

KEI

연구보고서
2020-14

순환경제 이행 진단을 위한 통합 평가지표 개발 및 활용방안 구축

Development and Utilization of Monitoring Indicators
for Assessing the Transition towards a Circular Economy

조지혜 · 주문솔 · 신동원 · 고인철

■ 저 자 조지혜, 주문술, 신동원, 고인철

■ 연구진

연구책임자 조지혜 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)
 주문술 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)
참여연구원 김중호 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)
 신동원 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)
 고인철 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)

■ 연구자문위원 (가나다 순)

박영실 (통계개발원 사무관)
오세천 (공주대학교 교수)
윤혜리 (한국생산기술연구원 선임연구위원)
이소라 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)
이정임 (경기연구원 선임연구위원)
전 완 (환경부 서기관)
정우현 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)
홍수열 (자원순환사회경제연구소 소장)

© 2020 한국환경정책·평가연구원

발행인 윤 제 응
발행처 한국환경정책·평가연구원
 (30147) 세종특별자치시 시청대로 370
 세종국책연구단지 과학·인프라동
 전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799
 http://www.kei.re.kr
인 쇄 2020년 12월 26일
발 행 2020년 12월 31일
등 록 제 2015-000009호 (1998년 1월 30일)
ISBN 979-11-5980-440-3 93530
인쇄처 (주)범신사 02-720-9786

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처를 표시해 주십시오.
조지혜, 주문술 외(2020), 「순환경제 이행 진단을 위한 통합 평가지표 개발
및 활용방안 구축」, 한국환경정책·평가연구원.

값 9,000원

서 언

전 세계적으로 천연자원의 소비는 지난 세기 동안 8배가량 증가하였으며 이로 인해 자원의 고갈, 폐기물 다량 발생, 자연자본 손실, 생물다양성 감소, 기후변화 등이 초래되고 있습니다. 이에 국내외적으로 기존의 선형경제 구조에서 벗어나 순환경제로 전환하기 위한 구체적인 어젠다 및 전략을 통해 보다 지속가능한 경제구조로 탈바꿈하기 위한 노력을 기울이고 있습니다.

특히 해외에서는 순환경제로의 목표 및 전략을 마련한 이후 자원 전 과정에서의 주요 동향과 패턴을 모니터링 함으로써 순환경제의 다양한 요소가 시간의 흐름에 따라 어떻게 발전해 오고 있는지를 진단·평가하고 있습니다. 이를 통해 현재의 이행 상황을 파악하고, 성공 및 실패 요인을 식별하여 순환경제의 중장기 목표를 향한 새로운 정책을 설정하기 위한 기반을 구축하고 있습니다.

한편, 우리나라의 경우 순환경제의 이행 상황을 진단·평가하기 위한 모니터링 지표가 아직 마련되어 있지 않은 상황입니다. 순환경제 실현을 비전으로 하는 국가 자원순환기본계획에 자원순환 지표가 제시되어 있으나, 해당 지표 모두 분모가 폐기물 발생량에 국한되어 있어 지표 성격이 제품의 폐기 측면으로 제한되어 있습니다.

이에 본 연구에서는 국내 순환경제 사회로의 진척 상황을 진단하기 위해 자원 전 과정에 대한 ‘순환성’을 평가할 수 있는 모니터링 지표를 마련하고, 그간의 추이를 분석함으로써 앞으로의 정책 의사결정에 있어 우선순위를 도출하는 데 기여할 것으로 기대합니다.

올해 한 해 동안 본 연구를 수행한 우리 원의 조지혜 박사, 주문솔 박사, 김종호 박사, 신동원 박사, 고인철 연구원의 노력에 깊은 감사를 표합니다. 그리고 아낌없는 조언으로 연구에 도움을 주신 자문위원 분들께도 감사의 말씀을 전합니다.

2020년 12월

한국환경정책·평가연구원

원장 **윤 제 용**

요약

I. 서론

1. 연구의 배경

- 전 세계적으로 ‘대량 생산-소비-폐기형’의 선형경제 구조 하에서 폐기물 다량 발생, 기후변화, 자원 수급의 불안정성 등 다양한 환경문제가 초래되고 있음
- 앞으로 지속가능발전을 위해서는 기존의 선형경제 구조에서 벗어나 천연자원의 사용을 줄이고 자원의 선순환을 추구하는 순환경제로 전환해 나갈 필요가 있음
- EU, 프랑스, 일본 등 해외 주요국에서는 순환경제로의 이행 상황을 평가하기 위해 ‘순환경제 모니터링 지표’를 개발하여 순환경제의 중장기 목표를 달성하기 위한 새로운 정책 수립에 활용하고 있음
- 국내의 경우 『제1차 자원순환기본계획(2018-2027)』이 수립·추진되어 순환경제 실현을 위한 기반이 마련되어 있으나, 주요 지표가 폐기물 원단위 발생량, 최종처분율, 순환이용률, 에너지 회수율 등 제품의 ‘폐기 단계’로 국한되어 있어 자원의 순환성을 고려하기 어려움
- 이에 제품의 전 주기(생산, 소비, 폐기물 관리, 재생) 단계별 주요 요소를 포괄하고, 자원효율성 및 원재료 관점으로 확대하여 경제에 투입되는 자원의 지속적인 이용을 판단하기 위한 지표 마련이 필요함

2. 연구의 목적

- 본 연구에서는 국내 순환경제 사회로의 이행 상황을 진단하기 위해 자원 전 과정에 대한 ‘자원효율성’ 및 ‘순환성’을 평가할 수 있는 모니터링 지표를 마련하고, 그간의 추이를 분석함으로써 앞으로의 정책 의사결정에 있어 우선순위를 설정하는 데 기여하고자 함

II. 국외 순환경제 모니터링 지표 개발 현황

1. 정부 차원에서 추진된 순환경제 모니터링 동향 분석

- EU, 프랑스, 일본 등 해외 주요국에서는 순환경제 목표 및 전략을 마련한 이후 자원 전 과정에서의 주요 동향과 패턴을 모니터링하고 있음

〈표 1〉 해외 주요국의 순환경제 모니터링 지표 개발 현황

국가/기관	명칭	내용
유럽연합 (EU)	EU Monitoring Framework for the Circular Economy(2018)	순환경제의 4단계(생산과 소비, 폐기물 관리, 이차원료, 경쟁력 및 혁신)에 따라 그룹화 된 10개의 지표로, EU 및 회원국의 순환경제 진전 상황을 보여줌
개별 국가 (National)	France Key Indicators for Monitoring the Circular Economy(2017)	프랑스 경제의 순환성을 모니터링하기 위한 10개의 지표로, EU와의 비교분석을 포함함
	Netherlands Circular Economy Monitoring System(2018)	네덜란드 경제의 순환성을 측정하기 위한 21개의 지표로, 이 또한 EU와의 비교분석을 포함함
	Indicators Used in Japan 3rd Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society (2013)	자원축적량에 초점을 둔 경제(투입, 유통, 산출)에서의 물질흐름에 기반한 지표에 해당함
	China Circular Economy Indicator System(2017)	중국의 지표 시스템은 17개의 특정화된 지표를 포함한 물질흐름에 기반함

자료: EC, “Measuring Circular Economy - New Metrics for Development?”, 검색일: 2020.1.8을 본 연구목적에 맞게 일부 발췌하여 저자 정리.

- EU 집행위원회는 2015년 ‘순환경제 패키지’를 통해 순환경제로의 진전 상황을 평가하기 위한 모니터링 체계의 필요성을 강조함. 이후 기존의 지표들을 참고하여 2018년 순환경제 모니터링 프레임워크를 발표함¹⁾
 - EU의 모니터링 체계는 ‘생산 및 소비’, ‘폐기물 관리’, ‘이차원료’, ‘경쟁력과 혁신’의 4단계로 분류되며, 총 10개 지표로 구성되어 있음

1) EC(2018a), p.1을 참고하여 저자 재작성.



자료: EC(2018c), p.3을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 1〉 EU 순환경제 모니터링 지표체계

- 프랑스는 2015년 「녹색성장을 위한 에너지 전환에 관한 법률」 제70조에 순환경제의 목적을 “채취, 제조, 처분의 선형경제 모델에서 벗어나는 것”으로 명시하고, “지속가능 발전을 위한 생태 전환의 국가전략”에서 천연자원과 탄소의 적절한 사용을 추구하는 새로운 순환경제 모델의 중요성을 강조함
 - 프랑스 ADEME(환경에너지관리부), MEEM(환경에너지해양부), SOeS(지속가능발전 위원회의 모니터링 및 통계부)는 유관 협회 및 산업단체와 함께 순환경제를 모니터링 하기 위해 총 10개 지표를 개발함²⁾
- 네덜란드는 2016년 「2050 네덜란드 순환경제」를 통해 현 세대와 미래 세대를 위한 지속가능한 경제를 목표로 함. 또한 제품의 수명을 연장하고 이를 재활용하여 고품질의 이차원료를 생산함으로써 천연자원의 사용을 저감하는 데 최종 목적을 두고 있음
 - 네덜란드 환경평가청은 통계청 및 국립 공중보건환경연구소와 함께 순환경제 전이 과정 지표와 영향 지표를 구분하여 총 21개 지표를 제안함³⁾

2) ADEME(2017), p.6을 참고하여 저자 재작성.

- 일본은 「순환형 사회형성 추진 기본법」에 의거하여 천연자원의 소비를 억제하고 환경 부하를 줄일 수 있도록 총 4차에 걸쳐 ‘순환형 사회형성 추진 기본계획’을 수립·추진하고 있음
 - 『제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획(2018)』은 순환형 사회 전체상 지표와 7개 부문별 지표를 제시하고 있음. 전자의 경우 물질흐름 지표로 자원생산성, (입구측/출구측) 순환이용률, 최종처분량을 대표 지표로 설정하였으며, 그 외에도 지속가능한 사회형성, 다양한 지역순환공생권 등 7개 부문을 설정하고 각각의 지표를 마련함

2. 민간 차원 및 학계에서의 순환경제 모니터링 동향 분석

- 2020년 1월 지속가능발전을 위한 세계경제인협회(WBCSD)는 기업의 순환성을 측정하는 지표(CTI: Circular Transition Indicators)를 마련하고 지표의 산정방법 및 지표를 이용한 목표 설정 등에 대해 설명하는 매뉴얼(User Manual V1.0)을 발표함
- 엘런맥아더재단(EMF)이 2015년 제시한 물질순환성 평가방법론에는 물질흐름과 다양한 보완 지표가 포함되어 있음. 개발된 지수는 주요 지표, 물질순환 지표, 제품 또는 기업의 물질흐름의 복원 및 재생 정도를 측정하고 추가 영향을 고려할 수 있는 보완지표로 구성되어 있음⁴⁾

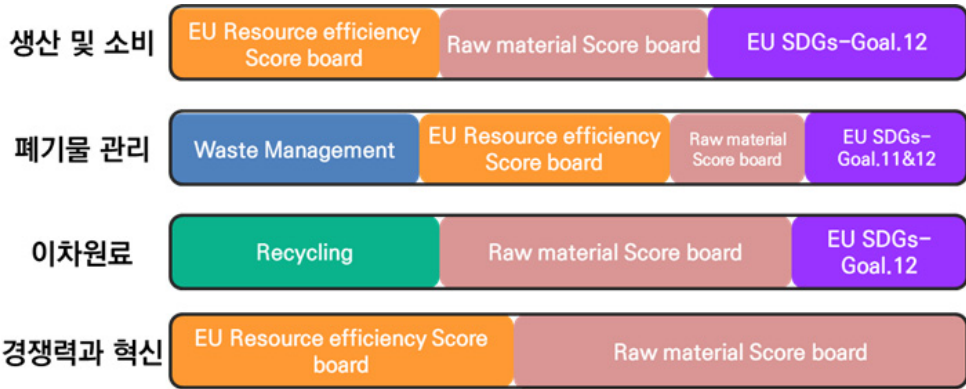
3. 시사점

- 자원의 투입, 사용, 폐기 등의 전 과정에 있어 자원의 효율적인 이용(자원효율성)과 순환성(지속성)을 촉진하기 위해서는 폐기물 처리의 사후 관점에서 더 나아가 사전 예방적 관점에서 정책을 추진해야 하며, 순환경제 이행 상황을 진단 및 평가하기 위한 모니터링 지표 역시 폐기물 측면뿐만 아니라 생산 및 소비 단계를 포함한 전 주기적 측면에서 검토할 필요가 있음

3) PBL(2018), pp.8-9를 참고하여 저자 재작성.

4) Ellen Macarthur Foundation(2015b), pp.5-6을 참고하여 저자 재작성.

- EU 순환경제 모니터링 지표 특성을 분석한 결과, 원재료, 자원효율, 재활용, 지속가능 발전목표(SDGs) 요소가 포함되어 있음을 확인할 수 있음



자료: Eurostat(2019), p.1; EC(2015), pp.9-10; EIP(2018), p.5; EC(2018d), pp.23-26을 참고하여 저자 작성.

〈그림 2〉 EU 순환경제 모니터링 지표 특성 분석

- EU, 프랑스, 일본의 순환경제 모니터링 지표를 종합 검토한 결과, 폐기물 발생 및 재활용률 측면뿐만 아니라 자원생산성, 원재료 자급률과 같은 자원효율 측면, 순환물질 이용률 등의 이차원료 활용 측면, 순환경제 관련 일자리 및 부가가치 등 영향 측면이 포함되어 있음

III. 국내 순환경제 이행 진단을 위한 모니터링 지표 개발

1. 국내 지속가능발전 지표 등 유관지표 특성 분석 및 분류

- 「자원순환기본법」에 따른 『제1차 자원순환기본계획(2018-2027)』 내 자원순환 지표와 『제3차 지속가능발전 기본계획 변경계획(2016-2035)』의 국가지속가능발전목표(K-SDGs) 지표 외에도, 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」에 따른 『제1차 자원순환기본계획(2011-2015)』 내 지표, 통계청의 녹색성장 지표, 『제5차 국가환경종합계획(2020-2040)』 지표 내 순환경제와 관련성이 높은 지표 등을 발췌하여 목록화함

- 이후 각 지표별 의미 및 산정방법을 조사하였으며, 국내 데이터 가용성 측면을 검토함.
본 연구에서는 기존 계획 내 지표를 참고하되, 생산-소비-폐기물 관리-재생원료의 전 주기 측면에서 자원순환성을 진단·평가할 수 있는 지표를 도출하고자 함

2. 국내 순환경제 모니터링 지표(안) 마련

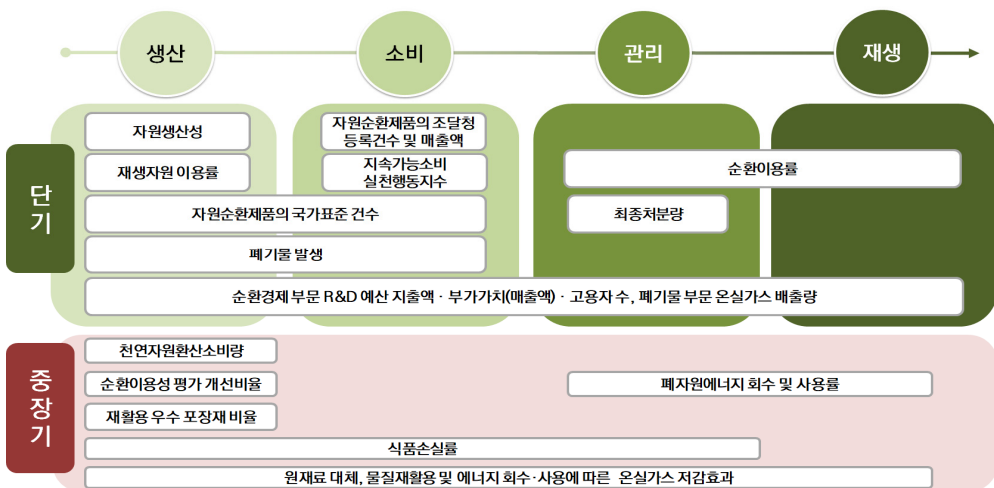
- 국가 자원순환기본계획에서 제시한 생산-소비-관리-재생 단계별 추진전략을 우선 반영하되, 본 연구목적에 맞게 추진전략을 일부 재구성함
 - 총 폐기물 발생량 및 순환이용률 등 지표가 중요하나, 추진전략상에는 생산과 소비 단계가 분리되어 있어 사업장폐기물 및 생활폐기물 개별 지표만 제시할 수 있는 상황임. 또한 자원순환성을 고려한 제품이 친환경 소비와 연계될 수 있도록 생산-소비 단계를 통합하여 검토함
 - 현행 추진전략에는 제시되어 있지 않으나, 순환경제 실현을 위한 지원수단(기술·혁신) 및 이를 통한 순환경제 부문 산업경쟁력(부가가치), 일자리, 기후변화 등의 효과성을 모니터링 할 수 있는 지표에 대해서도 추가 검토함



자료: 저자 작성.

〈그림 3〉 순환경제 모니터링 지표(안) 도출 시 주요 검토사항

- 전문가, 산업계, 시민단체, 통계개발원 등으로 지표위원회를 구성하여 포럼을 개최하였으며, 전문가 세미나 및 자문회의를 통해 각 부문별 의견을 수렴하여 순환경제 모니터링 최종 지표(안)을 도출함
- 본 연구에서는 지표(안)을 크게 대표지표와 보조지표로 구성하였으며, 대표지표는 다시 데이터 가용성 측면을 고려하여 ‘단기’와 ‘중장기’ 지표로 구분함
 - ‘단기’의 경우 현재 통계데이터가 구축되어 있거나 대체 통계로 활용 가능하여 수치를 정량화할 수 있는 지표에 해당함
 - 한편, ‘중장기’ 지표는 관련 통계데이터가 아직 구축되어 있지 않아 이에 대한 진단 및 평가가 이루어질 수 없으나 그 지표의 중요성으로 인해 설정된 항목임. 향후 데이터 보완 및 신규 통계 구축을 통해 모니터링이 진행될 필요가 있음
- ‘순환경제 전 범주’에 해당하는 ‘기술·혁신’, ‘산업경쟁력(부가가치)’, ‘일자리’, ‘기후 변화’ 지표는 생산 및 소비, 관리, 재생의 전 범주에 해당하는 투입 및 성과·영향 지표에 해당함



자료: 저자 작성.

〈그림 4〉 단기 및 중장기 순환경제 모니터링 지표(안)

〈표 2〉 순환경제 모니터링 최종 지표(안)

단계	추진전략	대표지표(단기)	보조지표	증상기
생산 및 소비	국가 자원효율 제고	- 자원생산성 · GDP/DMC · 자원종류별 자원생산성 - 재생자원 이용률	- 천연자원 수입의존도	- 천연자원환산 소비량(RMC)
	생산단계 폐기물 원천감량 촉진 및 생활 속 폐기물 발생 억제	- 폐기물 발생 · 총 폐기물 발생 · 생활폐기물 발생 · 사업장폐기물 발생 · 건설폐기물 발생 · 음식물폐기물 발생 · 의료폐기물 발생		- 식품 손실률
	자원순환성을 고려한 제품 설계 및 자원 효율적인 친환경 소비 촉진	- (표준) 자원순환제품의 국가표준 준수 - (공공) 자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액 - (민간) 지속가능소비 실천행동지수		- 순환이용성 평가 개선비율 - 재활용 우수 포장재 비율
관리 및 재생	재활용 촉진을 위한 배출·수거·선별 체계 혁신 및 미래 고부가가치 재활용 촉진	- 순환이용률 · 생활폐기물 · 사업장폐기물	- 특정 폐기물 순환이용률	- 폐자원에너지 회수 및 사용률
	폐기물 직매립 제로화 및 처리 최적화	- 최종처분량 · 생활폐기물 · 사업장폐기물 · 최종처분율(%)	- 최종처분시설 잔여 수용용량	
순환 경제 전 범주	기술·혁신	- 순환경제 부문 R&D 예산 지출액 · 순환경제 부문 특허출원 수		
	경쟁력	- 순환경제 부문 부가가치(매출액)		
	일자리	- 순환경제 부문 고용자 수 · 순환경제 부문 고용률(%)		
	기후변화	- 폐기물 부문 온실가스 배출량		- 원재료 대체, 물질재활용 및 에너지 회수·사용에 따른 온실가스 저감효과

자료: 저자 작성.

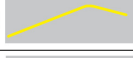



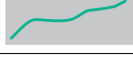



IV. 국내 순환경제 이행 진단·평가 및 활용방안

□ 본 연구에서 도출한 최종 지표(안) 중 대표지표(단기) 및 보조지표를 활용하여 데이터를 수집하였으며, 지표별 시계열적인 분석을 통해 순환경제 이행 상황에 대한 추이를 분석하고 평가함

〈표 3〉 순환경제 모니터링 단기 지표(안)을 활용한 추이 분석 및 진단

지표명	진단	추이
생산·소비	자원생산성 · 국내 경제성장과 자원사용의 디커플링 정도를 평가하기 위함. 2012~2017년 동안 거의 변화가 없었으나, 이후 2018년 자원생산성이 증가한 것으로 나타남	
	재생자원 이용률 · 생산단계에 재투입되는 재생자원의 기여율을 평가하기 위함으로, EU에서 사용 중인 대체 방법론을 활용하여 산정함. 향후 실질적인 통계 구축 필요	
	폐기물 발생 · DMC 대비 폐기물 발생량은 감소하다가 2018년 다시 증가 · 1인당 총 폐기물, 생활폐기물, 음식물폐기물, 의료폐기물 발생량은 증가 추세 · 매출액당 사업장폐기물 발생량은 감소 추세	총 폐기물 발생량/DMC
		생활폐기물 발생량/총인구
		사업장폐기물 발생량/매출액
	자원순환제품의 국가표준 준수 · 우수재활용(GR)+재제조제품 대상 국가표준은 해당 제품의 재활용 및 재제조 시장을 형성하는 기반이 됨 · GR 국가표준 건수는 다양한 품목을 대상으로 지속적인 증가 추세에 있으나, 재제조제품의 경우 대부분 자동차부품 및 토너 카트리지로 유지되고 있어 확대 필요	우수재활용 제품(GR) 국가표준 준수
		재제조제품 국가표준 준수
자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액 · 자원순환제품 조달청 등록건수는 계속 증가하고 있으며 매출액 역시 증가 추세	자원순환제품 조달청 등록건수 	
	자원순환제품 조달청 매출액 	
지속가능소비 실천행동지수 · 자원재활용의 경우 정책적 유인과 지원이 지속적으로 이루어지는 대표적인 영역인 것에 반해, 2015년부터 소비자의 실천행동점수가 하락하고 있어 소비자 행동을 유도하기 위한 정책 설계 필요		

〈표 3〉의 계속

지표명		진단	추이
관 리 · 재 생	순환이용률	· 실질재활용량은 증가하였으나, 폐기물 발생량 증가로 인해 순환이용률은 2019년 감소	2016  2019
	최종처분량	· 폐기물 최종처분량이 2019년 다시 증가하고 있으며, 시도별 최종처분율 역시 높음 · 최종처분시설(민간)의 잔여 가용용량은 2018년 기준 27.4%로 지속적으로 감소	2016  2014  2018
전 영 역	순환경제 부문 R&D 예산 지출액	· 전체 국가 R&D 대비 순환경제 부문 연구지출 비중이 2014년 이후 감소하고 있으며, 특허 출원 수는 증가하다가 2018년에는 소폭 감소	2010  2019
	순환경제 부문 부가가치(매출액)	· 재생용 재료 수집·판매업 및 수리업 중심으로 매출액은 2013년 이후 지속적으로 증가	2009  2018
	순환경제 부문 고용자 수	· 종사자 수는 증가 추세에 있다가 2016년 이후 소폭 감소 · 전체 산업 대비 순환경제 부문 피고용자 비율은 지속적으로 감소	2010  2010  2020
	폐기물 부문 온실가스 배출량	· 폐기물 부문 온실가스 배출량은 증가 추세에 있음	2008  2017

자료: 저자 작성.

- 본 연구에서 도출한 지표 중 재생자원 이용률, 폐자원에너지 회수 및 사용률, 천연자원 환산소비량(RMC), 식품손실률, 물질재활용 및 에너지 회수·사용에 따른 온실가스 배출량 등은 방법론 산정과 함께 통계가 우선적으로 구축될 필요가 있음
 - 재생자원 이용률: 본 연구에서는 EU에서 사용하는 대체 방법론을 활용하여 산정하였으나, 제조단계에 실질적으로 투입된 양에 대한 통계는 부재한 상황임
 - 폐자원에너지 회수 및 사용률: 현재 재활용량 통계는 물질재활용량과 에너지 회수량이 모두 합쳐진 수치로 향후 통계상 분리될 필요가 있으며, 폐자원에너지 회수시설별 에너지 회수량 산정방법이 마련되어야 함
 - 천연자원환산소비량(RMC): 자원소비로 인해 생산되는 1차 가공자원에 대해 천연자원으로 등가환산한 천연자원 소비량에 해당함. 제품 생산 시 원자재등가량(RME: Raw Material Equivalent)을 산정하기 위한 기초통계부터 작성해야 함
 - 식품손실률: 식품 생산에서부터 유통, 소비, 폐기에 이르기까지 각 단계별로 손실되는 양에 대한 데이터 수집이 필요함

5) 허민영, 황미진(2020), p.21.

- 원재료 대체 및 에너지 회수·사용에 따른 온실가스 배출량: 현재는 주로 매립과 소각에 따른 폐기물 부문의 온실가스 배출량이 산정되고 있으나, 앞으로 원재료 대체, 물질재활용 및 에너지 회수·사용 등에 따른 온실가스 배출 저감효과를 정량적으로 도출할 필요가 있음
- 환경산업 통계조사 내 순환경제 산업분류를 포함시키고 기존데이터 수집범위를 확대해야 함
 - 환경산업통계조사 내 ‘자원순환 관리 영역’에는 폐기물 관리기기 제조업, 폐기물 관리 서비스업, 폐자원 에너지화 기기 제조업 등 9개 산업군이 포함되어 있으나, 본 연구에서 순환경제 산업군으로 분류한 수리업, 재사용업 등 관련 업종이 추가될 필요가 있음
 - 이를 바탕으로 환경산업 통계조사 대상, 시기, 방법 등에 순환성을 평가할 수 있는 항목이 포함되어야 함
 - 또한 국내 사업체 총 조사에서 재생원료 사용량을 작성해야 하는 기업범위를 단계적으로 설정하고 작성항목을 지침으로 마련하여 재생원료 시장에 대한 모니터링이 필요함
- 자원순환정보시스템에서는 폐기물 통계뿐만 아니라 국가 자원순환기본계획에서 제시한 자원순환 지표를 산출하여 관리하고 있음. 해당 시스템의 팝업 활용을 통해 순환경제 모니터링 결과를 공개적으로 제공하여 국내 순환경제 이행 상황을 공유할 필요가 있음
- 본 연구에서 도출한 순환경제 모니터링 지표(안)은 국가 자원순환기본계획에서의 자원의 투입, 순환, 폐기 등 각 흐름의 특성을 반영한 통합지표뿐만 아니라 자원순환 촉진을 위한 단계별 대책·계획 및 통계조사 개선 등에 활용할 수 있음
 - 지자체, 주요 업계 등의 자원순환 이행실적 점검 시 지표로서 활용 가능
- 마지막으로, 순환경제는 다부처 정책이 연계되어 있는 분야이므로 순환경제 지표 및 통계 구축 시 환경부, 산업통상자원부, 통계청 등 유관기관 간 협력이 중요함

주제어 : 순환경제, 모니터링, 지표, 자원순환기본계획, 통계조사

| 차례 |

요 약	i
제1장 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	4
3. 연구의 체계 및 방법	4
제2장 국내외 순환경제 정책 동향 및 분석	8
1. 해외 주요국의 순환경제 정책 목표, 어젠다 및 전략 분석	8
2. 국내 순환경제 관련 주요 정책 동향 분석	21
3. 순환경제를 통한 환경적·사회적·경제적 영향 사례	26
제3장 국외 순환경제 이행 모니터링 및 지표 개발 동향 분석	30
1. 정부 차원에서 추진된 순환경제 모니터링 지표 동향 분석	32
2. 민간 차원 및 학계에서의 순환경제 모니터링 동향 분석	70
3. 정부 및 민간 차원의 순환경제 모니터링 지표 시사점	78
제4장 국내 순환경제 이행 진단을 위한 통합 평가지표 마련	82
1. 국내 순환경제 관련 지표 사례 분석	83
2. 국내 순환경제 이행 진단을 위한 통합 평가지표(안) 마련	97
제5장 국내 순환경제 이행 진단·평가 및 활용방안 제시	105
1. 국내 순환경제로의 진척 상황 진단 및 평가	105
2. 순환경제 이행 진단 지표(안) 활용방안	143

제6장 결론 및 제언	154
참고문헌	163
부 록	173
1. 중국 순환경제 모니터링 지표 사례	175
Executive Summary	183

| 표차례 |

〈표 1-1〉 국외 주요국 정부 및 민간 차원에서의 순환경제 모니터링 지표 현황	2
〈표 1-2〉 제1차 자원순환기본계획 내 국가 자원순환 지표 현황	3
〈표 1-3〉 연구 수행전략 및 기대효과	7
〈표 2-1〉 EU 순환경제 실행동계획 주요 내용	12
〈표 2-2〉 프랑스 국가전략 내 순환경제 관련 목표	13
〈표 2-3〉 프랑스 순환경제 로드맵 목표	14
〈표 2-4〉 일본 제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획상의 현안분석	16
〈표 2-5〉 단계 및 세부전략별 지표: 생산-소비-관리-재생	21
〈표 2-6〉 주요 국가별 순환경제 비전	26
〈표 2-7〉 순환경제의 환경적 영향	27
〈표 2-8〉 순환경제의 경제적 영향	28
〈표 2-9〉 순환경제의 사회적 영향	29
〈표 3-1〉 EU 회원국의 순환경제 개요	30
〈표 3-2〉 순환경제로의 진전 상황을 측정하기 위한 정책지표 사례	31
〈표 3-3〉 EU 순환경제 모니터링 지표 현황	33
〈표 3-4〉 EU 순환경제 모니터링 프레임워크 내 지표별 측정치 및 추세	46
〈표 3-5〉 프랑스 순환경제 모니터링 지표에 따른 추세	59
〈표 3-6〉 순환경제 모니터링 시스템 구성요소	61
〈표 3-7〉 네덜란드 순환경제 모니터링 초기지표	63
〈표 3-8〉 일본 제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획 지표 - 전체상 지표	67
〈표 3-9〉 일본 제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획 지표 - 부문별 지표	68
〈표 3-10〉 ReSOLVE 프레임워크	71
〈표 3-11〉 기업경제 내 흐름 평가 기준	73
〈표 3-12〉 EMF 순환경제 지표 분석	76

