



2023 고용영향평가 연구시리즈

폐플라스틱 재활용 등 순환경제의 고용영향



고용노동부



한국노동연구원

이 과제는 2023년 고용노동부의 「고용영향평가사업」에 관한 위탁사업에 의한 것임

폐플라스틱 재활용 등 순환경제의 고용영향



본 보고서는 한국노동연구원 고용영향평가센터의 2023년 고용영향평가 사업으로 수행한 연구결과입니다.

연구주관기관 : 한국노동연구원

연구시행기관 : (사)위노베이트

연구진

연구책임자 : 양현석(한국항공대학교 교수)

참여연구자 : 이영수(한국항공대학교 교수)

최종일(조선대학교 교수)

목 차

요 약	i
제1장 서 론	1
제1절 연구 배경 및 목적	1
제2절 연구 범위 및 고용연계성 설정	6
1. 연구 범위	6
2. 고용연계성	10
제3절 연구 방법 및 내용	12
제2장 폐플라스틱 재활용 산업 및 정책 동향	15
제1절 플라스틱 재활용 방식의 이해	15
제2절 플라스틱 재활용 시장·기업 현황	22
1. 국내 동향	22
2. 해외 동향	28
제3절 플라스틱 재활용 관련 정책 동향	33
1. 플라스틱 열분해 관련 정부 R&D 동향	33
2. 플라스틱 관련 규제 정책	35
3. 소 결	43
제3장 폐플라스틱 재활용 산업 중심의 고용현황 분석	45
제1절 고용현황 분석 개요	45
제2절 수거 및 선별 분야 고용시장 현황	46
1. 재활용 선별장	46
제3절 플라스틱 산업	51
1. 플라스틱 산업 정의 및 규모	51
2. 플라스틱 산업 고용현황	53

제4장 폐플라스틱 재활용의 고용영향	57
제1절 분석방법 개관	57
1. 고용영향평가의 노동시장 분석	57
2. 실태조사	60
3. 전문가 조사(서면조사 및 심층면접)	62
제2절 조사 결과	65
1. 폐플라스틱 열분해 기업 현황	65
2. 수거선별 기업	66
3. 전문가 조사(서면)	68
4. 심층인터뷰(FGI)	76
제3절 시나리오별 고용영향 분석	79
1. 폐플라스틱 열분해 분야	79
2. 수거선별 분야	89
제5장 정책제언	91
제1절 열분해 분야	91
제2절 수거선별 분야	96
[부록] 실태조사 조사표	98

표 목 차

〈표 1- 1〉 연도별 재활용 방법별 복합재질·필름류 재활용 회원사 현황	8
〈표 1- 2〉 고용연계성과 환경산업특수분류 및 표준산업분류 연계표	14
〈표 2- 1〉 화학적 재활용 방식의 기술적 비교	20
〈표 2- 2〉 화학적 재활용 공정 비교	21
〈표 2- 3〉 대기업 플라스틱 열분해 산업 진출 계획	27
〈표 2- 4〉 지자체 공공 열분해 시설 구축 계획	27
〈표 2- 5〉 석유·화학사 실증특례 참여 현황	28
〈표 2- 6〉 플라스틱 전주기 품목별 대세계 수출액	29
〈표 2- 7〉 해외 열분해 기술 관련 시범 프로젝트 사례	33
〈표 2- 8〉 화학적 재활용 관련 환경부 추진 R&D 현황	34
〈표 2- 9〉 열분해유·가스 생산 목표(투입량 기준)	36
〈표 2-10〉 전주기 탈플라스틱 대책 세부 목표	40
〈표 3- 1〉 환경산업특수분류-표준산업분류 연계표	45
〈표 3- 2〉 재활용 선별장 인력 및 역할	47
〈표 3- 3〉 생활폐기물 처리 시설(재활용 선별장) 종사자 지역별 현황	48
〈표 3- 4〉 생활폐기물 처리 시설 종사자 규모별 종사자 수	50
〈표 3- 5〉 생활폐기물 처리 시설 종사자 규모별 종사자 수	50
〈표 3- 6〉 생활폐기물 처리 시설 종사자 지위별 종사자 수 및 급여	51
〈표 3- 7〉 플라스틱산업 관련 한국표준산업분류	52
〈표 3- 8〉 플라스틱산업의 규모(2020년 기준)	52
〈표 3- 9〉 플라스틱 분야 산업별, 직종별 종사자 현원 추이	54
〈표 3-10〉 플라스틱 분야 생산직 구인인원 및 채용인원 추이	54
〈표 3-11〉 플라스틱 산업별, 직종별 부족률 추이	55
〈표 4- 1〉 폐플라스틱 열분해 처리 규모 현황 및 목표	58

〈표 4- 2〉 환경산업특수분류-표준산업분류 연계코드	60
〈표 4- 3〉 등록 형태 및 폐기물 분류별 업체 현황(2021년 기준)	61
〈표 4- 4〉 지자체 폐기물 처리 시설 현황(2018년도)	62
〈표 4- 5〉 매출액 규모별 사업체 수 현황	66
〈표 4- 6〉 영업이익 규모별 사업체 수 현황	66
〈표 4- 7〉 고용 규모별 사업체 수 현황	66
〈표 4- 8〉 선별장 사업체 현황(2022년 기준)	67
〈표 4- 9〉 선별장 종사자 수 현황(2022년 기준)	67
〈표 4-10〉 폐플라스틱 화학적 분해·열분해 활성화에 따른 고용영향 경로	79
〈표 4-11〉 폐플라스틱 열분해 처리 규모 현황 및 목표	80
〈표 4-12〉 폐플라스틱 열분해 처리 시설 투자 규모	80
〈표 4-13〉 폐플라스틱 열분해 처리 규모 시나리오 구성	81
〈표 4-14〉 산업별 분석 결과 1 : 생산, 부가가치, 소득유발효과	84
〈표 4-15〉 산업별 분석 결과 2 : 취업 및 고용유발효과	85
〈표 4-16〉 시나리오 1 구성	87
〈표 4-17〉 시나리오 1에 따른 고용영향	87
〈표 4-18〉 시나리오 2 구성	88
〈표 4-19〉 시나리오 2에 따른 고용영향	89
〈표 4-20〉 고용감소인원 추정치	90
〈표 5- 1〉 회분식과 연속식 공정 비교	91
〈표 5- 2〉 열분해 중소기업체 종업원 현황(일부)	92

그림목차

[그림 1- 1] 플라스틱 순환경제 모식도	2
[그림 1- 2] 플라스틱 자원 흐름에 따른 연구 범위 도식화	8
[그림 1- 3] 플라스틱의 자원 흐름	11
[그림 1- 4] 플라스틱 가치사슬상 고용연계성 설정	11
[그림 1- 5] 연구방법론 전체 흐름	13
[그림 2- 1] 고체 성형 연료(SRF) 제조 공정	16
[그림 2- 2] 기계적 재활용의 과정	17
[그림 2- 3] 재활용 방식에 따른 탄소배출량(PET 1톤 기준)	18
[그림 2- 4] 재활용 방식에 따른 탄소배출량(혼합 플라스틱 1톤 기준)	19
[그림 2- 5] 재활용 방식의 분류	19
[그림 2- 6] 국내 플라스틱 폐기물 발생량(2010~2021년)	23
[그림 2- 7] 생활폐기물 내 플라스틱류 1일 배출량(2019~2021년)	24
[그림 2- 8] 생활계 플라스틱 폐기물 발생량 예측	25
[그림 2- 9] 국내 플라스틱 재활용 시장 전망	25
[그림 2-10] 국내 플라스틱 재활용 처리량 규모 및 전망	26
[그림 2-11] 세계 플라스틱 폐기물 발생량 전망 및 처리	28
[그림 2-12] 세계 플라스틱 폐기물 발생량 전망 및 처리	29
[그림 2-13] 페플라스틱 수출(좌) 및 수입(우) 상위 국가(2022년)	30
[그림 2-14] 글로벌 플라스틱 재활용 시장 전망	31
[그림 2-15] 플라스틱 재활용 기술별 성장 전망(2030년 기준)	31
[그림 3- 1] 재활용 선별장 공정도	46
[그림 3- 2] 재활용 선별장 고용현황	49
[그림 3- 3] 국내 플라스틱 산업 종사자 수 현황	53
[그림 3- 4] 고무제품 및 플라스틱제품 제조업 연간 월평균 근로시간	56

[그림 4- 1] 산업연관분석 및 파급효과	82
[그림 4- 2] 조성단계(HW) 경제적 파급효과	83
[그림 5- 1] 폐플라스틱 열분해의 업그레이딩을 통한 나프타(납사) 원료 생산 기술 개념도	93

요 약

□ 연구 배경

- 전 세계적으로 플라스틱 폐기물이 환경 위험요인으로 부상함에 따라, 국제사회가 요구하는 친환경 사회로 대전환하기 위하여 플라스틱의 전주기 발생 저감과 재활용 대책 수립에 대한 정책 수요 증가
 - 플라스틱은 생애주기 전과정에서 많은 에너지를 소모하고 환경오염을 일으키고 있으나, 다양한 방식의 재활용이 가능하고, 이를 통한 파급효과가 크기 때문에 순환경제 관련 산업 중 초기 시장을 주도
 - 국제사회는 플라스틱에 의해서 발생하는 악영향에 대응하기 위하여 관련 규제를 강화하고 있으며, 우리나라도 폐플라스틱의 수집·선별부터 재활용에 이르기까지 플라스틱의 닫힌 순환구조를 정립하기 위한 다양한 정책 추진 중
- 우리나라의 폐플라스틱 재활용 관련 정책이 관련 산업계의 고용 규모 및 구조에 어떤 변화를 초래하고 있는지 정책의 고용효과 분석이 필요
 - 폐기물 처리업은 대표적인 노동집약적 산업이자 저부가가치 산업으로 인식되고 있으나, 플라스틱 재활용을 포함한 순환경제 정책은 처리 시설의 자동화·대규모화를 가져오면서 고용 구조에 변화를 미칠 것으로 전망

□ 연구 목적

- 폐플라스틱 재활용 관련 정책이 관련 산업계에 미치는 고용영향을 분석하고, 노동시장 친화적인 폐플라스틱 정책 방향을 모색
 - 폐플라스틱 재활용 정책의 고용영향을 플라스틱 폐기물 수집·분류 자동화와 화학적 재활용 중심으로 분석
 - 폐플라스틱 재활용 활성화 실시에 따른 일자리 질과 일자리 전환 가능성 탐색
 - 노동시장 친화적인 폐플라스틱 정책 방향 모색

□ 연구 범위

- 플라스틱 폐기물 관련 정책 중 환경부를 중심으로 진행되고 있는 폐플라스틱 수집·선별 자동화로 인한 고용영향과 플라스틱의 화학적 재활용으로 인한 고용영향으로 한정
 - 폐플라스틱의 처리는 매립이나 소각 등을 통하여 물질순환구조상에서 이탈하거나, 기계적·화학적 재활용을 통하여再生资源로 재투입되는 과정을 거치는데, 최근 기계적 재활용의 한계로 인하여 화학적 재활용 기술개발 및 상용화에 주목
 - 플라스틱 제품과 플라스틱 폐기물의 발생을 근본적으로 억제하는 것이 플라스틱 정책의 궁극적인 목표이나, 현실적으로 단시일 내에 이를 달성하는 것은 불가능에 가까움
 - 따라서 본 연구의 분석 대상이 되는 정책 변화(외부적 충격요인)는 이미 민간에서 시장이 형성되어 운영되고 있는 물리적 재활용과 열적 재활용을 배제하고, 화학적 재활용(열분해)과 관련된 영역으로 외부적인 변화 요인을 한정
- 다만 화학적 재활용 시장은 아직 기술적으로 성숙하지 못한 이머징마켓(emerging market)에 해당하기 때문에 정량적인 수치가 많지 않고 높은 변동성이 예상되므로, 본 보고서에서 분석한 상황과 정책적·산업적으로 큰 변화가 있을 수 있음에 유의

□ 고용연계성

- 폐플라스틱 재활용 활성화 정책에 대한 고용연계성은 수거·선별 시설 확충 및 고도화로 인한 영향과 플라스틱 열분해 확산으로 인한 영향으로 구분
 - 수거·선별 시설의 고도화는 광학선별기 등 선별 자동화 시스템의 보급, 폐비닐 전문 선별시설과 종량제 봉투 파봉·선별시설의 설치 운영 등으로 구분되며, 이를 위해서는 기술개발과 설비 제조·운영, 수거·선별시설 신규 건축 등에서 새로운 고용이 발생할 것으로 예상
 - 다만 자동화 설비의 운영이 시작되면 기존 수작업 분류 인력 수요는 축소될 가능성이 높으며, 특히 폐기물 수집·선별장에서 선별직에 주로 종사하고 있는 저소득·고령층·외국인 근로자 고용이 줄어들 것으로 예상됨
 - 플라스틱 열분해는 정부의 정책 발표 이후 대기업과 공공투자가 증가하여 7개 대기업에서 사업진출 계획을 발표. 따라서 열분해 관련 설비 제조와 시설 건설에 대한 수요가 향후 크게 증가할 것으로 예상
 - 다만 기존 플라스틱 물질 순환에서 폐플라스틱 처리·재활용을 담당하고 있는 물리적 재활용(MR)·열적 재활용(TR) 기업들은 상대적으로 경쟁력 저하 및 정책지원 축소로 인하여 부정적인 영향을 받을 것으로 예상되며, 이에 따라 고용에도 부정적인 영향을 받을 것으로 예상

□ 플라스틱 재활용 방식의 이해

- 폐플라스틱을 재활용하는 방법은 세부적으로 3가지(기계적 재활용, 화학적 재활용, 에너지 재활용)로 나눌 수 있는데, 현재 주로 에너지·물리적 재활용 방식이 사용되고 있으며, 화학적 재활용은

시작 단계에 불과

- (에너지 재활용) 플라스틱 폐기물을 발전 시설, 시멘트 공정, 보일러 등의 대체연료로 활용하는 방법
 - (기계적 재활용) 폐플라스틱을 기계적 파쇄, 선별 및 분리, 압출 및 성형 과정을 통해 펠릿(pellet) 형태 등 재생원료로 전환하는 방법
 - (화학적 재활용) 고분자(polymer) 형태의 플라스틱을 화학 반응을 통해 최초의 원료 형태인 단량체(monomer) 형태로 되돌려 재활용하는 방법
- 화학적 재활용은 분해 산물에 따라 크게 정제, 해중합, 화학연료화의 세 가지 방식으로 나뉘며, 화학연료화는 다시 가스화와 열분해로 구분
- (정제) 플라스틱의 고분자 구조를 유지한 상태에서 용제에 녹이거나 액화시켜 첨가제 등 불순물을 걸러내거나 특정 재질을 선별하는 방식
 - (해중합) 해중합 반응을 통한 화학적 재활용은 Chemical Recycling to Monomer(CRM)이라고 하며, 플라스틱을 원재료인 단위체로 분해
 - (열분해) 현재 가장 상용화되어 있는 방식으로, 산소가 없는 상태에서 높은 온도로 열을 가해 발생하는 분해 생성물을 얻는 방식
 - (가스화) 폐플라스틱을 무산소 상태의 가스화 반응기에 투입하여 고온의 촉매 및 수증기와 혼합 후 열분해 가스화하여 합성가스(수소, 메탄 등)로 분해하는 방식
- 플라스틱 재활용 시장 현황 및 전망
- (폐플라스틱 발생 현황) 코로나19에 따른 사회적 거리두기의 영향으로 온라인 쇼핑·음식배달의 증가에 따라 플라스틱이 증가 되는

일회용 포장재의 사용량이 증가하면서 2021년 플라스틱 폐기물 발생량이 크게 증가

- 2021년 국내 플라스틱 폐기물 총발생량은 11,932천 톤으로 2010년(4,730천 톤/년) 대비 2.5배 증가하였으며, 5년 전인 2016년(7,168천 톤/년)과 비교하였을 때도 1.7배 정도 증가
- 특히 2020년 코로나19 발생으로 사회적 거리두기가 시행되면서 간편식과 배달음식, 온라인 쇼핑 등의 비대면 소비가 확산되었고, 이 과정에서 일회용 포장재의 사용이 크게 증가 → 2019년에 비해 2020년의 혼합배출(종량제 등) 폐기물 4.8%, 분리배출 폐기물 6.3% 증가

○ (플라스틱 폐기물 발생량 전망) 생활계 폐기물 중심으로 발생량 전망치를 예측한 결과, 2030년 예상 배출량은 연간 6,475천 톤으로 2010년 대비 3.6배, 2021년 대비 1.4배 증가 전망

○ (시장 동향) 국내 플라스틱 재활용 시장은 2019년 기준 약 1조 6,703억 원 정도의 규모를 보유하고 있는 것으로 추산되며, 연 6.0% 성장하여 2026년에는 약 2조 6,596억 원 수준에 이를 것으로 전망

- 품목별 시장 규모의 경우 현재 물리적 폴리에틸렌테레프탈렌(PET)과 폴리에틸렌(PE) 분야가 가장 큰 시장을 형성하고 있으며, 이는 두 소재가 물리적 재활용이 가장 활발하게 이루어지고 있기 때문인 것으로 판단됨

- 국내의 플라스틱 열분해 시설은 18개 중소기업체가 재활용 지원금(EPR) 대상 폐플라스틱을 연간 약 4.6만 톤 처리하고 있음

○ (열분해 시장 전망) 대기업에서는 정부가 폐플라스틱 열분해 관련 활성화 방안을 발표한 이후 대규모 투자 계획을 발표했으며, 공공에서도 6개 지자체에서 폐기물 처리 등을 위한 열분해 시설 구축 확대 중

- 대기업은 7개 회사에서 2024~2025년 이후 사업진출 계획을 발표하였으며, 열분해 및 가스화 기술을 이용한 설비는 연간 약

40.5만 톤, 해중합 및 용매추출 방식을 이용한 설비는 연간 약 26만 톤의 폐플라스틱을 처리할 것으로 예상됨

- 공공에서는 6개 지자체(인천 서구, 구미시, 춘천시, 횡성군, 김해시, 함안군)에서 공공 열분해 시설 구축 계획을 발표했으며, 연간 약 1.8만 톤 처리 예상

□ 플라스틱 재활용 정책 동향

- (R&D) 환경부와 산업통상자원부에서 폐플라스틱 재활용, 업사이클링, 촉매 개발 등의 R&D를 진행 중임
 - 현재 환경부에서는 ‘폐플라스틱 재활용 고도화 기술개발사업(2022~2025년)’이 추진 중이며, 산업통상자원부에서는 ‘석유화학 탄소중립 대응 기술개발사업(플라스틱 업사이클링 포함)(2023~2030년)’ 예비타당성 조사 기획, 한국산업기술평가관리원에서는 ‘폐플라스틱 열분해유로부터 나프타를 생산하기 위한 수첨처리·분해·수소화 촉매 개발 및 1톤/일 규모의 촉매 화학적 업그레이딩 파일럿 공정 개발(2021~2024년)’ 등 추진 중
- (생활폐기물 탈플라스틱 대책) 플라스틱 생산·소비를 원천 감축하고, 수거된 플라스틱의 재활용을 확대하며, 장기적으로 탈플라스틱 사회로 전환 추진
 - 그린뉴딜과 연계하여 플라스틱 원천 감량 및 재활용 확대, ‘2050 탄소중립’과 연계하여 탈플라스틱 사회로 전환
 - 플라스틱 발생 원천 저감, 플라스틱 재활용 확대, 대체 플라스틱 사회 전환, 범부처 이행지원의 네 가지 실행방안을 마련
- (폐플라스틱 열분해 활성화 방안) 열분해유·가스 고부가가치화를 통하여 폐플라스틱의 안정적 처리와 원료대체 등 탄소중립에 기여
 - 폐플라스틱 열분해 처리 비중을 현행 0.1%에서 10%로 높여 ‘2050 탄소중립’ 선도

- 원료 수급 및 열분해제품 용도 확대, 열분해 시설 확충·관리, 신기술 R&D, 열분해 활성화를 위한 인센티브 제공의 네 가지 과제로 구성
- (플라스틱 자원순환 혁신전략) 플라스틱 폐기물 감축과 '2050 탄소중립' 달성을 위하여 산-학-연-관 연계를 강화하고, 관련 정책 추진을 통한 지원 확대
 - '2050 탄소중립'을 위한 플라스틱 자원순환 혁신을 목표로 R&D, 디지털 기반 수거·선별 시스템 구축, 고도화된 전주기 플라스틱 정보관리체계 구축, 산-학-연 협력체계 마련 및 국민 소통 제고의 4가지 추진전략 제시
- (규제개선·지원을 통한 순환경제 활성화 방안) 플라스틱 열분해 재활용 산업을 중심으로 규제 개선과 재정지원, 기반 확충 등을 통한 순환경제 활성화 방안 마련
- (전주기 탈플라스틱 대책) 플라스틱으로 인한 환경영향 심화, '2050 탄소중립' 달성, 국제사회의 탈플라스틱 전환 가속화에 대응하여 포스트 플라스틱 시대 준비
 - 2025년까지 폐플라스틱 발생량 2021년 대비 20% 감축, 플라스틱 열분해 처리량을 2020년 1.4만 톤 → 2025년 32만 톤으로 확대
 - 일회용품 감량, 온전한 재활용, 재생원료·대체재 산업 및 시장육성, 국제사회 책무 이행이라는 4가지 추진 과제 제시
- 폐플라스틱 재활용 산업 고용현황
 - 폐플라스틱은 다른 재활용 폐기물과 같이 재활용 선별장에서 분리되고 있어 폐플라스틱을 포함한 재활용 선별장을 분석대상으로 설정
 - 재활용 선별장은 가정 등에서 분리 배출한 재활용 폐기물을 활용이 가능한 자원으로 분리 선별하며, 활용하는 환경시설임

- 선별장은 반입·투입설비, 선별설비, 감용설비, 파쇄(분쇄)설비, 압축설비, 보관설비, 환경오염방지설비 등으로 구성
- 생활폐기물 처리 시설별로 종사자의 직무는 관리직, 선별인력, 운전원으로 구분되며 총 37명이 투입(광명시 재활용품 선별장 기준)
 - 관리직은 시설운영인력으로 총괄 감독과 폐기물 입출입을 관리
 - 재활용 선별장의 선별인력은 벨트를 지나는 재활용품을 목적 및 용도에 맞게 수작업으로 선별하는 업무를 수행
 - 운전원은 지게차를 이용하여 압축물 운반 및 적재 작업을 수행하고, 집게 차, 스키로더 등의 기계로 재활용품을 이동하는 업무를 수행
- 재활용 선별장은 경기와 서울, 부산, 인천에 가장 많은 종사자가 있는 것으로 나타났음
 - 인구가 많을수록 폐기물 반출량이 많아 지역별 종사자 인원도 인구에 비례
 - 직영, 시설공단, 민간위탁 등 운영방식에 따라 자동화 시설 도입 여부가 결정될 것으로 판단되며, 고용의 변화 양상에 차이
- 향후 수거·선별 분야가 자동화로 전환되었을 때 재활용 선별장 인력 중 선별직의 고용이 주로 감소할 것으로 보임
 - 선별직은 시설의 규모에 따라 일부 차이를 보이지만 최소 17~41명으로 집계되고 있음¹⁾
 - 선별 컨베이어에 투입되고 있는 인력이 자동화 도입에 따라 대폭 감소할 것임
- 생활폐기물 처리 종사자 중 재활용 선별장에는 2022년 하반기 기준 16,300명이 고용됨
 - 종사자 수는 10명 미만의 소규모 기업에 4,754명(29%)이 집중되어 있고, 종사상 지위는 상용근로자가 13,685명(83.7%)으로 대

1) 서울연구원(2005), 『서울시 공공 재활용 선별장 설치 및 운영개선방안』, p.145.

부분을 차지

- 평균 노동시간은 41.0시간으로 집계되었으며 종사자 규모 5~9명에서 42.3시간으로 가장 높게 나타났음
- 최근 3개월 평균 급여는 295만 원으로 집계되었으며, 300인 이상의 기업이 382만 원으로 가장 높은 것으로 나타났음
- 종사자의 학력 수준은 고졸이 41.9%를 차지하고 있으며, 최종학력을 기준으로 초, 중, 고졸이 58%를 차지하고 있어 향후 수집 및 선별 자동화로 이어지는 과정에서 재교육에 대한 체계적인 준비가 필요

□ 실태조사

- (열분해 기업) 현재 폐플라스틱 열분해 시설을 운영하는 기업 중 17개 업체가 조사에 응답하였으며, 응답 기업의 절반 이상이 영세한 환경인 것으로 파악됨
 - (매출액) 2022년 매출액 기준 10억 원 미만인 기업이 6개, 10억~50억 원인 기업이 7개로 대부분의 업체가 30억 원 이하의 매출을 보이고 있으며, 높은 매출액을 올리는 기업은 폐플라스틱 열분해 외에도 다른 사업을 영위하고 있는 것으로 나타남
 - (영업이익) 2022년 영업이익을 답변하지 않은 1개 기업을 제외한 16개 업체 중 7개 업체가 적자를 보고 있으며, 3개 업체는 1억 원 미만의 영업이익을 얻은 것으로 나타남
 - (고용 규모 및 평균 급여) 고용 규모를 답변하지 않은 2개 업체를 제외하고, 15개 업체 중 거의 67%에 해당하는 10개의 업체가 10명 이하의 인력을 고용하고 있는 것으로 나타났으며, 업체의 월평균 임금은 약 294.7만 원인 것으로 나타남
- (수거선별 기업) 종사자 15인 미만 사업체가 1,728개로 78.3%를 차지하여, 대부분의 업체가 상당히 영세하게 운영 중

- 종사자 수는 폐합성 고분자화합물에 집중되어 있으며, 33,030명 중 56%가 종사자 15인 미만 기업에 포함되어 있음

□ 전문가 조사 결과

- (수집·선별 자동화 관련 인력 투입) 현재의 자동화 수준에서 인력을 배제한 완전 자동화는 불가능
 - 분류 초기 단계(파봉, 투입 등) 및 자동 선별 이후 오분류 폐기물 대상 재분류나, 페플라스틱 재질별 선별, 최종 선별 후 배출 등의 과정에서는 수작업이 필요함
- (분류 자동화 설비 도입비용 및 인력 대체 비율) 자동화 설비 도입 비용은 시간당 처리량 기준으로 0.5~1억 원/t 정도가 예상되며, 자동화 설비가 들어온다고 해도 수선별은 꼭 필요함
 - 시간당 10톤(일별 80톤)을 처리하는 선별장에 자동선별기가 도입 되었을 때 대략 20~30명 정도의 인원을 대체하지만 수선별 등을 위하여 여전히 10~15명 정도의 인력 투입은 필요함
- (분류 자동화 설비 도입 촉진 방안) 폐기물 선별업체들의 수익성 개선을 위해서는 폐기물의 수집 단계부터 품질을 높일 필요가 있으며, 자동화 촉진을 위해서는 정부의 자금 지원이나 기술 지원이 가장 필요
 - 폐기물 처리업체의 열악한 작업 환경 등을 고려할 때 자동화 설비 도입은 근로자의 안전이나 효율성 등을 위하여 필요하나, 업체의 규모나 영세성 등의 문제로 도입이 어려운 경우가 많음
- (열분해 산업 고용 구조) 대기업이 도입하고자 하는 연속식 열분해 설비는 운영효율 최적화 및 안전사고 방지 등을 위하여 가능한 모든 공정의 자동화가 이루어질 것이기 때문에 고용 규모가 크지 않을 것임
 - 대체적으로 운영 관리감독인력과 실제 운영인력, 유지보수, 연구

개발인력 등을 고려하면 35명 정도의 인력이 필요하며, 이외에 환경·안전·소방 등 행정을 위한 인력, 설비 운영과 직접 관련은 없는 원재료 관리, 제품 판매 및 출하 관리 인력이 필요할 것임

○ (원료 수급) 대기업이 열분해 사업에 진출할 경우 폐플라스틱 원료 부족은 더욱 심화될 것으로 보임

- 시멘트 산업에서 열적 재활용을 위하여 많은 양의 플라스틱 폐기물을 흡수하고 있는데, 최근 공급물량 부족으로 업체마다 물량 확보를 위해 많은 어려움을 겪음

- EPR(생활계 폐기물)은 중소기업 중심으로 처리하고, 품질이 높은 산업계 폐기물을 대기업에서 처리하도록 하는 등 형평성을 고려한 폐기물 배분이 필요함

○ (MR/CR/TR 간 대체) MR/CR/TR 사이에는 처리 가능한 재질이나 최종 생산품의 품질 등의 차이가 있어 상호보완적인 관계가 유지될 것으로 전망

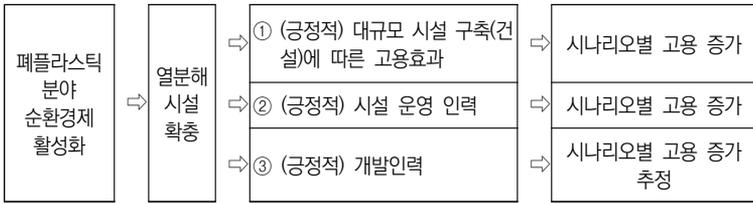
- 정부가 화학적 재활용에 대한 지원 의지를 보이고 있으나, 국제적으로는 물리적 재활용을 우선으로 하고 있으며, 우리나라도 결국 MR 중심으로 이동할 것으로 판단하는 전문가가 많았음

□ 시나리오 설정

○ 폐플라스틱 화학적 분해·열분해 활성화는 정책목표인 2030년까지 90만 톤 처리 시나리오의 기준선(base line)으로 설정하고 30% 달성, 50% 달성, 100% 달성 등 시나리오를 구성하여 고용이 미치는 영향을 분석함

- 폐플라스틱 화학적 분해·열분해 활성화는 5개 대기업이 2025년까지 7조 5,230억 원을 투자하는 것으로 계획하여 투자 진행 중

〈폐플라스틱 화학적 분해·열분해 활성화에 따른 고용영향 경로〉



○ 시나리오는 연간 처리용량 90만 톤을 기준으로 정책 의지에 따라 목표를 달성(시나리오 1)한 경우와 현행 대기업 시설투자가 유지된 경우(시나리오 2)를 설정하고, 시나리오를 구성하여 분석을 수행함

- (시나리오 1 : 환경부 목표 달성) 2030년까지 90만 톤 처리 규모를 달성하기 위해 2026년 이후 신규로 투입되어야 하는 투자금액, 건설 및 운영인력을 계산함
- (시나리오 2 : 현행 계획 유지) 2025년까지 설정된 향후 투자 및 운영계획을 반영하여 건설 및 운영인력을 계산함

〈폐플라스틱 열분해 처리 규모 시나리오 구성〉

(단위: 만 톤)

	목표(환경부)	시나리오 1	시나리오 2
2021	2.7	2.7	2.7
2022	4.5	4.5	4.5
2023	12.0	6.3	6.3
2024	19.5	23.3	23.3
2025	31.0	36.5	36.5
2026	42.8	36.5	36.5
2027	54.6	49.7	36.5
2028	66.4	62.9	36.5
2029	78.2	76.1	36.5
2030	90.0	89.3	36.5

□ 분석 결과 - 폐플라스틱 열분해 분야

- 시나리오 1은 환경부 목표에 따라 대기업에서 현행 계획과 비교하여 4개의 대규모 시설이 추가되어야 하며, 총 건설비용은 21조 2,150억 원이 투입되는 것으로 산정하였음
 - 건설인력은 2027년부터 매년 1개소가 추가되는 것으로 가정하고, 2023년의 투자금액인 3조 4,230억 원을 동일하게 투입하는 것으로 가정하고 연도별 결과를 산출하여 적용
 - 운영인력은 2021년 기준 운영인력에서 대기업 기준 증가분을 적용하여 매년 유지되는 인력의 수를 추정하여 적용함
- 시나리오 1에 따른 건설인력은 고용유발효과 기준으로 162,565명이 창출되는 것으로 나타났으며, 시설 수 증가에 따른 연간 운영인력은 2030년 합계 인원 750명 규모로 추정되었음
- 시나리오 2는 대기업에서 현행 계획을 기준으로 4개의 대규모 시설이 추가되어야 하며, 총 건설비용은 7조 5,230억 원이 투입되는 것으로 산정하였음
 - 건설인력은 2023~2026년부터 5개소가 추가되는 것으로 가정하고, 투자금액은 2023년, 3조 4,230억 원, 2024년 1조 3,000억 원, 2025년 2조 8,000억 원을 투입하는 것으로 가정하고 연도별 결과를 산출하여 적용
 - 운영인력은 2021년 기준 운영인력에서 대기업 기준 증가분을 적용하여 매년 유지되는 인력의 수를 추정하여 적용함
- 시나리오 2에 따른 건설인력은 고용유발효과 기준으로 57,647명이 창출되는 것으로 나타났으며, 시설 수 증가에 따른 연간 운영인력은 2030년 합계 인원 510명 규모로 추정되었음

□ 분석 결과 - 수거선별 분야

- 수거선별 분야의 정책 내용은 ① 현재 보급 중인 광학선별기의 선

별물(약 70%), ② 공공 선별장 182개소 중 114개소에 대한 자동화·현대화, ③ 민간 선별장 117개소에 대한 고도화 지원 3가지임

- 플라스틱 수거·선별 고도화(A영역)는 종사자 수 30명 이상~100명 미만의 선별장에서 선별 자동화 시스템을 도입할 가능성이 높음

○ 폐플라스틱 수거·선별 고도화는 정책목표로 명확하게 제시하고 있는 공공 선별장 114개소 고도화 지원을 대상으로 고용감소에 대한 시나리오 분석을 실시한 결과 1,500~3,000명 규모의 고용감소가 추정됨

- 환경부는 2026년까지 공공 선별시설의 현대화율을 62.6%까지 끌어올리겠다는 계획을 제시
- 2021년 현대화 작업을 마무리한 17곳을 포함, 누적 기준, 2022년 37개소, 2023년 56개소, 2024년 75개소, 2025년 95개소, 2026년 114개소임
- 이를 적용하여 고용감소 최소, 최대를 적용하면 5년 합계 1,500~3,000명 규모의 고용이 감소할 것으로 추정되었음

□ 정책제언

○ 열분해 시설이 주로 지방에 위치하고, 다른 폐기물 환경산업과 마찬가지로 임금이나 작업 환경 등의 근로조건이 열악함을 감안하여, 청년층·저숙련층·지방 근로자에 대한 정부의 적극적인 지원이 필요함

- 연속식 공정에서도 여전히 폐기물을 다뤄야 한다는 점, 처리 과정에서 미량이지만 유독가스가 발생한다는 점 등은 고용의 질에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 이는 업체들이 신규 인력을 구하는 데에 한계로 작용할 것임
- 열악한 작업 환경이나 임금 수준, 정주 조건 등을 극복하기 위해

정부에서 작업장 관리·감독을 정기적으로 실시하고, 열분해 산업이 충분한 성장을 바탕으로 경제성이 확보되기 전까지는 인건비 목적의 금융 지원 등을 제공하는 방법을 고려해볼 수 있을 것임

