)	• 어업인이 되가져오거나 바다에서 폐기하지 않도록 인센티브를 부여하는 프로젝트로 수거된 어구 • 조업 중 부수적으로 수집된 제3자의 플라스틱 폐기물

자료: Ocean Bound Plastic의 정의. : Ocean Bound Plastic 홈페이지(검색일: 2023.10.10.)

2019년 창립한 비정부 기구인 Zero Plastic Oceans는 플라스틱 폐기물 문제를 해결하기 위해 Ocean Bound Plastic 인증 프로그램을 개발하였다.⁸¹⁾ OBP 인증은 모든 해양기인 플라스틱 폐기물의 수거부터 관리, 재활용까지 전주기를 관리하고 검증하는 프로그램이다. OBP 인증은 OBP가 해양폐기물이 되는 것을 선제적으로 방지하여 해양 오염을 방지하고자 한다.

81) 인증기관인 Control Union과 공동으로 개발함

2) 인증 조건

수거업체, 재활용 업체, 재정 지원 업체가 OBP 인증을 받을 수 있다. OBP의 인증을 위해서는 수거 시에 프로토콜에 맞게 OBP 폐기물을 적법하게 수거하여야 한다. 수거 장소와 물량 등을 기록하고 이를 4년 동안 기록하고 인증기관에 제출하여야 한다.⁸²⁾ 구매 시에도 물량과 종류를 기재하고 4년 동안 보관하여야 한다. 수거된 OBP 플라스틱 폐기물을 프로토콜에 맞게 잘 관리하고 최종 재활용 제품까지 이력을 추적 가능해야 한다.⁸³⁾ 상업적 재활용이 가능한 OBP 플라스틱은 OBP 재활용 프로그램을 통해 인증을 받게 된다.

〈표 3-10〉 Ocean Bound Plastic 인증프로그램

인증명	세부 항목	내용
 Ocean Bound Plastic Certificate	관련 인증 및 제품 라벨	• OBP 인증 - 수거업체 / 물리적 전처리 업체 - 재활용 업체 - OBP 수거업체를 재정 지원하는 업체 • The OBP 재활용 라벨
	요구조건	• 플라스틱 수거, 구매에 대한 기록 및 보관 인증기관에 제출 • 품질 관리자에 의한 플라스틱 폐기물 수거, 구매, 재활용 절차 구현 • 폐기물 수집 혹은 수령 시 모든 OBP는 육안으로 검사시행, 무게재기, 종류별로 등록 • 폐플라스틱 판매처 기록 • 인증제품 판매로 소유권자 변경시 OBP 프로그램 웹사이트를 통해 신고

자료: Ocean Bound Plastic Certification 홈페이지(검색일: 2023.10.10.)

기업 및 업체는 업체별로 OBP 인증을 받을 수 있다. 첫째, 수거업체를

82) Zero Plastic Oceans, OBP collection organization standard, 8th September 2021

83) Zero Plastic Oceans, _____, 8th September 2021

위한 인증 기준이다. OBP 원료를 수거하거나, 쓰레기 수거업체에서 원료를 구매하여 물리적 전처리 공정을 진행하는 업체가 인증대상인 수거업체 인증기준(Collection Organization Standard)이다. 둘째, 수거한 OBP 원료를 화학적 변환 공정을 통해 재활용하는 재활용 업체를 위한 재활용업체 인증기준(Recycling Organization Standard)이다. 수거된 OBP를 유통하거나, 제품을 생산 및 판매하는 경우⁸⁴⁾에도 재활용업체 인증기준(Recycling Organization Standard)을 받을 수 있다.

3) 인증 기업 활용

OBP 공급자로 인증받은 기업은 OBP 라벨을 활용하여 웹사이트, 소셜 네트워크에서 홍보하고 명함, 인쇄물, 판촉물 등에 활용할 수 있으며, 조직의 기업 커뮤니케이션에 활용할 수 있다. OBP 제품을 사용하여 재활용 제품을 생산하는 기업과 OBP 원료 수거업체를 재정 후원하는 후원사도 OBP 인증을 받을 수 있으며, 로고 사용도 가능하다. OBP를 활용한 재활용품에도 OBP 라벨을 사용할 수 있다. 우리나라는 효성 TNC와 해동무역이 OBP 재활용 업체로, 제주자치도와 여수광양항만공사는 OBP 수거업체로 등록되어 있다.⁸⁵⁾

2. 일본 사례

1) Net Re-value Program⁸⁶⁾

일본은 시범운영 중이던 나일론 어망 회수·재활용 프로그램인 ‘Net Re-

84) 수거 이후 가치사슬의 모든 단계에 적용 가능함

85) <https://www.obpcert.org/certified-organizations/>(검색일: 2023.10.10.)

86) PRTIMES 홈페이지, "NET RE-VALUE PROGRAM"정식 운용 시작(검색일: 2023.8.24.)

value Program’을 2022년 3월부터 정식 운영하고 있다. 일본 자국의 어업자로부터 사용할 수 없게 된 폐어망을 현지에서 직접 매입하는 재활용 프로그램이다.

현재 일본은 폐어망 회수 인프라가 구축되어 있지 않는데, 이는 어망의 소재가 나일론·PP·PE·테트론 등으로 복잡하게 구성되어 분리수거가 되지 않기 때문이다. 이로 인해 폐어망이 바다에 유실·폐기되는 것을 방지하기 위한 목적으로 폐어망 회수 프로그램을 운영한다. 어촌계가 결정한 폐어망 회수장소에 어업인이 직접 반입한 폐어망은 분리선별·재단·세척을 거쳐 파트너사가 재활용을 실시한다. 현재는 나일론 소재의 폐어망을 대상으로 프로그램을 실시하고 있으나 향후 다른 소재의 어망도 대상 항목에 추가할 계획이다.

2) 테이진의 리즘(Re:ism) 프로젝트

나일론 어망에 비해 PE 어망은 기술적으로 재활용이 어렵고, 비용이 많이 들기 때문에 그동안 전 세계적으로 PE 어망 재활용 사례는 흔치 않았으나, 2021년 일본의 섬유회사인 테이진(Teijin)은 폐어망 재활용 프로젝트인 리즘(Re:ism)을 통해 PE 어망 재활용 공정을 개발했다.

재생 PE 생산에 비용이 많이 소모된다면 가격이 저렴하다는 장점을 가진 신재 PE 원료와 비교해 가격경쟁력이 없어진다는 점을 해결하기 위해 재생 PE에 다른 재생수지 혼합물을 포함하는 고품질 수지 펠릿을 제조하는 방식을 고안했다. 이 재생수지를 활용하여 쟁반, 문구류 등을 만드는 데 활용했다.⁸⁷⁾

87) Teijin 홈페이지(검색일: 2023.8.24.)

〈그림 3-6〉 일본 Teijin 社 PE 어망 재활용 프로젝트



자료 : Teijin 홈페이지(검색일: 2023.8.24.)

3. 유럽 사례

1) 노르웨이, (주)Nofir⁸⁸⁾

Nofir는 노르웨이의 어선어업과 양식업에서 발생하는 폐플라스틱 처리를 위한 전국 시스템 구축을 목적으로 2008년 설립·운영을 시작하였다. Nofir는 유럽위원회에서 유럽 각국 폐어망을 수집·재활용하는 Eufir 시스템 구축 프로젝트의 주관기업으로 2012년부터 유럽 다수의 지역을 대상으로 폐어망과 폐어구를 수거하여 Nofir 공장에서 재활용하고 있다. Nofir는 노르웨이를 포함한 유럽 내 다수의 지역에 폐어망을 수집·운반 시스템을 구축하여 폐어망을 소각 및 재활용하고 있다.

88) Nofir 홈페이지(검색일: 2023.10.12.)

Nofir는 해양플라스틱의 수거 → 분리 → 재활용 → 에너지 회수 전 과정에 관여한다. 어업인, 양식업자, 폐기물수거업체, 폐어망 보관시설에서 신청하면 Nofir는 이를 수거하여 폐어망 및 로프의 분리·선별작업을 마치고 이를 리투아니아 공장으로 운송한다. Nofir에서는 어망 및 어구 폐기에 필요한 서류작업도 지원한다. Nofir 공장에서는 어망과 로프를 분해 및 해체하고 PE, PP 펠렛을 제조한다. 나일론 수거 제품은 Aquafil에 판매하여 재생 나일론인 ECONYL® 원사를 생산한다. 재생 나일론은 야외의자, 카펫, 자동차 부품 등을 생산하는 데 쓰인다. 어망은 운동용 네트, 농구망 혹은 치실로 재이용(Reuse)하기도 한다. 일부는 재생연료로 가공하여 에너지 회수에 활용한다.

Nofir는 폐어망 수집-재활용 시스템을 구축한 2011년부터 현재까지 20개국에서 60,847톤의 폐어망을 수집 및 재활용하였다. 수산청, 비영리 단체, EUfir 프로젝트를 비롯한 여러 폐어망 수거·처리 프로젝트에 참여하여 유럽 여러 지역으로 사업을 확장하여 폐어망 수집량을 매년 확대하고 있다.

지금까지 Nofir는 해양쓰레기 재활용으로 총 219,000 CO₂ 환산톤을 저감한 것으로 추산된다. 이는 오슬로-런던 항공 노선으로 여객을 199만 1,000명을 실어나를 때 발생하는 CO₂량에 해당한다.⁸⁹⁾ 전 과정 평가(LAC: Life Cycle Assessment)에 따르면, 수거한 폐어망과 동일한 플라스틱을 신규로 생산하는 것과 비교해 1kg당 CO₂ 5.6kg을 감소시키는 효과가 있다.⁹⁰⁾

2) 스페인, BlueNet 프로젝트⁹¹⁾

BlueNet 프로젝트의 주요 내용은 비스케이만 동남쪽 해역에서 유령어업

89) Nofir 홈페이지(검색일: 2023.10.10.)

90) Nofir 홈페이지(검색일: 2023.10.10.)

91) BlueNet 홈페이지(검색일: 2023.10.10.)

방지를 위해 유기, 유실되는 폐어구를 저장⁹²⁾하고 폐어구를 회수하고 재활용을 활성화하는 것이다.

프로젝트의 영역은 i) 해양쓰레기 저감의 필요성 홍보 ii) 어망과 로프의 해양 유기 방지 iii) 어부와 양식업자가 사용한 어망과 로프의 회수 iv) 회수한 어망과 어구를 재활용하여 새로운 어망과 어구를 생산하는 업사이클링을 포함한다. BlueNet은 이해관계자인 항만 당국, 어업협회, 양식업자, 폐기물 관리자가 참여하는 워크숍을 포함한 자립형 프로그램을 시범 운영하고 있다. 회수한 어망과 어구는 새로운 어구와 양식 장비로 업사이클링되어 재생산한다. BlueNet 프로그램에서 주로 재활용하는 플라스틱 품목은 PA, PP, PE이다.

BlueNet의 협력지역은 바스크⁹³⁾와 이탈리아이다. 프로젝트는 바스크의 AZTI 연구소가 주관하며 바스크의 GAIKER 연구소와 이탈리아의 NTT 연구소가 참여하며 바스크 중소기업인 ITSASKORDA가 재활용 기술과 설계, 재활용의 시행을 담당한다. AZTI와 ITSASKORDA는 해양쓰레기 발생과 재활용 가능량 산정을 담당한다. GAIKER와 NTT 연구소는 어업과 양식쓰레기 관리를 담당한다. 연구내용을 바탕으로 ITSASKORDA 기업을 중심으로 참여기관들이 협력하여 재활용과 해양 테스트 프로토타입을 만들 예정이다.

시범 프로젝트의 운영을 성공하고 나면 후속으로 아퀴텐느, 갈리시아와 지중해 지역을 대상으로 워크숍을 시행하여 유기된 어구를 관리하고 지역에서의 해양플라스틱 재활용 순환경제 활성화를 지원할 예정이다.⁹⁴⁾

92) 이 구역 해양쓰레기를 40%까지 저감하는 것을 목적으로 함

93) 바스크 주는 피레네 산맥 서쪽 Álava, Guipúzcoa, and Vizcaya (Biscay) 지역으로 구성됨 바스크 지역은 고유한 언어인 바스크어와 문화를 가지고 있음. 피레네 산맥을 기준으로 스페인령 바스크 지역과 프랑스령 바스크 지역으로 나뉨. 스페인에서는 바스크 주와 나바르 주가 바스크 지역이며 프랑스에서는 아퀴텐느의 피레네저틀랑티크 주의 일부를 이룸

94) BlueNet 브로슈어(검색일: 2023.10.10.)

3) 이탈리아, Aquafil S.p.A⁹⁵⁾

Aquafil 그룹은 1965년 나일론 재활용 기술을 개발하고 회사를 창립한 이래로 어망을 수집하여 재활용하는 선순환 구조를 만들었다.

Aquafil의 본부는 이탈리아 트란티노 지역에 위치하며 이탈리아, 슬로베니아, 크로아티아, 영국, 미국, 태국, 중국, 일본, 칠레 9개국에 20개 공장을 보유하고 종업원이 2,800명에 달하는 기업이다. 특화 제품은 Bulk Continuous Filament(BCF)와 Nylon Textile Filaments(NTF), 공업용 수지이다. 섬유 부분 매출 중 재활용 원사가 매출의 38%를 차지한다. Aquafil은 나일론6 폐기물을 재활용해 신제 나일론과 동일한 품질 수준과 성능을 가진 재생 나일론 ECONYL[®]으로 전환하는 기술을 2011년 개발하고 ECONYL[®]을 생산하고 있다. ECONYL[®] 원사는 화석 원료 대신 폐기물을 사용하여 100% 재생 나일론 실을 생산하며 석유 유래 신제 나일론에 비해 CO₂ 배출을 최대 90%까지 큰 폭으로 줄여준다. 현재 ECONYL[®] 재생 실은 카펫과 섬유 및 H&M 등 패션 업계에서 사용되고 있다.

Aquafil은 2021년 7월 가치소비에 대한 의식이 있는 소비자를 대상으로 ECONYL[®] 나일론으로 만든 제품을 한곳에서 쇼핑할 수 있는 기능을 제공하는 ECONYL[®] e-쇼핑몰을 런칭했다.⁹⁶⁾ ECONYL[®] e-쇼핑몰은 다양한 글로벌 브랜드를 보유하고 있으며 비건, 폐기물 제로, 장인정신, 환경 친화적 디자인, 윤리적 노동, 지역 생산 등의 가치에 기여하는 제품으로 구성된다. 이 플랫폼은 또한 브랜드와 소비자 모두를 위한 지속 가능성과 순환성에 대한 지식을 교육하고 강화하기 위한 다양한 기사와 자료를 게시한다.

95) 아쿠아필 그룹 홈페이지(검색일: 2023.10.10.)

96) 에코닐 홈페이지(검색일: 2023.10.10.)

4. 기타 사례

1) 오션클린업(The Ocean Cleanup)⁹⁷⁾

오션클린업은 해양플라스틱 수거기술을 개발하고, 이를 활용하여 수거활동을 하는 네덜란드 기반의 국제 비영리단체이다. 오션클린업은 해양플라스틱을 고부가가치 제품으로 재활용할 수 있다는 것을 보여주기 위하여 해양플라스틱을 수거하여 고품질의 선글라스로 100% 재활용하는 사업을 수행했다. 2020년 10월~2022년 2월 1년 4개월간 50만 개 축구장 규모의 바다를 청소할 수 있는 기금을 모았고, 이 수익금은 모두 태평양 거대 쓰레기 지대(GPPG: Great Pacific Garbage Patch)에서 진행 중인 수거활동에 사용되었다.⁹⁸⁾ 오션클린업이 이 프로젝트의 첫 번째 결과물로 선글라스를 선택한 이유는 자주 휴대할 수 있는 물건을 만들어 해양플라스틱 재활용제품의 인지도를 높이는 데 기여하고자 한 것이다. 오션클린업은 선글라스 하나가 24개 축구장 규모의 바다를 청소한 결과라고 추정했다.

〈그림 3-7〉 오션클린업이 해양플라스틱을 100% 재활용하여 만든 선글라스



자료: The Ocean Cleanup 홈페이지, Sunglasses Out of Stock(검색일: 2023.8.23.)

97) The Ocean Cleanup 홈페이지, Recycled The First Plastic Catch(검색일: 2023.8.23.)

98) The Ocean Cleanup 홈페이지, Sunglasses Out of Stock(검색일: 2023.8.23.)

2) Bureo의 NetPlus^{®99)}

민간기업인 Bureo는 폐어망을 수거 재활용하여 Netplus를 생산하며 해양오염을 방지한다. Bureo는 현재까지 4,583톤의 유기 폐어망을 수거했다. Bureo는 미국 캘리포니아와 칠레에 본부가 있으며, 칠레, 페루, 아르헨티나, 에콰도르, 멕시코, 미국 6개국의 폐어망을 수거하여 재활용 제품을 생산한다. Bureo는 이들 6개국 30개에 달하는 어업인 공동체와 협력하여 폐어망을 수거하고 재활용한다. Bureos는 폐어망 수거 시 어업인 공동체에 인센티브를 제공하고 재활용 과정에 어업인 공동체가 수거, 분류, 분해 작업을 하도록 하여 지역공동체에 고용을 창출한다. Bureo는 Patagonia 지원으로 2013년 칠레에서 어망 재활용을 시작한 이래 페루와 멕시코로 폐어망 수집처를 확대했으며 최근에는 에콰도르와 멕시코에서 폐어망 재활용을 시작하였다. Bureo Netplus를 수집하여 제품을 생산하는 협력사는 파타고니아, Costa 선글라스, JENGA[®] Ocean 등이다.

〈그림 3-8〉 Bureo NetPlus 협력사



자료: Bureo 홈페이지; <https://bureo.co/>(검색일: 2023.10.10.)

Costa는 Bureo와 협력하여 Bureo가 폐어망을 수거, 가공한 펠렛으로 선글라스 테를 생산하여 생산·판매하고 있다. 파타고니아는 폐어망을 100% 재활용한 야구모자 챙 생산 시 매년 35톤의 Netplus 폐어망 재활용품을 사용하고 있다. 이외에도 파타고니아는 Netplus 폐어망 재활용품을

99) <https://bureo.co/pages/netplus>(검색일: 2023.10.10.)

활용한 스포츠 의류 제품을 생산 판매하고 있다. 이 외에도 Netplus 페어망 재활용품을 활용하여 협력사에서 스케이트보드, 서핑용품 등을 생산한다. JENGA® OceanTM은 Bureo와 합작으로 페어망을 100% 활용한 보드게임 제품을 생산 판매하고 있다. 이 제품으로 게임을 할 때마다 1kg 이상의 페어망이 해양에 투기되는 것을 방지하는 효과가 있다. 제품에는 멸종위기에 처한 해양생물을 블록마다 디자인하였다.

〈그림 3-9〉 페어망 100% 재활용하여 만든 젠가

Jnega OCEAN 제품 디자인



자료: Bureo 홈페이지, JENGA OCEAN(검색일: 2023.10.10.)

제4절 종합 분석

1. 국제 동향

국제사회는 해양플라스틱 문제의 해결방안으로 플라스틱 재사용·재활용을 중요시한다. 유엔환경총회, 유럽연합, 일본 사례에서 이를 확인할 수 있는데, 특히 제품 생산단계에서부터 재사용·재활용을 고려하도록 권고 또는 규제한다. 코카콜라, 펩시코 등 글로벌 소비재업체는 각자 재활용 소재 사용률 목표치를 설정하여 해양플라스틱 오염에 끼치는 영향을 줄이고자 한

다. 또한, Ocean Bound Plastic 인증을 통해 기업의 해양플라스틱 재활용·재사용을 유도한다. 비영리 조직인 플라스틱 폐기물 종식을 위한 연합은 플라스틱 순환경제 솔루션을 제공하여 플라스틱 폐기물 발생 최소화에 기여한다.

〈표 3-11〉 국제 동향의 요약

구분	세부 내용
유엔환경총회 (UNEA)	• 해양플라스틱 및 미세플라스틱에 대한 결의안 채택(2014년) • 법적 구속력있는 국제협약 제정 합의(2022년) 후 정부간협상위원회(INC)를 통해 2024년 말까지 논의를 마무리할 계획 • INC가 플라스틱 재활용을 해양플라스틱 문제의 중요한 해결 방안으로 보기 때문에 플라스틱 국제협약에 재활용 관련 조치 포함 전망
글로벌 소비재업체 (코카콜라, 펄스코, 네슬레, 유니레버, P&G 등)	• 개도국에서 해양플라스틱 오염의 주요 원인으로 지목받는 기업들 • 플라스틱 포장재 재사용과 재활용 또는 퇴비화 지원을 약속하는 한편, 재활용 플라스틱 사용률을 높이는 추세
플라스틱 폐기물 종식을 위한 연합(AEPW)	• 인프라, 혁신, 교육, 수거활동 분야의 플라스틱 순환경제 솔루션을 갖추고 있으며, 대상 지역 특성을 고려하여 솔루션 배포
Ocean Bound Plastic 인증 프로그램	• 해양에 유입되는 플라스틱 쓰레기의 수거·관리·재활용 등 전반적 과정을 검증하여 순환경제 활성화에 기여
유럽연합 (EU)	• 2019년 일회용 플라스틱 지침 제정을 통해 해양플라스틱 폐기물의 주된 품목인 일회용 플라스틱 제품 규제 • 유럽 그린딜을 통해 2030년까지 플라스틱 포장재 폐기물 재활용률 55% 달성 계획 • 2018년 발표한 플라스틱 전략에서는 제품의 설계, 생산단계에서부터 재사용, 수리 및 재활용을 고려하도록 함 • 2022년 포장재 및 포장폐기물 지침을 개정하여 포장재 재활용 목표와 신제 포장재 내 재활용 함량 목표 도입 • 어구 재활용을 높이기 위해 재료의 다양성과 혼합 재료 사용을 줄이도록 권고하는 어구 순환 설계 연구 실시
일본	• 어업폐기물 처리 지침을 통해 어업생산활동을 하는 자가 스스로 어업 폐기물을 적절하게 처리하도록 규정 • 어업자가 어구를 사용할 때 재사용·재생이용 하거나 후에 재사용·재생이용 가능하도록 조치하고 어구 제조·판매업자 역시 재사용·재생이용 가능하도록 제조·판매해야 함

자료: 저자 작성

2. 국내 정책

환경부는 「순환경제사회 전환 촉진법」과 「순환경제 활성화를 통한 산업 신성장 전략」을 통해 기존의 폐기물 발생억제 정책에서 순환이용 촉진 정책으로 폐기물 관리정책의 기조를 전환했다. 이를 위해 고품질 폐자원 공급망 구축 등을 추진과제로 삼았다. 또한 생산자책임재활용제도(EPR)를 통해 제품 생산자가 의무적으로 일정량 이상의 재활용을 할 수 있도록 규제한다.

해양수산부는 「해양플라스틱 재활용 활성화 대책」을 통해 전반적인 재활용체계 개선을 도모하고, 물질재활용 제고와 재활용 원료공급 체계 구축을 위한 과제를 계획했다.

재활용업체 육성을 위한 사업으로는 환경부의 재활용산업육성자금, 자원 순환산업 창업대행지원 및 기술지도가 있다. 해양수산부에는 해양플라스틱 재활용업체 특화지원사업이 없으나 해양수산 기술창업 Scale-up 사업과 해양수산 신산업 기술사업화 지원 등의 해양수산기업 지원사업을 활용할 수 있다.

〈표 3-12〉 국내 정책의 요약

구분	세부 내용
순환경제사회 전환 촉진법	• 생산·소비·유통 등 전 과정에서 자원의 효율적 이용과 폐기물 발생 억제, 순환이용 촉진을 도모 • 순환경제, 순환원료 등 정의 신설, 순환경제 목표 설정 및 성과관리, 제품 생산·유통·소비 단계에서 순환이용 촉진, 순환자원 고시, 규제 샌드박스 도입 등을 다룸
순환경제 활성화를 통한 산업 신성장 전략	• 국내 순환경제체제: '고품질 재생원료 대량 생산기반 부족'과 '재생원료에 대한 수요처 부족' • 세부 추진과제로 고품질 분리배출·회수 체계 마련, 선별시설 자동화·고도화, 대·중소기업 연계 재생원료 공급망 및 공동 생산기반 구축 등

구분	세부 내용
생산자책임 재활용제도 (EPR)	• EPR 재활용의무 대상에 어망, 로프 포함 • 제품 생산자가 일정량의 재활용의무를 지키지 않을 경우, 재활용에 소요되는 비용 이상의 재활용부과금을 부과
해양플라스틱 재활용 활성화 대책	• 2027년까지 물질재활용률 20% 달성, 2024년까지 재활용 원료공급 체계 구축 목표 • 주요 추진과제로 전처리 관련 규제 완화 및 전처리·재활용 기업 육성 방안 마련, 해양폐기물 재활용 제품에 대한 공적 인증제를 도입, 환경산단 입주우대 등
재활용산업 육성자금	• 시설설치자금·오염방지 시설자금(최대 100억 원 용자), 성장기반자금(최대 20억 원 용자) 등 재활용산업체에 대해 장기·저리 용자 지원
자원순환산업 창업 대행지원 및 기술지도	• 창업자 및 예비창업자에 사업타당성 검토, 사업계획 및 인허가 절차, 경영관리 등 창업지원 • 중소기업체에 공정개선, 환경개선, 시제품 제작 등 기술지도지원
해양수산 기술창업 Scale-up 사업	• 해양수산 전 분야 창업 촉진을 위해 선정된 사업체에 예산 지원
해양수산 신산업 기술사업화 지원	• 선정된 해양수산 신산업 중소·중견 기업의 기술사업화, 수출 확대를 위해 예산 지원

자료: 저자 작성

3. 우수사례

해양플라스틱 재활용 우수사례는 다음과 같다. 일본은 나일론 페어망을 대상으로 한 재활용 프로그램, Net Re-value Program을 진행 중이며, 향후 다른 소재 어망도 프로그램 대상으로 추가할 예정이다. 2021년 일본 섬유회사인 테이진(Teijin)이 페어망 재활용 프로젝트인 리즘(Re:ism)을 통해 PE 어망 재활용 공정을 개발했다. 테이진은 재생 PE가 신제 PE보다 비싸다는 가격적 단점을 극복하기 위해 재생 PE에 다른 재생수지 혼합물을 섞어 고품질 수지 펠릿을 제조하는 방식을 고안했다.