〈표 4-1〉 국내 순환경제 모니터링 지표(안) 도출방법	82
〈표 4-2〉 제1차 자원순환기본계획 내 자원순환 지표	83
〈표 4-3〉 K-SDGs 내 순환경제 관련 지표	84
〈표 4-4〉 국가계획 내 순환경제 관련 지표 사례	86
〈표 4-5〉 국내 연구사례 내 순환경제 관련 지표	89
〈표 4-6〉 EU 순환경제 모니터링 지표 내용과 국내 유관지표 간 비교	94
〈표 4-7〉 국내외 순환경제 관련지표 정리 예시(2)	96
〈표 4-8〉 순환경제 모니터링 지표 포럼 추진경과	99
〈표 4-9〉 순환경제 지표 포럼별 주요 검토의견	100
〈표 4-10〉 국내 순환경제 모니터링 최종지표(안)	102
〈표 4-11〉 순환경제 모니터링 지표(안)별 산정근거 및 의의	103
〈표 5-1〉 생산 및 소비 단계 지표(안)	105
〈표 5-2〉 재제조 품질 인증기준(유효건수) 수 현황	118
〈표 5-3〉 관리 및 재생 단계 지표(안)	123
〈표 5-4〉 제품군별 전기전자제품 재활용의무율(2020)	127
〈표 5-5〉 순환경제 범주 지표	131
〈표 5-6〉 EU 순환경제 모니터링 지표 내 순환경제 범위	133
〈표 5-7〉 EU 순환경제 범위 및 국내 순환경제 관련 산업분류(안)	134
〈표 5-8〉 순환경제 모니터링 중장기 지표(안) 목록	143
〈표 5-9〉 국가 순환경제 모니터링 중장기 주요 지표(안)의 향후 보완사항	144
〈표 5-10〉 자원순환기본법 내 자원순환통계조사 현황	149
〈표 5-11〉 환경산업통계조사 내용 개선(안)	151
〈표 6-1〉 EU 순환경제 모니터링 지표와 국내 자원순환 지표 비교	155
〈표 6-2〉 국내 순환경제 모니터링 지표(안)	157
〈표 6-3〉 본 연구에서 도출한 순환경제 모니터링 지표(안) 유형 분류	158
〈표 6-4〉 본 연구에서 도출한 순환경제 모니터링 지표(안)와 해외 주요국의 지표 간 비교 ..	159
〈표 6-5〉 순환경제 모니터링 단기 지표(안)을 활용한 추이 분석 및 진단	160

| 그림차례 |

〈그림 1-1〉 순환경제 모니터링 프레임워크(안)	3
〈그림 1-2〉 포럼 구성 및 의견 수렴 절차	5
〈그림 1-3〉 연구 체계 및 구성	6
〈그림 2-1〉 EU 순환경제 패키지 주요 구성	10
〈그림 2-2〉 EU 순환경제 패키지 주요 내용	11
〈그림 2-3〉 일본 제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획 개요	19
〈그림 2-4〉 지역순환공생권의 기능	20
〈그림 2-5〉 국가 지속가능발전목표 비전 및 전략	22
〈그림 2-6〉 국가 지속가능발전목표 추진체계	23
〈그림 2-7〉 국가 환경종합계획 비전 및 목표	24
〈그림 2-8〉 녹색제품 구매 관련 통계	25
〈그림 2-9〉 2030년 순환경제 일자리 영향 전망	29
〈그림 3-1〉 EU 순환경제 모니터링 프레임워크	33
〈그림 3-2〉 EU 원재료 자급률	35
〈그림 3-3〉 EU 공공조달 관리시스템	36
〈그림 3-4〉 EU GDP 대비 폐기물 발생량 추이	37
〈그림 3-5〉 EU 음식물 폐기물 평가 프레임워크 개발 추진체계	38
〈그림 3-6〉 EU 전체 재활용률 추이	39
〈그림 3-7〉 EU 포장재폐기물 재활용률 추이	40
〈그림 3-8〉 EU 플라스틱 포장재폐기물 재활용률 추이	41
〈그림 3-9〉 EU 건설폐기물 회수율 추이	41
〈그림 3-10〉 EU 순환물질 이용률 추이	42
〈그림 3-11〉 EU 전체 희유금속 폐기물 및 총 폐기물 거래량 추이	43
〈그림 3-12〉 EU 순환경제 분야 총 가치 추이	45

〈그림 3-13〉 프랑스 순환경제 모니터링 프레임워크	48
〈그림 3-14〉 프랑스 1인당 국내물질소비량 추이	49
〈그림 3-15〉 프랑스 자원생산성 추이	50
〈그림 3-16〉 프랑스 에코라벨 등록/인증 건수 추이	51
〈그림 3-17〉 프랑스 산업·지역생태학 프로젝트 현황	52
〈그림 3-18〉 프랑스 차량 공유 빈도 추이	53
〈그림 3-19〉 프랑스 음식물폐기물 지표 추이	54
〈그림 3-20〉 프랑스 가정 내 수리 및 유지보수 비용 추이	55
〈그림 3-21〉 프랑스 폐기물 매립률 추이	56
〈그림 3-22〉 프랑스 이차원료 사용 추이	57
〈그림 3-23〉 프랑스 순환경제 고용 추이	58
〈그림 3-24〉 네덜란드 순환경제 지표 개발 기관 및 역할	60
〈그림 3-25〉 네덜란드 순환경제로의 전환 추진체계	62
〈그림 3-26〉 일본의 순환형 사회형성 추진 기본법 및 관련 법체계	66
〈그림 3-27〉 단계별 순환경제 툴킷 적용 방법론	70
〈그림 3-28〉 순환경제 툴킷 적용사례: 덴마크	72
〈그림 3-29〉 순환전환 지표 시스템	72
〈그림 3-30〉 주요 물질흐름 체계	73
〈그림 3-31〉 루프 폐쇄형 공식구조	74
〈그림 3-32〉 회수 유형 및 보유가치	75
〈그림 3-33〉 물질순환성 지표	77
〈그림 3-34〉 EU 순환경제 지표별 연관된 제도 및 지침	78
〈그림 3-35〉 EU 순환경제 지표와 행동계획상 연계성	79
〈그림 3-36〉 EU 순환경제 전략 관련 연구 혁신 지원 분야(2016~2018년)	80
〈그림 3-37〉 EU, 프랑스, 일본 순환경제 모니터링 지표 종합(1)	80
〈그림 3-38〉 EU, 프랑스, 일본 순환경제 모니터링 지표 종합(2)	81
〈그림 3-39〉 EU 순환경제 모니터링 지표 특성 분석	81
〈그림 4-1〉 EU 원재료 스코어보드	83

〈그림 4-2〉 국내외 순환경제 관련 지표 정리 예시(1)	95
〈그림 4-3〉 순환경제 모니터링 지표(안) 주요 검토사항	97
〈그림 4-4〉 지표별 서면자문 의견 수렴 양식	98
〈그림 5-1〉 자원생산성(2010~2018년)	107
〈그림 5-2〉 재생자원 이용률(2011~2018년)	108
〈그림 5-3〉 천연자원 수입의존도(2009~2017년)	109
〈그림 5-4〉 천연자원 자급률(2009~2017년)	110
〈그림 5-5〉 GDP 대비 연간 폐기물 발생량(2009~2018년)	111
〈그림 5-6〉 국내자원소비량 대비 연간 폐기물 발생량(2010~2018년)	112
〈그림 5-7〉 1인당 총 폐기물 발생량(2009~2018년)	112
〈그림 5-8〉 1인당 생활폐기물 발생량(2009~2018년)	113
〈그림 5-9〉 1인당 음식물폐기물 발생량(2009~2018년)	113
〈그림 5-10〉 제품 생산량 및 매출액당 사업장폐기물 발생량(2014~2018년)	114
〈그림 5-11〉 사업장당 사업장폐기물 발생량(2009~2018년)	114
〈그림 5-12〉 자원순환제품의 국가표준 유효건수(2011~2019년)	116
〈그림 5-13〉 우수재활용제품 수 및 인증기준 건수(2011~2019년)	117
〈그림 5-14〉 자원순환제품의 국가표준 유효누적건수(2011~2019년)	117
〈그림 5-15〉 자원순환제품의 조달청 매출액(2010~2018년)	120
〈그림 5-16〉 자원순환제품의 등록건수(2010~2018년)	120
〈그림 5-17〉 지속가능소비 실천행동지수(2013~2019년)	122
〈그림 5-18〉 분야별 지속가능소비 실천행동점수(2013~2019년)	122
〈그림 5-19〉 사업장폐기물 순환이용률(2016~2019년)	124
〈그림 5-20〉 포장재폐기물 재활용률(2009~2018년)	126
〈그림 5-21〉 플라스틱 포장재폐기물 재활용률(2009~2018년)	126
〈그림 5-22〉 전기전자폐기물 재활용률(2017~2019년)	127
〈그림 5-23〉 사업장폐기물 최종처분량/최종처분율(2016~2019년)	129
〈그림 5-24〉 폐기물 최종처분시설(공공)에서의 잔여 가용용량(2009~2018년)	130
〈그림 5-25〉 폐기물 최종처분시설(민간)에서의 잔여 가용용량(2014~2018년)	130

〈그림 5-26〉 순환경제 R&D 과제 데이터 추출과정	132
〈그림 5-27〉 순환경제 부문 R&D 예산 지출액(2010~2019년)	132
〈그림 5-28〉 순환경제 관련 특허출원 수(2010~2018년)	133
〈그림 5-29〉 순환경제 부문 매출액(2009~2018년)	137
〈그림 5-30〉 순환경제 부문 종사자 1인당 연간 매출액(2009~2018년)	137
〈그림 5-31〉 GDP당 순환경제 부문 매출액(2009~2018년)	138
〈그림 5-32〉 순환경제 관련 업종별 매출액 변화	138
〈그림 5-33〉 순환경제 부문 종사자 수(2010~2018년)	139
〈그림 5-34〉 순환경제 부문 피고용자 수(2010~2020년)	140
〈그림 5-35〉 순환경제 업종별 고용 변화	140
〈그림 5-36〉 폐기물 부문 온실가스 배출량(2008~2017년)	141
〈그림 5-37〉 GDP 대비 폐기물 부문 온실가스 배출량(2008~2017년)	142
〈그림 5-38〉 폐기물 부문별 온실가스 배출량(2016~2017년)	142
〈그림 5-39〉 환경산업 통계조사 내 자원순환 관리 영역 재활용제품 유통업 산업분류	150
〈그림 5-40〉 Eurostat 관리지표 데이터베이스 및 EU 모니터링 결과 제공	152
〈그림 5-41〉 순환경제 모니터링 결과 공유방안 예시	153
〈그림 6-1〉 단계별 순환경제 모니터링 지표(안)	158
〈그림 6-2〉 순환경제 모니터링 통계 구축을 위한 협력 거버넌스	162

제1장

서론

1. 연구의 필요성

전 세계적으로 ‘대량 생산-소비-폐기형’의 선형경제 구조 하에서 천연자원의 소비량은 지난 50년 동안 3배 이상 증가하였으며,¹⁾ 이로 인해 폐기물 다량 발생, 자연자본 손실, 생물다양성 감소, 기후변화, 자원 수급의 불안정성 등 다양한 환경문제가 초래되고 있다. 이에 국내외적으로 기존의 선형경제 구조에서 벗어나 순환경제²⁾로 전환하기 위한 구체적인 어젠다 및 전략을 통해 보다 지속가능한 경제구조로 탈바꿈하기 위해 노력하고 있다. 특히 우리나라는 자원과 에너지의 대부분을 수입하는 자원빈국으로, 자원시장의 변동성 및 자원 고갈에 대한 우려가 높아지고 있어 자원의 효율성 및 순환성을 강조하는 ‘순환경제’로 전환해 나갈 필요가 있다.

유럽연합(EU) 등 해외 주요국은 순환경제로의 전환을 위한 목표 및 전략을 마련한 이후 자원 전 과정에서의 주요 동향과 패턴을 모니터링 함으로써 순환경제의 다양한 요소가 시간의 흐름에 따라 어떻게 발전해 오고 있는지를 지표를 통해 진단·평가하고 있다(표 1-1 참조). 이를 통해 현재의 이행 상황을 파악하고, 성공 및 실패 요인을 식별하여 순환경제의 중장기 목표를 향한 새로운 정책을 설정하는 데 활용하고 있다.

특히 EU 집행위원회는 2015년 순환경제 패키지 발표를 통해 ‘순환경제로의 진전을 평가하기 위한 모니터링 체계의 필요성’을 강조하였으며,³⁾ 이후 2018년 자원의 전 주기적 관점에서

1) UNEP(2016), p.64를 참고하여 저자 작성.

2) EC(2015), p.2에서 순환경제를 ‘제품, 물질 및 자원의 가치를 가능한 한 오래 지속시키고, 폐기물의 발생을 최소화하는 경제’로 정의하고 있음.

주요 요소를 포착하는 지표로 구성된 ‘모니터링 프레임워크’⁴⁾를 제시하여 매년 진단 결과를 대시보드를 통해 공개하고 있다.⁵⁾

〈표 1-1〉 국외 주요국 정부 및 민간 차원에서의 순환경제 모니터링 지표 현황

국가/기관	명칭	설명
유럽연합 (EU)	EU Monitoring Framework for the Circular Economy (2018)	순환경제의 4단계(생산과 소비, 폐기물 관리, 이차원료, 경쟁력 및 혁신)에 따라 그룹화된 10개의 지표로, EU 및 회원국의 순환경제 진전 상황을 보여줌
개별 국가 (national)	France Key Indicators for Monitoring the Circular Economy(2017)	프랑스 경제의 순환성을 모니터링하기 위한 10개의 지표로, EU와의 비교분석을 포함함
	Netherlands Circular Economy Monitoring System(2018)	네덜란드 경제의 순환성을 측정하기 위한 21개의 지표로, 이 또한 EU와의 비교분석을 포함함
	Indicators Used in Japan 3rd Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society (2013)	자원축적량에 초점을 둔 경제(투입, 유통, 산출)에서의 물질흐름에 기반한 지표에 해당함
	China Circular Economy Indicator System(2017)	중국의 지표 시스템은 17개의 특정화된 지표를 포함함 물질흐름에 기반함
민간 (private)	Cotec Evaluation of Circular Economy in Spain (2017)	순환성을 평가하기 위한 20개의 지표이며, 스페인에 적용된 프레임워크로 다른 국가들과의 비교분석도 포함함
	Circularity Gap Report (2018)	순환경제의 단일 척도로서 글로벌 순환성 측정항목이 제안됨
	Ellen MacArthur Foundation Circularity Indicators (2015)	주요 지표로서 물질 순환성에 초점을 둠
	Circle Economy Circle Assessment (2017)	순환경제 전략의 실현을 지지하고 기업 활동을 개선하기 위한 7가지 요소에 초점을 둠

자료: European Commission 홈페이지, “Measuring Circular Economy - New Metrics for Development?”, 검색일: 2020.1.8을 본 연구목적에 맞게 일부 발췌하여 저자 재작성.

국내의 경우 『제1차 자원순환기본계획(2018-2027)』이 수립·추진되어 순환경제 실현을 위한 기반이 마련되어 있으나,⁶⁾ 주요 지표가 폐기물 원단위 발생량, 최종처분율, 순환이용률,

3) EC(2015), p.20.

4) EC(2018c), p.4.

5) Eurostat, “Database”, 검색일: 2020.3.5.

6) 관계부처합동(2018), p.39.

에너지 회수율 등 제품의 ‘폐기 단계’로 제한되어 있다(표 1-2 참조). 현재의 폐기 단계 지표만으로는 원료의 투입부터 제품의 생산 및 폐기물 관리, 재생원료의 재투입에 이르기까지 물질 흐름 전반의 순환성을 진단하기가 어렵다.

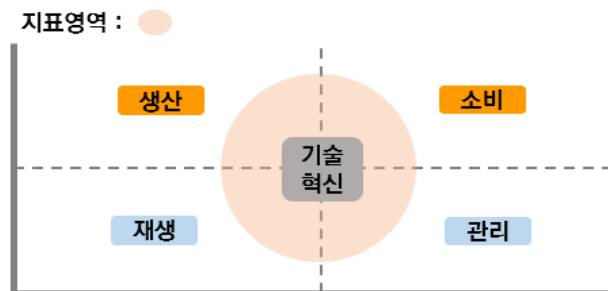
〈표 1-2〉 제1차 자원순환기본계획 내 국가 자원순환 지표 현황

지표	산정방법	단위
원단위 발생량	폐기물 발생량/GDP	톤/년·십억원
순환이용률	실질재활용량/폐기물 발생량	%
최종처분율	최종처분량*/폐기물 발생량	%
에너지 회수율	에너지화된 폐기물/가연성 폐기물 발생량	%

주: *발생 후 바로 매립된 양 및 중간처리를 거쳐 매립된 양의 합.

자료: 관계부처합동(2018), p.41을 참고하여 저자 재작성.

앞으로 산업의 자원생산성 제고 및 재생원료의 활용을 통해 천연자원이 실질적으로 얼마나 대체되고 있는지 등 자원효율성 및 원재료 관점으로 지표를 확대하여 경제계에 투입되는 자원 전반의 지속적인 이용을 판단할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 폐기물 관련 법 외의 다른 법률이나 기본계획에 분산되어 있는 지표들을 동맥산업과 정맥산업 간에 연계되도록 통합성을 강화하고, 산업 부문뿐만 아니라 생활 부문의 시민 참여 및 소비 부문에 대해서도 확대하여 검토할 필요가 있다. 즉, 지표 마련 시 폐기물의 사후처리 관점에서 더 나아가 지속가능발전, 자원효율, 원재료 대체, 기술·혁신 및 일자리 창출 등 순환경제의 주요 요소를 고려하는 것이 중요하다(그림 1-1 참조).



자료: 저자 작성.

〈그림 1-1〉 순환경제 모니터링 프레임워크(안)

2. 연구의 목적

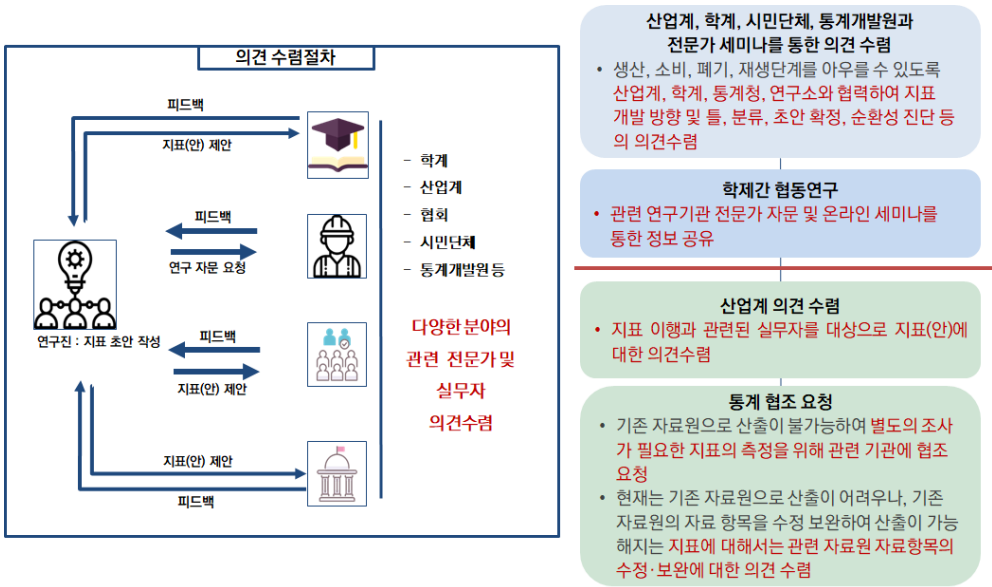
본 연구에서는 국내 순환경제로의 이행 상황을 진단하기 위해 자원 전 과정에 대한 ‘자원 이용 효율성’ 및 ‘순환성’을 평가할 수 있는 모니터링 지표를 마련하고, 그간의 추이를 분석함으로써 앞으로의 정책 의사결정에 있어 우선순위를 설정하는 데 기여하고자 한다. 이를 위해서는 제품 생산, 소비, 폐기물 관리, 재생원료 단계 간 연결고리를 생성하여 원활하게 순환되는 체계를 만드는 것이 핵심이므로, 사전 예방적이고 통합적인 관점에서 각 단계별 연계성을 고려하여 지표(안)을 도출하고자 한다.

3. 연구의 체계 및 방법

우선, 제1장에서는 연구의 필요성, 목적 및 방법을 제시하였으며, 제2장에서는 국내외 순환경제 정책동향을 분석하기 위해 해외 주요국에서의 순환경제 정책 및 국내 「자원순환기본법」을 비롯한 자원순환 정책을 조사하였다. 제3장에서는 EU, 프랑스, 네덜란드, 일본 등 해외 정부 및 민간 차원의 순환경제 모니터링 지표 사례를 분석하였다. 또한 국내 자원순환 지표, 지속가능발전목표 지표 등 순환경제 유관 지표와 연구 차원에서 검토된 선행 지표 사례를 목록화 하여 각 지표별 의미, 방법론 및 통계 가용성 등을 조사하였다.

제4장에서는 앞서의 제3장에서 검토한 내용을 토대로 국가 자원순환기본계획 내 추진전략을 우선 반영하여 지표 초안을 마련하였다. 이때 자원순환성을 고려한 제품이 친환경 소비와 연계될 수 있도록 생산-소비 단계를 통합하는 등 본 연구목적에 맞게 추진전략을 일부 재구성하였다. 또한 현행 추진전략에는 제시되어 있지 않으나, 순환경제 실현을 통한 ‘산업경쟁력 강화’, ‘일자리 창출’, ‘온실가스 배출 저감’의 효과성을 모니터링 할 수 있는 지표에 대해서도 추가 검토하였다.

지표 초안 작성 이후 산업계, 학계 및 연구기관, 시민단체, 통계개발원 등으로 구성된 지표위원회를 구성하여 4차에 걸친 포럼을 진행하였으며, 이 밖에도 전문가 세미나, 실무자 인터뷰, 서면 자문 등 다양한 의견 수렴을 거쳐 최종 지표(안)을 도출하였다(그림 1-2 참조).



자료: 저자 작성.

〈그림 1-2〉 포럼 구성 및 의견 수렴 절차

현재 가용할 수 있는 통계 데이터가 없는 경우라도 그 지표가 의미 있고 중요하다고 판단 될 경우 대체지표(proxy indicator)를 사용하였다. 또한 기존 자료원으로 산출이 불가능 하여 별도의 조사가 필요한 지표의 경우 한국생산기술연구원, 한국환경산업기술원, 한국환경공단 등 유관기관에 협조를 요청하였으며, 현재 기존 자료원으로 산출이 어려우나 이를 수정·보완하여 산출이 가능해지는 지표에 대해서는 관련 자료원 자료항목 수정사항에 대해 실무자 의견 수렴을 진행하였다. 이렇게 도출된 최종 지표 중 대표지표(단기) 및 보조지표를 대상으로 국내 순환경제 이행 상황을 진단하고, 통계상 보완사항과 함께 지표 활용방안을 제시하였다(그림 1-3 참조).



자료: 저자 작성.

〈그림 1-3〉 연구 체계 및 구성

본 연구의 수행전략 및 학술적·정책적 측면에서의 기대효과는 <표 1-3>과 같다.

<표 1-3> 연구 수행전략 및 기대효과

구분		세부방안
연구 수행 방법	지표위원회 구성 및 포럼 개최	· 생산, 소비, 폐기, 재생 단계를 아우를 수 있도록 산업계, 학계, 시민단체, 통계개발원 등으로 구성된 지표위원회 구성을 통해 포럼 개최
	정부기관 유관부서 의견 수렴	· 지표 이행과 관련된 환경부, 통계개발원 등 정부기관 실무자를 대상으로 지표(안)에 대한 의견 수렴
	학계 간 협동연구	· 한국생산기술연구원, 한국환경산업기술원, 경기개발원, 한국소비자원 등 관련 연구기관 전문가 자문 및 세미나 개최를 통한 정보 공유
	별도 조사가 필요한 지표에 대해서는 관련기관에 협조 요청	· 기존 자료원으로 산출이 불가능하여 별도의 조사가 필요한 지표의 경우 관련기관에 협조 요청 · 한국생산기술연구원의 국가통합자원관리시스템, 기업자원관리시스템 및 한국환경공단 등의 자원순환정보시스템 등을 활용한 통계자료 협조 · 현재는 기존 자료원으로 산출이 어려우나, 기존 자료원의 자료항목을 수정·보완하여 산출이 가능해지는 지표에 대해서는 관련 자료원 자료항목 수정사항에 대한 의견 수렴
기 대 효 과	학술적 기여	· 국내 순환경제 이행 진단을 평가하기 위한 지표 개발방법 마련 · 국내 통계데이터 구축 및 모니터링 결과정보 공개방법, EU eurostat 등 해외 사례와의 비교분석을 통한 보완사항 제시 · 학회 발표, KEI 포커스 및 영상보고서 발간을 통한 연구 성과 확산과 정보 공유
	정책적 기여	· 국내 여건에 적합한 순환경제 모니터링 지표를 개발하여 순환성 정도를 평가하고 그 결과를 순환경제 목표 실현을 위한 우선순위 정책 및 맞춤형 지원전략 수립에 활용 · 「자원순환기본법」 하위법령 개정(시행령 제7조 및 제8조, 시행규칙 제10조, 제12조 및 제13조 관련)에 반영: 자원순환 목표 설정·관리, 자원순환 촉진을 위한 단계별 대책·계획 및 통계조사 개선 등 · 국가 자원순환기본계획의 자원의 투입, 순환, 폐기 등 각 흐름의 특성을 반영한 통합지표 개발에 활용 · 순환경제 이행 진단지표 개발 및 모니터링을 통해 환경, 경제 및 사회에 미치는 영향을 포함하여 순환경제의 주요 요소를 포착할 수 있으며, 순환경제로의 전환 추이를 분석하여 모든 조치가 적절하게 시행되고 있는지 여부를 효과적으로 판단할 수 있는 도구 및 정보 제공

자료: 저자 작성.

제2장

국내외 순환경제 정책 동향 및 분석

1. 해외 주요국의 순환경제 정책 목표, 어젠다 및 전략 분석

가. 유럽연합(EU)

2010년 EU 집행위원회는 경제위기에서 탈피하고 낮은 고용률과 같은 사회적 문제를 해결하기 위해 신경경제전략에 해당하는 “유럽 2020 전략(Europe 2020 Strategy)”을 발표하였으며, 이를 통해 지속가능하며 포용적인 성장목표를 제시하였다. 특히, 지속가능한 성장 선도과제로서 ① 자원효율적 유럽(Resource-efficient Europe)과 ② 산업정책(Industry Policy)을 통해 2050년까지 저탄소, 자원효율적, 기후변화에 탄력성이 강한 경제로의 이행을 위한 비전을 수립하고, 제조업 분야가 에너지/자원 효율성을 높이도록 지원하는 등 경쟁력을 확보할 수 있는 환경을 구축하기 위한 방향을 설정하였다.⁷⁾

이후 2014년 총 5개 정책문서를 발표하였으며, 이 중 “순환경제를 향해: 유럽의 폐기물 제로화 프로그램(Towards a Circular Economy: A Zero Waste Programme for Europe)”을 통해 선형경제에서 순환경제로 전환하기 위한 방향을 제시하였다.⁸⁾ 이 프로그램은 앞서의 “유럽 2020 전략”의 주요 이니셔티브 중 하나인 자원효율을 실현하기 위해 폐기물을 자원으로 전환하여 폐기물 제로화를 지향하고 있다. 또한 이 문서에서 순환경제를 ‘제품의 부가가치

7) EC(2010), p.9를 참조하여 저자가 요약·정리하였다.

8) EC(2014), p.2. 유럽 집행위는 총 5개 정책문서를 발표함(2014.7): ① Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe; ② Legislative proposed amending Directives 2008/98/EC on waste; ③ Green action plan for SMEs enabling SMEs to turn environmental challenges into business opportunities; ④ Green Employment Initiative: Tapping into the job creation potential of the green economy, ⑤ Resource efficiency opportunities in the building sector에 해당함.

를 최대한 오래 지속시키고, 폐기물의 발생을 줄이는 경제 시스템”으로 정의하고 있다.

2015년 12월, EU 집행위원회는 제품 전 주기를 고려한 “순환경제 패키지(Circular Economy Package)”를 최종 채택하였으며, 이를 통해 순환경제로의 전환을 위한 구체적인 실행방안을 마련하였다.⁹⁾ 또한 제품의 생산, 소비, 폐기물 관리, 이차원료 시장까지 모든 영역을 포괄하고 있으며, 특히 순환경제로의 이행 상황을 파악하기 위한 모니터링의 필요성을 강조하였다. 이후 2018년 EU 회원국에 공통적으로 적용할 수 있는 “순환경제 모니터링 프레임워크(Circular Economy Monitoring Framework)”를 제시하였다.

2019년 12월, EU 그린 딜(Green Deal)을 발표하였으며, 이를 달성하기 위한 주요 정책 분야로 ‘순환경제’가 포함되어 있으며, 이의 일환으로 올해 3월 순환경제 실행동계획(New Circular Economy Action Plan)이 발표되었다. 이 중 EU 순환경제 정책에서 중심적인 역할을 하는 ‘순환경제 패키지’와 ‘순환경제 실행동계획’의 주요 내용을 보다 상세하게 살펴 보고자 한다.

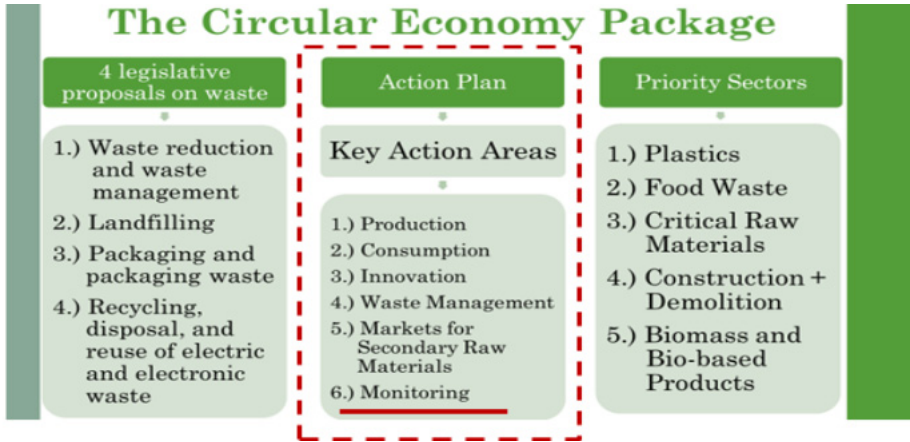
1) 순환경제 패키지(2015)¹⁰⁾

EU 집행위원회는 2015년 제품 전 주기를 고려한 종합적인 정책인 순환경제 패키지를 발표하였다. 이는 크게 “순환경제 행동계획”과 “폐기물 관련법령 개정안”으로 구분된다(그림 2-1 참조). 순환경제로의 전환을 통해 지속가능한 경제성장, 새로운 일자리 창출 및 국제 사회에서의 경쟁력 강화를 도모하고자 하며, 혁신을 통한 자원 효율적인 생산·소비 방식으로 신규 비즈니스 기회를 창출해 나가고 있다.¹¹⁾

9) European Commission 홈페이지, “First Circular Economy Action Plan”, 검색일: 2020.3.8.

10) EC(2015)를 참조하여 요약·정리하였으며 그 외 출처는 별도 표기하였다.

11) CPA(2017), p.4.



자료: Viatko Andonovski(2017), p.21.

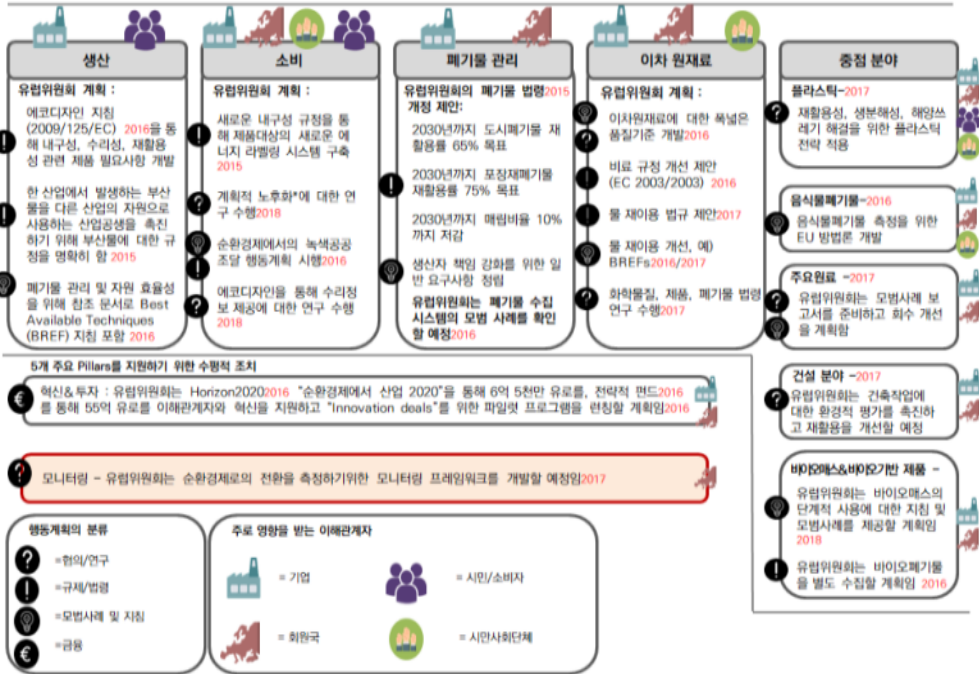
〈그림 2-1〉 EU 순환경제 패키지 주요 구성

특히 “EU 순환경제 행동계획”에서는 순환을 통해 루프(loop)가 닫히는 체계를 구축하기 위해 제품의 생산, 소비, 폐기물 관리, 이차원료 시장까지 전 영역을 포괄하는 전략을 수립하고, 이를 혁신과 투자를 통해 촉진하고 있다. 첫째, 생산 단계는 동맥산업과 정맥산업이 연계되는 영역으로 산업계의 역할이 매우 중요하다. 제품의 내구성 및 수리 용이성을 고려하고 재사용·재활용이 가능하도록 제품을 설계하기 위한 유인책으로 인센티브가 필요함을 제시하고 있다. 또한 산업공생과 재제조 등을 확대하기 위한 연구 프로그램을 “Horizon 2020”을 통해 지원한다. 둘째, 소비 단계에서는 온라인 판매 제품의 내구성과 수리 가능성을 보장하고, 생산된 제품의 내구성을 증대시키기 위해 에코디자인 지침 개정 시 부품교체나 수리 관련 정보를 제공하는 등 기준을 포함시킬 계획이다. 또한 공공기관의 물품 조달 시 제품의 내구성과 수리 가능성을 고려한 녹색공공조달에 중점을 두고 있다. 셋째, 폐기물 관리 단계에서는 재활용을 촉진하고, 매립을 줄이기 위한 경제적 수단과 함께 EU 회원국 간 비교 가능한 통계 구축을 강조하고 있다. 넷째, 이차원료 단계에서는 해당 원료의 사용을 촉진해 나가기 위해 품질기준을 개발해 나갈 예정이다.