- 플라스틱 열분해 R&D 관련해서는 기술적으로 극복하거나 발전이 필요한 부분이 많기 때문에 적극적인 지원이 필요함
 - 연속식 설비에 대한 연구는 지방 중소기업 중심으로 이루어지고 있는데, R&D를 원활하게 추진하기 위해서는 연구인력 지원과 재정적인 지원이 필요함
 - 촉매 기술개발이나 나프타 전환 공정 실증, 열분해유의 원료 활용 실증 등은 대기업 중심으로 이루어지고 있기 때문에, R&D에 대한 직접 지원보다는 열분해유 활용이 원활하게 이루어질 수 있도록 하는 법제의 정비 등이 시급함
- 고품질 열분해유의 생산을 위해서는 원료가 되는 플라스틱 폐기물의 선별부터 품질 관리가 적용되어야 하며, 수급도 원활하게 이루어질 수 있도록 플라스틱 생산-폐기-수거-선별 등 전주기의 관점에서 참여 주체의 협력 및 개선이 필요함
 - 열분해 방식은 물리적 재활용에 비해서 상대적으로 다양한 소재에 적용할 수 있다고 하나, 최종산물인 열분해유의 수율이나 품질은 투입되는 원자재의 종류와 품질에 좌우됨
 - 고품질 열분해유 수급을 위해서는 수거·선별 업체에서 분리수거된 폐플라스틱을 파봉 단계에서 혼합해버리는 관행이 개선되어야 하며, 폐플라스틱의 분류 결과물/재활용업체 투입물에 대한 분류 기준 마련과 분류 결과에 따른 등급 부여, 단가 차등화가 필요함
- 한편, 장기적인 목표인 '2050 탄소중립'의 달성을 위해서는, 화학적 재활용 중심의 현재 정책목표에서 기계적 재활용을 중심으로 정책의 초점을 전환하는 것도 고려해볼 수 있을 것임

- CR이 다양한 종류의 플라스틱을 다루기에 유리하지만, 분해 과정에서 에너지의 투입이 필요하기 때문에 온실가스 배출의 관점에서는 MR보다 불리
- 선별장에서 퇴직(해고)하는 저학력, 고령 근무자는 재교육, 재취업 등에 한계가 있으므로 사회적 약자를 보호하기 위한 정책이 필요함
- 현재 선별장에서 선별인력으로 근무하고 있는 인력은 상당히 고령화된 인력으로 재교육을 통한 재취업이 제한적일 것으로 판단됨
- 자동화 선별시스템이 순차적으로 도입될 예정으로 대규모 해고 상황이 벌어지지 않는 것으로 보이지만, 해고 후 자력으로 새로운 일자리를 찾기 어려운 인력에 대한 보호정책이 필요함

서론

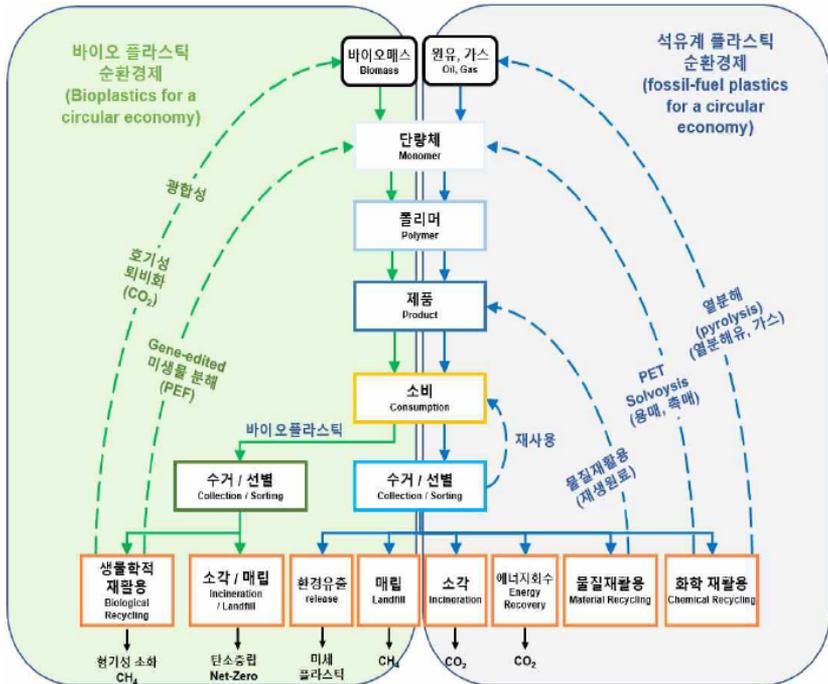
제1절 연구 배경 및 목적

- (연구 배경) 전 세계적으로 플라스틱 폐기물이 환경 위협요인으로 부상함에 따라, 국제사회가 요구하는 친환경 사회로 대전환하기 위하여 플라스틱의 전주기 발생 저감과 재활용 대책 수립에 대한 정책 수요 증가
- 산업혁명 이후의 경제활동은 채취(take)-생산(make)-소비(consume)-처분(dispose)으로 이어지는 선형경제 구조하에서 주로 이루어졌으나, 경제성장과 인구증가로 인한 물질소비자의 증가는 자원고갈과 환경파괴 문제를 유발하며 지속가능성의 문제를 야기
 - 자원의 채취와 사용, 폐기 등 각 단계에서 발생하는 환경 부하를 처리하는 지구 자체의 수용성이 한계에 봉착
 - * UN의 지속가능발전목표(UN-SDGs)에서는 현재와 같은 소비 구조가 유지될 경우 2050년에는 현재의 3배에 달하는 천연자원 소비가 필요할 것으로 예측
 - 천연자원의 지역적 편재와 지정학적 갈등의 증가는 원료 가격의 변동성과 공급 불안정성을 높여 경제적인 위협 요소로 작용
- 이에 따라 전 세계적으로 선형경제 구조를 벗어나, 경제 내에 투입된 자원이 폐기되지 않고 유용한 자원으로 재활용·새활용되는 순환경제에

대한 정책 추진

- 순환경제는 경제체계 내에서 자원의 가치를 최대한 활용하는 동시에 환경에 대한 영향을 최소화하고, 자원 활용의 결과로 발생하는 폐기물의 발생을 줄이면서 이를 투입요소나 재화, 에너지로 재이용·재활용하는 경제체계를 의미함
- 순환경제에서는 한정된 천연자원을 적게 사용하면서 지속가능한 성장을 이루고 환경영향을 최소화하는 것을 목표로, 폐기물을 매립·소각하는 대신 재활용하여 경제에 환류

[그림 1-1] 플라스틱 순환경제 모식도



자료: 장용철(2022), 「대한민국 플라스틱 순환경제 전략과 제언」.

□ 플라스틱은 생애주기 전과정에서 많은 에너지를 소모하고 환경 오염을 일으키고 있으나, 다양한 방식의 재활용이 가능하고, 이를 통한 파급효과가 크기 때문에 순환경제 관련 산업 중 초기 시장을 주도

- 플라스틱은 금속류와 더불어 산업에 있어 필수적인 물질로 경제 모든 부문에서 사용되고 있으나, 재활용률이 매우 낮음
 - 플라스틱은 생산이 쉽고 다양한 형태의 가공이 가능하며 가벼우면서도 기계적 물성이 우수할 뿐만 아니라, 화학적으로 안정적이기 때문에 다양한 산업에서 폭넓게 사용됨
 - OECD(2022)에 따르면 전 세계 플라스틱 생산은 2019년 기준 4억 6,000만 톤으로, 전 세계 온실가스 배출량의 3.4%를 차지하고 있음²⁾
 - 특히 세계 총생산 플라스틱의 절반이 일회용품으로 만들어지며, 분당 100만 개의 플라스틱 병과 연간 최대 5조 개의 비닐봉지가 소비³⁾
 - 우리나라에서도 전체 플라스틱 폐기물 중 일회용 플라스틱이 절반(46.5%) 가까이 차지하는 것으로 조사⁴⁾
 - 그런데 순환경제 측면에서 살펴보면, 종이(60%)나 금속류인 철(74%), 유리(70%), 알루미늄(67%) 등은 절반 이상 다시 사용되고 있는 반면, 플라스틱은 소재가 다양하거나 혼합된 형태가 많고, 저렴한 가격으로 인하여 분류가 어렵고 재활용 의지가 낮아 10%대의 재활용률을 보임
- 플라스틱 생산의 증가에 따라 폐기물 역시 가파르게 증가하고 있으며, 이로 인해 환경과 인체에 미치는 악영향이 국제적인 문제로 대두
 - 전 세계 석유 생산량의 8~10%가 플라스틱 생산에 투입되고 있으며, 플라스틱의 생산부터 폐기까지 발생하는 이산화탄소가 연간 8.6억 톤에 이르는데 이는 500MW 석탄발전소 189개가 배출하는 양과 동일⁵⁾
 - 해양폐기물의 80%가 플라스틱이며, 해양 생물종의 88%가 바다에 무단 배출된 영향을 받는 것으로 조사됨(2022년, WWF)
- 국제사회는 플라스틱에 의해서 발생하는 악영향에 대응하기 위하여 관련 규제를 강화하는 움직임

2) OECD, Global Plastics Outlook(https://oecd-ilibrary.org/environment/data/global-plastic-outlook_c0821f81-en, 검색일 : 2023. 8. 20.).

3) UNEP 홈페이지(<https://www.unep.org/interactives/beat-plastic-pollution>, 검색일 : 2023. 11. 27.).

4) 이소라 외(2019),

5) 관계부처 합동(2022), 「전 주기 탈플라스틱 대책」.

- 바젤협약에서는 2021년 1월 플라스틱 폐기물을 유해 폐기물에 추가하여 국가 간 이동을 제한하고, 폐기물 수출이 필요한 경우 사전승인통보(Prior Informed Consent : PIC) 대상으로 지정함
 - 제5차 유엔환경총회(2022. 3.)에서는 2024년까지 법적 구속력이 있는 국제 플라스틱 협약(Global Plastic Treaty)을 마련하기로 결정했으며, 2023년 9월 초안 발표
 - 개별국 차원에서도 플라스틱에 대한 자원순환성을 높이기 위한 정책을 도입하고, 일회용품과 비닐봉지, 미세플라스틱을 제한하고 생분해 플라스틱 사용을 의무화
 - * (EU) 순환경제 플라스틱 전략(2018), (캐나다) 플라스틱 폐기물 제로 전략(2018), (스웨덴) 지속가능한 플라스틱 사용을 위한 로드맵(2021), (호주) 국가 플라스틱 계획(2021), (미국) 플라스틱 오염방지 국가전략(2023) 등
 - * UNEP(2019)에 따르면 세계 192개국 중 127개국이 일회용 플라스틱을 규제하는 법안을 도입⁶⁾
- 우리나라도 폐플라스틱의 수집·선별부터 재활용에 이르기까지 플라스틱의 닫힌 순환구조를 정립하기 위한 다양한 정책 추진 중
- 정부는 「제1차 자원순환기본계획(2018~2027년)」에서 자원의 선순환을 통해 지속가능한 순환경제를 실현하는 것을 목표로 제시하고 있으며, 플라스틱을 비롯한 전체 자원에 대하여 생산부터 재생까지 전 단계에서 순환이용 체계를 구축하고 폐기물 발생 저감 및 고품질 물질 재활용 촉진 계획 수립
 - 폐플라스틱과 관련해서는 「생활폐기물 탈플라스틱 대책」(2020. 12. 24.), 「플라스틱 자원순환 혁신전략」(2021. 10. 26.), 「규제개선·지원을 통한 순환경제 활성화 방안」(2022. 9. 5.), 「전주기 탈플라스틱 대책」(2022. 10. 20.) 등을 통하여 플라스틱 감축·재활용 확대 대책 마련

6) UNEP(2019), Legal Limits on Single-Use Plastics and Microplastics: A Global Review of National Laws and Regulations.

- 우리나라의 폐플라스틱 재활용 관련 정책이 관련 산업계의 고용 규모 및 구조에 어떤 변화를 초래하고 있는지 정책의 고용효과 분석이 필요
- 폐기물 처리업은 대표적인 노동집약적 산업이자 저부가가치 산업으로 인식되고 있으나, 플라스틱 재활용을 포함한 순환경제 정책은 처리 시설의 자동화·대규모화를 가져오면서 고용 구조에 변화를 미칠 것으로 전망
 - 2021년 기준 환경산업통계조사에 따르면 폐기물 처리업이 포함된 자원순환관리 분야는 약 64%가 연간 10억 원 미만의 매출을 보이고, 80% 정도의 업체가 10인 이하 종사자로 운영하는 영세한 구조를 보임
 - 그러나 순환경제에 대한 인식 변화와 시장 전망을 토대로 대기업에서도 화학적 재활용을 중심으로 폐플라스틱 재활용 사업에 진출하려는 움직임을 보이고 있으며, 이들의 처리용량을 고려해볼 때 수작업에 의한 처리보다는 자동화 설비를 도입할 가능성이 높으며, 원재료(폐기물) 수요가 많아지면서 영세업체의 경영난이 가속화하고 인력 고용에 부정적인 영향을 줄 것으로 예상
 - 또한 폐기물 처리산업의 고령화되는 노동력이나 플라스틱 폐기물 발생량 증가 추이, 정부의 폐기물 선별 자동화 설비 보급 정책 등을 고려할 때 플라스틱 폐기물의 수거·선별 자동화 정책도 고용에 많은 영향을 줄 것으로 예상
- (연구 목적) 본 연구에서는 폐플라스틱 재활용 관련 정책이 관련 산업계에 미치는 고용영향을 분석하고, 노동시장 친화적인 폐플라스틱 정책 방향을 모색
- 폐플라스틱 재활용 정책의 고용영향을 플라스틱 폐기물 수집·분류 자동화와 화학적 재활용 중심으로 분석
- 폐플라스틱 재활용 활성화 실시에 따른 일자리 질과 일자리 전환 가능성 탐색
- 분석내용에 기반하여 노동시장 친화적인 폐플라스틱 정책 방향 모색

제2절 연구 범위 및 고용연계성 설정

1. 연구 범위

- 분석의 범위는 플라스틱 폐기물 관련 정책 중 환경부를 중심으로 진행되고 있는 폐플라스틱 수집·선별 자동화로 인한 고용영향과 플라스틱의 화학적 재활용으로 인한 고용영향으로 한정
- 플라스틱 제품과 플라스틱 폐기물의 발생을 근본적으로 억제하는 것이 플라스틱 정책의 궁극적인 목표이나, 현실적으로 단시일 내에 이를 달성하는 것은 불가능에 가까움
 - 2024년 시행되는 「순환경제사회 전환 촉진법」의 순환경제 정의에서도 생산량이나 발생량 자체를 저감하는 것보다는 생산과정에서 효율적으로 자원을 활용하고 발생한 폐기물을 환류하는 것을 목표로 하고 있음
 - ※ 「순환경제사회 전환 촉진법」 제2조(정의)
 - 1. “순환경제”란 제품의 지속가능성을 높이고 버려지는 자원의 순환망을 구축하여 투입되는 자원과 에너지를 최소화하는 친환경 경제 체계를 말한다.
- 폐플라스틱의 처리는 매립이나 소각 등을 통하여 물질순환구조상에서 이탈하거나, 기계적·화학적 재활용을 통하여 재생원료로 재투입되는 과정을 거치는데, 최근 기계적 재활용의 한계로 인하여 화학적 재활용 기술개발 및 상용화에 주목하고 있음
 - 기계적 재활용(Mechanical Recycling)은 폐플라스틱을 추가적인 탄소발생 없이 재활용할 수 있고 비교적 적은 투자비용으로 재활용이 가능하다는 장점을 가진 반면, 플라스틱의 순도(단일 성분의 플라스틱, 이물질로 오염되지 않은 제품 등)가 높을 때 활용할 수 있음

- 재생원료의 순도 향상을 위해서는 재활용 전에 분리나 세정·정제와 같은 사전처리가 꼭 필요하나, 이 과정이 복잡하고 높은 비용 발생
 - 폐플라스틱을 분쇄하여 플레이크(flake)의 형태로 만들거나, 용융·성형을 통하여 펠릿(pellet)의 형태로 만든 제품이 재생플라스틱 원료로 재사용되고 있으나, 이를 이용한 제품의 품질 관리가 어려워 생산업체에서 사용을 꺼리는 상황
 - 또한 폐비닐이나 두 개 이상의 소재가 혼합된 플라스틱 폐기물의 경우 기계적 재활용 자체가 불가능하며, 재활용을 거듭할수록 품질이 저하된다는 단점도 가지고 있음
 - 반면 화학적 재활용(Chemical Recycling)은 복합 재질의 혼합 폐플라스틱의 재활용이 가능하며, 열분해유에서 플라스틱의 원료인 나프타(납사)를 추출하여 사용하기 때문에 재생플라스틱의 품질이 원유 기반 플라스틱과 큰 차이가 나지 않고, 재활용 횟수가 영구적이라는 장점 때문에 주목을 받고 있음
 - 공정설비의 투자비용이 높기 때문에 초기 시장의 중소기업들은 매우 작은 규모의 재활용 설비를 운용해 왔으나, 최근 석유화학·정유 대기업을 중심으로 화학적 재활용을 위한 대규모 설비투자 계획 발표
- 따라서 본 연구의 분석 대상이 되는 정책 변화(외부적 충격요인)는 이미 민간에서 시장이 형성되어 운영되고 있는 물리적 재활용과 열적 재활용을 배제하고, 화학적 재활용(열분해)과 관련된 영역으로 외부적인 변화요인을 한정
- 정부에서 최근 발표한 폐플라스틱 재활용 대책은 물리적 재활용이나 열적 재활용보다는 화학적 재활용에 초점을 맞추고 있으며, 실제 현장에서도 물리적 재활용(MR)과 열적 재활용(TR) 방식을 활용하는 업체는 수나 처리 비율이 정채되어 있는 반면 열분해(CR) 관련 업체의 수와 비율은 빠른 속도로 증가하고 있음(표 1-1 참조)
 - 새정부의 국정과제(89번 재활용을 통한 순환경제 완성)에서도 매립과 소각 중심에서 열분해 방식으로 전환(열분해율 2020년 0.9% → 2026년 10%)을 천명한 바 있음

〈표 1-1〉 연도별 재활용 방법별 복합재질·필름류 재활용 회원사 현황

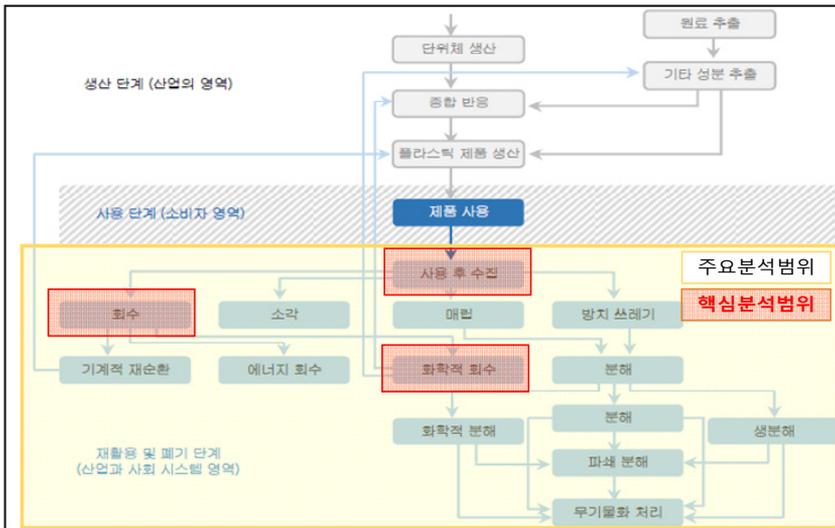
(단위: 개사, 톤)

재활용 방법 구분	2022. 12.		2021. 12.		2020. 12.	
	업체 수*	재활용량 (비율)	업체 수	재활용량 (비율)	업체 수	재활용량 (비율)
열분해(CR)	19	40,217 (11.5)	14	23,183 (7.1)	12	12,083 (3.9)
재생원료, 성형제품 제조 (MR)	57	51,139 (14.5)	56	59,335 (18.3)	54	51,303 (16.8)
성형 SRF(TR)	46	259,589 (74.0)	44	242,212 (74.6)	47	242,651 (79.3)
전 체	122	350,945 (100.0)	114	324,730 (100.0)	113	306,037 (100.0)

주: * 중복 포함.
 자료: 한국순환자원유통지원센터 내부자료.

- 다만 화학적 재활용 시장은 아직 기술적으로 성숙하지 못한 이머징 마켓(emerging market)에 해당하기 때문에 정량적인 수치가 많지 않고 높은 변동성이 예상되므로, 본 보고서에서 분석한 상황과 정책적·산업적으로 큰 변화가 있을 수 있음에 유의

〈그림 1-2〉 플라스틱 자원 흐름에 따른 연구 범위 도식화



자료: Hahladakis et al.(2018)의 내용을 활용하여 저자 재작성.

- 페플라스틱의 화학적 재활용은 소비 단계가 끝난 이후 폐기물 수집·선별-열분해유 생산-후공정 등의 과정을 거쳐 자원순환 사이클상에서 원료로 재투입(그림 1-2)되지만, 해외에서조차 대규모 열분해 시설을 가동하는 업체의 사례가 부족하고, 국내 중소 열분해 사업자들은 저품질 열분해유를 생산하여 주로 연료로 사용하고 있음. 후공정에 해당하는 촉매처리 등을 통한 나프타 생산이나 수소 개질·전환도 기술적으로 상용화 단계에 이르지 못하고 실증 단계에 있으므로, 본 분석에서는 현재 단계에서 상용화가 가능한 대기업의 열분해유 생산에 초점을 두어 분석을 진행함

□ (분석 대상) 플라스틱 폐기물의 수집·분류 시설 확충 및 자동화와 폐기물 처리 중 열분해 방식의 확산에 따른 직접고용과 간접고용 효과를 평가

○ 환경부는 플라스틱 폐기물의 대표적 처리 방식인 소각 방식 대비 대기오염물질과 온실가스 배출이 적고, 현재 재활용에 주로 사용되는 기계적 재활용의 한계를 극복하기 위해 화학적 재활용, 그중에서도 열분해 기술의 개발 및 확산에 집중할 계획

- 「페플라스틱 열분해 활성화 방안」(2021. 6.)과 「규제개선·지원을 통한 순환경제 활성화 방안」(2022. 9.)에 따르면 페플라스틱 열분해 처리 규모를 2020년 연간 1.4만 톤(0.1%)에서 2025년 32만 톤(3.6%), 2030년 90만 톤(10%)으로 높일 예정이며, 지자체 운영 열분해 시설도 2022년 4개소에서 2026년 10개소로 확충할 계획
- 민간에서도 플라스틱 열분해 시설 3개 업체(14.5만 톤/년), 열분해유 활용시설(PET) 1개 업체(11만 톤/년)를 포함하여 향후 0.65~0.75조 원 투자 계획 발표

7) Hahladakis, J. N., C. A. Velis, R. Weber, E. Iacovidou, and P. Purnell(2018), "An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling," *Journal of Hazardous Materials* 344.

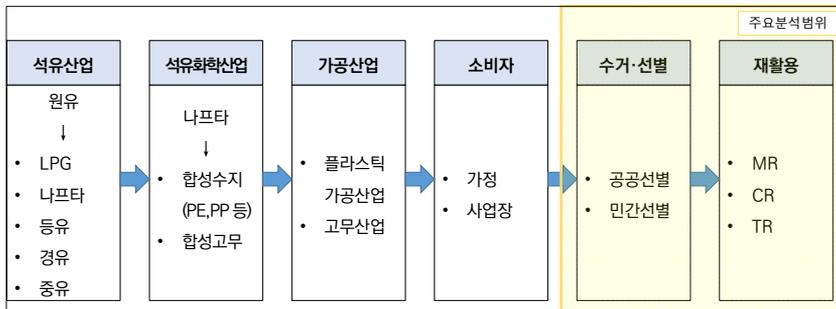
- 또한 열분해 시설의 원료로 사용되는 폐플라스틱과 폐비닐의 안정적인 수급과 품질 제고를 위해 분리·선별 자동화 설비 보급을 추진
 - 열분해 원료 플라스틱 품질 제고를 위해 지자체 분리·선별 설비(182개) 자동화·현대화를 지원(AI·광학선별 도입률 2021년 17개소(9%) → 2026년 114개소(62.6%))
 - 열분해 원료 공급 확충을 위해 비닐류 전문 2차 선별장비 확대 설치(2022년 4개 → 2026년 15개 → 2030년 27개) 및 종량제 봉투 파봉·선별시설 설치(2023년 2개 → 2026년 10개 → 2030년 22개) 계획
- 이를 통하여 플라스틱 재활용 비율 및 열분해 처리량 확대를 목표로 설정
 - 원천 감량: 2020년(160만 톤) 대비 2022년 10%↓(144만 톤), 2025년 20%↓(128만 톤)
 - 재활용 확대: 전망치 대비 2025년 30%↑(재활용 비율 2020년 54% → 2025년 70%)
 - 열분해 처리량 확대: 2020년 1.4만 톤 → 2025년 32만 톤 → 2030년 90만 톤

2. 고용연계성

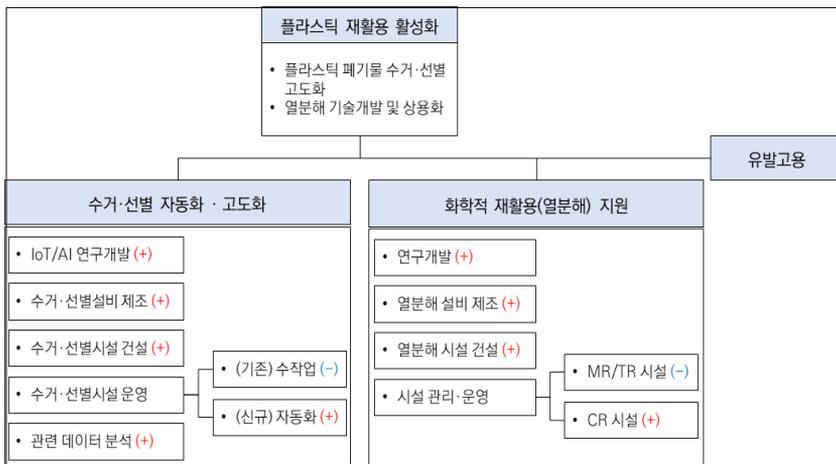
- 폐플라스틱 재활용 활성화 정책에 대한 고용연계성은 수거·선별 시설 확충 및 고도화로 인한 영향과 플라스틱 열분해 확산으로 인한 영향으로 구분(그림 1-4 참조)
- 현재 플라스틱 폐자원의 선별은 공공·민간 선별장에서 수작업으로 진행되고 있으나, 이를 자동화·현대화하기 위해서는 광학선별기를 이용한 분류 시스템 보급이 필요하며, 현재 보급 중인 광학선별기의 선별률(약 70%)을 끌어올리기 위해서도 기술개발이 필요함
- 향후 공공 선별장 182개소 중 114개소에 대한 자동화·현대화 및 민간 선별장 117개소에 대한 고도화 지원이 이루어질 경우 선별 자동화 설비에 대한 수요 증가가 발생할 것으로 예상되며, 국내 보급에 따른 사례 확충으로 자동화 설비의 해외 수출에도 유리하게 작용할 가능성이 높음

- 또한 폐비닐 전문 선별시설과 종량제 봉투 파봉·선별시설의 설치 운영을 위해서는 기존 선별장 외에도 새로운 부지를 선정하여 시설 건립이 필요하므로 토지개발 및 폐기물 처리시설 건설업에도 고용 창출 예상
- 다만 자동화 설비의 운영이 시작되면 기존 수작업 분류 인력 수요는 축소될 가능성이 높으며, 특히 폐기물 수집·선별장에서 선별직에 주로 종사하고 있는 저소득·고령층·외국인 근로자 고용이 줄어들 것으로 예상됨
- 또한 플라스틱 폐자원의 수급 관리를 위한 IoT 기반 데이터 수집 및 분석에 대한 산업 및 인력 수요 확대에도 기여할 것으로 전망

[그림 1-3] 플라스틱의 자원 흐름



[그림 1-4] 플라스틱 가치사슬상 고용연계성 설정



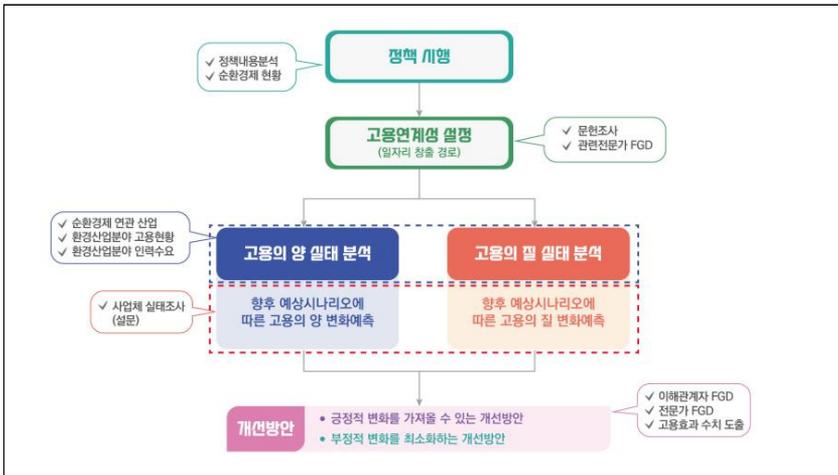
- 플라스틱 열분해는 2022년 기준으로 18개 중소기업체가 연간 약 4.6만 톤의 폐플라스틱을 처리하여 열분해유를 생산하고 있으나, 정책 발표 이후 대기업과 공공투자가 증가하며 7개 대기업에서 사업진출 계획을 발표하였음. 따라서 열분해 관련 설비 제조와 시설 건설에 대한 수요가 향후 크게 증가할 것으로 예상
- 또한 기존 열분해 관련 중소기업체도 원료 품질 향상 및 수급 개선, 제도 정비를 통한 경제성 확보에 따라 가동률 증가나 설비 증설에 나설 수도 있을 것으로 판단됨
- 열분해 설비의 품질과 수율을 높이고, (저급)연료 외의 이용방안 마련을 위한 연구개발 인력 수요도 지속적으로 증가할 것으로 예상됨
- 플라스틱 열분해는 온실가스 배출 감축에 기여할 것으로 예상되며, 각 기업에서 생산한 제품이 얼마만큼의 온실가스 배출 감소에 기여하는지 등을 입증하는 데에 필요한 데이터 수집과 분석에 대한 고용 수요도 일부 증가 예상
- 다만 기존 플라스틱 물질 순환에서 폐플라스틱 처리·재활용을 담당하고 있는 물리적 재활용(MR)·열적 재활용(TR) 기업들은 상대적인 경쟁력 저하 및 정책지원 축소로 인하여 부정적인 영향을 받을 것으로 예상되며, 이에 따라 고용에도 부정적인 영향을 받을 것으로 예상

제3절 연구 방법 및 내용

- 연구 방법은 [그림 1-5]와 같으며, 폐플라스틱 재활용 정책의 목표 및 특성을 반영하여 정책고용영향평가 표준매뉴얼에 제시된 방법론을 준용함
- (정책 시행) 추진과제의 분석을 통해 사업 특성 및 고용연계성을 파악함
- (고용연계성 설정) 문헌조사, 폐플라스틱 재활용 정책의 비전 및 목표, 유형별 세부 사업들을 분석하여 정부의 정책이 고용에 영향을 미치는 논리적 경로를 설정

- (노동시장 분석) 환경산업 통계조사와 광업·제조업 조사를 기본으로 하고, 폐플라스틱 재활용 관련 신기술·산업을 수행하고 있는 기업에 대한 직접 조사를 통해 관련 산업의 노동시장 분석
 - (양적 고용효과) 시나리오 설정에 따라 산업연관분석을 활용하여 간접고용효과와 유발 고용효과를 추정
 - (질적 고용효과) 순환경제 연관 정책사업 참여업체에 대한 실태조사 결과를 활용하여 질적 변화 파악
- (개선방안) 이해관계자 및 전문가 FGD를 통해 개선방안을 발굴하고, 개선방안을 정책적 제언으로 제시함

[그림 1-5] 연구방법론 전체 흐름



- 양적 연구를 위해서는 고용연계성에 나타나는 폐플라스틱의 수집·분류·분해 관련 기업 및 고용 데이터가 필요하며, 이는 아래의 환경산업특수분류 및 한국표준산업분류에 대응함
- 수거·선별 고도화의 경우 기존부터 존재하는 산업이 고도화·확장되는 것이므로 환경산업특수분류 및 표준산업분류와 직접 연계가 가능함. 다만 표준산업분류는 연구 목적에 맞지 않는 광범위한 제품이나 서비스가 포함되어 있기 때문에 분석에 직접 사용하기는 어려움

- 가령 일반 폐기물 분리 기기나 기타 재활용 장비 및 기기 제조업이 포함되는 산업분류코드 29299는 ‘그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업’으로, 유리 및 요업용 기계, 산업용 열식 건조기, 동위원소 분리용 기기 등 폐기물 등 환경산업에 사용되는 기기 외의 분야를 모두 포함
- 또한 플라스틱 열분해의 경우 열분해 설비 제조나 건설이 환경산업 특수분류상에 명확하게 나타나지 않아 공식 통계를 사용하기 어려움
- 플라스틱 열분해와 관련해서는 참여 기업이 한정(대기업 7개, 중소기업체 18개)되어 있으므로, 이들에 대한 직접 조사를 진행하여 자료를 수집

〈표 1-2〉 고용연계성과 환경산업특수분류 및 표준산업분류 연계표

분야	세부 분야	특수분류 분류명칭	특수분류 분류코드	KSIC
수거·선별 고도화	수거·선별설비 제조	일반 폐기물 수집 기기 제조업	1010201	22299
		일반 폐기물 분리 기기 제조업	1010501	29299
		기타 재활용 장비 및 기기 제조업	1010602	29299
	수거·선별시설 건설	폐기물 처리시설 건설업	1020101	41224
		수거·선별시설 운영	지정 폐기물 수집·운반업	1030101
	지정 폐기물 처리업		1030103	38220
	지정 외 폐기물 수집·운반업		1030201	38110
	지정 외 폐기물 처리업		1030203	38210
	관련 데이터 분석	자원순환 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	1090101	72911
	플라스틱 열분해	열분해 설비 제조	-	
열분해 시설 건설		폐기물 처리시설 건설업	1020101	41225
시설 관리·운영		비금속원료 재생업	1070902	38322 20203

폐플라스틱 재활용 산업 및 정책 동향

제1절 플라스틱 재활용 방식의 이해

- 폐플라스틱을 재활용하는 방법을 세부적으로 살펴보면 크게 3가지(기계적 재활용, 화학적 재활용, 에너지 재활용)로 나눌 수 있는데, 현재까지는 주로 에너지·물리적 재활용 방식이 사용되고 있으며, 화학적 재활용은 시작 단계에 불과
- (에너지 재활용) 플라스틱 폐기물을 발전 시설, 시멘트 공정, 보일러 등의 대체연료로 활용하는 방법
 - (직접 소각) 일반적인 도시 생활 폐기물 소각과 마찬가지로 플라스틱을 직접 태우는 방식이나, 플라스틱은 용융점이 낮고 소각에 필요한 공기량이 많아 특수 형태의 소각로가 필요하기 때문에 경제성이 낮음
 - (건류 소각) 폐기물을 저산소 상태에서 부분 연소시켜 가연성 가스를 발생시킨 후, 이 가연성 가스를 재연소시켜 연소 잔여물을 최소화하고 완전 소각하는 기술로, 건류로에 들어간 폐기물은 건조 - 용융 - 열분해 - 가스화 반응 과정을 거치게 됨. 건류 소각은 직접 소각과 유사하게 특수한 설비가 필요하기 때문에 경제성이 낮아서 잘 사용되지 않음
 - (고체 성형 연료) 폐플라스틱을 고체 성형 연료(SRF) 형태로 가공하여 제철소, 시멘트 공장, 발전소 등에서 이용하는 방식으로, 현재 에너지

재활용 방식의 대부분은 이 방식으로 이루어짐. 폐플라스틱은 발열량이 높기 때문에 고체연료로의 장점이 있으나, 연소 시 다량의 질소산화물과 일산화탄소가 발생할 가능성이 높다는 문제점이 있음

[그림 2-1] 고체 성형 연료(SRF) 제조 공정



자료 : PwC(2022).