노르웨이의 Nofir사는 Eufir 프로젝트의 주관기업으로 노르웨이는 물론

유럽 여러 지역에 페어망과 페어구 수집·운반 시스템 구축, 재활용을 수행하고 있다. 유럽 각국의 수산청, 비영리 단체와 협력하여 페어망과 페어구를 수집하여 재활용하고 있다. 스페인의 BlueNet 프로젝트는 비스케이만 동남쪽 해역에서 투기, 유실되는 페어구 저감을 목적으로 하며, 이해관계자인 어업협회, 양식업자, 폐기물 관리자, 항만 당국이 참여한다. Aquafil은 신제 나일론과 동일한 품질과 성능을 갖춘 재생 나일론 실 ECONYL® 생산에 대해 생산기술 특허를 보유하고 있다.

오션클린업(The Ocean Cleanup)은 2020년 1월~2022년 2월까지 태평양 거대 쓰레기 지대에서 수거한 해양플라스틱을 재활용하여 선글라스를 생산하고 있다. Bureo의 NetPlus®은 어업인 공동체에서 페어망 수거, 분류, 분해 작업을 수행하여 지역공동체에 수익과 고용을 창출시키고, 해양플라스틱 재활용 순환경제 구조에 기여하고 있다. NetPlus®은 파타고니아의 의류와 모자챙, 젠가 제품, 스케이트보드, 서핑용품 생산에 사용된다.

〈표 3-13〉 우수사례의 요약

구분	세부 내용
일본 Net Re-value Program	• 나일론 어망 매입·재활용 프로그램 'Net Re-value Program' 운영 ('22.3부터 정식 운영) • 페어망 회수 인프라가 없어 분리수거가 되지 않는 점 극복코자 함 • 향후 다른 소재 어망도 추가할 계획
일본 테이진 리즘(Re:ism) 프로젝트	• 일본 섬유회사 테이진(Teijin)이 PE 어망 재활용 공정 개발, 페어망 재활용 프로젝트 리즘(Re:ism) 수행 중 • 신재 PE 연료와 비교해 가격경쟁력이 없다는 점을 해결하기 위해 재생 PE에 다른 재생수지 혼합물 포함하는 고품질 수지 펠렛 제조방식 고안 → 정반, 문구류 생산
노르웨이 (주)Nofir	• 해양플라스틱의 수거 → 분리 → 재활용 → 에너지 회수 전 과정에 관여 • Eufir 프로젝트 주관기업으로 유럽 여러 지역에 페어망과 페어구 수집·운반 시스템 구축, 재활용 • 리투아니아 재활용 공장에서 PE, PP 펠렛, 나일론 플레이크 생산 • 유럽 20개국의 수산청, 비영리 단체와 협력 • 페어망 재활용 플라스틱으로 신재 플라스틱 대비 CO₂ 5.6kg저감효과

구분	세부 내용
스페인, BlueNet 프로젝트	• 시범적으로 비스케이만 동남쪽 해역에서 유령어업 방지를 위해 유기, 유실되는 폐어구 저감을 목적으로 함 • 재활용 품목: PA, PP, PE • 어망과 로프 해양 유기 방지 및 회수, 이를 재활용해 새로운 어망과 어구를 생산하는 업라이클링 시행 • 이해관계자 참여 자립형 프로그램 시범 운영
이탈리아, Aquafil	• 나일론 6 폐기물로 신제 나일론과 동일한 품질 수준과 성능을 가진 재생 나일론을 생산하는 기술 개발('11) 후 제품 생산으로 신제 나일론 대비 CO₂를 90%까지 저감 • 에코닐 홈페이지를 운영, 에코닐로 생산된 제품 온라인 판매 및 정보공유 블로그 운영
오션클린업 (The Ocean Cleanup)	• 네덜란드 기반 국제 NGO로 기금을 모집하여 태평양 거대 쓰레기 지대에서 수거활동 • 해양플라스틱 고부가가치 재활용 제품으로 고품질 선글라스 생산 중
Bureo의 NetPlus	• 지역 어업인 공동체가 폐어망 수거, 분류, 분해 작업에 참여하여 지역공동체에 수익과 고용 창출 • 칠레, 페루, 아르헨티나, 에콰도르, 멕시코, 미국 6개국에서 운영 중 • 폐어망을 재활용해 나일론 펠렛 제품을 생산하여 협력사인 의류, 스포츠, 게임 회사 등에 원료로 공급하여 가치소비를 확산

자료: 저자 작성

04

재활용산업 공급사슬 분석

제4장에서는 폐어망과 폐로프의 재활용을 활성화하기 위해 어떤 문제점을 해결해야 하는지 확인하고자 공급사슬 분석을 실시하였다. 앞서 살펴본 듯이 정제, 해중합 등 새로운 화학적 재활용기술을 통해서 산업 규모를 확대할 수 있는 여건은 조성되었다. 하지만 이를 실현하기 위해서는 폐어망과 폐로프를 화학적 재활용의 원료로 공급하는 산업 생태계가 조성되어야 한다. 산업 생태계는 재생원료가 되는 폐어망과 폐로프의 배출에서부터 최종 제품을 생산하여 판매하는 모든 단계가 포함되어야 한다. 다만 화학적 재활용은 신제(新製)와 동일하므로, 폐어망과 폐로프를 화학적 재활용 원료로 공급한다면 기 형성된 산업 생태계와 연결될 수 있다.

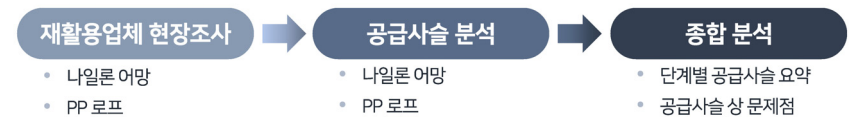
여기서는 폐어망과 폐로프를 가공하여 재생원료를 생산하는 재활용업체에 대한 현장조사를 실시한 후, 이들로부터 재생원료를 공급받아 화학적 재활용을 하고자 하는 수요업체의 공급사슬 분석을 실시하였다.

공급사슬 분석 대상 물질은 나일론 어망과 PP 로프이다. PE 어망의 경우 화학적 재활용으로 고순도 재생원료를 생산하고자 하는 기업이 아직 존재하지 않는다. 물리적 재활용으로 생산된 재생원료로 저부가가치 제품¹⁰⁰⁾

100) PE 어망은 어상자, 파렛트, 하수관, 플라스틱 화분 등의 원료로 재활용된다.

을 생산하는 산업 생태계가 조성되어 잘 운영되고 있다. 이에, PE는 어망의 주요 재질이긴 하지만 공급사슬 분석을 실시하지 않았다.

〈그림 4-1〉 제4장 연구 개요



자료: 저자 작성

제1절 분석 개요

1. 재활용업체 현장조사

공급사슬 분석에 앞서 페어망과 페로프 재활용업체에 대한 현장조사를 실시하였다. 현장조사 대상 재활용업체는 나일론 어망과 PP 로프를 취급하는 업체 중에서 (사)한국해양플라스틱재활용사업공제조합의 추천을 받은 4개 업체이다.

〈표 4-1〉 재활용업체 현장조사 개요

구분	업체 개요			비고
	업체명	위치	생산품	
나일론 어망	N 업체	부산	플레이크	신생 업체
PP 로프	A 업체	부산	펠릿	기존 업체
	B 업체	김해	펠릿	기존 업체
	C 업체	부산	펠릿	신생 업체

자료: 저자 작성

1) 나일론 어망

나일론 어망에서 순도가 높은 재생원료를 생산하는 신생 재활용업체에 대한 정보이다. 이 회사는 해중합 기술을 보유한 나일론 원사 제조업체에 재생원료 공급을 준비 중에 있다.

(1) 기본 정보

N 재활용업체는 2020년에 설립한 신규업체로, 폐어망만을 취급하여 나일론 재생원료를 생산하는 곳이다. 연간 4,000톤의 생산능력을 갖추었으며, ‘비중 분리 장치를 포함하는 폐어망 처리 공정’ 특허¹⁰¹⁾를 등록했다. N 재활용업체의 최종상품은 재생 나일론 플레이크로, 폐기물종합재활용업과 합성수지 플라스틱 제조업으로 등록하였다.

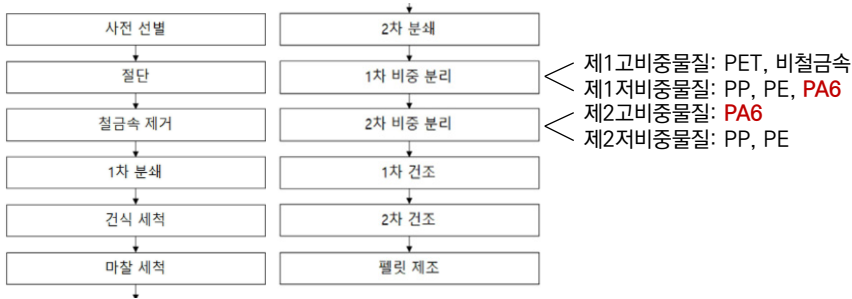
(2) 재생원료 생산 공정

폐어망 원료는 수거업체로부터 구매하거나 직접 수거하는 방식¹⁰²⁾으로 확보한다. 수거·전처리한 폐어망은 선별 → 절단 → 세척 → 파분쇄 → 분리 → 건조·파사·압축·치핑 → QC/포장의 과정을 거쳐 플레이크 또는 펠릿 형태로 수요업체에 공급된다. 일반적으로 공정 중 가장 인건비가 많이 들고 어려운 과정이 소재별 분리인데, N 재활용업체의 경우 세척을 통해 염분과 이물질을 제거한 폐어망을 비중 차를 이용하여 고비중 물질과 저비중 물질로 분리하는 기술과 장비를 개발하여 분리 공정을 자동화했다. 이를 통해 분리효율을 98%까지 끌어올리고 나일론 재생원료의 순도를 99.6% 달성했다.

101) 넷스파 주식회사(2023.7.11.), KR-A-1020230105156.

102) 다대포, 기장연안에서 각각 연간 300톤 수거

〈그림 4-2〉 재활용업체의 비중 분리 폐어망 처리과정



자료: 넷스파 주식회사(2023.7.11.), KR-A-1020230105156, p. 12의 그림에 저자 설명 추가

(3) 재생원료 판매

N 재활용업체의 나일론 재생원료 판매처로는 섬유대기업 H사, 자동차 엔지니어링 부품 기업 S사, 전자제품 부품 기업 H사 등이 있다.¹⁰³⁾ ESG 경영이 화두가 되면서 대기업에서 단가가 높더라도 재생원료를 이용한 제품 생산과 판매에 관심이 커진 상황이므로 재생원료 생산이 되는 만큼 판매는 모두 가능할 것으로 보인다.

(4) 당면 과제

첫째, 해외로 수출되는 폐어망을 국내에서 앞서 소비하여 국내 재생원료 생산량을 확대하는 방안이 필요하다. 수거업체가 국내 판매보다 수출을 계속하고 있는 것은 기존의 판로를 유지하고자 하는 성향이 크다고 판단하므로 국내 재활용업체에 판매할 수 있는 유인책이 필요하다.

둘째, 재활용 공정에서 분리 선별 장비 기술개발이 필요하다. 어업인이 직접 뜬줄과 발줄을 제거해서 배출하기 어렵기 때문에 재질이 혼합되어 있고, 자망이 서로 엉킨 상태로 재활용업체에 입고된다. 폐자망에서 뜬줄만

103) 조선일보(2022.10.13.)(검색일: 2023.8.9.)

제거하더라도 나일론 비율을 50%에서 80%까지 높일 수 있다. 뜰줄·발줄 분리선별 장비 기술개발을 통해 우리나라 어망 재활용의 경쟁력 확보를 기대할 수 있다.

〈그림 4-3〉 재활용업체의 나일론 재활용 현장 사진



자료: 저자 촬영

2) PP 로프

현장조사 대상 업체는 (사)해양플라스틱재활용공제조함으로부터 추천받은 기존업체 2개소와 신규 진입업체 1개소이다.

(1) A 재활용업체

가. 기본 정보

종합재활용업으로 등록되어 있으며, 70~80톤/월의 폐기물을 처리한다. 처리 품목은 로프, PE 어망, 포장재를 비롯한 육상 폐기물이다.

나. 재생원료 생산 공정 및 순도

1차 수거업체로부터 소정의 비용을 주고 구매하며, 분리·선별 → 분쇄 → 용융 등을 거쳐서 펠릿을 생산하고 있다. 분리·선별은 기계가 아닌 인력을 투입하기 때문에 인건비 소요가 크다. 생산 공정에 투입된 로프는 제거하는 부분이 거의 없기 때문에 손실률이 낮다. 생산된 PP 펠릿의 순도는

80% 수준이다.

다. 재생원료 판매

염분을 분리하는 공정이 없기 때문에 저품질 제품의 원료로 공급한다. 주요 판매처로는 파렛트, 화분, 토목재료인 하수구 관로 생산업체가 있다. 이들 제품은 경기의 영향을 많이 받기 때문에 수요의 등락 폭이 큰 편이다. 꼬막 종패망은 PP와 PE의 비율이 6:4여서 PP 순도를 맞출 수 없어서 컴파운딩(compounding) 업체로 납품하고 있다.

라. 당면 과제

첫째, 면실을 감은 PP로프¹⁰⁴⁾는 재활용을 할 수 없다는 문제가 있다. 쓰레기로 처리하거나 시멘트 소성로의 열원으로 공급하며, 쓰레기로 소각할 경우에는 kg당 250~300원이 소요된다.

둘째, 양식 수산물 수확기, 금어기 시작 시기 등 특정 시기에 집중 발생하는 로프의 보관시설을 최대 보관 시기에 맞춰 설치할 수 없어서 민원이 발생하거나 과태료를 내야 하는 어려움이 있다.

〈그림 4-4〉 A 재활용업체의 로프 재활용 현장 사진



자료: 저자 촬영

104) 전라남도 일부지역에서 배출된다.

(2) B 재활용업체

가. 기본 정보

종합재활용업으로 등록되어 있으며, 로프, 어망, 육상 플라스틱 폐기물을 취급한다. 연간 300톤의 PP 펠릿을 생산한다.

나. 재생원료 생산 공정

고품질의 로프를 수거업체로부터 구매하여 분리·선별 → 파쇄 → 용융하여 펠릿화하고 있다. 세척 설비가 갖춰져 있지 않으며, 해양폐기물의 경우 일정시간 동안 물에 담그는 방식으로 염분을 제거한다. 펠릿을 제작할 때 동일 제조사의 로프만을 사용하면 품질이 좋으나 물량을 확보할 수 없어 다른 폐기물과 섞어서 생산하고 있다. 재생PP 펠릿의 순도는 90% 이상이다.

다. 재생원료 판매처

재생PP는 파렛트와 화분 생산업체에 판매하며, 판로는 충분하지만 깨끗하고 PET나 납줄이 포함되지 않은 고품질의 페로프를 확보하기 어렵다.

라. 당면 과제

첫째, 순수 PP로프¹⁰⁵⁾는 과거에 비해 1/3 수준으로 물량 자체가 줄어든 것으로 보인다. 3가닥의 얇은 로프 중에 가운데 납줄이 박혀 있는 로프는 재활용할 수 없어 1m 길이로 절단하여 소각장으로 보내야 한다.

둘째, 예인선 인양에 쓰이기도 하는 굵은 로프(8개 가닥 굵기)는 6개월 사용 후 교체하므로 발생량은 꾸준히 있으나, PET로 PP 줄을 둘러싸는데 이를 분리할 수 없다는 문제가 있다.

105) 로프를 제작하는 PP 원사의 제조 과정에서 PE를 배합하기 때문에 100% PP는 아니다. 다만, PP원사 외에 납줄이나 PET를 덮이지 않는다는 점에서 순수 PP로프로 표현하였다.

〈그림 4-5〉 B 재활용업체의 로프 재활용 현장 사진



자료: 저자 촬영

(3) C 재활용업체 현장조사

가. 기본 정보

C 재활용업체는 신규로 해양폐기물 재활용업에 진입하려는 업체이며, 2023년 8월에 공장을 완공하여 사업을 개시할 예정이다. 로프, 어망 등 해양폐기물만을 취급하며 연간 4천 톤의 처리능력을 갖추었다. 업종은 중간 재활용업으로 등록하였다.

나. 재생원료 생산 공정

로프 배출자로부터 직접 수거를 원칙으로 하고 있으며, 배출자는 어촌계를 비롯하여 해군, 해경, 조선사, 해운사 등으로 다양하다. 하지만 지자체는 직접 수거 대상에서 제외하였는데, 지자체가 배출하는 로프는 어망 및 기타 해양폐기물로 섞여 있고 오염도가 높아 분리, 선별, 전처리하는 데 높은 비용이 소요되기 때문이다. 특히, 다시마, 미역 등의 해조류나 어류 등 유기물이 부착된 양식장 로프는 취급하지 않는다.

분리, 선별된 로프는 절단 → 파·분쇄 → 기계세척 → 비중 분리 → 행굼 → 다중초음파 처리 공정을 거쳐 펠릿 제조 원료로 가공된다. C 재활용업체

는 펠릿 제조 공정은 전문업체로 외주화하였다. 세척 과정만을 분리해 한 계가 있는 다중초음파 처리 공정은 바다에서 사용하는 로프에서 나오는 염소, 나트륨, 흙 등을 처리하는 공정이다. 로프로 생산한 재생원료의 순도는 공장 가동 전이어서 확인되지 않았으나, 80% 이상일 것으로 예상된다.

다. 재생원료 판매처

판매처는 대기업인 H사, HE사, L사, S사 등 대기업이다. 이들 기업은 해중합 또는 열분해를 통해 해양플라스틱을 화학적 재활용한다. 따라서 C 재활용업체가 제공하는 해양플라스틱 재생원료의 상당량은 고부가가치 제품을 제작하는 원료로 사용될 것이다.

라. 당면 과제

첫째, 신재PP 가격에 비해 재생PP 생산단가가 높기 때문에 채산성을 확보하기 위해서는 깨끗한 원료를 확보하는 것이 중요하다. PET가 포함되지 않은 폐로프를 확보하여야 하나, 전국적으로 흩어져 있는 어촌계로부터 폐로프를 확보하는 데 어려움이 있다.

둘째, 로프는 줄 단위로 원료물질의 비율이 일정하기 때문에 절단되지 않은 상태로 분리된 배출된 폐로프를 취급한다. 어망과 로프가 엉켜서 배출된 경우에는 절단하여야 하는데, 절단된 후에는 성분 함량비를 확인할 수 없어 재활용할 수 없다.

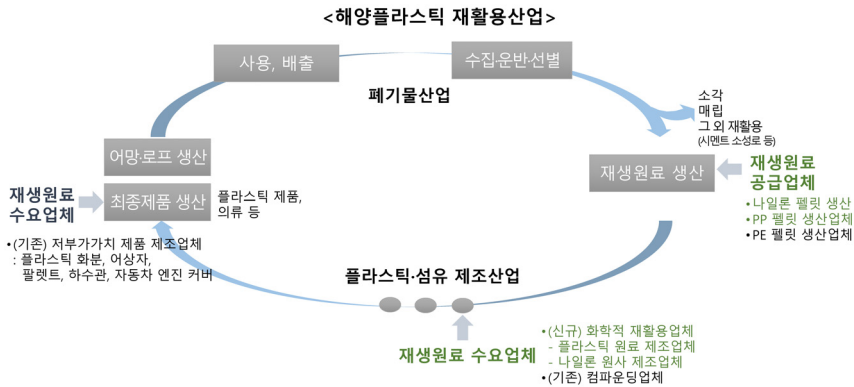
셋째, 폐기물은 수처리 과정에서 발생하는 폐수를 처리하는 시설을 갖추어야 하는데, 산업단지에 입주하지 못할 경우 폐수처리시설을 확보하기 어렵다. 하지만 농공단지를 포함한 대부분의 산업단지에서 폐기물처리업체를 받아주지 않아 공장 부지를 찾는 데 어려움이 있다.

2. 공급사슬 분석 개요

1) 분석 대상

본 연구에서 해양플라스틱 재활용산업은 폐기물산업과 플라스틱 또는 섬유 제조 산업을 연결한 산업을 말한다. 재활용¹⁰⁶⁾은 최종제품의 원료로 투입되는 재생원료를 생산하는 것을 의미한다.¹⁰⁷⁾ 따라서 두 산업을 연결하는 핵심 주체는 첫째, 폐기물산업에서 재생원료를 생산하여 공급하는 재활용업체이다. 둘째는 재생원료를 구매하는 플라스틱 원료 또는 원사 제조업체(또는 화학적 재활용업체), 플라스틱 복합재료를 생산하는 컴파운딩(compounding)업체, 저(低)부가가치 제품 생산업체이다. 본 연구에서는 새롭게 등장한 화학적 재활용업체와 재생원료 공급업체(기존, 물리적 재활용업체)를 분석 대상으로 하였다.

〈그림 4-6〉 해양플라스틱 재활용산업의 구조 및 공급사슬 분석 대상



주: 녹색은 해양플라스틱 재활용산업의 핵심 주체이자, 분석 대상임.
자료: 저자 작성

106) 재활용 방법으로는 재생원료 생산 외에도 시멘트 소성로 투입, 열분해 등이 있다.

107) 본 연구는 폐어망과 폐로프를 제품으로 재활용하여 시장에 다시 공급되는 순환 경제를 지향하므로 오일이나 나프타를 생산하는 열분해 방식의 화학적 재활용은 제외하였다.

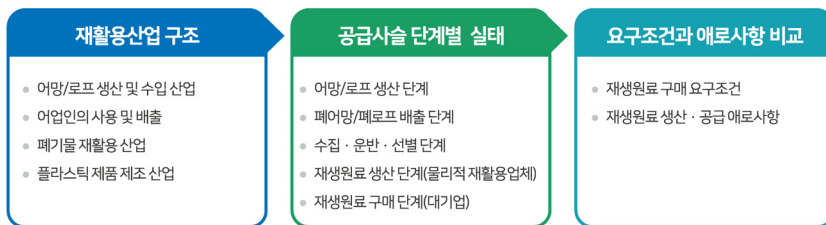
2) 분석 방법

공급사슬 분석은 나일론 어망과 PP 로프를 화학적으로 재활용(열분해 제외)하는 산업 생태계 구성에 필요한 문제점을 찾기 위해서 실시하였다. 이를 위해 먼저, 나일론 어망과 PP 로프를 재활용하는 산업과 연관된 전체 구조를 살펴보았다.

두 번째로, 공급사슬의 각 단계별로 실태를 파악하였다. 공급사슬의 단계는 어망과 로프의 생산 단계에서부터 시작하여 화학적 재활용업체의 재생원료 구매 단계까지 분석하였다. 화학적 재활용으로 생산된 원료는 순도가 높아서 기존 제품 원료와 동일하게 취급되기 때문이다.¹⁰⁸⁾ 재활용을 확대하기 위해서는 일반적으로 재활용 가능한 원료를 확보하는 것이 중요하다. 이에 본 연구에서는 폐기물 배출, 수집·운반·선별 단계를 집중적으로 분석하였다.

마지막으로, 재생원료 구매업체의 요구조건과 이를 수용하기 위한 공급업체의 애로사항을 비교 분석하였다. 수요업체와 공급업체 간 간극을 메워 공급사슬을 연결한다면 해양플라스틱 재활용산업은 확대될 것이다.