이와 함께 EU가 순환경제로 전환해 나가고 있는지를 파악하기 위한 모니터링의 필요성이 제기되었으며, 이에 따라 2018년 1월 순환경제 모니터링 지표가 확정되었다(그림 2-2 참조).

순환경제 패키지

비전:
 지속가능한 발전, 탄소저감, 자원효율적이고 경쟁력 있는 경제.
 2030년 까지의 UN 지속가능발전목표 달성, 주요 목표 12 : 지속가능한 소비&생산 패턴
 순환경제 패키지는 5개의 Pillars로 구성되며 각 Pillar 별로 목표로 하는 행동계획이 있을, 아래에서 각 기호는 행동계획의 종류 또는 주요한 영향을 받는 이해관계자를 나타냄



자료: CSR Europe, "The Circular Economy Package", 검색일: 2020.4.13을 번역하여 저자 재작성.

〈그림 2-2〉 EU 순환경제 패키지 주요 내용

2) 순환경제 실행동계획(2020)

EU 집행위원회는 그린 딜의 일환으로 2020년 3월, "순환경제 실행동계획"을 통해 이해관계자 간 협력을 통한 향후 의제를 마련하였다. 이는 지속가능한 제품 정책 프레임워크, 주요 제품 가치사슬, 폐기물 저감 및 가치 상승, 국제 수준의 영향, 모니터링 진행 상황의 내용 등을 다루고 있다(표 2-1 참조).¹²⁾

12) EC(2020), p.3을 참고하여 저자 재작성.

〈표 2-1〉 EU 순환경제 실행동계획 주요 내용

단계	주요 내용
지속가능한 제품 정책 프레임워크	· 지속가능한 제품설계, 소비자 역량강화, 생산단계 내 순환성 증진 도모
주요 제품 가치사슬	· 전자제품 및 ICT, 배터리·자동차 포장재, 플라스틱, 섬유, 건설, 음식물·물·영양분의 가장 많이 사용하는 자원 분야를 대상으로 순환성을 확보하여 가치사슬 및 생산공정에서 자원을 절약하고 부가가치를 창출
폐기물 저감 및 가치상승	· 폐기물 저감 및 순환 관련 제도 강화를 통해 폐기물 발생을 줄이고 유해물질을 관리 및 제거하여 환경안전과 이차원료 안정성 확보
지역단위 순환성 제고	· 일자리 창출 및 순환경제 관련 기술 교육훈련 지원 · 지역 경제전략 수립 및 지역 산업구조에서의 가치사슬 강화 · 순환 도시 이니셔티브를 위한 지원
국제 수준의 영향	· 국가별 폐기물 기준 표준화 등 이차원료 시장의 기능을 개선하고 제3국 등으로의 폐기물 수출 제한을 통해 타국의 환경영향을 줄이고, EU 내 재활용 산업의 촉진을 도모
모니터링 진행상황	· 순환성, 기후중립성, 오염물질 제로화를 고려하여 다양한 방향으로 지표 개선 · 생산 및 소비 패턴과 물질소비 및 환경적 영향을 보여주는 소비·물질발자국을 포함한 자원사용 지표개발을 통해 경제성장과 자원사용 간 디커플링 상태 모니터링

자료: EC(2020), p.3, p.6, p.12, pp.15-16, pp.18-19를 참고하여 저자 작성.

EU 집행위원회는 순환경제를 통한 EU 산업전략을 경제성장의 기회로 활용하기 위해 제품 정책 프레임워크를 구축하였다. 특히, 자원집약적 품목을 대상으로 순환성을 확보하여 생산공정에서의 자원 사용 저감 및 부가가치 창출을 통해 경제적 기회를 창출하고자 하였다. 또한 전자제품·ICT, 배터리·자동차 포장재, 플라스틱 등 7개 분야에서 행동계획을 제시하고, 제도 개선을 통해 환경성 및 재활용성을 확대할 계획이다. 이는 기존 “순환경제 행동 계획” 대비 중점내용을 보완하는 방향으로 마련되었으며, 시민과 이해관계자 대상 컨설팅 강화 및 모니터링 결과에 따른 정량적 수치에 기반한 정책 도출을 강조하고 있다.

나. 프랑스

1) 녹색성장을 위한 에너지 전환에 관한 법률(2015)¹³⁾

프랑스는 2015년 제정한 「녹색성장을 위한 에너지 전환에 관한 법률(Law on Energy Transition for Green Growth) 제70조에서 순환경제의 목적은 “채취, 제조, 처분에서 선형경제 모델에서 벗어나는 것”이라고 명시하였다.¹⁴⁾ 해당 법률에 따른 「생태전환 및 지속 가능한 발전을 위한 2015-2020 프랑스 국가전략」에서는 새로운 자원효율적 사회 구축을 위해 순환 및 저탄소 경제 촉진을 채택하고, 이를 실현하기 위한 목표 및 방안을 제시하고 있다(표 2-2 참조).

〈표 2-2〉 프랑스 국가전략 내 순환경제 관련 목표

구분	내용
목표	<ul style="list-style-type: none"> · 생산, 유통, 소비 패턴 변화 · 비재생자원에 대한 경제의존도 저감 · 자원효율적이고 혁신에 기반한 새로운 산업 및 농업 정책 개발 · 영역 및 지역차원의 이니셔티브 추진
방안	<ul style="list-style-type: none"> · 2016년 1월부터 일회용 비닐봉투 금지 · 전기차에 대한 세금혜택 및 충전포인트 지급 · 지역차원 프로젝트 폐기물 제로화 추진 · 불법매립지 처리

자료: Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy(2015), p.8을 참고하여 저자 재작성.

2) 순환경제 로드맵(2018)

2017년 프랑스는 순환경제 모니터링을 위한 지표를 개발하고, 그 이듬해인 2018년 4월 프랑스 경제의 생태학적, 사회적 전환을 위한 “순환경제 로드맵(Road Map for the Circular Economy)”을 수립하였다. 본 로드맵을 통해 생산, 소비, 폐기의 과정에서 자원의 고갈과 같은 현재 선형경제 시스템의 문제점을 지적하며, 제품수명 연장, 폐기물 발생 억제, 대체자원으로의 전환 등 순환경제로 나아가야 함을 명시하고 있다.¹⁵⁾ 이는 생산, 소비, 폐기물

13) 프랑스 법제부, “LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 Relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte”, 검색일: 2020.2.3.

14) 프랑스 법제부, “LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 Relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte”, 검색일: 2020.2.3.

관리 및 전 범주로 이루어진 구성요소에 따라 순환경제 전환을 위한 목표 및 50개의 로드맵으로 구성되어 있다(표 2-3 참조).

〈표 2-3〉 프랑스 순환경제 로드맵 목표

구성요소	목표
생산	<ul style="list-style-type: none"> · 환경적 성과를 통한 제품 차별성 및 업그레이드 촉진 · 비(非)재생자원 활용 축소를 통한 생산 개선 · 이차원료 이용 확대 · 순환경제 관련 직업 대상 교육 추진 및 일자리 창출
소비	<ul style="list-style-type: none"> · 책임 있는 소비를 위한 소비자의 수단 확대 · 제품수명 연장 · 사회적·공익적 차원에서 수리 부문의 지속 가능한 일자리 창출 · 식품폐기물 대응
폐기물 관리	<ul style="list-style-type: none"> · 재활용 가능 폐기물 100% 수집 · 프랑스 시민들이 폐기물을 분리하기 용이하도록 만들기 · 2,200만 톤에 달하는 버려지는 유기성폐기물 활용 · 폐기물 관리를 위한 재정적 인센티브 확대 · 금속, 종이, 목재, 플라스틱, 유리 등 재활용이 용이한 5대 폐기물 관련 이를 대량 배출하는 사업체 및 공공기관을 대상으로 의무 부여 · 건설 및 철거 시 발생하는 건설폐기물의 재활용 목표 설정
사회 구성원의 참여	<ul style="list-style-type: none"> · 모든 구성원을 대상으로 순환경제에 대한 교육 및 훈련 · 공공조달을 통한 참여 · 지역당국과 기업의 참여 · 적절한 재정적 수단을 통한 순환경제 전환 지원

자료: Ministry for an Ecological and Solidary Transition(2018), p.10, p.14, p.19, p.29를 참고하여 저자 재작성.

2014년 기준, 프랑스의 생활폐기물 회수율은 39%로, 주변국(독일: 65%, 벨기에: 50%)에 비해 낮은 수준이며, 플라스틱 포장재의 재활용 수준 역시 20%로 EU 평균(30%) 대비 낮은 상황이다.¹⁶⁾ 프랑스는 이를 고려하여 순환경제로 나아가기 위한 구체적인 폐기물 관리 목표를 설정하였다.¹⁷⁾

15) Ministry for an Ecological and Solidary Transition(2018), p.2.

16) Ministry for an Ecological and Solidary Transition(2018), p.2.

17) Ministry for an Ecological and Solidary Transition(2018), p.2.

- 2010년 대비 2030년의 GDP당 자원소비량 30% 절감
- 2010년 대비 2025년까지 무해폐기물의 매립량 50% 절감
- 2025년까지 플라스틱 100% 재활용
- 온실가스 배출 저감: 매년 플라스틱 재활용을 통해 800만 톤의 CO₂ 배출 저감
- 새로운 일자리 30만 개 창출

다. 일본 순환형 사회형성 추진 기본계획¹⁸⁾

일본은 「순환형 사회형성 추진 기본법」 제15조에 기초하여 천연자원의 소비를 억제하고 환경부하가 가능한 저감될 수 있도록 순환형 사회형성 추진 기본계획을 추진하고 있다. 2003년에 제1차, 2008년에 제2차, 2013년에 제3차 등 5년 단위로 기본계획을 수립하고 있으며, 가장 최근인 2018년 6월에 『제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획』이 제시되었다.

2003년 제1차 기본계획 수립 당시의 기본 원칙을 살펴보면, 배출자책임, 확대생산자책임, 발생 억제/재사용 우선, 경제적 수법 추진, 정맥산업 육성, 정보기반 정비, 적정처리 추진 등 배출된 폐기물을 적정하게 처리하고 재활용/재사용하는 기본적인 내용을 담고 있다. 이러한 원칙은 2007년 제2차 기본계획 수립 당시 자원 확보, 저탄소사회/자연공생사회와의 통합적 대책, 지역순환권, 국제적 대응 등으로 확대되면서 통합적이고 중층적 순환(지역순환, 국제적 순환)의 개념을 제시함으로써 물질순환을 보다 강조하는 방향으로 진전되었고, 이는 제4차 기본계획까지 유지되고 있다.¹⁹⁾

제4차 기본계획에서는 구체적인 정책목표 및 과제를 도출하기 위해 미래상을 먼저 설명하는 백캐스팅(backcasting) 기법을 사용하였다. 백캐스팅 방식은 기존 시스템의 개선이나 부분적인 개편이 아니라 완전히 새로운 시스템으로의 전환을 고려하는 것으로,²⁰⁾ 전문가에 의한 결정이 아닌 각 이해관계자 그룹 워크숍에서 집단지성을 통해 아이디어를 수집하고 합의에 의해 결정하는 방식이다.²¹⁾

18) 일본 환경성(2018), pp.1-30의 내용을 주로 발췌 및 정리하였으며, 그 밖에 다른 연구 및 보고서에서 참조한 자료는 별도 각주로 표기하였다.

19) 일본 환경성, “순환형 사회형성 추진 기본계획 책정을 위한 구체적 지침에 관하여”, 검색일: 2020.5.21.

20) 성지은, 정병걸, 송위진(2012), pp.81-84.

21) Cuginotti, Miller, and Pluijm(2008), p.29.

일본 환경성 중앙환경심의회 순환형사회부회에서 기본계획의 초안을 지속적으로 검토하여 수정하는 절차를 거쳐 수립되었으며, 심의위원은 국공립연구기관, 대학, 지자체, 관련 기업, 소비자단체, 경제단체 등 25인으로 구성되어 있다.²²⁾ 중앙환경심의회 논의내용을 검토해 보면, 지난 제3차 기본계획의 진전 상황과 문제점 등에 대해 농림수산업성, 경제산업성, 국토교통성 등 유관 부처 및 산업계 등 이해관계자의 의견을 듣고 검토하는 과정을 거친 것으로 판단된다. 환경성이 주로 추진하고 있는 정책을 골조로 하고 있으며, 이에 더하여 건축물의 수명연장화, 식품리사이클법에서의 식품관련사업자의 감량목표, 산업 분야에서의 자원생산성이나 재활용률 향상 등 타 부처 연계정책을 일부 포함하고 있다. 일본 제4차 기본계획 수립 당시의 문제의식을 정리하면 <표 2-4>와 같다.

<표 2-4> 일본 제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획상의 현안분석

현안	주요 내용
불확실성이 증가하는 세계와 국제협조 추진	<ul style="list-style-type: none"> - 세계 인구 증가와 경제성장에 의해 중장기적으로 자원 제약이 커질 것으로 예상되며, 중국 등 신흥국의 경제발전과 자원정책으로 자원가격 급등, 광물 자원의 등급 저하, 부적절한 자원 채굴이나 폐기물에서의 금속 추출에 따른 환경파괴와 건강피해 등 자원 확보를 둘러싼 분쟁 발생 우려 - 식량자원에 대해서도 중장기적 수급이 어려울 것으로 우려되며, 세계 영양 부족 인구는 감소 추세임에도 여전히 높은 비율인 반면, 식품손실이 대량 발생 - 개발도상국에서의 자원소비량, 폐기물 및 유해물질 배출량이 급격히 증가함에도 순환형 사회 형성을 위한 제도·시스템·기술이 부족하여 생활환경 악화, 자원순환체계가 잘 갖추어지지 않은 채 폐기물이나 유해물질의 부적정한 수출입 증가 우려 - SDGs, G7 도야마 물질순환 프레임워크(자원효율성 향상, 3R추진), G20 자원 효율성 선언, 해양쓰레기에 대한 G20 행동계획, 아태 3R 포럼, 국제적인 화학물질 관리를 위한 전략적 접근(SAICM)에서는 전기전자제품의 전 과정에서의 유해물질 관리가 신규 정책과제로서 2020년에 향후 추진 틀이 마련될 예정임 - 신흥국을 중심으로 인구 증가와 경제발전에 의해 여러 문제가 발생하고 불안정한 세계 가운데 지속가능한 사회를 위한 국제협력 대응이 추진되고 있음
국내 인구 감소 및 저출산고령화 진전, 지역쇠퇴	<ul style="list-style-type: none"> - 인구 감소에 의한 폐기물 발생량 감소 및 폐기물 처리나 자원순환담당자 부족, 재생자원의 수요 부족 등의 과제 우려 - 지역주민의 공동체 기능 저하, 고령화로 인한 거점수거나 집단회수 어려움 증가, 쓰레기 배출이 어려워지는 고령자 증가, 쓰레기 저장 증가(쓰레기 집) 등 문제 우려

22) 일본 환경성, “순환형사회부회”, 검색일: 2020.5.20.

〈표 2-4〉의 계속

현안	주요 내용
일본경제의 장기침체와 Society 5.0	<ul style="list-style-type: none"> - 장기침체를 타파하고 보다 적은 자원으로 중장기적인 성장을 실현하기 위해 4차 산업혁명이라 불리는 IoT 도입 필요 - 부가가치를 창출하는 경쟁력의 원천이 ‘물건’이나 ‘돈’인 종래 시스템에서 ‘집약화’, ‘균일화’가 중심이었다면, 4차 산업혁명 진전에 의해 ‘사람’, ‘데이터’로 이동하는 Society 5.0의 경제시스템을 통해 보다 적은 자원으로 큰 부가가치를 창출할 수 있음
국내 순환형 사회 형성 추진과 최근 상황	<ul style="list-style-type: none"> - 2000년부터 10년에 걸쳐 자원생산성 50% 향상, 순환이용률 5% 향상, 최종 처분량 70% 감소 등 진전을 보이고 있으나, 최근 제자리걸음을 하고 있음 - 불법투기와 부적정 처리도 근절되지 않았고, PCB나 석면 등 POPs 폐기물과 같은 유해 폐기물의 적정 관리가 필요함
원자력발전소 사고에 의해 방출된 방사성물질에 의한 환경오염으로부터 재생과 부흥	<ul style="list-style-type: none"> - 토양 제염 추진 - 지정폐기물의 보관 및 단계적 처리방침 - 지진피해지의 복구 및 부흥
대규모 재해 발생빈도 증가와 대책	<ul style="list-style-type: none"> - 대량 발생하는 재해폐기물 처리 정체 시 복구·부흥 지연으로 사전 대응 필요
국민의식 변화	<ul style="list-style-type: none"> - 사회공헌이나 자연환경 보호활동 의식은 2009년경까지 증가했지만 최근에는 감소하고 있음 - 구체적인 3R 행동 실시율도 쓰레기 분리배출이나 리필제품 사용 등은 60%가 넘는 시민이 실시하고 있지만, 일회용품 사용이나 불필요한 물건 구매 자제, 재사용품 구입 등을 실천하는 시민은 20% 이하
자원순환 및 적정처리 담당인력 확보	<ul style="list-style-type: none"> - 인재 확보, 육성 및 기술 향상 필요 - 산업 폐기물의 경우 적절한 처리에 더해 자원순환의 고도화나 저탄소 등에 대응하는 우량 산업 폐기물 처리업체 육성 필요 - 우량 기업체 평가를 통해 경영 기반을 확보하고 배출자와 처리자 간 파트너십 구축 필요

자료: 일본 환경성(2018), pp.1-11을 참고하여 저자 재작성.

먼저 자국 외 정세로 신흥국의 인구 증가와 경제 발전에 의한 자원 소비 증가가 자원 확보를 둘러싼 분쟁을 강화시키고 있어, 자원수입국인 일본에서는 자원의 국외의존도를 낮추기 위해 재생자원의 순환을 극대화하는 방향으로 정책을 추진하고 있다. 자국 내 정세로는 인구감소와 고령화로 인한 인력 부족, 수요 부족, 장기침체 등의 문제가 있다. 이를 극복

하기 위해 인재 육성, 폐기물 처리의 효율화 추진, 4차 산업혁명 기술을 활용하여 적은 자원 소비로도 부가가치를 창출하는 산업 형태로의 전환을 추진하고 있다. 이후 도출된 미래상은 다음과 같으며, 각 항목별 내용과 그에 대한 정책 대응 내용은 <그림 2-3>과 같다.

- ① 지속가능한 사회 형성과의 통합적 대응
- ② 지역순환공생권 형성에 의한 지역 활성화
- ③ 라이프사이클 전체에서의 자원순환 극대화
- ④ 적정처리 추진과 환경재생
- ⑤ 재해 폐기물 처리체계 구축
- ⑥ 적절한 국제자원순환체계 구축과 순환산업의 해외진출
- ⑦ 순환 분야 기반 정비

지속가능한 사회형성과의 통합적 대응				
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 누구나 지속가능한 형태로 자원을 이용할 수 있고, 환경부하가 지구 환경용량 내로 억제되고, 건강하고 안전한 생활과 건강하고 다양한 생태계가 확보되는 세계 ✓ 환경, 경제, 사회적 측면을 종합적으로 향상 				
지역순환경생권 형성에 의한 지역활성화 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 지역의 자원생산성 향상 ✓ 생물다양성 확보 ✓ 저탄소화 ✓ 지역활성화 ✓ 재해에 강한 콤팩트설계로 강인한 도시만들기 	라이프사이클 전체에서의 엄격한 자원순환 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 제4차산업혁명에 의해 "필요한 물질·서비스를, 필요한 사람에게, 필요한 시간에, 필요한 만큼만 제공한다" 	적정처리 추진과 환경재생 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 폐기물 적정처리 (시스템, 체계, 기술의 적절한 정비) ✓ 지역환경의 재생 (해양쓰레기, 불법 투기, 빈집 등) ✓ 지진피해지역의 환경재생, 미래 지향적 부흥 	재해 폐기물 처리 체계의 구축 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 재해 폐기물의 적정·신속 처리 (평상시보다 중층적 폐기물처리시스템) *중층적 폐기물처리: 지자체-광역-전국 수준 중층적으로 연계를 강화한 폐기물 처리 	적정한 국제자원 순환체계 구축과 순환산업 해외진출 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 적정한 국제자원순환 체계 구축, 국내 순환산업의 해외진출에 의해 자원효율성을 높이고, 건강하고 안전한 생활과 다양한 생태계 확보된 세계
순환 분야 기반 정비				
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 정보기반 정비·갱신, 필요한 기술의 지속적 개발, 인재육성 ✓ 다양한 주체가 순환형 사회 형성을 이끌어가는 책임감을 자각하고 행동하는 사회 				

장래상

	2000년도	2015년도	2025년도 목표	
자원생산성(만엔/톤)	24	38	49 (+102%)	
입구측 순환이용률(%)	10	16	18 (+8포인트)	
출구측 순환이용률(%)	36	44	47 (+11포인트)	
최종처분량(백만톤)	57	14	13 (▲77%)	()내 수치: 2000년대비

목표치

지속가능한 사회형성과의 통합적 대응				
<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역순환경생권 형성 ○ 공유 등 2R 비즈니스 촉진 및 평가 ○ 가정계 식품손실 삭감을 위한 국민운동 ○ 고령화사회에 대응한 폐기물처리체계 ○ 미이용간벌재 등 에너지원으로서의 활용 ○ 폐기물 에너지화 활용 극대화 ○ 미세플라스틱을 포함한 해양쓰레기 대책 ○ 재해 폐기물 처리 사업의 원활화·효율화 추진 ○ 폐기물·재활용 분야 인프라의 해외진출 				
지역순환경생권 형성에 의한 지역활성화 <ul style="list-style-type: none"> ○ 지역순환경생권 형성 - 과제 발굴 - 타당성조사 지원 ○ 콤팩트로 강인한 마을 만들기 ○ 바이오매스의 지역 내 재활용 	라이프사이클 전체에서의 엄격한 자원순환 <ul style="list-style-type: none"> ○ 개발설계 단계에서 자원효율화 추진 ○ 공유 등 2R 비즈니스 촉진 및 평가 ○ 소재벌 대응 <ul style="list-style-type: none"> - 플라스틱 전략 - 바이오매스 - 금속(도시광산이용) - 토석·건설재료 - 태양광발전설비 - 기저귀 재활용 	적정처리 추진과 환경재생 <ul style="list-style-type: none"> ○ 적정처리 <ul style="list-style-type: none"> - 안정적·효율적 처리 - 지역에서 새로운 가치를 창출하는 처리시설 - 환경산업 전체의 건전화·진흥 ○ 환경재생 <ul style="list-style-type: none"> - 미세플라스틱을 포함한 해양쓰레기 대책 - 빈집·빈방보 대책 ○ 동일본대지진으로 부터의 환경재생 	재해 폐기물 처리 체계의 구축 <ul style="list-style-type: none"> ○ 지자체 <ul style="list-style-type: none"> - 재해 폐기물 처리계획 - 국민에 정보발신, 소통 ○ 지역 <ul style="list-style-type: none"> - 지역불러걸음위원회 - 공동훈련, 인재교류, 세미나 개최 ○ 전국 <ul style="list-style-type: none"> - D.Waste-Net 체계 강화 - 재해 거점 폐기물 처리시설 - IT 최신기술 활용 	적정한 국제자원 순환체계 구축과 순환산업 해외진출 <ul style="list-style-type: none"> ○ 국제자원순환 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외에서 발생한 이차 자원을 일본 환경친진 기술을 활용하여 적정 재활용 - 아시아-태평양 3R추진 포럼을 통해 정보공유 추진 ○ 해외진출 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 고품질 환경인프라를 제도·시스템·기술 등 패키지로 해외진출 - 재해 폐기물 대책 노하우 제공, 피해국가 지원
순환분야 기반 정비				
<ul style="list-style-type: none"> ○ 전자매니페스트를 포함한 정보 활용 ○ 기술개발 등(폐기물분야 IT활용) ○ 인재육성, 캠페인 등(Re-Style 캠페인) 				

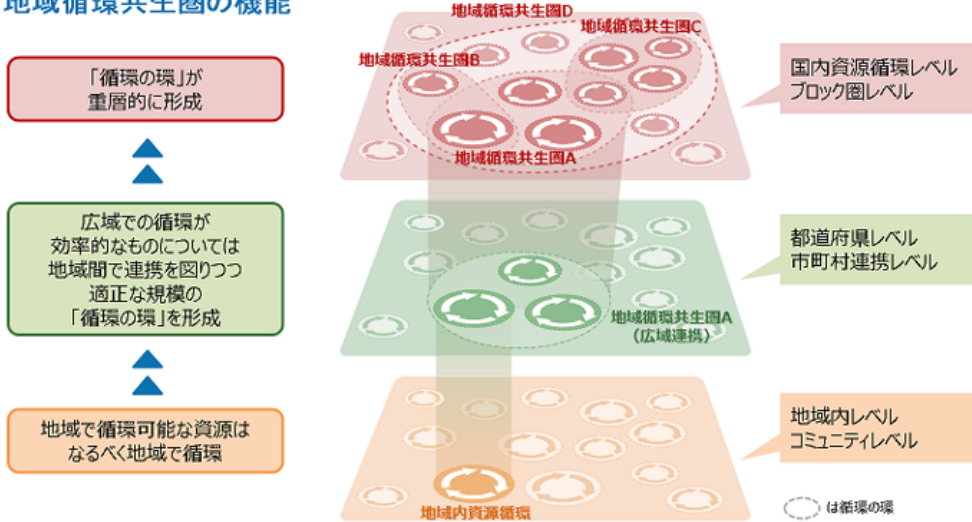
국가의 대응

자료: 일본 환경성, “제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획 개요”, 검색일: 2020.5.20을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 2-3〉 일본 제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획 개요

‘지역순환공생권’ 관련 용어는 『제2차 순환형 사회형성 추진 기본계획』에서 처음 등장하였다. 제2차 기본계획에서는 ‘자원순환권’이란 용어를 사용하였으며, 제4차 기본계획에서 ‘공생’이란 용어를 추가하여 ‘자연공생’의 개념도 포함되었다. ‘자원순환권’ 개념을 도입했을 당시의 의미를 살펴보면, 지역의 특성이나 순환자원의 성질에 따라 최적의 규모로 순환하는 것을 최우선으로 하고 있다. 지역에서 순환가능한 자원은 가능한 한 지역 내에서 순환시키고, 지역에서 순환이 어려운 것은 순환권역을 광역화함으로써 중층(重層)적인 순환형 지역을 만들어 간다는 개념이다(그림 2-4 참조).

地域循環共生圏の機能



자료: 일본 환경성, “지역순환공생권”, 검색일: 2020.5.20.

〈그림 2-4〉 지역순환공생권의 기능

2. 국내 순환경제 관련 주요 정책 동향 분석

가. 자원순환기본법 및 1차 자원순환기본계획²³⁾²⁴⁾

우리나라는 「자원순환기본법」 제정을 통해 폐기물 발생을 최대한 억제하고, 발생된 폐기물의 순환이용 및 적정 처분을 촉진함으로써 ‘지속가능한 자원순환사회 구축’을 목적으로 하고 있다.²⁵⁾ 여기에는 순환자원 인정제, 자원순환 성과관리제, 폐기물처분부담금제, 제품 순환이용성 평가제도 등 다양한 신규 제도를 담고 있으며, 국가의 자원순환 목표와 정책 방향을 제시하는 자원순환기본계획의 수립에 대한 내용을 포함하고 있다.

이에 『제1차 자원순환기본계획(2018-2027)』이 수립되었으며, “자원의 선순환으로 지속가능한 순환경제 실현”을 비전으로 폐기물 발생량 20% 감축, 순환이용률 70.3%에서 82.0%로 개선, 최종처분율 9.1%에서 3.0%로의 감축을 목표로 설정하였다. 또한 감량-재사용-재활용-에너지재활용-안전처리의 우선순위를 제시하고 있다(표 2-5 참조).

〈표 2-5〉 단계 및 세부전략별 지표: 생산-소비-관리-재생

단계	세부전략
생산	업종별 자원생산성 제고
	생산단계 폐기물 원천감량 촉진
	자원순환성을 고려한 제품 설계
소비	생활 속 폐기물 발생 억제
	자원효율적인 친환경 소비 촉진
	자원순환 문화 조성 및 확산
관리	재활용 촉진을 위한 배출·수거·선별체계 혁신
	폐기물 직매립 제로화 및 처리 최적화
	IT 기반 폐기물 안전관리 강화
재생	미래 고부가가치 재활용 촉진
	물질 재활용 중심의 재활용체계 개선
	재활용 시장 안정화 및 산업 육성

자료: 관계부처합동(2018), pp.44-92를 참고하여 저자 재작성.

23) 국가법령정보센터, “자원순환기본법”.

24) 이다은(2018), pp.6-11의 내용을 주로 발췌 및 정리하였으며, 그 밖에 다른 연구 및 보고서에서 참조한 자료는 별도 각주로 표기하였다.

25) 환경부 보도자료(2016.5.30).

나. 국가 지속가능발전기본계획²⁶⁾

2015년 UN은 경제, 사회, 환경 문제를 통합적으로 해결하기 위해 지속가능발전목표(SDGs: Sustainable Development Goals)를 발표하였다. 이에 따라 정부는 고령화, 청년고용률 및 식량자급률 저조, 폭염, 플라스틱 등 사회 전반의 문제를 해결하기 위해 범부처간 협의와 국민 참여를 통해 국가 지속가능발전목표(K-SDGs)를 수립하였다.

K-SDGs는 모두를 포용하는 지속가능국가를 비전으로 5대 전략을 세우고 17개 세부목표를 수립하였다. 특히 삶의 질이 향상되는 경제성장 전략의 세부목표인 “지속가능한 소비-생산 증진”은 순환경제와 밀접하게 연관되어 있다(그림 2-5 참조).²⁷⁾



자료: 환경부(2019a), p.10.

〈그림 2-5〉 국가 지속가능발전목표 비전 및 전략

26) 환경부(2019a), pp.6-14의 내용을 주로 발췌 및 정리하였으며, 그 밖에 다른 연구 및 보고서에서 참조한 자료는 별도 각주로 표기하였다.

27) 환경부(2019a), p.10.

K-SDGs는 사람 중심의 소외되지 않는 포용적 성장을 추구하는 UN-SDGs의 원칙을 이어나가고 국내 실정을 반영하기 위해 공공, 민간 등 이해관계자 간 협력을 통해 상향식으로 수립되었으며, 2030년을 목표로 하여 총 17개 분야, 122개 세부목표 및 214개 지표로 구성되어 있다(그림 2-6 참조).²⁸⁾



자료: 환경부(2019a), p.11.