- 다만 에너지 재활용은 결국 플라스틱을 소각하여 처리하는 방식이므로 순환경제의 관점에서는 열에너지 발생을 위해 단 한 번 재활용이 되는 것에 불과함. EU에서는 에너지 재활용을 플라스틱 재활용의 범주 안에 포함시키지 않기로 함
- 우리나라에서도 2019년 재생에너지 관련 법령의 정비를 통하여 재생에너지 등의 범주에 바이오매스 기반의 Bio-SRF를 제외하고 플라스틱 기반 SRF를 포함시키지 않는 것으로 결정하였음. 이로 인한 사업성 저하로 시장 자체는 축소되는 중임
- (기계적 재활용) 폐플라스틱을 기계적 파쇄, 선별 및 분리, 압출 및 성형 과정을 통해 펠릿(pellet) 형태 등 재생원료로 전환하는 방법
 - 기계적 재활용은 폐플라스틱 압축품을 색상 및 종류별로 분류한 폐기물을 물리적인 압력을 가하거나 절단기 등을 이용하여 파쇄한 후, 오염물질 제거를 위해 가성소다와 물 등을 이용하여 세척·건조하고, 이를 다시 용융하거나 성형하여 1차 가공품인 플레이크(flake)나 펠릿(pellet)을 만들어서 플라스틱 생산 공정에 재투입하는 방식임

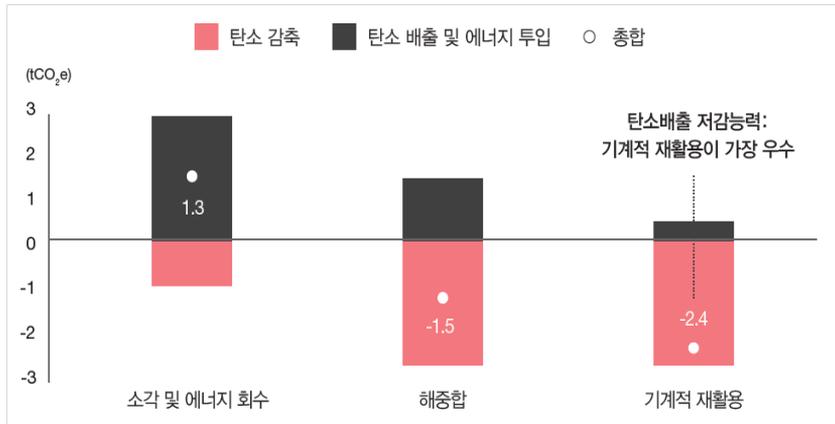
[그림 2-2] 기계적 재활용의 과정



자료 : 삼성증권(2021).

- 기계적 재활용은 단일 소재로 이루어지고 이물질 혼입이나 오염도가 낮은 폐플라스틱을 대량으로 확보할 수 있을 때 적용할 수 있는 방식으로, 대부분의 기계적 재활용은 일상 용품이나 식품용 용기로 활용되는 PET, HDPE가 대상이며, LDPE나 PP 소재의 폐기물에 대한 재활용은 기술개발이 진행 중임
- 폴리염화비닐(PVC)은 다른 종류의 플라스틱과 섞일 경우 강도가 떨어지고, 공정 과정에서 유해물질이 발생하여 재활용이 불가능하며, 폴리스티렌(PS)은 부피당 무게가 가벼워 경제성이 떨어지기 때문에 선별 업체에서 별도로 분리하지 않음
- 기계적 재활용은 이미 상업화가 완료되어 적은 투자비용으로도 사업을 시행할 수 있고, 화학적인 분해나 연소 과정을 거치지 않기 때문에 탄소배출 저감 능력이 가장 우수하다는 장점이 있음
- * 기계적 재활용이 가장 많이 이루어지는 PET 1톤 처리를 기준으로, 에너지 재활용은 연소 반응이 일어나기 때문에 1.3tCO₂eq. 만큼의 탄소배출이 일어나는 반면 기계적 재활용은 2.4tCO₂eq.의 탄소배출 감축에 기여하고, 화학적 재활용은 물질 분해를 위해 반응로를 가열하는 과정에서 에너지 투입이 일어나기 때문에 1.5tCO₂eq.의 탄소배출을 저감

[그림 2-3] 재활용 방식에 따른 탄소배출량(PET 1톤 기준)

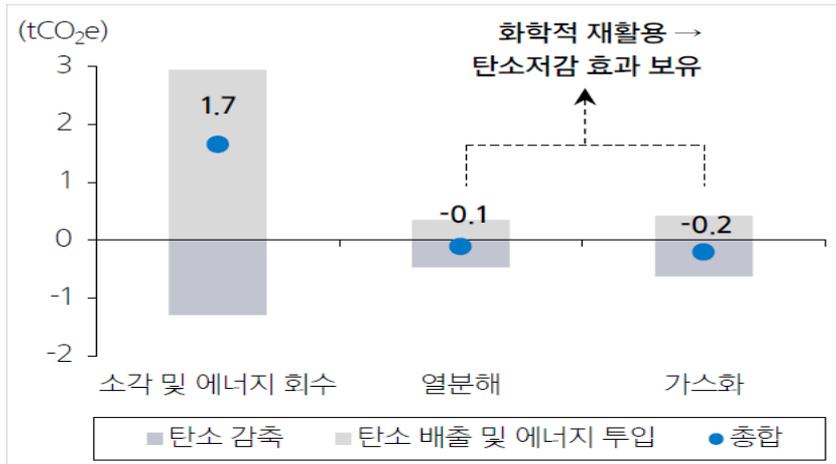


자료 : PwC(2022).

- 다만 기계적 재활용을 통해 생산된 재생 플라스틱은 화석연료 기반의 플라스틱 대비 물성이 떨어지기 때문에 무한하게 진행되기 어려우며, 특히 의무적으로 일정 비율 이상 재생 플라스틱을 사용해야 하는 제조업체에서도 품질 관리가 어렵기 때문에 소비자에게 직접 노출되지 않는 부분을 위주로 재생 플라스틱을 사용함. 또한 적용 가능한 플라스틱 제품 범위에 한계가 있는데, 복합 소재 플라스틱이나 오염·염색된 플라스틱은 재활용이 불가능함
- (화학적 재활용) 고분자(polymer) 형태의 플라스틱을 화학 반응을 통해 최초의 원료 형태인 단량체(monomer) 형태로 되돌려 재활용하는 방법
 - 기계적 재활용과 다르게 복합 소재에 대한 종류별 고도분리작업이나 오염물에 대해서 민감하지 않고, 분해 방식에 따라서 최종 산출물이 달라지기 때문에 다양한 형태로 적용이 가능
 - 물성이 떨어지고 소재에 민감한 기계적 재활용이나 탄소 및 유독가스 배출의 문제에서 자유롭지 않은 에너지 재활용과 달리, 신규 원재료 혼합 없이 폐플라스틱의 100% 재활용이 가능하기 때문에 폐플라스틱 관련 순환경제, 탄소중립 달성에 필수적으로 여겨지는 방식임
 - * 혼합 플라스틱의 경우 기계적 재활용은 불가능하며, 소각에 의한 처리도 PET보다 많은 탄소배출량(1톤 처리에 1.7tCO₂e_q의 탄소

발생)을 보이는 반면, 열분해나 가스화를 통한 화학적 재활용은 현재 개발 중인 기술단계에서도 순발생량이 0에 수렴

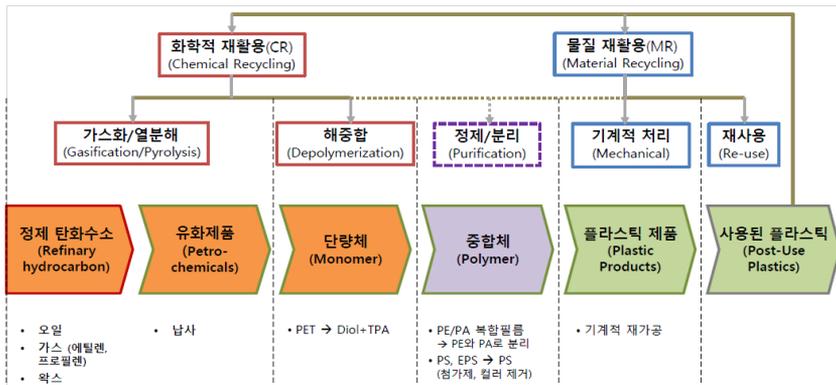
[그림 2-4] 재활용 방식에 따른 탄소배출량(혼합 플라스틱 1톤 기준)



자료: 삼성증권(2021).

- (화학적 재활용의 종류) 화학적 재활용은 분해 산물에 따라 크게 정제, 해중합, 화학연료화의 세 가지 방식으로 나뉘며, 화학연료화는 다시 가스화와 열분해로 구분

[그림 2-5] 재활용 방식의 분류



자료: 한정석(2022), 「폐플라스틱의 화학적 재활용」, 화학특허관리연구원 기술동향연구 발표자료.

〈표 2-1〉 화학적 재활용 방식의 기술적 비교

기술	정제	해중합	화학 원료화	
			열분해	가스화
재활용 원료	PVC, PS, PE, PP	PET, PA, PU	PE, PP, PB, PS, PMMA	모든 플라스틱
최종 산출물	고분자(플리머)	단량체(모노머)	나프타 등 정유제품, 가스	합성가스
개발 현황	개발 완료	상업화 완료	상업화 완료	상업화 완료

자료 : 삼성증권(2021).

- (정제) 플라스틱의 고분자 구조를 유지한 상태에서 용제에 녹이거나 액화시켜서 첨가제 등 불순물을 걸러내거나 특정 재질을 선별하는 방식
 - 가열이 아닌 순수한 화학 반응을 통해서 재활용이 이루어지기 때문에 다른 기술 대비 에너지 소비량이 낮다는 장점이 있음
 - 다만 원하는 소재를 추출하기 위해서 해당 목적에 맞는 용제를 사용해야 하며, 원료 물질을 무한히 반복하여 추출할 수 없고, 액상 유독 폐기물이 발생한다는 점의 한계
- (해중합) 해중합 반응을 통한 화학적 재활용은 Chemical Recycling to Monomer(CRM)이라고 하며, 플라스틱을 원재료인 단위체로 분해
 - 고온에서 촉매와 유기용매 등을 이용해 분해반응을 일으켜 단량체를 추출하기 때문에, 원유에서 생산한 신규 플라스틱 원재료와 동일하여 품질 저하의 우려가 없고, 복합 소재나 오염·염색된 폐플라스틱에도 적용 가능
 - 석유에서 원재료를 생산하는 방식에 비해 많은 에너지를 투입하므로 비용이 많이 들고 온실가스 배출량이 상당하다는 문제가 있으며, PE, PP, PVC와 같은 첨가 중합체(addition polymer)에는 적용할 수 없기 때문에 소재에 민감하다는 점도 단점으로 작용
- (열분해) 현재 가장 상용화되어 있는 방식으로, 산소가 없는 상태에서 높은 온도로 열을 가해 발생하는 분해 생성물을 얻는 방식
 - 탱크 반응기, 관형 반응기를 사용, 무산소 환경에서 400~600℃에서 반응시켜 오일, 왁스, 유화제품 등을 얻는 기술로, 열분해 처리시간과 온도를 조절하여 분해되는 원료를 증질제품에서 경질제품까지 변환

- 해중합 기술로 처리할 수 없는 PE나 PP와 같은 소재도 재활용이 가능하지만, 열분해를 통해서는 플라스틱 분자가 불규칙적으로 분해되기 때문에 품질이 낮다는 점이 단점
- 폐플라스틱을 재활용하는 방식이긴 하나, 현재 수준의 기술에서는 '플라스틱'으로 재활용하는 것이 아닌 소각용 연료로 사용된다는 점은 한계로 작용하며, 현재 국내외 화학기업들이 폐플라스틱을 통해 생산한 연료유에서 원재료를 정제하는 방법 연구 중
- (가스화) 폐플라스틱을 무산소 상태의 가스화 반응기에 투입하여 고온의 촉매 및 수증기와 혼합 후 열분해 가스화하여 합성가스(수소, 메탄 등)로 분해하는 방식
 - 플라스틱 폐기물에 1,000~1,500℃의 고열을 가하여 합성가스를 만들어내는 기술로, 열분해 기술과 유사하지만 고온에서 소량의 산소를 반응기에 주입한다는 점에서 차이
 - 다른 재활용 방식과 다르게 플라스틱 소재와 관계없이 적용할 수 있다는 것이 가장 큰 장점
 - 합성가스(수소 및 일산화탄소 혼합물)를 메탄올·암모니아 등 새로운 화학제품의 원료나 연료, 비료 등으로 주로 사용하는데, 플라스틱으로 재활용되지는 않는다는 점에서 자원순환이라는 근본적인 재활용에 속하지는 않는다는 한계가 있으나, 향후 폐플라스틱을 활용한 수소 생산 방식으로 활용될 가능성이 있어 기술개발 등이 추진 중

〈표 2-2〉 화학적 재활용 공정 비교

개발 단계	공정	장점	단점	사용 가능 원료
	열분해	고열량 연료 생산, 프로세스 최적화 용이, 환경오염 적음	높은 에너지 필요, 염소(PVC) 내성 취약, 사후 유지관리 필요	PE, PP, PMMA, PS, ABS, PU, Mixed PE/PP/PS, Fiber-reinforced composite, Multilayer packaging
	촉매분해	낮은 작동온도, 짧은 반응시간, 생산비용·에너지 절감, 불순물·그을음 생산 감소	공급원료 오염에 민감, 비활성 성분 발생, 반응로 설계 기술 필요	PE, PP, PS

〈표 2-2〉의 계속

개발 단계	공정	장점	단점	사용 가능 원료
	가스화	혼합 폐기물에 적합, 미세한 폴리머 분해 가능	충분한 공급원료, NoX·타르·그을음 발생	All type, Mixed plastics
	화학 용해	낮은 에너지 필요, PET 처리에 유리	경제성 위해 대용량 필요, 균질 플라스틱에 적합	PET, PU, PC, PLA, PLLA
	수소화 분해	혼합플라스틱 처리 가능, 고품질 생산 가능, 후처리 불필요	높은 수소 비용, 구축·운영비용 고가	All type, Mixed plastics
	인라인 열분해	수소, 타르가 없는 가스 제품 생성, 낮은 생산비용	촉매 비활성화 문제, 산업적 규모 적용 어려움	PE, PP, PS, Mixed plastics
	플라즈마 열분해	혼합 폐기물에 적합, 높은 가스 생산량, 타르 함량이 낮음	높은 에너지 요구	Mixed plastics
	마이크로파 열분해	열분해보다 가열속도와 생산 속도 우수, 고품질 산출물 생산	폐기물 조성에 민감, 대량 공급원료 필요, 가열과정 불균일	PS/PP mixture
	플라즈마 가스화	혼합 폐기물에 적합, 높은 가스 생산량, 타르 함량이 낮음	높은 에너지 요구	All type, Mixed plastics

자료 : 한정석(2022).

제2절 플라스틱 재활용 시장·기업 현황

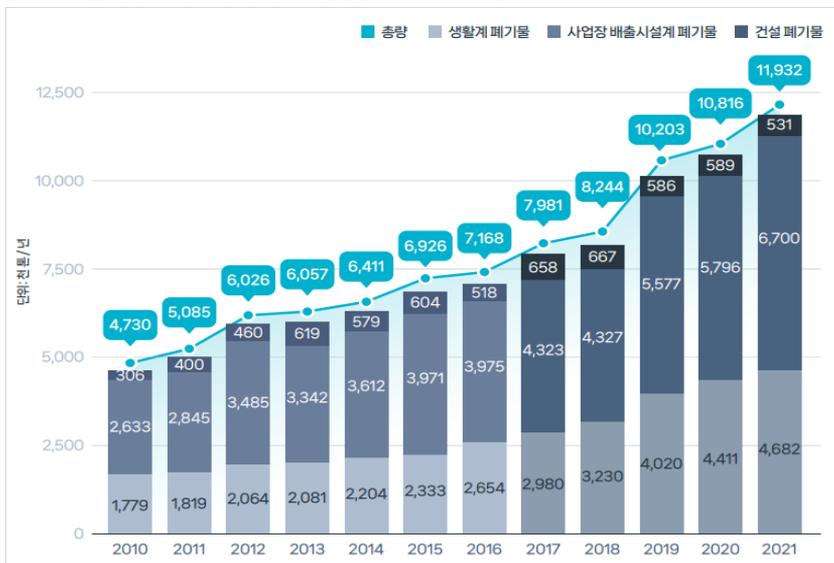
- 본 연구는 플라스틱 재활용을 중심으로 고용영향평가를 진행하는 것으로 플라스틱 재활용 시장의 규모, 기업 현황을 먼저 살펴보는 것이 필요함

1. 국내 동향

- (폐플라스틱 발생 현황) 코로나19에 따른 사회적 거리두기의 영향으로 온라인 쇼핑·음식배달의 증가에 따라 플라스틱이 주가 되는 일회용 포장재의 사용량이 증가하면서 2021년 플라스틱 폐기물 발생량이 크게 증가

- 「폐기물관리법」에서는 폐기물을 크게 생활 폐기물과 사업장 폐기물로 분류하는데, '생활 폐기물'과 '사업장 폐기물' 중 생활 폐기물과 성질 및 상태가 비슷하여 같은 기준으로 처리가 가능한 '사업장 배출시설계 폐기물'을 합쳐 생활계 폐기물로 통칭
- 2021년 국내 플라스틱 폐기물 총발생량은 11,932천 톤으로 2010년(4,730천 톤/년) 대비 2.5배 증가하였으며, 5년 전인 2016년(7,168천 톤/년)과 비교하였을 때도 1.7배 정도 증가
- 플라스틱 폐기물을 다시 생활계 폐기물, 사업장 배출시설계 폐기물, 건설 폐기물, 지정 폐기물 내의 합성수지류 폐기물로 나누면, 2021년 기준 생활계 폐기물 약 4,682천 톤, 사업장 배출시설계 폐기물 약 6,700천 톤, 건설 폐기물 약 531천 톤, 지정 폐기물 19톤 배출

[그림 2-6] 국내 플라스틱 폐기물 발생량(2010~2021년)



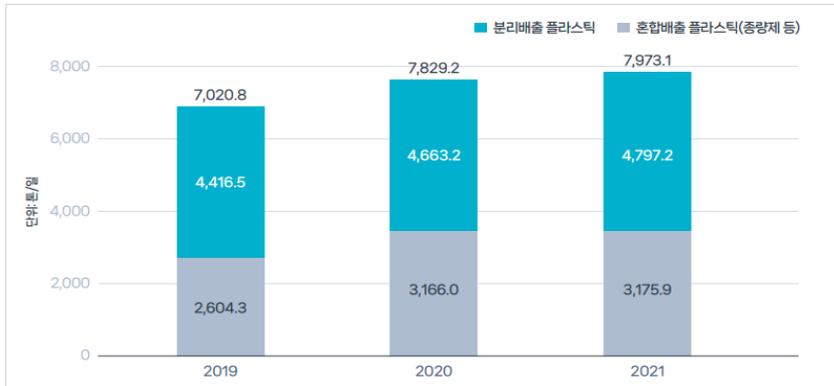
자료: 자원순환정보시스템 내 전국 폐기물 발생 및 처리 현황을 재구성.

- 특히 2020년 코로나19 발생으로 사회적 거리두기가 시행되면서 간편식과 배달음식, 온라인 쇼핑 등의 비대면 소비가 확산되었고, 이 과정에서 일회용 포장재의 사용이 크게 증가 → 2019년에 비해 2020년의

혼합배출(종량제 등) 폐기물 4.8%, 분리배출 폐기물 6.3% 증가⁸⁾

- 배출방식별로는 플라스틱 폐기물을 종량제 봉투에 담아 다른 폐기물과 함께 배출하는 혼합배출과 분리수거를 통해 별도로 배출하는 분리배출이 있는데, 고품질 플라스틱 재활용을 위해서는 분리배출이 이루어져야 함. 폐기물 발생 및 처리 현황에 따르면 생활(가정) 폐기물 중 플라스틱류가 혼합배출과 분리배출 모두에서 증가하고 있는데, 이 중 분리배출되는 플라스틱의 비중은 2019~2021년 모두 60% 정도에 수렴하고 있어 홍보·계도 등의 정책이 필요

[그림 2-7] 생활폐기물 내 플라스틱류 1일 배출량(2019~2021년)



자료 : 자원순환정보시스템 내 전국 폐기물 발생 및 처리 현황을 재구성.

- (플라스틱 폐기물 발생량 전망) 생활계 폐기물 중심으로 발생량 전망치를 예측한 결과 2030년 예상 배출량은 연간 6,475천 톤으로 2010년 대비 3.6배, 2021년 대비 1.4배 증가 전망
 - 플라스틱 화학적 재활용 사업에 처리용량이 높은 대기업이 진출하면 투입재료가 되는 폐플라스틱의 확보가 필수적이며, 특히 일회용 플라스틱의 비중이 높은 생활계 폐기물을 공급하여 처리하는 것이 중요
 - 생활계 플라스틱 폐기물 발생량을 다양한 미래예측 방법을 통하여 예측한 결과, 2030년의 발생량은 약 6,475톤에 달하는 것으로 나타남⁹⁾

8) 이소라(2022), 「코로나19 확산으로 인한 생활폐기물 발생의 패턴 변화」, 통계청.

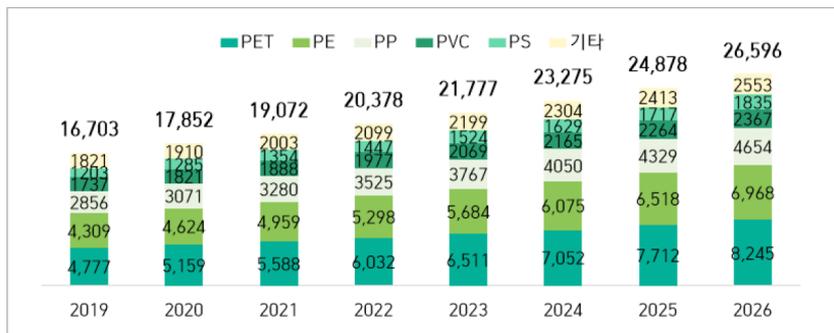
[그림 2-8] 생활계 플라스틱 폐기물 발생량 예측



자료 : 장용철 · 그린피스(2023).

- (시장 동향) 국내 플라스틱 재활용 시장은 2019년 기준 약 1조 6,703억 원 정도의 규모를 보유하고 있는 것으로 추산되며, 연 6.0% 성장하여 2026년에는 약 2조 6,596억 원 수준에 이를 것으로 전망

[그림 2-9] 국내 플라스틱 재활용 시장 전망



주 : 품목은 폴리에틸렌테레프탈렌(PET), 폴리에틸렌(PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리염화비닐(PVC), 폴리스티렌(PS) 순.

자료 : PwC(2022), 「순환경제로의 전환과 대응전략」.

- 9) 장용철 · 그린피스(2023), 「플라스틱 대한민국 2.0 보고서」.

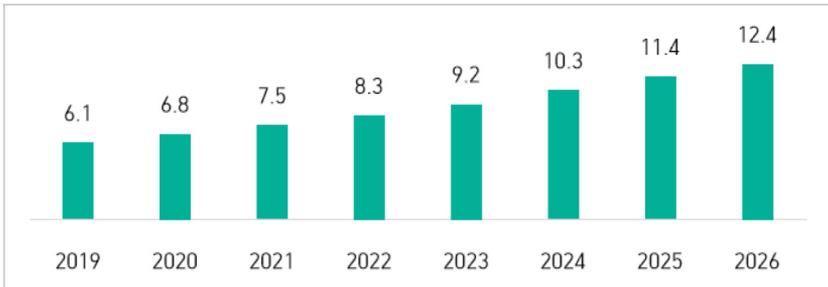
- 품목별 시장 규모의 경우 현재 물리적 폴리에틸렌테레프탈렌(PET)과 폴리에틸렌(PE) 분야가 가장 큰 시장을 형성하고 있으며, 이는 두 소재가 물리적 재활용이 가장 활발하게 이루어지고 있기 때문인 것으로 판단됨

- 국내 플라스틱 재활용 처리량 규모의 경우 2019년 약 6.1메가톤 규모로 추산되었음

- 플라스틱 재활용 규모 또한 2026년까지 연평균 9.3% 성장률로 증가하여, 2026년 약 12.4메가톤의 재활용 규모에 도달할 것으로 전망

[그림 2-10] 국내 플라스틱 재활용 처리량 규모 및 전망

(단위 : 메가톤)



자료 : Frost and Sullivan(2022), South Korean Plastic Waste Management Growth Opportunity.

- 국내의 플라스틱 열분해 시설은 18개 중소기업체가 재활용 지원금(EPR) 대상 폐플라스틱을 연간 약 4.6만 톤 처리하고 있음

- 현재 폐플라스틱 열분해 기술 사업은 EPR 지원금 없이는 운영이 어려워, 한국순환자원유통지원센터에 등록하고 지원금 수령(2022년 말 기준 18개 업체 등록)

- 열분해 기술을 이용한 폐플라스틱 처리량 : (2019) 13,870톤/년, (2020) 14,728톤/년, (2021) 27,080톤/년, (2022) 45,707톤/년

- 열분해 기술을 이용한 열분해유 생산량 : (2019) 4,163톤/년, (2020) 4,112톤/년, (2021) 8,617톤/년, (2022) 16,298톤/년

- 대기업에서는 정부의 폐플라스틱 열분해 관련 활성화 방안 발표 이후 대규모 투자 계획을 발표했으며, 공공에서도 6개 지자체에서 폐기물 처

리 등을 위한 열분해 시설 구축 확대 중

- 대기업은 7개 회사에서 2024~2025년 이후 사업진출 계획을 발표하였으며, 열분해 및 가스화 기술을 이용한 설비는 연간 약 40.5만 톤, 해중합 및 용매추출 방식을 이용한 설비는 연간 약 26만 톤의 폐플라스틱을 처리할 것으로 예상됨

〈표 2-3〉 대기업 플라스틱 열분해 산업 진출 계획

회사명	분야	진출연도 및 용량	비고
SK지오센트릭	열분해	2025년, 10만 톤/년	열분해유 확보 (재활용 : 8.8, 외부 구매 : 1.2) 폐플라스틱 처리 기준 13.2만 톤/년
GS칼텍스	열분해	2024년, 5만 톤/년	열분해유 확보(재활용 : 5) 폐플라스틱 처리 기준 7만 톤/년
현대오일뱅크	열분해	2024년, 3만 톤/년	열분해유 확보(외부 구매 : 3)
LG화학	열분해	2024년, 2만 톤/년	열분해유 확보(재활용 : 2) 폐플라스틱 처리 기준 2.5만 톤/년
SK picglobal	열분해	2024년, 3.5만 톤/년	폐플라스틱 처리 기준 4.5만 톤/년
현대케미칼	열분해	2024년 상용화 검토	
롯데케미칼	열분해	2025년 상용화 검토	

자료 : 환경부 내부자료.

- 공공에서는 6개 지자체(인천 서구, 구미시, 춘천시, 횡성군, 김해시, 함안군)에서 공공 열분해 시설 구축 계획을 발표했으며, 연간 약 1.8만 톤 처리 예상

〈표 2-4〉 지자체 공공 열분해 시설 구축 계획

	2022				2023	
	인천 서구	구미시	춘천시	횡성군	김해시	함안군
규모	20톤/일	20톤/일	20톤/일	20톤/일	25톤/일	20톤/일

자료 : 환경부 내부자료.

- 열분해유는 대부분 저급연료로 활용되고 있으나, 현재 정유업체에서 열분해유를 원유와 희석해 나프타·휘발유·경유 등을 생산하는 실증특례 진행 중(2021~2025)

〈표 2-5〉 석유·화학사 실증특례 참여 현황

회사명	기간	내용
SK지오센트릭	2021. 9.~2023. 9.	페플라스틱 열분해유인 석유·화학공정 원료화
GS칼텍스	2021. 9.~2023. 9.	
현대오일뱅크	2021. 9.~2023. 9.	
현대케미칼	2022. 2.~2024. 2.	
S-Oil	2023. 6.~2025. 6.	

자료: 환경부 내부자료.

2. 해외 동향

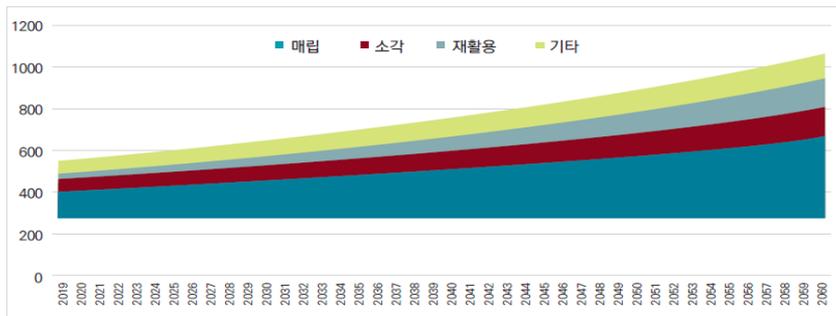
□ 해외에서도 탈탄소화라는 시대적 흐름 속에서 페플라스틱 열분해 시장은 크게 성장할 것으로 전망

○ (플라스틱 폐기물 발생량) 플라스틱은 거의 모든 경제 부문에서 사용되면서 폐기물의 양도 매년 증가해, 2022년 전 세계에서 약 3억 7,630만 톤의 플라스틱 폐기물이 발생되었으며, 1억 3,900만 톤이 일회용 플라스틱 폐기물로 추정

- 2060년 발생하는 플라스틱 폐기물은 약 10억 1,400만 톤으로 예상되며, 이 중 매립되는 플라스틱 폐기물의 양은 2019년 1억 7,400만 톤에서 2060년 5억 톤 이상으로 증가할 것으로 전망

[그림 2-11] 세계 플라스틱 폐기물 발생량 전망 및 처리

(단위: 백만 톤)



주: 기타는 분실(mismanaged) 폐기물을 의미.

자료: OECD(2022).

- 재활용되는 플라스틱 폐기물의 양은 2019년 3,820만 톤으로 전체 폐플라스틱의 9%에 불과하나, 2060년에는 1억 7,600만 톤의 폐플라스틱이 재활용되어 약 17%까지 증가할 것으로 전망
- (폐플라스틱 수출입) 글로벌 폐플라스틱 시장 규모는 60조 원으로 추정되며, 연평균 7.4% 이상 성장해 2027년 85조 원, 2050년 600조 원에 달할 것으로 전망
- 2021년 플라스틱 제품의 총수출액은 1조 1,840억 달러 규모로 전 세계 교역의 5% 비중을 차지하였으며, 전주기 플라스틱 수출 규모를 살펴보면 최종제품이 5,101억 달러로 가장 큰 비중을 차지했고, 플라스틱 폐기물은 34억 달러에 불과

〈표 2-6〉 플라스틱 전주기 품목별 대세계 수출액

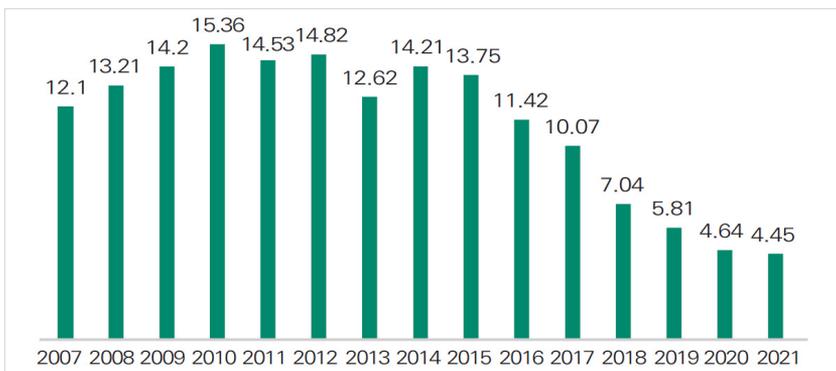
(단위: 백만 달러)

	2000	2005	2010	2015	2020	2021
1차 제재	97,642	181,426	255,192	264,414	272,539	384,483
중간재	50,893	82,094	114,190	126,210	135,286	167,352
중간제조품	51,511	62,696	81,663	100,761	94,498	118,624
최종제품	133,990	205,245	292,077	377,449	427,798	510,140
폐기물	1,519	3,788	6,412	5,893	2,614	3,404
전 체	335,627	535,249	749,534	874,727	932,735	1,184,003

자료: 한국무역협회(2023), 「순환경제 탈플라스틱 시대, 국제 동향과 대응전략」.

[그림 2-12] 세계 플라스틱 폐기물 발생량 전망 및 처리

(단위: 백만 톤)

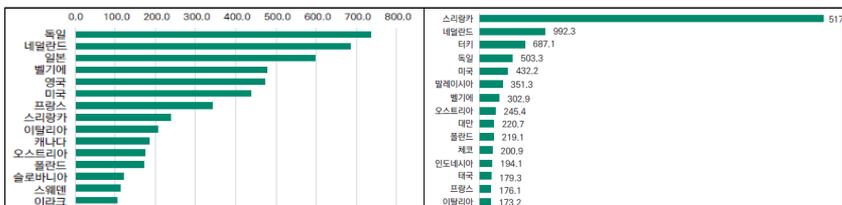


자료: 한국무역협회(2023).

- 2018년 중국이 폐기물 수입을 전면 금지한 이후 폐플라스틱 수출량이 급감하였으며, 2021년 1월 발효된 바젤협약 개정안은 플라스틱 폐기물을 유해 폐기물에 추가해 국가 간 이동을 제한하여 플라스틱 폐기물의 수출은 계속해서 줄어들 것으로 전망
- 2022년 기준으로 폐플라스틱의 수출은 독일-네덜란드-일본-벨기에-영국 순으로 나타났으며, 수입은 스리랑카-네덜란드-터키-독일-미국 순으로 높게 나타남

[그림 2-13] 폐플라스틱 수출(좌) 및 수입(우) 상위 국가(2022년)

(단위: 천 톤)



자료: 한국무역협회(2023).

- 열분해 기술은 매립 및 소각에 비해 환경에 부정적인 영향을 최소화하고 미래의 자원 고갈에 대비할 수 있는 친환경 기술로 평가
 - 플라스틱 폐기물의 열분해를 통한 화학적 재활용은 열적 재활용을 통한 에너지 회수 대비 기후변화 영향 및 전주기 에너지 사용량이 절반 수준에 불과하여, 넷제로 시대를 대비한 플라스틱 대책으로 각광¹⁰⁾
 - 미국 아르곤 국립 연구소(Argonne National Laboratory)에 따르면 열분해 기술을 통한 폐플라스틱 유래 연료(열분해유)는 기존 디젤연료 대비 온실가스 배출량을 최대 14%까지 감축¹¹⁾
- 글로벌 폐기물 처리 시장 내에서도 플라스틱 재활용 분야는 지속해서 성장할 것으로 보이며, 특히 열분해 기반 화학적 재활용을 통한 고부가가치 제품 시장은 더욱 확대될 전망

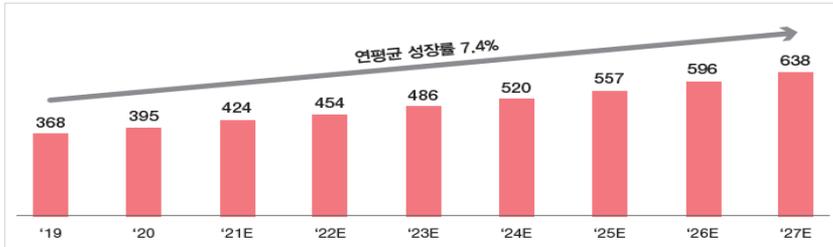
10) NIH(2021), "Life Cycle Environmental Impacts of Chemical Recycling via Pyrolysis of Mixed Plastic Waste in Comparison with Mechanical Recycling and Energy Recovery".