〈그림 4-7〉 공급사슬 분석 절차도



자료: 저자 작성

108) 재생원료의 품질이 신제(新製) 원료의 품질과 유사하여 신제와 동일하게 모든 제품의 원료로 사용할 수 있다. 따라서 기존에 형성된 산업 생태계에 의해서 생산, 유통되므로 별도로 분석하지 않는다.

제2절 공급사슬 단계별 분석

1. 나일론

1) 재활용산업 구조

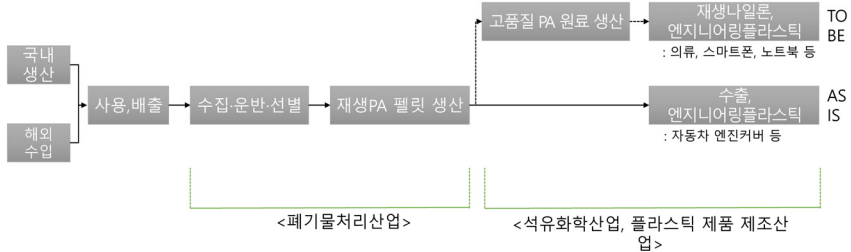
나일론(PA: Poly Amide)은 자망의 주요재질이다. 기존에는 자망에서 나일론을 선별·분리 후 파쇄하거나 압축한 뒤 수출하였으나 현재는 플레이크나 펠릿 형태로 공급한다. 재활용 나일론 원료는 수영복 등의 의류나 자동차 엔진커버 등으로 활용된다. 현재는 원료의 단가와 품질, 양 등의 측면에서 수요업체의 요구조건을 충분히 만족시키기 어려워 국내산 나일론 재생원료를 활용한 제품의 출시가 많지 않다.

국내에서 어망업체 19개 사(社)의 나일론·PE¹⁰⁹⁾ 어망의 생산량(발생량)은 18,566톤으로 추정된다. 한국해양플라스틱재활용사업공제조합(이하, 공제조합) 참여 업체 32개 사(社)의 2022년 나일론 어망 출고량은 5,739톤이며, 65%인 3,745톤이 회수된다. 또한 출고량 대비 30%, 회수량 대비 45%인 1,722톤을 재활용하고 있다.¹¹⁰⁾ 나일론 자망의 재활용을 높이기 위해 수요업체인 H사와의 논의 결과를 바탕으로 공급사슬 연결에 필요한 사항을 검토하고자 한다.

109) 나일론과 PE 각각 구분하여 추정 불가

110) 재활용사의 회수·재활용 양은 전체 양이 아닌 공제조합에 신고된 양이며, 회수량은 일부 누락되는 경우가 있음. 또한 2023년부터 종전의 폐기물부담금 제도에서 생산자책임재활용(EPR: Extended Producer Responsibility) 제도가 도입되므로 회수량·재활용량의 추세가 달라질 수 있음.

〈그림 4-8〉 나일론(PA)의 재활용산업 구조



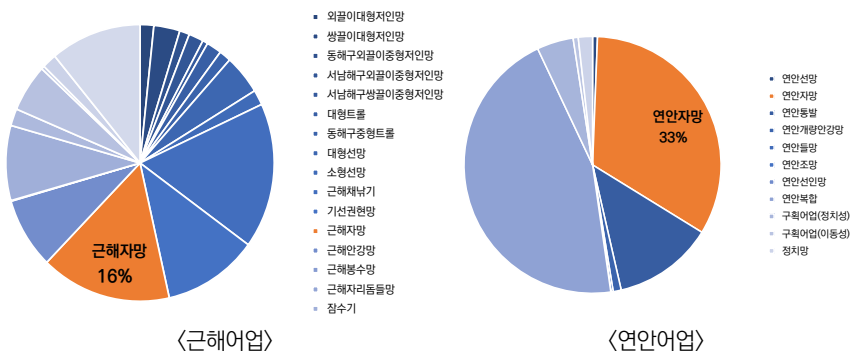
자료: 저자 작성

2) 공급사슬 단계별 실태

(1) 자망 생산 단계

국내 연근해어업 중 자망어업의 비중이 2022년 등록어선 기준 근해어업에서 16%(373척), 연안어업에서 33%(12,170척)을 차지한다. 이와 같이 자망어업은 연근해어업에서 큰 비중을 차지하고 있으므로 자망의 재활용 비중을 높임으로써 폐어구 재활용률을 크게 높일 수 있다.

〈그림 4-9〉 등록어선 척수 비중(2022)

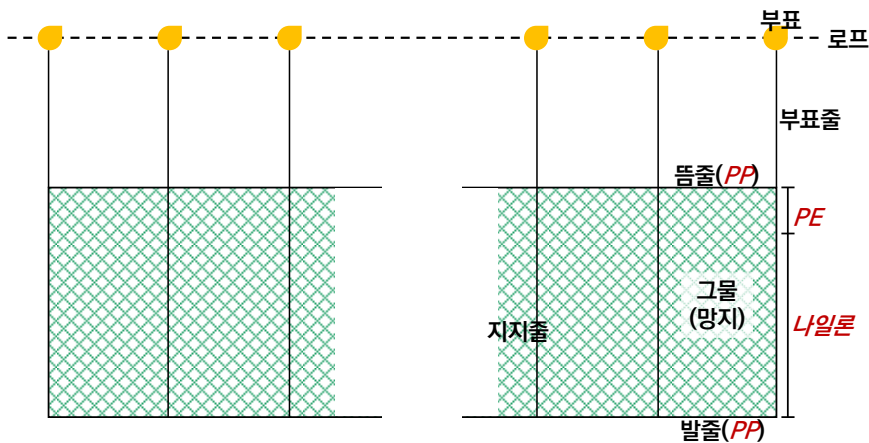


자료: 국가통계포털(검색일: 2023.8.9.) 자료를 바탕으로 저자 작성

자망 생산규모를 정확히 알기 어려우나 국내 어망어업 중 대다수가 자망 어업임을 고려하면 어망 생산규모에서 자망이 큰 비중을 차지할 것으로 볼 수 있다. 2023년 기준 공제조합 36개 제조업체 회원사 중 18개 업체가 어망을 제조하는데 이 중 2개 업체가 PE 어망을 제조하고, 나머지 업체는 나일론 어망을 제조한다.

자망은 그물(망지), 로프, 뜸, 낚 등으로 구성되며 그물의 주요재질이 나일론이다. <그림 4-10>의 초록색 부분이 그물인데, 그물의 상단부는 나일론이 아닌 PE 재질을 사용한다. 그물 상단부의 경우 장력이 크게 작용하기 때문에 두꺼운 실을 써야하므로, 나일론보다 상대적으로 단가가 저렴한 PE를 활용한다.

<그림 4-10> 자망 복합재질 개념도



자료: 저자 작성

(2) 폐자망 배출 단계

자망을 포함한 어망의 사용 연수는 1~2년으로, 수명이 다한 자망은 어업인이 직접 배출하는 것이 아니라 지구별 수협을 통해 배출하고 수협은 사

업장폐기물처리업체에 위탁한다. 어업인이 폐자망을 직접 사업장폐기물처리업체를 선정하여 위탁 처리하려면 먼저 사업장폐기물배출자로 신고해야 하는데, 「폐기물관리법 시행령」제2조제7호와 「폐기물관리법 시행규칙」제18조제1항제3호에 따라 사업장폐기물배출자는 ‘폐기물을 1일 평균 300킬로그램 이상 배출하는 자’여야 하므로 일반적으로 이를 만족하는 어업인이 드물기 때문이다.

폐자망이 배출되지 않고 바다에 유실·침적되는 경우, 수거비용이 발생할 뿐만 아니라 자망이 서로 엉기게 되어 재활용이 더욱 어려워지게 되므로 반드시 육상배출될 수 있도록 어업인과 지자체의 관심과 노력이 필요하다.

〈그림 4-11〉 수거한 침적쓰레기



자료: (좌) 저자 촬영; (우) 뉴스토마토(2021.5.28.)

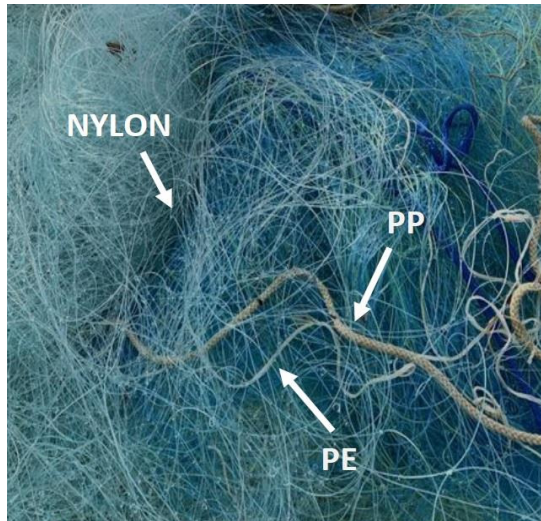
(3) 수집·운반·선별 단계

지구별 수협에서 선정한 업체를 통해 수집·운반·선별 과정을 거친다. 선별단계에서 수작업 또는 전문설비를 통해 엉긴 자망을 재질별로 분리한다. 자망의 부표줄, 뜰줄, 발줄, 닻줄 등 각종 로프(PP 소재)를 분리하고, 혼합 재질로 구성된 자망 그물 부분도 소재별로 분리해야 한다.

자망의 그물 부분이 나일론 단일소재가 아닌 나일론·PE·PP로 구성된 복합소재이기 때문에 나일론 재생원료를 만들기 위해 재질별 선별이 선행되어야 한다. 기존의 국내외 재활용업체는 사람이 직접 꼬인 실을 잘라가

며 재질별 분리를 했으므로 인건비가 많이 들고 대량생산이 어려워, 나일론 재생원료의 단가가 높게 책정되었다. 신규업체에서는 선별분리를 자동화할 수 있는 기술을 개발하여 인력투입을 줄임으로써 원료선별에 드는 비용과 시간을 줄이고, 고순도의 재생나일론 대량생산을 가능케 했다.

〈그림 4-12〉 자망 구성(나일론, PP, PE)



자료: 아시아경제(2022.6.16.)(검색일: 2022.8.9.)

(4) 재생원료 생산 단계 : 재활용업체

가. 업체 정보

폐자망 재활용업체는 폐자망을 파쇄 또는 압축하여 수출하는 기존업체와 폐자망에서 고순도 나일론 소재를 분리하여 대기업에 공급하는 신규업체가 있다. 기존업체는 전국에 20개소 이상 존재하며, 경남, 부산, 전남, 경기 등 전국에 분포한다. 신규업체는 1개 업체로, 폐어망 재활용을 전문으로 수행하며, 폐어망에서 PE, PP, 나일론 등 소재별 특성차를 고려한 독자적 기

술을 통해 고순도의 나일론을 회수하여 수요업체에 납품할 수 있다.

나. 재생원료 정보

기존의 국내 재활용업체가 생산하는 나일론 재생원료의 순도는 80% 수준이며, 신규업체는 선별·파분쇄·비중분리 공정에서 독자적 설비와 기술을 갖추어 90% 이상 수준의 나일론 재생원료를 생산하고 있다.

다. 애로사항

첫째, 자망 그물이 PE와 나일론 혼합재질로 이루어져 있어 재질 선별분리에 인건비와 시간이 많이 소모된다. 제품을 만들 때부터 재활용을 고려해서 단일재질로 만든다면 재생원료의 단가가 낮아지고, 재활용률도 높일 수 있다. 당장 나일론 단일재질 자망 생산이 어렵다면, 선별분리 수작업이 용이하도록 재질별 색깔을 달리하는 방법도 고려할 수 있다.

둘째, 위의 애로사항과 연결되어 나일론 재생원료의 단가가 수요업체의 조건과 맞추기 어렵다. 선별분리에 비용이 많이 들다 보니 우리나라보다 인건비가 낮은 중국, 베트남 등과 가격경쟁에서 밀리게 된다. 이 문제점을 개선하기 위하여 재질별 선별분리 기술개발이 필요하다.

셋째, 보관시설과 폐수처리시설 등 사업체 운영상 부담이 되는 시설 설비가 재활용 공정시설 외에 추가로 필요하다. 배출된 폐자망을 재활용 전까지 보관할 충분한 규모의 시설과 폐자망을 재생원료로 만드는 과정에서 염분과 해조류·패각 등 유기물 제거를 위한 세척 공정에서 발생하는 폐수를 처리할 시설이 필요한데, 영세한 규모의 재활용업체 입장에서는 비용부담이 생긴다. 중간집하시설의 경우, 취지는 공감하나 가격·물량 등 재활용업체에 배포하는 방식이 어떻게 규정될지 우려가 있다.

(5) 재생원료 구매 단계 : 고품질 재생나일론 제조업체

페어망 재활용을 통해 재생 나일론을 제조하는 섬유대기업 H사의 요구 조건을 살펴보았다.

가. 재생나일론 사업 현황

H사는 재생섬유 제품군으로 스판덱스, 나일론, 폴리에스터 등을 취급하며, 월 300톤 규모의 재생나일론 생산 설비를 갖추고 있다. 재생나일론 제품 중 페어망을 해중합하여 제조하는 브랜드가 있으며, 원료는 중국에서 수입한다.

나. 요구조건

고순도의 재생원료 공급이 필요하다. H사의 제조공정인 해중합 방식은 열분해 방식보다 환경오염을 덜 시키지만, 고순도의 원료를 투입해야 하므로 순도 95~97% 수준의 재생나일론 원료가 공급되어야 한다. 순도가 낮다면 그만큼 단가도 낮아져야 H사에서 자체적으로 공정을 추가하더라도 국내 원료를 쓸 요인이 된다.

다. 건의사항

첫째, 흰색 어망 보급·사용이 필요하다. 바닷물 색과 비슷하다는 이유와 풍어와 관련한 어업인 인식상 국내에서는 녹색 어망을 압도적으로 많이 사용하는데, 재활용 관점에서는 유색 어망보다 흰색 어망이 유리하다. 그러나 이는 경제적 이익과 관련한 인식에 기인한 현상이기 때문에, 흰색 어망 사용을 유도하는 제도에 어업인들의 반발이 있을 수 있다.

둘째, 국내 재활용 확대를 위해 분리선별 전처리 비용을 낮춰야 한다. 국내에서 수작업으로 분리선별하기 위해서는 비용이 많이 소요되기 때문에 동남아에 수출하여 소재별로 분리하는 실정이다. 이와 같은 문제점을 개선

하기 위해 사람에 의한 분리선별과 기술개발 측면의 방안을 고려해 볼 수 있다. 사람에 의한 분리선별이란 노인 일자리 창출과 광역 전처리시설 확충 등을 의미하며, 기술개발은 폐어망을 분리선별할 수 있는 장비 기술개발을 뜻한다.

셋째, 충분한 양의 폐어망이 공급되어야 한다. 해중합 1회 방사에 75~300톤의 폐어망이 필요하나 현재 국내에서는 재생원료 공급이 수요를 따라오지 못한다. 해외 원료만 사용한다면 수거량 예측이 어려워 원료공급 계획이 불안정하다는 단점이 있으므로 국내 원료를 공급받을 필요가 있으나 현재로서는 지속적이고 안정적인 공급이 어렵다.

넷째, 폐어망 활용 재생섬유에 대한 국민인식 개선이 필요하다. 일반 섬유 대비 재생섬유 제품이 품질은 낮고, 가격은 비싸다는 점을 국민이 감안하고 사용하기 위해서는 폐어망 재활용에 대한 국민인식 증진이 필요하다. 폐어망으로 섬유를 만든다는 사실을 홍보하는 한편, 원료원산지를 확인할 수 있게 한다면 국내 쓰레기 저감에 기여한다는 의미를 부여할 수 있어 소비자 구매 의욕을 높일 수 있다.

(6) 최종제품 제작·판매 단계

가. 기존 방식

국내 나일론 재생원료 수요와 공급 측면에서 순도와 단가 조건이 서로 일치하지 않아 폐자망을 파쇄, 압축하여 수출하는 경우가 많았다. 또한 국내에서 재생 나일론을 활용한 제품이 많지 않아 공방 수준에서 제조하는 경우는 있으나 산업화가 되지 않았다.

나. 신규 방식

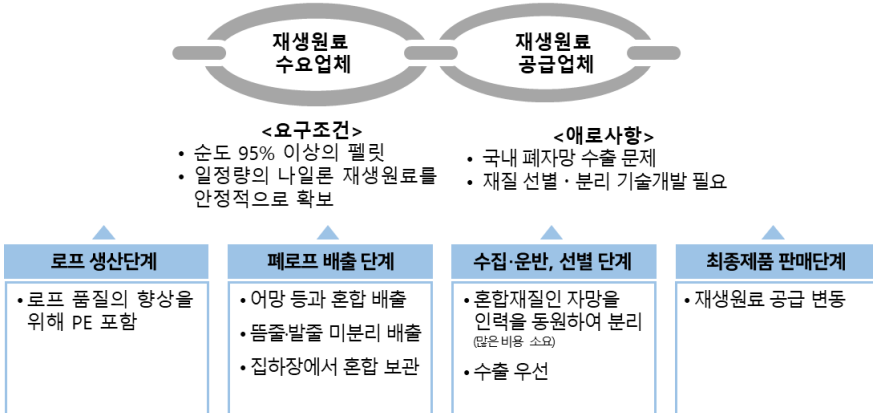
페어망 추출 재생나일론 원사 브랜드가 운영되고 있으나 국내 페어망이 아닌 해외 페어망을 수입하여 재생나일론 원사를 제조한다. H사의 경우, 국내 페어망 공급이 원활하게 된다면 프리미엄 라인을 출시할 계획이 있다. 한편 나일론 소재는 자동차, 전자부품 소재로 활용되는 엔지니어링 플라스틱에서 큰 비중을 차지한다. 재생 나일론의 품질이 높은 경우 엔지니어링 플라스틱으로 활용할 수 있다.

3) 요구조건과 애로사항

나일론 재생원료 수요업체의 요구조건과 공급업체의 애로사항을 비교하면 <그림 4-13>과 같다. 수요업체는 순도 95% 이상의 재생원료를 안정적으로 일정하게 확보할 수 있기를 원한다. 그러나 공급업체는 폐자망의 확보와 재질별 선별에서 큰 어려움을 겪고 있다.

생산 단계에서 자망의 그물이 나일론 단일재질이 아닌 나일론, PE 등의 혼합재질이기에 때문에 재활용을 하려면 두 재질을 수작업으로 분리해야 하는 데다가, 육안으로 구분이 쉽지 않기 때문에 분리가 어려워 자망 재활용 측면에서 난관이 된다. 배출 단계에서 재질이 다른 어망과 혼합 배출되거나 보관 시 혼합되는 경우가 있고, 자망의 뜸줄과 발줄을 분리하지 않고 배출하는 경우 이 또한 선별 비용의 증가로 이어진다. 또한 수거업체가 기존 판로를 유지하려는 성향상 폐자망을 국내 재생원료 공급업체에 판매하기 전에 수출을 하는 경우가 많아 안정적인 폐자망 확보가 어렵다. 이로 인해 최종제품인 나일론 재생원료의 공급 예측이 어려워 수요업체가 제품 생산 계획에 어려움을 겪는다.

〈그림 4-13〉 나일론 재생원료 수요와 공급 상황



자료: 저자 작성

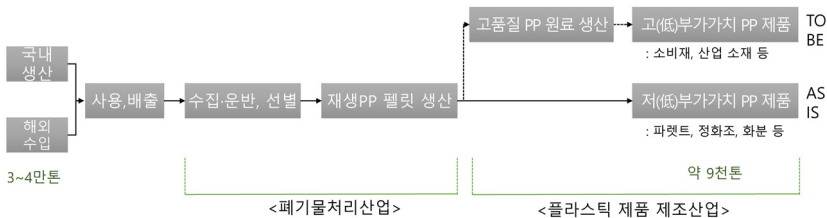
2. 폴리프로필렌(PP)

1) 산업 구조

폴리프로필렌(이하, PP)는 로프의 주요 재질이다. 기존에는 로프를 분리·선별, 파쇄, 용융 등의 과정을 거쳐 펠릿화한 후 파렛트, 정화조, 화분 등을 생산하는 원료로 공급하였다. 염분을 완벽히 제거하지 못하여 로프로 생산된 펠릿은 품질이 좋지 않기 때문에 저부가가치 제품의 원료로 쓰였던 것이다. 하지만 향후에는 페로프를 활용하여 고부가가치 제품의 생산도 가능해질 것이다. 대기업인 S사는 2025년에 재생PP 공장을 완공할 계획이며, 재생PP를 생산할 원료물질로 육상 플라스틱과 함께 페로프도 검토하고 있다. 고부가가치 PP 제품은 소비재나 산업소재로 활용될 것이며, 로프로 다시 제작되지는 않는다. 즉, 우리나라에서 페로프는 로프로 다시 재활용되지 않고, 다른 제품으로 재활용된다.

국내 생산 또는 수입되는 로프는 연간 약 3~4만 톤이며, 이 중 재활용되는 양은 연간 약 9천 톤에 불과하여 재활용률은 20~30% 수준이다. 따라서 로프의 재활용률을 높이기 위한 노력이 필요한 상황이며, 새로운 수요처인 S사를 통해서 이를 실현할 수 있을 것이다. 이에, S사를 통한 고부가가치 제품 생산 공급사슬 연결에 필요한 사항을 검토하고자 한다.

〈그림 4-14〉 폴리프로필렌(PP)의 재활용산업 구조



자료: 저자 작성

2) 공급사슬 단계별 실태

(1) 로프 생산 단계

어업용 로프는 국내 생산이 대부분이며, 일부 해외에서 수입되고 있으나 양이 많지는 않다. 국내에는 20개소 이상의 로프 생산업체가 존재하며, PP, 나일론, PET 로프를 생산한다. 정확한 통계는 집계되지 않나, 대략PP 로프가 2/3 이상을 차지한다. PP 로프를 제작하는 원사를 방사할 때 PE를 혼합하는데, PE의 함량비는 그 소량에서 30%까지 제조업체에 따라서 차이가 있다. 최근, 나일론 로프를 가격이 저렴하면서도 품질이 좋은 PET 소재가 대체하고 있다.

즉, 우리나라에서 생산되는 로프의 주재료는 PP이고, 그 외 PE, PET,

나일론이 혼입되어 있다. 반면, 중국산 등 저렴한 수입 로프의 경우에는 나일론이나 PET가 함유되지 않은 순수 PP 재질¹¹¹⁾의 로프도 있다. 즉, 로프의 품질 면에서는 국내 제품이 우수하나, 재활용 측면에서는 불리한 조건이다.

(2) 페로프 배출 단계

어업인의 로프 사용 연수는 6개월에서 2년 정도이며, 어업인이 배출자로서 처리하는 시스템은 갖추어져 있지 않다. 일반적으로는 지구별 수협이나 지자체가 어업인이 육상에 배출한 로프를 모아서 배출한다. 바다로 유실·투기된 침적 로프는 해양환경공단, 어촌어항공단 등이 수거하여 처리한다.

재활용을 위해서는 육상 배출이 중요하다. 침적폐기물 중 로프의 비중을 26%¹¹²⁾로 가정한다면, 연간 약 6천 톤¹¹³⁾ 수준이다. 이를 볼 때 어업인이 사용 후 폐기하는 로프의 상당량은 육상으로 배출되는 것으로 보인다. 침적 로프는 오염도가 심하고, 어망과 엉겨서 분리·선별이 힘들기 때문이다.

(3) 수집·운반·선별 단계

일부 지역에는 가치가 있는 깨끗한 로프를 가져가는 수거업체가 존재하나, 일반적으로 지자체, 지구별 수협에서 선정한 수집·운반업체가 운반한다. 이들 업체는 수거한 페어망, 로프 등을 인력을 동원하여 분리한 후 재활용업체에게 판매하는데, 이때 인건비가 많이 소요된다. 페어망과 로프가 심하게 섞여 있는 경우 분리하기 까다로워 파쇄하여 소각업체나 시멘트 소성로로 보낸다.

111) 폴리에틸렌(PE)의 함유비가 매우 낮아서 순수 PP 재질로 표현하였다.

112) 한국어촌어항공단의 연안어장 환경개선사업(2017) 사업결과 및 정산보고서에서 도출된 수치이다.

113) 2013~2022년 침적쓰레기 수거량은 연 평균 23,254톤이다. 해양환경정보포털(검색일: 2023.7.21.)

(4) 재생원료 생산 단계 : 재활용업체

가. 업체 정보

페어망 및 로프 재활용업은 저부가가치 제품 생산업체에 재생원료를 공급하는 기존업체와 대기업에 공급하는 신규업체로 구분된다. 기존 재활용업체는 전국에 20개소 이상이 존재하며, 대부분 영세하다. 이들 업체는 로프를 단독으로 처리하기보다는 육상에서 발생하는 폐기물도 함께 취급한다. 소재지는 경북, 경남, 부산, 전남, 경기, 충남 등 전국에 위치하고 있다.