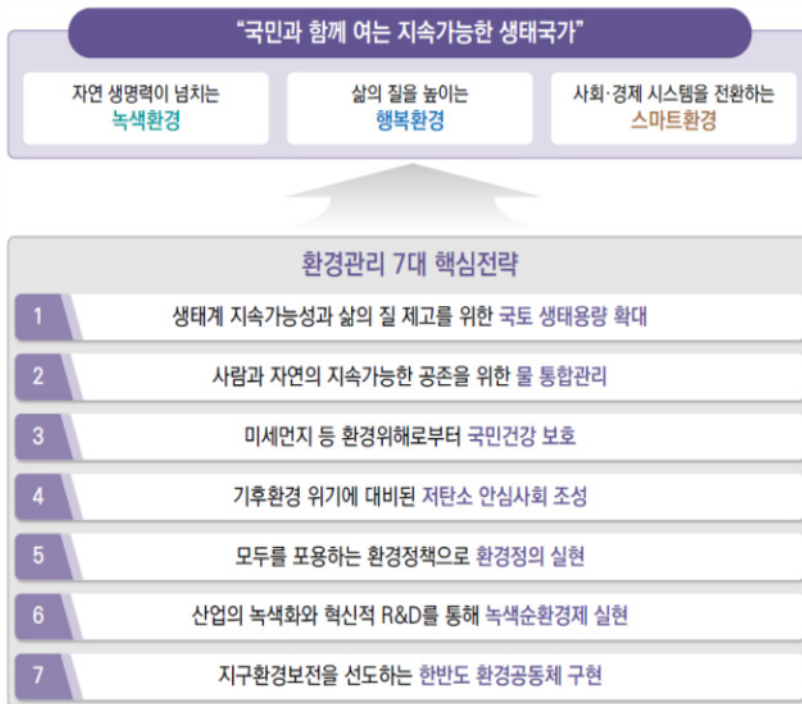
〈그림 2-6〉 국가 지속가능발전목표 추진체계

28) 환경부(2019a), p.11.

다. 제5차 국가 환경종합계획

국가 환경종합계획은 환경 분야 최상위 계획으로, 인구 감소, 기술 혁신과 저성장 시대 등 사회·경제적 전환에 대비한 국가 환경정책 방향을 모색하고 친환경에너지로의 전환, 통합 물관리, 환경정의, 국토-환경계획의 통합관리 등 새로운 환경정책 수요를 반영한 국가 환경 비전과 전략을 제시하고 있다(그림 2-7 참조).²⁹⁾

2019년 제5차 계획이 수립되었으며, 국민과 함께 여는 지속가능한 생태국가를 비전으로 자연 생명력이 넘치는 녹색환경, 삶의 질을 높이는 행복환경, 사회·경제 시스템을 전환하는 스마트환경을 세부목표로 설정하였다. 이에 따른 7대 핵심전략 중 ‘산업의 녹색화’와 ‘혁신적 R&D를 통한 녹색순환경제 실현’ 부문이 순환경제와 연관성이 높다.



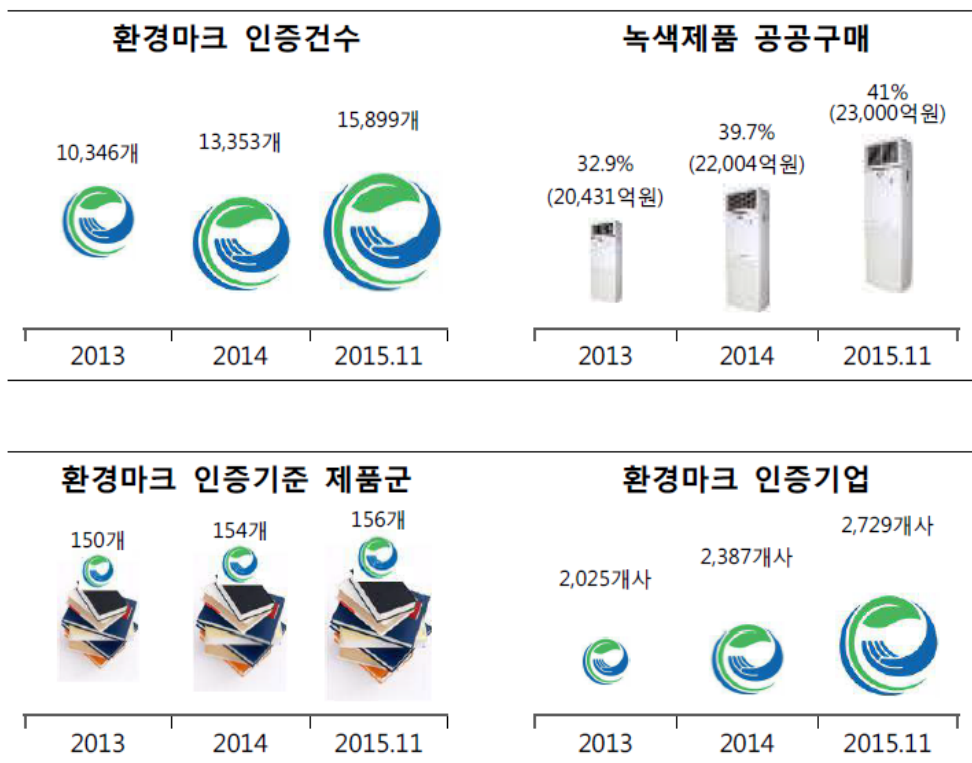
자료: 환경부(2019b), p.4

〈그림 2-7〉 국가 환경종합계획 비전 및 목표

29) 환경부(2019b), p.4.

라. 제3차 녹색제품 구매촉진 기본계획

2006년부터 5개년 계획으로 수립되고 있는 『녹색제품 구매촉진 기본계획』은 환경부 「녹색 제품구매촉진에 관한 법률」 제4조에 따른 계획으로, 녹색제품의 구매촉진을 위한 정책 방향 및 계획을 담고 있다.³⁰⁾ 주요 내용으로는 녹색제품 대상 품목 및 기준, 공공기관의 녹색제품 구매실적, 국제협력 사항 등이 있다.³¹⁾ 여기에는 환경마크 인증건수, 녹색제품 공공구매액, 그린카드, 녹색매장 등과 관련된 통계결과가 포함되어 있다(그림 2-8 참조).



자료: 환경부(2015), p.78을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 2-8〉 녹색제품 구매 관련 통계

30) 환경부(2015), p.3을 참고하여 저자 재작성.

31) 환경부(2015), p.3을 참고하여 저자 재작성.

3. 순환경제를 통한 환경적·사회적·경제적 영향 사례

앞서 살펴본 바와 같이 국내뿐만 아니라 EU, 프랑스, 일본을 비롯한 해외 주요국에서는 천연자원의 소비 및 폐기물 발생을 줄이고, 재사용 및 재활용 촉진을 통해 순환경제 구조로 전환하기 위한 노력을 기울이고 있다(표 2-6 참조).

〈표 2-6〉 주요 국가별 순환경제 비전

순환경제 비전	
EU	<p>『Circular Economy Action Plan』(2015) “제품, 물질 및 자원의 가치를 가능한 한 오래 지속시키고, 폐기물의 발생을 최소화하는 순환경제를 통해 지속가능성, 저탄소사회, 자원효율적이고 경제적인 경제에 기여”</p>
프랑스	<p>『녹색성장을 위한 에너지 전환에 관한 법률』(2015) 추출, 제조, 소비 및 폐기의 선형경제에서 벗어나 1차 원재료의 책임감 있는 소비 실현</p>
일본	<p>『순환형 사회형성 추진 기본법』(2003) 천연자원의 소비를 억제하고 환경부하가 가능한 저감될 수 있는 “순환형 사회” 형성</p>
국내	<p>『제1차 자원순환기본계획』(2018) “자원의 선순환으로 지속가능한 순환경제 실현”: 생산-소비-관리-재생 등 자원 전 과정 순환이용체계 구축, 폐기물 발생 저감을 최우선으로 하고 고품질 물질 재활용 촉진, 국민 참여 거버넌스에 기반을 둔 지역별 폐기물 처리 최적화</p>

자료: EC(2015), p.2; 프랑스 법제부, “LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 Relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte”, 검색일: 2020.2.3; Ministry of IenM(2016), p.5; 일본 환경성(2018), p.1; 관제부처합동(2018), p.4를 참고하여 저자 재작성.

특히 EU는 2015년 순환경제 패키지 이후 관련 정책을 지속적으로 수행해 오면서 순환경제로의 전환에 따른 환경적·경제적·사회적 효과를 향후 전망과 함께 분석하고 있다. 먼저 환경적 측면에서는 온실가스 배출 저감, 수자원 확보, 토지이용 저감 등의 효과가 있는 것으로 전망되고 있다(표 2-7 참조).³²⁾

32) Rizos, Tuokko, and Behrens(2017), p.23을 참고하여 저자 재작성.

〈표 2-7〉 순환경제의 환경적 영향

연구수행기관	분석 범위	분야	목표 연도	환경적 효과
Cambridge Econometrics & BIO Intelligence Service (2014)	EU	전체	2030	온실가스 25% 저감
EEB (2014)	EU	음식물폐기물, 섬유·가구 산업	2030	온실가스 배출량 74.6~115.0 Mt 저감. 물 34.8~60.9ML 절약. 비료 및 농약 사용 0.58~1.02Mt 저감. 농지 감소 38,070~56,970km ²
Ellen MacArthur Foundation & SUN & Mckinsey Center for Business and Environment (2015)	EU	모빌리티, 식품 시스템, 건설환경	2030	온실가스 배출 48% 저감 원재료(primary-material) 사용 32% 저감
Ellen MacArthur Foundation (2015a)	덴마크	식품·음료, 건설 및 부동산, 기계, 플라스틱 포장, 병원	2035	탄소발자국 3~7% 저감
Ellen MacArthur Foundation (2019)	전 세계	시멘트, 알루미늄, 강철, 플라스틱, 식품	2050	93억 톤 CO ₂ 저감
Sitra (2018)	전 세계	시멘트, 알루미늄, 강철, 플라스틱	2050	EU : CO ₂ 2억 9,600만톤 저감 전 세계 : CO ₂ 36억 톤 저감

자료: Cambridge Econometrics and BIO Intelligence Service(2014); EEB, European Environmental Bureau(2014); Ellen MacArthur Foundation and the SUN and McKinsey Center for Business and Environment(2015); Ellen MacArthur Foundation(2015a); Rizos, Tuokko and Behrens(2017), pp.23-25에서 재인용; Ellen MacArthur Foundation(2019), p.12; Sitra(2018), p.4를 참고하여 저자 재작성.

두 번째로 경제적 측면에서 살펴보면, 순환경제는 자원생산성에 영향을 주며 GDP, 일자리와 관련되어 있다. 2012년과 2018년 동안 순환경제와 관련된 EU 내 일자리 수는 5% 증가하여 약 400만 명에 육박한 것으로 나타났다.³³⁾ 앞으로 순환경제를 통해 EU 전역에서의 자원생산성은 2030년까지 2%가량 개선될 것으로 보이며, 200만 개의 신규 일자리가 창출됨에 따라 GDP 상승에도 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 전망된다(표 2-8 참조).³⁴⁾

33) EC(2020), p.15를 참고하여 저자 재작성.

34) Rizos, Tuokko and Behrens(2017), p.20을 참고하여 저자 재작성.

〈표 2-8〉 순환경제의 경제적 영향

연구수행기관	분석 범위	분야	목표 연도	경제적 효과
Cambridge Econometrics & BIO Intelligence Service (2014)	EU	전체	2030	자원생산성 2% 상승 일자리 200만 개 창출
EEB (2014)	EU	섬유·가구 산업	2030	일자리 약 71만개 ~ 87만개 창출
Ellen MacArthur Foundation & SUN & McKinsey Center for Business and Environment (2015)	EU	Mobility, 식품 시스템, 건설 환경	2030	자원생산성 3% 상승 GDP 7% 상승 연간 경제적 이익 1조 8,000억 유로
Ellen MacArthur Foundation & SYSTEMIQ (2017)	EU	전체	2025	GDP 7% 상승
Morgan, J. and P. Mitchell (2015)	영국	전체	2030	일자리 20만 개 창출
Bastein et al. (2013)	네덜란드	금속, 전자	매년	GDP 1.4% 상승 일자리 5만 4,000개 창출 경제적 이익 73억 유로
Ellen MacArthur Foundation (2015a)	덴마크	식품·음료, 건설 및 부동산, 기계, 플라스틱 포장, 병원	2035	GDP 0.8~1.4% 상승 일자리 7,000~13,000개 창출

자료: Cambridge Econometrics and BIO Intelligence Service(2014); EEB, European Environmental Bureau(2014); Ellen MacArthur Foundation and the SUN and McKinsey Center for Business and Environment(2015); Morgan and Mitchell(2015); Bastein et al.(2013); Ellen MacArthur Foundation(2015a); Rizos, Tuokko and Behrens(2017), pp.20-23에서 재인용하여 저자 재작성.

순환경제는 경제사회 구조를 변화시키는 것이기 때문에 사회 전반에 걸쳐 영향을 미친다. 순환경제와 연계된 사회·경제적 측면에서의 잠재력은 녹색 전환을 지원하고 사회적 통합을 통해 더욱 강화될 수 있다.³⁵⁾ 〈표 2-9〉는 순환경제의 사회적 효과 분석에 관한 사례에 해당한다.³⁶⁾

35) EC(2020), p.15를 참고하여 저자 재작성.

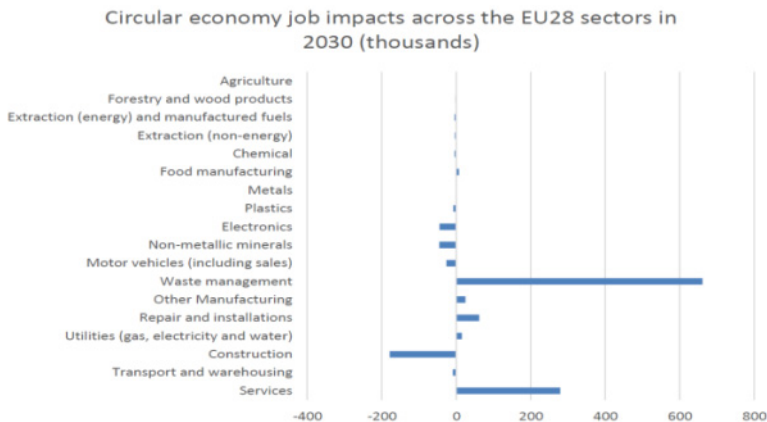
36) Rizos, Tuokko, and Behrens(2017), pp.25-27을 참고하여 저자 작성.

〈표 2-9〉 순환경제의 사회적 영향

연구수행기관	분석 범위	분야	목표 연도	사회적 효과
Cambridge Econometrics & BIO Intelligence Service (2014)	EU	전체	2030	소득 그룹 간 분배 영향
Morgan, J. and P. Mitchell (2015)	영국	전체	2030	중급 기술직 일자리 증대 지역 실업 불균형 감소에 기여

자료: Cambridge Econometrics and BIO Intelligence Service(2014); Morgan and Mitchell(2015); Rizos, Tuokko and Behrens(2017), pp.25-27에서 재인용하여 저자 재작성.

2018년 EU 집행위의 환경부인 DG environment는 순환경제 정책이 유럽의 일자리와 기술 수요에 미치는 영향을 분석하였다.³⁷⁾ 본 사례에서는 에너지-환경-경제 통합모델(E3ME: Energy-Environment-Economy Model)을 통해 순환경제로의 전환이 미치는 직·간접적인 영향을 살펴보았다. 그 결과에 따르면, 순환경제로 전환함으로써 2030년까지 EU 내 GDP는 약 0.5% 증가할 것으로 전망된다. 즉, 재활용 공정과 수리 서비스 증가로 인한 추가적인 일자리 수요는 약 70만 개의 신규 일자리 창출에 기여할 것으로 예측된다(그림 2-9 참조).³⁸⁾



자료: EC(2018b), p.6.

〈그림 2-9〉 2030년 순환경제 일자리 영향 전망

37) EC(2018b), p.6.

38) EC(2018b), p.6.

제3장

국외 순환경제 이행 모니터링 및 지표 개발 동향 분석

본 장에서는 EU, 프랑스, 일본 등 해외 주요국의 순환경제 모니터링 지표 사례를 검토하였다. EU 순환경제 행동계획에서 모니터링의 중요성을 시사함에 따라 이를 위한 노력이 이루어졌다. 2017년 프랑스에서 순환경제 모니터링을 위한 10개 지표를 제시하였고,³⁹⁾ 이듬해인 2018년 EU 집행위는 Eurostat의 데이터를 활용하는 유럽 회원국을 대상으로 순환경제 모니터링 지표를 발표하였다.⁴⁰⁾ 이후 네덜란드에서는 EU 모니터링 지표에서 고려하지 못한 요소들을 분석하여 이를 보완한 지표안을 제안하였다.⁴¹⁾ 2018년 유럽환경경제연구소(IEEP: Institute for European Environmental Policy)와 유럽환경국(EEB: European Environmental Bureau)이 함께 작성한 보고서인 “A Long-Term Strategy for a European Circular Economy”에 따르면, EU 회원국 중 국가 순환경제 모니터링 지표 프레임워크를 개발한 국가는 프랑스와 네덜란드에 해당한다(표 3-1 참조).⁴²⁾

〈표 3-1〉 EU 회원국의 순환경제 개요

입법 종류	회원국
목표를 포함한 국가 순환경제 전략	네덜란드, 프랑스, 덴마크, 스코틀랜드, 독일
질적 목표만을 포함한 국가 순환경제 전략	핀란드, 룩셈부르크, 이탈리아, 슬로베니아
국가 순환경제 평가	그리스, 스페인
국가 순환경제 모니터링 지표 프레임워크	프랑스, 네덜란드
도시 및 지역 순환경제 이니셔티브	플라망·브뤼셀(벨기에), 카탈루냐(스페인), 런던(영국)

자료: IEEP(2018), p.14를 참고하여 저자 재작성.

39) ADEME(2017), p.30을 참고하여 저자 재작성.

40) EC(2018a), p.6을 참고하여 저자 재작성.

41) Ministry of IenM(2016), p.5를 참고하여 저자 재작성.

42) IEEP(2018), pp.14-15를 참고하여 저자 재작성.

PBL(2018)에서는 순환경제와 관련하여 자원과 물질의 흐름을 나타내는 다양한 지표 사례를 소개하고 있다(표 3-2 참조).⁴³⁾

〈표 3-2〉 순환경제로의 진전 상황을 측정하기 위한 정책지표 사례

구분	지표개발 (Source)	설명
순 환 경 제	EC(2018a)*	생산 및 소비, 폐기물 관리, 이차원료, 경쟁력과 혁신의 4단계에서 순환경제 모니터링을 위한 10개 주요 지표 설정
	ADEME(2017)*	프랑스 모니터링 시스템 10개 주요 지표
	EEA(2016)	물질발자국, 에코디자인, 생산, 소비, 폐기물 재활용의 5단계에서 순환경제 모니터링에 이용가능한 지표의 탐색적 연구
	EASAC(2016)	순환경제, 녹색성장, 자원효율성 등 유사 개념을 포함하여 순환경제 모니터링에 이용가능한 지표의 탐색적 연구
	PBL(2016)*	환경평가청은 통계청 및 국립 공중보건환경연구소와 함께 순환경제 계획의 이행과정을 모니터링하기 위해 모니터링 초기 지표(안) 제안
	CBS(2016)	소비, 투자, 수입, 수출, 고용 등 데이터를 활용한 거시적인 경제지표 연구
	Ellen Macarthur Foundation(2015)*	물질흐름 내 투입량, 최종처분 등 요소와 독성 등 순환작업에 위협이 되는 요소, 온실가스 등 영향요소를 고려한 물질순환성 지표 개발연구
	Circular economy toolkit(2013)	물질 저감, 물질 최적화, 산업공생과 관련하여 제품 및 서비스를 6단계로 진단하여 잠재적 개선방향 제시
자 원 효 율 성	EC(2016)	EU 자원 효율성과 관련하여 전 주기적인 측면을 고려한 스코어보드 제시
	EC (2017), Gijum et al.(2016)	EU 회원국을 대상으로 자원효율성, 사회경제적 성과 등 5개 분류 16개 지표를 적용하여 에코혁신지수 선정
	EEA(2016)	물질발자국, 에코디자인, 생산, 소비, 폐기물 재활용의 5개 정책방향에서 고려 가능한 지표에 대한 탐색적 연구
	Jacob et al.(2014)	지속가능한 물질 및 원료 사용에 대한 현안 진단 및 지표 구축방향 검토

주: *로 표시된 정책지표는 PBL(2018), p.29의 표와 다르게 본 연구에서의 표기방법에 따라 작성.

자료: Ellen Macarthur Foundation(2015b), p.6; CBS(2016), p.4; EEA(2016), p.22; EASAC(2016), p.21; PBL(2016), p.11; ADEME(2017), p.30; EC(2018a), p.6; PBL(2018), p.29; Circular Economy Toolkit, "Assessment Tool", 검색일: 2020.5.27; EC(2016), p.9; European Commission 홈페이지, "The Eco-Innovation Scoreboard and the Eco-Innovation Index", 검색일: 2020.1.21; Jacob, Münch and Werland(2014), p.1.

43) PBL(2018), p.28을 참고하여 저자 재작성.

1. 정부 차원에서 추진된 순환경제 모니터링 지표 동향 분석

가. EU

1) 관련 법령 및 제도적 근거

EU 집행위원회는 2015년 “순환경제 패키지”를 통해 순환경제로의 전환에 있어 주요 추세와 패턴을 모니터링 하는 것이 매우 중요함을 강조하였다.⁴⁴⁾ 이에 2018년 1월, 집행위는 순환경제의 주요 요소를 포착하는 지표와 그에 수반되는 모니터링 체계를 마련하였다.⁴⁵⁾ 순환경제 모니터링 프레임워크는 위원회가 최근 몇 년간 개발한 자원효율성 스코어보드 및 원자재 스코어보드를 활용하여 보완한 것이다.⁴⁶⁾ 이는 자원, 제품 및 서비스 수명주기의 전 단계에서 순환경제 이행 상황을 진단하는 것을 목표로 한다.⁴⁷⁾ 이후 2020년 발표된 “순환경제 실행동계획”에서는 물질소비 및 환경 영향을 보여주는 자원사용 지표 개발을 통해 경제성장과 자원소비 간 디커플링 상태를 모니터링 할 계획이다.⁴⁸⁾

2) 지표설정

EU의 순환경제 모니터링 체계는 다음 4단계로 나뉘어 총 10개 지표로 구성되어 있다(그림 3-1 참조).⁴⁹⁾

- 생산 및 소비(production and consumption)
- 폐기물 관리(waste management)
- 이차원료(secondary raw materials)
- 경쟁력과 혁신(competitiveness and innovation)

44) EC(2018a), p.1을 참고하여 저자 재작성.

45) EC(2018a), p.1을 참고하여 저자 재작성.

46) EC(2018a), p.1을 참고하여 저자 재작성.

47) EC(2018a), p.1을 참고하여 저자 재작성.

48) EC(2018a), p.1을 참고하여 저자 재작성.

49) EC(2018a), pp.4-5를 참고하여 저자 재작성.



자료: EC(2018c), p.3을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 3-1〉 EU 순환경제 모니터링 프레임워크

생산 및 소비 단계에서는 EU 원재료 자급률, 녹색공공조달, 폐기물 발생, 음식물 폐기물 등 4개 지표, 폐기물 관리 단계에서는 재활용률, 특정 폐기물 회수율/재활용률의 2개 지표, 이차원료 단계에서는 원료 수요에 대한 이차원료 공급, 재활용 가능한 원료의 교환 등 2개 지표, 경쟁력과 혁신 단계에서는 민간투자/일자리/총 부가가치, 특허 등 2개 지표로, 총 10개 지표로 구성되어 있으며, 각 지표별 특징 및 산정근거는 〈표 3-3〉과 같다.

〈표 3-3〉 EU 순환경제 모니터링 지표 현황

지표명	단위	산정근거
생산 및 소비		
EU 원재료 자급률	%	· 순환경제는 원료 공급, 특히 중요한 원료의 공급 위험성을 해결하는 데 기여함
녹색공공조달	지표 개발 중 (%, 녹색공공조달/국내 총생산, 개)	· 자원 소비와 SDGs 12.7에 해당함. 공공조달이 유럽 소비의 14%로 많은 부분을 차지하므로 순환성이 포함될 경우 순환경제로의 전환에 많은 기여

〈표 3-3〉의 계속

지표명	단위	산정근거
생산 및 소비		
폐기물 발생	kg/Capita (일인당 도시폐기물 발생량)	· 생산 및 소비 단계에서의 폐기물 발생 최소화를 목적으로 함. 경제성장과 자원소비 간 디커플링 상태 파악, 광물 폐기물은 전체 폐기물에서 차지하는 비중이 크며, 국가 간 여건에 따른 차이로 인해 제외
	kg/1,000유로 (GDP당 폐기물 발생량)	
	% (국내물질소비량당 폐기물 발생량)	
음식물 폐기물	지표 개발 중(백만 톤, 음식물폐기물 발생량)	· SDGs 12.3의 목표에 해당하며, EU 순환경제 행동 계획의 중점 분야인 음식물쓰레기와 식품시스템의 지속가능성 파악
폐기물 관리		
전체 재활용률	% (도시폐기물)	· 재활용은 물질가치의 손실을 줄이며, 순환경제의 직접적인 모니터링 역할 수행
	%, (주요 광물 폐기물 제외 전체 폐기물)	
특정 폐기물 재활용 /회수	% (전체 포장재)	· 국제적으로 이슈가 되는 포장재폐기물(전체 폐기물의 9.3%) 등 주요 폐기물 흐름상 재활용 목표를 향한 진행상황을 모니터링하기 위해 활용
	% (플라스틱 포장재)	
	% (목재 포장재)	
	% (전기전자 폐기물)	
	kg per capita (바이오 폐기물)	
	% (건설 및 철거 폐기물)	
이차원료		
원료 수요에 대한 이차원료 공급	% (EOL-RIR)	· 생산 및 소비 단계의 원료자급률 지표와 직접적으로 연관되며, 순환경제의 핵심요소인 이차원료 투입은 자원공급의 안정성 향상 및 천연자원 사용 저감 의미
	% (순환물질 이용률)	
재활용이 가능한 원료의 교환	톤 (EU 외부로부터의 수입량)	· 이차원료를 효율적으로 생산하기 위해 EU 내부의 이차원료 시장 변화와 EU를 포함한 전 세계 이차원료 흐름 파악
	톤 (EU 외부로의 수출량)	
	톤 (EU 내부 거래량)	
경쟁력과 혁신		
민간투자, 일자리, 총 부가가치	백만 유로, %, GDP (유형재에 대한 총 투자)	· 에코디자인, 이차원료, 산업공생에서의 재활용 등 혁신 및 투자는 순환경제 전환에서 핵심요소로 작용. 순환경제를 통해 얻을 수 있는 경제적 효과를 확인하기 위해 관련 부문의 일자리를 확인할 필요. 단, 현재까지의 지표구축 방법론을 통한 데이터는 광범위한 순환경제를 모두 포함하지는 못함
	수, %, 백만 유로 (순환경제 분야 고용인)	
	수, %, 백만 유로 (요인 비용에서 부가가치)	
특허	수, % (이차원료 및 재활용 관련 특허 수)	· 순환경제 관련 분야의 기술진보를 평가하기 위한 지표임

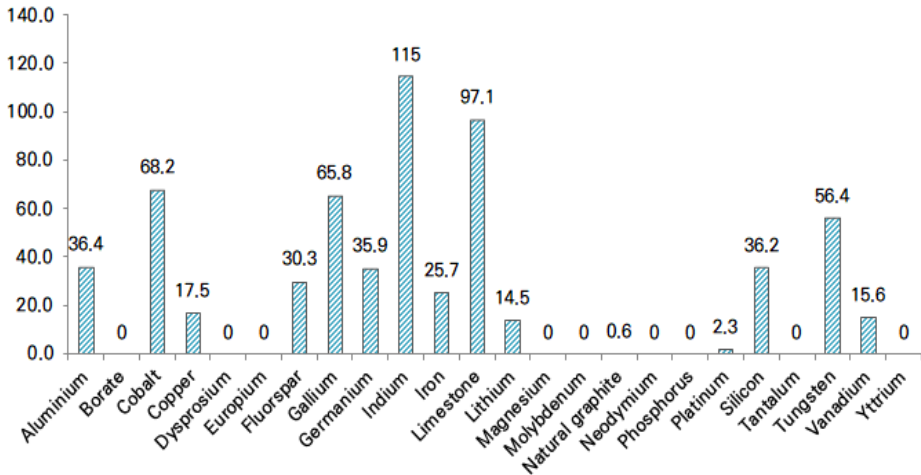
자료: EC(2018c), p.4를 참고하여 본 연구의 목적에 맞게 저자 재작성.

3) 지표 현황

가) 생산 및 소비 단계 지표

(1) EU 원재료 자급률⁵⁰⁾

- 정의: EU에서 생산되어 사용되는 주요 원재료의 비율
- 의의: 특정 원료의 재활용을 유도함으로써 수입의존도가 높은 원료의 공급위험을 줄이는 데 기여
- 산출방법: $1 - IR = 1 - \frac{\text{순수입}}{\text{표관소비량}} = \frac{\text{국내생산}}{\text{국내생산} + \text{수입} - \text{수출}}$
- 데이터 출처: Eurostat
- 최근 추세: 2016년 기준 EU 원재료 자급률은 36.4%



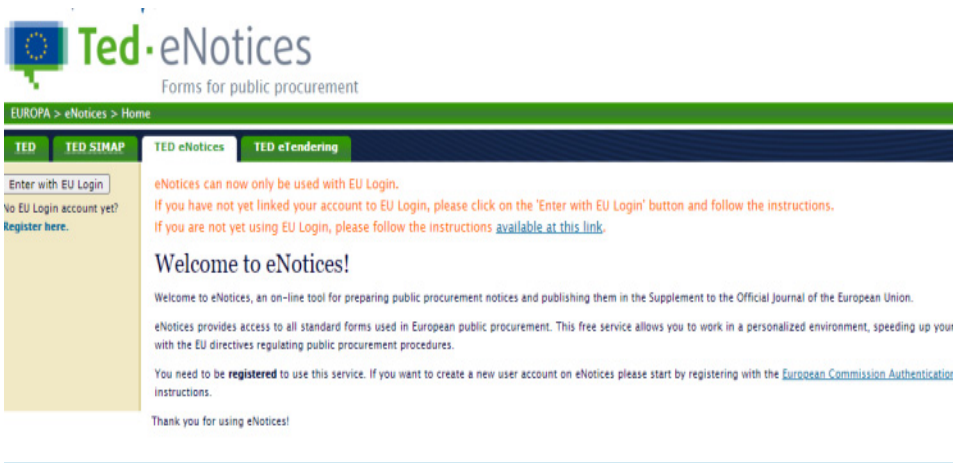
자료: Eurostat, "Database", 검색일: 2020.3.5를 참고하여 저자 재작성.

〈그림 3-2〉 EU 원재료 자급률

50) EC(2018a), p.9를 참고하여 저자 재작성.

(2) 녹색공공조달⁵¹⁾

- 정의: 환경적 요소를 포함하는 EU 내 주요 공공조달 비율
- 의의: 자원소비와 SDGs 12.7에 해당함. 공공조달이 유럽 소비의 14%로 많은 부분을 차지하므로 순환성이 포함될 경우 순환경제로의 전환에 많은 기여를 할 수 있음
- 산출방법: 현재 개발 중임
- EU는 유럽 내 공공조달을 관리하기 위해 별도의 시스템을 운영 중임



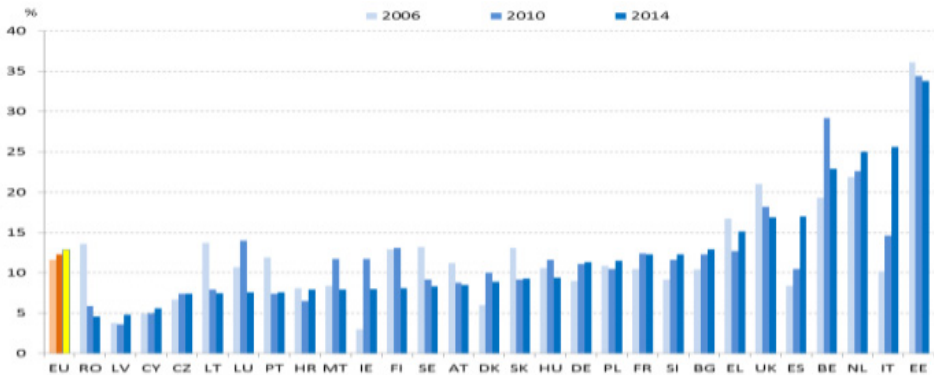
자료: ENotices, “Ted-eNotices”, 검색일: 2020.3.5.

〈그림 3-3〉 EU 공공조달 관리시스템

51) EC(2018a), p.10을 참고하여 저자 재작성.