11) ANL(2017), "Life-cycle Analysis of Fuels from Post-Use Non-Recycled Plastics".

- 2022년 현재 글로벌 재활용 시장 규모는 건설폐기물-폐가전-폐지-페플라스틱의 순으로 나타나고 있으나, 탈탄소화 정책의 영향으로 폐가전, 페플라스틱, 폐배터리 시장은 더욱 성장할 것으로 전망¹²⁾
- 글로벌 플라스틱 재활용 시장은 2020년 395억 달러에서 2027년 638억 달러로 연평균 7% 이상 성장할 것으로 전망¹³⁾

[그림 2-14] 글로벌 플라스틱 재활용 시장 전망

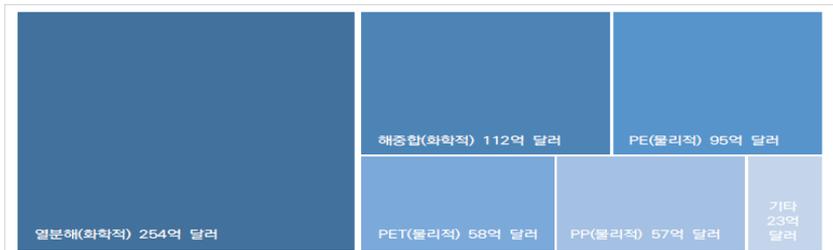
(단위: 억 달러)



자료: PwC(2022).

- McKinsey(2018)는 2030년 글로벌 플라스틱 재활용 시장이 약 600억 달러에 이를 것으로 전망하였으며, 이 중 화학적 열분해가 전체 시장 규모 대비 약 60% 이상의 비중을 차지하고, 특히 열분해(Pyrolysis)가 전체 대비 40% 이상의 비중을 차지할 것으로 전망¹⁴⁾

[그림 2-15] 플라스틱 재활용 기술별 성장 전망(2030년 기준)



자료: McKinsey(2018)의 내용을 산업연구원(2023. 4. 28.)에서 재인용.

12) PwC(2022), 「순환경제로의 전환과 대응전략」.

13) PwC(2022).

14) McKinsey(2018), “How Plastics Waste Recycling Could Transform the Chemical Industry”.

- 기업도 플라스틱 관련 정책 기조에 맞춰 자발적인 열분해 기술 투자 확대로 탄소중립 이행과 순환경제 구축 가속화
- 폐플라스틱 열분해와 같은 기술·산업은 기후변화 대응과 지속 가능성 추구는 물론 신성장동력 창출이라는 측면에서도 중요
 - 탄소중립 실현을 위한 핵심기술 확보로 산업부문의 탈탄소화는 물론 미래의 유망 신산업 중 하나로 순환경제가 일상화된 미래의 산업구조 개편에 선제적으로 대응
 - 폐자원의 재활용은 폐기물 저감, 에너지·자원 소비의 절감, 생산비용 절감 등 기업의 비용 절감뿐만 아니라 에너지·자원의 무역 자체를 절감하는 과정을 통하여 순환경제 촉진과 ESG 경영에 기여
- 열분해를 통해 생산된 열분해유의 활용 방식은 글로벌 석유화학기업과 정유기업을 중심으로 자원 효율적인 제품 창출과 순환경제 비즈니스 모델 구축에 기여
 - 독일의 대표적인 석유화학기업인 바스프(BASF)는 ‘ChemCycling’이라는 프로젝트를 통해 기술 파트너와 협력하여 폐플라스틱 열분해유 전환 기술과 이를 재활용하는 기술을 연구하고 있으며, 탄소발자국이 적은 제품을 제조하는 방안도 연구 중¹⁵⁾
 - 미국의 정유기업인 셸(Shell)은 다양한 파트너사로부터 열분해유 공급을 확보하기 위해 투자 및 구매계약을 체결하였으며, 다우(Dow)는 엔지니어링 회사인 톱소(Topsoe)와 협력하여 네덜란드 내 열분해유 정화 장치를 구축¹⁶⁾
 - 하니웰(Honeywell) UOP는 2021년부터 유동 접촉 분해(Fluid Catalytic Cracking) 공정을 통하여 열분해유에서 가솔린, 디젤 등의 경질 정유를 생산하는 기술을 개발하고, 재생가능한 연료 공급 확대¹⁷⁾

15) <https://www.basf.com/kr/en/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy/mass-balanceapproach/chemcycling.htm>(검색일 : 2023. 12. 5.).

16) <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cen-10036-cover>(검색일 : 2023. 12. 5.).

17) <https://uop.honeywell.com/en/industry-solutions/renewable-fuels/honeywell-uop-renewable-fuels-leads-refinery-renaissance>(검색일 : 2023. 12. 5.).

- 이외에도 다양한 국가·기업에서 열분해 기술 관련 시범 프로젝트를 운영하고 있음(표 2-7 참조)

〈표 2-7〉 해외 열분해 기술 관련 시범 프로젝트 사례

국가	부문	기술명	프로젝트명·기업명	연간 생산능력	완성
미국	화학물질/ 플라스틱	메탄 열분해로 암모니아 생산	Monolith Redwood City Olive Creek 2	275kt	2024
독일	화학물질/ 플라스틱	메탄 열분해로 암모니아 생산	Heide Kero-SYN 100 Westküte 100	30~ 700MW	2025
독일	바이오연료	바이오매스 열분해로 바이오디젤 생산	Susteen TCR500	300t	2020
네덜란드	바이오연료	바이오매스 열분해로 바이오디젤 생산	Empyro	24k	2015
덴마크	바이오연료	바이오매스 열분해로 바이오디젤 생산	Springkildeprojektet	876MML	2021
캐나다	바이오연료	바이오매스 열분해로 바이오디젤 생산	BioEnergie AE Cote-Nord Biocrude Project	40MML	2022
호주	바이오연료	바이오매스 열분해로 바이오디젤 생산	Renegi, Bioenergy, Collie, Waste to Energy through Pyrolysis	13kt	2020
호주	수소	메탄 열분해로 수소 생산	The Hazer Process Demonstration Plant	100t	2020

자료 : IEA(<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/clean-energy-demonstration-projects-database>, 검색일 : 2023. 12. 5.).

제3절 플라스틱 재활용 관련 정책 동향

1. 플라스틱 열분해 관련 정부 R&D 동향

- 환경부와 산업통상자원부에서 폐플라스틱 재활용, 업사이클링, 촉매 개발 등의 R&D를 진행 중임
 - 국내의 열분해 기술개발은 2000년 이전부터 대기업 주도로 진행되었으나 시장 규모 문제로 대기업은 열분해 기술에서 철수하였으며, 이

후 중소기업 중심으로 열분해 기술개발이 진행됨

- 현재 환경부에서는 '폐플라스틱 재활용 고도화 기술개발사업(2022~2025년)'이 추진 중이며, 산업통상자원부에서는 '석유화학 탄소중립 대응 기술개발사업(플라스틱 업사이클링 포함)(2023~2030년)' 예비타당성 조사 기획, 한국산업기술평가관리원에서는 '폐플라스틱 열분해 유로부터 나프타를 생산하기 위한 수첨처리·분해·수소화 촉매 개발 및 1톤/일 규모의 촉매 화학적 업그레이딩 파일럿 공정 개발(2021~2024년)' 등 추진 중
- (탄소중립 중점기술) 탄소중립 산업 부문, 석유화학·정유 분과의 중점기술에 폐플라스틱 열분해 기술 포함, 기술개발 로드맵 확정

〈표 2-8〉 화학적 재활용 관련 환경부 추진 R&D 현황

과제명	주요 차별성	대상 플라스틱
페PS로부터 스티렌 모노머 생산을 위한 고효율 열분해·분별 증류 기술개발	- 기존 기술 대비 에너지효율 향상을 위해 반응기 내부에서 진보된 열·물질 전달 방식을 사용하는 열분해 기술개발 - 재활용 시장에서 저조한 PS의 고부가가치화에 대한 기술개발 추진(경제성 분석 포함)	PS
폐플라스틱 연속식 열분해 공정 기반 유훈합기유 생산 기술개발	- (통합) 회분식 열분해 액화 공정 대비 높은 운전효율, 처리용량 확대를 위한 연속식 열분해 공정 개발 및 활용처 확대 추진 · 연속식 공정 개발을 통한 폐플라스틱의 원료화 패러다임 제고 · 폐플라스틱의 열분해로부터 생산되는 액상유 중 상당량을 차지하는 중질유(heavy oil)를 화학원료로 활용하는 기술개발은 현재 전무 - (세부) 인력에 의존하는 수선별 처리의 한계점을 고려한 고효율 선별·처리 기술의 자동화를 통해 향후 폐플라스틱 기반 화학적 재활용의 고도화를 위한 고품질의 원료 공급 추진 · 동 과제는 폐플라스틱의 고품질 화학적 재활용을 위해 수반되어야 할 기술로 분광영상 등 통합자동화 기존 기술 대비 고효율의 선별처리 및 보급을 위한 기술개발 추진	PET, PE, PP, PS, PVC 등
혼합 폐플라스틱 가스화 유래 합성가스 기반 고순도 수소 생산 기술개발	- 열경화성 플라스틱의 처리 기술개발 측면(기존 소각·매립 중심)에서 차별성이 있으며, 이를 기반으로 고순도(3N) 수소 생산 기술개발을 통해 폐플라스틱의 연료화 추진 - 전체 플라스틱 폐기물 중 약 20%를 차지하는 열경화성 수지는 종류가 다양하고, 복합재질인 경우도 많아 경제성이 떨어지거나, 현재까지 재활용기술이 부족하여 재활용품으로 분리되지 않고 폐기 처분되는 양이 많음. 분리되더라도 처리 시설에서 재생원료로서 기여하는 부분이 다소 적어 특수한 처리 방법 마련 시급	열경화성 플라스틱

자료 : 환경부(2021. 12. 29.)의 내용을 조지혜(2023)에서 재인용.

2. 플라스틱 관련 규제 정책

□ 「생활폐기물 탈플라스틱 대책」¹⁸⁾

- (배경) 코로나19 이후 플라스틱 폐기물이 증가하고 재활용 시장 불안이 심화되었으며, 2050년 탄소중립 사회를 위해서도 화석연료 플라스틱의 제로화 장기대책이 필요함
 - 사회적 거리두기 정책 시행으로 택배와 음식배달 이용량이 증가하면서 포장용 비닐이나 일회용 배달용기 등에 사용되는 폐플라스틱 14.6%, 페비닐 11.1% 증가
 - 반면 재생 플라스틱의 많은 부분을 차지하고 있는 PET 재생원료의 판매단가는 2020년 1월 kg당 767원에서 683원으로 11% 감소하면서 수거중단 및 적체가 발생
- (목표) 플라스틱 생산·소비를 원천 감축하고, 수거된 플라스틱의 재활용을 확대하며, 장기적으로 탈플라스틱 사회로 전환 추진
 - (단기) 그린뉴딜과 연계하여 플라스틱 원천 감량 및 재활용 확대
 - * (감량) 2020년 160만 톤 → 2022년 144만 톤(△10%) → 2025년 128만 톤(△20%)
 - * (재활용) 전망치(BAU) 대비 2025년 30% 상승(재활용 비율: 2020년 54% → 2025년 70%)
 - (장기) '2050 탄소중립'과 연계하여 탈플라스틱 사회로 전환
 - * (2030) 플라스틱 기인 온실가스 30% 감축 → (2050) 100% 바이오 플라스틱 전환
- (추진과제) 플라스틱 발생 원천 저감, 플라스틱 재활용 확대, 대체 플라스틱 사회 전환, 범부처 이행지원의 4가지 실행방안을 마련

18) 관계부처 합동(2020. 12. 24.).

분야	플라스틱 관리 전략
발생 원천 저감	<ul style="list-style-type: none"> • 플라스틱 용기류 타 재질(종이·유리·캔 등) 전환 목표 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 플라스틱 용기류를 캔·유리·종이 등 타 재질 전환 : (2021) 47% → (2025) 38% • 폐기물 부담금(플라스틱세) 요율 현실화 <ul style="list-style-type: none"> - 현행 폐기물 부담금 150원/kg, EU 플라스틱세 €0.8/kg=약 1,000원 • 플라스틱 1회용품 사용금지·제한 • 배달용 플라스틱 포장재 감량
재활용 확대	<ul style="list-style-type: none"> • 재질구조 개선 및 재생원료 의무사용 신설 <ul style="list-style-type: none"> - 페트병 무색 의무화 및 플라스틱 재생원료 의무사용 도입·강화 • 폐플라스틱 수입금지 및 국내 재활용제품 소비 촉진 • 분리수거 강화 및 비축·재활용 인프라 확충 <ul style="list-style-type: none"> - 품목별 배출·수거 요일제 도입 - 비축시설 신규 설치(2021년까지 6기 설치) → 유사시 2.4만 톤 비축 - 폐비닐, 잔재물 등을 열분해하는 공공시설 확충(2025년 환경공단 4기, 지자체 6기) <ul style="list-style-type: none"> * 현재 민간 열분해 시설 전국 11개소 운영 중(연간 1.1만 톤 재활용)
대체	<ul style="list-style-type: none"> • 석유계 혼합 바이오 플라스틱 사용 제한 <ul style="list-style-type: none"> - PET·PP와 물성이 다른 플라스틱은 분리수거 및 재활용이 어려워 환경 유출 가능성이 큰 용도(종량제 봉투, 농업용 비닐, 어구류 등)에만 제한 사용 • 2050년까지 순수(100%) 바이오 플라스틱 대체 <ul style="list-style-type: none"> - 소재 개발을 위해 균주-공정-대량생산-제품화 등 전주기 R&D - 상용화 시 바이오 플라스틱 재생원료 재활용체계 구축
이행지원	<ul style="list-style-type: none"> • 이행기반 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 업종별 플라스틱 전과정 물질흐름 DB 구축, 탈플라스틱 전환을 위한 R&D 추진 • 홍보·교육 확대 • 범사회적 참여 촉진

□ 「폐플라스틱 열분해 활성화 방안」¹⁹⁾

- (목표) 열분해유·가스 고부가가치화를 통하여 폐플라스틱의 안정적 처리와 원료대체 등 탄소중립에 기여
 - 폐플라스틱 열분해 처리 비중을 현행 0.1%에서 10%로 높여 '2050 탄소중립' 선도 : (2020) 0.1% → (2025) 3.6% → (2030) 10%

〈표 2-9〉 열분해유·가스 생산 목표(투입량 기준)

(단위: 만 톤/연)

	2020	2025	2030
전 체	1.1	31	90
지자체	-	4	20
석유·화학업계	-	25	60
재활용업계	1.1	3	10

19) 환경부(2021. 6. 21.)

- (내용) 원료 수급 및 열분해 제품 용도 확대, 열분해 시설 확충·관리, 신기술 R&D, 열분해 활성화를 위한 인센티브 제공의 4가지 과제로 구성
 - 석유·화학기업이 폐플라스틱 열분해유를 석유제품으로 활용할 경우 온실가스 감축효과를 고려하여 탄소배출권을 인정받을 수 있도록 관련 지침을 개정
 - 폐기물 매립시설 설치의무 대상 산업단지 내 매립시설 부지의 50% 범위 내에서 열분해 시설 등의 입지를 허용하기 위해 「폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률 시행령」 개정

과제	세부 내용
원료 수급 및 열분해 제품 용도 확대	<ul style="list-style-type: none"> • 지자체-순환자원유통지원센터-정유·석화업계 간 폐플라스틱 공급협약 체결 • 폐비닐 전문 선별시설 및 종량제 봉투 파봉 선별시설의 설치·운영을 통해 폐비닐 선별량 증대 <ul style="list-style-type: none"> - 잔재물 대상 폐비닐 2차 선별시설 설치(2022년 4개소 → 2030년 27개소) - 종량제 봉투 파봉·선별시설 설치(2023년 2개소 → 2030년 22개소) • 재생원료 수요처 확보, 재활용제품 시장 형성 지원 • 열분해유의 석유 및 석유화학 원료 용도 재생이용 유형 신설 및 수소 연료 제조 유형 명확화
열분해 시설 확충·관리	<ul style="list-style-type: none"> • 전국 산업단지 내 매립시설 부지에 열분해 시설 등 입지 허용 <ul style="list-style-type: none"> - 매립시설 부지의 50% 범위 내에서 설치 허용 • 화학적 재활용 시설 내 '열분해 시설(가스화 포함)' 신설, 열분해유의 최소수율 규정 • 안전성을 위해 기밀성, 압력·온도 유지·조절내용 규정 • 열분해 시설 적정 운영을 위한 운영 가이드라인 제작·배포 • 신규 설치를 희망하는 기업을 위해 환경 법령 인·허가 원스톱 지원 시스템 구축
신기술 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> • 폐플라스틱의 화학적 재활용 고도화를 위한 열분해유 생산 기술개발 • 열경화성수지 단독 연료 사용에 따른 열분해 특성 파악 및 단계별 실증 • 순환경제 신기술·서비스는 규제특례를 통해 실증사업 허용
열분해 활성화 인센티브 제공	<ul style="list-style-type: none"> • 물질재활용 지원금 확대 또는 열분해유 지원금 신설 <ul style="list-style-type: none"> - (현행) 열적재활용 147원/kg, 물질재활용 160원/kg • 플라스틱 재생원료 사용 시 생산자책임재활용 분담금 감면 • 열분해유·가스 생산·사용에 따른 국내 온실가스 감축효과를 할당량 산정에 반영

□ 「플라스틱 자원순환 혁신전략」²⁰⁾

- (배경) 플라스틱 폐기물 감축과 '2050 탄소중립' 달성을 위하여 산-학-연-관 연계를 강화하고 관련 정책 추진을 통한 지원 확대 필요

20) 국가과학기술자문회의(2021. 10. 26.).

○ (내용) '2050 탄소중립'을 위한 플라스틱 자원순환 혁신을 목표로 4개의 추진전략 제시

- 탄소중립을 위해 범부처 차원의 자원순환 R&D 전략이 요구되나, 각 부처별 R&D가 개별적으로 추진된 점에 착안하여 과학기술자문회의에서 동 계획이 수립됨

분야	주요 내용
범부처 자원순환 R&D 전략 정립	<ul style="list-style-type: none"> • 플라스틱 자원순환 기술분류체계 정리 • 플라스틱 전주기 R&D 전략 제시 • 총괄부처 및 책임연구기관 운영
디지털 기반의 수거/선별 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> • IoT 기술을 활용한 수거 효율화 <ul style="list-style-type: none"> - 폐플라스틱 자동 분류 수거 시스템 확산 • AI·로봇 기술 기반 선별 자동화 <ul style="list-style-type: none"> - 로봇 선별 기술개발·보급을 통해 선별장 자동화 촉진 - AI기술을 활용한 선별 지능화 추진 • 정책수단을 통한 수거·선별 체계의 확산 <ul style="list-style-type: none"> - 분리배출 체계의 다원화를 통한 수거의 효율화 제고 - 공동주택의 공공책임수거 강화, 재활용품 가격 불안정 시 민간수거업체 충격 완화를 위한 정책 지원 - 상생협력을 통한 민간의 적극적 수거·선별 유도
고도화된 전주기 플라스틱 정보관리체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 플라스틱 폐기물 전 범위 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 생활폐기물 탈플라스틱 대책을 전체 플라스틱(사업장폐기물)으로 확대 • 물질흐름 분석 기반 통계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 플라스틱 통계 작성 일원화 - 플라스틱 폐기물 재활용 정책 수립 • 재활용 통계 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 물질재활용, 에너지회수 등 세분화된 재활용 통계 구축
기업과 대학 연구소 간 협력체계 마련 및 국민 소통 제고	<ul style="list-style-type: none"> • 기업과 대학·연구소 간 R&D 협력체계 마련 • 플라스틱 자원순환 전문 인력 양성 • 협력·소통 플랫폼 운영

□ 「규제개선·지원을 통한 순환경제 활성화 방안」²¹⁾

○ (배경) 플라스틱 화학적 재활용 시장이 성장 중으로, 국내 산업의 잠재력은 충분하나 입지·생산·판매·활용 등 각 단계의 규제가 산업 활성화를 저해

○ (내용) 플라스틱 열분해 재활용 산업을 중심으로 규제 개선과 재정지원, 기반 확충 등을 통한 순환경제 활성화 방안 마련

21) 관계부처 합동(2022).

	내 용
규제 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 열분해유의 정유·석유화학 원료 활용 근거 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 열분해유가 나프타 제조에 활용될 수 있도록 재활용 유형·세부기준 마련 - 플라스틱 열분해유도 정유 공정 원료로 활용할 수 있도록 허용 • 열분해 시설 설치·검사기준 간소화 <ul style="list-style-type: none"> - 열분해유 제조 시설을 소각시설이 아닌 재활용 시설로 분류, 설치·검사기준 간소화 • 산업분류 명확화 <ul style="list-style-type: none"> - 현재 열분해유 생산은 '정유업', '석유화학업', '폐기물 처리업' 모두에 해당
인센티브·재정지원	<ul style="list-style-type: none"> • 화학적 재활용에 대한 폐기물 부담금 감면 <ul style="list-style-type: none"> - 화학적 방식으로 재활용된 플라스틱 제품에 대해서도 폐기물 부담금 감면 • EPR 지원금 구조개선 <ul style="list-style-type: none"> - 플라스틱을 열분해 방식으로 재활용 시 지급되는 EPR 지원금 단가 상향 및 할당 비율 확대 - 열분해 원료인 비닐류 플라스틱의 고품질 선별 유도 • R&D·시설 투자 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 열분해 기술 고도화를 위한 R&D 확대 지원(플라스틱 재활용 고도화를 위한 고부가가치 원료·연료화 기술개발, 2022~2025년 492억 원) - 지자체 열분해 시설 확충(2022년 4개소 → 2026년 10개소) • 분리·선별설비 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 열분해 원료 플라스틱 분리·선별 설비 자동화·현대화 지원(2022년 10개소, 49억 원) - 열분해 원료인 비닐류 플라스틱 선별 설비 등 확충(비닐류 전문 2차 선별 장비 확대 설치 2022년 4개 → 2026년 15개 → 2030년 27개, 종량제 봉투 파봉 설비 확충 2023년 2개 → 2026년 15개 → 2030년 27개)
산업기반 확충	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색분류체계 포함 검토 • 친환경성 평가·인증 강화

□ 「전주기 탈플라스틱 대책」²²⁾

○ (배경) 플라스틱으로 인한 환경영향 심화, '2050 탄소중립' 달성, 국제사회의 탈플라스틱 전환 가속화에 대응하여 포스트 플라스틱 시대 준비 정책 필요

- 플라스틱은 사회 전 분야에서 활용되는 유용한 소재이나, 환경 잔류, 미세화 등으로 인체와 생태계에 가장 큰 환경문제 중 하나로 대두
- 저렴하고 가공·편이성이 뛰어나 관리 대책이 수반되지 않으면 포장재, 산업·건설 등 전 분야에서 플라스틱 폐기물은 지속적으로 증가할 것으로 전망
- 또한 플라스틱은 석유를 원료로 사용하여, 생산부터 폐기까지 온실가

22) 관계부처 합동(2022).

스를 다량 배출

○ (목표) 2025년까지 폐플라스틱 발생량 2021년 대비 20% 감축(492만 톤 → 393만 톤)

- 플라스틱 열분해 처리량을 2020년 1.4만 톤 → 2025년 32만 톤으로 확대 목표

〈표 2-10〉 전주기 탈플라스틱 대책 세부 목표

(단위 : %)

	2020	2023	2025
재생원료 사용률(PET 등)	0.2(추정)	3	10
물질 재활용률(생활 플라스틱)	18(추정)	20	25
소각형 재활용 비중(생활 플라스틱)	69	65	55
바이오플라스틱 기술 수준(최상위국(미국) 대비)	85	87	90

○ 추진전략

비전	2024년 이후 본격화될 Post-플라스틱 시대 준비		
방향	<ul style="list-style-type: none"> ■ 코로나 시대 극복 : 포장재·용기 분야에 역량 집중 ■ 탈플라스틱 기반 구축 : 대체 시장·서비스 확대, 재활용 고도화 		
목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2025년까지 폐플라스틱 발생 20% 감축(’21년 대비) <p>* (폐플라스틱 발생량) ’21년(492만톤(잠정)) → ’25년(393만톤)</p>		
	’20년	’23년	’25년
재생원료 사용률(PET 등)	0.2%(추정)	3%	10%
물질재활용률(생활플라스틱)	18%(추정)	20%	25%
소각형재활용 비중(생활플라스틱)	69%	65%	55%
바이오플라스틱 기술수준(최상위국(미국) 대비)	85%	87%	90%
추진 과제	1. 대체서비스 기반 일회용품 감량	① 다회용기 대체 기반 조성 ② 현장을 고려한 일회용품 감량 ③ 소비자 지원, 인센티브 ④ 과대포장의 사각 해소를 포장재 감량	
	2. 온전한 재활용	① 재활용 원료인 폐자원의 안정적 공급 ② 재활용 쉬운 제품 설계, 생산 ③ 고부가가치 물질, 화학적 재활용 유도 ④ 재활용품 사용 촉진	
	3. 재생원료, 대체재 산업 및 육성	① 바이오매스, 재생원료 제품 시장선도 지원 ② 생분해 플라스틱의 활성화 지원 ③ 규제 유연화로 신기술, 신사업 촉진 ④ 산업계 역량 강화	
	4. 국제사회 책무 이행	① 탈플라스틱 협약 선제적 대응 ② 취약분야 집중 관리	

○ (세부 내용) 일회용품 감량, 온전한 재활용, 재생원료·대체재 산업 및 시장육성, 국제사회 책무 이행이라는 4가지 추진 과제 제시

추진과제	세부 내용
일회용품 감량	① 일회용기를 다회용기로 대체하기 위한 기반 조성 - 다회용기 제작·사용 표준화 가이드라인 마련 - 다회용기 대여·세척 서비스 인증제 도입 - 택배 포장에 다회용 포장 적용 ② 일회용컵 보증금제 단계적 확대 ③ 폐기물 부담금 현실화 로드맵 마련 - 재활용이 어려운 플라스틱 일회용품에 대해 처리비용 증가분 반영 ④ 소비자에게 다회용기 활용 시 인센티브 부여, 친환경 매장 정보 등 제공 ⑤ 농산물·택배포장·배달용기에 대한 구체적 규제 기준 마련 - 관리 사각지대에 있던 농산물 과대포장 규제 - 택배 과대포장 기준(2024년 시행) 적용을 위한 검사방법·체계 마련 - 업체·제품별 포장재 사용량 등 정보 제공 위한 포장정보시스템 구축 → 음식 배달 용기 두께·재질·색상 기준 마련
온전한 재활용	① 포장재 재활용 용이성 평가항목 확대, 실효성 강화 - (현행) 재질·구조·용이성에 무게 기준 등 추가 - 평가 결과에 따라 재활용 분담금 감면·할증 적용 확대 ※ 현재 페트병에 적용되는 차등할증률을 타 플라스틱 포장재까지 확대 - 재활용성 최하위 등급 지속 판정 시 처리부담금 부과(재활용 가능 대상 제외) ② 순환이용성 평가 범위를 제품 전주기(원료·사용, 재활용)로 확대 ③ 재활용 지원금 체계 개편, 소각형 재활용(열회수·고형연료)을 물질적·화학적 재활용으로 전환 유도 - 물질적·열분해 재활용지원금 할당 비율 확대(40 ⇒ 60%), 지원금 단가 상향 ④ 재생원료 사용목표율·사용률 설정 - 일정 규모 이상 플라스틱 원료 생산자에게 재생원료 사용목표율 설정 - PET병 등 최종제품에도 재생원료 사용률 설정
재생원료·대체재 산업 및 시장육성	① 환경표지 인증 확대 및 인증기준 강화 ② 생분해 플라스틱 인증기준 세분화 등 생분해 플라스틱 활성화 지원 ③ 순환자원 인정기준 및 절차 간소화 ④ 산업계 역량 강화 - 환경산업펀드 활용, 플라스틱 재활용·에너지화 등 자원순환 분야 우수 중소·벤처기업 집중 투자 확대 - 영세 업체의 재질·공정 변경 등 규제 적용 지원 - 순환경제 이행 R&D 및 플라스틱 클러스터 조성(Post-플라스틱 자원순환클러스터, 부산 생곡, ~2024년 463억 원 투입)
국제사회 책무 이행	① 플라스틱 국제협약 협상위원회* 적극 참여, 대응전략 마련 * 제52차 세계환경총회에서는 플라스틱 전주기를 다루는 구속력 있는 국제협약을 2024년까지 성안하는 것을 목표로 하는 국제협약 결의안 채택, 2022년 11월부터 2024년 12월까지 총 5차례 협상위원회 운영 예정 ② 토양·해양 유출에 취약한 분야 집중 관리 - 해양폐기물 발생 예방·수거·처리 확대 등 전주기 관리 - 농촌 지역 폐기물 수거·처리 확대(공동집하장 2021년 1월 8,470개소 → 2023년 1월 9,956개소, 재활용 시설 2021년 7개소 → 2024년 9개소)

□ 「순환경제 활성화를 통한 산업 신성장 전략」²³⁾

- (배경) 「순환경제사회 전환 촉진법」 마련에 따른 법적 기반 조성을 계기로, 순환경제가 새로운 성장동력으로서 산업 전반으로 확산될 수 있도록 비즈니스 발굴·지원
- (목표) 순환경제 활성화를 통하여 전 산업의 지속가능한 성장기반을 확립하는 한편, 순환경제 기술·시장 글로벌 경쟁우위를 확보하고, 혁신 순환경제 모델을 성장 동력화
- (내용) 자원의 순환이용 확대와 산업별 순환경쟁력 확보, 순환경제 기반 구축의 3가지 추진과제를 제시하였으며, 이 중 플라스틱 관련 정책은 아래와 같음

추진과제	세부 내용
자원의 순환이용 확대	① 핵심자원의 순환이용성 제고 - 재생원료 사용 확대: PET 원료 생산자의 재생원료 사용목표 단계적 확대 * 재생원료 사용 비율: (2023) 3% → (2026) 10% → (2030) 30% - 플라스틱 제품·용기에 재생원료 사용 비율 표시, 지자체에 재생원료 사용제품 구매 목표 설정 및 실적 점검 - 전기·전자제품, 투명페트병, 대형 유통업체 등 생산자-재활용업체 간 자발적 협약 확산을 통한 자발적 순환고리 구축 ② 고품질 폐자원 공급망 구축 - 고품질 분리배출·회수 체계 마련: 무인회수시설 등 편리한 인프라 확충(2023, 420개) 및 고품질 페플라스틱 회수 보상제 확대 - 선별시설 자동화·고도화: 수도권 대규모 공공 선별장 대상으로 민간투자를 유치하여 시설 고도화, 페플라스틱 광학선별기 설치 의무화 및 공공·민간 선별장 확충·현대화 재정지원 - 소각·매립되는 재활용 자원 회수 확대: 폐비닐 등 분리배출이 미흡한 자원의 별도 회수체계 확대, 종량제 봉투·선별잔재물 자원 회수 시설보급 확대 - 대·중소기업 연계 재생원료 공급망 및 공동 생산기반 구축: 중소기업과 수요 대기업을 연계하여 공동 투자로 대형화·자동화된 통합시설 구축, 투명페트병 등 양질의 자원이 고품질 재활용업체로 우선 공급되도록 공공 선별장 운영지침 개정 - 시장 분석 및 원활한 공급 지원: 재활용가능자원의 수급 동향 분석 및 비상수급망 마련, 신규 고품질 폐자원 관련 수출입 절차 정비 및 해외 기지 구축 ③ 설계·유통·소비 단계의 순환이용 확대 - 순환이용성 평가 개선, 유통 포장재 관리 강화, 제품의 지속가능한 사용 촉진
산업별 순환경쟁력 확보 (CE9 프로젝트)	① 석유화학: 페플라스틱의 고부가가치 산업 원료화 - (열분해유 생산 확대) 법령 정비 및 플라스틱 폐자원의 원활한 확보를 위한 인프라 확대 - (고급 원료화 전환) 페플라스틱 해중합 및 플라스틱 열분해 등 물성 업그레이드를 위한 R&D, 고부가 재활용 사업 전환 기업 대상 컨설팅 및 설비개선 지원

23) 관계부처 합동(2023. 6. 21.).