신규 업체는 현재 2곳이 있으며, 페로프와 페어망만을 전문으로 재활용한다. 해양플라스틱 문제가 사회적 이슈가 되면서 대기업이 해양플라스틱 재활용 사업에 관심을 보이고 있기 때문이다.

나. 재생원료 정보

현장조사 결과, 국내 재활용업체가 생산하는 PP 재생원료의 순도는 80% 이상일 것으로 예상된다. 고품질의 로프만을 취급하는 재활용업체는 순도가 상대적으로 높고, 다양한 배출처로부터 로프를 확보하는 업체의 순도는 상대적으로 낮다. 기존 업체에서 생산한 PP 재생원료는 페로프 외에 육상플라스틱도 투입된 것이다.¹¹⁴⁾ 반면, 신규업체가 생산한 PP 재생원료는 페로프 등 해양플라스틱을 원료로 생산된 것이다. 그리고 비중분리 공정, 다중초음파 처리 공정 등을 추가하여 고품질의 재생원료를 생산한다.

재활용업체들은 과거에 비해 PP 함량비가 높은 페로프를 구하기 어려워졌다고 말한다. 따라서 재생원료 순도를 유지하기 위해서는 고품질의 페로프를 확보하는 것이 중요해 보인다.

114) 페로프와 육상플라스틱의 투입비율은 재활용업체로 반입되는 폐기물의 종류와 양에 따라서 달라진다.

다. 애로사항

페로프 재활용업체는 순도 80% 이상의 높은 순도의 PP 재생원료를 생산하고 있다. 다만, 육상폐기물을 투입하지 않고 페로프만으로 PP 재생원료를 생산하기에는 페로프 물량이 부족하다. 혼합 배출된 페로프의 분리는 기계가 할 수 없고, 인력을 동원해야 하기 때문에 인건비가 많이 소요된다. 순도를 맞추면서 사업성을 확보하기 위해서는 오염도가 낮은 깨끗한 페로프, 특히 해조류·어류 등 유기물이 부착되지 않은 페로프의 확보가 필수적이다.

둘째, 로프의 재활용률을 높이려면 PET를 분리하는 기술개발이 필요하다. 로프 제조업체에서 품질 향상을 목적으로 PET를 투입하는데, 현재는 분리 기술이 없어서 전량 소각 처리하고 있는 상황이다.

그리고 재활용업을 경영하는 데 있어 폐수처리시설과 보관시설 확충에 어려움이 있다. 보관시설은 해양폐기물을 취급하는 재활용업체는 어쩔 수 없이 겪는 어려움이다. 페로프 등 해양플라스틱은 연중 일정 물량이 배출되는 것이 아니라, 특정 시기에 집중되는 특성이 있기 때문이다. 최대 배출시기를 기준으로 보관시설을 설치하면 평상시에는 유희시설이 되고, 평상시 물량을 계산하여 보관시설을 설치하면 집중 배출시기에는 페로프를 야적해야 한다. 재활용업체는 비용상 문제로 평상시 물량을 기준으로 보관시설을 설치하기 때문에 민원이나 과태료 발생으로 인한 고충을 토로한다.

폐수처리시설의 경우 산업단지에 입주한다면 해결되는 문제이다. 하지만 대부분의 산업단지와 농공단지는 악취, 미관상 등의 이유로 폐기물재활용업체를 입주 대상 기업에서 배제한다. 폐기물처리업체가 단독으로 폐수처리시설을 설치할 수 없기 때문에 세척 공정을 제외한다.¹¹⁵⁾ 하지만 고품질

115) 폐기물을 세척한 오염수를 처리하여 100% 순환시키는 설치를 설치할 수 있으나, 기존 영세 재활용업체들에게 설치비 투자가 어려운 것이 현실이다.

을 높이기 위해서는 세척 공정이 필요하다.

(5) 재생원료 구매 단계 : 고품질 재생PP 제조업체

페로프, 종패어망 등 PP 재질의 해양플라스틱으로 생산된 PP 재생원료는 기존에는 플라스틱 화분, 파렛트, 하수관 또는 하수관의 연결구 등 저부가가치 제품의 생산업체¹¹⁶⁾에서 구매하였다. 최근에는 대기업인 S사는 고순도 재생PP 사업을 추진하겠다고 밝혔다. 여기서는 해양플라스틱의 재활용산업을 고부가가치화하기 위하여 S사의 요구조건을 살펴보고자 한다.

가. 고순도 재생PP 사업 현황

S사는 연간 8만 톤의 원료물질을 투입하여 6만 톤의 고순도 PP를 생산하는 공장을 2025년 하반기부터 상업 가동할 예정이다. S사는 솔벤트를 용매로 활용하여 폐플라스틱에서 오염물질, 냄새, 색을 제거한 초고순도 재생 PP¹¹⁷⁾를 추출하는 화학적 재활용 기술을 보유하고 있다. 생산된 재생 PP는 버진(virgin) PP와 동일하게 자동차 내장재, 가전제품, 식품 포장용기, 장난감, 생활용품의 원료로 사용될 것이다.

나. 요구조건

S사는 나일론, PE, PET, 염소(cl), 흙 등 각종 불순물이 약 15% 미만의 순도를 가진 PP 재생원료를 공급받길 요구한다. 가동에 필요한 최소물량의 조건은 없으며, 일정량을 안정적으로 공급받길 원한다. 안정적 원료 확보를 위해 해양플라스틱 재활용업체 정보를 수집하고 있다.

116) 기존업체는 페로프로 생산된 PP 펠릿을 압축 성형하여 제품을 만드는 방식의 물리적 재활용을 한다.

117) 고순도 재생PP는 버진(virgin) 플라스틱의 특성, 색, 식품접촉등급(Food-contact grade)을 가지면서도 버진(virgin) PP에 비해서 탄소 저감효과도 있다. 전과정평가(Life Cycle Assessment: LCA) 결과에 따르면 버진 플라스틱에 비해 탄소배출량은 70~80% 수준이라고 한다.

(6) 최종제품 제작·판매 단계

가. (기존) 저(低)부가가치 제품

저부가가치 제품인 플라스틱 화분, 하수관, 파렛트 등은 해양플라스틱 재활용으로 특화된 것이 아니다. 해양플라스틱을 재활용하였다는 점이 제품을 구매하는 기업이나 소비자에게 매력적이지 않다. 또한 해양플라스틱으로 재활용하여 제품화하였다는 것을 입증할 수도 없는 상황이다.

파렛트, 화분은 경기에 민감하고, 하수관 역시 매년 일정한 수요가 발생하는 것이 아니어서 PP 재생원료 수요는 일정하지 않고 변동한다.

나. (신규) 고(高)부가가치 제품

고부가가치 제품은 자동차 내장재, 가전제품 부품, 식품포장용기, 장난감, 재활용품 등 활용도가 매우 다양하다. 따라서 특정 산업의 경기를 타지 않고 일정한 수요를 확보할 수 있다는 장점이 있다. 아직 페로프로 고순도 재생PP를 생산하지는 않기 때문에 수요처가 확보된 상황은 아니지만, 전 세계적으로 해양플라스틱으로 생산된 재생원료에 대한 수요가 존재하여 시장 전망은 밝은 편이다.

현재 해양플라스틱을 재활용한 특화된 재생PP 생산 계획은 없지만, 사업성이 있을 경우 해양플라스틱으로 생산된 프리미엄 제품 제작도 가능하다.

3) 요구조건과 애로사항

해양플라스틱 재활용산업의 핵심 주체인 PP 재생원료 수요업체와 공급업체 간의 격차를 확인하면 아래 그림과 같다.¹¹⁸⁾ 즉, 고부가가치 제품을

118) PP 재생원료 수요업체의 요구조건은 신규로 재활용사업을 시작하는 고순도 재생PP 생산업체를 대상으로 분석하였다. 기존 저부가가치 제품을 생산하는 업체는 본 연구에서는 분석 대상에서 제외하였다.

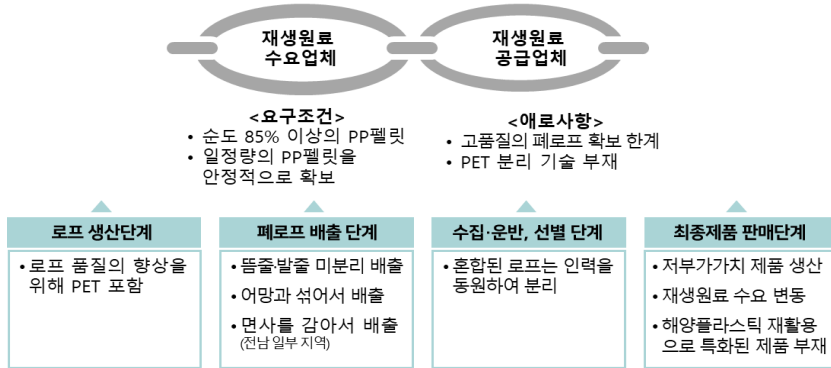
생산하는 수요업체는 순도 85% 이상의 PP재생원료(펠릿)를 안정적으로 매년 공급받기를 희망한다. 하지만 PP 재생원료를 공급하는 재활용업체는 깨끗한 폐로프를 확보하는 데 어려움을 겪고 있다. 최근, PET가 추가된 로프 생산이 증가하면서 재활용하지 못하고 소각 처리하는 폐로프 양이 증가하고 있다. 현재 기술로는 PET와 PP를 분리할 수 없기 때문이다.

고품질의 폐로프의 확보가 어려운 것은 폐로프 배출단계, 수집·운반·선별 단계에서 나타나는 문제 때문이다. 배출단계에서 어업인은 어망 등 기타 해양폐기물과 혼합 배출하는 경우가 있다. 또는 어업인은 분리 배출하였는데, 지자체나 지구별 수협에서 집하장에 다른 폐기물과 섞어서 보관하더라도 문제가 된다. 혼합 배출된 폐로프를 폐기물 수집·운반업체가 분리 선별하려면 많은 인건비가 소요된다. 이는 주된 PP 재생원료 단가의 요인이므로 반드시 해소되어야 할 것이다. 양식어업, 정치망어업, 연·근해어업에서 사용하는 어망은 뜰줄과 연결되어 있는데, 어업인이 이를 분리하지 않고 배출하는 것도 선별 비용을 상승시켜 재활용을 사업성을 축소하는 요인이다. 일부 지역에서는 어업인이 로프에 면사를 감아서 사용하는데, 이러한 로프는 재활용을 할 수 없다.

현재, PP 재생원료는 저부가가치 제품의 원료로 공급되는데, 재활용률을 확대하여 고부가가치 제품의 원료로 공급하여야 할 것이다. 그리고 다양한 제품의 원료로 공급하여 수요 변동을 제거할 필요가 있다. 그리고 가능하다면 해양플라스틱 재활용으로 특화된 제품을 만들 필요가 있다.

이유는 첫째, 재활용 생태계가 구축되어 있다는 점, 둘째, 해양플라스틱 재활용산업을 고부가가치 산업을 육성하기 위한 방안을 연구하기 위해서이다.

〈그림 4-15〉 PP 재생원료 수요업체의 요구조건과 공급업체의 애로사항



자료: 저자 작성

제3절 종합 분석

1. 공급사슬 단계별 요약

어망과 로프의 주 재질인 나일론과 PP의 공급사슬 분석 결과를 종합하면 아래 표¹¹⁹⁾와 같다. 공급사슬은 최종제품 생산을 위해선 재생원료를 구매하는 업체와 이를 공급하는 업체를 중심으로 하되, 폐어망과 로프로 재생원료를 생산하는 단계를 세분화하여 살펴보았다. 해양플라스틱 재활용산업을 확대하려면 재생원료 수요업체의 요구조건을 충족시켜야 하므로, 단계별 분석 결과는 공급사슬의 역순으로 정리하였다.

119) 본 연구는 폐어망과 페로프를 재활용하여 최종제품을 생산하는 산업을 육성하는 데 목적이 있으므로, 최종제품 생산·판매 단계로 시작하여 공급사슬 단계별로 중요한 사항을 정리하였다.

1) 최종제품 생산·판매 단계 : 고부가가치 제품 생산 가능

페어망과 로프의 주요 재질인 나일론과 PP는 물리적 재활용을 통해서 자동차 엔진커버, 화분, 파렛트, 하수도관 등 저부가가치 제품을 생산하는 공급사슬이 형성되어 있었다. 다만, 경기에 영향을 받는 편이어서 페어망 발생량과 재생원료 구매량 간 격차 발생으로 재생원료 재고가 발생하기도 한다. 최근에는 해중합(depolymerazation), 정제(purification), 열분해(pyrolysis) 등 화학적 기술력을 갖춘 대기업이 재활용산업에 진입하면서 페어망 및 로프의 재활용 확대가 가능해졌다. 이는 연간 생산량의 20% 수준 불과한 페어망과 로프 재활용률의 확대가 가능해졌음을 의미한다.

2) 재생원료 구매단계 : 고(高)순도 재생원료 요구

본 연구에서는 화학적 재활용 중에서도 제품 제조를 위한 원료 생산이 가능한 해중합과 정제를 중심으로 요구조건을 살펴보았다.¹²⁰⁾ 나일론 페어망이나 PP 로프를 화학적 재활용¹²¹⁾하고자 하는 기업은 상대적으로 높은 수준은 재생원료 순도를 요구하였다. PP 펠릿을 구매하는 업체는 솔벤트를 첨가하여 정제하는 방식으로 고순도 PP를 생산한다. 재생나일론 원사 제조 업체는 고품질의 원사를 생산하기 때문에 약 95% 수준의 높은 순도를 요구한다. 재생원료의 순도를 맞추지 못한다면 처리 공정을 추가해야 하므로 재활용업체가 공급하는 재생원료의 공급가액이 낮아야 한다.

3) 재생원료 생산단계 : 고품질의 페어망, 로프 확보 곤란

국내 재활용업체는 상대적으로 낮은 순도를 요구하는 PP의 순도는 맞출

120) 열분해는 페플라스틱을 오일, 가스, 수소 등으로 분해하는 기술로써 제품을 생산하는 재활용이 불가하다.

121) 해양수산부는 물질 재활용 확대를 목표로 하고 있으므로 오일, 가스를 생산하는 열분해 방식은 제외한다.

수 있으나, 오염도가 적은 고품질의 폐로프를 확보하기 어려운 상황이다. 재활용업체의 재생원료 공급 물량은 저부가가치 제품을 생산하는 원료를 공급할 수 있는 수준이며, 화학적 재활용하는 대기업에 재생원료를 공급하기 위해서는 폐로프를 추가적으로 확보하여야 한다. 재생원료의 공급가액을 높이지 않으면서 물량을 확대하기 위해서는 고품질의 로프의 공급처를 추가적으로 찾아야 하는 상황이다.

4) 폐어망·로프 수집·운반·선별 단계 : 전문 수거업체 존재

현재 폐어망과 로프 수거는 전문업체가 부산, 경남, 전남 일대를 돌면서 일부 어업인을 대상으로 이루어지고 있으므로,¹²²⁾ 폐로프 공급처를 확대할 여력이 있어 보인다. 지자체나 수협에서 배출하는 해양플라스틱의 분리·선별을 강화한다면 PP 로프나 나일론 어망의 공급물량이 크게 확대될 것이다. 지자체나 수협에서 배출하는 폐어망과 로프가 많음에도 불구하고 현재 재활용업체는 취급하지 않는다. 지자체나 수협은 다른 해양플라스틱과 혼합하여 배출하기 때문에 분리·선별 비용이 많이 소요되어 경영 수지에 맞지 않는 것이다. 그리고 PP로프에서 PET를 분리하는 기술개발을 한다면 PP 로프 공급물량을 늘릴 수 있다. 로프의 품질 향상을 위해 생산단계에서 PET 첨가하는데, 재활용업체에서는 이를 분리하지 못하여 소각하고 있다.

5) 폐어망·로프 배출단계 : 지자체, 수협, 어업인의 분리배출 미흡

순도 향상과 공급가액 저하는 폐어망의 배출체계를 통해서 어느 정도 가능하다. 지자체 및 수협의 해양플라스틱 분리 배출 관행을 정착시킴으로써 품질 좋은 폐어망을 늘릴 수 있을 것이다. 어망은 PP 재질의 발줄과 뜰줄

122) 고물상과 유사한 방식으로 폐로프와 폐어망을 수거한다.

을 망지에 연결하여 조립하기 때문에, 폐기 시 어업인이 분리하여 배출하도록 유도할 필요가 있다. 그렇지 않을 경우 공공에서 발출과 뜯출, 그 외 뜯, 납, 추 등 어망 부속품을 분리한다면 재활용업체의 처리 단가를 낮출 수 있을 것이다. 더불어서 생산단계에서 재질을 단일화하는 등 재활용성을 높이는 방안도 필요해 보인다.

〈표 4-2〉 페어망·페로프 재활용산업 공급사슬 분석 결과 요약

단계		나일론 어망	PP(폴리프로필렌) 로프
최종제품 생산·판매단계		• (기존) 자동차 엔진커버 • (신규) 의류, 스마트폰, 노트북 등 고부가가치 제품 생산 가능	• (기존) 화분, 파렛트, 하수관 등 • (신규) 버진 PP와 동일한 고부가가치 제품 생산 가능
		• (문제점) 해양플라스틱 재활용 제품에 대한 소비자의 인식 부족	
핵심 단계	원료 구매단계	• (요구조건) 약 95% 순도의 펠릿 • (처리방법) - 신규 : 원료를 해외 수입하여 해중합 기술 통해 재생원료 생산	• (요구조건) 약 85% 순도의 펠릿 • (처리방법) - 기존 : 압출 성형하는 물리적 재활용 - 신규 : 고순도 재생PP를 추출하는 화학적 재활용
	재생원료 생산단계	• (원료 품질) 90% 이상의 펠릿 생산 가능 • (애로사항) 폐자망의 안정적인 확보	• (원료 품질) 80% 이상의 펠릿 생산 가능 • (애로사항) PET 분리 기술 부재, 양질의 재활용 원료 확보
		• (기업 운영상 애로사항) - 일시에 집중 발생하는 해양플라스틱 특성 상 보관시설의 용량이 부족하여 야외에 보관하는 시기가 필연적으로 발생	
수집·운반·선별단계 (수출 포함)		• 혼합 배출된 경우에는 인력을 동원하여 로프, 어망과 기타 해양플라스틱을 분리하기 때문에 인건비가 많이 소요(재생원료 단가 상승의 주 요인) • 단일 로프, 어망은 순도가 동일하므로, 로프와 어망을 분쇄하지 않은 온전한 상태로 분리·선별되어야 재활용이 가능	• 폐자망을 국내 재활용업체에 공급하기 전에 수출하는 경우가 많은 편
			• 어업인이 배출하는 로프를 수거하는 전문업체가 일부 지역에 존재
배출단계		• 발출·뜯출(PP 재질)을 망지(PE, 나일론)와 분리하지 않고 배출 • 지자체, 지구별 수협은 배출 시 또는 집하장 보관 시 다른 해양플라스틱과 혼합	
생산단계		• 나일론, PE, PP 재질 혼합	• 로프의 약 2/3는 PP, PET 증가

자료: 저자 작성

2. 공급사슬 문제점

해양플라스틱 재활용산업의 공급사슬 분석을 통해서 확인된 핵심 문제점은 재활용 가능한 페어망·페로프 물량을 확보하기 어렵다는 점이다. 이를 공급사슬 단계별로 정리하였다. 그리고 산업이 형성되는 태동기에서 발생하는 산업기반 부족으로 인한 문제점을 정리하였다.

1) 재활용 가능한 페어망·페로프 부족

해양플라스틱 재활용산업 발전을 저해하는 핵심적인 문제는 원료물질인 페어망과 페로프의 확보가 어렵다는 것이다. 이를 해결하려면 생산에서 재생원료 생산 전 단계인 선별에 이르는 전 과정을 다뤄야 한다. 공급사슬 분석을 통해 확인한 단계별 문제점은 아래와 같다.

(1) 어망·로프 생산

재활용을 용이하게 하려면, 재질이 단순하거나 재질 구분이나 분리가 손쉽도록 디자인되어야 한다. 하지만 나일론 어망과 PP 로프는 기능 개선을 위해서 재질을 다양화하였고,¹²³⁾ 이 과정에서 재활용성에 대한 고려가 되지 않아 분리가 어렵다는 한계를 확인할 수 있었다. 따라서 어망이나 로프의 재활용률을 높이려면 생산단계에서부터 재질과 디자인의 개선이 필요하다.

이는 유럽연합의 ‘어구의 순환 설계 연구’에서도 확인되었다. 연구에 따르면 어구의 재활용성을 높이기 위해서는 재료의 다양성과 혼합 재료의 사용을 줄여야 한다고 지적하였다.

123) 나일론 어망은 망지에 나일론 외에 PE 재질을 혼입하고, PP 로프는 PET를 추가한다.

(2) 분리 배출 미흡

어망을 재활용하기 위해서는 육상폐기물과 동일하게 육상의 지정된 장소에 오염물질을 제거한 후 분리 배출하여야 한다. 하지만 어망이나 로프는 분리 배출할 장소가 부족한 것이 현실이며, 어업인 역시 어구의 분리 배출에 대한 인식이 낮다는 문제가 있다. 특히, 바다로 유실·투기 후 수거된 폐어망이나 로프는 오염도가 높고 뒤엉켜 있어서 이를 처리하는 데 비용이 많이 소요된다. 따라서 어구의 유실·투기를 줄이고, 육상에서의 분리 배출 문화를 정착시키는 노력이 필요하다. 배출 문화를 개선하려면 어업인들이 편하게 배출할 수 있도록 시설을 확충하고 시스템을 갖추는 것이 중요하다. 이는 생활폐기물이나 폐비닐 등 농업폐기물 배출 문화 정착을 위한 노력의 예시로 참고할 만하다.

(3) 수집·운반 체계 부재

폐어망·폐로프에 적합한 수집·운반 체계가 부재하다. 육상 분리 배출문화를 정착시키기 위해서는 배출된 폐어망이나 폐로프를 적절하게 수집·운반하는 것이다. 그렇지 않을 경우 악취와 경관 훼손 등으로 인한 민원 대상이 되고, 생활쓰레기가 혼입될 가능성이 크다. 더 나아가 민원 등의 우려로 해상 폐기 사례가 늘 수 있다.

폐어망과 폐로프의 수집·운반이 어려운 면은 발생지인 어항이 도심에서 이격되고 산재되어 있다는 점이다. 그리고 발생량이 25톤 규모의 집게차를 운행할 정도로 많지 않으며, 발생시기가 일정하지 않다는 점이다. 이러한 점을 고려하여 비정기적 소규모 수집·운반 차량 운행이 필요해 보인다.

(4) 전문 인력에 의존한 선별

재질별 선별 작업은 분리 경험 많은 전문성을 갖춘 자가 수행한다. 주로 민간 수거업자가 선별하는 것으로 확인되었다. 일부 재활용업체의 경우 인력을 동원하여 엉켜 있는 어망이나 로프를 절단하여 분리하는 작업을 한다. 이로 인해 선별 비용이 많이 소요되고, 일부만을 선별할 수 있어 재활용률을 낮추는 원인이 되고 있다.

다만 최근에는 비중 분리, 다중 초음파 처리 등 기술력을 갖춘 신생업체가 등장하면서 선별 공정의 자동화가 이루어지고 있다. 이를 통해 비용 절감과 보다 전문화된 재질별 선별이 가능해진다는 점에서 고무적이다.

2) 재활용산업 성장 기반 부족

(1) 재생원료 수요-공급 주체 간 연계 미흡

폐어망과 폐로프의 화학적 재활용산업은 태동기이다. 이로 인해 산업의 주요 주체인 수요업체와 공급업체가 서로의 존재를 파악하지 못하고 있었다. 즉, 화학적 재활용사업에 뛰어든 대기업들은 원하는 순도의 PP, 나일론 재생원료를 공급할 수 있는 재활용업체를 일부만을 파악하고 있었다. 반면 재활용업체들은 영세하기 때문에 대기업과 접촉하는 방법을 알지 못하고 있었다.

산업 형성기에는 수요업체와 공급업체 간 정보를 교류하고 연결하는 것이 중요하다. 해외 해양플라스틱 인증 프로그램인 ‘Ocean Bound Plastics’ 인증 프로그램은 바다에서 수거 및 수집하는 조직, 이를 재생원료를 공급하는 조직에 대한 정보를 제공하여 시장 형성에 기여하는 사례는 참고할 만하다.

(2) 재활용산업 기반·운영 시설 부족

폐어망과 폐로프는 발생시기가 일정하지 않고, 특정시기에 집중적으로 발생한다. 이로 인해 창고 보관이 힘든 시기가 존재하나, 현재 제도는 이를 고려하지 못하여 과태료를 납부하거나 행정명령을 받기도 한다. 특정 시기 발생이 집중되는 폐어망과 폐로프에 맞춘 제도 개선이 필요해 보인다.