(3) 폐기물 발생⁵²⁾

- 정의: 1인당 도시 폐기물 발생량, GDP당 폐기물 발생량(주요 광물 폐기물 제외), 국내물질소비량(DMC)당 폐기물 발생량(주요 광물 폐기물 제외)
- 의의: 생산 및 소비 단계에서의 폐기물 발생 최소화를 목적으로 하며, 경제성장과 자원소비 간 디커플링 상태를 파악할 수 있음. 광물 폐기물은 전체 폐기물에서 차지하는 비중이 크며, 국가 간 여건에 따른 차이로 인해 제외함
- 산출방법: 1인당 도시 폐기물 발생량(도시 폐기물⁵³⁾/총인구), 폐기물 발생량/GDP (Kg/1,000유로), 폐기물 발생량/국내물질소비량
- 데이터 출처: Eurostat
- 최근 추세: 2016년 GDP당 폐기물 발생량은 65kg/1,000유로이며, 국내물질소비량당 폐기물 발생량 비율은 13.5%로 나타남. 또한 2018년 기준 유럽 전체 1인당 도시 폐기물 발생량은 489kg/인이며, 2006년부터 2014년까지 유럽 전체 물질 소비량당 폐기물 발생량은 지속적으로 증가하고 있음
 - EU 폐기물 발생(폐기물 발생량/DMC)



자료: EC(2018a), p.15.

〈그림 3-4〉 EU GDP 대비 폐기물 발생량 추이

52) EC(2018a), pp.11-16을 참고하여 저자 재작성.

53) EC(2018a), p.12: 도시 폐기물: 생활 폐기물, 상업 폐기물, 공공기관 폐기물 포함.

(4) 음식물 폐기물⁵⁴⁾

- 정의: 식품 생산, 유통, 소비의 과정에서 발생하는 폐기물
- 의의: SDGs 12.3의 목표에 해당하며, EU 순환경제 행동계획의 중점 분야인 음식물 폐기물과 식품시스템의 지속가능성을 파악하는 데 기여
- 산출방법: 현재 개발 중이며, 대체지표로 음식물 폐기물 발생량 사용 중

음식물 폐기물 지표는 “식품재분배”, “소비자 행동”, “공급망 효율성”, “음식물쓰레기 방지 거버넌스”의 4가지 단계에서 효과와 효율성을 평가하기 위한 목적으로 개발 중에 있다.



자료: JRC(2019), p.11.

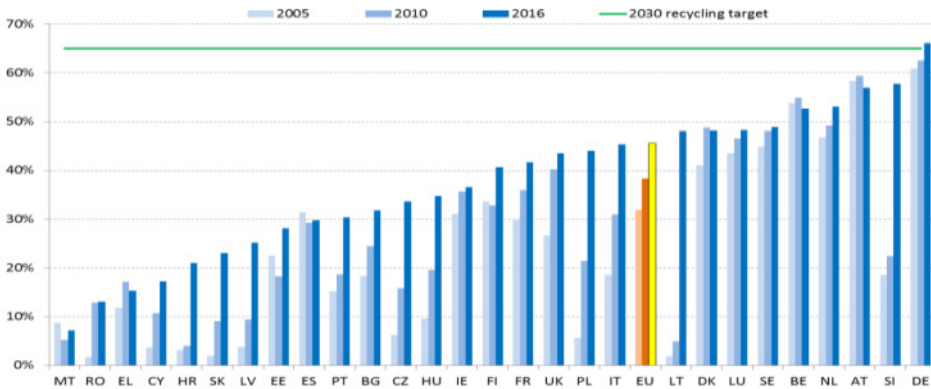
〈그림 3-5〉 EU 음식물 폐기물 평가 프레임워크 개발 추진체계

54) EC(2018a), pp.17-18을 참고하여 저자 재작성.

나) 폐기물 관리 단계 지표

(1) 전체 재활용률⁵⁵⁾

- 정의: 도시 폐기물 재활용률과 폐기물 재활용률(주요 광물 폐기물 제외)
- 의의: 재활용은 물질가치의 손실을 줄이며, 순환경제의 직접적인 모니터링 역할을 수행할 수 있음
- 산출방법:
 - 도시 폐기물 재활용률 = 도시 폐기물 재활용량/도시 폐기물 발생량
 - 폐기물 재활용률 = 재활용 처리량/전체 폐기물 처리량(주요 광물 폐기물 제외)
- 데이터 출처: Eurostat
- 최근 추세: 2018년 기준 EU의 도시 폐기물 재활용률은 47%이며, 2005년부터 2016년까지 도시 폐기물 재활용률은 지속적으로 증가하고 있음. EU는 2030년까지 재활용률 65% 달성을 목표로 함
 - EU 도시 폐기물 재활용률



자료: EC(2018a), p.20.

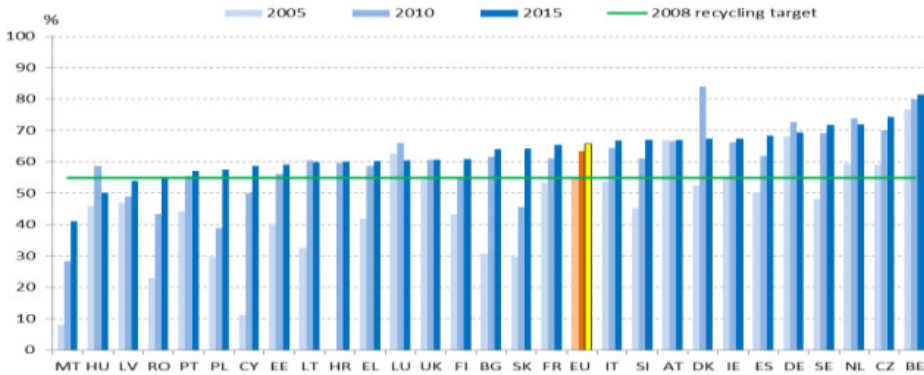
〈그림 3-6〉 EU 전체 재활용률 추이

55) EC(2018a), p.20을 참고하여 저자 재작성.

(2) 특정 폐기물 회수/재활용⁵⁶⁾

- 정의: 전체 포장재, 플라스틱 포장재, 목재 포장재, 전기전자 폐기물⁵⁷⁾, 유기성 폐기물, 건설폐기물 재활용률
- 의의: 국제적으로 이슈가 되는 포장재폐기물(전체 폐기물의 9.3%) 등 주요 폐기물 흐름상 재활용 목표를 향한 진행 상황을 모니터링하기 위해 활용할 수 있음
- 산출방법: 각 폐기물별 발생량 대비 재활용량의 비율
- 데이터 출처: Eurostat
- 최근 추세: 2015년 기준 유럽의 전체 포장재폐기물 재활용률은 65.7%로, 2008년 설정한 재활용 목표보다 상회하는 결과를 보이고 있음. 품목별 포장재폐기물 및 전기 전자폐기물 역시 재활용률이 지속적으로 상승하고 있으며, 건설폐기물의 회수율은 88%로, 2020년 목표인 70%를 초과 달성한 상황임

- 전체 포장재폐기물 재활용률



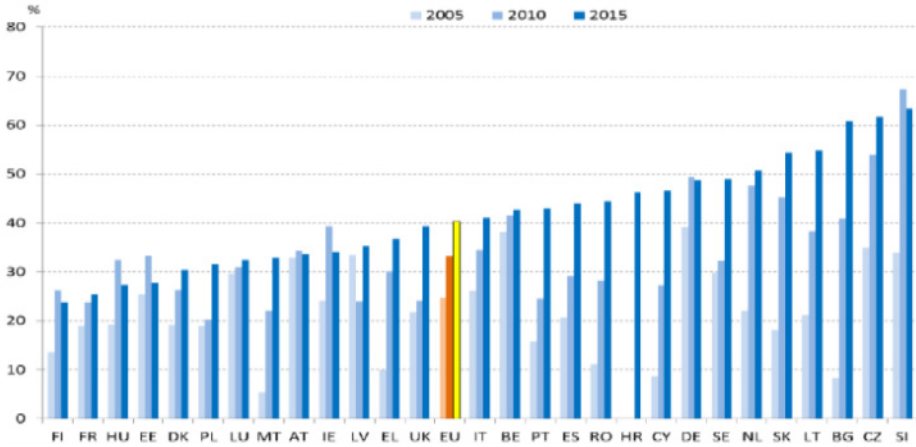
자료: EC(2018a), p.22.

〈그림 3-7〉 EU 포장재폐기물 재활용률 추이

56) EC(2018a), pp.22-30을 참고하여 저자 재작성.

57) 전기전자 폐기물 재활용률 = 수집률 × 재사용 및 재활용률, 수집률은 전기·전자장비 폐기물 지침(WEEE)에 따라 수집된 폐기물량을 기준년도 기준 과거 3년의 전기 및 전자 장비(EEE)의 연간 평균수량으로 나눈 값, 재사용 및 재활용률은 WEEE에 따라 수집된 폐기물 중 재사용시설에서 재활용을 목적으로 투입된 양의 비율을 의미함.

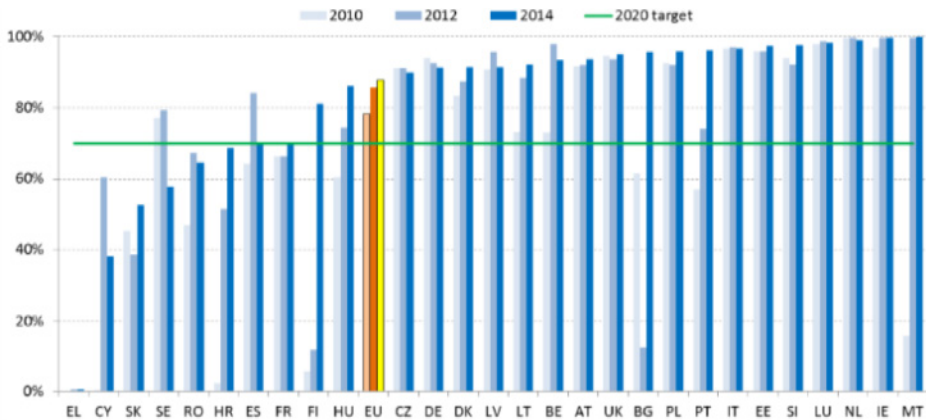
- 플라스틱 포장재폐기물 재활용률



자료: EC(2018a), p.24.

〈그림 3-8〉 EU 플라스틱 포장재폐기물 재활용률 추이

- 건설폐기물 회수율



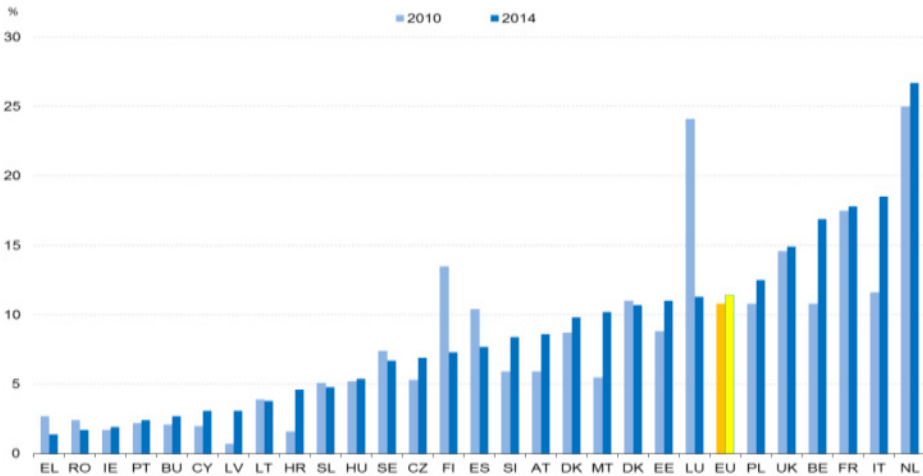
자료: EC(2018a), p.30.

〈그림 3-9〉 EU 건설폐기물 회수율 추이

다) 이차원료 단계 지표

(1) 원료 수요에 대한 이차원료 공급⁵⁸⁾

- 정의: 전체 물질 수요 내 이차원료 투입 비율
- 의의: 생산 및 소비 단계의 원재료 자급률 지표와 직접적으로 연관되며, 순환경제의 핵심요소인 이차원료 투입은 자원공급의 안정성 향상 및 천연자원 사용 저감 의미
- 산출방법:
 - 최종 재활용 투입률: 재생물질 투입량/전체 물질수요량
 - 순환물질 이용률: 순환물질 사용량/전체 물질수요량 = U⁵⁹⁾/U+DMC
- 데이터 출처: Eurostat
- 최근 추세: EU 전체 순환물질 이용률은 2010년 대비 2014년 소폭 상승하였으며, 특히 네덜란드는 순환물질 이용률이 26.7%로 가장 높음



자료: EC(2018a), p.35.

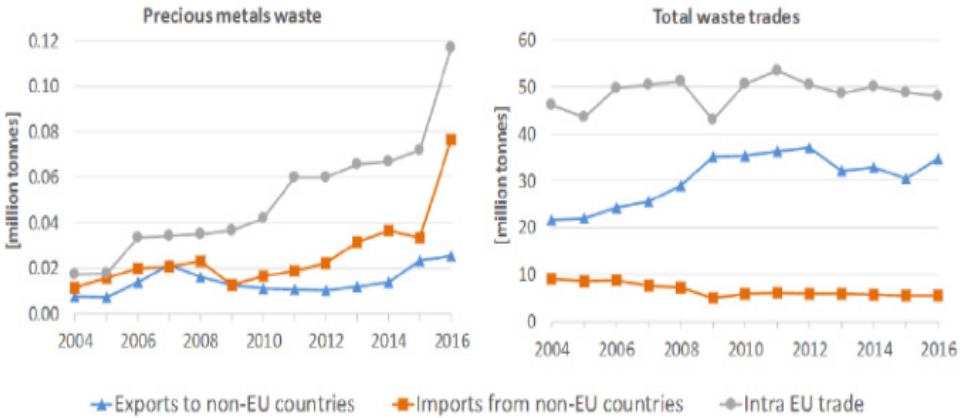
〈그림 3-10〉 EU 순환물질 이용률 추이

58) EC(2018a), pp.33-36을 참고하여 저자 재작성.

59) 국내 회수시설에서 재활용된 폐기물량 - 회수 목적으로 수입된 폐기물량 + 회수 목적으로 수출된 폐기물량.

(2) 재활용이 가능한 원료의 교환⁶⁰⁾

- 정의: 재활용 가능한 원료의 수출 및 수입량
- 의의: 폐기물 공정을 거쳐 이차원료를 효율적으로 생산하기 위해서는 EU 내부시장의 역동성과 재활용 시설의 최적화에 기인함. EU 내외부의 폐기물 흐름을 파악하는 것이 중요함
- 산출방법:
 - EU 외부로부터의 수입량
 - EU 외부로의 수출량
 - EU 내부거래량
- 데이터 출처: Eurostat
- 최근 추세: EU 외부로부터의 수입량은 감소한 반면, EU 외부로의 수출량은 증가하고 있음



자료: EC(2018a), p.38.

〈그림 3-11〉 EU 전체 희유금속 폐기물 및 총 폐기물 거래량 추이

60) EC(2018a), pp.38-39를 참고하여 저자 재작성.

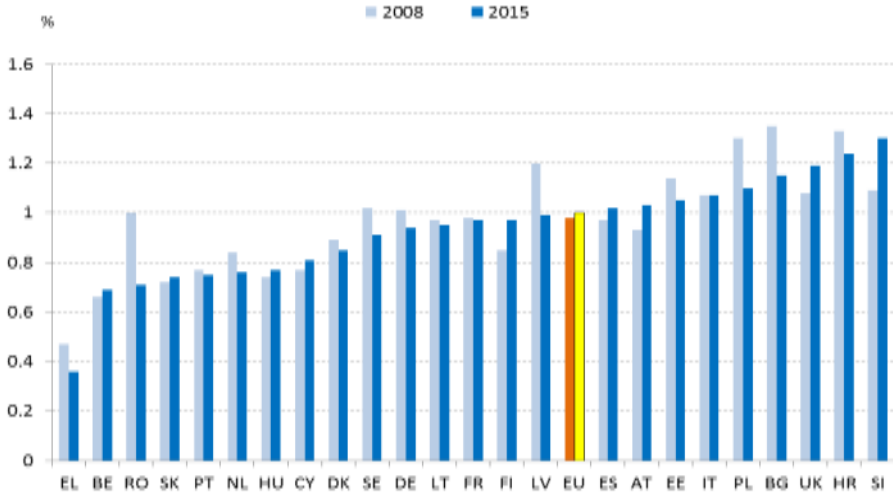
라) 경쟁력과 혁신 단계 지표

(1) 민간투자, 일자리, 총 부가가치⁶¹⁾

- 정의: 유형재에 대한 총 투자, 순환경제 분야 고용자 수, 순환경제 분야 부가가치
- 의의: 에코디자인, 이차원료, 산업공생에서의 재활용 등 혁신 및 투자는 순환경제 전환에서 핵심요소로 작용함. 순환경제를 통해 얻을 수 있는 경제적 효과를 확인하기 위해 관련 부문의 일자리를 확인할 필요가 있음. 단, 현재까지의 지표구축 방법론을 통한 데이터는 광범위한 순환경제를 모두 포함하지는 못함
- 산출방법:
 - 재활용, 재사용, 수리 부문에서의 유형재에 대한 총 투자: 재활용, 재사용, 수리 부문의 모든 유형재에 대한 총 투자/ 국내 총생산(기준년도)
 - Nace 코드⁶²⁾에서의 수리, 재사용, 임대 등 순환경제 분야 포함, 1년 이상 사용한 제3자로부터 구매하거나 자가생산을 통한 유형재뿐만 아니라 토지와 같은 非생산재 유형도 포함, 단, 무형 및 금융 자산에 대한 투자는 미포함
 - Nace 코드에 따른 순환경제 분야 고용자 수: 순환경제 분야 고용자 수/총 고용자 수, 수리, 보수 관련 기업의 배달직원, 업무담당자 등을 모두 포함하나 군병력의 대민지원, 수리보수 업체의 타 기업 파견 등은 제외함
 - Nace 코드에 따른 순환경제 분야 총 가치 = 매출, 기타 수익, 주가하락 둔화, 관세 및 생산과 관련된 세금공제액의 합계
- 데이터 출처: Eurostat
- 최근 추세: 2008년 대비 2015년 순환경제 분야 총 부가가치는 소폭 상승하여 전체 GDP의 약 1% 정도임

61) EC(2018a), pp.41-45를 참고하여 저자 재작성.

62) EC(2018a), p.54의 부록 3 참조, 순환경제와 관련 있는 사회 분야 기준.



자료: EC(2018a), p.44.

〈그림 3-12〉 EU 순환경제 분야 총 가치 추이

(2) 특허⁶³⁾

- 정의: 폐기물 관리 및 재활용과 관련된 특허의 수
- 의미: 순환경제 관련 분야의 기술진보를 평가
- 산출방법: EU 회원국의 이차원료 및 재활용 관련 특허 수, EU 회원국의 이차원료 및 재활용 관련 특허 수/전 세계 이차원료 및 재활용 관련 특허 총수
- 데이터 출처: Eurostat
- 최근 추세: 2015년 기준 EU 회원국의 이차원료 및 재활용 관련 특허 수는 355개임

EU 순환경제 모니터링 지표에 따른 측정치 및 추세 결과는 다음과 같다(표 3-4 참조).

63) EC(2018a), pp.41-45를 참고하여 저자 재작성.

〈표 3-4〉 EU 순환경제 모니터링 프레임워크 내 지표별 측정치 및 추세

번호	지표명	지표 단위	측정치	추세
생산 및 소비				
1	EU 원재료 자급률	%	36.4 (2016)	-
2	녹색공공조달	지표 개발 중 (%: 친환경 공공조달/국내 총생산, 개)	-	-
3 a-c	폐기물 발생	kg/Capita(도시 폐기물 발생량)	489 (2018)	/
		kg/1,000유로(GDP당 폐기물 발생량)	65 (2016)	\
		%(국내물질소비량당 폐기물 발생량)	13.5 (2016)	/
4	음식물폐기물	지표 개발 중(백만톤)	80 (2016)	→
폐기물 관리				
5 a-b	전체 재활용률	%(도시 폐기물 재활용률)	47 (2018)	/
		%(주요 광물 폐기물을 제외한 전체 폐기물 재활용률)	57 (2016)	/
6 a-f	특정 폐기물 회수/재활용	%(전체 포장재 재활용률)	67 (2017)	/
		%(플라스틱 포장재 재활용률)	41.9 (2017)	/
		%(목재 포장재 재활용률)	40 (2017)	/
		%(전기전자 폐기물 재활용률)	41.4 (2016)	/
		kg per capita(유기성 폐기물 원단위 재활용량)	83 (2018)	/
		%(건설폐기물 회수율)	89 (2016)	→
이차원료				
7 a-b	원료 수요에 대한 이차원료 공급	%(최종 재활용 투입률)	12.4 (2016)	-
		%(순환물질 이용률)	11.7 (2017)	/
8	재활용이 가능한 원료의 교환	tonne(EU 외부로의 이차원료 수입량)	5,917,284 (2016)	→
		tonne(EU 외부로의 이차원료 수출량)	37,111,276 (2016)	/
		tonne(EU 내 이차원료 거래량)	53,000,121 (2016)	/
경쟁력 및 혁신				
9 a-c	민간투자, 일자리, 총 부가가치	백만유로, %, GDP(유형재에 대한 총 투자)	0.12% (2017)	/
		수, %, 백만유로(순환경제 분야 고용자 수)	1.69% (2017)	\
		수, %, 백만유로(순환경제 분야 총 가치)	1% (2017)	/
10	특허	수, %(이차원료 및 재활용 관련 특허의 수)	355.62 (2015)	→

자료: EC(2018a), pp.9-10, p.12, pp.14-17, pp.20-23, pp.25-26, pp.28-29, p.31, p.33, p.36, p.39, p.41, p.43, p.45, p.48을 참고하여 저자 재작성.

나. 프랑스

프랑스의 환경 및 에너지 관리기구인 ADEME(French Environment & Energy Management Agency)는 순환경제를 ‘제품(상품 및 서비스) 수명 전 주기에서 자원 이용의 효율성을 높이고 환경에 미치는 영향을 줄이는 동시에 시민의 복지를 개선하는 것을 목표로 하는 교환 및 생산방법에 기반한 경제시스템’으로 정의하고 있다.⁶⁴⁾

1) 관련 법령 및 제도적 근거

프랑스가 2015년 제정한 「녹색성장을 위한 에너지 전환에 관한 법률」⁶⁵⁾에서는 제품 재사용·재활용을 통한 폐기물 발생 억제, 제품 에코디자인, 이차원료 사용, 이해관계자 간 협력 등이 필요하며, 이를 통해 새로운 발전을 위한 생태적, 경제적, 사회적 공헌이 가능하다고 하였다.⁶⁶⁾ 또한 생태전환 및 지속가능한 발전을 위한 프랑스 국가전략인 ‘National Strategy of Ecological Transition towards Sustainable Development’에서는 순환경제 모델을 “지역 및 국제사회의 공공보건과 환경에 부정적 영향을 미치는 오염물질 배출과 자원채취의 최소화를 위해 설계된 생산, 유통, 소비를 포함하는 경제시스템”으로 정의한다.⁶⁷⁾

2014년 SOeS(Service de l’Observation et des Statistiques)⁶⁸⁾는 ADEME(French Environment and Energy Management Agency), MEEM(Ministry of the Environment, Energy and Marine Affairs) 등의 여러 기관과 함께 순환경제를 모니터링하기 위한 초기지표 목록을 정의하였다. 이후 2015년 「녹색성장을 위한 에너지 전환에 관한 법률」이 제정되고, 2015년 말 EU 집행위원회에서 순환경제 행동계획을 통해 순환경제 모니터링의 필요성을 제시함에 따라 2016년 최종적으로 지표를 선정하였다.⁶⁹⁾

64) ADEME(2017), p.6을 참고하여 저자 재작성.

65) Law on Energy Transition for Green Growth.

66) ADEME(2017), p.6을 참고하여 저자 재작성.

67) ADEME(2017), p.6을 참고하여 저자 재작성.

68) 프랑스 지속가능발전위원회(CGDD: Commissariat Général au Développement Durable) 통계 관측부(Service de l’Observation et des Statistiques).

69) ADEME(2017), p.6을 참고하여 저자 재작성.

2) 지표 현황

프랑스의 경우는 공급 단계에서 자원 생산성, 국내물질소비량, 에코라벨 보유자, 산업지역 생태학 프로젝트 수, 차량 공유비율 등 5개 지표, 소비 단계에서는 음식물폐기물, 수리 및 유지보수 비용 등 2개 지표, 폐기물 관리 단계에서는 도시폐기물 매립률, 이차원료 사용 등 2개 지표, 순환경제 전 범주에서는 순환경제 고용의 1개 지표로, 총 10개 지표로 구성되어 있다.⁷⁰⁾



자료: ADEME(2017), p.6을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 3-13〉 프랑스 순환경제 모니터링 프레임워크

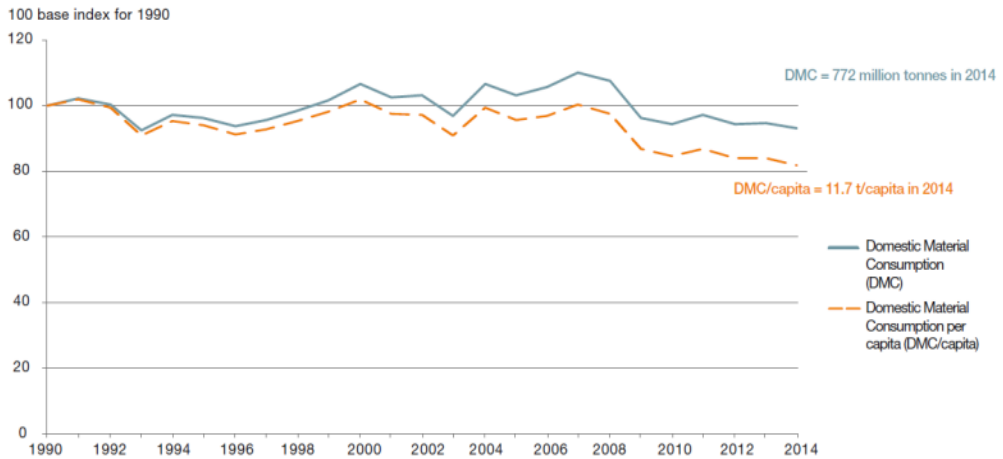
70) ADEME(2017), p.30을 참고하여 저자 재작성.

3) 지표 설정

가) 1인당 국내물질소비량⁷¹⁾

- 정의: 1인당 국내물질소비량(DMC)
- 의의: UN의 2030 지속가능발전목표로 설정된 지표 중 하나로, 1인당 국내 물질 소비량을 저감하여 「녹색성장을 위한 에너지 전환에 관한 법률」에도 명시된 자원 생산성을 증진하기 위함
- 산출방법: (국내생산 + 수입량 - 수출량)/총 인구
- 데이터 출처: SOeS
- 최근 추세: 2014년 기준 프랑스의 1인당 국내물질소비량은 11.7ton/인으로 2004년 대비 18% 감소함

Domestic Material Consumption per capita



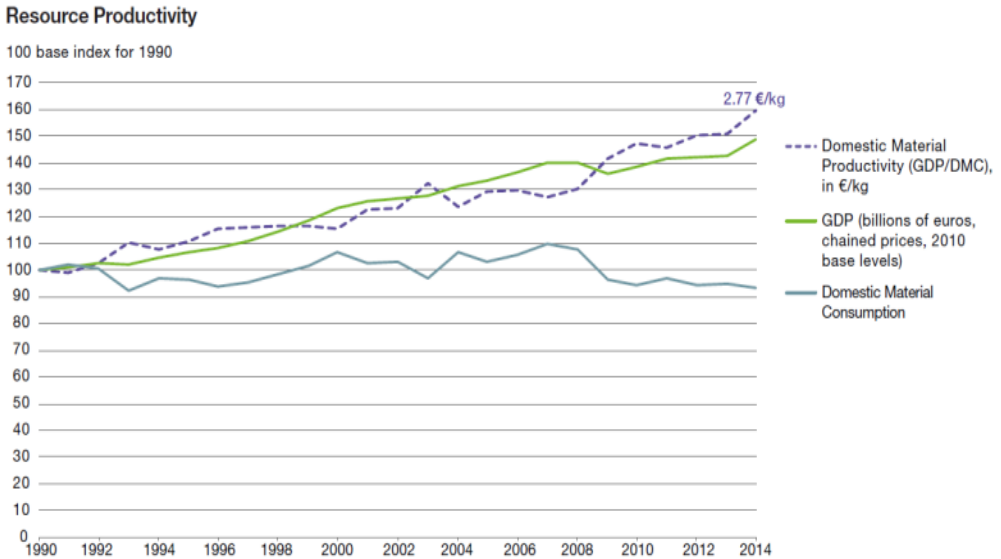
자료: ADEME(2017), p.8.

〈그림 3-14〉 프랑스 1인당 국내물질소비량 추이

71) ADEME(2017), p.8을 참고하여 저자 재작성.

나) 자원생산성⁷²⁾

- 정의: 국내물질소비량(DMC) 대비 총 부가가치
- 의의: 기존의 원료 소비를 통한 경제성장 구조에서 탈피하기 위해 원료 소비와 경제 성장을 점차 분리시키기 위함
- 산출방법: GDP(chain-linked volume)/국내물질소비량(DMC)
- 데이터 출처: SOeS
- 최근 추세: 2014년 기준 프랑스의 1인당 국내물질소비량은 11.7ton/인으로 2004년 대비 18% 감소함



자료: ADEME(2017), p.10.

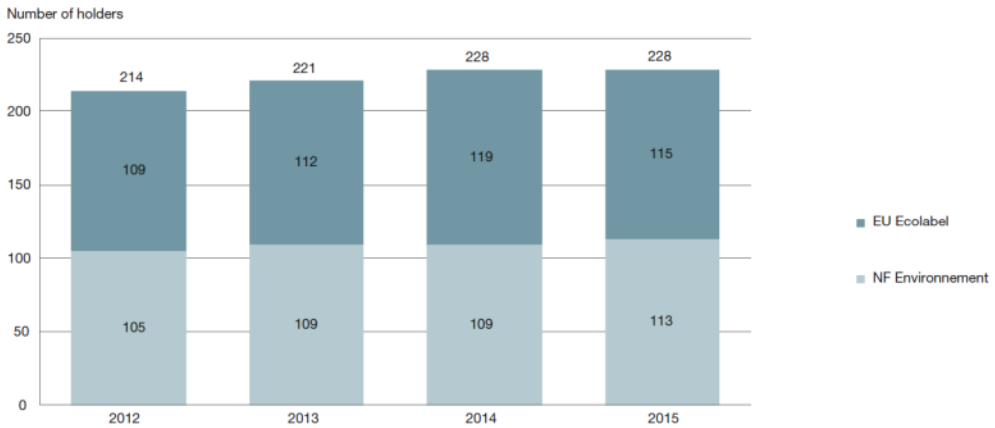
〈그림 3-15〉 프랑스 자원생산성 추이

72) ADEME(2017), p.10을 참고하여 저자 재작성.

다) 에코라벨 보유 지표⁷³⁾

- 정의: 에코라벨 등록/인증 건수
- 의의: 제품 생명주기의 전 주기에 걸쳐 폐기물의 양을 저감시키기 위함
- 산출방법:
 - EU 인증 에코라벨 및 NF 에코라벨(프랑스)의 보유총량 개수
 - NF 에코라벨 평가기준: 재활용성, 저수준 자원 소비(원료, 에너지, 물), 지속 가능한 자원관리(재활용, 재이용, 재생), 폐기물 발생 저감, 포장재폐기물 발생 저감 또는 이차원료 사용 및 재활용을 통한 포장재 생산, 수리가능성과 예비/대체 부품 사용기한, 제품수명 연장, 제품 폐기 관리 개선
- 데이터 출처: SOeS
- 최근 추세: 2014년 기준 프랑스의 에코라벨 등록 건수는 486개임

French ecolabel holders meeting circularity criteria



Note: the label holders shown here are manufacturers of eco-labelled products, and so do not include tourism accommodation businesses, which can also be awarded with ecolabels.

자료: ADEME(2017), p.12.