추진과제	세부 내용
순환경제 기반구축	① 재활용 기술·산업 육성 및 지원을 위한 순환경제 클러스터 조성 - 산발적·영세 산업구조에서 탈피하여 재활용산업의 효율화·집적화, 관련 연구개발·실증화 촉진을 통한 환경산업 육성 - Post-자원순환 플라스틱 클러스터 조성(2021~2026년 463억 원, 부산) ② 재생원료 인증제도 마련 - 재생원료 의무사용 규제 강화에 따른 우리 기업의 해외인증 의존도와 비용부담을 줄이기 위한 재생원료 사용 추적 인증제도 마련

3. 소 결

- 2019년 이후 발표된 플라스틱 대책의 공통점은 발생 원천 저감과 화학적 재활용, 특히 열분해 활성화에 있으며, 플라스틱 열분해 산업의 지원을 위하여 R&D, 규제·제도 개선, 인프라 투자 등이 이루어짐
 - 열분해 원료인 플라스틱 폐자원의 수급을 안정화하고 분해 산물인 열분해유의 품질 향상을 위하여 분리수거 강화, 공공 운영 비축·재활용 인프라 확충을 추진
 - 수집·선별 시설의 자동화를 통해 공정을 효율화하고 재활용률을 높이고자 함
- 폐플라스틱 재활용과 관련한 환경부의 정책 중 정량적인 목표가 제시된 부분을 요약하면 아래와 같음
 - 지자체 운영 열분해 시설: 2022년 4개소에서 2026년 10개소로 확충
 - 열분해 원료 플라스틱 품질 제고를 위해 지자체 분리·선별 설비(182개) 자동화·현대화를 지원(AI·광학선별 도입률 2021년 17개소(9%) → 2026년 114개소(62.6%))
 - 열분해 원료 공급 확충을 위해 비닐류 전문 2차 선별장비 확대 설치(2022년 4개 → 2026년 15개 → 2030년 27개) 및 종량제 봉투 파봉·선별시설 설치(2023년 2개 → 2026년 10개 → 30년 22개)
 - 원천 감량: 2020년(160만 톤) 대비 2022년 10%↓(144만 톤), 2025년 20%↓(128만 톤)
 - 재활용 확대: 전망치 대비 2025년 30%↑(재활용 비율 2020년 54% → 2025년 70%)

- 열분해 처리량 확대 : 2020년 1.4만 톤 → 2025년 32만 톤 → 2030년 90만 톤
- 그러나 플라스틱 폐기물 처리에 대한 정책은 국내 폐기물 처리업계의 현실을 직시하지 못하는 측면이 있음
 - 해외 주요국에서 폐기물 처리업(waste management)을 대기업이 운영하는 것과는 다르게, 국내에서는 폐기물 수집·운반업이나 분류업이 중소기업 적합업종으로 지정되어 영세 규모의 기업이 주로 담당함
 - 최근 무색 페트병의 재활용을 촉진하기 위하여 별도의 분리수거 체계를 운영하는 등 일부 변화가 있었으나, 시장 참여자들이 폐기물 수집·운반·처리 체계에서 주로 지적하는 사항은 공동주택에서 분리수거를 잘해서 보내더라도 처리 업체에서 이를 다시 혼합하기 때문에 재활용 원료의 품질이 보장되지 않는다는 점임
 - 또한 영세업체는 안정적인 매출이 보장되는 것이 아니라 처리 시설의 야적장에 폐기물을 대량으로 적치한 후 이를 처리하는 대로 수익을 올리기 때문에, 날씨 변화 등에 따라서 폐기물의 수분 함량이 증가하고 오염물질의 혼입이 심하여 물리적 재활용을 위한 추가적인 비용이 투입되어야 하고, 화학적 재활용을 위해서도 충분한 수율을 확보할 수 없다는 문제점이 지적됨
 - 플라스틱 폐기물 관련 정책예산도 지자체 등에서 운영하는 공공 선별장 중심으로 배분되어 있고, 민간 선별장에도 자동화를 위한 예산을 지원한다고는 하나, 자동화 설비의 가격 등을 고려하였을 때 전과정을 자동화하기는 어려운 상황
 - 열분해를 중심으로 하는 화학적 재활용을 실제로 주도하는 것은 대기업이기 때문에 제도 개선 외에 정부가 할 수 있는 역할에 한계
 - 생활계 폐기물(EPR)과 산업 폐기물에서 나오는 폐플라스틱이 어떤 방식으로 배분되고 있는지에 대해서도 정책적인 검토가 필요함

제3장

폐플라스틱 재활용 산업 중심의 고용현황 분석

제1절 고용현황 분석 개요

- 폐플라스틱 재활용 산업의 고용현황 분석은 자료가 가용한 수거, 선별 분야와 플라스틱 제품 분야를 중심으로 다룸
 - 수거·선별 분야는 현재 재활용 선별장의 고용현황에 대해서 살펴보고, 지역별 고용조사를 활용하여 고용의 양적, 질적 수준을 분석함

〈표 3-1〉 환경산업특수분류-표준산업분류 연계표

분야	세부 분야	특수분류 분류명칭	특수분류 분류코드	KSIC
수거·선별	수거·선별설비 제조	일반 폐기물 수집 기기 제조업	1010201	22299
		일반 폐기물 분리 기기 제조업	1010501	29299
		기타 재활용 장비 및 기기 제조업	1010602	29299
	수거·선별시설 건설	폐기물 처리시설 건설업	1020101	41224
		지정 외 폐기물 수집·운반업	1030201	38110
	수거·선별시설 운영	지정 외 폐기물 처리업	1030203	38210
관련 데이터 분석	자원순환 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	1090101	72911	
플라스틱 열분해	열분해 설비 제조	-	-	-
	열분해 시설 건설	폐기물 처리시설 건설업	1020101	41225
	시설 관리·운영	비금속원료 재생업	1070902	38322 20203
플라스틱 제품	플라스틱 제품 제조	-	-	222

- 플라스틱 제품 분야는 페플라스틱 재활용과 관련하여 플라스틱 산업 전반을 살펴보기 위해 다루는 내용임

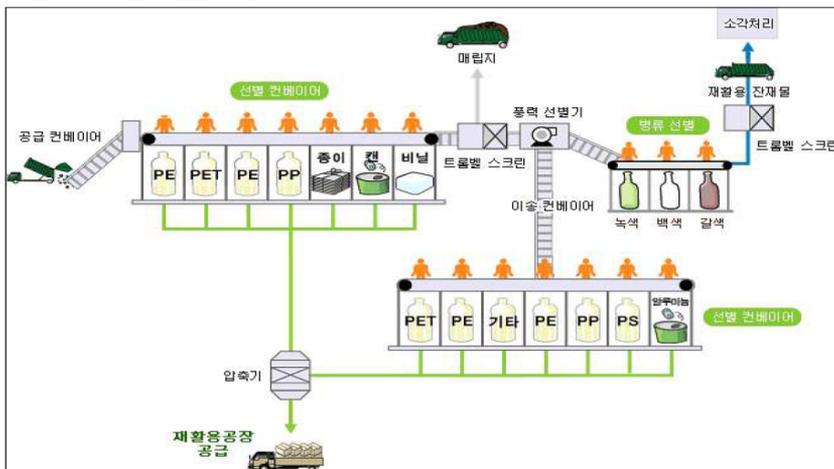
제2절 수거 및 선별 분야 고용시장 현황

1. 재활용 선별장

가. 재활용 선별장 공정

- 페플라스틱은 다른 재활용 폐기물과 같이 재활용 선별장에서 분리되고 있어 페플라스틱을 포함한 재활용 선별장을 분석대상으로 설정
 - 재활용 선별장은 가정 등에서 분리 배출한 재활용 폐기물을 활용이 가능한 자원으로 분리 선별하며, 활용하는 환경시설임
 - 생활폐기물 재활용품처리 품목은 파지(종이), 비닐, 플라스틱(PET, PP, PE, PS), 유리병, 백색 병, 고철, 알루미늄 캔, 스티로폼 등임

[그림 3-1] 재활용 선별장 공정도



- 선별장은 반입·투입설비, 선별설비, 감용설비, 파쇄(분쇄)설비, 압축설비, 보관설비, 환경오염방지설비 등으로 구성

나. 재활용 선별장 인력 현황 : 생활폐기물처리 관련 종사자 노동인권상황 실태조사

- 생활폐기물 처리 시설별로 종사자의 직무는 관리직, 선별인력, 운전원으로 구분되며 총 37명이 투입됨(광명시 재활용품 선별장 기준)
 - 관리직은 시설운영인력으로 총괄 감독과 폐기물 입출입 관리가 주요 역할임
 - 재활용 선별장의 선별인력은 벨트를 지나는 재활용품을 목적 및 용도에 맞게 수작업으로 선별하는 업무를 수행
 - 운전원은 지게차를 이용하여 압축물 운반 및 적재 작업을 수행하고, 집게 차, 스키로더 등의 기계로 재활용품을 이동하는 업무를 수행

〈표 3-2〉 재활용 선별장 인력 및 역할

	인원(명)	업무
관리직	6	운영 총괄, 시설 운영, 인력관리, 안전 점검, 경비, 차량 입·출입 관리
선별직	29	파봉(반입품 파봉), 스티로폼 정리 정돈, 재활용품 품목별 선별, 정리 정돈, 압축물 생산 및 보관, 주변 정리, SRF 생산 및 관리, 잔재 쓰레기 압축 및 해체 작업
운전직	2	지게차/로더(재활용품 및 선별품 운반)·암물차(잔재 쓰레기 수집·운반 차량 운전)
전 체	37	

자료 : 국가인권위원회(2022), 『생활폐기물처리 관련 종사자 노동인권상황 실태조사』, p.42.

- 향후 수거·선별 분야가 자동화로 전환되었을 때 재활용 선별장 인력 중 선별직의 고용이 감소할 것으로 보임
 - 선별직은 시설의 규모에 따라 일부 차이를 보이지만 최소 17~41명으로 집계되고 있음²⁴⁾
 - 선별 컨베이어에 투입되고 있는 인력이 자동화 도입에 따라 대폭 감

24) 서울연구원(2005), 『서울시 공공 재활용 선별장 설치 및 운영개선방안』, p.145.

소할 것임

- 이러한 선별직의 변화에 대한 분석이 필요함
- 재활용 선별장은 경기와 서울, 부산, 인천에 가장 많은 종사자가 있는 것으로 나타났음
 - 인구가 많을수록 폐기물 반출량이 많으므로 지역별 종사자 인원은 인구에 비례하는 것으로 볼 수 있음
 - 직영, 시설공단, 민간위탁 등 운영방식에 따라 자동화 시설 도입 여부가 결정될 것으로 판단되며, 이에 따라 고용의 변화가 있을 것으로 전망됨

〈표 3-3〉 생활폐기물 처리 시설(재활용 선별장) 종사자 지역별 현황

(단위: 명, %)

	직영		시설공단		민간위탁			전체
	인원	비중	인원	비중	인원	비중	업체 수	인원
11-서울특별시	117	14.1	62	7.47	651	78.43	17	830
21-부산광역시	442	62.08	26	3.65	244	34.27	3	712
22-대구광역시	-	-	-	-	229	100	9	229
23-인천광역시	175	28.14	31	4.98	416	66.88	5	622
24-광주광역시	33	28.21	43	36.75	41	35.04	2	117
25-대전광역시	-	-	-	-	132	100	4	132
26-울산광역시	17	16.5	-	-	86	83.5	1	103
29-세종특별자치시	-	-	24	100	-	-	-	24
31-경기도	141	12.91	372	34.07	579	53.02	21	1,092
32-강원도	179	49.04	62	16.99	124	33.97	6	365
33-충청북도	83	37.56	28	12.67	110	49.77	3	221
34-충청남도	158	51.63	43	14.05	105	34.31	5	306
35-전라북도	83	47.98	-	-	90	52.02	4	173
36-전라남도	243	72.54	-	-	92	27.46	5	335
37-경상북도	258	61.43	27	6.43	135	32.14	7	420
38-경상남도	196	40.33	30	6.17	260	53.5	9	486
39-제주특별자치도	-	-	-	-	31	100	1	31
전 체	2,125	34.29	748	12.07	3,325	53.65	102	6,198

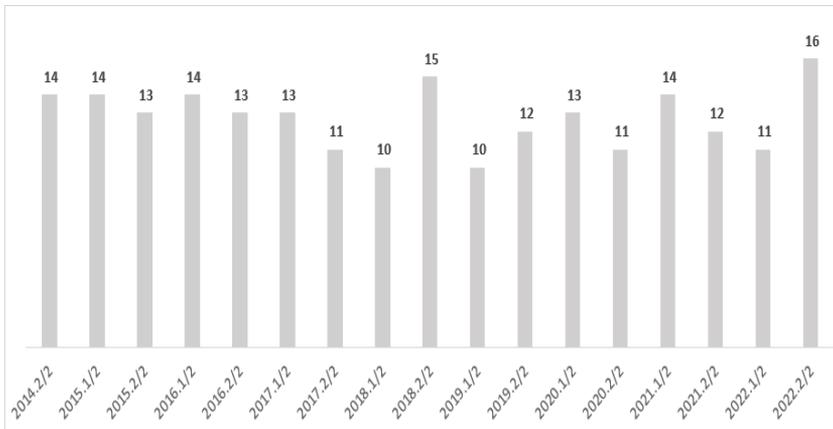
주: 동 자료는 국가인권위원회에서 자료공개를 통해 작성된 표이며 본 연구에서 재인용한 것임.
 자료: 국가인권위원회(2022), 『생활폐기물처리 관련 종사자 노동인권상황 실태조사』, p.50.

다. 생활폐기물 종사자 고용현황: 지역별 고용조사

- 생활폐기물 처리 종사자 노동 통계는 「지역별고용조사」 자료를 활용하여 분석(2022년 2/2 하반기 기준)
 - 생활폐기물 처리 종사자 직종은 한국표준직업분류(소분류)에 따르면 “재활용 처리 및 소각로 조직원(882)”에 해당
 - “(대분류) 장치·기계 조작 및 조립종사자(8)”, “(중분류) 상하수도 및 재활용 처리 관련 기계조작직(88)”의 하위 분류체계임
 - 지역별 고용조사를 활용한 분석은 고용인원의 인구특성, 임금, 기업 규모별 종사자 수 등을 대략적으로 분석하기 위한 것임
 - 2022년 하반기 기준 16,300명이 재활용 선별장에 고용된 것으로 나타났음
 - 단, 소각로 조직원이 포함되어 있어 앞서 제시된 고용현황 6,198명보다 1만 명 정도 크게 나타났음

[그림 3-2] 재활용 선별장 고용현황

(단위: 천 명)



자료: 국가통계포털, 「지역별 고용조사」.

- 생활폐기물 처리 시설은 종사자수 10명 미만의 소규모 기업에 집중되어 있으며 평균노동시간 또한 소규모 시설에서 상대적으로 높음)

- 종사자 수는 10명 미만의 소규모 기업에 4,754명(29%)이 집중되어 있음
- 평균 노동시간은 41.0시간으로 집계되었으며 종사자 규모 5~9명에서 42.3시간으로 가장 높게 나타났음
- 최근 3개월 평균 급여는 295만 원으로 집계되었으며, 300인 이상의 기업이 382만 원으로 가장 높은 것으로 나타났음

〈표 3-4〉 생활폐기물 처리 시설 종사자 규모별 종사자 수

(단위: 명, 시간, 만 원)

구분(종사자 규모)	종사자 수	평균 주간 근무시간	최근 3개월 평균 급여
1~4명	2,751	40.4	274
5~9명	2,003	42.3	330
10~29명	4,786	41.8	283
30~99명	4,598	40.1	277
100~299명	848	38.8	310
300명 이상	1,356	41.8	382
전 체	16,342	41.0	295

자료: 지역별 고용조사(2022), 하반기(B형 전국).

- 종사자의 학력 수준은 고졸이 41.9%를 차지하고 있으며 대졸, 중졸 순으로 나타났음

〈표 3-5〉 생활폐기물 처리 시설 종사자 규모별 종사자 수

(단위: 명, %)

	종사자 수	비중
초등학교	287	1.8
중학교	2,341	14.3
고등학교	6,851	41.9
전문대(초급대, 2년·3년제 대학 포함)	2,173	13.3
대학교(4년제 이상 대학 포함)	4,473	27.4
대학원(석사)	217	1.3
전 체	16,342	100.0

자료: 지역별 고용조사(2022), 하반기(B형 전국).

- 최종학력을 기준으로 초, 중, 고졸이 58%를 차지하고 있다는 점이 특징적임
 - 향후 수집 및 선별 자동화로 이어지는 과정에서 재교육에 대한 체계적인 준비가 필요함을 의미
- 종사상 지위는 상용근로자가 13,685명(83.7%)으로 대부분을 차지하고 있으며, 무급종사자 및 급여가 지급되지 않는 종사자가 16,000명 규모로 10%를 차지하고 있음

〈표 3-6〉 생활폐기물 처리 시설 종사상 지위별 종사자 수 및 급여

(단위: 명, 만 원)

	종사자 수	최근 3개월 평균 급여
상용근로자	13,685	303
임시근로자	1,018	219
일용근로자	12	250
고용원이 있는 자영업자	890	-
고용원이 없는 자영업자	727	-
무급가족종사자	11	-
전 체	16,342	295

제3절 플라스틱 산업

1. 플라스틱 산업 정의 및 규모

- 플라스틱 분야는 석유화학으로부터 원료인 합성수지를 공급받아 이를 성형, 가공하여 자동차, 전자, 전기, 건설, 농업, 완구, 잡화 등 거의 모든 산업에 부품과 자재를 제조하고 공급하는 산업을 말함
- 플라스틱분야의 한국표준산업분류(Korean Standard Industrial Classification) 중 〈표 3-7〉과 같이 제품에 따라 6개 세분류 17개의 세세분류로 구분되어 있음

〈표 3-7〉 플라스틱산업 관련 한국표준산업분류

중분류		소분류		세분류		세세분류	
코드	항목명	코드	항목명	코드	항목명	코드	항목명
22	고무 및 플라스틱 제품 제조업	222	플라스틱 제품 제조업	2221	1차 플라스틱 제품 제조업	22211	플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업
						22212	플라스틱 필름 제조업
						22213	플라스틱 시트 및 판 제조업
						22214	플라스틱 합성피혁 제조업
				2222	건축용 플라스틱 제품 제조업	22221	벽 및 바닥 피복용 플라스틱제품 제조업
						22222	설치용 및 위생용 플라스틱제품 제조업
						22223	플라스틱 창호 제조업
						22229	기타 건축용 플라스틱 조립제품 제조업
				2223	포장용 플라스틱 제품 제조업	22231	플라스틱 포대, 봉투 및 유사제품 제조업
						22232	포장용 플라스틱 성형용기 제조업
				2224	기계장비 조립용 플라스틱 제품 제조업	22241	운송장비 조립용 플라스틱제품 제조업
						22249	기타 기계·장비 조립용 플라스틱제품 제조업
				2225	플라스틱 발포 성형제품 제조업	22251	폴리스티렌 발포 성형제품 제조업
						22259	기타 플라스틱 발포 성형제품 제조업
2229	기타 플라스틱 제품 제조업	22291	플라스틱 접착처리 제품 제조업				
		22292	플라스틱 적층, 도포 및 기타 표면처리 제품 제조업				
		22299	그 외 기타 플라스틱 제품 제조업				

○ 플라스틱 산업은 2020년 기준 사업체 수 20,943개, 종사자 수 236,222명, 생산액 56조 원에 달하고 있음

〈표 3-8〉 플라스틱산업의 규모(2020년 기준)

(단위: 개, 명, 조 원)

표준산업분류	사업체 수	종사자 수	생산액
플라스틱제품 제조업	20,943	236,222	56

자료: 통계청, 「전국사업체조사」, 「광업·제조업조사」 시도/산업분류별 주요지표 인용.

○ 플라스틱 산업의 인력은 2016년 182,916명에서 2020년 171,397명으로 연평균 약 -1.61%로 감소율을 보이고 있음

- 특히, 2018~2020년은 연평균 약 -3.74%로 연평균 감소율보다 두 배 이상 감소한 것으로 나타났음
- 이는 코로나19로 인한 경기 불황, 스마트공장의 확대 등으로 인한 영향으로 보임

[그림 3-3] 국내 플라스틱 산업 종사자 수 현황

(단위: 명)



자료: 통계청, 「광업·제조업조사」 시도/산업분류별 주요지표(10명 이상).

2. 플라스틱 산업 고용현황

- 고용노동부에서는 한국표준산업분류(KSIC) 및 한국고용직업분류(KECO)를 기준으로 산업별/직종별 사업체노동력을 조사하여 발표하고 있음
 - 이 중 플라스틱 분야와 관련된 산업분류로는 '고무 및 플라스틱제품 제조업'으로 통계자료가 수집이 가능하고, 직종별로는 '화학공학기술자 및 시험원', '고무·플라스틱 및 화학제품생산기계 조작원 및 조립원' 수준으로 자료 수집이 가능함
 - 하지만 이는 플라스틱 외 산업도 포함하고 있어 플라스틱 분야의 현황을 파악하기에 충분하지 않을 수도 있음

가. 현원

- 플라스틱 분야와 관련된 고무·플라스틱 및 화학제품 생산기계 조작원 및 조립원의 경우 연평균 현원 증가율(CAGR)이 0.5%로 낮게 나타나 플라스틱 제조업의 경우 성장속도 및 인력충원이 원활하지 못한 것으로 짐작됨

〈표 3-9〉 플라스틱 분야 산업별, 직종별 종사자 현원 추이

(단위: 명, %)

산업분류별		2018	2019	2020	2021	2022	CAGR
산업 별	제조업	3,233,605	3,255,108	3,218,078	3,656,959	3,698,783	3.4
	고무 및 플라스틱제품 제조업	250,966	249,371	241,977	61,803	266,049	1.5
직종 별	화학공학 기술자 및 시험원	55,931	61,803	63,847	62,631	64,751	1.5
	고무·플라스틱 및 화학제품 생산기계 조작용 및 조립원	159,166	163,607	153,384	163,884	162,151	0.5

주: CAGR(Compound Annual Growth Rate, 연평균 성장률)=(마지막 값/첫 번째 값)^(1/기간-1)*100.

자료: 고용노동부, 「산업별, 직종별 사업체 노동력 조사」(상반기 기준).

나. 구인인원 및 채용인원

○ 플라스틱 분야 중 생산직종과 관련된 '고무·플라스틱 및 화학제품 생산 기계 조작용 및 조립원'의 구인인원 및 채용인원을 살펴보면, 구인인원은 2019년과 2020년에 감소했지만 이후 구인인원이 증가하였고, 채용인원도 같은 양상을 보이고 있음

- 이는 코로나19의 영향으로 인한 경기 불황으로 인해 구인인원의 감소가 나타났지만 2021년부터는 워드코로나 이후 경기 회복으로 구인인원도 증가한 것으로 나타나지만 채용률은 급격히 감소하여 연평균 -5.1%로 감소한 것으로 나타나 생산 인력충원의 어려움을 보여주고 있음
- 단순 생산직으로 구성된 고무제품 및 플라스틱제품 제조 기업들은 경기 불황과 더불어 글로벌 환경규제 등 경영환경이 어려워 채용인원이 감소한 것으로 예상됨

〈표 3-10〉 플라스틱 분야 생산직 구인인원 및 채용인원 추이

(단위: 명, %)

고무·플라스틱 및 화학제품 생산기계 조작용 및 조립원	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR
구인인원(A)	7,852	6,948	5,412	8,021	8,671	2.5
채용인원(B)	6,371	5,794	4,744	6,173	5,698	-2.8
미충원인원(C)	1,481	1,154	668	1,848	2,973	19.0
채용률(B/A)	81.1	83.4	87.7	77.0	65.7	-5.1
미충원율(C/A)	18.9	16.6	12.3	23.0	34.3	16.1

자료: 고용노동부, 「산업별, 직종별 사업체 노동력 조사」(상반기 기준).

다. 부족률

- 플라스틱 분야와 관련된 고무 및 플라스틱 제품 제조업의 부족률은 2019년 경기둔화로 전체 제조업의 구인인원의 감소로 부족률이 다소 감소하였으나 제조업 대비 다소 높은 인력 부족률을 보이고 있음
 - 직종별로 살펴보면 화학공학기술자 및 시험원보다 고무·플라스틱 및 화학제품 생산기계 조작원 및 조립원의 부족률이 높게 나타나 생산인력 확충의 어려움을 보여주고 있음
 - 이는 상대적으로 낮은 임금 수준, 청년층의 제조업 기피 현상 등 3D 업종이라는 인식 등으로 플라스틱 생산 직종으로의 유입이 적어 인력 부족 현상이 지속되고 있음을 보여주는 결과임

〈표 3-11〉 플라스틱 산업별, 직종별 부족률 추이

(단위 : %)

	산업분류별	2018	2019	2020	2021	2022
산업별	제조업	2.6	1.9	1.7	3.0	4.5
	고무 및 플라스틱제품 제조업	3.0	2.0	2.0	4.1	4.9
직종별	화학공학 기술자 및 시험원	2.0	1.8	1.7	2.2	3.4
	고무·플라스틱 및 화학제품 생산기계 조작원 및 조립원	3.3	2.5	1.9	4.2	5.9

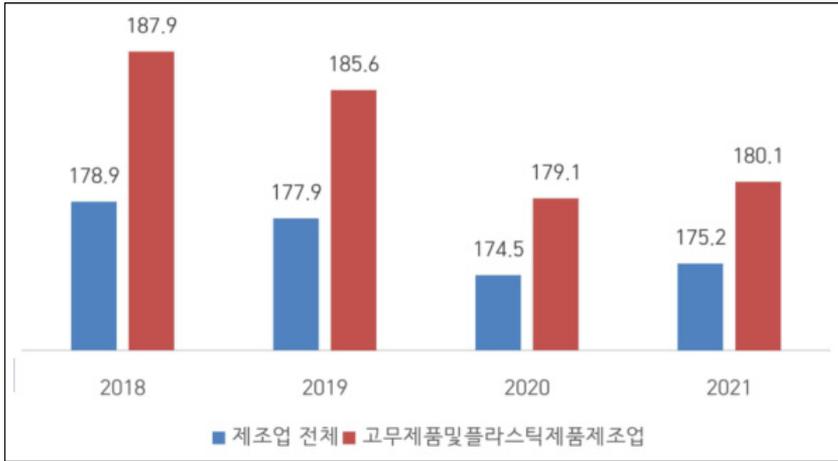
자료 : 고용노동부, 「산업별, 직종별 사업체 노동력 조사」(상반기 기준).

라. 근로시간

- 2021년 ‘고무 및 플라스틱제품 제조업’의 월평균 근로시간은 180.1시간 (1일 약 8.8시간)으로 나타났음
 - 월평균 근로시간은 2018년 이후 점점 줄어들고 있긴 하지만 제조업 평균에 비해 여전히 더 많은 시간을 근무하고 있는 것으로 나타났음
 - 이는 플라스틱산업의 노동집약적인 특성으로 인해 근로일수가 많은 것으로 짐작됨

[그림 3-4] 고무제품 및 플라스틱제품 제조업 연간 월평균 근로시간

(단위: 시간)



자료: 고용노동부, 「사업체 노동력 조사」.

마. 임금 수준

○ 2021년 ‘고무 및 플라스틱제품 제조업’의 월평균 임금총액은 약 372만 원으로 나타나 제조업 평균 약 431만 원에 비해 현저히 낮은 수준으로 나타났음

- ‘고무제품 및 플라스틱제품 제조업’은 규모가 작고 저부가가치 산업 위주이며, 대부분 중소기업이므로 임금이 대체로 낮음
- 낮은 임금과 교대근무 등 어려운 근무 여건으로 구직기피 현상이 일어나고, 이로 인해 근무 여건이 더욱 어려워지는 악순환이 반복되는 것으로 보임

폐플라스틱 재활용의 고용영향

제1절 분석방법 개관

1. 고용영향평가의 노동시장 분석

- 폐플라스틱 재활용의 범위는 수거·선별 및 열분해 분야로 한정하여 고용영향을 분석
 - (수거·선별 분야) 자동화 도입에 따른 고용의 변화를 중심으로 분석을 수행하고, 자동화 시스템에 따른 단순노무직의 감소와 질적 수준의 변화에 대해서 분석함
 - (열분해 분야) 기업의 대규모 투자에 따른 구축 및 운영을 중심으로 고용영향을 분석함
 - 주요 대기업이 현재 수천억 원 규모의 투자를 진행 혹은 계획하고 있으며, 이에 따라 열분해 시설 구축과정에 발생하는 건설고용 창출에 대해서 분석
 - 구축 후 운영과정에서 시설별 규모에 따른 운영 및 개발인력에 대한 고용을 분석
- 고용영향분석은 실태조사를 통한 양적 분석과 데이터로 파악이 어려운

필요인력 규모와 일자리 질에 관한 내용은 면접조사를 통해 분석함

- (실태조사) 플라스틱 폐기물의 수집·운반·선별과 분해(기계적 재활용, 열적 재활용, 화학적 재활용)를 수행하고 있는 환경기업을 대상으로 조사 진행
 - 폐플라스틱 재활용 관련 기업의 현재 고용현황을 파악하기 위하여 고용의 양(전체 종사자 수 및 폐기물 처리 관련 종사자 수)과 질을 파악
 - 정부의 폐플라스틱 관련 정책이 진행됨에 따라 경영환경이 변화하였을 때, 시장 참여자가 생각하는 고용변화를 파악
- (면접조사) 열분해 시설 투자를 진행(계획)하고 있는 주요 대기업을 대상으로 투자 규모, 시설구축 후 운영인력에 대한 고용 규모 및 일자리 질에 관한 내용을 분석
- 시나리오 분석은 환경부에서 제시한 정책목표, 처리 시설 규모 현황, 기업별 투자 등을 반영하여 시나리오를 설정하고 시나리오별 결과를 제시함

〈표 4-1〉 폐플라스틱 열분해 처리 규모 현황 및 목표

(단위: 만 톤)

	목표(환경부)		현황 및 향후 계획						전체
	폐플라스틱 열분해 처리 규모	2021년 현재 시설 처리 규모	***	***	***	***	***	공공(지자체)	
2021	2.7	2.7	--	-	-	-	-	-	2.7
2022	4.5	4.5	--	-	-	-	-	-	4.5
2023	12.0	4.5	--	--	-	-	-	1.8	6.3
2024	19.5	4.5	--	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	23.3
2025	31.0	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5
2026	42.8	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5
2027	54.6	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5
2028	66.4	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5
2029	78.2	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5
2030	90.0	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5

- (목표) 환경부에서 제시한 「폐플라스틱 열분해 활성화 방안」(2021. 6.)의 처리 규모를 목표로 준용하여 목표를 달성하기 위해 2030년까지 연간 추가로 필요한 처리 시설을 추정하여 제시함
- (현황) 현재 열분해 시설 운영을 통해 처리하고 있는 규모와 주요 대기업의 투자계획을 반영하여 목표 대비 처리 규모를 추정하여 제시
- (시나리오) 구축 및 운영과 관련하여 환경부의 목표를 달성하는 수준(최고)과 현재 건설 중인 시설까지만 구축되어 운영(최저)되는 시나리오를 설정함
 - 최고 수준은 2030년에 처리 규모 90만 톤을 달성하고, 이를 위해 필요한 시설투자, 구축단계의 건설인력, 운영단계의 운영 및 개발인력에 대해서 연도별 고용의 양적 수준을 제시함
 - 최저 수준은 현재 투자를 계획하고 있는 대기업의 투자가 중단된 것으로 처리하고, 현재 건설 중인 시설만 구축을 완료하고 운영되는 것으로 설정하여 분석 결과를 제시
- 폐플라스틱 재활용에 따른 일자리 규모 및 질 향상을 위한 정책과제를 도출함
- (수거·선별 분야) 선별직이 고용의 대부분을 차지하고 있는 상황에서 자동화 시스템이 도입됨에 따라 실직으로 이어질 수 있으므로, 이에 대한 재교육을 위한 교육훈련 과정의 개선과 운영이 필요한 실정임
 - 자동화 시스템의 주요 구성은 선별과정의 컨베이어벨트에 반영됨에 따라 시스템을 운영할 수 있는 인력에 대한 교육훈련이 필요
 - 선별직은 50대 이상의 인구가 집중되어 있으며, 자동화 시스템이 도입되고 안착되는 과정에서 고령화로 이어질 가능성이 높아 이에 따른 정책과제 발굴을 진행함
- (열분해 시설 분야) 열분해 시설의 운영관리와 폐플라스틱의 재활용을 위한 기술개발에 따른 고급연구인력의 수요가 증가할 것으로 예상되며, 이에 따른 정책과제를 발굴함

2. 실태조사

- 폐플라스틱 재활용 관련 노동시장 분석은 본 연구에서 수행될 실태조사 결과를 주요 자료로 활용하며, 조사대상은 플라스틱 폐기물의 수집·운반·선별과 처리·분해(기계적 재활용, 열적 재활용, 화학적 재활용)를 수행하고 있는 환경기업으로 선정
- 분석대상 정책의 범위 및 고용연계성의 설정을 보면, 폐플라스틱 수집(수거), 분류(선별), 분해(처리 및 재활용) 관련 업체와 플라스틱 열분해 관련 설비 제조, 건설, 열분해 시설 운영 업체가 주요 조사대상에 해당 (표 4-2 참조)
- 이들 중 수거·선별설비 제조업체와 수거·선별시설 건설 업체는 환경산업 특수분류 코드상의 1010201, 1010501, 1010602, 1020101에 해당하므로, 환경산업통계조사 표본상에서 해당 코드에 해당하는 업체를 대상으로 조사를 수행
 - 만약 세분류에 대한 업체 정보를 확보하기 어려운 경우, 폐기물 관리기기 제조업(특수분류상 101) 및 폐기물 관리시설 건설업(특수분류상 102) 전체를 대상으로 조사를 수행하면서 폐플라스틱 관련 제조·건설 사업 영위 여부를 질의하여 조사대상에서 제외하는 방식으로 수행

〈표 4-2〉 환경산업특수분류-표준산업분류 연계코드

분야	세부 분야	특수분류 분류명칭	특수분류 분류코드	KSIC	
수거· 선별 고도화	수거·선별설비 제조	일반 폐기물 수집 기기 제조업	1010201	22299	
		일반 폐기물 분리 기기 제조업	1010501	29299	
		기타 재활용 장비 및 기기 제조업	1010602	29299	
	수거·선별시설 건설	폐기물 처리시설 건설업	1020101	41224	
		수거·선별시설 운영	지정 폐기물 수집·운반업	1030101	38120
			지정 외 폐기물 수집·운반업	1030201	38110
관련 데이터 분석	자원순환 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업	1090101	72911		
플라스틱 열분해	열분해 설비 제조	-	-	-	
	열분해 시설 건설	폐기물 처리시설 건설업	1020101	41225	
		지정 폐기물 처리업	1030103	38220	
		지정 외 폐기물 처리업	1030203	38210	
		비금속원료 재생업	1070902	38322 20203	

- 폐플라스틱 수거·선별시설을 운영하는 업체는 자원순환정보시스템상의 폐기물 재활용업체 리스트²⁵⁾에서 표본을 무작위 추출하여 사용
 - 수거·선별시설 운영은 다시 지정폐기물에 대한 수집·운반·처리업과 지정 외 폐기물(사업장 일반폐기물, 생활 폐기물)에 대한 수집·운반·처리업으로 나누어지며, 이들은 다루는 폐기물의 종류에 따라 허가 또는 신고를 득하여야 함
 - 이들은 「폐기물 관리법 시행규칙」 제4조의2에 따른 세부분류에서 지정폐기물 중 폐합성고분자화합물(폐기물 코드 01-01), 사업장 일반폐기물 중 폐합성고분자화합물(폐기물 코드 51-03), 생활폐기물 중 폐합성수지(폐기물 코드 91-06) 및 영농폐기물(농촌폐비닐, 폐기물코드 91-18-02)에 해당함
 - 폐기물 처리업체는 「폐기물 관리법」 제25조에 따라 영업대상 폐기물과 영업구역을 등록(허가 또는 신고)해야 하며, 등록된 폐기물 코드를 기준으로 조사대상 업체를 선정할 수 있음. 2021년 기준으로 폐플라스틱 처리를 영업대상으로 등록한 업체의 수는 다음과 같음

〈표 4-3〉 등록 형태 및 폐기물 분류별 업체 현황(2021년 기준)

		폐기물 종류	사업체 수
허가	사업장 일반폐기물	폐합성고분자화합물(51-03)	2,777개
	지정폐기물	폐합성고분자화합물(01-01)	17개
	생활폐기물	폐합성수지(91-06-01, 02)	85개
		영농폐기물(농촌폐비닐)(91-18-02)	16개
신고	사업장 일반폐기물	폐합성고분자화합물(51-03)	152개
	지정폐기물	폐합성고분자화합물(01-01)	1개
	생활폐기물	폐합성수지(91-06-01, 02)	34개
		영농폐기물(농촌폐비닐)(91-18-02)	6개

자료 : 자원순환정보시스템, 폐기물 재활용 실적 및 업체 현황.