재활용업 영위에 있어서 겪는 두 번째 문제점은 신규 재활용업체나, 이전 또는 확장하려는 업체들이 공장 부지를 확보하기 어렵다는 점이다. 기존 산업단지에서 폐기물 재활용업체의 입주를 받지 않는 경우들이 많았다. 재활용업체들은 산업단지 내 부지를 찾지 못하여 외진 곳에 입지해 있었다. 이를 볼 때 신생업체들이 진입하려고 하거나, 기존 업체들이 규모를 확장하는 데 부지 확보는 큰 난관으로 작용할 것으로 예상된다.

(3) 해양플라스틱 재활용시장 미형성

국내에서 해양플라스틱으로 재활용한 저부가가치 제품은 특화되어 판매되지 않는다. 최근에는 삼성 등 대기업이 해양플라스틱의 자사 제품의 부품 원료로 사용하지만, 국내에서 수거한 것이 아닌 해외에서 수거한 것을 사용한다. 효성TNC 역시 폐어망을 재활용한 나일론 재생원사 브랜드를 가지고 있지만, 해외에서 수입한 어망으로 제조하고 있다.

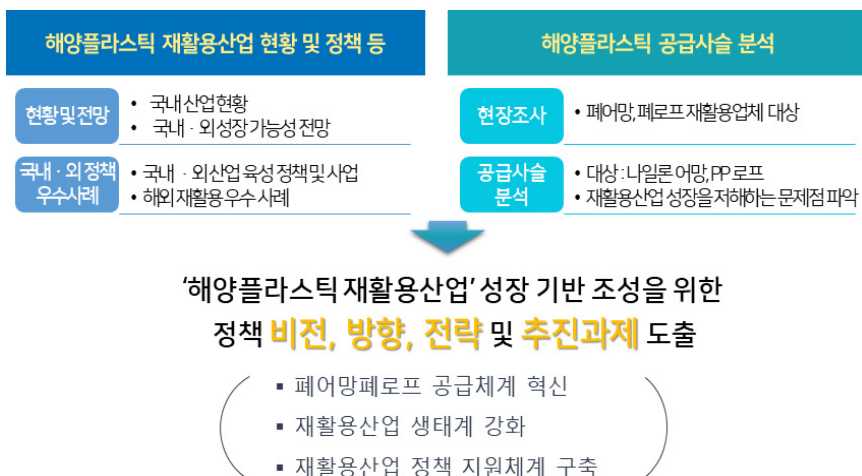
하지만 해외에서는 해양플라스틱으로 재활용한 제품이 시장에서 출시되어 판매되고 있으며, 국내에서는 PET병으로 재활용한 제품이 판매되고 있다. 해양플라스틱 재활용 제품 역시 특화된 시장을 형성할 수 있는 여건은 갖춰졌다고 생각한다. 다만, 해양플라스틱으로 재활용한 제품 시장을 형성하기 위한 마중물이 필요하다.

05

해양플라스틱 재활용산업 기반 조성 방안

제5장에서는 앞 장에서 수행한 현황, 정책, 공급사슬 분석 결과를 종합하여 해양플라스틱 재활용산업 육성 정책의 비전을 제시하였다. 이어서 화학적 재활용이 가능한 산업 변화를 고려하여 새로운 성장 기반을 조성하기 위한 정책 추진 방향과 전략을 정리하였다. 마지막으로 정책 추진 방향에 따른 3대 중점 추진과제를 선정하여 세부 실천과제를 제시하였다.

〈그림 5-1〉 제5장 연구 내용 개요



자료: 저자 작성

제1절 비전·방향·전략

앞서 살펴보았듯이 화학적 해양플라스틱 재활용산업은 태동기로서 산업 성장에 필요한 기반을 조성해야 할 시기이다. 본 절에는 해양플라스틱 재활용산업 육성 정책의 비전을 제시하고, 산업 성장 기반 조성을 위한 정책 방향과 전략을 정리하였다.

1. 정책 비전

해양플라스틱 문제가 글로벌 현안으로 등장하면서 EU를 비롯한 주요국과 국제사회에서 해결 방안의 하나로 재활용 확대를 추진하면서 산업화가 이루어지고 있다. EU에서 플라스틱 제품에서 재활용 원료의 함량비를 확대하는 정책을 추진하고, 글로벌 소비재 기업들은 제품 소재로 재생원료의 사용을 확대하고 있다. 그뿐만 아니라 수거한 해양플라스틱으로 제작한 재활용 제품도 시장에 출시되어 판매되고 있다.¹²⁴⁾ 이러한 국제사회, 글로벌 기업들의 변화에 힘입어 전 세계 해양플라스틱 재활용산업은 7% 이상의 높은 성장이 전망된다.

우리나라 역시 해양플라스틱 재활용산업화를 위한 여건이 조성되고 있다. 본인의 가치판단을 토대로 소비하는 가치소비 트렌드가 형성되면서 재활용제품에 대한 수요가 증대하고 있다. 공급 측면에서도 화학적 재활용 기술을 보유한 대기업의 진출로 신제(新製)와 동일한 품질의 재활용 제품의 생산이 가능해졌다.

124) ④ Nofir, BlueNet 프로젝트, Aquafil S.p. A, The Ocean Cleanup, Bureo 등은 페어망과 페로프를 수거하여 재활용하는 대표적인 업체이다.

이에, 본 연구는 화학적 재활용을 통해 고부가가치 시장을 개척함으로써 “해양플라스틱 재활용, 고부가가치 신성장 산업으로 육성”한다는 비전을 제시한다. 물리적 재활용을 통해 저부가가치 제품¹²⁵⁾을 생산하던 기존 방식의 폐어망과 폐로프 등 해양플라스틱 재활용시장은 성장에 한계가 있다.¹²⁶⁾ 하지만 고부가가치 제품 생산이 가능한 화학적 재활용으로 수요를 다변화한다면, 재활용산업의 규모를 획기적으로 확대시킬 수 있을 것이다.

〈그림 5-2〉 해양플라스틱 재활용산업 육성 정책의 비전

“ 화학적 해양플라스틱
재활용산업 태동기 ”

- 화학적 재활용 기술을 보유한 대기업의 진입
- 친환경 가치소비 트렌드 확산
- 전 세계 해양플라스틱 재활용 성장 전망

해양플라스틱 재활용,
고부가가치 신성장 산업으로 육성

자료: 저자 작성

2. 정책 방향

해양플라스틱 재활용산업 성장 기반 조성을 위한 3대 방향을 제시한다.

〈그림 5-3〉 해양플라스틱 재활용산업 육성 정책의 방향



자료: 저자 작성

125) 어상자, 플라스틱 화분, 하수관, 파렛트 등

126) 현재 폐어망과 폐로프 폐기량의 20% 미만이 재활용될 것으로 추정된다.

1) 우선순위에 따른 해양플라스틱 재활용 다각화

국제적 논의 동향에서 알 수 있듯이 재활용산업 육성은 해양플라스틱 문제를 해결하기 위한 바람직한 방법이다. 국내에서는 고부가가치 제품을 생산할 수 있는 화학적 재활용 기술력은 갖춘 대기업이 산업에 진출하고 있다. 소비자들도 해양플라스틱 재활용제품에 대한 구매의사가 있는 것으로 확인되었다. 다만, 기존에 저부가가치 제품의 산업 생태계가 존재하므로 기존 시장을 유지하면서 화학적 재활용에 기반한 고부가가치 시장을 개척하도록 한다.

기존 시장을 유지하면서 화학적 재활용을 위해서는 해양플라스틱 재활용 산업의 규모를 확대하여야 가능하다. 현재 폐어망과 폐로프를 재활용률이 20% 미만이므로 재활용 원료물질 공급의 확대 여지는 있다. 다만, 재활용 가능한 품질의 폐어망과 폐로프를 적정 가격대로 확보하여야 하므로 생산, 배출, 수집·운반, 선별 등 재활용 전 단계의 혁신이 필요하다.

한편, 해양플라스틱 중 일부는 어쩔 수 없이 혼합 배출되기도 한다. 폐어망, 폐로프, 기타 해양플라스틱들이 혼합 배출되거나 분리 선별하는 데 비용이 많이 소요되는 것들은 열분해하여 오일이나 나프타로 재활용하도록 한다. 일부 오염도가 높아 열분해가 힘든 경우에는 소각 처리하도록 한다.

즉, 해양플라스틱 재활용산업은 다각화를 하되, 재활용 방식에는 우선순위를 부여하여 재활용한다. 가장 우선적으로 우수한 품질의 폐어망, 폐로프 등의 해양플라스틱은 제품으로 재활용한다. 두 번째로 오염도가 너무 높지 않으나 혼합 배출된 것들은 열분해 방식으로 처리한다. 세 번째로 오염도가 높은 해양플라스틱은 소각 처리하도록 한다. 이 중 가장 바람직한 재활용 방식은 제품으로 재활용하는 것이며, 본 연구는 이를 위한 정책 및 과제 개발에 집중하고자 한다.

2) 경쟁력 있고 활력 넘치는 산업으로 변모

성장하는 산업은 소비자들의 제품 수요가 확대되고, 기존 업체의 규모가 성장하거나 신생업체가 지속해서 유입되어야 한다. 이를 위해 공공수요 확대에 의존하거나 규제를 강화하여 시장에 개입하기보다는 재활용시장과 공급업체의 활동에 활력을 부여하는 방향으로 정책을 추진하도록 한다.

먼저 해양플라스틱 재활용 제품 시장에 활력을 불어넣기 위해서 긍정적인 사회적 여건 변화¹²⁷⁾를 적극 활용하도록 한다. 수거한 해양플라스틱으로 재활용 제품을 제작하여 판매하는 해외사례를 보듯이 해양플라스틱 재활용을 아이덴티티로 하는 제품 시장의 조성이 가능할 것으로 보인다. 이를 위해 시장 형성에 필요한 마중물을 붓고자 정부가 시장 개척에 참여한 PET 재활용 사례는 참고할 만하다.

공급 측면에서는 재생원료를 생산하는 재활용업체의 산업 진입과 성장을 지원하도록 한다. 우리나라에서 발생하는 페어망, 페로프를 비롯한 해양플라스틱으로 재생원료를 생산하는 업체가 성장하지 못하면, 화학적 해양플라스틱 재활용산업은 원료를 수입하여 성장할 것이다. 실제로 페어망으로 재생원사를 제조하는 효성TNC는 중국으로부터 페어망을 수입한다. 삼성전자 갤럭시 기기 생산에 사용되는 페어망 재활용 플라스틱 역시 해외에서 발생한 페어망을 원료로 한다.

3) 지속가능한 성장을 지원하는 정책 추진 기반 마련

해양플라스틱 재활용산업이 지속적으로 성장하기 위해서는 정부차원 지원이 필요하다. 정책은 중·장기적으로 일관성 있게, 실질적인 성과를 거둘

127) 긍정적인 사회 여건변화로는 해양플라스틱 문제의 심각성에 대한 국민적 인식과 증대되고 있는 가치소비 트렌드를 들 수 있다.

수 있도록 효과적이면서도 체계적으로 추진되어야 한다. 해양플라스틱 재활용산업은 해양수산부뿐만 아니라, 환경부, 산업통상자원부 등과 관련이 있으므로, 정책 추진 기반은 범부처의 통합 관리를 지향하여야 한다. 또한 기업의 ESG 경영에 가치를 부여할 수 있는 방향으로 추진되어야 한다.

3. 추진 전략

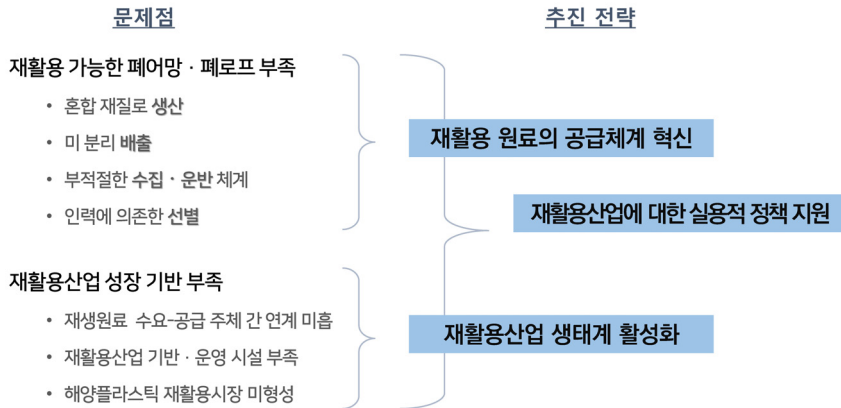
앞서 제시한 3대 방향에 따라서, 해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 분석을 통해 파악한 문제점을 해결하여 성장 기반을 조성하기 위한 정책 전략을 아래와 같이 3가지로 제시한다.

첫 번째 정책 전략은 원료물질인 페어망과 페로프 등 재활용 원료의 공급체계를 혁신하는 것이다. 공급사슬 분석에 따르면, 가장 핵심적인 문제는 재활용 가능한 페어망과 페로프가 부족하다는 점이었다. 이는 어업인의 배출만이 아니라 수집 및 운반, 선별에 이르는 재활용 전 단계와 더불어 어망과 로프의 생산 단계에서도 해결해야 할 문제로 파악되었다.

두 번째 정책 전략은 해양플라스틱 재활용산업 생태계 활성화이다. 이는 해양플라스틱 재활용산업의 성장 기반이 부족하다는 문제를 해결하기 위한 것이다. 즉, 화학적 재활용은 산업 형성기여서 아직 재생원료 공급업체와 수요업체 간 정보 교류가 원활하지 못한 상황이었다. 산업 성장을 위해서는 재활용업체들의 확장과 신규 진입이 필요한데, 부지 마련이 어렵다는 한계도 있다. 그리고 해외와 달리 해양플라스틱 재활용을 아이덴티티로 삼는 제품이 시장에서 판매되지 않고 있다는 한계도 확인하였다.

세 번째 정책 전략은 해양플라스틱 재활용산업에 유용하고 실용적인 정책을 지원하는 것이다. 해양수산부에서 ‘해양플라스틱 재활용산업 육성 방안’을 발표하였으나 지원체계 구축을 위한 과제 개발은 미흡하였다.¹²⁸⁾ 하지만 해양플라스틱 재활용산업은 그동안 정책적으로 관리되지 않던 분야에서 기초 통계조차 구축이 미흡한 실정이다. 또한 해외 사례로 알 수 있듯 시장 형성 단계에서 정책지원 지원이 필요하다.

〈그림 5-4〉 해양플라스틱 재활용산업 성장기반 조성 정책 추진 전략



자료: 저자 작성

128) 거버넌스 구축을 위한 정책 과제로 1) 전담조직 강화, 2) 민·관·연 협력 강화를 제시하였다.

제2절 기반 조성 추진과제

해양플라스틱 재활용산업 성장 기반 조성을 위한 3대 전략에 따른 추진과제는 아래와 같다.

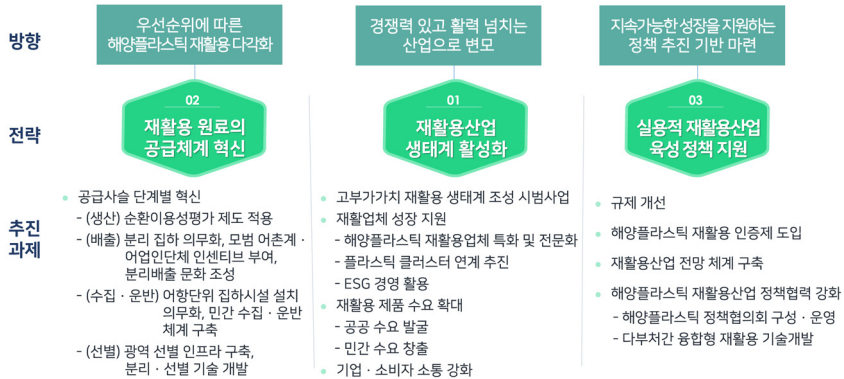
첫 번째 정책 전략인 ‘재활용 원료의 공급체계 혁신’을 위한 추진과제는 생산, 배출, 수집·운반, 선별 등 공급사슬 단계별로 제시하였다. 이는 공급사슬 분석에 따른 것으로 재생원료 생산에 필요한 페어망과 페로프 등 해양플라스틱 물량을 충분히 확보하기 위해서는 재활용에 이르는 모든 단계에 걸쳐서 혁신이 필요하다.

두 번째 정책 전략인 ‘재활용산업 생태계 활성화’를 위한 추진과제는 재활용업체 성장을 지원하고, 재활용 제품 수요를 확대하고, 기업 및 소비자와의 소통을 강화하는 것으로 구성된다. 이에 앞서 초기 화학적 재활용산업 생태계를 조성하기 위한 시범사업을 추진하도록 한다. 기존 페어망과 페로프를 중심으로 한 해양플라스틱 재활용산업 생태계는 일반 소비자에게 판매하는 제품이 아니었다.¹²⁹⁾ 따라서 해양플라스틱을 재활용한 고부가가치 소비재 제품을 생산하기 위해서는 정부, 지자체, 재활용업체, 최종제품 생산업체가 협력하여야 한다. 그리고 산업생태계에 활력을 불어넣기 위해서는 재생원료를 공급하는 재활용업체의 산업 진입과 성장을 지원하고, 공공 및 민간의 고부가가치 제품 수요를 확대하여야 한다.

세 번째 전략은 정부가 실질적이고 실용적인 육성 정책을 추진하도록 지원하는 것이다. 해양플라스틱 재활용산업 관련 정책 지원체계가 현재 부재하므로 통계 구축에서부터, 자원확보, 관련 정보 제공, 민·관·산·연 주체들이 참여하는 협의체 구성 등 다양한 과제를 추진한다.

129) 기존 페어망·페로프를 재활용하여 생산하는 제품은 하수관로, 파렛트, 플라스틱 화분 등 산업체, 사업장에서 사용하는 제품이다.

〈그림 5-5〉 해양플라스틱 재활용산업 성장 기반 조성 과제



자료: 저자 작성

1. 재활용 원료의 공급체계 혁신

1) 생산단계

페어망과 페로프의 재활용률을 낮추는 가장 큰 요인은 이들이 복합재질로 만들어져 있어 분리·선별이 어렵다는 점인데, 이를 개선하기 위하여 순환이용성평가제도¹³⁰⁾를 활용할 수 있다. 순환이용성 평가대상으로 어망과 로프를 선정하여 생산단계에서부터 재활용을 고려하도록 유도한다. 현재의 어망과 로프는 복합재질로 제작되어 선별·분리가 힘들다는 특징이 있어 순환이용성 평가항목 중 순환이용 가능성 및 적정처분 가능성에서 좋은 평가를 받기 어렵다. 그러므로 순환이용성 적합 결과를 받으려면 이를 개선해야 하므로, 제품생산자는 어망과 로프의 재질을 단순화하거나 재질별 색상구분을 통해 분리가 쉽도록 생산하는 방식을 선택할 수 있다.

130) 폐기물이 되는 경우 순환이용이 어렵다고 의심되거나 유해물질을 함유하여 사람의 건강과 환경에 유해하다고 의심되는 제품·원료·재료·용기 등에 대하여 제품의 순환이용 저해요소를 평가하여 제조자 등으로 하여금 생산단계에서부터 제품을 개선하게 하여 순환이용을 촉진하는 제도(자료: 순환이용성평가제도 정보관리시스템, 제도소개(검색일: 2023.10.19.))

〈표 5-1〉 순환이용성 평가 개선사례 일부(2018)

제품명 (기업명)	주요 내용	제품 사진	
		이행 전	이행 후
PSP 식품트레이 전제품 (㈜메가마트)	염료가 없는 흰색 용기 사용		
트레비 레몬 500ml (롯데칠성음료㈜)	쉽게 떼어지는 라벨구조로 변경, 용기 몸체의 색상 제거		
려 모근 영양 샴푸 500ml (㈜아모레퍼시픽)	펌프의 금속재질 제거하여 재활용이 쉽도록 개선		

자료: 순환이용성평가제도 정보관리시스템, 개선사례(검색일: 2023.10.19.)

2) 배출단계

페어망·페로프가 수요업체에 안정적으로 공급되기 위해서는 어업인으로 부터 배출이 원활히 이루어지는 것이 선결되어야 한다. 이를 위해 다음과 같은 분리 배출·집하 의무 규정과 유인책을 함께 추진한다.

(1) 분리 집하 의무화

가. 수거한 해안·부유·침적폐기물 분리 집하 의무 규정 신설

해양폐기물 수거사업을 추진하는 지자체, 수협, 공단 등이 수거한 해안 폐기물, 부유폐기물, 침적폐기물을 재활용 가능한 페로프, 페어망 등 해양 플라스틱과 그렇지 않은 해양폐기물을 분리하여 집하하도록 해양폐기물법 제12조, 제13조, 제14조를 개정한다.

나. 어업인의 폐어망·페로프 분리 배출·집하 의무 규정 신설

폐어망, 페로프 등 재활용 가능한 어업용 플라스틱 폐기물의 경우에는 어업인이 직접 지자체, 해양환경공단이 운영하는 해양폐기물 집하장에 종류별로 분리하여 배출 및 집하하도록 해양폐기물법 시행 규칙 제19에 따른 고시에 의무 규정을 마련하도록 한다.

(2) 모범 어촌계·어업인단체 인센티브 부여

가. 자율관리어업공동체

어업인이 자율적으로 결성하여 자체규약을 통해 운영하는 자율관리어업의 활동실적 평가 시 폐어망·페로프를 비롯한 폐어구 분리배출 실적을 평가항목에 추가한다. 자율관리어업 평가항목은 크게 노력도, 참여도, 성과도, 지속도, 파급도로 구분하는데, 그 중 노력도 하위 평가항목으로 어장환경 조성사업에 폐어구 분리배출 실적을 추가한다.¹³¹⁾

나. 어선어업 생산자단체 육성사업

수급조절·소비촉진을 위해 같은 품목을 생산하는 어선어업인의 규모화·조직화를 유인하는 어선어업 생산자단체 육성사업의 자조금 사업계획 항목에 분리배출 실적을 포함하도록 한다. 사업계획 승인 및 정산 시 분리배출 계획과 실적을 검토한다.

다. 어촌신(新)활력증진사업 연계

어촌뉴딜300의 후속 사업인 어촌신활력증진사업 대상지 선정 시 폐어구 분리배출 계획을 평가 가산 항목으로 추가한다. 국가사업의 지원을 받기 위해 어촌 스스로 분리배출 계획을 마련하고 실천하도록 유도한다.

131) 자율관리어업 관리 등에 관한 규정(해양수산부훈령 제602호, 2021.7.2.) [별표2] 자율관리어업 공동체 활동실적 평가 매뉴얼(제8조제1항 관련)

(3) 분리배출 문화 조성

가. 사회적 기업 지원

지역 내 사회적 기업을 육성·지원하여 폐어망, 폐로프를 포함한 폐어구의 분리배출에 대한 인식 제고를 위한 어업인 지도 활동과 분리배출 서비스를 제공하도록 한다.

나. 해양플라스틱 배출 도우미 도입

환경부는 시민들의 재활용품 분리배출을 돕기 위해 ‘재활용품 배출 도우미’ 제도를 운영한다. 이를 참고하여 어업인의 폐어망·폐로프 분리배출을 도와주는 ‘해양플라스틱 배출 도우미’ 제도 도입을 추진한다. 지자체에서 고용한 배출 도우미를 배출 지정장소에 배치하여 어업인이 폐어구를 재활용하기 알맞은 방법으로 배출할 수 있도록 안내하도록 한다.

다. 수협이 찾아가는 캠페인 활용

수협 전남본부는 2022년 말 김양식보험, 어선원 및 어선보험, 어업인 안전보험 등 정책보험 홍보를 위해 관내 수협, 위판장에서 현장 캠페인을 개최했다.¹³²⁾ 이와 같은 형식으로 해양플라스틱 분리배출 홍보를 위해 수협의 찾아가는 캠페인을 실시하도록 한다. 추가로, 수협 건물과 위판장 내 눈에 띄는 곳에 분리배출 홍보 포스터를 부착하여 어업인이 분리배출 필요성과 방법을 수시로 상기할 수 있도록 한다.

132) 어업인수산(2022.12.21.)(검색일: 2023.10.20.)

〈그림 5-6〉 수협의 어업인 직접 찾아가는 현장 캠페인(2022)



자료: 어업인수산(2022.12.21.)(검색일: 2023.10.20.)

3) 수집·운반 단계

비린내 등 악취가 발생하고, 발생 시기가 일정하지 않은 페어망·페로프의 특성을 고려하여 적절한 수집·운반 체계를 도입해야 한다.

(1) 어항단위 집하시설 설치 의무화

지자체나 지구별 수협을 통해 배출된 페어망·페로프의 일부는 집하장 내에서 다른 해양폐기물과 혼합 보관되는 문제가 발생할 수 있으므로 어항단위의 집하시설을 설치하여 페어망·페로프를 구분하여 수집해야 한다. 또한 집하시설이 어업인 가까이 위치해 있으면 페어구 발생 시 유실·방치 우려를 줄일 수 있다.