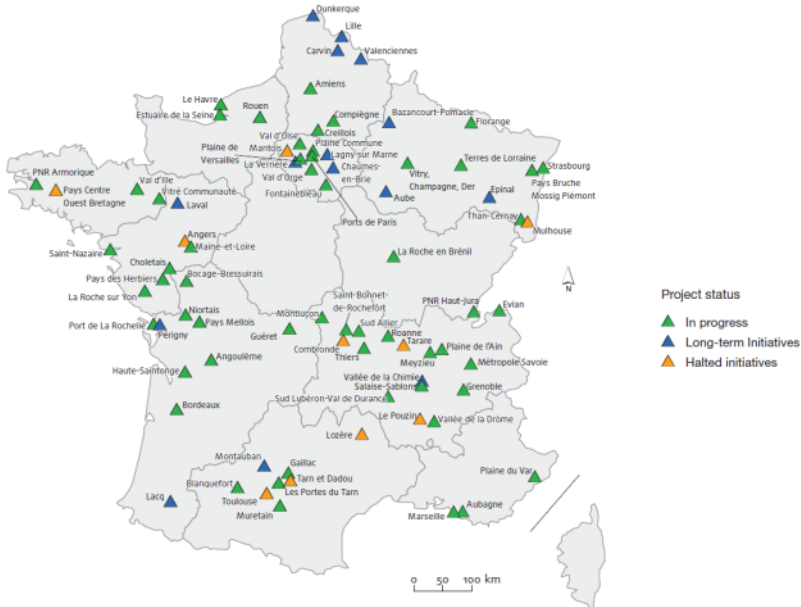
〈그림 3-16〉 프랑스 에코라벨 등록/인증 건수 추이

73) ADEME(2017), p.12를 참고하여 저자 재작성.

라) 산업·지역생태학 프로젝트 수⁷⁴⁾

- 정의: 산업·지역생태학 프로젝트 수
- 의미: 인프라, 장비, 서비스, 원료의 공유를 포함하며, 특히 원료는 한 기업의 폐기물이 다른 기업의 원료로 활용되는 것을 포함함.⁷⁵⁾ 가스관, 배관 등의 기반시설이나 서비스, 폐기물과 같은 자원을 공유하여, 지역의 자원 부담을 줄인 정도를 파악할 수 있음
- 산출방법: 전국 산업공생 프로젝트 수 - 프로젝트의 진행 정도에 따라 현재 진행형, 장기 이니셔티브, 중단된 이니셔티브 3가지로 분류함
- 데이터 출처: SOeS
- 최근 추세: 2015년 기준 프랑스의 산업·지역생태학 프로젝트 수는 70개임

Industrial and Territorial Ecology Projects Index



자료: ADEME(2017), p.14.

〈그림 3-17〉 프랑스 산업·지역생태학 프로젝트 현황

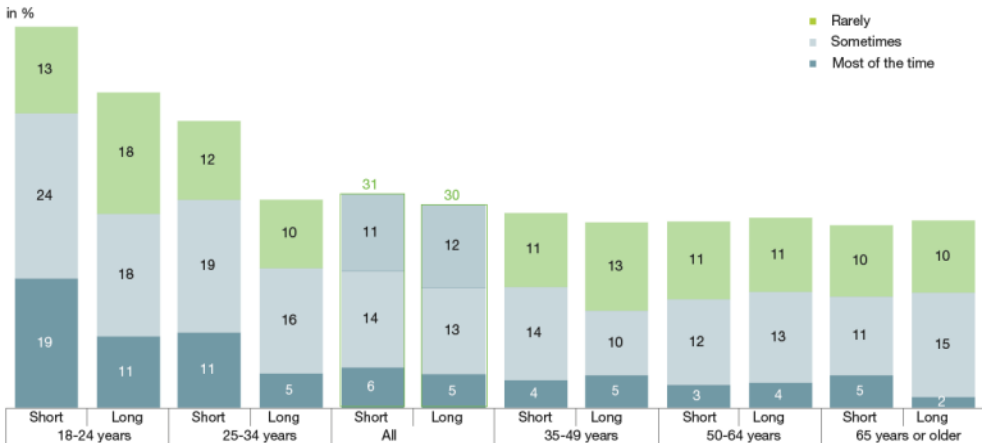
74) ADEME(2017), p.14를 참고하여 저자 재작성.

75) ADEME(2017), p.14를 참고하여 저자 재작성.

마) 차량 공유 빈도⁷⁶⁾

- 정의: 차량 공유 빈도
- 의미: 개인 이동수단과 연결되는 자원 소비(차량 제조)와 화석연료 사용을 저감시키기 위함
- 산출방법:
 - 차량 공유 빈도 지표는 설문조사를 통해 개인이 차량 공유 서비스를 활용하는 정도를 나타내는 지표
 - 설문조사를 통해 직업 종류와 연령대에 따라 가족이 아닌 사람과 얼마나 자주 차량을 함께 이용하는지 조사
- 데이터 출처: CGDD/SOeS
- 최근 추세: 2016년 기준 프랑스인 중 차량 공유 유경험자의 비율은 30%임

Frequency of car-sharing by journey type and age



Note: survey covering a representative sample of 4,258 people from across France, carried out in March 2016. Questions asked were: "Do you ever use car-sharing to journey to your place of work or study?" and "Do you ever use car-sharing (not including with family members) when you go on long journeys?" The possible answers were: "Yes, most of the time / Yes, sometimes / Yes, rarely / No, never."
Scope: All of France.

자료: ADEME(2017), p.16.

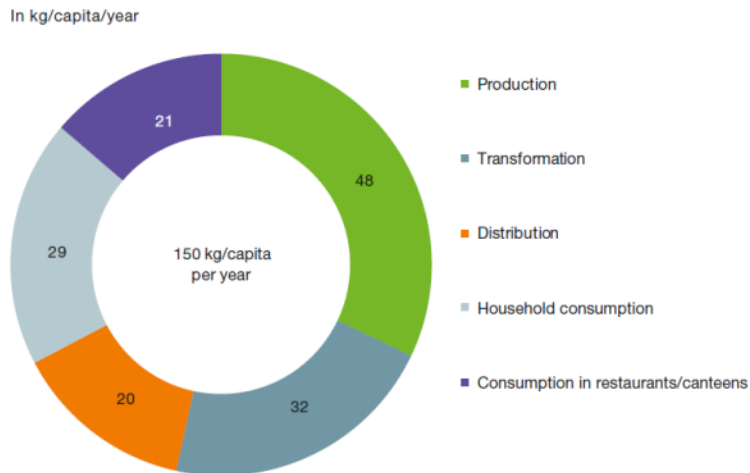
〈그림 3-18〉 프랑스 차량 공유 빈도 추이

76) ADEME(2017), p.16을 참고하여 저자 재작성.

바) 음식물폐기물⁷⁷⁾

- 정의: 1인당 연간 식품 총 생산량
- 의의: 음식물폐기물 발생 예방, 사람의 소비에 맞춘 식품의 생산, 동물사료로 사용되는 식품의 용도 변경, 혐기소화 등을 통한 에너지 생산을 위한 식품 사용 증진. 음식물 폐기물 지표는 UN의 2030 SDGs지표에도 해당⁷⁸⁾
- 산출방법:
 - 1인당 연간 식품 총 생산량 = (식품 생산과정 손실량 + 가공과정 손실량 + 유통과정 손실량 + 소비과정 손실량)/총인구
- 데이터 출처: ADEME
- 최근 추세: 2014년 기준 프랑스의 1인당 연간 식품 총 생산량은 150kg/인으로 10년간 변화가 없음

Breakdown of food waste throughout the food chain in France



자료: ADEME(2017), p.18.

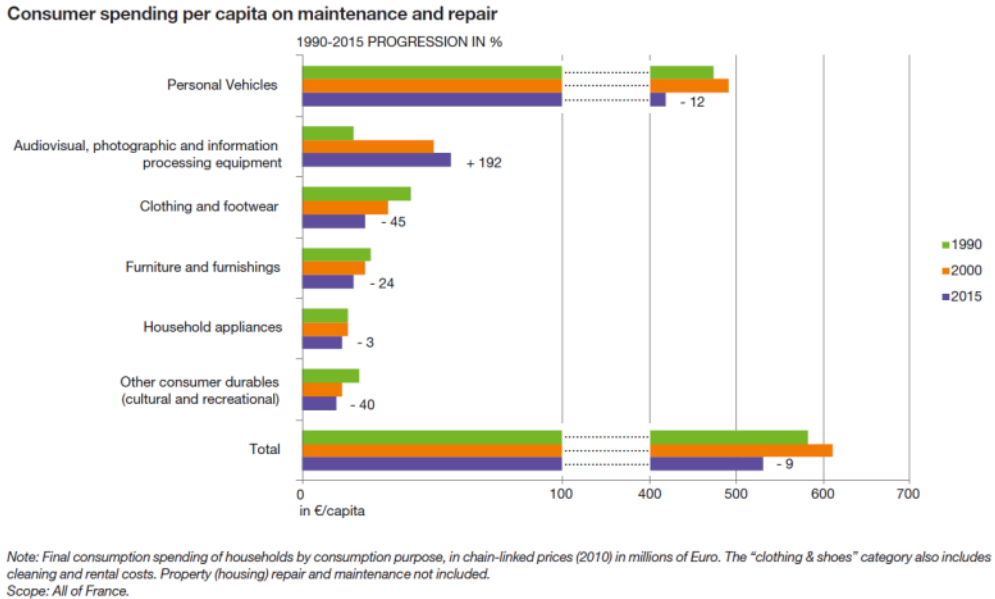
〈그림 3-19〉 프랑스 음식물폐기물 지표 추이

77) ADEME(2017), p.18을 참고하여 저자 재작성.

78) ADEME(2017), p.18을 참고하여 저자 재작성.

사) 가정 내 수리 및 유지보수 비용⁷⁹⁾

- 정의: 1인당 수리 및 유지보수 비용
- 의의: 가정에서 순환경제를 위해 노력하는 정도를 파악하기 위함
- 산출방법: 설문조사를 통해 개인이 1년 간 지출하는 수리 및 유지보수 비용을 나타냄
- 1인당 수리 및 유지보수 비용 = 개인차량, 음악·영상·기타 정보장비, 의류 및 신발, 가구·침구류, 기타 소비자 내구재 및 가정 내 이용되는 수리·보수 비용의 합계/설문 참여자 수
- 데이터 출처: SOeS
- 최근 추세: 2015년 기준 프랑스인의 1인당 수리 및 유지보수 비용은 530€/인임



자료: ADEME(2017), p.20.

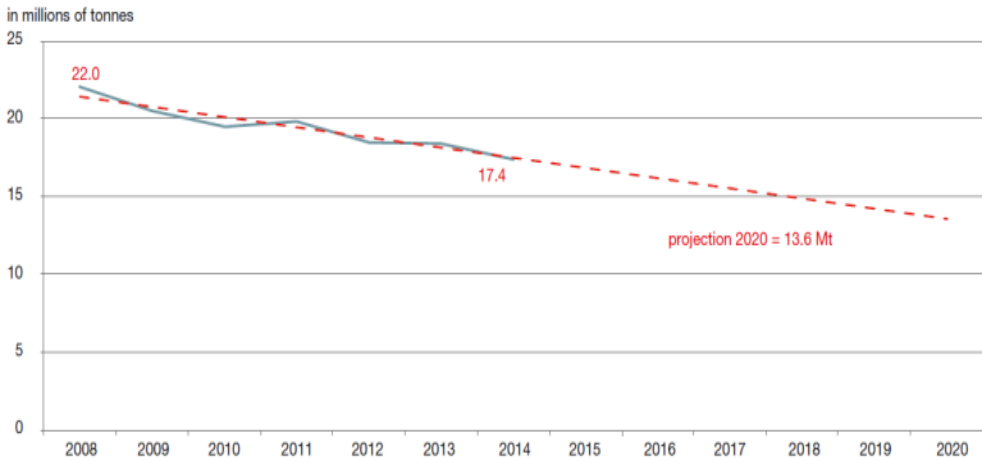
〈그림 3-20〉 프랑스 가정 내 수리 및 유지보수 비용 추이

79) ADEME(2017), p.20을 참고하여 저자 재작성.

아) 폐기물 매립률⁸⁰⁾⁸¹⁾

- 정의: 폐기물 매립처분 비율
- 의의: 위험 폐기물 및 불활성 폐기물 매립량 저감을 목표로 함. 「녹색성장을 위한 에너지 전환에 관한 법률」에 따르면, 2010년 매립량을 기준으로 2020년까지 30%, 2025년까지 50% 감량을 목표로 함⁸²⁾
- 산출방법: 도시 폐기물 매립처분량/도시 폐기물 발생량
- 데이터 출처: SOeS
- 최근 추세: 2014년 기준 프랑스의 폐기물 매립처분 비율은 26%이며, 이는 2008년 대비 21% 감소한 수치임

Non-dangerous waste sent to landfill over time



자료: ADEME(2017), p.22.

〈그림 3-21〉 프랑스 폐기물 매립률 추이

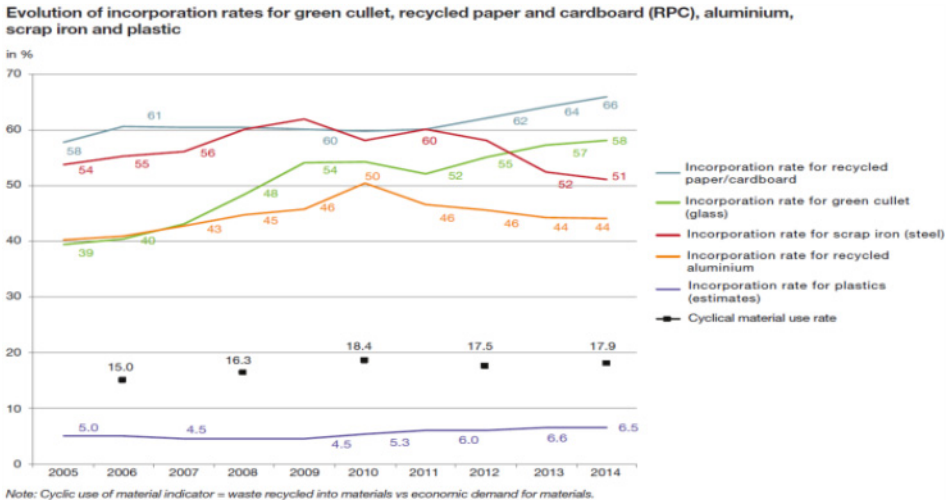
80) 일본에서의 지표명은 Quantities of waste sent to landfill로 매립처분량으로 되어 있으나, 산정방법은 처분율로 되어 있음.

81) ADEME(2017), p.22를 참고하여 저자 재작성.

82) ADEME(2017), p.22를 참고하여 저자 재작성.

자) 이차원료 사용⁸³⁾

- 정의: 이차원료 순환이용률
- 의의: 제조단계에서의 이차원료 사용 지표는 원료로 사용되는 폐기물의 비율 증가를 목적으로 함. 「녹색성장을 위한 에너지 전환에 관한 법률」에 따르면, 비위험 폐기물 및 불활성 폐기물에 대하여 2020년까지 55%, 2025년까지 65%를 재활용하는 것을 목표로 함. 지표에 이용되는 이차원료는 철 및 비철 금속(알루미늄, 구리), 판지, 유리, 플라스틱, 건설 불활성 물질 및 목재임⁸⁵⁾
- 산출방법: 재투입된 철 및 비철 금속(알루미늄, 구리), 판지, 유리, 플라스틱, 건설 불활성 물질 및 목재 함유량/(국내 발생량 + 수출량 - 수입량)
- 데이터 출처: SOeS
- 최근 추세: 2014년 기준 재생종이/골판지 투입률은 66%, 재생플라스틱 투입률은 6.5%이며, 전체 수요 대비 이차원료 사용률은 18%임



자료: ADEME(2017), p.24.

〈그림 3-22〉 프랑스 이차원료 사용 추이

83) ADEME(2017), p.24를 참고하여 저자 재작성.

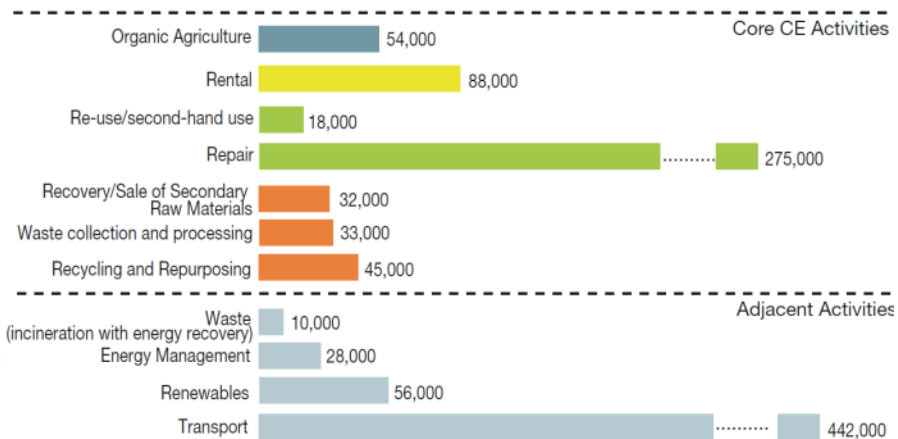
84) 원본에서의 지표명은 Use of secondary raw materials로 되어 있음.

85) ADEME(2017b), p.24를 참고하여 저자 재작성.

차) 순환경제 고용⁸⁶⁾

- 정의: 순환경제 분야에 종사하는 종사자 수
- 의의: 순환경제 고용 확대를 통해 기존 선형경제에 해당하는 사회직업 및 활동군이 순환경제 직업 및 활동군으로 전환됨으로써 지속가능한 경제성장에 기여
- 산출방법:
 - 11개 직업군 종사자 수 FTE(Full-Time Equivalent) 변환
 - 유기농 농업, 임대업, 재사용/이차사용 관련업, 수리업, 회수/이차원료 판매업, 폐기물 수집 및 유통업, 재활용 및 재가공업, 소각을 통한 에너지 회수, 에너지 관리업, 신재생업, 교통업
- 데이터 출처: SOeS
- 최근 추세: 2013년 기준 프랑스의 순환경제 일자리는 54만 5,000개임

Number of jobs per occupation (FTE) in 2013



자료: ADEME(2017), p.26.

〈그림 3-23〉 프랑스 순환경제 고용 추이

86) ADEME(2017), p.26을 참고하여 저자 재작성.

프랑스 10개 지표의 최근 추세를 나타내면 <표 3-5>와 같다.

<표 3-5> 프랑스 순환경제 모니터링 지표에 따른 추세

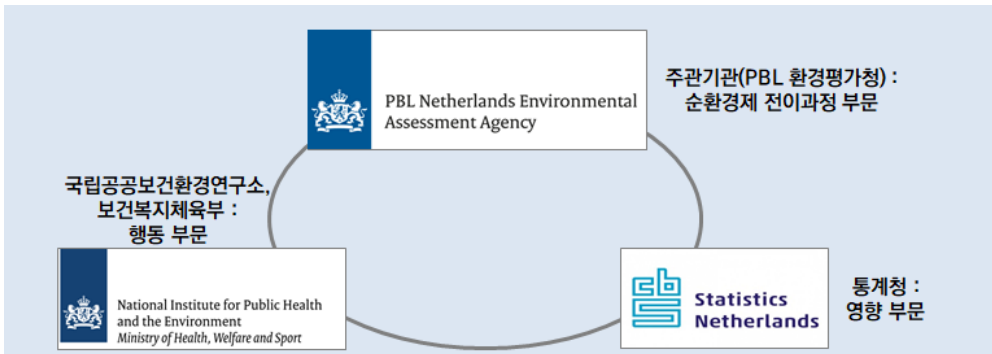
pillar	지표	기준 연도	단위 및 수치	추세
1	1인당 국내물질소비량	2014	11.7ton/인	-18%, 2014년/2004년
1	자원생산성	2014	2.77€/kg	+8%, 2014년/2010년
2	에코라벨 보유자	2015	486개 에코라벨, 228명 보유	+7%, 2014년/2012년
3	산업·지역생태학 프로젝트 수	2015	70 Initiatives	2배 증가, 2015년/2010년
4	차량 공유 빈도	2016	프랑스인 차량 공유 유경험자 비율: 30%	+
5	음식물폐기물	2016	1인당 연간 식품 총 생산량: 150kg	10년간 동결
6	수리 및 유지보수 비용	2015	1인당 530€	-9%, 2015년/1990년
7	폐기물 매립률	2014	도시폐기물 매립률: 26%	-21%, 2014년/2008년
7	이차원료 사용	2014	· 종이/골판지 재활용률: 66% · 플라스틱 재활용률: 6.5% · 수요 대비 이차원료 사용량: 18%	· +6%(종이/골판지), 2014년/2010년 유지(플라스틱) · +3%(수요 대비 이차원료 사용량), 2014년/2006년
All	순환경제 고용	2013	순환경제 일자리 54만 5,000개	+7%, 2014년/2012년

자료: ADEME(2017), p.30을 참고하여 저자 재작성.

다. 네덜란드

1) 관련 법령 및 제도적 근거

2016년 네덜란드 정부는 「2050 네덜란드 순환경제(A Circular Economy in the Netherlands by 2050)」를 수립하였다.⁸⁷⁾ 이는 2050년까지 순환경제 구축을 최종 목표로 하여, 2030년까지 현재 사용되는 원료의 50%를 절감할 계획을 제시하고 있다.⁸⁸⁾ 이에 따라 해당 계획의 이행과정을 진단하기 위해 네덜란드 환경평가청(PBL Netherlands Environmental Assessment Agency)은 통계청(CBS: Statistics Netherlands) 및 국립 공중보건환경연구소(RIVM: National Institute for Public Health and the Environment)와 함께 모니터링 시스템을 제안하였다(그림 3-24 참조).⁸⁹⁾



자료: PBL(2018), pp.8-9를 참고하여 저자 작성.

〈그림 3-24〉 네덜란드 순환경제 지표 개발 기관 및 역할

네덜란드 모니터링 지표 시스템은 아직 완성된 것이 아니라 개발 중에 있으며, 성장모델로서 제안되었다.⁹⁰⁾ 이는 EU 순환경제 모니터링 체계의 10개 지표에서 더 나아가 온실가스 배출 등으로 지표를 보다 확대하고, 더 넓은 범위의 전환과정에 대해서도 검토가 이루어지고 있다.⁹¹⁾

87) Ministry of IenM(2016), p.5를 참고하여 저자 재작성.

88) Ministry of IenM(2016), p.5를 참고하여 저자 재작성.

89) PBL(2018), pp.8-9를 참고하여 저자 재작성.

90) PBL(2018), p.13을 참고하여 저자 재작성.

2) 지표 설정

일반적으로 모니터링 시스템은 기대효과와 함께 그 효과를 나타내기 위한 전환과정으로 구분되는데, 본 시스템에서는 천연자원 소비 저감을 순환경제의 가장 중요한 기대효과로 제시한다.⁹²⁾ 또한 전환과정 모니터링은 ‘순환경제로의 전환 정도’와 ‘행동 모니터링’의 두 가지 요소로 구성되는데, 전자는 특정 제품 내 순환 제품 비율의 증가 여부 등을 확인하며, 후자는 순환경제로의 전환을 위한 정부 차원의 정책 추진상황을 보여준다(그림 3-25 참조).⁹³⁾

네덜란드의 순환경제 모니터링 시스템은 총 3가지 주요 구성요소로 이루어지며, 이를 통한 영향을 파악하기 위해 바이오매스 및 식품, 플라스틱, 제조, 건설, 소비재의 5개 우선 분야를 모니터링 한다.⁹⁴⁾

〈표 3-6〉 순환경제 모니터링 시스템 구성요소

기관	모니터링 시스템과 기초평가를 구성하는 3가지 주요 구성요소
환경평가청	순환경제로의 전환 정도
국립 공중보건환경연구소	법정부적 정책 프로그램을 통한 행동계획
통계청	천연자원 소비, 환경, 경제에 대한 영향

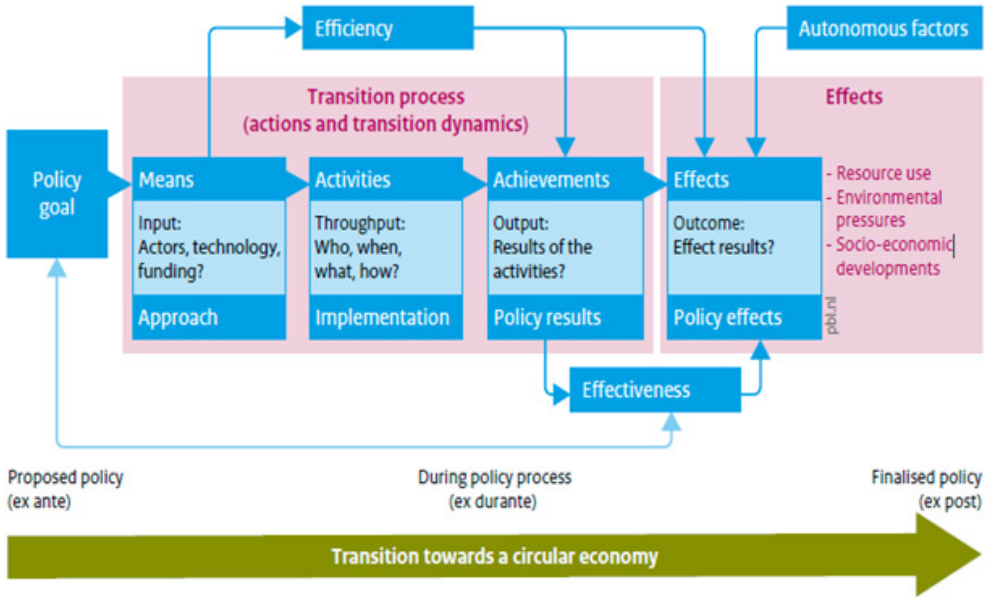
자료: PBL(2018), p.9를 본 연구의 목적에 맞게 저자 재작성.

91) PBL(2018), p.62를 참고하여 저자 재작성.

92) PBL(2018), p.9를 참고하여 저자 재작성.

93) PBL(2018), p.9를 참고하여 저자 재작성.

94) PBL(2018), p.9를 참고하여 저자 재작성.



자료: PBL(2018), p.10.

〈그림 3-25〉 네덜란드 순환경제로의 전환 추진체계

3) 지표 구축

천연자원 소비, 환경 그리고 경제에 대한 영향을 진단하기 위한 영향 모니터링 지표는 주요 성과와 영향, 독립적 요인 간 관계 규명을 궁극적인 목표로 한다.⁹⁵⁾ 이를 위해 DMI, 인구 등 통계적인 지표를 활용하여 초기지표를 구축한 후 지표를 순환경제에 따른 영향, 성과의 2개 대분류로 나누고, 그 영향을 다시 천연자원, 자연환경, 사회경제, 독립적 요인의 세부 분류로 구분한다(표 3-7 참조).⁹⁶⁾

95) PBL(2018), p.48을 참고하여 저자 재작성.

96) PBL(2018), p.49를 참고하여 저자 재작성.

〈표 3-7〉 네덜란드 순환경제 모니터링 초기지표

분류	지표	산출방법	단위	추세*	
영향					
천연 자원	자원사용, direct (DMI _{resource})	자원사용(resource use) = 국내자원투입량 = DMI _{resource} = 국내자원생산량 + 원료 수입량	10억kg	-7%	+
	자원사용, chain (RMI _{resource})	자원사용(resource use) = RMI = Chain 내 국내자원생산량 + 원료 수입량	10억kg	3%	-
	자원소비, chain (RMC _{resource})	자원사용(resource use) = RMC = Chain 내 국내자원생산량 + 원료 수입량 - 원료 수출량	10억kg	-26%	+
자연 환경	토지이용, direct	토지이용(land use, direct) = 농지면적 / 네덜란드 전체 면적	시가화구역 (cultured land)%	-4%	+
	수자원 채취, direct	수자원 채취(water extraction, direct) = 연간 지하수량 및 지표수량 총량	100만m ³	0%	.
	CO ₂ 배출량, direct	통계청 국내 연간 CO ₂ 배출량 ⁹⁷⁾	10억kg	-5%	+
	CO ₂ 소비발자국	CO ₂ 소비발자국 = 국내 연간 CO ₂ 배출량 + 수출 CO ₂ 배출량 - 수입 CO ₂ 배출량 ⁹⁸⁾	10억kg	-14%	+
사회 경제	경제성장(순환경제 분야)	-	% GDP 성장률	17%	+
	고용(순환경제 분야)	직접관련 순환고용자 수(재활용, 자원순환 기술개발 관련) + 간접관련 순환고용자 수(자원순환교육 및 서비스) / 전체 고용자 수 ⁹⁹⁾	%, 전체 고용 대비 순환고용	22%	+
	재활용산업 부가가치	재활용산업 분야 총생산	10억€(2010년 환율)	44%	+
	자원자급률	자원자급률(self-sufficiency resource) = 생산량(extracted) / 국내자원투입량(DMI _{resource})	kg/kg	-15%	-
독립 요인	네덜란드 경제(GDP)	연도별 GDP 통계	10억€ (2010년 환율)	6%	+
	네덜란드 고용	국내 총 고용자 수	1000 FTEs*	1%	+

〈표 3-7〉의 계속

분류	지표	산출방법	단위	추세*	
성과					
천연 자원	물질사용, direct(DMI)	국내물질투입량 = DMI = 국내자원생산량 + 제품 수입량(원료, 반제품 및 완제품)	10억kg	2%	-
	폐기물 발생량	총 폐기물 총량	10억kg	-3%	+
	저감(R2): 물질생산성	물질생산성 = GDP/국내물질소비량(DMC)	€/kg	22%	+
	저감(R2): 제품생산 kg당 폐기물 생산	폐기물 총량 / 제품 총량	폐기물(kg)/제품(kg)	16%	+
	재활용(R8): 순환이용률	순환이용률(cyclical use rate) = 재이용/전체 이용	%	6%	+
	재활용(R8): 폐기물 재이용	폐기물 재이용 = 이용 가능한 폐기물/전체 폐기물	이용 가능한 폐기물, %	1%	+
	재활용(R8): 재활용가치지수	재활용품 가격/폐기물 투입가격 = 제품 최종단계 재활용 물질가치/제품 최종단계 물질투입가치	-	3%	+
	재생에너지	에너지 사용 = 재생에너지 사용량/전체 에너지 사용량	에너지 사용률, %	52%	+

주: *2010년 대비 2016년 수준; FTEs: 인력규모단위, +는 긍정적, -는 부정적 영향을 의미.

자료: PBL(2018), p.51, pp.75-78을 본 연구의 목적에 맞게 저자 재작성.

97) Meijer-Cheung et al.(2016), p.18을 참고하여 저자 재작성.

98) Meijer-Cheung et al.(2016), p.18을 참고하여 저자 재작성.

99) Ehero(2017), pp.10-11을 참고하여 저자 재작성.

라. 일본

1) 관련 법령 및 제도적 근거

가) 순환형 사회형성 추진 기본법

2000년 일본은 「순환형 사회형성 추진 기본법」이 제정될 당시 폐기물 발생량이 많은 반면 재활용률은 낮으며, 불법투기가 증가하고 있는 상황의 심각성을 인지하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 ‘대량 생산-소비-폐기’형 경제사회에서 탈피하여 생산-유통-소비-폐기에 이르기까지 물질의 효율적인 이용 및 재활용을 추진함으로써 자원의 소비를 억제하고 환경부하가 적은 ‘순환형 사회’ 형성이 필요하다고 보았다.¹⁰⁰⁾

본 기본법에서는 ‘순환형 사회’를 ‘폐기물 등 발생 억제, 순환자원의 순환적 이용 및 적절한 처분을 통해 천연자원의 소비를 억제하고 환경에 대한 부하가 저감되는 사회’로 명확히 정의하고 있다. 또한 기존 ‘폐기물 등’이라고 하는 정의가 ‘무가물’에만 해당했다면, 기본법에서는 유가·무가를 불문하고 ‘폐기물 등’으로 정의하되, 그중 유용한 것을 ‘순환자원’으로 규정하여 순환이용을 촉진하고자 하였다.¹⁰¹⁾ 법체계를 보면 「환경기본법」이 제일 상위법이고 그 밑에 「순환형 사회형성 추진 기본법」이, 그리고 하위에 「폐기물처리법」, 「자원유효이용촉진법」, 「물질별 개별법」이 위치한다(그림 3-26 참조).

100) 일본 국립환경연구소, “순환형 사회형성 추진 기본법”, 검색일: 2020.5.20을 참고하여 저자 재작성.

101) 일본 환경성, “순환형 사회형성 추진 기본법 개요”, 검색일: 2020.5.20을 참고하여 저자 재작성.