25) https://www.recycling-info.or.kr/rrs/stat/envStatDetail.do?menuNo=M13020204&pageIndex=1&bbsId=BBSMSTR_000000000002&s_nttSj=KEC009&nttId=1294&searchBgnDe=&searchEndDe=

- 이외에 추가적으로 공공(지자체)에서 운영하는 폐기물 선별장 187개에 대해서도 별도의 모집단을 구성하여 표본에 반영

- 플라스틱 열분해와 관련해서는 열분해 설비 제조나 건설이 환경산업 특수분류상에 명확하게 나타나지 않아 공식적인 자료를 사용하기 어려우므로, 환경부에서 제공한 플라스틱 열분해 관련 기업(대기업 7개, 중소기업 18개)에 대하여 전수조사를 진행하여 자료를 수집

〈표 4-4〉 지자체 폐기물 처리 시설 현황(2018년도)

(단위: 개소)

시도	매립	소각	음식물	선별장	기타	전체
서울		5	4	15	26	50
부산	1	2	1	15	12	31
대구	1	1	1	5		8
인천	5	9	5	1	5	25
광주	1		2	4	5	12
대전	1	1	1		4	7
울산	1	1	1	1	1	5
세종	2	1		1		4
경기	9	26	21	28	36	120
강원	24	15	6	16	9	70
충북	13	11	4	8	2	38
충남	15	10	8	13	3	49
전북	14	3	3	12	8	40
전남	62	53	7	20	22	164
경북	34	18	7	22	12	93
경남	26	17	9	20	17	89
제주	9	5	4	6	2	26
전체	218	178	84	187	164	831

자료: 자원순환정보시스템, 폐기물 재활용 실적 및 업체 현황

3. 전문가 조사(서면조사 및 심층면접)

- 폐기물 수거·선별 자동화와 폐플라스틱 열분해 분야 모두 고용영향 분석에 사용할 데이터가 부족하므로, 기술·산업 현황 및 고려하고 있는

시나리오의 고용영향을 파악하기 위하여 분야별 전문가를 선정하여 서면조사 진행

○ (조사기간) 2023년 11월 14일~20일(7일)

○ (조사대상) 폐기물 수거·선별 자동화 및 폐플라스틱 재활용 분야 기업, 연구소, 협회 등 관련 업체 전문가 15명

분야	분야	전문가 이름	소속	직위
수거/선별	산업	류*명	XX엔지니어링	박사
수거/선별	산업	오*혁	주식회사 XXX	대표이사
수거/선별	산업	윤*식	XXXX환경	대표이사
수거/선별	산업	이*중	XX리사이클링	대표이사
수거/선별	산업	한*국	포X벨	연구소장
수거/선별, 재활용	산업	김*희	한국순환자원유통지원센터	팀장
재활용	산업	김*식	한국XX에너지	대표이사
재활용	연구	노*선	한국에너지기술연구원	책임연구원
재활용	연구	박*우	저탄소자원순환연구소	소장
재활용	연구	상*진	고등기술연구원	수석연구원
재활용	연구	오*천	공주대학교	교수
재활용	연구	윤*덕	한국산업기술시험원	수석연구원
재활용	산업	이*웅	XX리싸이클	대표이사
재활용	산업	정*빛	XXX에너지	영업팀장
재활용	연구	최*석	한국기계연구원	책임연구원

○ (조사내용) 폐기물 수거·선별 자동화에 대한 향후 전망 및 고용에 대한 영향과, 폐플라스틱 화학적 재활용에 대한 현재 기술 수준 및 향후 전망, 고용에 대한 영향을 파악할 수 있는 질문으로 구성

- (폐기물 수거·선별) 현재 기술 수준 및 실제에 현장에 적용되어 있는 설비를 기준으로 수작업 인력의 기계 대체가 일어나는 부분과 여전히 사람의 개입이 필요한 분야, 자동화 설비 도입에 필요한 비용 및 기계 대체 비율, 폐기물 수거·선별업체의 수익구조와 자동화 촉진 방안에 대해서 조사
- (폐플라스틱 열분해) 현재 운영 중인 중소형 열분해 시설은 회분식(배

치식), 대기업에서 도입하고자 하는 시설은 연속식임을 감안하여, 열분해 설비 유형에 따른 장·단점 및 연속식 설비 도입에 따른 고용 구조에 대하여 조사하고, 기존 열분해 업체 및 다른 유형의 플라스틱 재활용(물리적/열적 재활용) 업체들에 대한 경쟁·고용영향을 조사

- 이외에 전반적으로 현행 폐플라스틱 정책에 대한 의견 및 개선사항을 조사

분야	이슈	문항
수집·선별 자동화	기술의 구현 방식, 수작업 필요 공정	현재 상용화되어 있는 플라스틱 폐기물의 수집·선별 자동화 장치와 관련하여, 자동화가 이루어진 부분과 사람의 개입이 필요한 부분을 구분할 수 있다면 구분해서 알려주시기 바랍니다.
	도입 업체 조건, 인력-기계 대체 비율	폐기물 수집·선별 업체의 대다수는 도입 비용 및 수익성의 문제로 수작업을 하는 현재 구조를 선호하고 자동화 설비 도입에 부정적인 것으로 나타납니다. 이와 관련하여, ① 일반적인 폐기물 처리장에 설치될 수 있는 자동화 설비의 도입 비용 및 운영 비용과, ② 자동선별기가 대체할 것으로 예상되는 수작업 인력의 비율에 대해서 알려주시기 바랍니다.
	수익구조 개선, 자동화 촉진 방향	현재 폐기물 업체는 폐기물 처리단계에 대한 수익과 분류한 폐기물을 재활용업체 등에 매각하고 얻는 추가 매출로 운영되는 것으로 파악됩니다. ① 이외에 폐기물 수집·분류 업체가 얻을 수 있는 추가적인 수익원이 있을까요? ② 수집·분류 업체의 수익원이 한정적이기 때문에 자동화의 진전이 더디게 진행된다면, 이를 극복하기 위한 정책적인 대안이 있을까요?
열분해	설비 유형	현재 열분해 시설을 운영하는 중소기업들은 대부분 회분식 설비를 운영하고 있는 것으로 나타납니다. 회분식 설비와 비교해서 연속식 설비의 장점에는 어떤 것이 있을까요?
	고용영향	현재 정유·석유화학 대기업이 폐플라스틱 화학적 재활용 사업을 추진하려는 계획을 가지고 있습니다. 이들 업체의 처리 규모가 매우 크기 때문에, 연속식 설비를 도입할 것으로 예상됩니다. 대기업에서 도입하려는 열분해 시설에서는 어떤 유형의 인력 고용이 이루어질 것으로 생각되십니까?
	원재료 수급	대기업에서 운영하는 설비의 규모상 폐플라스틱 수급에서 자유로울 수 없을 것으로 보이는데, 현실적으로 투입 재료의 충분한 수급이 가능할 것으로 예상되는지요? 만약 현재의 폐기물 수집·운반·처리구조에서 충분한 원재료 수급이 어렵다면, 어떠한 방식으로 개선이 되어야 할지 의견을 말씀해주시기 바랍니다.
	재활용 방식 전망	현재 폐플라스틱 재활용은 물리적 재활용(MR)과 열적 재활용(TR) 위주로 운영되고 있는 것으로 파악됩니다. 정부에서 추진하는 화학적 재활용(CR)이 향후 5년 이내에 어느 정도 증가할 것으로 예상하십니까? 화학적 재활용이 빠르게 확산된다면, 이들이 물리적 재활용과 열적 재활용을 대체할 것으로 생각하십니까? 아니면 처리하는 소재나 처리 후 용도가 다르기 때문에 보완적인 관계에 있을 것으로 생각하십니까?
정책 일반	정책 제언	플라스틱 열분해 활성화와 관련하여, 현재 정부에서 추진하고 있는 정책 외에 추가적으로 필요한 정책이나, 개선해야 할 부분이 있다면 자유롭게 서술해주시기 바랍니다.

□ 전문가 조사 내용을 바탕으로 심층인터뷰(FGI)를 실시하여 각 이슈에 대한 구체적인 현황이나 대응 방향, 전망을 살펴봄

○ (조사일시) 2023년 11월 21일(화) 13:00~15:00

○ (조사대상) 전문가 조사 응답자 중 수거·선별 업체 전문가 1명과 재활용업체 전문가 1명을 초대하여 심층인터뷰를 진행함. 전문가 2명은 현재 분야와 관계없이 직무 경험에서 양쪽 업계를 모두 경험한 사람으로 섭외하였음

분야	분야	전문가 이름	소속	직위
수거/선별	산업	한*국	포X벨	연구소장
재활용	산업	정*빛	XXX에너지	영업팀장

○ (조사내용) 인터뷰 대상의 전반적인 업무 경험, 인터뷰 대상의 조사내용(수거·선별 자동화, 폐플라스틱 재활용) 관련 업무·연구내용, 전문가로서 바라보는 수거·선별 자동화 및 폐플라스틱 재활용 수준, 본인이 근무하였거나 재직 중인 기업의 대응 상황, 향후 국내 플라스틱 재활용 관련 전망 등

제2절 조사 결과

1. 폐플라스틱 열분해 기업 현황

□ 현재 폐플라스틱 열분해 시설을 운영하는 기업 중 17개 업체가 조사에 응답하였으며, 응답 기업의 절반 이상이 영세한 환경인 것으로 파악됨

○ (매출액) 2022년 매출액 기준 10억 원 미만인 기업이 6개, 10억~50억 원인 기업이 7개로 대부분의 업체가 30억 원 이하의 매출을 보이고 있으며, 높은 매출액을 올리는 기업은 폐플라스틱 열분해 외에도 다른 사

업을 영위하고 있는 것으로 나타남

〈표 4-5〉 매출액 규모별 사업체 수 현황

매출액	10억 원 미만	10억~30억 원	30억~50억 원	50억 원 이상
사업체 수	6개	7개	2개	2개

자료: 본 연구 실태조사 결과.

- (영업이익) 2022년 영업이익을 답변하지 않은 1개 기업을 제외한 16개 업체 중 7개 업체가 적자를 보고 있으며, 3개 업체는 1억 원 미만의 영업이익을 얻은 것으로 나타남. 이는 규모의 영세성으로 인한 문제와 설비투자 등으로 인한 원인이 혼재되어 있는 것으로 보임

〈표 4-6〉 영업이익 규모별 사업체 수 현황

영업이익	0원 미만	~1억 원	1억~3억 원	3억 원 이상
사업체 수	7개	3개	3개	3개

자료: 본 연구 실태조사 결과.

- (고용 규모 및 평균 급여) 고용 규모를 답변하지 않은 2개 업체를 제외하고, 15개 업체 중 거의 67%에 해당하는 10개의 업체가 10명 이하의 인력을 고용하고 있는 것으로 나타났으며, 업체의 월평균 임금은 약 294.7만 원인 것으로 나타남

〈표 4-7〉 고용 규모별 사업체 수 현황

고용 규모	5명 이하	6명~10명	11명~30명	31명 이상
사업체 수	6개	4개	3개	2개

자료: 본 연구 실태조사 결과.

2. 수거선별 기업

- 수거선별 기업은 종사자 15인 미만 사업체가 1,728개로 78.3%를 차지하고 있음

- 대부분의 업체가 상당히 영세한 기업임을 보여주는 지표이며, 100인 이상 사업체는 다른 업종을 영위하고 있어 종사자 수가 크게 나타난 것임

〈표 4-8〉 선별장 사업체 현황(2022년 기준)

	사업체			
	영농폐기물	폐합성고분자화합물	폐합성수지	전 체
5명 미만	12	800	44	856
5명 이상~10명 미만	3	556	30	589
10명 이상~15명 미만	2	271	10	283
15명 이상~20명 미만	4	145	12	161
20명 이상~25명 미만	1	69	2	72
25명 이상~30명 미만	-	54	7	61
30명 이상~50명 미만	-	74	7	81
50명 이상~100명 미만	-	60	6	66
100명 이상	-	36	1	37
총합계	22	2,065	119	2,206

자료: 본 연구 실태조사 결과.

- 수거선별 기업은 종사자 수는 총 33,000명 수준으로 나타났음
- 종사자 수는 폐합성 고분자화합물에 집중되어 있으며 33,030명 중 56%가 종사자 15인 미만 기업에 포함되어 있음

〈표 4-9〉 선별장 종사자 수 현황(2022년 기준)

	종사자 수			
	영농폐기물	폐합성고분자화합물	폐합성수지	전 체
5명 미만	21	2,067	114	2,202
5명 이상~10명 미만	22	3,704	196	3,922
10명 이상~15명 미만	22	3,119	121	3,262
15명 이상~20명 미만	63	2,403	204	2,670
20명 이상~25명 미만	23	1,472	42	1,537
25명 이상~30명 미만	-	1,445	188	1,633
30명 이상~50명 미만	-	2,660	261	2,921
50명 이상~100명 미만	-	4,044	447	4,491
100명 이상	-	10,279	113	10,392
총합계	151	31,193	1,686	33,030

자료: 본 연구 실태조사 결과.

3. 전문가 조사(서면)

□ 전문가 서면 조사 결과, 응답자들은 각 이슈에 대하여 아래와 같은 의견을 제시하였음

○ (수집·선별 자동화 관련 인력 투입) 현재의 자동화 수준에서 인력을 배제한 완전 자동화는 불가능

- 분류 초기 단계(파봉, 투입 등) 및 자동 선별 이후 오분류 폐기물 대상 재분류나, 폐플라스틱 재질별 선별, 최종 선별 후 배출 등의 과정에서는 수작업이 필요함

- 폐기물 투입은 자동화되지 않아서 지게차 등으로 투입해야 함
- 폐기물 선별장치 투입 시 압축된 폐기물을 투입하는데, 압축된 사이즈가 각자 다르고 불순물(냄비, 가전제품 등)이 섞여 있는 경우가 많아 기계가 멈추거나 사고와 연결되기도 함
- 수집 대상이 공동주택인지 개별주택인지에 따라 수집된 플라스틱의 혼합 상태가 다르고, 후단 공정인 선별에도 영향을 주며, 사람의 개입이 필요함
- 자동화 시설에 구축된 설비나 장치가 초보적인 수준으로, 선별률을 높이기 위한 고도의 장비가 아니라 기초적 선별기(풍력, 비중, 자력 등)라는 점에서 인력에 의한 추가 선별이 이루어질 수밖에 없음
- 폐플라스틱 선별에서 폐기물이 층을 이루면서 이동하면 폐플라스틱 종류별(PVC, PE, PP 등) 선별의 정확도가 낮아 사람의 개입이 필요
- 폐기물 투입은 크레인 기사의 경험에 의해 파봉, 혼합 등이 이루어지고 있음
- 플라스틱 용기의 라벨·뚜껑이 본체와 다른 재질로 구성되어 있으면 수작업 분류 필요
- 플라스틱으로 분리배출 되더라도 이물질이 함유된 경우 자동선별장치로 이동 전에 사전 분리작업을 수행해야 함
- 같은 PE(폴리에틸렌)도 고부가 재활용을 위해서는 LDPE와 HDPE로 분리해야 하나, 이를 자동으로 분리하는 데에는 어려움
- 분리·선별 공정을 거쳤더라도 최종적으로는 수작업을 통해 확인해야 하는 경우가 많음
- 일반적으로 수집은 차량을 이용하여 수거하며, 기술이 적용된 시스템은 일정 지역에 수거용 컨테이너를 설치하고 주민이 직접 투입하는 시스템이 적용되나 사람의 개입 필요
- 선별장에서 투입은 사람이 크레인, 집게차, 굴삭기, 지게차 등을 이용하여 이루어짐
- 파봉은 봉투를 찢고 내부의 폐기물을 노출시키는 작업으로, 기계로 수행
- 자동선별장치를 이용하더라도 최소한의 수선별은 필수이며, 수선별 인원을 줄일 수는 있지만 없애는 것은 불가능함
- 비중선별에서는 혼합폐기물 중 고비중(병류 등), 3D(3차원 구조), 2D(비닐, 종이 등), 입자성 잔재물 등으로 구분할 수 있는 기계장치로 수행
- 광학선별은 플라스틱 재질별(PE, PP, PS, PET 등)로 구분할 수 있는 기계장치로 수행
- 로봇선별은 광학선별 후단 선별품 중 목적하지 않은 이물질이 혼입되는 경우 negative sort의 개념으로 로봇선별기가 도입 중(사람 대체)
- 압축포장은 기계장치로 수행
- 공정 중 재질별 선별에서 광학선별로 자동화가 되어 있기도 하나 수작업도 필요

- 광학선별장치가 고가이기 때문에 수선별을 하는 경우도 많고, 수선별 작업 환경이 열악하고 선별 속도에 차이가 있어 규모가 큰 곳은 자동화하기도 함
- 플라스틱 선별 공정에서 투입과 배출 부분은 인력 투입이 필요하며, 이동에도 사람 필요
- 선별 잔재물을 재선별할 때 인력 필요
- 폐플라스틱 수집에서 선별장 이송은 모두 인력에 의해 이루어짐
- 수집, 운반, 집하장 하차 과정에서 분리배출된 재활용품이 자연스럽게 혼합되어 자동선별장치로 고효율로 선별하는 데 한계
- 플라스틱 재활용품의 형태가 다양해지면서 자동화 선별기술이 쫓아가지 못하는 실정
- 수선별에서는 눈에 쉽게 띄는 큰 물체 위주의 선별이 필요하고, 자동선별장치는 작은 물체를 선별
- 폐기물 분류가 가구별(아파트, 주택, 단독빌라) 선별되어 들어올 때 일부 폐기물이 섞여 들어와 선별장 전단에서 분류가 완벽하지 않기 때문에, 사람이 결과를 확인하면서 오분류된 폐기물을 추가 분류. 또한 일부 폐기물은 로보팔, 풍력으로 선별하고 있으나, 폐기물이 많이 들어올 경우 자동선별의 한계가 있어 전단에 수선별이 필요
- 폐기물 수집장에서 투입구로 로더 등을 이용하여 폐기물을 이동시키면 크레인을 이용해 선별라인으로 투입. 이 과정에서 1차로 비닐봉투에 들어있는 폐기물을 파봉하고, 2차로 혼재되어 반입되는 장난감, 소형가전제품 등의 수선별이 필요. 또한 자동선별기가 100% 선별을 할 수 없으므로, 최종적으로 인력에 의한 수선별을 해야 선별률 극대화 가능

○ (분류 자동화 설비 도입 비용 및 인력 대체 비율) 자동화 설비 도입 비용은 시간당 처리량 기준으로 0.5~1억 원/톤 정도가 예상되며, 자동화 설비가 들어온다고 해도 수선별은 꼭 필요

- 소재별 자동선별이나 금속-비금속 선별, 유리의 색상별 선별 장치 등 세부적인 분류가 가능한 장치를 도입하면 비용이 증가
- 시간당 10톤(일별 80톤)을 처리하는 선별장에 자동선별기가 도입되었을 때 대략 20~30명 정도의 인원을 대체하지만 수선별 등을 위하여 여전히 10~15명 정도의 인력 투입은 필요함

- 시간당 10톤 정도 처리하는 폐기물 선별장에 자동선별기(광학선별기 및 기타)를 도입하는 경우 약 40~70억 원 정도 소요
- 플라스틱 선별장의 경우 재질(PE, PP, PS, PET) 선별은 기본이며, 추가로 철류, 알루미늄 캔, 종이, 비닐을 선별할 때, 시간당 10톤 용량의 선별장에서 필요한 수선별 인원은 대략 10~15명, 대체하는 인원은 약 20~30명으로 예상(각 재질을 모두 선별할 경우)
- 규모가 작은 선별장에서는 인건비가 낮고 선별물량이 적으며, 회사 자금력이 낮아 수선별을 선호
- 일반적으로 10톤/일 미만의 시선은 선별시설에 약 10억 원 이내의 예산을 투입하여 반자동화 선별 시설을 구성. 초기 투자 이후 시설 개보수를 위한 추가 장비 도입
- 광학선별장치는 1섹터 선별이 가능한 장치가 약 4~5억 원인데, PE, PP, PS, PET, PVC를 나누어 선별할 경우 자동선별에 최소 20억 원을 투입해야 함. 이와 별개로 금속-비금속 선별을 위한 장

- 치, 유리의 색상별 선별이 가능한 장치 등의 도입 여부에 따라 비용이 달라짐
- 중소도시는 초기 투자비용이 큰 자동화장치 1개를 도입하기도 어려운 예산 구조를 가지고 있어 아직 수선별을 위한 시설로 구성되고, 대도시도 완벽한 형태의 재활용 선별시설을 초기에 구성할 수 없으므로 일부만 자동화하고 이외에는 수선별
 - 국내 설비에 비해 해외 설비가 효율이 2~3배 정도 우수하나, 외국산 기계의 가격이 점점 상승하고 있음. 운영사에서는 비싸지는 외국산 기계에 대한 거부감과 장비 도입에 따른 운영 지연보다 수선별에 의한 작업을 이어가는 것이 경제적이라고 판단하는 듯
 - 시간당 1톤의 폐기물을 처리할 수 있는 자동화 설비의 도입 비용은 약 30억 원 정도로, 수작업 분류인원 5명의 업무를 대체할 것으로 예상
 - 1일 80톤의 물량을 처리하기 위한 자동선별기 설치 비용은 약 35억 원이 소요되며, 수선별 라인의 설치비용은 5~10억 원 소요됨
 - 1일 80톤 처리 자동화 설비에 소요되는 인원은 9~10명인데, 이를 수선별로 처리할 경우 약 80명의 인원이 필요함. 단 자동화 설비 라인과 수선별 라인에서 처리되는 폐기물의 성상에 차이가 많음
 - 폐기물 처리 자동화 공정 구축비용 : 처리량 기준 톤당 0.5~1억 원, 주요 설비는 크레인, 파쇄기, 이송 컨베이어, 건조기, 저장탱크, 자력선별기, 트롬델 선별기 등
 - 수작업으로 인력을 운영할 경우 인당 월 250~350만 원이 소요되며, 1일 30톤을 처리하는 폐기물 시설의 수선별 소요 인력은 8~10명 정도
 - 곧, 폐기물의 품질과 관계없이 단순 비교할 경우 1일 30톤 처리설비의 자동화로 최소 8~10명의 인력 대체 효과가 발생. 단 설비투자비의 회수기간에 따라 자동화와 수작업을 복합 운영

○ (분류 자동화 설비 도입 촉진 방안) 폐기물 선별업체들의 수익성 개선을 위해서는 폐기물의 수집 단계부터 품질을 높일 필요가 있으며, 자동화 촉진을 위해서는 정부의 자금 지원이나 기술 지원이 가장 필요한 것으로 답변

- 폐기물 처리업체의 열악한 작업 환경 등을 고려할 때 자동화 설비 도입은 근로자의 안전이나 효율성 등을 위하여 필요하나, 업체의 규모나 영세성 등의 문제로 도입이 어려운 경우가 많음

- 수집·분류 업체에서 분류하는 재활용 대상 폐기물에 대하여 분리 품질에 따라 재활용업체에 매각하는 비용을 차별화할 수 있을 것
- 분리 품질에 포함될 수 있는 항목은 페플라스틱 종류(HDPE, LDPE, PP, PS 등) 및 함량(wt%), 이물질/불순물 함량(wt%), 크기(mm), 수분 함량(wt%), 염소 또는 PVC 함량(wt%) 등이 있을 것임
- 처리단가와 재활용업체 매각을 제외한 추가적인 수익은 수집 대상 폐기물 종류나 성상, 선별 조건에 따라 별도의 수익 발생이 가능. 금전적 가치가 있는 폐기물은 재활용업체에 단순 매각하는 것 과 다른 별도의 판매가 이루어질 수 있음
- 수집·선별업체가 중소기업으로 분류되나 실제로는 영세한 소기업으로 이루어져 수익을 내기 위한 시장구조 형성이 어려우며, 관련 소기업의 중규모 이상 전환을 위한 M&A나 동종 업종의 조합 형태를 구성하여 규모의 경제를 갖출 필요가 있음
- 자동화가 이루어질 수 있는 상황을 유인하기 위해서는 충분한 규제로 재활용 제품이나 소재를 원자재 대비 가격 경쟁력을 확보할 수 있도록 유도해야 함. 재활용 의무사용률 채택으로 반드시 제

활용 소재가 제품 생산에 사용되도록 하여 선별이나 재활용이 양적·질적으로 보장되는 체계를 만들어야 함

- 수집·운반 스마트통합관리시스템을 통해 쓰레기 운반 트럭 기술 및 운반 경로 최적화로 탄소배출 등의 비용 감축 및 에너지효율을 높이는 데 기여
- 수집·운반의 효율성을 높여 온실가스 배출을 저감하고 탄소배출권 수익 확보
- 스마트 자동화 시스템을 구축하여 원가 산정 시 자동화 구축비 등을 고려
- 생산자책임재활용제도(EPR)에 의해 관리되는 폐기물은 재활용에 소요되는 비용이 재활용품의 가격보다 높아 수익성이 낮으면 EPR 지원금을 지원 중이며, 재활용품 공공조달은 우선 구매 등의 권고를 통한 간접 지원은 있으나 직접적 수익 지원은 아님
- 수집·분류 업체의 수익원이 한정적이라서 자동화가 어려운 것은 업체의 규모를 늘여서 풀 수 있는 문제이지, 정책적인 대안을 모색할 필요는 없다고 봄. 현재 업체들이 고비용이 소요되는 자동화 시설을 도입하지 못하는 이유는 영세하기 때문이며, 규모만 대형화할 수 있다면 고효율의 자동화 시설을 충분히 도입 가능함. 단 수집·분류업에도 대기업의 참여가 이루어져야 한다는 것이 전제이나, 현재 폐기물 수집·분류업은 중소기업 적합업종에 해당되어 대기업의 직접 참여가 불가능함
- 자동화 장비 구입 금융비용에 대한 지원
- 수집·분류 작업과정에서 큰 힘을 필요로 하지 않는 단순 작업공정에는 고령인 채용을 권장하고, '노인 일자리 창출' 차원에서 인건비의 일부를 정부 보조
- 운영사가 자동설비 도입으로 처리량이 늘어나면 운영이익이 상승될 수 있겠으나, 대다수는 ① 시설공간의 제약, ② 운영의 지연, ③ 이익 실현의 가능성, ④ 시장동향 등을 고려할 때 운영사가 별도로 유지되는 지자체에서는 자동화율 증가가 어려운 것임
- 재활용업체 등에 매각 처리보다 관련 업체와 협력하여 기술도입 및 영업력 확대 필요
- 재활용 대상 폐기물의 자체 처리에 필요한 자금 지원 및 기술도입 필요
- 현재 선별작업 후 발생하는 잔재폐기물이 약 20% 정도로 이를 폐기물 처리업체에서 비용을 부담하여 처리하고 있으나, 이를 재선별하여 잔재폐기물의 발생량을 5%로 낮추면 추가 수익 창출 가능
- 폐기물 배출 단계에서부터 1차 분류가 잘되도록 정부·지자체의 적극적인 대응 필요
- 폐기물 처리 지원금은 중간처리업체는 톤당 8만 원을 정부에서 수령하며, 중간처리된 복합재질포장재는 종합/최종처리 업체로 무상공급됨
- 종합/최종재활용업체는 열분해 공정 운영 업체로서 톤당 17만 원 수준의 처리지원금을 정부에서 수령
- 열분해 공정에 투입되는 복합재질포장재는 한국순환자원유통지원센터를 통한 물량계약이 대부분이며, 일부 중간처리업체로부터 처리비를 받고 반입되는 폐기물은 품질이 조악하여 극히 일부 열분해 업체에서만 반입
- 폐기물 수집·분류 업체는 수집·분류 이후 열분해 등과 같은 재활용업을 동시에 영위할 경우 수익성이 증가할 수 있으나, 관련 기술력의 확보와 초기 투자비 발생
- 업체에서 생산되는 폐자원의 품질을 높이고 납품업체와의 단독 물량계약을 통해서 수익성을 향상시킬 수 있으나, 고품질화에는 자동화 공정 구축 등의 투자비용 발생
- 폐기물의 특성상 자동화 공정에 의한 선별 또는 전처리가 완벽할 수 없는데, 수익원의 증가를 위해서는 대형화, 자동화, 고품질화를 통한 규모의 경제 달성이 필요함. 정책적으로는 깨끗한 폐기물 배출을 유도하는 정책과 자동화 공정 구축을 위한 기술지원 및 저금리 정책자금 용자가 필요함

○ (연속식 열분해 설비 장점) 연속식 설비가 생산용량 대형화에 유리하고 에너지 효율도 높으며, 후단 공정의 연계에 따른 부가적인 수익 창출이 가능함

- 그러나 아직 상용화되어 제대로 운영 중인 연속식 설비가 없어, 안정적인 운영을 위한 기술 확보가 관건임

- 수분을 제거하지 않은 상태에서 유화되면 팽창되는 수분을 감당하기 어렵기 때문에, 일정한 양을 투입하여 저온에서 수분을 제거하고 고온에서 열분해유를 생산하는 것이 양과 질, 안전을 동시에 추구할 수 있음
- 연속식 열분해 설비는 페플라스틱을 일정한 성상과 규격으로 공급하기 위한 전처리 설비가 포함되어, 상대적으로 열분해유의 수율이 높고 품질이 우수하며, 열분해유의 성상이 일정함
- 회분식은 페플라스틱 원료(0.5~1톤/일 범위의 종말품 덩어리) 투입과 로타리 킬른 내부 청소에 인력 투입이 필요하지만 연속식 설비는 자동 운전이 가능하여 인력 투입이 적고 운영 비용이 상대적으로 저렴
- 회분식은 열분해 반응 후 열분해유 회수를 위해 반응기 온도를 낮춘 후 다시 페플라스틱 원료를 투입하여 반응 온도까지 가열해야 하므로 에너지 손실(소비)이 많은 반면 연속식 설비는 열분해 반응 온도를 계속 유지하므로 에너지 효율이 높음
- 연속식 설비(20~30톤/기)는 회분식 설비(10톤/기)에 비해 생산용량 대형화 가능
- 현재 중소기업에서 회분식 공정을 채택하는 이유는 안정적 운전성이 확인된 연속식 공정 기술이 아직 명확히 확보되지 않았기 때문임. 현재 SK는 반연속식이고, LG는 연속식 공정기술 도입으로 파악되는데, 연속식 공정에 대한 기술적 성숙도가 확인되면 시장이 급속히 변화될 것으로 전망
- 현재 열분해 시설은 경제성을 위해 재활용지원금(KORA)을 받아야 운영이 가능한 상황인데, 이를 위해서는 EPR 대상 플라스틱필름(비닐)류를 사용해야 함. 주로 투입되는 플라스틱필름은 multi-layered 비닐이 주로 해당되는데, 이러한 대상 분해를 위한 안정적 운전을 위해 회분식 설비가 주로 사용 중
- 배치식에 비해 연속식은 아직 기술수준이 낮아, 연속식이라도 잦은 문제로 가동중단이 발생하면 연속식의 효율성이 상쇄됨
- 연속식 시설은 설비의 안정적인 운영 및 제어, 감시가 가능함
- 1기당 30톤/일 처리가 가능(회분식은 1기당 최대 10톤/일)하나, 설비에 문제 발생 시 설비 전체를 셧다운(shut-down) 해야 함
- 연속식은 제조사별로 상이하나 고압으로 운전하며, 원료 투입 및 잔재물 배출 시 산소와의 접촉 차단을 위한 안정성 확보 필요
- 수율이나 기름의 품질 등에서는 회분식과 차이가 없음. 수율은 전적으로 투입되는 페플라스틱의 품질에 좌우됨
- 연속식은 일정 크기 이하로 파·분쇄 해야 하므로 전처리 시설 필요
- 회분식 설비는 초기 투자비용이 연속식 대비 저렴하고, 운영방법이 단순하기 때문에 인력의 기술력이 높지 않아도 운영이 가능하고 사고 발생 위험이 적으며 유지보수도 용이. 반면 동일 부지 면적으로 가정하면 연속식 대비 처리 효율이 낮고, 열분해 장치의 운영 중 온도변화가 크기 때문에 내구도가 낮아져 사용기한이 짧음
- 연속식 설비는 설비의 용량이 커질수록 경제성이 높아지며 반응기의 사용기한이 길고, 열분해 가스·오일, 탄화물 등 활용 가능한 제품이 일정하게 생산되기 때문에 촉매공정 연계에 의한 수소생산, 열분해 가스를 이용한 가스 엔진 발전, 열분해유를 이용한 오일 엔진 발전 등 후단공정의 연계에 의한 부가적인 수익 창출이 가능함. 다만 높은 기술력과 초기 투자비용이 필요함

○ (연속식 설비 고용 구조) 대기업이 도입하고자 하는 연속식 설비는 운영 효율 최적화 및 안전사고 방지 등을 위하여 가능한 모든 공정의 자동화가 이루어질 것이기 때문에 고용 규모가 크지 않을 것임

- 대체적으로 운영 관리감독 인력과 실제 운영 인력, 유지보수, 연구개발 인력 등을 고려하면 35명 정도의 인력이 필요하며, 이외에 환경·안전·소방 등 행정을 위한 인력과 설비 운영과 직접 관련은 없는 원재료 관리, 제품 판매 및 출하 관리 인력이 필요할 것임

- 대기업이 열분해 사업에 참여하는 경우, 한 업체만 참여해도 현재 운영 중인 중소기업 수를 다 합친 것보다도 더 규모가 큼. 현재 EPR 수급이 원활하지 않은 상황에서 중소기업이 살아남기는 힘들 것으로 판단됨
- 설비·인력 운영은 자동화가 많이 이루어져 많은 인원이 필요하지는 않을 것
- SK지오센트릭(6.6만 톤/년, Plastic Energy에서 반연속식 설비 도입), GS칼텍스(5만 톤/년, MURA-KBR에서 연속식 설비 도입), LG화학(2만 톤/년, MURA-KBR에서 연속식 설비 도입) 등 대기업에서 해외 선진국으로부터 도입하려는 설비는 모두 자동화된 반연속식 또는 연속식
- 인력 투입은 페플라스틱 원료를 공급 설비에 투입하는 인력, 운전 통제실 인력, 설비 유지/보수 인력의 3가지 형태 고용이 이루어질 것
- 고급 인력으로 전반적인 열분해 공정을 관리할 수 있는 인력이 다수 요구(반응기 운전, 물질/에너지 수지 설계자, 기계 운전 및 설계자)
- 중급 인력으로 열분해 관련 운전이나 열분해 기기의 운전과 수리 감독 등의 인력
- 초급 인력으로 현장 관리 및 설비 보수 등 기계, 화학, 환경 전공자 인력
- 현재 생산되는 열분해유는 대부분 대기업에 판매되는데, 대기업이 대규모로 외국 기술을 도입하여 자체 생산하면 현재의 중소기업 열분해업체는 경쟁력을 갖기 어렵고, 여기에서 근무했던 인력 일부만 대기업에서 운영하는 회사에 편입될 것으로 전망
- 생산 공정의 인력 투입: 원료 투입, 설비 운전, 생산품 운반 및 적재, 설비 보수
- 그 외 인력: 페플라스틱 확보·관리, 제품 판매 및 출하 관리
- 현재 열분해 중소기업체는 사실 규모가 작고 영세하여, 회분식·연속식 상관없이 원료 투입, 열분해로 가동, 회분 제거 등 대부분의 공정이 자동화되어 있지 않으며 인력에 의존
- 국내 석화업계에서 구축 중인 시설은 시설 규모, 원료 소모량, 생산량 등이 방대하여 운영효율 최적화 및 안전사고 방지 등을 위해 가능한 모든 시설 자동화 예상
- 연속식은 한 번 점화하면 일정 기간 연속으로 운영되므로 자동제어 및 원격감시가 회분식보다 용이하나, 공정의 안전을 위해 반드시 감시 및 점검 인원 필요. 또한 대기업의 특성상 행정상의 인력 고용 예상(환경, 안전, 소방 등)
- 연속식 열분해유화 공정에서 3조 2교대로 근무하는 조건을 가정하면 약 35명 정도(책임자급 총괄 1인/관리 3인, 설비 운영 3조X5인/조, 유지보수 5인, 연구개발 5인 등)의 인력이 필요함

○ (원료 수급) 대기업이 열분해 사업에 진출할 경우 페플라스틱 원료 부족은 더욱 심화될 것으로 보임

- 시멘트 산업에서 열적 재활용을 위하여 많은 양의 플라스틱 폐기물을 흡수하고 있는데, 최근 공급물량 부족으로 업체마다 물량 확보를 위해 많은 어려움을 겪음
- EPR(생활계 폐기물)은 중소기업 중심으로 처리하고, 품질이 높은 산