가. 어촌·어항법 개정

「어촌·어항법」 제2조제5호나목 기능시설에 페어구 집하시설을 추가하여 어항단위에서 의무적으로 페어구 집하시설을 설치하도록 한다. 집하시설이 기능시설로 추가되면 국가어항, 지방어항 등 지정어항의 개발계획의 수립 단계에서 시설 부지를 마련할 수 있다.

(2) 민간 수집·운반 체계 구축

지자체나 지구별 수협은 어업인이 배출한 페어망·페로프를 운반할 업체

를 선정하고 있다. 그런데 이들 업체가 인력을 동원하여 분리·선별하는 현재의 체계는 많은 인건비가 소요된다. 지자체나 지구별 수협의 임시집하장을 거치지 않고 어업인이 배출한 폐어망·페로프를 곧바로 인계할 민간 전문 수집업자가 있다면 지체 없이 재활용에 활용할 수 있고 임시집하장 내에서의 오염을 예방하여 인건비를 절감할 수 있다.

가. 민간 전문 수집업자 모집 및 육성

해양수산부는 해양환경공단으로 하여금 해양플라스틱 민간수집업자를 모집하여 어업인이 폐기하는 폐어망·페로프를 지자체 또는 해양수산부가 지정한 장소로 운반하는 업무를 지원하도록 한다. 폐어망, 페로프 등 재활용 가능한 어업폐기물은 양이 많지 않고, 산재하여 발생하므로 1톤 규모의 차량으로 주 1회 가량 순회하여 수집하는 것이 바람직하다.

현행법상 폐기물을 수집·운반할 수 있는 사람은 폐기물 수집·운반업¹³³⁾에 등록하였거나 폐기물신고자¹³⁴⁾여야 한다. 그러나 폐기물 수집·운반업 등록자는 밀폐형 압축·압착차량, 4.5톤 이상의 밀폐형·밀폐형 덮개 설치 차량이어야 하는 등¹³⁵⁾ 폐어망·페로프 운반 현실과 맞지 않는다. 한편, 폐기물처리 신고자는 폐기물을 수집·운반하는 차량 1대 이상을 소유하고 있으면 되지만¹³⁶⁾ 폐어망·페로프는 폐기물처리 신고대상¹³⁷⁾이 아니다. 따라서 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」에 해양플라스틱 민간 수집업자를 등록할 수 있는 규정을 마련하도록 한다.

민간 수집업자들이 수집하여 운반하는 폐어망, 페로프 등 재활용이 가능한 어업폐기물은 반드시 폐기물 종류별로 분리한 후 지정된 장소로 운반하

133) 「폐기물관리법」 제25조제5항제2호

134) 위의 법 제46조제1항

135) 위의 법 시행규칙 제28조제6항 및 별표 7

136) 위의 법 시행규칙 제67조의2 및 별표17

137) 위의 법 시행규칙 제66조제3항

여 집하하도록 사업 운영 지침을 마련한다.

4) 선별 단계

해양플라스틱 재활용 공정에서 가장 높은 비용이 소모되는 선별 단계에서 이를 개선하기 위한 기술개발이 필요하다. 앞서 살펴보았듯 폐어망에서 비중분리 기술을 가진 신규업체가 업계에 등장하였으나, 여전히 선별 공정이 까다롭고 시간이 비용이 많이 소요되고 있기 때문이다. 따라서 재질 분리 및 선별 공정의 자동화를 위한 기술개발이 필요하다.

(1) 광역 선별 인프라 구축

염분과 이물질을 제거하는 광역 단위 해양쓰레기 전처리시설 설치 사업을 확대 추진한다. 현재 통영, 충남 2개 지역에서 설치·추진 중인데, 전국 연안 11개 시·도에 설치하여 처리비용 절감, 고품질 재활용원료물질 확보로 인한 재활용률 제고를 기대할 수 있다.

(2) 분리·선별 기술 개발

최근 육상 폐기물의 경우 인공지능, 로봇 기술, 광학선별기 등을 활용하여 선별 공정의 자동화 기술이 개발되고 있다.

페로프의 경우, 겉을 둘러싼 PET를 분리하는 전처리 기술을 개발한다면 고순도의 PP 재생원료를 생산하는 데 크게 기여할 수 있으므로 이에 대한 지원이 필요하다. 해양플라스틱 재활용 전처리 기술개발 사업 발굴은 3장에서 정리한 해양수산부의 해양수산 기술창업 Scale-up 사업, 해양수산 신산업 기술사업화 지원 사업을 활용할 수 있다. 또는 해양플라스틱 재활용 기술개발 지원 사업을 신규 개발하는 것을 제안한다.

2. 재활용산업 생태계 활성화

1) 고부가가치 재활용산업 생태계 조성 시범사업

해외 사례를 통해 보듯이 과거에 존재하지 않던 폐어망을 재활용한 수영복, 신발 등 소비재 시장이 형성되고 있다. 국내에서는 PET 재활용한 다양한 제품들이 생겨나고 있다. PET 재활용시장은 환경부가 제주도특별자치도, 제주도개발공사, 효성TNC, 스타트업 기업 플리츠마마(주)가 2020년에 추진한 시범사업이 시장 형성의 단초가 되었다. 이 사례를 폐어망이나 페로프에 적용하여 재활용 제품을 개발·판매하는 시범사업을 추진한다.

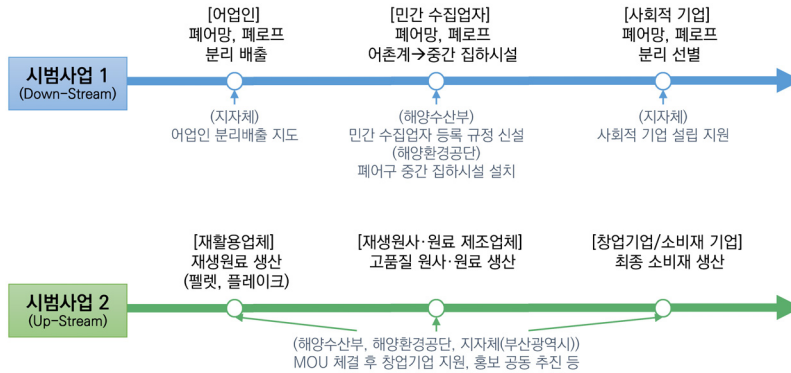
(1) 시범사업 목적

해양수산부가 나일론 재질의 자망을 사용하는 어업인단체, 해당 지자체, 민간 수집업자, 해양환경공단, 재생원사 제조업체, 최종소비재 생산업체 등이 참여하는 시범사업을 추진하도록 한다. 시범사업의 가장 큰 목적은 첫째 나일론 재질 자망에 적합한 지역 단위의 수거체계를 설계하는 것, 둘째 재활용 제품의 시장성을 확인하는 데 있다.

(2) 세부사업 구성

시범사업은 지역단위 폐자망 수거체계를 설계하는 전방(down-stream) 사업과 폐어망 재활용 프리미엄 제품을 개발·판매하는 후방(up-stream) 사업으로 구분하여 실시한다. 시범사업 대상 지역은 해양환경공단 중간 집하시설을 설치하는 부산이 적합하며, 최종제품 개발은 부산시와 협업하여 'Post-플라스틱 클러스터'에 참여하는 창업·벤처기업과 협업하도록 한다. 또는 ESG 활동에 적극적인 파타고니아와 같은 소비재 기업과의 협력방안을 모색하도록 한다.

〈그림 5-7〉 고부가가치 재활용산업 생태계 조성 시범사업 추진체계



자료: 저자 작성

(3) 시범사업 1(전방)

전방 사업은 어업인 단체, 지자체, 민간 수집업자, 해양환경공단이 참여한다. 지자체는 페어망 및 폐로프 수거일과 (임시)수거장소를 정하여 어업인의 분리 배출을 지도하고, 민간 수집업자가 어촌계 단위에서 페어망과 폐로프를 수거하여 해양환경공단에서 설치하는 중간 집하시설로 운반하는 체계를 마련하도록 한다. 중간 집하시설에 집하된 폐어구와 폐로프는 재활용 가능한 폐기물을 분리 선별하도록 한다. 분리 선별 작업은 사회적기업을 설립하여 지역주민들을 참여시키도록 한다.

(4) 시범사업 2(후방)

후방 사업은 해양환경공단, 재활용업체, 재생원사·원료 제조업체, 최종 소비재 생산업체가 참여하고, 최종소비재를 생산하여 시장에 출시하여 페어망 재활용시장 형성을 위한 마중물 역할을 하도록 한다. 최종소비재 생산기업은 창업기업 혹은 ESG 경영을 추구하는 기존 기업이 가능하다. 생

산된 최종소비재는 원료 또는 최종소비재 제조업체와 함께 가치소비를 추구하는 MZ세대를 대상으로 환경분야 클리에이터 또는 인플루언서를 활용한 홍보 전략을 수립하도록 한다.

2) 재활용업체 성장 지원

(1) 해양플라스틱 재활용업체 특화 및 전문화

해양플라스틱 재활용업체는 대부분 해양플라스틱에 특화되기보다는 육상 폐기물 처리와 병행하고 있다. 이들은 재활용 대상을 육상 플라스틱으로 손쉽게 전환할 수 있다. 따라서 해양플라스틱 재생원료를 안정적 공급을 위하여 이들 업체를 해양플라스틱 재활용에 보다 특화시키고, 전문 해양플라스틱 재활용업체를 육성하도록 한다.

가. 재활용업체 컨설팅 및 창업 지원

해양플라스틱 재활용사업으로 진출을 희망하는 스타트업을 지원하고, 영세한 재활용업체에 산업 동향을 비롯한 선별 장비 및 선진 기술 정보를 제공하고, 환경부 및 해양수산부의 기술개발 및 창업지원 사업 신청을 지원하도록 한다.

나. 해양플라스틱 인증 획득 지원 및 홍보

해양플라스틱 재활용은 국내 인증 또는 해외 OBP(Ocean Bound Plastic) 등 해양플라스틱 재활용 인증을 받을 수 있도록 지원하도록 한다. 인증을 획득한 기업 정보를 공유함으로써 시장에서 재활용 인증 기업들의 사업 기회를 넓힐 수 있을 것이다. 기업 정보는 해양플라스틱 재활용산업 정보 포털에 공개하도록 한다.

(2) 플라스틱 클러스터 연계 추진

해양플라스틱 재활용 사업을 촉진하여 해양 순환경제를 실천하기 위한 사업이다. 따라서 부산시에서 추진 중인 ‘Post-플라스틱 클러스터’¹³⁸⁾와 연계하여 추진하도록 한다. 부산에는 해양 분야 연구기관이 집적되어 있고, 여러 해양플라스틱 재활용업체가 인접하고 있다는 강점이 있다. 해양플라스틱 재활용을 촉진하기 위한 선별 기술개발을 추진하고, 해양플라스틱에 특화된 재활용업체 컨설팅 및 지원 프로그램을 개발·운영하도록 한다. 컨설팅은 해양플라스틱 인증 획득, 재활용 기술 개발, 최종제품 개발 및 창업 등이 가능하다.

(3) ESG 경영 활용

ESG¹³⁹⁾ 경영은 지속 성장을 위한 필수 사항이다. 환경(Environment) 부문에서 탄소중립은 핵심 개념이며, 여러 기업이 탄소중립을 선언하였다. 각 기업의 ESG 경영 차원에서 재생원료 사용을 늘리거나, 재활용산업에 뛰어 들고 있는 것이다. 아래는 ESG 경영을 실천하는 기업들을 통해서 해양플라스틱 재활용업체를 지원하는 방안이다.

가. 탄소배출 저감 효과 산정 지원

해양플라스틱 재생원료의 탄소배출 저감 효과를 구체적인 수치로 제시한다면 ESG 경영 실천하는 기업들에게 재생원료를 구매하도록 하는 동기가 될 것이다. 탄소배출 저감 효과는 재활용 공정에 따라서 차이가 있다. 따라서 주요 공정별 효과를 산정한다면 해양플라스틱 재활용 수요를 확대시켜 재활용업체들의 성장 여건을 조성하는 데 기여할 것이다.

138) ‘24년(잠정) 착공, 환경부(2023.6.30.), p. 5.

139) “환경(Environmental), 사회(Social), 지배구조(Governance)의 영문 첫 글자를 조합한 단어로, 기업 경영에서 지속가능성을 달성하기 위한 3가지 핵심 요소이다” ESG 포털(검색일: 2023.10.19.)

나. 플라스틱 재활용 대기업-영세기업 간 협업 사업

해양플라스틱 재활용산업에 진입한 대기업들은 폐어망이나 폐로프를 구매하여 직접 재생원료를 만들기보다는 재활용업체가 생산한 재생원료를 구매하여 화학적 공정에 투입한다. 따라서 재활용업체가 생산하는 재생원료의 품질을 높이고, 비용이 많이 소요되는 선별 공정을 자동화하는 것은 대기업에게도 도움이 된다. 반면, 재활용업체는 규모가 영세하거나 기술력이 부족하여 선별 또는 전처리 기술을 개발하고, 설비를 구축하는 데 어려움이 있다. 따라서 이들 대기업과 영세한 재활용업체 간 협업 사업을 공모하여 추진하도록 한다면 해양플라스틱 재활용산업의 활성화에 도움이 되는 상생 환경을 조성할 수 있을 것이다.

3) 재활용 제품 수요 확대

(1) 공공 수요 발굴

가. 공공조달 및 우선구매

해양폐기물을 원료로 생산한 제품에 대해서는 공공조달에서 혜택을 부여하거나 해양폐기물 재활용산업을 육성하기 위해 재활용 사업자에게 필요한 자금을 보조하거나 용자하도록 하고, 재활용시설 설치자금, 연구·기술개발 자금 등을 우선적으로 지원하는 것이 필요하다. 또한, 해양폐기물과 같이 순환자원을 일정 비율 이상으로 원료로 사용한 제품에 대해서는 해양수산부장관이 공공기관에 순환자원사용제품의 우선구매를 요청할 수 있도록 하고, 민간단체나 기업에 우선 구매를 권유할 수 있도록 관련 규정을 개선해야 할 것이다.¹⁴⁰⁾

140) 2022년 12월 31일에 「자원순환기본법」을 전부개정하는 형태로 입법화된 「순환경제사회 전환 촉진법」 제26조제2항에 따라 환경부장관 및 산업통상자원부장관은 대통령령으로 정하는 공공기관에 순환자원사용제품의 우선 구매를 요청할 수 있으며, 민간단체나 기업에 우선 구매를 권유할 수 있다.

(2) 민간 수요 창출

해양플라스틱 재활용 제품 시장을 조성하기 위해서는 해양플라스틱 재활용 제품에 대한 가치를 부여하고 핵심 소비층을 선정하여 맞춤형 마케팅 전략을 기업과 연계하여 추진하도록 한다.

가. 스토리텔링을 활용한 가치 부여

플라스틱 재활용 제품을 시장 출시하는 국내외 프로젝트를 참고하여 해양플라스틱 재활용 제품의 구매는 해양환경 보전, 탄소중립 실현, 기후변화 대응에 기여한다는 점을 강조하여 소비행위에 가치를 부여하도록 한다.

나. 가치소비 성향이 강한 MZ세대 공략

상대적으로 비싼 가격의 해양플라스틱 재활용제품은 주요 소비자는 환경에 관심이 많은 가치소비자일 것이다. ‘가치소비’에 관심이 많은 ‘MZ세대’이므로, 이들을 해양플라스틱 재활용제품의 핵심 소비층으로 삼도록 한다.

다. 인플루언서, 크리에이터 협업

MZ세대는 소셜네트워크서비스(SNS)를 통한 소통에 능숙하므로, 인플루언서나 크리에이터와 연계하여 홍보하도록 한다. 해양플라스틱 재활용 기업과 연계하여 친환경 콘텐츠를 다루는 ‘환경’, ‘그린’, ‘에코’ 인플루언서와 협업하도록 한다.

4) 기업·소비자 소통 강화

해양플라스틱 재활용산업 생태계를 조성하기 위해서는 재활용업체, 재생원료 수요기업, 최종제품 개발·제작업체 등 다양한 종류의 민간기업의 참여가 필요하다. 그리고 최종적으로 소비자들의 해양플라스틱 재활용 제품

에 대한 인식과 선호가 동반되어야 한다. 정보 제공 창구는 단일화하는 것이 효율적이므로 해양플라스틱 재활용산업 관련 정보를 통합하여 제공하도록 한다.

(1) 해양폐기물 전자정보처리시스템 연계

해양플라스틱 재활산업 통합 정보 시스템은 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」에 근거한 해양폐기물 등의 전자정보처리시스템을 활용하도록 한다.

(2) 공급사슬 단계별 민간기업 맞춤 정보 제공

통합 정보 시스템의 역할은 해양플라스틱 재활용산업 생태계를 활성화하기 위하여 첫째, 재생원료 수요-공급업체 간, 그리고 민간기업-정부 간 소통의 장을 마련하는 것이다. 이를 위해 공급사슬 단계별 참여 기업들에게 재활용산업 동향, 재활용산업 육성 정책, 재활용업체 지원사업, 재활용업체 정보, 해양플라스틱 재활용 인증 정보 등을 제공하도록 한다.

(3) 소비자 대상 해양플라스틱 재활용 정책 및 제품 홍보

통합 정보 시스템의 두 번째 역할은 일반 국민을 대상으로 해양플라스틱 재활용 정책을 소개하고, 재활용 제품을 알리는 것이다. 그리고 해양플라스틱 재활용 제품 소비 활동의 가치를 일깨우도록 한다.

3. 실용적 재활용산업 육성 정책 지원

1) 규제 개선

해양플라스틱 재활용을 촉진하고 관련 산업을 육성하기 위해서는 현행 「폐기물관리법」, 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」(이하, 해양폐기물관리법), 「수산업·어촌 발전 기본법」 등의 제도개선이 필요하다. 더불어 해양플라스틱을 원료로 활용하는 수집·처리와 관련된 신기술 개발을 촉진하기 위한 규제특례 조치도 검토해야 할 것이다.¹⁴¹⁾

(1) 기술개발 및 산업 육성 규정 신설

「해양폐기물관리법」은 해양폐기물 및 해양오염퇴적물을 친환경적이고 체계적으로 관리함으로써 해양환경의 보전 및 국민의 삶의 질 향상에 기여하는 것을 목적으로 한다. 「해양폐기물관리법」은 해양플라스틱을 포함한 폐기물의 해양배출, 수거에 대해서 규정하고 있으나, 해양폐기물의 재활용에 대한 법적 근거는 미흡하다. 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」이 일반법적 지위를 갖지만, 폐어구, 폐로프 등 해양플라스틱의 특징을 반영하여 「해양폐기물관리법」에서 해양플라스틱의 재활용과 관련 기술개발 및 산업 육성에 관한 규정을 신설하는 것이 필요하다. 2021년 7월에 제정된 「수산부산물 재활용 촉진에 관한 법률」의 입법례를 통해서 해양플라스틱 재활용을 촉진하기 위한 「해양폐기물관리법」의 개정은 입법적 타당성과 합리성이 있다고 판단된다.

141) 최근 과학기술정보통신부는 '제30차 신기술·서비스(ICT 규제샌드박스) 심의위원회'를 통해 생활쓰레기를 수거로봇에 투입하면 자동분류하고, 처리한 뒤 폐플라스틱 열분해 원료로 활용하는 'AI 수거로봇 기반 재활용자원 수집·처리 서비스'를 규제특례로 지정하였다. 이데일리(2023.9.26.) (검색일: 2023. 10.10.)

(2) 수산발전기금 용도 규정 개정

해양플라스틱 재활용산업을 육성하기 위해서는 재원확보가 필수적으로 요구된다. 2020년 기준으로 해양환경 부문 예산은 2,667억 원이며, 해양수산부의 해양환경 재원규모는 환경부의 3.0%에 불과하였다. 한편, 해양플라스틱 수거와 관련된 주요 사업인 폐기물 해양배출 종합관리시스템 구축, 해양폐기물 정화사업은 수산발전기금을 재원으로 이행되고 있다.¹⁴²⁾

그러나 해양플라스틱 재활용을 촉진하고 관련 연구개발과 산업은 수산발전기금에서 집행할 수 있는 법적근거가 불명확하다. 따라서 「수산업·어촌발전 기본법」 제46조에 따른 수산발전기금의 용도를 규정하고 있는 관련 규정을 개정하는 것이 필요하다.

(3) 해양플라스틱 보관시설 규정 완화

해양플라스틱을 재활용하기 위해서는 오염도가 낮고 순도가 높은 어망, 페로프, 기타 해양플라스틱의 분리선별이며, 분리선별 전에 충분한 규모의 보관시설이 요구된다. 그러나 폐자망을 재활용하기 전까지 보관할 충분한 규모의 보관시설이 마련되어 있는 상황이다. 페로프의 경우에도 양식 수산물 수확시기, 금어기 개시 시기 등 특정 시기에 집중적으로 발생하는 로프의 사용행태를 비추어 볼 때, 관련 법률에서 규정하고 있는 최대 보관기간에 맞춰 처리하기 어렵다. 이러한 점은 해양폐기물 재활용업체와 주민 또는 어민과의 갈등 요인이 되거나 「폐기물관리법」 관련 규정 위반에 따라 벌금이 부과되기도 한다.¹⁴³⁾ 따라서, 영세한 재활용업체가 자체적으로 충분한 규모의 보관시설을 설치·운영하는 것이 어려운 현실을 고려하여 임시 보관시설의 설치를 정부가 지원하거나 해양플라스틱 재활용 원료가 되는

142) 박수진·홍장원·최석문·김선미(2020), pp. 106-107.

143) 「폐기물관리법」 제13조를 위반하여 폐기물을 처리한 자는 2년 이하의 징역 또는 2천만 원 이하의 벌금에 처한다. 「폐기물관리법」 제66조 제1호.

폐어망과 페로프 등의 보관시설에 대한 규제를 완화하는 것이 필요하다.

2) 해양플라스틱 재활용 인증제 도입

해양플라스틱 재활용 인증 제도는 ‘그린워싱’¹⁴⁴⁾을 예방하고, 재활용산업을 활성화하기 위하여 필요하다. 인증 제도는 앞서 언급한 해양플라스틱 재활용 통계구축 사업과 연계하여 운영한다면 인증에 소요되는 비용을 줄일 수 있을 것이다.

(1) 해양 수거 및 어업용 플라스틱 인증

인증 제도는 첫째 바다, 바닷가에서 수거한 해양플라스틱이거나, 어업활동 과정에서 발생하는 어업용 플라스틱이라는 것을 인증하여야 한다. 예를 들어, 해양폐기물 수거·처리 사업으로 수거한 플라스틱 재질의 생활폐기물은 해양플라스틱으로 인증한다. 하지만 어촌마을이나 도서 지역에서 수거된 생활폐기물은 인증 대상이 아니다. 반면 폐어망이나 페로프 등 어업용 플라스틱은 배출 위치와 무관하게 해양플라스틱 인증 대상에 포함한다.

(2) 해외 해양플라스틱 재활용 인증 프로그램 연계

국내 해양플라스틱 인증 제도는 세계적으로 인정받는 해양플라스틱 재활용 인증 프로그램¹⁴⁵⁾의 인증 요건을 충족하도록 설계한다면 활용도를 높일 수 있다. 이 경우 국내 인증 획득은 삼성 등 글로벌 기업과의 협업을 가능하게 해 줄 것이다.

144) 그린워싱(Greenwashing)[1]은 기업이나 단체에서 실제로는 환경보호 효과가 없거나 심지어 환경에 악영향을 끼치는 제품을 생산하면서도 허위·과장 광고나 선전, 홍보수단 등을 이용해 친환경적인 모습으로 포장하는 ‘위장환경주의’ 또는 ‘친환경 위장술’을 가리킨다. 나무위키 홈페이지(검색일: 2023.10.19.)

145) OBP(Ocean Bound Plastic) 등

3) 재활용산업 통계 및 전망체계 구축

현재 해양플라스틱은 얼마나 많은 양이 배출되어 재활용되는지 파악하지 못하고 있다.¹⁴⁶⁾ 하지만 배출, 수집·운반, 재활용 단계별 해양플라스틱의 양은 해양플라스틱 재활용산업 육성 정책 추진을 필수적인 기초정보이다. 따라서 단계별 해양플라스틱 기초 통계를 확보하여 재활용산업의 성장을 전망할 수 있는 체계를 마련하도록 한다.

이를 위해서 해양수산부가 자체 해양플라스틱 또는 해양폐기물 정보 관리 시스템을 구축할 수 있다. 하지만 배출 이후 단계는 환경부 소관이어서 법적 근거를 마련하기 어렵다. 두 번째 방법은 환경부의 올바로넷을 활용하는 것이다. 이를 위해서는 해양폐기물 및 해양플라스틱 계정을 별도로 분리하여야 하며, 이를 위한 환경부의 협조가 필요하다. 세 번째는 민간 기업이 개발한 폐기물 정보 관리 솔루션을 활용하는 것이다. 이 솔루션은 배출자별 폐기물 처리 데이터를 확보할 수 있다. 선별장 또는 재활용업체로 반입된 후 실제 재활용되는 양까지 파악할 수 있다는 장점도 있다.