자료: 일본 국립환경연구소 홈페이지, “순환형 사회형성 추진 기본법”, 검색일: 2020.5.20을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 3-26〉 일본의 순환형 사회형성 추진 기본법 및 관련 법체계

일본은 2000년 기본법 제정 및 2003년 기본계획 수립 이후 약 20년간 순환경제(일본에서는 순환형 사회) 구축을 위한 제도를 꾸준히 정비하고 있으며, 특히 저탄소 사회/자연공생 사회와의 통합적 접근, 물질별 특성을 고려한 물질순환의 중층적(공간적 범위 단계적 확대) 개념 도입, 국제적 순환까지도 강조하는 방향으로 진행하고 있다. 또한 지역순환공생권을 통해 ‘지역 활성화’라는 경제적/사회적 가치를 창출하는 모델을 추진하고 있다.

2) 지표 설정

일본은 「제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획」에서 순환경제 지표를 순환형 사회 전체상 지표와 7개 부문별 지표로 분류한다. 순환형 사회 전체상 지표는 물질흐름 지표로 자원생산성, 순환이용률, 최종처분율을 대표지표로 설정하고 있으며, 여기에는 자원생산성의 보조지표인 1차자원등가환산 자원생산성이 포함된다(표 3-8 참조).

〈표 3-8〉 일본 제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획 지표 - 전체상 지표

구분	지표 종류	지표명	지표구분	수치목표	목표 년도	비고
순환형 사회 전체상 지표	물질 흐름 지표	자원생산성	대표지표	약 49만엔/톤	2025	입구
		비금속 광물계 자원투입량을 제한한 자원생산성	보조지표	약 70만엔/톤	2025	-
		1차자원등가환산한 자원생산성	보조지표	-	-	-
		천연자원소비량	보조지표	-	-	SDGs 지표와 비교검증
		국민 1인당 1차자원등가환산한 천연자원소비량	보조지표	-	-	SDGs 지표와 비교검증
		입구측 순환이용률	대표지표	약 18%	2025	순환
		출구측 순환이용률	대표지표	약 47%	2025	순환
		일반폐기물 출구측 순환이용률	보조지표	약 28%	2025	폐기물처리 기본방침
		산업폐기물 출구측 순환이용률	보조지표	약 38%	2025	폐기물처리 기본방침
		최종처분량	대표지표	약 1,300만 톤	2025	출구
		일반폐기물 배출량	보조지표	약 3,800만 톤	2025	폐기물처리 기본방침
		일반폐기물 최종처분량	보조지표	약 320만 톤	2025	폐기물처리 기본방침
		산업폐기물 배출량	보조지표	약 3억 9,000만 톤	2025	폐기물처리 기본방침
		산업폐기물 최종처분량	보조지표	약 1,000만 톤	2025	-

자료: 일본 환경성(2018), pp.80-82를 참고하여 저자 재작성.

그 외에도 지속가능한 사회 형성, 다양한 지역순환공생권 등 7개 부문을 설정하고 각각의 지표를 마련하였다(표 3-9 참조).

〈표 3-9〉 일본 제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획 지표 - 부문별 지표

구분	지표 종류	지표명	지표 구분	수치 목표	목표 년도	비고	
1. 지속가능한 사회형성과의 통합적 대책 지표	환경적 측면과 경제적 측면의 통합적 대책	항목별 물질흐름 지표	산업분야별 자원생산성(1차자원등가환산)	대표지표	-	-	-
		항목별 대책 지표	순환형 사회 비즈니스 시장규모	대표지표	2000년 대비 약 2배	2025	SDGs
	환경적 측면과 사회적 측면의 통합적 대책	항목별 물질흐름 지표	가정계 식품손실량	대표지표	2020년의 절반	2030	SDGs지표와 비교검증
			사업계 식품손실량	대표지표	식품재활용법 기본방침에 설정		SDGs지표와 비교검증
	순환과 저탄소의 통합적 대책	항목별 물질흐름 지표	폐기물 부문 유래 온실가스 배출량	대표지표	-	-	-
			폐기물의 원재료로의 이용 및 발전에 의한 온실가스 감축량	대표지표	-	-	-
	순환과 자연공생의 통합적 대책	항목별 대책 지표	기간 중 정비된 소각시설의 평균 발전효율	대표지표	21%	2022	폐기물 처리 시설 정비계획
			항목별 물질흐름 지표	국내 바이오매스계 자원투입율	대표지표	-	-
	순환과 자연공생의 통합적 대책	항목별 대책 지표	산림에 대한 시업(조림, 벌채 등) 실시를 통한 구체적인 계획이 수립되어 있는 면적	대표지표	-	-	SDGs
			2. 다양한 지역순환공생권 형성에 의한 지역 활성화 지표	항목별 물질흐름 지표	1인 1일 폐기물 배출량	대표지표	약850g/인/일
1인 1일 가정계폐기물 배출량	대표지표	약440g/인/일			2025	폐기물처리 기본방침	
사업계폐기물 배출량	대표지표	약 1,100만톤			2025	-	
항목별 대책 지표	지역순환공생권 형성 대책을 마련한 지자체 수	대표지표		-	-	-	
3. 전 과정에서 철저한 자원순환 지표	일반	항목별 물질흐름 지표	국민 1인당 1차자원등가환산한 천연자원소비량(RMC)	대표지표	-	-	SDGs지표와 비교검증, 중복
			출구측 순환이용률	대표지표	약 47%	2025	중복
		항목별 대책 지표	재사용시장규모	대표지표	-	-	-
			공유시장규모(카셰어링 등)	대표지표	-	-	-
	각 소재별	항목별 물질흐름지표	제품평가 가이드라인 정비상황	대표지표	-	-	-
			자원별 입구측 순환이용률(바이오매스계, 금속계, 비금속광물계)	대표지표	-	-	-
			폐기물 종류별 출구측 순환이용률(페플라스틱, 바이오매스계, 금속계, 비금속광물계)	대표지표	-	-	-
		폐기물 종류별 최종처분량(페플라스틱, 바이오매스계, 금속계, 비금속광물계)	대표지표	-	-	-	

〈표 3-9〉의 계속

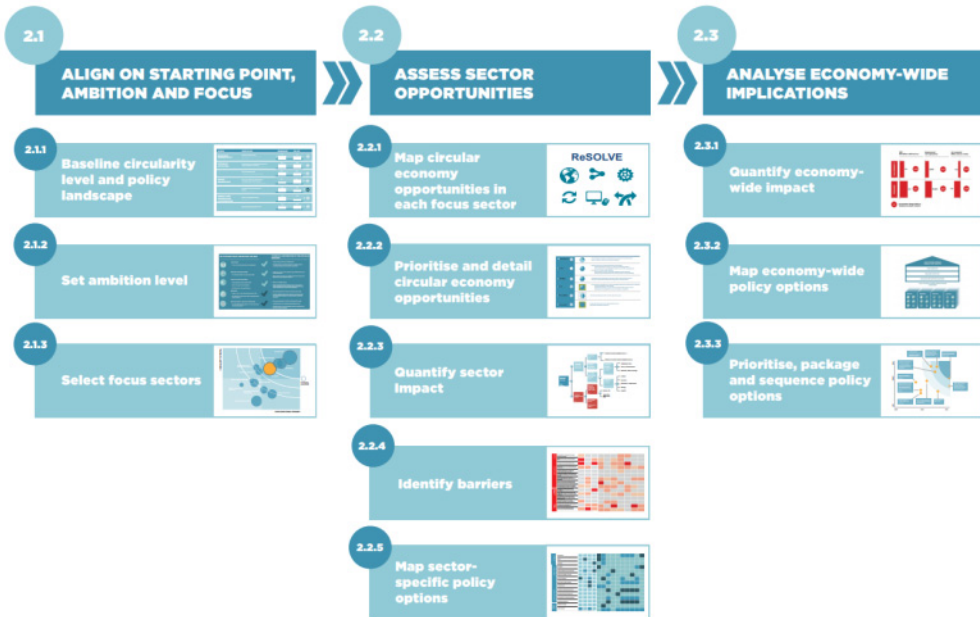
구분	지표 종류	지표명	지표 구분	수치 목표	목표 년도	비고	
		(바이오매스) 가정계 식품손실량	대표지표	2020년의 절반	2030	중복, SDGs지표와 비교검증	
		(바이오매스) 사업계 식품손실량	대표지표	식품재활용법 기본방침에 의해 설정		중복, SDGs지표와 비교검증	
		(바이오매스) 식품순환자원의 재생이용 실시율	대표지표	식품제조업: 95%, 식품도매업 70%, 식품소매업: 55%, 외식산업: 50%	2019	식품재활용법 기본방침	
		(토석, 건설재료) 개별시설별 수명연장계획 책정비율	대표지표	100%	2020	사회자본정비 중점계획	
4. 적정처리 지속적 추진과 환경재생에 관한 지표	항목별 물질흐름지표	불법투기량	대표지표	-	-	-	
		부적정 처리량	대표지표	-	-	-	
	항목별 대책지표	불법투기 발생건수	대표지표	-	-	-	
		부적정처리 발생건수	대표지표	-	-	-	
		전자매니페스토 보급률	대표지표	70%	2022	-	
		일반폐기물매립지 잔여년수	대표지표	2017년 수준(20년분) 유지	2022	폐기물 처리시설 정비계획	
산업폐기물매립지 잔여년수	대표지표	필요최종 처분량의 10년분	2020	폐기물 처리 기본방침			
5. 철저한 재해 폐기물 처리체계 구축에 관한 지표	항목별 대책지표	재해폐기물처리계획 책정비율	대표지표	도도부현 100%, 시정촌 60%	2025	국토강화계획	
6. 적절한 국제 자원순환체계 구축과 순환산업의 해외진출 추진에 관한 지표	적절한 국제 자원순환체계 구축	항목별 대책지표	자원순환분야를 포함한 환경협력에 관한 각서체결 국가 수	대표지표	-	-	
	순환산업의 해외진출 추진	항목별 대책지표	순환산업 해외진출사업화 촉진 사업 수	대표지표	-	-	
7. 순환 분야 기반 정비 지표	정보장비	항목별 대책지표	전자매니페스토 보급률	대표지표	70%	2022	중복
		기술개발, 최신기술 활용	항목별 대책지표	환경연구종합추진비(자원순환 영역)에서 S-A평가 연구과제 수의 비율(사후평가)	대표지표	-	-
	인재육성, 캠페인	항목별 대책지표	폐기물 감량하나 순환이용, 녹색구매의식	대표지표	90%	2025	-
		항목별 대책지표	구체적인 3R행동 실시비율	대표지표	2012년도 여론조사 대비 20% 상승	2025	-

자료: 일본 환경성(2018), pp.83-91을 참고하여 저자 재작성.

2. 민간 차원 및 학계에서의 순환경제 모니터링 동향 분석

가. 순환경제 툴킷(Circular Economy Toolkit)

순환경제 툴킷은 보다 가치 있고 지속가능한 제품 및 서비스를 생성하도록 도움을 주고자 마련된 평가도구이다(그림 3-27 참조). 툴킷은 총 11가지 단계로 이루어져 있으며, 정책입안자들은 각 단계를 통해 순환경제 현안 파악, 목표설정, 중점분야 선택, 기회요소 식별, 장애요소 진단 및 극복방안 도출, 경제영향 분석 등을 수행할 수 있다.¹⁰²⁾



자료: Ellen Macarthur Foundation(2015c), p.40.

〈그림 3-27〉 단계별 순환경제 툴킷 적용 방법론

순환경제 툴킷에서는 순환경제로의 전환을 6개 부문으로 세분화한 ReSOLVE framework를 기반으로 하고 있다(표 3-10 참고).

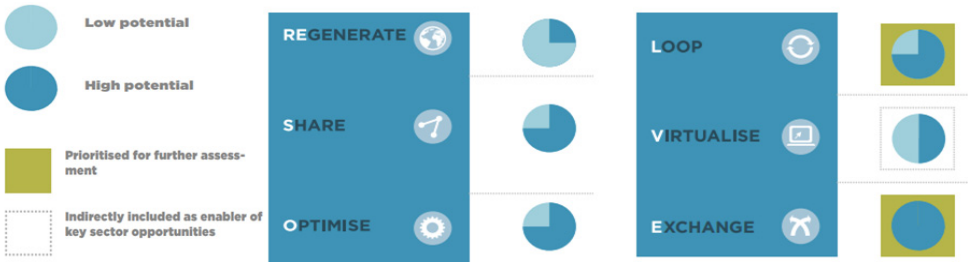
102) Ellen Macarthur Foundation(2015c), p.40.

〈표 3-10〉 ReSOLVE 프레임워크

부문	세부사항
REGENERATE	· 재생가능한 에너지 및 원료로의 전환
	· 생태계의 건전성 회복, 유지 및 복원
	· 회수된 생물자원의 생태로의 환원
SHARE	· 자산 공유 (예: 차량, 주거공간, 가전제품)
	· 재사용, 중고물품
	· 유지보수, 내구성 설계, 업그레이드 등을 통한 제품 수명 연장
OPTIMISE	· 제품의 성능 및 효율성 개선
	· 생산 및 공급 단계에서의 폐기물 제거
	· 빅데이터, 자동화, 원격 감지 및 조작 활용
LOOP	· 재제조 제품 및 부품
	· 재생원료
	· 혐기성 소화
	· 유기성 폐기물 기인 생화학 물질
VIRTUALISE	· 직접적 비물질화(예: 책, CD, DVD, 여행)
	· 간접적 비물질화(예: 온라인 쇼핑)
EXCHANGE	· 노후된 재생 불가능한 원료 대체
	· 3D 프린팅 등 신기술 적용
	· 복합운송 등 새로운 형태의 제품 및 서비스 선택

자료: Ellen Macarthur Foundation(2015c), p.21을 참고하여 저자 재작성.

덴마크에서는 순환경제 툴킷을 활용하여, ReSOLVE 프레임워크의 각 부문에 대한 잠재력을 평가하였다(그림 3-28 참조).

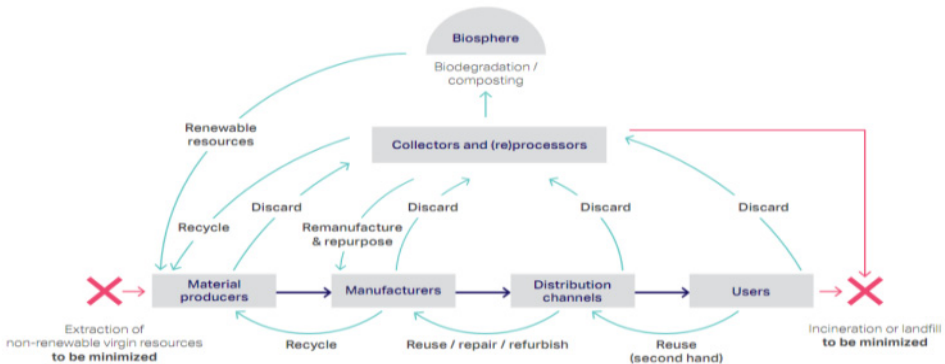


자료: Ellen Macarthur Foundation(2015c), p.56을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 3-28〉 순환경제 툴킷 적용사례: 덴마크

나. 순환전환 지표(Circular Transition Indicators)

2020년 1월 지속가능발전을 위한 세계경제인협회(WBCSD)는 기업의 순환성을 측정하는 순환전환 지표(CTI: Circular Transition Indicators)를 제안하고 지표의 산정방법 및 지표를 이용한 목표 설정을 포함한 설명 가이드(User Manual V1.0)를 발표하였다.¹⁰³⁾ 순환전환 지표는 WBCSD 순환경제 프로그램(약칭 Factor 10)의 순환 매트릭스 작업그룹에 참여하는 기업 26개사와 KPMG International Cooperative가 개발한 지표이다(그림 3-29 참조).¹⁰⁴⁾



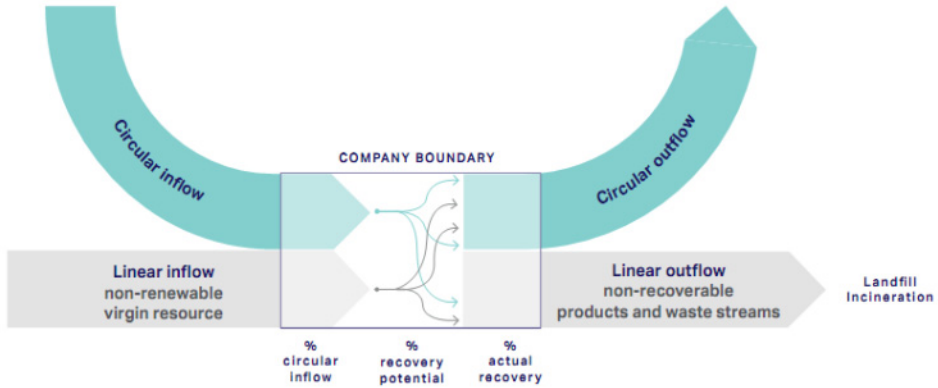
자료: WBCSD(2020), p.14.

〈그림 3-29〉 순환전환 지표 시스템

103) WBCSD(2020), p.51을 참고하여 저자 재작성.

104) WBCSD(2020), p.8을 참고하여 저자 재작성.

순환전환 지표는 기업별로 물질흐름에 기반한다. 기업은 이 물질흐름을 분석함으로써 자원 추출 및 폐기물 발생을 최소화할 수 있는 가능성을 도출한다.¹⁰⁵⁾ 여기에는 3가지 방면에서 기업경계 내 흐름의 평가를 수반한다(그림 3-30, 표 3-11 참조).



자료: WBCSD(2020), p.15.

〈그림 3-30〉 주요 물질흐름 체계

〈표 3-11〉 기업경계 내 흐름 평가 기준

유입(inflow)	· 기업이 공급하는 물질은 얼마나 순환적인가?
유출 - 회수 잠재력 (outflow - recovery potential)	· 기업은 물질을 기술적으로 회수할 수 있도록 제품을 어떻게 설계하고 처리하는가?
유출 - 실제 회수 (outflow - actual recovery)	· 실제로 기업의 회수량은 얼마나 되는가? 이 회수에는 제품, 부산물 및 폐기물이 포함됨 · 이 분석 결과는 기업이 물질 흐름에서 루프(Loop)를 얼마나 효과적으로 닫는지를 보여줌

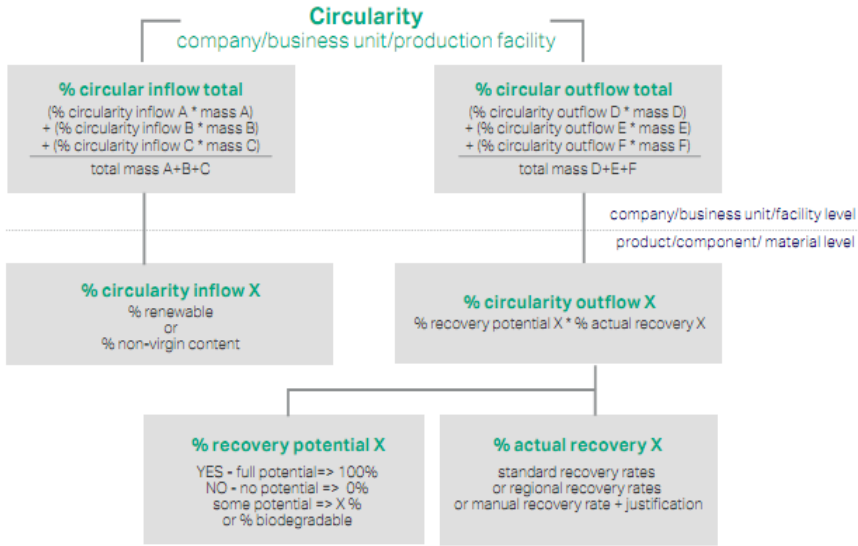
자료: WBCSD(2020), p.15을 참고하여 저자 재작성.

순환전환 지표는 지표 메뉴를 제공하며, 일반적으로 3가지 루프 형태(폐쇄형, 최적화형, 가치형)를 제시한다.

105) WBCSD(2020), p.15.

1) 루프 폐쇄형(Close The Loop)

이 모듈은 닫힌 루프 형태의 물질흐름에서 기업의 효율성을 산정하며, 기업단위 또는 기업의 일정 제조지역 단위에서 평가할 수 있다. 기업의 순환성은 유입 순환률(%)과 유출 순환률(%) 사이의 평균이다(그림 3-31 참조).¹⁰⁶⁾



자료: WBCSD(2020), p.17.

<그림 3-31> 루프 폐쇄형 공식구조

기업의 순환성 평가에는 물질흐름에서의 순환성 외에도 물 순환성, 재생에너지로의 전환 정도가 중요한 요소로 포함된다. 이에 WBCSD의 글로벌 워터 솔루션 프로젝트(Global Water Solutions Project)를 통해 물 순환성에 대한 추가지표를 개발하고 있으며 대부분의 기업은 이미 비즈니스 운영을 위한 재생에너지 소비를 측정하는 측정 기준을 가지고 있다.¹⁰⁷⁾ 순환전환 지표 프레임워크 내 기업의 재생에너지 활용을 측정하기 위해 개발된 산정식은 다음과 같다.

$$\text{- 재생에너지(\%)} = \frac{\text{재생에너지(연간 소비)}}{\text{총 에너지(연간 소비)}} \times 100$$

106) WBCSD(2020), p.17.

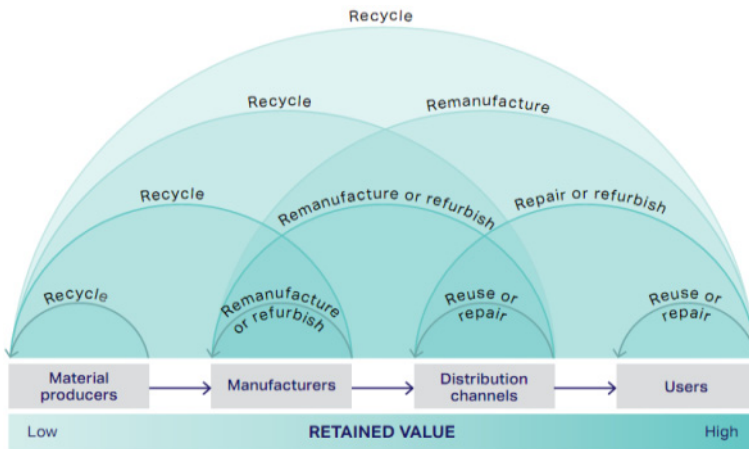
107) WBCSD(2020), p.17.

2) 루프 최적화형(Optimize The Loop)

이 모듈은 자원 사용 효율성에 대한 통합적인 시야를 제공한다. 첫 번째 지표는 희소물질 유입(%)에 해당하며, 이 지표를 통해 기업은 특정 물질흐름의 위험 수준을 평가하고 그에 따라 우선순위를 지정할 수 있다. 계산식은 다음과 같다.¹⁰⁸⁾

$$\text{- 희소물질유입량(%) = 희소물질로 정의된 유입량/선형구조의 유입 총량} \times 100$$

두 번째 지표는 물질이 어떻게 회수되고 가치사슬로 재순환되는지에 초점을 맞추고 있다. 결과는 재사용/수리, 재가공, 재생산, 재활용 또는 생분해/분해 회수된 물질의 비율을 제공한다(그림 3-32 참조).



자료: WBCSD(2020), p.18.

〈그림 3-32〉 회수 유형 및 보유가치

3) 가치형(Value The Loop)

이 모듈은 기업의 물질흐름 내 순환성이 가지는 비즈니스적 가치를 보여주며, 선형구조의 유입 총량 대비 수익을 통해 산정한다.¹⁰⁹⁾

108) WBCSD(2020), p.18.

109) WBCSD(2020), p.19를 참고하여 저자 재작성.

다. 순환성 지표(Circularity Indicator)

EMF(Ellen Macarthur Foundation)는 순환경제가 경제성장과 자원소비가 디커플링됨을 강조하며, 기업 단위에서 원자재 가격변동과 원료공급에서 발생할 수 있는 위험요소를 줄이고자 하였다.¹¹⁰⁾ 이에 기업이 선형경제에서 순환경제로 어느 정도 전환되었는지 측정하고자 순환성 지표 프로젝트를 수행하였다.¹¹¹⁾

해당 지표 프로젝트를 통해 개발된 순환성 지표는 주로 제품 설계에 초점이 맞춰져 있으나, 공공조달·투자, 교육, 연구 등에도 활용될 수 있다.¹¹²⁾ 순환성 지표는 물질순환성 지표군, 위험성 지표군, 영향 지표군으로 구성되며, 각 지표군별 세부구성 지표와 의미는 <표 3-12>와 같다.

<표 3-12> EMF 순환경제 지표 분석

지표군	지표	의미
물질순환성 지표	제품공정 투입량	· 신제품에 투입되는 원재료량 · 재활용품에 활용되는 재생자원량
	사용단계 이용률	· 동일 제품 군 대비 대상제품 사용기한
	사용 후 처리	· 제품 사용 후 최종적인 매립량, 재활용량
	재활용효율성	· 재생자원을 생산하고 활용하는 공정효율성
위험성 지표	원자재 가격 변동성	· 비즈니스 모델의 잠재적인 위험요소에 대한 대응
	원료 공급 위험성	
	물질의 희소성 및 독성	
영향 지표	에너지 사용 및 CO ₂ 배출량	· 순환성 변화가 기업과 이해관계자에 미치는 영향

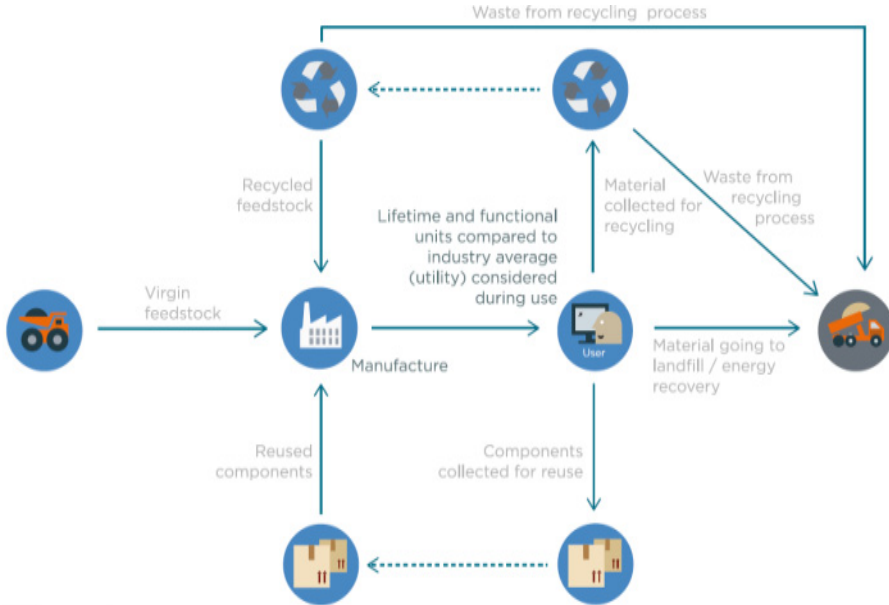
자료: Ellen Macarthur Foundation(2015b), pp.5-6을 참고하여 저자 재작성.

제품 물질흐름은 <그림 3-33>와 같으며, 각 과정의 데이터를 수집하여 물질순환성을 산정한다.¹¹³⁾

110) Ellen Macarthur Foundation(2015b), p.1을 참고하여 저자 재작성.

111) Ellen Macarthur Foundation(2015b), p.1을 참고하여 저자 재작성.

112) Ellen Macarthur Foundation(2015b), p.4를 참고하여 저자 재작성.



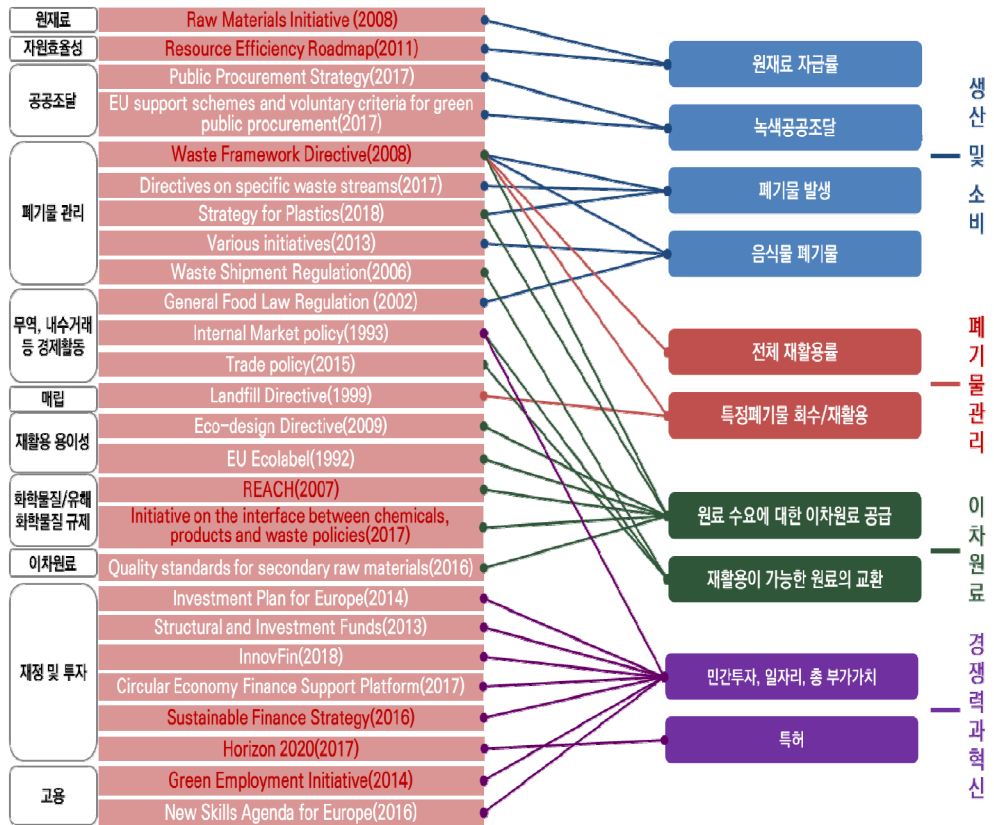
자료: Ellen Macarthur Foundation(2015b), p.5.

〈그림 3-33〉 물질순환성 지표

113) Ellen Macarthur Foundation(2015b), p.6을 참고하여 저자 재작성.

3. 정부 및 민간 차원의 순환경제 모니터링 지표 시사점

EU 집행위원회는 2018년 EU 순환경제 모니터링 지표를 설정함에 있어 기존 제도, 지침, 법령 등과 정책적으로 연계하고 있음을 확인할 수 있다(그림 3-34 참조).

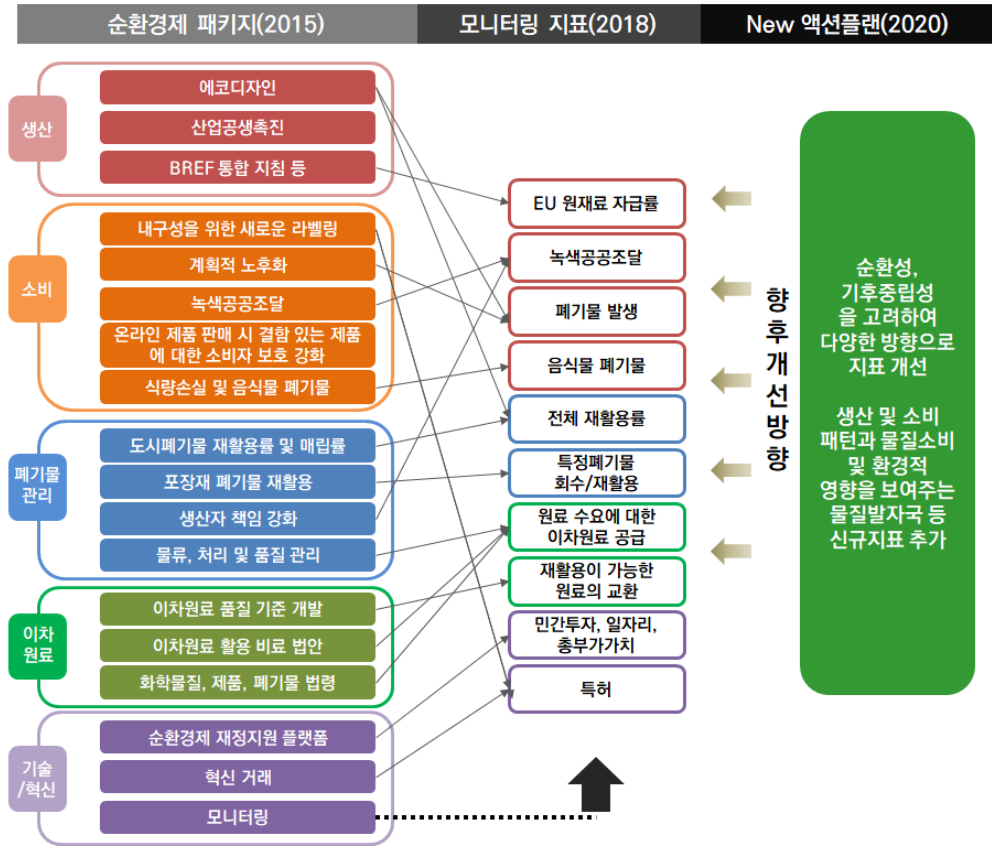


자료: EC(2018c), p.4를 참고하여 저자 재작성.