업계 폐기물을 대기업에서 처리하도록 하는 등 형평성을 고려한 폐기물 배분이 필요함

- 국내 열분해 시설을 운영 중인 중소기업체는 대부분이 17만 원/톤 정도의 EPR 보조금(2022년 기준)이 지급되는 페플라스틱 종말품을 원료로 사용하기 때문에, 열분해유의 수율이 30~35wt% 수준으로 낮음에도 겨우 수지 타산을 맞추고 있는 상황
- 2021년 기준 27,000톤의 페플라스틱 종말품을 국내 열분해 업체에서 처리
- 국내 대기업에서 추진 중인 열분해 사업이 2~3년 내로 모두 완료되면 15~20만 톤/년 정도의 플라스틱 폐기물 수급이 필요. 그러나 중소기업체들의 폐기물 처리 사업을 위해 책정된 EPR 보조금을 대기업에도 동일하게 적용해야 하는지 검토가 필요
- 중소기업체는 지금과 같이 EPR 보조금이 지급되는 페플라스틱 종말품을 원료로 사용하고, 대기업은 산업계에서 발생하는 양질의 페플라스틱을 열분해 원료로 활용하는 방안 검토
- 명확히 정책적으로는 물리적 재활용이 어려운 경우(기술적, 경제적으로 불리한 경우)에 한정해 화학 재활용이 요구되고 있다는 점에서 수급이 어려울 수 있음
- 또한 국내 페플라스틱 시장 동향상, 시멘트 산업계에서 흡수하는 양이 매우 많음
- 안정적인 수급량 확보를 위해서는 산업별 쿼터제 등을 고려할 수 있으나 적용 불가능함
- 선별된 깨끗한 플라스틱은 수급에 한계가 있으므로, 품질이 낮은 페플라스틱을 활용할 수 있는 기술개발 등이 필요. 전처리 단계에서 불순물 제거 기술, 혼합 플라스틱의 열분해 유화 기술 등의 개발이 필요함
- 매립장에 매립된 페플라스틱을 발굴하여 열분해 원료로 활용 가능
- 대형시설에 대한 플라스틱 수급 문제는 장거리 운반에 소용되는 운반비용의 문제가 아닌데, 현재 시멘트 산업에서 온실가스 감축목표 달성을 위해 페플라스틱을 유연탄의 대체연료로 사용하고 있는 것을 보면 운반비용의 문제가 아님을 알 수 있음
- 페플라스틱을 필요로 하는 산업 간 배분 문제가 더 중요할 것임
- 현재 열적 재활용으로 다루어지는 페플라스틱은 시멘트 회사, 제지회사, 고품연료제품 제조회사, 열분해회사에 투입되는데, (가격)경쟁력이 있는 곳에서 다 가져가는 구조이며, 실제로는 시멘트 회사가 대부분을 가져가고 있음
- 시멘트 회사보다 경쟁력을 더 가지려면 열분해 시설에서 생산된 열분해유의 가격이 많이 높아져야 할 것임
- 수도권은 자가·인건비 등 운영비용이 높고, 인구 밀집에 따른 민원 반발, 재활용업 인·허가 취득 어려움 등으로 폐기물처리업체 입지가 어려워 주로 지방에 분포. 회수·재활용업체가 대부분 영세하여 대규모 시설투자가 어려움
- 현재 센터의 복합재질·필름류 재활용 회원사가 사용하는 원료는 생활계에서 발생하는 복합재질·필름류 포장재로, 이미 고품연료, 재생원료, 열분해 등 회수·재활용 시장이 구축되어 있어 대기업이 대형 열분해 시설을 구축하면 원료 수급을 위한 경쟁 심화가 예상
- 현재 회수·재활용 체계에서 재활용되지 못하고 소각·매립되는 부분을 최소화하고 선별량을 늘려 원재료 공급량 확대가 필요
- * 현재 일부 지자체의 경우, 비용·설비 등의 문제로 복합재질·필름류를 별도 선별하지 않거나, 분리배출하지 않고 종량제 봉투에 배출하도록 하는 등의 사례가 있어 모든 지자체는 복합재질·필름류를 분리배출 하도록 하고, 지자체 선별장에서 복합재질·필름류를 선별하도록 하여야 함
- 현재 대부분의 열분해 유화업체는 EPR을 원자재로 사용 중인데, 올해 상반기에 물량 부족이 발생하여 각 업체마다 물량 확보를 위해 많은 어려움이 있었음. 이를 계기로 운반비용을 유화업체가 부담하고, 품질이 많이 저하됨
- 만약 대기업이 계획된 처리량을 EPR로 충당하면 중소기업은 EPR 확보가 거의 불가능한 상황으로, 실제로 많은 대기업이 페플라스틱 확보를 위해 선별·회수 업체를 인수 원료
- 대기업은 규모나 ESG 경영에 맞게 생활계(EPR)가 아닌 산업계에서 발생하는 폐기물을 처리하는

등, 중소기업과의 상생을 고려해야 할 것임

- 시멘트 회사 등 TR에서 흡수되는 양 외에 대규모 CR에서 EPR을 흡수하면 중소기업은 살아남을 수 없음. 이에 대한 정부의 행정적 지원과 대기업의 상생협력안이 반드시 구축되어야 함(가령 산업계 물량을 우선 처리하고 처리 못 한 EPR만을 처리)
- 현재의 열분해 폐기물 업체는 소규모로 운영되며, 설비 한 대의 크기를 키우는 것에 한계가 있어 동일 설비를 증설하여 용량을 증가시키기 때문에 복수의 설비를 운영하는 데에 한계가 있음. 폐기물은 한국순환자원유통지원센터와의 물량계약에 의해 무상으로 공급되고 있으므로, 운반비 문제는 대부분 품질이 열악한 페플라스틱을 처리하는 것
- 플라스틱 폐기물은 중간처리 업체가 소규모로 분산되어 있으므로, 대기업이 필요한 원재료 공급을 위해서는 대규모 수집선별 업체가 존재하여 중간거점을 역할을 해야하나, 기피사업 시설이기 때문에 입지 조건이 좋지 않음. 대안적으로는 대기업에서 직접 수집·운반 사업소를 운영하는 것이 효율적인 것으로 판단됨

○ (MR/CR/TR 간 대체) MR/CR/TR 사이에는 처리 가능한 재질이나 최종 생산품의 품질 등의 차이가 있어 상호보완적인 관계가 유지될 것으로 전망

- 정부가 화학적 재활용에 대한 지원 의지를 보이고 있으나, 국제적으로는 물리적 재활용을 우선으로 하고 있으며, 우리나라도 결국 MR 중심으로 이동할 것으로 판단하는 전문가가 많았음

- 우선 환경부에서 추진 중인 페플라스틱 열분해 처리 보급 정책(11.5만 톤/년(2020) → 31만 톤/년(2025) → 90만 톤/년(2030))은 현실적으로 달성이 어려울 것으로 보임
- 대기업에서 플라스틱 관련 세금 부과에 대비하여 열분해 방식을 적극 추진하고 있기 때문에 향후 5년 이내(2028년 기준) 약 30만 톤/년의 페플라스틱이 CR로 처리될 것으로 예상
- 페플라스틱 재활용은 MR이 우선 적용되어야 하고, MR과 CR이 모두 어려운 경우에는 TR이 적용되어야 하기 때문에 MR과 CR, TR은 상호보완적인 관계가 당분간 지속될 것
- 국내만 다소 특이하게 CR 중심의 정책이 진행 중인데, EU에서는 MR을 가장 우선하고 보조적으로 CR을 사용하도록 규정
- TR은 10년 전에 통용되던 용어로 지금은 에너지 회수(ER)라는 표현을 사용. ER 대비 CR은 탄소중립과 순환경제에 기여도가 높지만, 국내에서는 시멘트 업체에서 많은 양을 확보하고 있어 CR이 경쟁력 확보가 어려울 것
- 국내에서 순환경제에 대한 추가적인 연구가 이루어질수록 MR 우선으로 전환될 것이고, ER 대비 CR의 필요성은 있으나 시장 논리에 비춰봤을 때 5년 이내 대체할 가능성은 크지 않음. 대체보다는 보완적 역할을 할 것임
- CR에 필요한 물량 확보가 관건임. 일본에서도 양질의 폐비닐이나 페플라스틱은 MR로 먼저 유통되고, 중저급의 페플라스틱만 TR과 CR이 경쟁적으로 물량 확보에 나서면서 처리단가가 낮아져 운영 수익에 어려움
- CR은 MR의 대안이며, MR이 가능하면 무조건 MR을 해야 함
- CR에 대한 관심은 플라스틱 소재산업(SK, LG, 롯데 등)에 대하여 일정부분 재생원료를 사용하도록 하는 규제가 시행되었기 때문으로, 한국과 EU는 먼저 PET에 대해 규제를 적용하기 시작되었으며, 향후 PP와 PE로 규제 확대 전망
- 문제는 1차 플라스틱 소재 생산에서 신규 플라스틱 소재의 물성 보장을 위해서는 MR을 통한 재활

용품 사용이 불가능하며, 이를 해결하는 방법은 CR을 통해 생산된 재생원료를 사용하는 방법 밖에 없음

- MR/TR/CR이 각각 대상 플라스틱의 형태가 다르고 최종 수요처나 필요량도 다르기 때문에 상황에 따라 보완적으로 될 수도, 경쟁적으로 될 수도 있음
- MR은 고순도 제품을 생산하기 어렵기 때문에 확대에 한계가 있을 것으로 보이나, 탄소감축의 측면에서 MR은 일정 부분 지속되어야 함. 국제적으로 CR 처리도 탄소감축 실적으로 인정을 하는 분위 기이기 때문에 가능성이 있을 것으로 봄
- 현재 MR 60%, TR 30%, CR 10% 정도로 나타나고 있으며, 향후 5년 이내에 현 시점보다 CR이 발전 가능성이 있다는 판단하에 15% 정도로 늘어날 수는 있을 것이나, 이는 정부 정책에 CR 기준에 초점을 맞추었을 때만 가능
- 최근 센터 회원사 중 CR 업체 수 및 재활용 비율은 지속 증가하는 반면, MR과 TR 업체 수와 비율은 감소 추세에 있으며, 정부의 CR 장려 및 대기업의 진출에 따라 이러한 추세가 지속될 것으로 예상. 다만 MR과 TR 업계가 일부 위축·재편될 수 있으나 완전히 대체하지는 않을 것으로 예상
- MR은 업체 수는 많은 반면 업체별 재활용량은 적어 규모의 경제 달성이 어렵고, 시장 수요 감소, 원자재 수급 경쟁 심화 및 운영 비용 증가에 따라 시장 위축의 가능성 존재. 다만 정부의 고품질 재활용 확대 정책에 따른 기술개발·용자지원 등을 통해 지속적 신제품 개발, 품질 개선이 이루어지는 중
- TR(성형 SRF)은 중부발전 등 기존 성형 SRF 사용시설에서 일정량을 꾸준히 소비하고 있어 해당 시설의 폐쇄나 연료 대체 등의 이슈가 없이는 수요가 일정 수준 유지 전망
- 정유사·석화사는 일정 수준의 재활용률에 못 미치면 해외 수출이 어려운 상황이라 CR 수요는 지속 증가할 것이며, 현재 일부 업체는 해외에서 수출 가능 여부 문의도 있음. 정유사·석화사는 유화 업체에 ISCC+ 인증서를 요구하고 있는데, 이는 해외수출을 위한 것으로 사료됨
- 유럽에서 열분해유의 유통가격은 한국 국내 유통가격보다 2~3배 높게 형성되어 있는데, 국내에서도 앞으로 수요와 가격이 상승할 것으로 기대
- MR/TR/CR은 각 처리 방법에 필요한 소재가 다르기 때문에 독립적인 사업영역이 유지될 것으로 예상됨
- 물리적 재활용(MR)은 세척, 파쇄 후 플레이크 형태로 생산되어 동일 제품 또는 저급 플라스틱 제품의 생산 공정에 공급되며, 주로 매우 깨끗한 상태의 단일원료물질 확보가 가능한 경우 MR로 처리
- 열적 재활용(TR)은 소각에 의한 폐열회수 및 스팀생산과 단순 열분해에 의한 오일화가 있는데, 단일물질로 분리가 불가능하거나 내부에 알루미늄 코딩이 존재하여 MRI 불가능한 경우에 적용
- 화학적 재활용(CR)은 열분해 공정에서 생산되는 열분해유의 해중합 또는 촉매반응 공정을 활용한 고품질의 석화제품 생산 연구가 진행되고 있는데, 높은 기술집약도가 필요하기 때문에 규모의 경제 개념으로 대기업이 접근하면 소규모 열분해 업체가 사멸할 수 있음
- 그러나 품질이 낮은 원물질 사용에는 제약이 있어 시장을 독점하지는 못할 것이며, 특히 고부가가치의 석화제품 생산에는 촉매 공정이 대부분 포함되기 때문에 황화합물, 염소화합물 등에 매우 치명적이고, 열분해 생산물의 전처리 공정에 많은 비용이 소요되기 때문에 한계가 있을 것임

4. 심층인터뷰(FGI)

□ 심층인터뷰는 수거·선별 자동화 전문가 1명과 플라스틱 재활용 전문가 1명을 대상으로 이루어졌으며, 인터뷰의 주요 결과는 아래와 같음

○ (수집·선별 자동화) 폐플라스틱 자동 선별을 위한 설비 도입에는 예산이나 부지 등의 문제가 있으며, 자동화 설비가 도입된다고 하더라도 고용에 미치는 영향이 크지 않을 수 있음

- 공공 선별장의 경우 발생량이 많은 대도시를 제외하면 중소도시에 설치된 선별장은 대부분 하루에 10톤 미만을 처리하나, 건물을 제외하면 시설 투자비용으로 10억 미만의 예산이 책정되는 것이 대부분임. 그런데 자동화 설비에 기본적으로 포함되는 광학 선별장치만 6억 정도 하기 때문에, 예산 부족으로 자동화를 하기 어려운 상황임
- 민간 선별장은 영세하기 때문에 자동화를 할 수 있는 여력이 많지 않으며, 자동화 설비를 투입한다고 하더라도 수선별은 별도로 진행되어야 하기 때문에 수익성이 좋지 않음. 또한 선별장의 부지에 다른 시설이 들어와 있는 상황에서 자동화 설비를 추가적으로 투입하기 위해서는 부지를 확장해야 하는데, 선별장이 기피시설이기 때문에 이 또한 쉽지 않음
- 선별장의 수익 구조도 자동화에 애로사항으로 작용하는데, 설비를 설치하는 데에 2~3개월이 든다고 하면 기간 중에는 선별장을 운영할 수가 없음. 그런데 이 기간 동안에도 고용된 인력에게는 인건비를 지급해야 하며, 선별장으로 들어오기로 되어 있는 물량도 우회해서 처리하든지 해야 하므로 설치 중에도 비용이 발생함
- 설치 이후의 관리에도 어려움이 있는데, 자동화 설비가 고장 나서 멈추면 바로 A/S를 받을 수 있는 것이 아니기 때문에 설비 전체를 멈춰야 함. 선별장에 매일 들어오는 폐기물 물량이 있는데 이를 그냥 쌓아놓을 수도 없으며, 하루 처리를 안 하면 그 물량만큼의 매출 손실이 발생하는 구조임
- 또한 자동화를 한다고 해도 수선별 인력이 크게 줄어들지는 않는데, 우선 설비의 선별 정확도가 90% 초반에 불과하기 때문에 세부적인 분류를 위해서는 여전히 수선별이 필요함. 또한 자동 분류 설비에 폐기물이 투입될 때 재질별로 혼합돼서 투입되기 때문에 산출물의 품질이 낮아지게 되는데, 무색 페트병처럼 별도의 재활용이 가능한 폐기물들은 투입 단계에서 별도로 분리하는 것이 유리함
- 시기에 따라서 유입되는 플라스틱 폐기물의 구성이 달라지는데, 이러한 변화에 대응하기 위해서 자동화 설비의 구성과 설정을 변경하려면

며칠의 로스(loss)가 생길 수밖에 없어 수선별 인력을 투입하는 편이 효율적임. 또한 요즘과 같이 폐플라스틱 소재에 대한 세분화가 요구되는 경우에도 수선별 인력을 투입하는 것이 최종 산출물의 가치를 높이는 데에 더 도움이 됨

- 부차적으로, 폐기물 선별장 시설이 기피·혐오시설인 것이 오히려 고용 인력을 줄이는 데에 한계로 작용함. 폐기물 처리장의 고용이 그 지역의 저소득·고령층 근로자를 중심으로 이루어지는 경우가 많은데, 수선별 인력을 고용하면 주민들에게 일자리를 제공하는 것이기 때문에 상대적으로 입지에 대한 반발이 적지만, 자동화가 이루어지면서 고용이 줄어들면 아무리 친환경적으로 설비를 운영한다고 하더라도 주민들에게 돌아오는 이익이 없기 때문에 반발이 일어남

○ (폐플라스틱 열분해) 대기업에서 현재 발표한 규모로 열분해 설비를 설치·운영하게 되면 중소기업체들의 도산이 우려되며, MR/TR쪽 업체들도 폐기물 확보에 어려움을 겪게 될 것으로 예상함. 대기업의 고용 규모는 40~50명 정도를 예상

- 대기업이 폐플라스틱 열분해 사업에 진출하여 현재 발표된 정도의 물량을 처리하게 되면, 각 기업당 열분해 시설을 광역시설로 하나 정도 짓는 규모와 동일하며, 해당 지역의 폐플라스틱 물량을 모두 흡수하게 될 것임. 그러면 영세 업체들이 경쟁할 수 있는 방법이 없음
- 올해 초에도 비슷한 문제가 발생했는데, MR이나 SRF(고형연료)를 공급하는 업체들이 거래 상대방과 계약한 물량이 있어서 이를 공급해야 하는데 원재료인 폐플라스틱이 모자라서 공급을 못 하는 상황이 발생함. 생활폐기물(EPR)을 공급받아 재활용하는 업체들이 1년에 3~4개월 정도는 재료를 공급받지 못 하는 경우도 있음
- 해외에서는 MR을 중심으로 폐플라스틱 재활용 정책을 수립하는 데에 반해, 우리나라는 정유사·석유화학산업 대기업의 영향을 받아서 화학적 재활용 중심으로 정책을 수립하고 있음. 그런데 화학적 재활용은 에너지효율의 측면에서 부정적임
- 오히려 MR을 위해서 고품질의 재활용 원료를 확보할 수 있도록 만드

는 것이 중요한데, 가령 최근에 무색 페트병을 별도로 수집, 파·분쇄하여 플레이크나 펠릿의 형태로 만들면 고품질의 재활용이 가능함. 그런데 MR을 이용한 재활용이 재생 플라스틱의 품질을 보장할 수 없기 때문에 화학적 재활용을 고려하게 되는 것임. 따라서 화학적 재활용에 대한 정책 외에도, 플라스틱 폐기물의 배출·수집 단계부터 여러 소재가 섞이거나 오염되지 않도록 신경써서 수집하는 것이 필요하며, 이를 위해서 정부와 국민의 조력이 필요함

- 대기업의 열분해 시설은 아직 해외에도 사례가 많지 않으나, 전 단계 자동화가 이루어진다고 하더라도 파트별로 전문가가 2~3명씩 배치가 되어야 하고, 기계 전문가 외에도 전기, 환경 등의 전문가와 유지보수 인력이 투입되어야 하기 때문에 30~40명 정도의 투입을 예상함. 또한 자재 등을 구매·관리하는 인력과 영업 인력, 관리자 인력도 필요할 것임

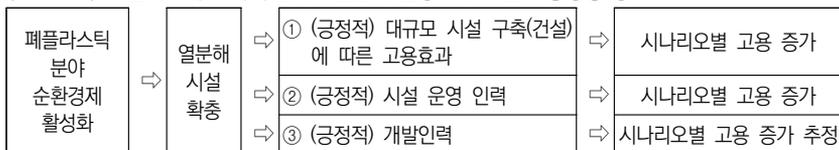
제3절 시나리오별 고용영향 분석

1. 페플라스틱 열분해 분야

가. 시나리오 구성

- 페플라스틱 화학적 분해·열분해 활성화는 순환경제 활성화에 따라 대기업(6개)이 대규모 투자를 진행하게 되고, 중소기업(18개), 지자체(6개)의 시설이 확충되는 경우 고용에 미치는 영향을 분석함

〈표 4-10〉 페플라스틱 화학적 분해·열분해 활성화에 따른 고용영향 경로



- 폐플라스틱 화학적 분해·열분해 활성화는 정책목표인 2030년까지 90만 톤 처리 시나리오를 기준선(base line)으로 설정하고 30% 달성, 50% 달성, 100% 달성 등 시나리오를 구성하여 고용에 미치는 영향을 분석함
- 대기업은 현재 열분해 시설 구축에 대한 계획은 있으나, 고용(운영, 관리, 개발)에 대한 구체적인 계획은 없는 것으로 나타났음
- 이에 따라 시나리오 분석이 필요

〈표 4-11〉 폐플라스틱 열분해 처리 규모 현황 및 목표

(단위: 만 톤)

	목표(환경부)	현황 및 향후 계획							전 체
	폐플라스틱 열분해 처리 규모	2021년 현재 시설 처리 규모	***	***	***	***	***	공공 (지자체)	
2021	2.7	2.7	--	-	-	-	-	-	2.7
2022	4.5	4.5	--	-	-	-	-	-	4.5
2023	12.0	4.5	--	--	-	-	-	1.8	6.3
2024	19.5	4.5	--	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	23.3
2025	31.0	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5
2026	42.8	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5
2027	54.6	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5
2028	66.4	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5
2029	78.2	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5
2030	90.0	4.5	13.2	7.0	3.0	2.5	4.5	1.8	36.5

자료: 본 연구진이 작성.

- 폐플라스틱 화학적 분해·열분해 활성화는 5개 대기업이 2025년까지 7조 5,230억 원을 투자하는 것으로 계획하고 있으며 현재 진행되고 있음
- 대규모 시설투자에 따른 건설 부문의 고용영향평가를 산출하기 위해 산업연관분석이 필요

〈표 4-12〉 폐플라스틱 열분해 처리 시설 투자 규모

(단위: 억 원)

	***	***	***	***	***	전 체
2023	17,000	1,130	10,000	3,100	3,000	34,230
2024	-	-	10,000	-	3,000	13,000
2025	18,000	-	10,000	-	-	28,000
전 체	35,000	1,130	30,000	3,100	6,000	75,230

자료: 보도자료, 환경부 내부자료, 인터뷰 결과 취합.

- 시나리오는 연간 처리용량 90만 톤을 기준으로 정책 의지에 따라 목표를 달성(시나리오 1)한 경우와 현행 대기업 시설투자가 유지된 경우(시나리오 2)를 설정하고, 시나리오를 구성하여 분석을 수행함
- (시나리오 1 : 환경부 목표 달성) 2030년까지 90만 톤 처리 규모를 달성하기 위해 2026년 이후 신규로 투입되어야 하는 투자금액, 건설 및 운영인력을 계산함
- (시나리오 2 : 현행 계획 유지) 2025년까지 설정된 향후 투자 및 운영계획을 반영하여 건설 및 운영인력을 계산함

〈표 4-13〉 페플라스틱 열분해 처리 규모 시나리오 구성

(단위 : 만 톤)

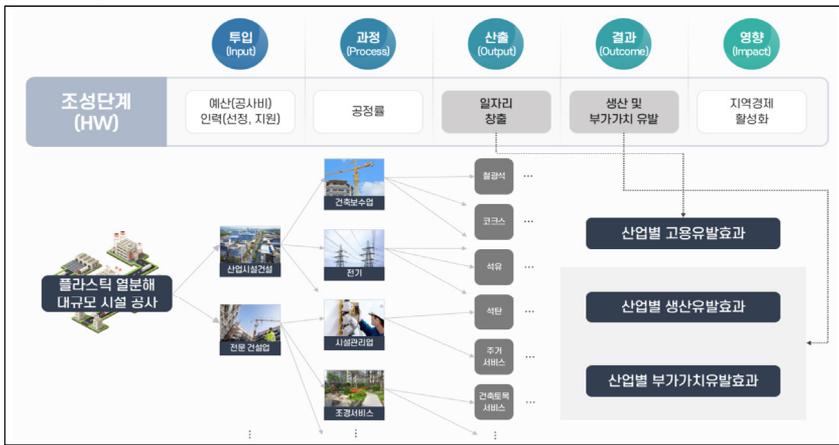
	목표(환경부)	시나리오 1	시나리오 2
2021	2.7	2.7	2.7
2022	4.5	4.5	4.5
2023	12.0	6.3	6.3
2024	19.5	23.3	23.3
2025	31.0	36.5	36.5
2026	42.8	36.5	36.5
2027	54.6	49.7	36.5
2028	66.4	62.9	36.5
2029	78.2	76.1	36.5
2030	90.0	89.3	36.5

나. 산업연관분석

- 조성단계(HW)의 경제사회적 성과는 산출(일자리 창출), 결과(생산 및 부가가치유발) 지표를 정량적으로 분석 가능함
- 조성단계는 예산(공사비)을 활용하여 경제사회적 효과를 정량적으로 산출하며, 이를 위해 산업연관분석을 이용함

- 산업연관분석은 어떤 재화나 서비스에 대한 최종수요가 증가하는 경우 이를 충족시키기 위해서 투입되는 중간재의 생산으로 파급되는 효과의 크기를 측정하는 것임
- 투입계수는 재화나 서비스에 대한 최종수요가 발생하였을 때, 이에 따라 각 품목 부문으로 파급되는 생산유발효과와 크기를 측정하는 데 사용되는 매개변수
- 투입계수에 따른 생산의 파급과정을 나타내면 다음의 그림과 같으며, 각종 유발효과는 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과, 전방연쇄효과, 후방연쇄효과 등을 산출하여 동 사업에 대한 파급효과를 다양한 각도로 분석함

[그림 4-1] 산업연관분석 및 파급효과



- 조성단계(HW)의 경제사회적 성과는 산업연관표와 사업예산을 활용하여 산출하며, 구체적인 산출 방법은 아래와 같음

 - ① 한국은행에서 제공하는 산업연관표를 이용해서 투입계수(A)를 만듦
 - ② 단위 행렬(I)에서 투입계수 행렬을 빼고 역행렬 $(I - A)^{-1}$ 을 취함
 - ③ 생산유발계수 행렬, 부가가치유발계수 행렬, 고용유발계수 행렬을 도출함

- ④ 투입예산을 각각의 행렬에 곱함
 - ⑤ 각각의 유발효과가 도출됨
- (생산유발효과) 최종수요에 의해 발생한 직·간접적인 생산의 크기를 의미
 - (부가가치유발효과) 최종수요의 변동이 국내 생산의 변동을 유발하고 생산활동에 의해서 부가가치가 창출되므로 결과적으로 최종수요의 변동에 따른 부가가치의 크기를 의미
 - (고용유발효과) 생산의 파급과정에서 직·간접적으로 유발되는 고용량을 계량적으로 표시한 것으로 최종수요의 변동에 따른 고용의 크기를 의미함
 - (소득유발효과) 부가가치의 구성항목이 영업이익과 피용자보수로 구성된 점에서 착안하여 피용자보수의 구성비만큼 소비지출이 증가하는 것으로 가정하여 산출한 효과임

[그림 4-2] 조성단계(HW) 경제적 파급효과



□ 플라스틱 열분해 시설 구축은 총 7조 5,230억 원을 투입하여, 생산유발 효과 14조 9,136억 원, 부가가치유발효과 5조 6,252억 원, 소득유발효과 2조 6,067억 원으로 산출되었음

〈표 4-14〉 산업별 분석 결과 1 : 생산, 부가가치, 소득유발효과

(단위: 억 원)

	산업	생산 유발효과	부가가치 유발효과	소득 유발효과
A	농림어업	898.0	533.1	516.2
B	광업	1,421.1	713.3	0.5
C01	음식료품 제조업	1,222.1	270.1	1,848.9
C02	섬유 및 가죽제품 제조업	1,028.6	216.4	979.2
C03	목재, 종이, 인쇄 및 복제업	4,084.2	1,189.5	37.9
C04	코크스 및 석유정제품 제조업	4,193.1	1,000.5	484.9
C05	화학물질 및 화학제품 제조업	13,523.0	3,813.5	303.6
C06	비금속광물제품 제조업	14,572.7	3,945.8	0.1
C07	1차금속 제조업	15,351.0	3,207.5	-24.4
C08	금속가공제품 제조업	14,394.6	4,242.9	37.9
C09	컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업	2,465.9	817.3	707.9
C10	전기장비 제조업	6,460.8	1,775.9	234.7
C11	기계 및 장비 제조업	4,410.8	1,234.2	88.4
C12	운송장비 제조업	1,202.4	246.5	913.8
C13	기타제조업 및 산업용 장비 수리업	4,041.3	1,763.6	258.1
D	전기, 가스, 증기 및 공기조절공급업	3,979.5	1,018.8	458.8
E	수도, 하수 및 폐기물처리, 원료재생업	1,264.0	601.8	168.9
F	건설업	325.7	129.8	-
G	도소매업	9,187.1	4,941.6	2,535.3
H	운수업	7,364.9	2,884.4	847.1
I	숙박 및 음식점업	3,017.3	1,033.7	2,878.5
J	정보통신업	2,847.1	1,369.2	1,002.1
K	금융 및 보험업	5,670.0	3,504.0	2,109.6
L	부동산업	2,274.3	1,541.8	3,711.2
M	전문, 과학 및 기술 관련 서비스업	14,674.4	8,180.2	107.7
N	사업지원서비스업	7,235.5	5,086.7	154.1
O	공공행정, 국방 및 사회보장	124.3	94.7	69.4
P	교육서비스업	116.1	83.4	1,695.9
Q	의료, 보건업 및 사회복지서비스업	499.8	254.2	1,538.3
R	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	418.3	225.8	1,171.2
S	기타서비스업	845.2	332.7	1,242.2
	전 체	149,316.2	56,252.8	26,067.9

□ 플라스틱 열분해 시설 구축은 총 7조 5,230억 원을 투입을 투입하여, 고용유발효과 57,646명, 취업유발효과 75,190명으로 산출되었음

○ 고용유발효과는 피용자 수(고용보험등록 기준)로 산출한 결과이며, 취업유발효과는 취업자(피용자, 자영업자 및 무급가족종사자 포함) 수를 기준으로 산출한 효과임

〈표 4-15〉 산업별 분석 결과 2 : 취업 및 고용유발효과

(단위 : 명)

	산업	취업유발효과	고용유발효과
A	농림어업	1,258.3	180.0
B	광업	472.7	470.3
C01	음식료품 제조업	319.0	247.5
C02	섬유 및 가죽제품 제조업	388.7	300.7
C03	목재, 종이, 인쇄 및 복제업	1,571.7	1,248.5
C04	코크스 및 석유정제품 제조업	40.8	39.4
C05	화학물질 및 화학제품 제조업	2,887.7	2,631.0
C06	비금속광물제품 제조업	3,439.7	3,002.7
C07	1차금속 제조업	1,455.9	1,392.1
C08	금속가공제품 제조업	4,030.0	3,449.1
C09	컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업	521.3	467.6
C10	전기장비 제조업	1,609.0	1,435.5
C11	기계 및 장비 제조업	1,288.1	1,139.3
C12	운송장비 제조업	345.7	332.3
C13	기타제조업 및 산업용 장비 수리업	2,789.5	2,456.1
D	전기, 가스, 증기 및 공기조절공급업	269.0	266.3
E	수도, 하수 및 폐기물처리, 원료재생업	656.8	486.5
F	건설업	210.6	177.7
G	도소매업	11,246.6	6,745.6
H	운수업	8,796.5	4,702.6
I	숙박 및 음식점업	3,568.2	1,982.6
J	정보통신업	943.3	844.0
K	금융 및 보험업	2,082.6	1,983.1
L	부동산업	1,018.2	577.5
M	전문, 과학 및 기술 관련 서비스업	9,896.3	8,316.3
N	사업지원서비스업	11,758.2	11,124.5
O	공공행정, 국방 및 사회보장	95.6	95.6
P	교육서비스업	141.4	110.6
Q	의료, 보건업 및 사회복지서비스업	384.2	360.4
R	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	392.8	244.6
S	기타서비스업	1,311.5	836.5
	전 체	75,190.1	57,646.6

- 폐플라스틱 화학적 분해·열분해 활성화는 정책 기조에 따라 기업의 투자가 이루어지고 있지만, 운영 및 관리인력을 추정하기에는 다수의 가정이 반영되어야 하므로 개략적 수치를 제시하는 수준에서 마무리함
- 운영인력은 규모에 의해서 결정되기보다는 어떤 시스템으로 구축되는가에 따라 상이할 것으로 판단되며, 실질적인 운영인력은 시설당 30~40명 내외로 추정됨
- 연구개발인력은 시설을 운영하는 과정에서 다양한 기술개발이 진행되기 때문에 수요는 분명히 있으나, 정확한 개발인력을 추산하기에는 한계가 있음
- 시나리오별 건설인력은 산업연관표를 이용하여 연도별 건설인력을 산출하며, 시설 수에 따라 운영인력을 산출하는 것을 시나리오 분석으로 활용함
- 건설인력은 산업연관표 분석 결과를 적용해 연도별로 산출하여 총 건설인력을 산출함
- 운영인력은 지자체 및 중소기업의 평균인 15명을 적용하고, 대기업의 운영인력은 FGI 결과인 40명을 반영하여 산출함

다. 시나리오 1 : 환경부 목표 달성(2030년부터 90만 톤 달성)

- 시나리오 1은 환경부 목표에 따라 대기업에서 현행 계획과 비교하여 4개의 대규모 시설이 추가되어야 하며, 총 건설비용은 21조 2,150억 원이 투입되는 것으로 산정하였음
- 건설인력은 2027년부터 매년 1개소가 추가되는 것으로 가정하고, 2023년의 투자금액인 3조 4,230억 원을 동일하게 투입하는 것으로 가정하고 연도별 결과를 산출하여 적용
- 운영인력은 2021년 기준 운영인력에서 대기업 기준 증가분을 적용하여 매년 유지되는 인력의 수를 추정하여 적용함

〈표 4-16〉 시나리오 1 구성

(단위: 만 톤, 억 원, 개소)

	시나리오 1 처리용량	목표 달성을 위한 증가분	투자금액	시설 수(증가분)	
				중소기업+지자체	대기업
2021	2.7	0	0	18	0
2022	4.5	1.8	0	6	0
2023	6.3	1.8	34,230	2	2
2024	23.3	17	13,000	0	1
2025	36.5	13.2	28,000	0	2
2026	36.5	0	0	0	0
2027	49.7	13.2	34,230	0	1
2028	62.9	13.2	34,230	0	1
2029	76.1	13.2	34,230	0	1
2030	89.3	13.2	34,230	0	1
전 체	-	34	212,150	26	9

□ 시나리오 1에 따른 건설인력은 고용유발효과 기준으로 162,565명이 창출되는 것으로 나타났으며 시설 수 증가에 따른 연간 운영인력은 2030년 합계 인원 750명 규모로 추정되었음

〈표 4-17〉 시나리오 1에 따른 고용영향

(단위: 명)

	건설인력		운영인력	
	취업유발효과	고용유발효과	시설 수(증가분)에 따른 중소기업+지자체 고용인	시설 수(증가분)에 따른 대기업 고용인원
2021	-	-	270	0
2022	-	-	360	0
2023	34,212	26,229	390	80
2024	12,993	9,962	390	120
2025	27,985	21,456	390	200
2026	-	-	390	200
2027	34,212	26,229	390	240
2028	34,212	26,229	390	280
2029	34,212	26,229	390	320
2030	34,212	26,229	390	360
전 체	212,038	162,565	-	-