(1) 민간기업의 폐기물 정보 관리 프로그램 활용

가장 합리적인 방법은 민간 기업에서 개발한 폐기물 정보 관리 프로그램을 활용하여 해양플라스틱의 배출, 수집·운반, 재활용 데이터를 확보하는 것이다. 이를 통하여 재활용 정보 관리는 폐기물 처리 정보 프로그램인 올바로넷과 연계가 가능할 뿐만 아니라, 올바로넷에서 제공하지 않는 재활용 업체 입고 이후 재활용 단계별 정보¹⁴⁷⁾를 확인할 수 있다는 장점이 있다.

146) 해양수산부는 각종 해양폐기물 수거 사업을 바다에서 수거한 해양폐기물량을 파악한다. 하지만 이는 플라스틱, 고무, 유리, 해양생물 등 모든 재질이 포함된 것이다. 환경부는 폐기물의 배출, 수집·운반, 재활용되는 양을 올바로넷을 통해 수집·관리하고 있다. 하지만 해양플라스틱을 별도로 분류하지 않기 때문에 환경부 올바로넷 정보로도 파악할 수 없다.

147) 재생원료 생산량, 제품별 생산량 등

그리고 민간 기업과 협력한 정보관리는 민간의 우수한 정보처리 기술력을 활용하여 민-관의 협력 모델을 만든다는 점에서도 의미가 있다.

정보 관리 시스템은 해양폐기물 전체를 관리하되, 해양플라스틱에 대해서는 페로프, 페어망 등 종류별로 정보를 수집하고, 재생원료 생산이후 최종적으로 생산되는 제품 정보까지 관리하도록 한다.

〈그림 5-8〉 민간 기업의 폐기물 정보 관리 솔루션 이미지



자료: 웨이블 홈페이지(검색일: 2023.10.18.)

(2) 해양폐기물 수거·처리 사업 시행지침 개정

시·군·구청, 어촌어항공단, 해양환경공단에서 추진하는 각종 해양폐기물 수거·처리 사업에서 배출되는 해양플라스틱 양에 대한 정보를 수집한다. 이를 위해 배출량 정보 수집 규정을 사업수행 지침에 추가하도록 한다.

〈표 5-2〉 해양폐기물 수거·처리 사업의 정보 수집 규정(안)

해양폐기물 수거·처리 사업 시행지침 상 정보 수집 규정(안)
국비를 지원받아 해양폐기물 수거·처리 사업을 수행할 경우에는 아래와 같이 해양폐기물 종류별 배출량(톤)에 대한 정보를 기록하여 해양수산부 장관에게 제출하여야 한다. • 해양폐기물 종류 : 페어망, 페로프, 기타 해양플라스틱, 그 외 재질의 해양폐기물, 해양생물

자료: 저자 작성

(3) 어업인단체 및 (사)한국해양플라스틱재활용사업공제조합 협력

지구별 수협 등 어업인단체가 추진하는 해양폐기물 수거·처리 사업으로 처리되는 해양플라스틱 배출 정보를 확보하기 위해 수협중앙회의 협력하도록 한다. 어업인이 직접 배출하는 페어망·페로프 등은 민간 수거업자를 통하여 확보하여야 한다. 이를 위해 (사)한국해양플라스틱재활용사업공제조합과 협력하여 영세 수거업체에 대한 지원 근거 자료로 활용하도록 한다.

(4) 재활용산업 성장 전망

장기적으로는 재활용산업의 성장 추세를 전망하는 체계를 마련하도록 한다. 이는 발생량과 소비량을 예측할 수 있는 페어망과 페로프를 대상으로 한다. 발생량은 어구 생산업 및 판매업 신고제로 확보한 정보를 활용한다. 2022년에 개정된 「수산업법」에 근거하여 시행되고 있는 어구 생산업 및 판매업 신고제에 따라 어구 생산업자와 어구 유통업자는 어구 생산량 및 판매량 정보를 기록하여야 한다. 이를 통하여 어구 교체로 인한 폐기량을 파악할 수 있다. 소비량 추정을 위하여 페어구 및 페로프로 생산된 재생원료를 구매하는 수요업체를 대상으로 설문조사를 실시하여 매년 소비량을 예측하도록 한다.

4) 해양플라스틱 재활용산업 협력 강화

해양플라스틱 재활용산업을 육성하기 위해서는 중앙정부와 지방자치단체, 민간기업, 연구계와의 협업적 거버넌스 구축이 중요하다.

(1) (가칭)해양플라스틱 산업포럼

아직까지 태동기인 해양플라스틱 산업의 성장기반을 마련하기 위해서는 민간기업의 환경과 여건, 기술 및 정책수요를 능동적으로 파악하는 것이 우선되어야 한다. 이를 위해서는 중앙정부, 연안 지자체, 해양플라스틱 기업, 수협, 해양환경공단, 국립수산물과학원, 한국해양수산개발원, 한국해양과학기술원, 한국해양플라스틱재활용사업공제조합 등이 참여하는 ‘(가칭)해양플라스틱 산업포럼’을 연례적으로 운영하는 방안이 필요하다.

(2) 해양플라스틱 정책협의회 구성·운영

더불어 해양수산부와 산업통상자원부, 환경부간 정례적인 협의체를 구성·운영함으로써 정책의 혼선을 방지하고 통합적·체계적인 해양플라스틱 산업 육성정책을 수립·추진해야 할 것이다. 이 경우 「해양폐기물 관리법」 제5조의2에 따라 운영되고 있는 ‘해양폐기물관리위원회’ 또는 실무위원회를 활용하는 방법도 고려해 볼 수 있다.

(3) 다부처간 융합형 재활용 기술개발

해양플라스틱을 원료로 하는 재활용 기술개발과 산업 육성은 지속가능한 순환경제사회를 만들기 위한 정책 패러다임의 전환이라고 볼 수 있다. 해양플라스틱의 화학적·물리적 재활용 기술을 개발하고 상용화하기 위해서는 해양수산부, 산업통상자원부, 환경부, 과학기술정보통신부 등의 다부처간 융합형 재활용 기술개발이 필요하다. 특히, 2024년 성안을 목표로 국제사회에서 활발하게 논의되고 있는 유엔 플라스틱협약에서는 플라스틱 오염 종식을 위하여 대체물질의 개발을 독려하고 있다. 생분해 플라스틱, 바이오 플라스틱, 환경과 인체 건강에 대한 부정적인 영향이 적은 화학물질 또는 첨가제의 개발은 다부처간 협업과 공동 기술개발이 요구된다.

06

결론 및 정책제언

제1절 요약 및 결론

유엔환경총회(UNEA), 유럽연합 등 국제기구와 주요국들은 재활용을 해양플라스틱 문제를 해결하기 위한 방안 중 하나로 여긴다. 특히, 페어망, 페로프 등 어업폐기물은 더욱 그러하다. 현재 페어망과 페로프의 육상 배출 및 재활용 체계를 갖춘다면 투기를 줄일 수 있기 때문이다.¹⁴⁸⁾ 본 연구는 해양플라스틱 재활용산업을 활성화하기 위한 정책적 방향과 정책과제를 제시하는 데 목적이 있다. 해양플라스틱 중에서도 재활용이 용이한 페어망과 페로프를 연구 대상으로 선택하였다. 페어망과 페로프는 기타 해양플라스틱과 달리 매년 일정 물량이 발생하고, 재질이 일정하며, 육상 배출 시 분리배출 및 오염도 저감이 가능하다.¹⁴⁹⁾

이러한 이유로 페어망과 페로프는 재활용이 일부 이루어지고 있었다. 이들의 주요 재질인 나일론, PE, PP를 펠릿을 저품질 원료로도 생산이 가능한 파렛트, 플라스틱 화분, 하수도관, 어상자 원료로 납품하고 있었다. 하

148) 우리나라 해양쓰레기에서 페어망, 페로프 등 어업용 플라스틱이 차지하는 비율이 높은 편이다.

149) 반면, 육상에서 유입되는 해양플라스틱은 발생량이 일정치 않고, 다양한 플라스틱이 섞여 있으며, 오염될 가능성이 크다.

지만 그 양은 많지 않았다. 재활용을 목적으로 한 수출을 포함한 재활용률은 폐어망, 폐로프의 20%를 밑돌 것으로 추정된다. 재활용률이 낮은 여러 이유가 있을 수 있으며, 저부가가치 제품 시장이 크지 않는다는 점도 하나의 이유이다.

하지만 최근 화학적 재활용 기술을 보유한 대기업이 재활용산업에 진출하면서 새로운 수요처가 생겼고, 이는 폐어망 및 폐로프를 중심으로 한 해양플라스틱 재활용산업의 규모를 확대할 수 있는 좋은 기회이다. 대기업이 재활용산업에 뛰어든 것은 글로벌 재생원료 시장 규모가 커지고 있기 때문이다. 이는 유럽연합을 중심으로 포장재 사용에 사용되는 재생원료의 함량비를 높이도록 규제를 강화하고 있기 때문이다. 뿐만 아니라 해양플라스틱 문제에 대한 전 지구적 관심이 증대하면서 주요 발생원으로 지목되는 글로벌 소비재 기업들도 재생원료 사용비율을 높이겠다고 선언하였다. 이러한 전 세계적 환경 변화로 인하여 해양플라스틱 재활용시장의 규모는 2030년까지 지속적으로 성장이 전망되고 있다. 우리나라 역시 가치소비 및 ESG 경영에 대한 사회적 관심 증대로 인하여 재활용제품에 대한 수요의 확대가 예상된다. 기존 폐어망과 폐로프의 재활용률이 낮기 때문에 공급 확대 여력도 충분하다.

우리나라는 이미 순환경제사회로의 전환 추구하는 정책 기조가 형성되어 있으며, 해양플라스틱 재활용 활성화 대책도 2022년에 발표된 바 있다. 하지만 해양수산부는 물리적 재활용에 초점이 맞춰져 있어서 새롭게 열리고 있는 화학적 재활용시장을 놓치고 있었다. 최근의 환경부는 PET 등 포장재 재활용에 집중하고 있었다. 2022년 5월에 폐어망과 폐로프를 생산자책임재활용 의무 대상 품목으로 선정하기는 하였으나 목표치는 로프 22.5%로 낮다. 재활용산업 진흥을 위해 재활용산업 육성 자금과 자원순환산업 창업대행지원 및 기술지도 사업을 추진하고 있으나, 해양플라스틱 재활용업체는 그 혜택을 누리지 못하고 있다. 해양수산부의 해양수산 기술창업 Scale-up

사업이나 해양수산 신산업 기술사업화 지원사업도 있으나, 해양플라스틱 재활용업체의 지원 실적은 찾기 어려웠다. 반면, 해외에서는 폐어망을 수거하여 재생원료를 생산하는 (주)Nofir, 폐어망으로 재생원사를 제조하는 Aquafil, 폐어망으로 가방은 소비재를 생산하는 Bureo 등은 사업 영역을 전 세계로 확대하고 있다.

앞서 언급하였듯이 화학적 재활용을 가능한 대기업을 통해서 우리나라 역시 해양플라스틱 재활용산업의 확대가 가능한 상황이다. 그러나 폐어망이나 폐로프를 화학적으로 재활용하는 산업 생태계를 구축되지 못한 상황이었다. 하지만 최근에, 폐어망과 폐로프로 생산된 재생원료를 구매하여 재생원사·원료를 제조하고자 하는 대기업들은 존재하였다. 이들 재생원료 구매업체의 관점에서 후방산업(down-stream)에 대한 공급사슬 분석을 실시하였다. 그 결과, 재생원료를 구매하는 수요업체는 높은 순도의 원료를 안정적으로 공급받기를 희망하였다. 반면 재생원료를 생산하여 공급하는 재활용업체는 재활용 가능한 폐어망과 폐로프를 확보하는 데 어려움이 있었다. 그 원인은 생산단계, 수집·운반단계, 선별단계별로 찾을 수 있었다.

그리고 해양플라스틱 재활용산업이 성장하기 위한 기반이 부족하다는 것을 확인하였다. 해양플라스틱 재활용산업을 활성화하기 위해서는 폐어망과 폐로프를 취급하는 재활용업체가 활발히 활동하여야 한다. 하지만 기존 업체들은 특정 시기에 집중적으로 발생하는 해양폐기물의 특성을 반영하지 못한 제도로 인하여 과태료 또는 행정처분을 받는 어려움을 겪고 있었다. 그리고 신생기업은 사업을 영위하기 위한 공장 부지를 확보하는 데 어려움을 겪기도 하였다. 대부분의 산업단지에서 재활용업체들을 받지 않기 때문이다. 한편, 영세한 재활용업체들은 화학적 재활용을 하는 대기업이 새로운 재생원료 수요처로 등장하였음에도 불구하고 이러한 재활용산업 동향을 파악하지 못하고 있었다. 반면, 대기업들은 해양플라스틱 재활용하고 싶으나 재생원료를 공급할 수 있는 재활용업체를 찾지 못하고 있었다. 그리고 재

활용제품 소비를 키지고 있으나, 해양플라스틱 재활용 제품은 아직 시장에서 판매되지 않고 있다.¹⁵⁰⁾

본 연구에서는 공급사슬 분석을 통해서 파악된 이러한 문제점을 해결하기 위한 정책 비전, 정책 추진 방향, 추진 전략을 모색하였다. 화학적 재활용산업의 태동기라는 점을 고려하여 “고부가가치 시장 개척을 통한 해양플라스틱 재활용산업 성장 기반 조성”을 해양플라스틱 재활용산업 육성 정책의 비전으로 제시하였다. 이에 따른 정책 추진 방향은 첫째, 우선순위에 따른 해양플라스틱 재활용 다각화, 둘째, 경쟁력 있고 활력 넘치는 사업으로 변모, 셋째, 지속가능한 성장을 지원하는 정책 추진 기반 마련으로 제시하였다. 정책 추진 방향에 기초하여 비전을 달성하기 위한 3대 추진 전략으로 폐어망·폐로프 등 재활용 원료의 공급체계 혁신, 해양플라스틱 재활용산업 생태계 활성화, 실용적 재활용산업 육성 정책 지원을 제시하였다.

마지막으로 추진 전략별 정책과제를 정리하였다. 첫 번째 전략, 재활용 원료의 공급체계 혁신은 생산, 배출, 수집·운반, 선별 단계별로 제시하였다. 생산단계는 순환이용성평가제도 적용을, 배출단계는 분리 집하 의무화, 모범 어촌계·어업인단체 인센티브 부여, 분리배출 문화 조성을, 수집·운반 단계는 어항단위 집하시설 설치 의무화, 민간 수집·운반 체계 구축을, 선별 단계는 광역 선별 인프라 구축, 분리·선별 기술개발 지원을 제시하였다. 두 번째 해양플라스틱 재활용산업 생태계 활성화를 위한 과제로 고부가가치 재활용 산업 생태계 조성 시범사업, 재활용업체 성장 지원, 재활용 제품 수요 확대, 기업·소비자 소통 강화를 제시하였다. 세 번째 실용적 재활용산업 육성 정책 지원에 대해서는 해양플라스틱 재활용 인증제 도입, 재활용산업 전망 체계 구축, 해양플라스틱 재활용산업 정책협력 강화를 제시하였다. 이를 통해 해양플라스틱 재활용 산업은 지속가능한 성장을 이룰 것이다.

150) PET병을 재활용 한 가방 등의 제품은 국내 시장에서도 거래되고 있다.

제2절 정책제언

1. 해양플라스틱 재활용산업 기반 조성 로드맵

해양플라스틱 재활용산업 기반 조성을 위한 단계별 추진과제는 아래 표와 같다. 1단계는 해양플라스틱 재활용산업이 고부가가치 신성장 산업으로 도약하기 위한 시기이다. 가장 우선적으로 재활용 가능한 폐어망·페로프 공급물량을 확대하여야 한다. 이를 위해 공공에서 실시하는 해양폐기물 수거사업의 분리 집하·운반을 의무화하고, 민간 해양플라스틱 수집업자를 육성하여 어업인이 배출하는 폐어망·페로프를 분리 수집·운반하도록 한다. 그리고 확보된 재활용 가능한 해양플라스틱은 고부가가치 제품 생산이 가능한 화학적 재활용을 하도록 한다. 이를 위해 재활용산업 생태계 조성을 위한 시범사업을 실시한다. 한편 해양플라스틱 재활용산업을 지원하기 위한 재원확보를 위한 기금 용도 규정 개정, 재활용업체 보관시설 규정 개정을 한다.

2단계는 해양플라스틱 재활용산업이 신성장 산업으로 성장하기 위한 본 궤도로 진입하는 시기이다. 이 시기에는 폐어망·페로프 등 재활용 가능한 해양플라스틱 물량을 지속적으로 확대하기 위하여 어촌계 대상으로 분리 배출·집하 관행을 정착시키기 위한 사업을 실시한다. 구체적으로는 모범 어촌계 및 어업인 단체에 인센티브를 부여하고, 사회적기업 지원·배출도우미 도입·캠페인 실시 등을 분리배출 문화 조성 사업을 추진한다. 그리고 이들 재활용 원료물질을 가공하여 펠렛, 플레이크 등 재생원료를 생산하는 해양플라스틱 재활용업체를 육성하도록 한다. 이를 위한 해양플라스틱에 특화된 재활용업체를 육성하기 위한 컨설팅, 창업지원, 인증 획득 지원사업 등을 추진한다. 이는 지자체와 협력하여 플라스틱 클러스터와 연계하여 추

진한다. 이 시기에는 정부 간 및 정부-기업간 소통과 협력이 중요하다. 따라서 해양수산부, 환경부, 산업통상자원부 등 관계 부처와 관계 기관이 참여하는 정책협의회를 구성하고, 해양플라스틱 재활용 산업포럼을 개최하고, 다부처간 융합형 기술개발 사업을 추진하도록 한다.

마지막 3단계는 해양플라스틱 재활용산업이 본격적으로 성장하는 시기이다. 이 시기에는 해양폐기물 집하시설, 광역 선별시설 등 재활용 인프라를 구축하고, 생산단계에서의 재활용 개선을 위한 순환이용성 평가를 실시하도록 한다. 해양플라스틱 재활용 제품 시장을 활성화하기 위하여 공공조달 등을 통한 공공 수요를 발굴하고, MZ 세대를 타깃으로 한 홍보전략을 추진하여 민간 수요를 확대한다. 그리고 재활용산업 전망체계를 구축한다.

〈표 6-1〉 해양플라스틱 재활용산업 기반 조성 로드맵

전략	재활용 원료의 공급체계 혁신	재활용산업 생태계 활성화	실용적 재활용산업 육성 정책 지원
1단계 - 도약기	■ 분리 집하·수집 개선 • 해양폐기물 수거사업의 분리집하 의무화 • 전문 수집업자 모집 및 육성 • 분리선별 기술 개발	■ 고부가가치 재활용산업 생태계 조성 • 고부가가치 재활용 생태계 조성 시범사업	■ 규제 개선 및 통계 구축 • 재활용산업 규제 개선 • 해양플라스틱 인증 제도 도입 • 재활용산업 통계 구축
2단계 - 성장 진입기	■ 어촌계 분리 배출·집하 관행 형성 및 정착 • 모범 어촌계 및 어업인 단체 인센티브 부여 • 사회적기업 지원, 배출 도우미 도입, 캠페인 실시	■ 해양플라스틱 재활용업체 육성 • 해양플라스틱 재활용업체 특화 및 전문화 • 플라스틱 클러스터 연계 추진	■ 부처간, 정부-기업 간 협력 강화 • 재활용산업 협력 강화 : 산업포럼, 정책협의회 구성, 다부처간 융합형 R&D
3단계 - 성장기	■ 인프라 조성 및 재활용성 개선 • 어항 집하시설 설치 의무화 • 광역 선별 인프라 구축 • 순환이용성 평가	■ 해양플라스틱 재활용 시장 활성화 • 공공 및 민간 수요 발굴 • ESG 경영 활용 • 기업·소비자 간 소통 강화	■ 산업 발전 전망 • 재활용산업 전망체계 구축

자료: 저자 작성

2. 제도 개선

해양플라스틱 재활용산업 육성 관련한 제도 개선 과제로는 첫째, 해양플라스틱 수집업을 등록할 수 있는 조항을 마련하도록 한다. 해양플라스틱 민간 수집업자 등록 조항은 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제19조(해양폐기물관리업 등록)제1항에 “4. 해양폐기물 수집업”을 신설하도록 한다. 해양폐기물 수집업은 “해안가 또는 어촌마을을 순회하며 어업인이 폐기한 페어망, 페로프 등 재활용이 가능한 어업폐기물을 수집하여 시·군·구청장 또는 해양수산부 장관이 지정한 장소로 운반하는 사업”으로 정의한다.

둘째, 해양폐기물 재활용산업 협의체 구성을 위한 민간협력 조항을 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」에 신설하도록 한다.

셋째, 「해양폐기물법」에 해양폐기물 수거사업을 실시하는 지자체·수협·공단 등 해양폐기물 수거자에 대해 재활용 가능한 해양플라스틱과 그 외 해양폐기물을 분리하여 집하하도록 하는 의무 규정을 신설하도록 한다. 해안폐기물은 제12조제4항, 부유폐기물은 제13조제5항, 침적폐기물은 제14조제5항에 관련 규정을 마련한다. 이는 재활용 가능한 해양플라스틱과 기타 해양폐기물을 분리하여 재활용을 촉진하기 위함이다. 이는 해양분야에서의 순환경제를 달성하는 데 기여할 것이다.¹⁵¹⁾

넷째, 페어망과 페로프의 경우, 폐기물의 처리에 관한 구체적 기준 및 방법을 규정하고 있는 「폐기물관리법 시행규칙」 제14조 [별표 5]을 개정하는 방안을 검토하는 것이 필요하다. 즉, 페로프, 페어망의 구체적인 보관방법을 정하는 대신 보관 기한을 연장할 수 있도록 개선해야 할 것이다.

왜냐하면, 「폐기물 관리법」 제13조제1항 및 같은 법 시행령 제7조에 따라,

151) 해양분야에서 재활용 가능성이 높은 폐기물인 패각 등 수산부산물의 경우에는 재활용을 촉진하기 위해 2021년에 「수산부산물 재활용 촉진법」이 제정하였다.

누구든지 폐기물을 처리하려는 자는 폐기물이 종류와 성질·상태별로 재활용 가능성 여부, 가연성이나 불연성 여부 등에 따라 구분하여 수집·운반·보관해야 하기 때문이다. 다만, 「폐기물 관리법」 제13조제1항 단서에서는 같은 법 제13조의2에 따른 재활용 원칙 및 준수사항에 따라 재활용을 하기 쉬운 상태로 만든 폐기물(중간가공 폐기물)에 대해서는 완화된 처리기준과 방법에 따라 처리할 수 있도록 정하고 있다. 즉, 환경부장관이 정하는 기준을 충족할 경우에는 보관기간을 연장할 수 있도록 예외를 인정하고 있다.¹⁵²⁾ 따라서 해양플라스틱 재활용 기업의 규제허들로 작용하고 있는 규제를 완화하되, 친환경적인 보관 기준과 방법을 마련해야 할 것이다.

다섯째, 「수산업·어촌 발전 기본법」 제49조제1항제16호를 신설하여 ‘해양플라스틱 재활용 관련 산업의 육성 및 해양플라스틱 등 해양자원의 재활용 기술개발사업의 지원’을 기금의 용도로 추가하는 것이 필요하다. 즉, 「수산업·어촌 발전 기본법」 제49조제1항제2호에서 ‘양식어업 육성’, 같은 항 제9호에서 ‘해양심층수 관련 산업 육성’, 같은 항 제10호에서 ‘수산물가공업 육성’ 등에 대해 필요한 융자, 보조 등의 방법을 지원할 수 있도록 규정한 것처럼 해양플라스틱 재활용산업과 기술개발에 대한 지원 근거를 명확히 하여야 할 것이다.

여섯째, 「해양폐기물 관리법」 제29조제2항을 개정하여 국가는 해양폐기물 및 해양오염퇴적물의 발생을 방지하기 위한 감시활동, 수거·정화 활동을 하는 법인 또는 단체뿐만 아니라, 재활용산업을 하는 법인 또는 단체에 대해서도 필요한 행정적·재정적·기술적 지원을 할 수 있도록 하여야 할 것이다. 더불어 중기적으로는 「해양폐기물 관리법」상 해양플라스틱을 원료로 하는 재활용산업 육성에 대한 관련 규정을 신설하는 입법적 노력도 필요하다.

152) 「폐기물관리법 시행령」 제7조제3항제2호

일곱째, 폐어망·페로프를 비롯하여 어업용 플라스틱 폐기물이 많이 발생한다. 이에 국제해사기구(IMO)에서는 항만수용시설(Port Reception Facility)의 설치를 권고한다. 하지만 폐어구를 보관하는 폐어구 집하시설은 어항시설에 해당하지 않아 어항에 설치하는 데 어려움이 있다. 따라서 「어촌·어항법」 제2조 제5호에서 정의하는 ‘어항 기능시설’에 폐어구 보관시설을 추가하도록 한다.

여덟째, 해양폐기물 수거 정보 수집을 위하여 해양폐기물 수거사업 시행 지침에 정보 수집 규정을 추가하는 것이다.

〈표 6-2〉 해양플라스틱 재활용산업 성장 기반 조성을 위한 제도 개선 사항

구분	관련법	비고
민간 수집업자 등록	「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」	신설(제19조제1항제4호)
민간협력	「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」	신설
해양폐기물 분리 집하 의무	「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」	신설(제12조제4항, 제13조제5항, 제14조제5항)
어업인 분리 배출·집하 의무	「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법 시행규칙」 제19조에 따른 고시	신설
재활용업체 폐기물 보관기간 연장	「폐기물관리법 시행규칙」	개정(제14조 [별표 5])
해양플라스틱 재활용산업 육성 및 기술개발 지원	「수산업·어촌 발전 기본법」	신설(제49조제1항제16호)
재활용산업 법인 및 단체에 대한 행정적·재정적·기술적 지원	「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」	개정(제29조제2항)
폐어구 집하시설을 어항 기능시설에 추가	「어촌·어항법」	개정(제2조제5호나목)
해양폐기물 종류별 수거·처리량 기록	해양폐기물 수거사업 시행지침 (해양폐기물 정화사업, 연근해어장 생산성 지원사업 등)	지침 수정

자료: 저자 작성

3. 기타

1) 해양폐기물 수거 사업 추진방향 변경

해양플라스틱 재활용산업의 육성은 폐어망, 폐로프의 육상 배출로부터 시작된다. 이는 재활용산업이 활성화되면 해양폐기물, 특히 어장에서 발생하는 침적폐기물이 획기적으로 줄어드는 것을 의미한다. 기존의 해양폐기물 수거사업을 해양폐기물 관리 사업으로 변경하는 추진한다면 해양플라스틱 재활용산업 육성에 필요한 배출단계, 수집·운반 단계, 선별 단계 사업을 추진할 수 있을 것이다. 전 세계적으로도 해양플라스틱 재활용은 해양플라스틱 문제를 해결하기 위한 사업으로 추진하고 있다. 특히, 해외에서 추진되는 프로젝트는 수거-재활용을 연계하여 추진하는 사례를 참고하여 해양폐기물 관리 사업을 변경할 것을 제안한다.

2) 유실·투기 어구 발생예방 사업 연계 추진

폐어망 및 폐로프를 재활용하기 위해서는 유실·투기 어구 발생 예방 정책과 연계하여 추진하여야 한다. 해양수산부는 2024년부터 어구·부표보증금제도를 시행할 예정이다. 어업인은 보증금제도가 적용되는 어구를 육상의 집하장으로 되가져와 분리 배출하므로 재활용하기에 용이하다. 내년에는 보증금제도가 적용되는 통발은 주로 프레임과 PE 재질의 망지로 분리된다. 따라서 기존 물리적 재활용업체와 연계하여 저부가가치 제품으로 재활용할 수 있다. 또는 열분해 기술력을 갖춘 대기업과 협력하여 오일이나 나프타로 재활용할 수 있다.

3) 산업계 협력 증진

해양플라스틱 재활용산업을 활성화하기 위해서는 관련 기업과의 협력이 필수적이다. 협력 대상 기업으로는 화학적 재활용 기술력을 보유한 재생원료·원사 제조사, 폐기물 정보 관리 솔루션 운영사, 재활용업체 등이 있다. 이들과의 협력 사업으로는 폐어망·페로프 재활용에 필요한 선별 기술개발, 해양플라스틱 처리 정보 관리 기술개발이 있다. 둘째 해양플라스틱 재활용 제품 소비자를 대상으로 한 캠페인, 이벤트, 홍보사업을 추진할 수 있다. 해양플라스틱 재활용산업에서 산업계의 역할을 장려하기 위하여 해양플라스틱 재활용 업적이 우수한 기업을 선정하여 ‘해양순환경제 협력 기업’으로 포상하도록 한다.

참고문헌

국내 문헌

- 고동훈 외(2021), 순환경제 시스템을 활용한 어업폐기물의 자원화 방안 연구, 한국해양수산개발원.
- 관계부처 합동(2023), 순환경제 활성화를 통한 사업 신성장 전략, 관계부처 합동.
- 김경신·이윤정·김연수(2018), 양식장 해양쓰레기 자원순환 방안 연구, 한국해양수산개발원.
- 김정근(2023.6.), 해양폐기물(폐어망) 재활용 활성화 방안, 자문회의.
- 김정태·박은미·장주병(2002), 공급사슬관리(SCM)의 가치사슬에 영향을 미치는 제품 혁신성에 관한 연구, 대한산업공학회 2002년 춘계공동학술대회 논문집, pp. 445-451.
- 남상욱(2022), 디스플레이산업의 가치사슬별 경쟁력 진단과 정책 방향, KIET 산업경제, 산업경제분석, pp. 56-66.
- 넷스파 주식회사(2023.7.11.), KR-A-1020230105156.
- 곽수일·문종범(2005), 공급사슬 유형의 분류와 특성에 관한 탐색적 연구, Journal of information and operations management, Vol.15 No.2, pp. 25-41.
- 문종범(2006), 공급사슬의 유형에 따른 통합전략의 수립에 관한 연구, 경영논집, 제40권. 1·2호, pp. 97-123.
- 박수진 외(2020), 해양환경재원체계의 능동적 추진을 위한 재원체계 개선방안 연구, 한국해양수산개발원.

(사)동아시아바다공동체 오션(2020), 2020 국가 해안쓰레기 일제·모니터링 조사 용역, 해양수산부·해양환경공단.

(사)동아시아바다공동체 오션(2021), 2021 국가 해안쓰레기 모니터링 조사 용역, 해양수산부·해양환경공단.

삼일PwC경영연구원(2022.4.), 순환경제로의 전환과 대응전략 - 플라스틱과 배터리(이차전지)를 중심으로, Insight Research, Paradigm Shift Vol.1.

삼정KPMG 경제연구원(2022), 다가오는 폐기물 업스트림 시장을 준비하라, Samjong Insight, Vol. 82.

신수용 외(2020), 국내 항만외선 산업의 가치사슬과 공급망 연계성 강화방안 - 자동차 산업을 중심으로, 한국해양수산개발원.

이영해(2004), e-비즈니스 시대의 SCM 이론과 실제, 문영각.

위정원(2022), 플라스틱 재활용 당위성과 기술 현황, 교보증권 지식포럼.

장용철(2020), 순환경제를 위한 플라스틱의 전과정 관리, 충남대학교출판문화원.

해양수산부(2020), 제4차 어업용 폐스티로폼 부표 회수 시범사업, 해양수산부.

해양수산부·한국어촌어항공단(2018), 2017년 연안어장 환경개선 사업 - 사업 결과 및 정산보고서.

해양수산부·한국어촌어항공단(2023), 2022년 연근해어장 생산성 개선 지원사업, 해양수산부·한국어촌어항공단.

해양수산부·해양수산과학기술진흥원(2021), 2022년도 해양수산과학기술 육성 시행 계획, 해양수산부·해양수산과학기술진흥원.

환경부·환경공단(2022), 2021년 전국 폐기물 발생 및 처리현황.

환경부·한국환경공단(2023), 자원순환산업 창업 및 기술지도 지원사업 운영지침, 환경부·한국환경공단.

환경부·한국환경산업기술원(2023), 환경정책자금 융자 운용요강(2023.6.30.개정), 환경부·한국환경산업기술원.

국외 문헌

- AEPW(2023), Progress Report 2022 – Catalysing Impact, AEPW.
- Ellen MacArthur Foundation(2016), The New Plastics Economy, Rethinking the future of plastics & catalyzing action.
- European Commission(2020), Study on Circular Design of the Fishing Gear for Reduction of Environmental Impacts, EASME/EMFF/2018/011 Specific Contract No.1.
- European Parliament(2023), Revision of the Packaging and Packaging Waste Directive, Briefing, EU Legislation in Process.
- Gurutx Mondragon, Galder Kortaberria, Eider Mendiburu, Nekane González, Aitor Arbelaiz, Cristina Peña-Rodríguez(2020), Thermomechanical recycling of polyamide 6 from fishing nets waste, Journal of Applied Polymer Science, 2020, 137, 48442.
- Hau L. Lee, Corey Billington(1993), Material management in decentralized supply chains, Operations Research, Vol. 41, No. 5 (Sep. – Oct., 1993), pp. 835-847.
- Hau L. Lee(2002), Aligning Supply Chain Strategies With Product Uncertainties, California Management Review 44(3):105-119.
- Laudon, K.C. and Laudon, J.P. (2007) Management Information Systems: Managing the Digital Firm. 9th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle River, 145-278.
- Laurent Lebreton et al.(2022), Industrialised fishing nations largely contribute to floating plastic pollution in the North Pacific subtropical gyre, Scientific Reports, <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16529-0>.
- Marga Andrés, Iker Zudaire, Joana Larreta, Asier Asueta, Nekane González, Marta Molist, Edu Uribealago, Oihane C. Basurko(2022), Nuts and bolts of tropical tuna purse seine nets recycling: A circular business model, Front. Sustain. 3:929902.

-
- OECD (2022), Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060, OECD Publishing, Paris, Front. Sustain., 17 August 2022.
- Oihane C. Basurko et al.(2023), End-of-life fishing gear in Spain: Quantity and recyclability, Environmental Pollution, Volume 316, Part 2, 1 January 2023, 120545.
- Rafael Juan, Carlos Domínguez, Nuria Robledo, Beatriz Paredes, Sara Galera, and Rafael A. García-Muñoz(2021), Challenges and Opportunities for Recycled Polyethylene Fishing Nets: Towards a Circular Economy, Polymers, Volume 13 Issue 18, pp. 1-15.
- Rohit Kumar Singh, Ajinkya Mukund Pannase, Mahesh Prakash Joshi, Biswajit Ruj, Anup Kumar Sadhukhan, Parthapratim Gupta(2022), Pyrolysis of marine waste to pyrolytic oil and its application in compression ignition engine: Engine performance, combustion, and emission analysis, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, Volume 44, 2022 - Issue 3.
- Saverio Spadea, Ilenia Farina, Anna Carrafiello, Fernando Fraternal, Recycled nylon fibers as cement mortar reinforcement, Construction and Building Materials, Volume 80, 1 April 2015, Pages 200-209.
- Thomas, D.J. and Griffin, P.M. (1996) Coordinated Supply Chain Management. European Journal of Operation Research, 94, 1-15.
- Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AWG, McGonigle D, Russell AE (2004), Lost at sea: Where is all the plastic? Science 304:838-838.
- W.C. LI, H.F.TSE, & L. FOK(2016), Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects, Science of The Total Environment, Volumes 556-557, pp. 333-349.
- Zinaida Fadeeva & Rene Van Berkel(2021), Unlocking circular economy for prevention of marine plastic pollution: An exploration of G20 policy and initiatives, Journal of Environmental Management, Volume 277, 1 January 2021, 111457.
- 環境省環境再生・資源循環局(2020), 漁業系廃棄物処理ガイドライン (改訂).

인터넷 자료

국가법령정보센터, 제정·개정문, 순환경제사회 전환 촉진법, <https://law.go.kr/lisInfoP.do?lsiSeq=247495&lsId=&efYd=20240101&chrClsCd=010202&urlMode=lsEfInfoR&viewCls=lsRvsDocInfoR&ancYnChk=0#> (검색일: 2023.8.23.)

국가통계포털, 등록어선통계, 어업별 업종별 어선세력, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=146&tblId=DT_ERT9030&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=K2_1&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE(검색일: 2023.8.9.)

그린포스트코리아(2022.1.12.), [줄여야 산다 #PET병 ④] 페트병 재활용 나서는 기업들, <http://www.greenpostkorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=131173>(검색일: 2023.10.11.)

기후변화센터. 이투데이(2023.6.30.), 서울-에너지 회의 2023 자료집

뉴스트마토(2021.5.28.), 해양 침적쓰레기 피해액 ‘연간 440억’... “정부 예산 턱없이 부족”, <https://newstomato.com/ReadNews.aspx?epaper=0&no=1047673>(검색일: 2023.10.19.)

뉴스트리(2023.9.14.), 코오롱플라스, 해양 폐플라스틱으로 산업용 소재 개발한다 : <https://www.newstree.kr/newsView/ntr202309140005> (검색일: 2023.10.11.)

머니투데이(2023.3.20.), “이러다 물건 못 팔아” 부라부라 재활용...기업들 변하는 이유, <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2023031916585258061> (검색일: 2023.10.17.)

범부처통합연구지원시스템 홈페이지, 2022년도 화학재생그린섬유개발 신규지원 대상 연구개발과제 공고, <https://www.iris.go.kr/contents/retrieveBsnsAncmView.do>(검색일: 2023.8.24.)

생산자책임재활용제도 홈페이지, 제도소개, <https://www.iepr.or.kr/sys/mrrs/eprIntroduce/eprIntroduce03.do>(검색일: 2023.8.23.)

서울경제, 161조 시장 열리는데 적합업종 묶여 ‘규모의 경제’는 하세월 <https://www.sedaily.com/>(검색일: 2023.8.18.)

순환이용성평가제도 정보관리시스템, 개선사례, <https://www.greenproduct.go.kr/recycle/implementResultList.do?cd=0206>(검색일: 2023.10.19.)

순환이용성평가제도 정보관리시스템, 제도소개, <https://www.greenproduct.go.kr/recycle/referenceIntro.do?cd=0601&boardType=00&menuType=01>(검색일: 2023.10.19.)

아시아경제(2022.6.16.), 폐어망에서 의류용·산업용 재생 나일론 뽑는다, <https://c.m.asiae.co.kr/article/2022061607080892586>(검색일: 2022.8.9.)

어업인수산(2022.12.21.), 어업인 직접 찾아가는 현장 캠페인, <http://www.suhyupnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=29990>(검색일: 2023.10.20.)

여성신문(2021.3.28.), [지못미] 잘 버린 페트병, ‘완판’ 패션 아이템 됐다, <https://www.womennews.co.kr/news/articleView.html?idxno=209393>(검색일: 2023.10.11.)

연합뉴스(2022.7.5.), “10명 중 8명이 가치소비 해봤다”…MZ세대가 가장 적극적, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20220705024400003>(검색일: 2023.10.11.)

이데일리(2023.1.22.). 해양폐기물로 노트북을?... ESG에 폭 빠진 글로벌 빅테크, <https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=01174246632200344&mediaCodeNo=257>(검색일: 2023.10.11.)

이데일리(2023.9.26.), AI 수거로봇·도심 스마트 보관서비스 등 규제특례 지정, <https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=03526006635744056&mediaCodeNo=257&OutLnkChk=Y>(검색일: 2023.10.10.)

유럽연합 집행위원회 보도자료, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_18_5(검색일: 2023.8.15.)

유럽연합 집행위원회 브리핑, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/745707/EPRS_BRI\(2023\)745707_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/745707/EPRS_BRI(2023)745707_EN.pdf)(검색일: 2023.8.15.)

유럽연합 집행위원회 뉴스 홈페이지(a), <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20180328STO00751/waste-management-in-the-eu-infographic-with-facts-and-figures>(검색일: 2023.8.15.)

- 유럽연합 집행위원회 뉴스 홈페이지(b), <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures>(검색일: 2023.8.15.)
- 웨이블 홈페이지, <https://www.wayble.eco/>(검색일: 2023.10.18.)
- 전자신문(2023.2.13.), 삼성 갤럭시, 2050년까지 플라스틱부품 100% 재활용 소재로, <https://www.etnews.com/>, ; ‘갤럭시 S23 시리즈 친환경 기술 브리핑’ (검색일: 2023.8.16.)
- 조선일보(2022.10.13.), 페어망에서 나일론을 뽑는 ESG 탑 플레이어, 넷스파, <https://www.chosun.com/economy/smb-venture/2022/10/13/J4M65TMAMFF3XHFAJYNF43VUJ4/>(검색일: 2023.8.9.)
- 재활용 원제품 가격정보서비스, <https://www.recyclingmarkets.net/secondarymaterials>(검색일: 2023.8.22.)
- 한겨레 일보, 폐플라스틱 돈 되자…대기업 “들어간다” 중소기업 “막아줘” ; <https://www.hani.co.kr/arti/economy/marketing/1059290.html> (검색일: 2023.8.19.)
- 한국일보 기사(2021.7.31.), <https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2021072809270004177>(검색일: 2023.8.23.)
- 해양수산부 보도자료(2022.12.13.), 해양폐기물 고부가가치 재활용 활성화 기반 마련한다, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?menuSeq=971&bbsSeq=10&docSeq=48189>(검색일: 2023.8.23.)
- 해양환경정보포털, 해안쓰레기 모니터링 통계, <https://www.meis.go.kr/mli/monitoringInfo/stat.do>(검색일: 2023.8.22.)
- 해양환경정보포털, 해양폐기물, <https://www.meis.go.kr/mli/business/collectStat.do>(검색일: 2023.7.21.)
- 환경통계 정보, 자원순환 정보시스템:<https://www.recycling-info.or.kr/sds/marketIndex.do>(검색일: 2023.8.17.)
- 환경부 보도자료(2021.7.21.), 생산자책임재활용 품목 확대…파렛트 등 17개 품목 추가, <https://me.go.kr/home/web/board/read.do;jsessionid=ocgr9MfZ3C-85Eg3VqkK+7BL.mehome1?pagerOffset=1750&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=&>

orgCd=&boardId=1467190&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&decorator=(검색일: 2023.8.23.)

환경정책자금지원시스템 홈페이지, 사업안내, <https://www.konetic.or.kr/loan/user/siteguidance/bsnsguidance/Rusec.form?menuNo=10201000&upperMenuNo=10000000#LINK>(검색일: 2023.8.23.)

AEPW 홈페이지, Our Purpose, <https://endplasticwaste.org/en/Our-Purpose> (검색일: 2023.8.25.)

Aquafil 그룹 웹사이트, <https://www.aquafil.com>(검색일: 2023.10.10.)

BrandBrief(2021.06.26.), 해양 쓰레기로 만든 아디다스 운동화, 재료의 혁명을 가져 오다, <https://www.brandbrief.co.kr/news/articleView.html?idxno=4380>(검색일: 2023.10.11.)

BBC(2020.12.8.), Coca-Cola, PepsiCo & Nestlé named top plastic polluters, <https://www.bbc.co.uk/newsround/55218513>(검색일: 2023.10.17.)

BlueNet 웹사이트, <https://www.bluenetproject.eu/>(검색일: 2023.10.10.)

Bureo Netplus 프로그램 사이트, <https://bureo.co/pages/netplus>(검색일: 2023.10.10.)

Commonwealth magazine, How a Taiwanese company is trying to save the ocean, <https://english.cw.com.tw/article/article.action?id=3234>(2022. 5.27.)(검색일: 2023.8.24.)

ECONYL 온라인 몰 웹사이트, <https://www.econyl.com/>(검색일: 2023.10.10.)

EU 법률 검색 사이트, <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/single-use-plastics-fighting-the-impact-on-the-environment.html> (검색일: 2023.8.15.)

Foodbev Media(2018.10.26.), Danone aims to make 100% of packaging recyclable by 2025, <https://www.foodbev.com/news/danone-aims-to-make-100-of-packaging-recyclable-by-2025/>(검색일: 2023.10.17.)

Grand View Research 홈페이지, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/recycled-ocean-plastics-market-report> (검색일: 2023.10.12.)

Linkedin(2020.9.8.) 8 contextual facts about plastic chemical recycling you should know, <https://www.linkedin.com/pulse/8-contextual-facts>

- plastic-chemical-recycling-you-know-l%C3%BCtkenhaus
(검색일: 2023.10.17.)
- Nofir 웹사이트, <http://nofir.no/en/our-process/>(검색일: 2023.10.12.)
- Ocean bound plastic certification 웹사이트, <https://www.obpcert.org/>
(검색일: 2023.10.10.)
- Ocean bound plastic certification 웹사이트, <https://www.obpcert.org/certified-organizations/>(검색일: 2023.10.10.)
- OECD, Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060 홈페이지, <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/49836998-en/index.html?itemId=content/component/49836998-en#section-d1e1301>(검색일: 2023.7.20)
- Our World in Data 홈페이지, Where does the plastic in our oceans come from?, <https://ourworldindata.org/ocean-plastics>(검색일: 2023.8.24.)
- PRTIMES 홈페이지, "NET RE-VALUE PROGRAM" 정식 운용 시작, <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000008.000081401.html>(검색일: 2023.8.24.)
- Polaris Market Research Analysis 홈페이지, <https://medium.com/@mathewsi940/recycled-ocean-plastics-market-is-projected-to-register-a-robust-high-cagr-through-2032-c46a3525bdc8>(검색일: 2023.10.12.)
- Taylor&Francis Online 홈페이지, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15567036.2022.2101715?scroll=top&needAccess=true&role=tab>(검색일: 2023.7.21.)
- Teijin 홈페이지, Materiality 2 Achievement of a Circular Economy, <https://www.teijin.com/csr/materiality2/>(검색일: 2023.8.24.)
- The Insight Partners 홈페이지, <https://www.theinsightpartners.com/reports/recycled-ocean-plastics-market>(검색일: 2023.10.12.)
- The Ocean Cleanup 홈페이지, Recycled The First Plastic Catch, <https://theoceancleanup.com/milestones/recycled-the-first-plastic-catch/>
(검색일: 2023.8.23.)
- The Ocean Cleanup 홈페이지, Sunglasses Out of Stock, <https://theoceancleanup.com/updates/sunglasses-out-of-stock/>(검색일: 2023.8.23.)

UNEP 보도자료 홈페이지, <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/historic-day-campaign-beat-plastic-pollution-nations-commit-develop>(검색일: 2023.7.20.)

Wiley Online Library 홈페이지, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/app.48442>(검색일: 2023.7.21.)

WORDROW, 국어사전 <https://wordrow.kr/의미/가치소비>(검색일: 2023.10.11.)

법령

순환경제사회 전환 촉진법(법률 제19208호, 2022.12.31.).

어촌·어항법(법률 제17893호, 2021.1.12.).

자원순환기본법(법률 제17326호, 2020.5.26.).

자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률(법률 제19311호, 2023.3.29.).

자율관리어업 관리 등에 관한 규정(해양수산부훈령 제602호, 2021.7.2.) [별표2] 자율관리어업 공동체 활동실적 평가 매뉴얼(제8조제1항 관련).

폐기물관리법(법률 제18853호, 2022.4.26.).

폐기물관리법 시행령(대통령령 제33011호, 2022.11.29.).

폐기물관리법 시행규칙(환경부령 제1048호, 2023.8.11.).

부록

1. 재활용업체 현장 조사지

〈부록 표 1-1〉 재활용업체 현장 조사지 서식

구분		조사 내용
업체 정보	취급 품목/재질	•
	설비 용량	•
재생원료 생산	연간 공급 물량	•
	폐어망·로프 확보방법	•
	재활용 공정	•
	판매처	•
애로사항	폐어망·로프 재활용 관련	•
	업체 운영 관련	•
기타 정부 건의사항		•

자료: 저자 작성

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 여류양식을 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	북한해양레저관광도시 개념정립 및 추진방안에 관한 연구	최일선
03	항만기술산업 육성을 위한 법제도 마련 연구	안승현
04	블루푸드테크 전문기관의 도입 필요성에 대한 연구	이동림
05	지방자치단체의 해양관할구역 설정 요인 연구	이혜영
06	양식장 내 어류 복지 기준 마련을 위한 연구	오서연
07	해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 기반 조성 연구	이윤정
08	중소·중견 물류기업의 ESG경영 가이드라인 구축 연구	이재호
09	신항만건설사업의 민간투자 확대를 위한 제도개선 연구	김보경
10	해수욕장 이용객 집계·관리체계 개선방안 연구	이정아
11	유엔 플라스틱 협약의 주요쟁점 분석 및 대응방향 연구	박수진
12	어촌 활력 제고를 위한 제도 개선방안 연구	문지원
13	어선의 친환경에너지 전환방안 연구	고동훈

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 해양수산부문 파급효과 분석	임병호
06	글로벌 수산부문 이머징 이슈 분석 모델 개발 연구	한기욱
07	양식 수산물 증장기 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 멧게 단위 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 2023-07

해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 기반 조성 연구

인쇄 2023년 12월 29일

발행 2023년 12월 31일

발행인 김 종 덕

발행처 한국해양수산개발원

주소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 효민디앤피 (051-807-5100)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 15,000원

해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 기반 조성 연구

A Study on Establishing the Foundation of the Marine Plastic
Recycling Industry through Supply Chain Analysis

 **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 661400
ISBN 979-11-6866-140-0