라. 시나리오 2 : 현행 계획 유지(2025년부터 36.5만 톤 유지)

- 시나리오 2는 대기업에서 현행 계획을 기준으로 4개의 대규모 시설이 추가되어야 하며, 총 건설비용은 7조 5,230억 원이 투입되는 것으로 산정하였음
- 건설인력은 2023~2026년부터 5개소가 추가되는 것으로 가정하고, 투자금액은 2023년, 3조 4,230억 원, 2024년 1조 3,000억 원, 2025년 2조 8,000억 원을 투입하는 것으로 가정하고 연도별 결과를 산출하여 적용
- 운영인력은 2021년 기준 운영인력에서 대기업 기준 증가분을 적용하여 매년 유지되는 인력의 수를 추정하여 적용함

〈표 4-18〉 시나리오 2 구성

(단위: 만 톤, 억 원, 개소)

	시나리오 2 처리용량	목표 달성을 위한 증가분	투자금액	시설 수(증가분)	
				중소기업 +지자체	대기업
2021	2.7	-	-	18	-
2022	4.5	1.8	-	6	-
2023	6.3	1.8	34,230	2	1
2024	23.3	17	13,000	-	1
2025	36.5	13.2	28,000	-	1
2026	36.5	-	-	-	-
2027	36.5	-	-	-	-
2028	36.5	-	-	-	-
2029	36.5	-	-	-	-
2030	36.5	-	-	-	-
전 체	-	34	75,230	26	3

- 시나리오 2에 따른 건설인력은 고용유발효과 기준으로 57,647명이 창출되는 것으로 나타났으며, 시설 수 증가에 따른 연간 운영인력은 2030년 합계 인원 410명 규모로 추정되었음

〈표 4-19〉 시나리오 2에 따른 고용영향

(단위 : 명)

	건설인력		운영인력	
	취업유발효과	고용유발효과	시설 수(증가분)에 따른 중소기업+지자체 고용인원	시설 수(증가분)에 따른 대기업 고용인원
2021	-	-	270	0
2022	-	-	360	0
2023	34,212	26,229	390	40
2024	12,993	9,962	390	80
2025	27,985	21,456	390	120
2026	-	-	390	120
2027	-	-	390	120
2028	-	-	390	120
2029	-	-	390	120
2030	-	-	390	120
전 체	75,190	57,647	-	-

마. 시나리오 종합

- 시나리오 비교 결과는 처리용량 54만 톤이 차이가 있으며 투자금액은 1.3조 원 규모로 산출되었음
- 건설인력은 104,918명, 운영인력(연간)은 340명 규모가 차이가 있는 것으로 나타났음

(단위 : 만 톤, 억 원, 개소, 명)

	처리용량	투자금액	운영시설	건설인력 (고용유발)	운영인력 (연간)
시나리오 1	90.0	212,150	35	162,565	750
시나리오 2	36.5	75,230	29	57,647	410
차이 (시나리오 1-2)	54.0	136,920	6	104,918	340

2. 수거선별 분야

- 페플라스틱 수거·선별 고도화(A 영역)는 종사자 수 30명 이상~100명

미만의 선별장에서 선별 자동화 시스템을 도입할 가능성이 높음

- 실태조사 결과는 자동화 시스템 도입이 확정되었거나 준비 중이라고 응답하는 기업은 없는 상태이고, 정부의 선별장 자동화·현대화에 대해서 인식하고 있음
- 이에 따라 선별장의 시스템 도입에 따른 고용감소 효과에 대한 시나리오 작성이 필요
- 시나리오는 정책 목표는 ① 현재 보급 중인 광학선별기의 선별률(약 70%), ② 공공 선별장 182개소 중 114개소에 대한 자동화·현대화, ③ 민간 선별장 117개소에 대한 고도화 지원 3가지임
- 폐플라스틱 수거·선별 고도화는 정책목표로 명확하게 제시하고 있는 공공 선별장 114개소 고도화 지원을 대상으로 고용감소에 대한 시나리오 분석을 실시한 결과 1,500~3,000명 규모의 고용감소가 추정됨
- 환경부는 2026년까지 공공 선별시설의 현대화율을 62.6%까지 끌어올리겠다는 계획을 제시
- 2021년 현대화 작업을 마무리한 17곳을 포함하여 누적 기준 2022년 37개소, 2023년 56개소, 2024년 75개소, 2025년 95개소, 2026년 114개소임
- 이를 적용하여 고용감소 최소, 최대를 적용하면 5년 합계 1,500~3,000명 규모의 고용이 감소할 것으로 추정되었음

〈표 4-20〉 고용감소인원 추정치

(단위: 명)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	전 체
선별시설 누적 수	17	37	56	75	95	114	114
선별시설 증가분	-	20	19	19	20	19	97
고용감소(최소)	-	300	300	300	300	300	1,500
고용감소(최대)	-	600	600	600	600	600	3,000

정책제언

제1절 열분해 분야

- 국내의 폐플라스틱 열분해 시설은 대기업의 적극적인 투자에 따라 연속식으로 전환되고 있으나, 자동화된 시설 운영에 따른 고용효과는 크지 않을 것으로 예상됨
- 국내의 폐플라스틱 열분해 시설은 현재까지 주로 중소기업의 회분식 공정 중심으로 운영되고 있으나, 수율과 경제성 개선을 위해서 점차 연속식으로 전환될 것으로 전망됨

〈표 5-1〉 회분식과 연속식 공정 비교

분류	회분식(오일 생산 중심)	연속식(가스 생산 중심)
연료투입방식	폐플라스틱을 묽음 상태로 7~10개 지게차를 이용, 1회/일 투입	스크류를 이용하여 가동시간 동안 연속으로 자동 투입
운영방식	가열 → 분해(약 14시간) → 냉각 최대 10톤/일, 1회 가동 및 정지	최초 운전 시 약 2시간 온도 상승 10~15톤/일, 5일간 연속운전(주말 휴무)
가스 생산 수율	10~20%	50%(최대 70%)
오일 생산 수율	30~60%	40%(최대 20%)
후처리	촉매 등 사용/미사용	냉각을 통한 물리적 처리
운전 방법	수동	자동
전처리	미 실시(묵음이 필요)	실시(묵음 불필요)
가열원 (연료 사용)	가스(연료매입), 오일	자체 생산 가스 사용

자료 : 가스신문, 26)

- 회분식 공정은 수작업의 비중이 커서 작업 강도가 높고 처리량도 소량에 불과하며, 생산되는 열분해유의 품질도 연속식에 비해서 상대적으로 떨어짐
- 다만 회분식 공정의 수작업 비율이 높다고 하더라도 고용 규모 자체는 매우 작으며, 연속식 공정은 연료투입 이외의 전체 공정이 자동화되기 때문에 시설 운영에 필요한 인력 규모는 크지 않을 것으로 보임
- 현재 가동 중인 회분식 열분해 중소기업체들의 종업원 수를 보면 시설 용량이나 처리량이 높은 기업이라도 10명 내외로 고용 중인 것으로 나타남

〈표 5-2〉 열분해 중소기업체 종업원 현황(일부)

업체명	시설용량(2022, 톤/일)	처리량(2022, 톤/년)	종업원 수(2021년 기준)
(주)씨오콤	20	6,004	5명
(주)새한리싸이클	40	4,570	12명
(주)제주클린에너지	28	2,587	7명
중부인더스트리(주)	33	5,403	6명
스마트그린에너지(주)	14	2,757	11명
인지이엔티(주)	48	8,755	14명
명진산업	20	3,159	5명

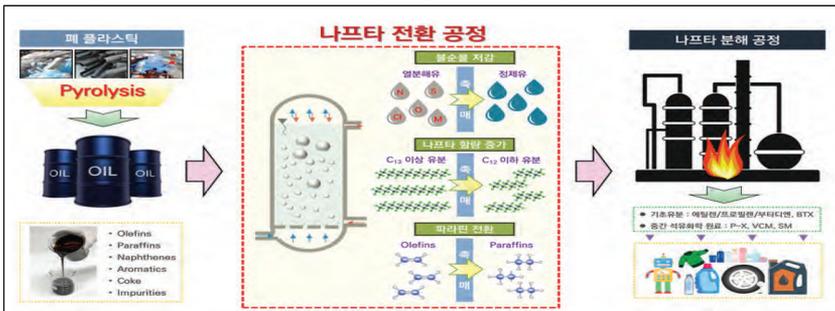
자료 : 환경부 내부자료, 종업원 수는 폐기물처리업체 현황 자료.

- 연속식 공정은 연료투입을 위한 지게차 운용과 전반적인 시설 관리 외에는 모든 공정이 자동화되어 있어 투입인력이 많지 않은 것으로 나타남
- 연속식 공정을 운영하는 리보테크는 2021년 12명의 종업원을 고용하고 있는 것으로 나타나지만 이는 연구인력이 포함된 수치이며, 바스프와의 파트너십을 통하여 열분해유를 공급하고 있는 노르웨이의 콰타퓨엘(Quantafuel) 또한 덴마크의 Skive 플랜트에서 연간 2만 톤의 폐플라스틱을 분해할 수 있는 시설을 운영하고 있으나 회사 전체의 고용 규모는 103명으로 나타남

26) <http://www.gasnews.com/news/articleView.html?idxno=108571>.

- 그러나 열분해 시설이 주로 지방에 위치하고, 다른 폐기물 환경산업과 마찬가지로 임금이나 작업 환경 등의 근로조건이 열악함을 감안하여, 청년층·저숙련층·지방 근로자에 대한 정부의 적극적인 지원이 필요함
- 연속식 공정에서도 여전히 폐기물을 다루야 한다는 점, 처리 과정에서 미량이지만 유독가스가 발생한다는 점 등은 고용의 질에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 이는 업체들이 신규 인력을 구하는 데에 한계로 작용할 것임
- 또한 대기업 중심으로 설비 투자가 이루어지고 있지만, 해외 사례를 볼 때 석유화학기업은 주로 생산된 열분해유를 납품받아 정제나 나프타 생산 등의 후처리를 담당하고, 실제 열분해는 여전히 자회사나 하청업체를 통해서 이루어질 가능성이 있음
- 열악한 작업 환경이나 임금 수준, 정주 조건 등을 극복하기 위해 정부에서 작업장 관리·감독을 정기적으로 실시하고, 열분해 산업이 충분한 성장을 바탕으로 경제성이 확보되기 전까지는 인건비 목적의 금융 지원 등을 제공하는 방법을 고려해볼 수 있을 것임
- 플라스틱 열분해 R&D 관련해서는 기술적으로 극복하거나 발전이 필요한 부분이 많기 때문에 적극적인 지원이 필요함
- 국내에서는 연속식 폐플라스틱 열분해 설비, 열분해유의 촉매화학적 업그레이딩을 통한 석유화학 기초원료(나프타) 생산, 열분해유의 석유화학 공정 투입을 통한 석유제품 생산의 3가지 기술개발이 활발하게 진행 중

[그림 5-1] 폐플라스틱 열분해의 업그레이딩을 통한 나프타(납사) 원료 생산 기술 개념도



- 연속식 설비에 대한 연구는 리보테크, 웨이스트에너지솔루션, 한창그린홀딩스, 동서산업물 등 지방 중소기업 중심으로 이루어지고 있는데, R&D를 원활하게 추진하기 위해서는 연구인력 지원과 재정적인 지원이 필요함
- 촉매 기술개발이나 나프타 전환 공정 실증, 열분해유의 원료 활용 실증 등은 대기업 중심으로 이루어지고 있기 때문에, R&D에 대한 직접 지원 보다는 열분해유 활용이 원활하게 이루어질 수 있도록 하는 법제의 정비 등이 시급함

- 고품질 열분해유의 생산을 위해서는 원료가 되는 플라스틱 폐기물의 선별부터 품질 관리가 적용되어야 하며, 수급도 원활하게 이루어질 수 있도록 플라스틱 생산-폐기-수거-선별 등 전주기의 관점에서 참여 주체의 협력 및 개선이 필요함

- 열분해 방식은 물리적 재활용에 비해서 상대적으로 다양한 소재에 적용할 수 있다고 하나, 최종산물인 열분해유의 수율이나 품질은 투입되는 원자재의 종류와 품질에 좌우됨
 - 열분해의 대상이 되는 플라스틱 소재는 PE, PP, PMMA, PS, ABS, PU, Mixed PE/PP/PS, Fiber-reinforced composite, Multilayer packaging 등이 모두 가능하다고 하지만, 실제로 수율이 높은 것은 PE와 PP이며, PET나 PS의 경우 열분해 설비에 투입하면 char 및 잔여물 생성이 증가하고, PVC는 분해과정에서 염소가 발생하는 것으로 알려져 있음
 - PET는 음료수 용기 등으로 사용되는 경우 원형 그대로 세척 등의 과정을 거쳐 재사용될 수 있기 때문에 소재 및 색상 등에 맞게 수거 단계에서부터 별도 분리가 유지되어야 하며, PS나 PVC 등의 원료가 열분해 업체에 공급되지 않도록 선별 단계에서부터 주의가 요구됨
- 고품질 열분해유 수급을 위해서는 수거·선별을 담당하고 있는 업체에서 분리수거된 플라스틱 재활용품을 파봉 단계에서 혼합해버리는 관행이 개선될 필요가 있으며, 이를 위해서는 폐플라스틱의 분류 결과물/재

활용업체 투입물에 대한 분류 기준 마련과 분류 결과에 따른 등급 부여, 단가 차등화가 필요함

- 참고로 네덜란드 등에서는 기계적 재활용, 열분해, 에너지 재활용 등에 공급되는 폐기물의 소재 등에 대하여 분류 기준을 연구 중
- 또한 열분해 설비 확충을 위한 대기업의 투자가 이루어져서 운영이 시작되면 재료인 폐플라스틱 확보를 위한 경쟁이 심화될 우려가 있음
 - 「자원재활용법」에서는 에너지 재활용이 전체 재활용량의 70%를 초과할 수 없도록 하고 있으나, 복합재질 용기류나 혼합재질의 필름류 포장은 기계적 재활용이 불가능하기 때문에 SRF 성형을 거쳐 시멘트 업계로 유입됨
 - 현행 EPR 회수 지원금은 MR/CR 업체로 보낼 때에 비해서 TR 업체로 보낼 경우 낮은 단가를 책정하고 있으나, 위의 폐기물 품질 관리와 더불어 TR에 대한 추가적인 페널티를 부여하거나, MR/CR에 대한 추가적인 인센티브를 부여하는 방법을 고려해볼 수 있을 것임
 - 또한 복합재질 플라스틱을 TR 외에도 CR에서 안정적으로 처리할 수 있도록 기술의 연구개발이 지속적으로 필요함
- 한편, 장기적인 목표인 '2050 탄소중립'의 달성을 위해서는, 화학적 재활용 중심의 현재 정책목표에서 기계적 재활용을 중심으로 정책의 초점을 전환하는 것도 고려해볼 수 있을 것임
- 여러 전문가들이 지적하는 바와 같이, 해외 주요국의 플라스틱 재활용 정책은 CR보다는 MR에 초점이 맞춰져 있음
 - CR이 다양한 종류의 플라스틱을 다루기에 유리하지만, 분해 과정에서 에너지의 투입이 필요하기 때문에 온실가스 배출의 관점에서는 MR보다 불리한 것이 사실임
 - 해외에서 MR에 중점을 둘 수 있는 중요한 이유는 생활폐기물에 대한 분리수거 체계가 우리나라보다 잘 구축되어 있기 때문임. 특히 아파트 등 대단위 공동주택에서는 분리수거가 상대적으로 잘 이루어지고 있으나, 일반 주택이나 사업장의 비배출시설계 폐기물 등은 다

른 종류의 폐기물과 혼합하여 배출하는 경우도 많음. 이는 수거 이전 단계에서 일반 국민들의 인식 제고와 분리수거 적극 참여가 필요함을 방증

제2절 수거선별 분야

- 국내의 수거선별 시설은 소규모 기업이 대부분을 차지하고 있으며, 기업이 자체적으로 자동선별 시스템을 도입하는 것에 대해서 상당히 꺼리고 있음
- 1일 처리용량이 증가하는 경우 자동화 시스템 도입이 의미가 있으나, 처리량이 비약적으로 증가할 이유가 없기 때문에 현재의 시설과 인력을 유지한다는 것이 대부분의 의견임
 - 일반적으로 새로운 기술의 도입은 생산성을 향상시키거나 비용 절감을 목적으로 이루어지는 것이지만 현재의 수거선별 용량의 큰 변화를 기대하기 어렵기 때문임
- 지자체에서 관리하고 있는 선별장에 자동화 시스템이 도입되는 경우 노동 감소로 이어질 가능성이 높음
- 1개 처리장에서 근무하고 있는 선별인력 15~20명 정도가 감소할 것으로 전망됨
 - 선별장에서 근무하고 있는 인력의 상당수가 선별과정에 투입되고 있으며, 이러한 선별인력이 해고되는 방향으로 노동시장이 전개될 가능성이 높다는 것임
- 선별장 자동화 시스템 도입은 시스템을 관리하고 유지보수하는 새로운 일자리가 창출될 것으로 기대되지만, 폐기물 처리장은 이러한 효과가

상대적으로 낮을 것으로 판단됨

- 현행 사무직 혹은 관리인력이 대부분 자동화 시스템을 직접 관리할 것으로 전망되며, 신규일자리 창출 등은 다소 한계가 있을 것으로 판단됨
 - 환경 변화, 새로운 정책 도입에 따른 직접적인 고용감소에 해당하는 것임

- 현재 선별장에서 선별인력으로 근무하고 있는 인력은 상당히 고령화된 인력으로 재교육을 통한 재취업이 제한적일 것으로 판단됨

- 50~60대 인력이 선별장에서 근무하고 있으며, 4~5년 후 선별장에 자동화 시스템이 도입되는 경우 이러한 선별인력에 대한 수요가 사라지면 선별인력에 대한 재교육이 어려운 실정임
 - 저학력, 고령인구로 구성된 선별인력에게 재취업을 위한 재교육은 한계가 있을 것으로 판단됨

- 선별장에서 퇴직(해고)하는 저학력, 고령 근무자는 재교육, 재취업 등에 한계가 있으므로 사회적 약자를 보호하기 위한 정책이 필요함

- 자동화 선별시스템이 순차적으로 도입될 예정으로 대규모 해고 상황은 벌어지지 않을 것으로 판단되지만, 해고 후 자력으로 새로운 일자리를 찾기 어려운 인력에 대한 보호정책이 필요함

부 록

실태조사 조사표

□ 조사문항은 3개 분야로 구분하여 고용영향을 평가하기 위한 조사항목을 개발

○ [PART 1. 일반현황] 폐플라스틱 재활용 연관 기업의 사업 유형과 내용, 매출액 등에 대한 기본적인 정보 확인이 가능하도록 다음과 같이 구성함

〈부표 1〉 조사표 : PART 1. 사업체 일반현황(안)

항목	내 용				
	사업체명	설립연월	()년 ()월		
대표자명					
기업 소재지	(일반적인 지역 선택 문항)				
플라스틱 폐기물 관련 사업 영위 여부	귀사는 현재 플라스틱 폐기물 처리와 관련한 다음과 같은 사업을 영위하고 있습니까? 해당하는 사업 내용 모두를 체크해주시기 바랍니다(현재 플라스틱 폐기물 관련 산업을 영위하지 않는다면 '없음'에 체크해주시시오).				
	① 폐플라스틱 수집 설비 제조 ② 폐플라스틱 선별 설비 제조 ③ 폐기물 처리시설 건설 ④ 폐플라스틱 수집 서비스 ⑤ 폐플라스틱 운반 서비스	⑥ 폐플라스틱 분류·선별 서비스 ⑦ 폐플라스틱을 활용한 재생재료 제조 ⑧ 폐플라스틱을 활용한 재활용제품 제조 ⑨ 재활용제품 유통 ⑩ 없음			
플라스틱 폐기물 관련 주요활동	플라스틱 폐기물과 관련한 구체적인 활동을 위해서 답변한 관련 사업과 연계해서 작성 해주시기 바랍니다. ① 제조 : ② 건설 : ③ 서비스 : ④ 유통 :				
매출액	구분(백만 원)	2019	2020	2021	2022
	기업 총매출액				
	환경 분야 매출액				
폐플라스틱 관련 신규 사업·정책 참여 의향	정부는 플라스틱 폐기물 감축 및 재활용을 향상을 위한 정책을 추진하고 있습니다. 이와 관련하여, 귀사에서는 △ 플라스틱 폐기물 수집·선별 자동화 또는 △ 폐플라스틱 열분해 사업에 투자하거나, 관련한 정부 사업에 참여할 의향이 있습니까? (예/아니오)				

- [PART 2. 고용현황] 관련 기업의 현재 고용현황을 파악하기 위하여 고용의 양(전체 종사자 수 및 폐기물 처리 관련 종사자 수)과 질에 대한 설문항목을 구성

〈부표 2〉 조사표 : PART 2. 고용현황(안)

PART 2. 고용현황

문 2-1. 현재 귀사의 고용형태별 종사자 수를 말씀해 주십시오.

	총 종사자 수	폐기물 관련 종사자 수
(1) 자영업자 * 개인사업체를 소유하며 자신의 책임 아래 사업체를 직접 경영하는 자	명	명
(2) 무급가족 종사자 * 자영업주의 가족이나 친인척으로, 정상 근로시간의 1/3 이상 업무에 종사하며 임금·급여를 받지 않는 자	명	명
(3) 상용근로자 * 고용주와 1년 이상의 고용계약을 맺었거나, 일정한 기간의 고용계약을 하지 않았어도 인사 제 규정을 적용받아 정기적으로 임금을 받는 자	명	명
(4) 임시 및 일용근로자 * 고용주와 1년 미만의 기간을 정하여 고용되었거나 일일 단위로 고용된 자	명	명
(5) 기타 종사자 * 기본급 등 일정한 급여 없이 일한 실적에 따라 실적급, 수수료 등을 받고 종사하는 자	명	명
합 계	명	명

이하의 질문은 문 2-1에서 답변한 폐기물 관련 종사자를 기준으로 응답해주시기 바랍니다.

문 2-1-1. 폐기물 관련 사업 운영을 위한 투입인력 중 청년층과 고령층 인력의 수를 말씀해 주십시오.

고용유형	상용직	임시 일용직	기타 종사자	합계
청년층(15~34세) 종사자 수	명	명	명	명
고령층(55세 이상) 종사자 수	명	명	명	명

문 2-1-2. 폐기물 관련 사업 운영을 위한 투입인력 중 여성 인력의 수를 말씀해 주십시오.

고용유형	상용직	임시 일용직	기타 종사자	합계
여성 종사자 수	명	명	명	명

문 2-1-3. 폐기물 관련 사업 운영을 위한 투입인력 중 외국인 근로자의 수를 말씀해 주십시오.

고용유형	상용직	임시 일용직	기타 종사자	합계
외국인 근로자 수	명	명	명	명

PART 2. 고용현황

문 2-2-1. 폐기물 관련 사업 운영을 위한 투입인력 중 직무별 학력별 인력현황은 어떻게 되시나요?

구 분	단순노무직 (자격증 X)	기술기능직 (자격증 O)	연구개발직	행정·관리직	합계
고졸 이하	명	명	명	명	명
전문대학 졸업	명	명	명	명	명
대학교 졸업	명	명	명	명	명
대학원 졸업 이상	명	명	명	명	명
합계	명	명	명	명	명

문 2-2-2. 위에서 답변한 기술기능직 중 환경분야 자격증 소지자 수를 말씀해 주십시오.

(‘환경분야’ 이외의 자격증은 해당이 되지 않으며, 1인이 2개 이상의 자격증을 소지한 경우 상위 자격증 또는 폐기물 처리 관련성을 감안하여 1개만 계산해주시십시오.)

	(1) 대기	(2) 수질	(3) 폐기물	(4) 소음·진동	(5) 기타	합계
기술사	명	명	명	명	명	명
기사	명	명	명	명	명	명
산업기사	명	명	명	명	명	명
기능사	명	명	명	명	명	명

문 2-3-1. 폐기물 관련 사업 운영을 위한 투입인력의 주당 평균 근로시간은 어느 정도입니까?

	44시간 이하	45~48시간	49~52시간	53~56시간	57시간 이상
전체 종사자	①	②	③	④	⑤
단순노무직	①	②	③	④	⑤
기술기능직	①	②	③	④	⑤

문 2-3-2. 야간근로는 오후 10시부터 오전 6시까지 사이에 이루어지는 근로를 의미합니다. 폐기물 관련 사업 운영을 위한 투입인력들이 1개월 중 야간근로를 하는 날은 평균 며칠 정도입니까?

	3일 이하	4~6일	7~9일	10~12일	13일 이상
전체 종사자	①	②	③	④	⑤
단순노무직	①	②	③	④	⑤
기술기능직	①	②	③	④	⑤

문 2-4-1. 폐기물 관련 사업 운영을 위한 투입 인력의 고용형태별 평균임금에 대해 말씀해 주십시오.

고용유형	상용직	임시 일용직	기타 종사자
월평균 임금	원	원	원

PART 2. 고용현황

문 2-4-2. 폐기물 관련 사업 운영을 위한 투입 인력 중 직무별 평균임금에 대해 말씀해 주십시오.

고용유형	단순노무직	기술기능직	연구개발직	행정·관리직
월평균 임금	원	원	원	원

문 2-4-3. 폐기물 관련 사업 운영을 위한 투입 인력 중 외국인 노동자의 평균임금에 대해 말씀해 주십시오.

고용유형	외국인 노동자
월평균 임금	원

- [PART 3. 경영환경 변화에 따른 고용계획] 정부의 폐플라스틱 관련 정책이 진행됨에 따라 경영환경이 변화하였을 때, 시장 참여자가 생각하는 고용변화를 파악

PART 3. 경영환경 변화에 따른 고용계획

정부는 플라스틱 생산·소비를 원천 감축하고 재활용을 확대하여, 장기적으로 탈플라스틱 사회를 달성하기 위한 제반 정책*을 추진 중에 있습니다. 정책 내용을 요약하면 다음과 같습니다.

* 「생활폐기물 탈플라스틱 대책」(2020. 12.), 「폐플라스틱 열분해 활성화 방안」(2021. 6.), 「플라스틱 자원순환 혁신전략」(2021. 10.), 「규제개선·지원을 통한 순환경제 활성화 방안」(2022. 9.), 「전주기 탈플라스틱 대책」(2022. 12.)

정책 분야	주요 내용
발생 원천 저감	<ul style="list-style-type: none"> • 플라스틱 용기류의 타 재질(캔·유리·종이 등) 전환 • 폐기물부담금 요율 현실화 • 플라스틱 1회용품 사용금지·제한 및 농산물·택배포장·배달용기 플라스틱 포장재 감량 • 일회용기를 다회용기로 대체하기 위한 기반 조성 • 일회용컵 보증금제 단계적 확대
원료 대체	<ul style="list-style-type: none"> • 석유계 혼합 바이오 플라스틱 사용 제한 • 바이오 플라스틱 대체
재활용 확대	<ul style="list-style-type: none"> • 재생원료 의무사용 조항 신설 • 폐플라스틱 수입금지 및 국내 재활용제품 소비 촉진 • 재활용 분리수거 강화 및 비축·재활용 인프라 확충 • 재생원료 사용목표율·사용률 설정
폐플라스틱 수거·선별 고도화	<ul style="list-style-type: none"> • 폐비닐 전문 선별시설 및 종량제 봉투 파봉 선별시설 설치·운영 • IoT 기술을 활용한 폐플라스틱 자동 분류 수거 시스템 확산 • AI·로봇 기술 기반 선별장 자동화·지능화 촉진 • 열분해 원료 플라스틱 분리·선별 설비 자동화·현대화 지원

PART 3. 경영환경 변화에 따른 고용계획

페플라스틱 화학적 분해· 열분해 활성화	<ul style="list-style-type: none"> • 소각형 재활용(열회수·고형연료)을 물질적·화학적 재활용으로 전환 유도 • 재활용지원금 체계 개편, 소각형 재활용(열회수·고형연료)을 물질적·화학적 재활용으로 전환 유도 <ul style="list-style-type: none"> - 물질적·열분해재활용지원금 할당 비율 확대(40 ⇒ 60%), 지원금 단가 상향 • 재생원료 사용 시 생산자책임재활용 분담금 감면 • 열분해유·가스 생산 및 사용에 따른 온실가스 감축 효과를 할당량 산정에 반영 • 전국 산업단지 내 매립시설 부지에 열분해 시설 등 입지 허용 • 화학적 재활용 시설 내 '열분해 시설(가스화 포함)' 신설
-----------------------------------	---

문 3-1. 현재 귀사의 플라스틱 폐기물 처리 업무와 관련하여 정상적인 수행에 있어서 인력 부족 여부와 부족한 경우 대략적인 부족 인원에 대해 응답해 주십시오.

구분	부족 인원 여부	
1) 단순노무직	① 부족인원 있음(명)	② 부족인원 없음
2) 기술기능직	① 부족인원 있음(명)	② 부족인원 없음
3) 연구개발직	① 부족인원 있음(명)	② 부족인원 없음
4) 관리·행정직	① 부족인원 있음(명)	② 부족인원 없음

문 3-2. 현재 정부가 제시한 플라스틱 폐기물 관련 정책에 따라 사업체의 변화를 어떻게 전망하십니까?

구분	많이 줄어든다	약간 줄어든다	변화 없다	약간 늘어난다	많이 늘어난다
1) 매출액 변화	①	②	③	④	⑤
2) 사업영역 변화	①	②	③	④	⑤

문 3-3-1. 정부의 플라스틱 폐기물 정책이 폐기물 관련 산업 전반에 미치게 될 고용효과에 대해 어떻게 예상하십니까?

항목	응답	【응답 보기】
일자리의 양		폐기물 관련 산업에 종사하는 전체 인력의 수가 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
인력 구성		폐기물 관련 산업에 종사하는 외국인 인력의 수가 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
		폐기물 관련 산업에 종사하는 청년층(34세 이하) 인력의 수가 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
		폐기물 관련 산업에 종사하는 고령층(65세 이상) 인력의 수가 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
고용안정성		폐기물 관련 산업 전반에서 정규직 노동자의 비중이 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
		폐기물 관련 산업 전반에서 비정규직 노동자의 비중이 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
근로환경		폐기물 관련 산업 전반에서 근로시간, 야간근로, 이직 등 근로 여건이 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음

PART 3. 경영환경 변화에 따른 고용계획

항목	응답	【응답 보기】
임금 및 복리후생		폐기물 관련 산업 전반에서 임금 수준이나 보험 가입 및 유급휴가 등 복리후생의 수준이 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
교육과 훈련		폐기물 관련 산업 전반에서 업무나 경력개발을 위해 필요한 교육 및 훈련이 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
건강 및 안전		폐기물 관련 산업 전반에서 직업적 건강 관리나 안전한 작업 환경의 보장이 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
고용 지속 가능성		폐기물 관련 산업 전반에서 직원들의 고용 지속 가능성이 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음

문 3-3-2. 정부의 플라스틱 폐기물 정책이 성공적으로 진행되는 경우, 귀사의 고용환경 중 아래와 같은 항목들이 어떻게 변화될 것으로 전망하십니까?

항목	응답	【응답 보기】
일자리 양		현재 사업을 운영하기 위해 고용하는 인력 전체의 수가 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
인력 구성		현재 사업을 운영하기 위해 고용하는 외국인 인력의 수가 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
		현재 사업을 운영하기 위해 고용하는 청년층(34세 이하) 인력의 수가 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
		현재 사업을 운영하기 위해 고용하는 고령층(55세 이상) 인력의 수가 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
고용안정성		정규직 노동자의 비중이 해당 사업 참여 이전에 비해 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
		비정규직 노동자의 비중이 해당 사업 참여 이전에 비해 ① 매우 감소 ② 감소 ③ 그대로 ④ 증가 ⑤ 매우 증가 ⑥ 해당 없음
근로환경		근로시간, 야간근로, 이직 등 근로 여건이 해당 사업 참여 이전에 비해 ① 매우 열악 ② 열악 ③ 그대로 ④ 양호 ⑤ 매우 양호 ⑥ 해당 없음
임금 및 복리후생		임금 수준이나 보험 가입 및 유급휴가 등 복리후생이 해당 사업 참여 이전에 비해 ① 매우 낮음 ② 낮음 ③ 그대로 ④ 높음 ⑤ 매우 높음 ⑥ 해당 없음
항목	응답	【응답 보기】
교육과 훈련		업무나 경력개발을 위해 필요한 교육 및 훈련이 해당 사업 참여 이전에 비해 ① 매우 부족 ② 부족 ③ 그대로 ④ 충분 ⑤ 매우 충분 ⑥ 해당 없음
건강 및 안전		직업적 건강 관리나 안전한 작업 환경이 해당 사업 참여 이전에 비해 ① 매우 열악 ② 열악 ③ 그대로 ④ 양호 ⑤ 매우 양호 ⑥ 해당 없음
고용 지속 가능성		직원들의 고용 지속 가능성이 해당 사업 참여 이전에 비해 ① 매우 낮음 ② 낮음 ③ 그대로 ④ 높음 ⑤ 매우 높음 ⑥ 해당 없음

PART 3. 경영환경 변화에 따른 고용계획

문 3-4. 아래 사업내용은 앞서 제시된 정책 중, 본 연구의 주요 분석 대상인 폐플라스틱 수거·선별 고도화와 폐플라스틱 열분해 활성화에 관련된 사업들입니다. 귀사에서 향후 10년간 아래와 같은 플라스틱 폐기물 관련 사업을 신규로 시작하거나 확장할 계획을 가지고 계십니까?

사업 내용	참여 의향
폐플라스틱 수집·선별 자동화 기술 개발	① 참여 의향 있음 ② 참여 의향 없음
폐플라스틱 수집·선별 자동화 기기 제조	① 참여 의향 있음 ② 참여 의향 없음
폐플라스틱 수집·선별 자동화 설비 운영	① 참여 의향 있음 ② 참여 의향 없음
폐플라스틱 열분해 기술 개발	① 참여 의향 있음 ② 참여 의향 없음
폐플라스틱 열분해 설비 제조	① 참여 의향 있음 ② 참여 의향 없음
폐플라스틱 열분해 서비스 제공	① 참여 의향 있음 ② 참여 의향 없음

문 3-4-2. 위에서 답변한 참여 의향이 있는 사업 계획에 대하여 향후 10년간 예상하는 투자 금액과 신규 인력 고용 전망을 답변해주시기 바랍니다.

사업 내용	투자 금액	신규 고용
폐플라스틱 수집·선별 자동화 기술 개발	()만 원	()명
폐플라스틱 수집·선별 자동화 기기 제조	()만 원	()명
폐플라스틱 수집·선별 자동화 설비 운영	()만 원	()명
폐플라스틱 열분해 기술 개발	()만 원	()명
폐플라스틱 열분해 설비 제조	()만 원	()명
폐플라스틱 열분해 서비스 제공	()만 원	()명

페플라스틱 재활용 등 순환경제의 고용영향

- 발행연월일 | 2023년 12월 26일 인쇄
2023년 12월 29일 발행
- 발행인 | 허재준
- 발행처 | **한국노동연구원**
310147 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 경제정책동
☎ 대표 (044) 287-6080 Fax (044) 287-6089
- 조판·인쇄 | 창보문화사 (02) 2272-6997
- 등록일자 | 1988년 9월 13일
- 등록번호 | 제2015-000013호

※ 본 보고서의 내용은 한국노동연구원의 사전 승인 없이 전재 및 역제할 수 없습니다.

ISBN 979-11-260-0730-1 (비매품)

폐플라스틱 재활용 등 순환경제의
고용영향