〈그림 3-34〉 EU 순환경제 지표별 연관된 제도 및 지침

EU 순환경제 패키지에서 제시하고 있는 순환경제 행동계획은 생산, 소비, 폐기물 관리, 이차원료, 경쟁력 및 혁신과 관련한 내용을 담고 있다. 이후 개발된 순환경제 모니터링 지표는 기존 행동계획에서의 내용을 기반으로 도출된 것이다. 또한 올해 발표된 순환경제 실행

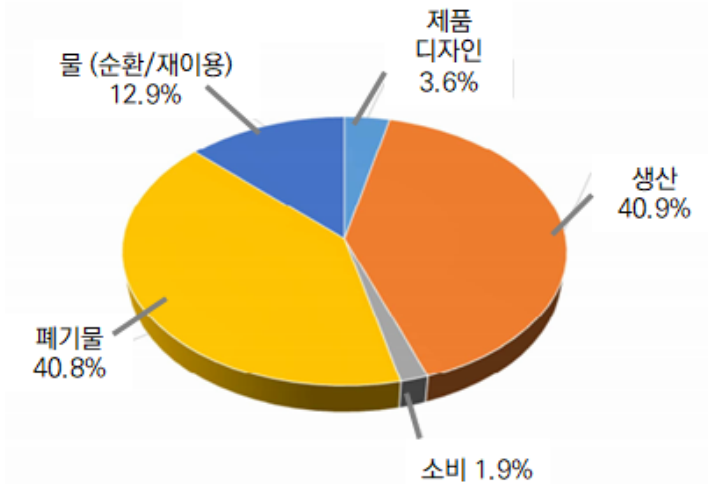
동계획에서는 모니터링 지표 보완사항에 대한 내용을 제시함으로써 지표를 지속적으로 개선해 나가고 있다(그림 3-35 참조).



자료: EC(2015, pp.4-13, 2018c, p.4, 2020, p.2)를 참고하여 저자 작성.

〈그림 3-35〉 EU 순환경제 지표와 행동계획상 연계성

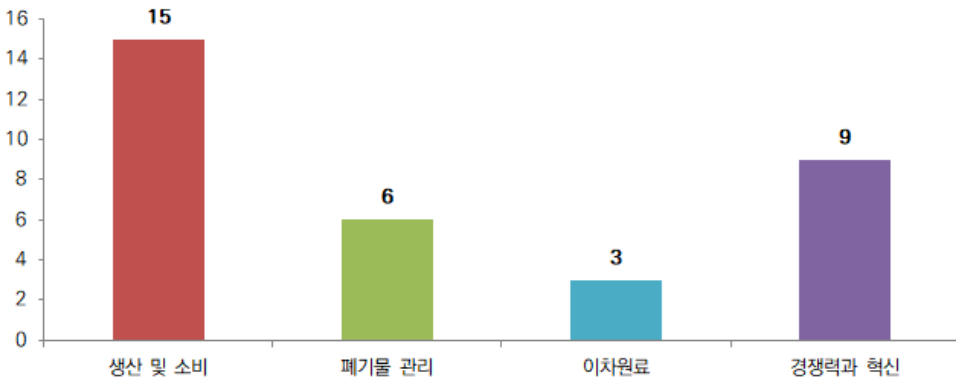
또한 순환경제로의 전환 가속화를 위해서는 제품 설계 및 이차원료 사용 확대 등을 위한 연구 및 기술 혁신 지원이 매우 중요하다. EU 순환경제 전략 관련 연구 혁신 지원 분야는 다음과 같다(그림 3-36 참조).



자료: EC(2019), p.5를 참고하여 저자 재작성.

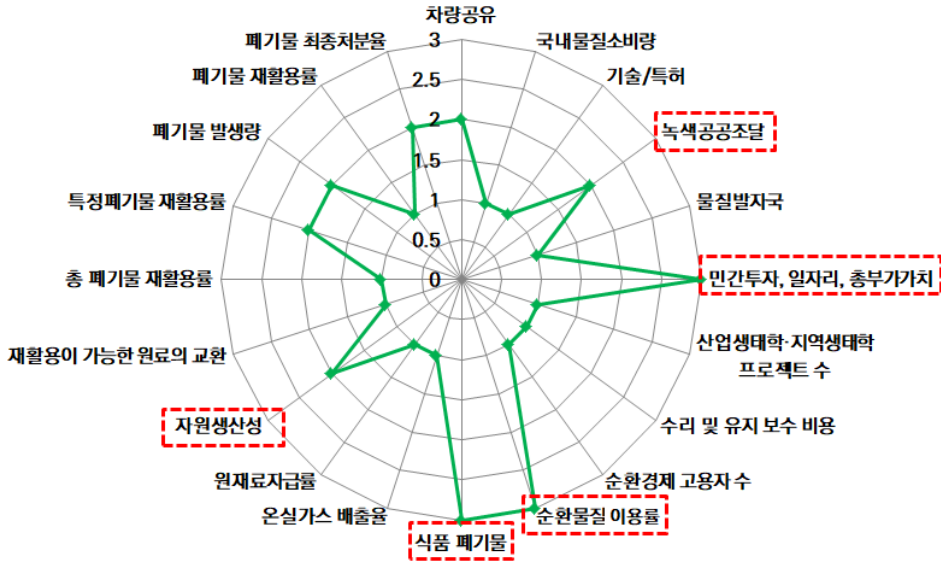
〈그림 3-36〉 EU 순환경제 전략 관련 연구 혁신 지원 분야(2016~2018년)

EU, 프랑스, 일본 등 해외 순환경제 모니터링 지표에는 어떠한 요소를 담고 있는지를 파악하기 위해 검토한 결과, 폐기물 관리 단계뿐만 아니라 생산 및 소비, 이차원료, 경쟁력과 혁신 등 자원 전 주기 단계를 아우를 수 있도록 지표가 설정되어 있음을 확인할 수 있다 (그림 3-37, 그림 3-38 참조).



자료: ADEME(2017), p.30; EC(2018c), p.4; 일본 환경성(2018), pp.80-82를 참고하여 저자 작성.

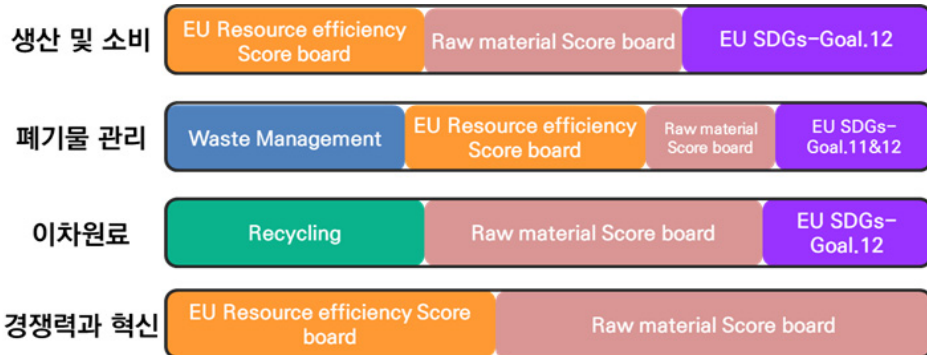
〈그림 3-37〉 EU, 프랑스, 일본 순환경제 모니터링 지표 종합(1)



자료: ADEME(2017), p.30; EC(2018c), p.4; 일본 환경성(2018), pp.80-82를 참고하여 저자 작성.

〈그림 3-38〉 EU, 프랑스, 일본 순환경제 모니터링 지표 종합(2)

자원의 투입, 사용, 폐기 등의 자원 전 과정을 고려하여 자원의 효율적인 이용과 순환성을 촉진하기 위해서는 폐기물 처리의 사후 관점에서 더 나아가 “사전 예방적” 관점에서의 정책 추진이 매우 중요하며, 이를 진단·평가하기 위한 모니터링 지표 역시 생산 및 소비 단계 등 전 주기적 측면에서 검토되어야 할 것이다.



자료: EC(2015), pp.9-10; EIP(2018), p.5; EC(2018d), pp.23-26; Eurostat(2019), p.1을 참고하여 저자 작성.

〈그림 3-39〉 EU 순환경제 모니터링 지표 특성 분석

제4장

국내 순환경제 이행 진단을 위한 통합 평가지표 마련

앞서 제3장에서는 EU, 프랑스, 네덜란드, 일본 등 해외 주요국에서 추진되고 있는 순환경제 모니터링 지표를 분석하였다. 본 장에서는 <표 4-1>의 추진절차를 거쳐 국내에 적용할 수 있는 순환경제 모니터링 지표(안)을 도출하였다.

<표 4-1> 국내 순환경제 모니터링 지표(안) 도출방법

1	EU, 프랑스, 일본 등 해외 순환경제 모니터링 지표 분석
▼	
2	국내 순환경제 유관 지표 특성 분석 및 분류
▼	
3	지표별 의미 및 산정방법 조사
▼	
4	국내 데이터 가용성 검토
▼	
5	지표 초안 마련
▼	
6	전문가 및 업계 실무자 의견수렴을 통한 지표(안) 수정 및 보완
▼	
7	국가 순환경제 모니터링 지표 최종(안) 도출

자료: 저자 작성.

1. 국내 순환경제 관련 지표 사례 분석

가. 국가계획 내 순환경제 관련 지표 사례

1) 제1차 자원순환기본계획(2018-2027) 내 지표

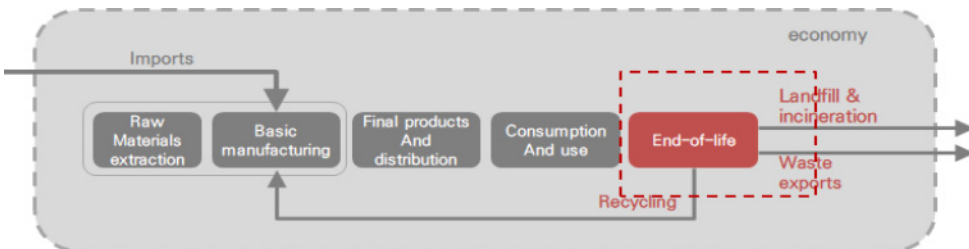
『제1차 자원순환기본계획(2018-2027)』이 수립되어 순환경제 실현을 위한 기반이 마련 되어 있으나, 주요 지표가 폐기물 원단위 발생량, 최종처분율, 순환이용률, 에너지 회수율로 여전히 ‘폐기 단계’에 중점을 두고 있다(표 4-2 참조).¹¹⁴⁾

〈표 4-2〉 제1차 자원순환기본계획 내 자원순환 지표

지표명	정의
폐기물 원단위 발생량	국내 총생산 대비 폐기물 발생량 의 비율
최종처분율	폐기물 발생량 대비 폐기물 최종처분량
순환이용률	폐기물 발생량 대비 폐기물 순환이용량
에너지 회수율	에너지화 가용폐기물 발생량 대비 에너지화된 폐기물량

자료: 관계부처합동(2018), p.41을 참고하여 저자 재작성.

현재의 폐기 단계의 관점만으로는 물질흐름 전반의 순환성을 고려하기 어려운 측면이 있다. 폐기물 발생을 원천적으로 저감하기 위해서는 제품 설계 단계부터 재사용·재활용 용이성을 고려하고, 친환경구매로 연계되는 등 생산 및 소비 단계 역시 매우 중요하다.



자료: EC(2018c), p.23을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 4-1〉 EU 원재료 스코어보드

114) 관계부처합동(2018), p.41.

2) 국가지속가능발전목표(K-SDGs) 내 순환경제 관련 지표

2018년 12월, 국무회의에서는 국정 전 분야의 지속가능성을 확보하기 위해 국가 지속가능발전목표인 K-SDGs를 심의·확정하였다.¹¹⁵⁾ 지표는 큰 틀에서는 UN-SDGs를 따르되 국내 상황에 맞는 세부목표를 재구성하는 방향으로 마련되었으며, 국가 지속가능성 진단 시 기준 자료로 활용될 예정이다.¹¹⁶⁾ K-SDGs 지표는 경제, 사회, 환경 분야별로 구분되며, 순환경제와 관련성 있는 세부목표 및 지표를 발췌하여 정리하면 <표 4-3>과 같다. 특히 지표 8-3은 자원을 효율적으로 활용하여 경제성장으로 인한 환경훼손을 억제하는 것으로, 자원사용과 경제성장을 디커플링 하고자 하는 순환경제 방향과 같다고 할 수 있다. 또한 지표 9-5는 환경친화적인 산업 활동과 기술 혁신을 통해 자원효율성이 높은 산업화를 추구하고 있어 순환경제의 역할과 부합한다. 이에 본 연구에서의 순환경제 모니터링 지표 개발 시 K-SDGs 지표를 고려하여 검토하였다.

<표 4-3> K-SDGs 내 순환경제 관련 지표

번호	세부목표	지표
7-2	국가 에너지원에서 청정에너지 발전을 증대	· (7.2.1) 재생에너지 발전 비중
7-3	에너지를 절약하고 에너지 효율을 향상	· (7.3.1) 국가에너지효율지표
8-3	자원을 효율적으로 활용하여 경제성장으로 인한 환경훼손을 억제	· (8.3.1) 물질발자국
		· (8.3.2) 국내자원소비량
9-5	환경 친화적인 산업 활동과 기술 혁신을 통해 자원효율성이 높은 산업화를 추구	· (9.5.1) 부가가치 단위당 이산화탄소 배출량
11-6	대기질 및 폐기물 관리 등 도시가 가지는 부정적인 환경영향을 감소	· (11.6.1) 생활 및 사업장폐기물 발생량
12-1	지속가능한 소비와 생산에 관한 통합적인 국가정책을 수립하고 이행	· (12.1.1) 자원순환기본계획 및 자원순환 시행계획 수립 건수
12-2	모든 자원을 지속가능하게 관리하고 효율적으로 사용	· (12.2.1) 물질발자국
		· (12.2.2) 국내자원소비량

115) 환경부 보도자료(2018.12.24).

116) 환경부 보도자료(2018.12.24).

〈표 4-3〉의 계속

번호	세부목표	지표
12-3	식품의 생산과 유통, 폐기과정에서 발생하는 식품 손실을 감소	· (12.3.1) 식품 손실 지표
12-4	화학물질과 유해폐기물의 친환경적 관리를 통해 인간의 건강을 보호하고 환경오염을 예방	· (12.4.1) 유해성 정보 확보물질 · (12.4.3) 1인당 유해폐기물 발생량(처리 유형별)
12-5	폐기물의 원천예방과 감량, 재사용과 재활용을 통해 폐기물 발생을 감소	· (12.5.1) 생활폐기물의 재활용률 · (12.5.2) 사업장폐기물의 재활용률
12-6	기업의 지속가능 경영활동의 관리하고 지원을 확	· (12.6.1) 지속가능경영보고서 발간 기업 증가율
12-7	녹색 제품 인증 및 녹색 구매의 확대를 통해 지속가능한 녹색 소비를 촉진	· (12.7.1) 공공분야(지방자치단체) 녹색 제품 구매율
13-4	지구의 온도 상승을 산업화 이전 수준에 비하여 2℃보다 아래로 유지하고 더 나아가 온도 상승을 1.5℃ 까지 제한	· (13.4.1) 국가 온실가스 배출량

자료: 환경부(2019a), pp.45-48을 참고하여 저자 재작성.

앞서 제시한 「자원순환기본법」 제정에 따른 『제1차 자원순환기본계획(2018-2027)』의 자원순환 지표와 『제3차 지속가능발전 기본계획 변경계획(2016-2035)』의 국가지속가능발전목표(K-SDGs) 지표 외에도, 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」에 따른 『제1차 자원순환기본계획(2011-2015)』 내 지표, 통계청의 녹색성장 지표, 『제5차 국가환경종합계획(2020-2040)』 지표 중 순환경제와 관련성이 높은 지표를 발췌하여 정리하였다(표 4-4 참조).

〈표 4-4〉 국가계획 내 순환경제 관련 지표 사례

출처	지표명	지표 의미	산출식
『자원순환기본계획』에 따른 『제1차 자원순환 기본계획 (2018-2027)』	원단위 발생량	자원생산성 향상, 생산·소비 단계 폐기물 발생량 감량 촉진 등	국내 총생산 대비 폐기물 발생량의 비율
	순환이용률	재활용이 쉬운 제품 생산, 수거·선별 시 잔재물 발생 최소화, 이차원료 수요 확대 및 재활용 R&D 등	폐기물 발생량 중 실질 재활용량 (기존 재활용량-잔재물 발생량)의 비율
	최종처분율	폐기물처분부담금 부과·징수, 자원순환 성과관리, 폐기물 직매립 단계적 금지 등	폐기물 발생량 중 최종처분량(발생 후 바로 매립된 양 및 중간처리를 거쳐 매립된 양의 합)의 비율
	에너지 회수율	최대한 물질재활용 후 차선책으로 바이오가스 등 열적 재활용 유도	가연성 폐기물 발생량 중 에너지화된 폐기물의 비율
	자원순환율	폐기물의 재자원화, 연료화, 에너지 회수 등을 통한 순환 파악	$[\text{순환자원량}/(\text{DMC}+\text{순환자원량})] \times 100$, 순환자원량: 물질재활용+에너지 회수
	최종매립자원량	직매립되는 자원량 Zero화	최종매립량
	자원생산성	투입자원의 경제적 가치 창출규모 파악	자원생산성(원/톤) = 국내 총생산(GDP)/국내천연자원소비량(DMC)
	폐기물 부문 온실가스 감축	국내 온실가스 배출량 저감	온실가스 배출량
	생활폐기물 감량·재활용률	생활폐기물 감량 및 재활용 목표 설정 및 관리	'09년 생활폐기물 발생량(톤/일): 50,906, 재활용량(톤/일): 31,126
	사업장폐기물 감량·재활용률	사업장폐기물 감량 및 재활용 목표 설정 및 관리	'09년 생활폐기물 발생량(톤/일): 123,604, 재활용량(톤/일): 82,155
『제1차 자원순환 기본계획 (2011-2015)』	건설폐기물 감량·재활용률	건설폐기물 감량 및 재활용 목표 설정 및 관리	건설폐기물 재활용량/건설폐기물 발생량
	폐자원 에너지화율	폐자원 에너지화율 목표 설정 및 관리	폐자원에너지화율 = $\Sigma(\text{시설용량} \times \text{가동률})/\text{가용폐자원}$
	주요 품목 재활용률(전기·전자, 폐자동차, 폐지, 유리병, 페트병, 플라스틱)	주요 품목별 재활용률 목표 설정 및 관리	품목별 재활용량/품목별 발생량
GDP 단위당 온실가스 배출량	효율적인 온실가스 감축	온실가스 배출총량/실질GDP	

〈표 4-4〉의 계속

출처	지표명	지표 의미	산출식
통계청(2013), 녹색성장지표	온실가스 총 배출량	효율적인 온실가스 감축	6개 종류의 온실가스(이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 수소불화탄소, 과불화탄소, 육불화형) 배출량을 CO ₂ 단위로 환산한 총량
	정부 R&D 지출 중 녹색 R&D 비중	환경 기초, 원천기술 강화 및 확보를 위한 정부 녹색 R&D 비중 관리	정부의 기술 분야에 투자되는 R&D 지출 중 ET(환경기술, 청정기술, 에너지기술 및 해양환경기술) 분야 비중
	GDP 단위당 국내물질소비량	자연자원 사용의 효율성 측정 및 관리	국내물질소비량/실질 GDP
	환경산업 매출액 비중	환경산업의 경제적 효과 검토	전 산업 매출액 중 환경산업(오염관리그림)의 매출액 비중
	천명당 ISO14001 인증기업 수	기업활동의 전반에 걸친 환경경영체제를 평가	인구 천 명당 ISO 14001(환경경영시스템) 인증기업 수
	GDP 대비 환경세 비중	에너지 절감을 위한 제도나 규제 관리	GDP 대비 환경목적 세금의 비중
	GDP 대비 환경보호지출 비중	환경오염방지 비용의 구조 파악 및 해당 정책 수립·관리에 필요	환경보호지출/명목 GDP
	1인당 생활폐기물 발생량	장래 폐기물의 발생량 예측 및 폐기물 관리 정책수립에 활용	인구 1인당 가정 및 사업장에서 1일 발생시키는 생활폐기물
	물질발지구	자원의 지속가능한 관리 및 효율적 사용	방법론 개발 중
	국내자원소비량	자원의 지속가능한 관리 및 효율적 사용	DMC
	자원생산성	환경친화적 산업활동 및 기술혁신	GDP/DMC
	생활 및 사업장 폐기물 발생량	환경친화적 산업활동 및 기술혁신	DMC/GDP
환경부(2019a), 국가지속가능발전 목표수립보고서, 환경부 보도자료 (2018.12.24)	식품순질 지표	도시의 부정적인 환경영향 감소	생활 및 사업장 폐기물 발생량
	식품 폐기물	식품 생산-유통-폐기 과정 내 순질 감소	방법론 개발 중
	식품 폐기물	식품 생산-유통-폐기 과정 내 순질 감소	1인당 음식물류 폐기물 발생량
	유해성 정보 확보 물질	화학물질과 유해 폐기물의 친환경적 관리를 통해 인간의 건강을 보호하고 환경오염을 예방	-

〈표 4-4〉의 계속

출처	지표명	지표 의미	산출식
환경부(2019a), 국가지속가능발전 목표수립보고서, 환경부 보도자료 (2018.12.24)	1인당 유해 폐기물 발생량	화학물질과 유해폐기물의 친환경적 관리를 통해 인간의 건강을 보호하고 환경오염을 예방	총 인구수 대비 지정 폐기물 발생량
	생활폐기물의 재활용률	폐기물 원천예방 및 발생 저감	폐기물 발생량 대비, 생활폐기물의 재활용률
	사업장폐기물의 재활용률	폐기물 원천예방 및 발생 저감	폐기물 발생량 대비, 사업장폐기물의 재활용률
	공공 분야 녹색제품 구매율	지속가능한 녹색소비 촉진	공공 분야 녹색제품 구매율
	생활용품의 녹색제품 인증 건수	지속가능한 녹색소비 촉진	생활용품의 녹색제품 인증 건수
	1인당 플라스틱 소비량	플라스틱 환경유출 방지	1인당 플라스틱 소비량
	전체 플라스틱 사용량 대비 재생 플라스틱 사용량	재생 플라스틱 활용 촉진	전체 플라스틱 사용량 대비 재생 플라스틱 사용량
	국가 온실가스 배출량	기후변화 대응	국가 온실가스 배출량
	환경산업 비중(GDP 대비)	환경산업의 경제적 효과 검토	전 산업 산출액 중 환경산업(오염관리그룹)의 배출액 비중
	자원생산성	환경친화적 산업활동 및 기술혁신	GDP/DMC
「제5차 국가환경종합계획 (2020-2040)」	순환이용률	폐기물 배출량과 순환자원량 합계 대비 재활용량과 순환자원량의 합계	실질 재활용량/폐기물 발생량
	플라스틱 재활용률	-	플라스틱류 재활용량/플라스틱 폐기물 발생량
	환경세 수입 비중 (GDP 대비)	에너지 절감을 위한 제도나 규제 관리	GDP 대비 환경목적 세금의 비중

자료: 환경부(2011), p.54; 통계청 보도자료(2013.12.20); 환경부 보도자료(2018.12.24); 환경부처합동(2018), p.41; 환경부(2019a), pp.45-48; 환경부(2019b), p.107을 참고하여 저자 재작성.

나. 연구 차원에서의 선행 지표 사례

정부 계획 내 지표 외에도 선행연구에서 제시된 지표(안)에 대해서도 검토하여 순환경제 모니터링 지표 도출 시 참고하였다(표 4-5 참조).

〈표 4-5〉 국내 연구사례 내 순환경제 관련 지표

출처	지표명	지표 의미	산출식
서울대학교 (2019), K-SDGs 지표 정의 개신 및 산출방법론 마련 연구	국내자원소비량	· 지속가능한 생산, 자원, 소비의 정도 파악 및 친환경적인 소비 유도	국내채취(생산)자원총량+순수입량
	식품 폐기물	· 식품 폐기물 감소는 식품 공급사슬의 전반적인 효율성을 높여 생산비용을 줄임으로써 소비자 가격을 낮출 수 있음	지저체 수거량+다량배출자 보고량 +사업장생활계 보고량
	1인당 유해 폐기물 발생량	· 유해 폐기물 발생을 최소화하여 인체 건강과 환경에 미치는 악영향 예방	유해폐기물 발생량 (kg)/등록인구
	생활폐기물 재활용률	· 국가가 재활용을 통해서 자원을 얼마나 효율적 으로 사용하고 있는지 측정	(재활용처리된 생활폐기물량/총 생활폐기물량)×100
	사업장폐기물의 재활용률	· 폐기물의 원천 예방과 감량, 재사용과 재활용 을 통해 폐기물 발생 감소	(재활용처리된 사업장 일반 폐기물량/사업장 일반 폐기물 발생량)×100
	공공 분야 녹색제품 구매율	· 지속가능한 녹색소비 촉진	녹색제품 구매실적 ÷ 녹색제품 대상품목 총 구매액
	생활용품의 녹색제품 인증 건수	· 자발적인 제도 활성화를 위해 녹색구매 대상 확대	환경표지인증제품과 우수재활용제품 개수의 합

〈표 4-5〉의 계속

출처	지표명	지표 의미	산출식
한국생산기술연구원 (2018)	일인당 자원소비량	· EU에서 자원소비량과 관련해 설정하여 사용하고 있는 지표	DMC/person
	화학연료 생산성	· 화학연료의 사용량이 줄어드는 추이를 확인할 수 있는 지표로 신재생에너지 사용 증가와 연결	GDP/ECf(화학연료 에너지소비량)
	천연자원 생산성	· 영국, 독일 등에서 사용하는 지표로 국가 간 실제 사용되는 물질의 양을 비교하는 데 적합	GDP/RMC(천연자원환산 자원소비량)
	자원 생산성	· 국내 재활용 자원량을 고려한 자원생산성 산정 개념	GDP/DMC
	순환이용률	· 폐기물 배출량과 순환자원량 합계 대비 재활용량과 순환자원량의 합계	(국내 재활용량+국내 순환자원량)/(국내 폐기물 배출량+국내 순환자원량)
	자원투입 매립 비율	· 총 자원소비량 중 폐기물 매립 비율	국내 매립량/자원투입매립비율
	최종처분율	· 폐기물 배출량 대비 폐기물 매립 비율	국내 매립량/국내 폐기물 배출량
	온실가스 배출률	· 자원소비량 대비 온실가스 배출 정도 파악	온실가스 배출량/DMC
	유해 화학물질 배출률	· 자원소비량 대비 유해 화학물질 배출 정도 파악	유해화학물질 배출량/DMC
	폐기물 배출률	· 자원소비량 대비 폐기물 배출 정도 파악	국내 폐기물 배출량/DMC
폐기물자원순환학회 (2018)	자원생산성	· 자원 및 폐기물 발생량 절감과 부합	GDP/국내물질소비량
	순환이용률	· 자원소비량 대비 재활용 자원량 확인	재생물질 사용/전체 물질 수
	1인당 국내물질소비량	· 순환경제 정책과 부합성이 높고 자료 수집 용이	(국내 생산+물리적 수입량-물리적 수출량)/총인구
	폐기물 매립비율	· 폐기물 절감 확인	도시폐기물 매립처리량/도시폐기물발생량
	주요 광물 폐기물을 제외한 폐기물 발생량	· 주요 광물 폐기물을 제외한 실질적인 폐기물량 확인	주요 광물 폐기물을 제외한 폐기물 발생량
	생활폐기물의 재활용률	· 개인(소비자)의 순환경제 수준 관리	생활폐기물 재활용량/소비 최종단계 생활폐기물 발생량
	전자스크랩의 재활용률	· 주요 희유금속의 전자스크랩 재활용률 관리	-
	1인당 온실가스 배출량	· 주요 환경문제인 온실가스 배출량 모니터링	-

〈표 4-5〉의 계속

출처	지표명	지표 의미	산출식
김중호 (2016)	녹색R&D 비중	· 녹색기술의 개발 및 확산 측정	(녹색 R&D* 지출액/정부 기술 분야 R&D 지출액)×100 *녹색 R&D에는 정보기술, 생명공학기술, 나노기술, 우주항공기술, 환경기술 등이 포함
	환경기술 개발	· 환경과 경제의 상생과 환경산업의 발전을 위한 핵심적인 요소	(환경 관련 기술 개발 수/기술 개발 수)×100
	녹색산업 비중	· 녹색산업이 경제 전체에서 어느 정도의 역할을 하는지 측정	((환경산업 매출+신재생에너지산업 매출)/총 산출)×100
	환경경영기업 비중	· 기업이 환경 개선을 위하여 인적자원과 물적자원을 효율적으로 조직하고 관리하는 체제를 갖추고 있는지 파악	(ISO 14001 인증기업 수/전체 기업 수)×100
	친환경상품 구매실적	· 녹색소비 수준 측정	(공공기관 녹색제품 구매액/제품 총 구매액)×100
	탄소라벨링 인증 품목	· 기후변화 대응이나 녹색소비를 위한 노력 정도 측정	연도별 탄소라벨링 인증품목 개수
	물질생산성	· 물질 사용의 효율성을 측정	실질 GDP/국내물질소비량
	CO ₂ 배출집약도	· 국민 경제의 저탄소화 정도 측정	CO ₂ 배출량/실질 GDP
	1인당 CO ₂ 배출량	· 국가 간 온실가스 배출량의 할당 및 감축기준 조정	온실가스 배출량/인구수
	폐기물 최종처분	· 최종처분과정 또는 그 후 폐기물이 2차적으로 환경오염 유발	(매립, 소각, 기타 처리 등 폐기물 최종처분량/폐기물 발생량)×100
	녹색산업 종사자 비중	· 관련 산업구조 및 현황 변화 파악	(녹색 산업 또는 서비스 생산 종사자 수/녹색사업체 전체 종사자 수)×100
	환경세 비중	· 외부효과(외부불경제)로 인한 왜곡을 시정하기 위한 노력의 정도를 파악	관련 7개 분야 세금/국가전체 세금
	GDP 대비 환경보호 지출 비중	· 환경보호를 위한 경제 전체 차원의 노력 정도 측정	(환경보호지출액/GDP)×100

〈표 4-5〉의 계속

출처	지표명	지표 의미	산출식
녹색서울시민위원회 (2014)	쓰레기 배출량	· 쓰레기의 원천적 감량으로 자원 소비 및 처리 과정의 환경부담 억제	쓰레기 배출량/시 총 인구
	물질회수량	· 발생된 쓰레기는 최대한 물질자원으로 회수하여 천연자원 보전	재활용량
	쓰레기매립량	· 환경부하와 사회적 갈등이 큰 매립처리 억제	쓰레기 매립량
	소각에너지량	· 단순소각을 지양하고 발전 및 지역난방 열원으로 소각열 적극 활용	공공자원 회수시설 처리량
녹색금융지원 기업평가지표	연료생산량	· 생활폐기물을 산업용 연료로 활용하여 국가 에너지 수급에 기여	고체연료 생산량
	유해 화학물질 배출 저감 자발적 협약(VA) 참여 여부	· 배출 저감기술 도입 및 기반시설 개선 등을 통한 화학물질 배출 저감활동 평가 · 향후 유해 화학물질 배출량 공개사업장 확대 시, 화학물질관리 대응관단(측정 및 모니터링) 선도	유해 화학물질 저감 프로그램(30/50) 참여 여부
	유해 화학물질 배출량 원단위	· 향후 화학물질 배출량 정보공개 시, 화학물질 관리 대응관단(측정 및 모니터링) 선도 · 유해 화학물질 절대배출량이 아닌 매출액 대비 원단위를 구함으로써 기업 간, 업종 간 비교가능	평가 기업 전 사업장 유해 화학물질 연간 총 배출량/평가 기업 매출액
	폐기물 재활용 비율	· 폐기물 관리 측면에서 재활용 성과 판단	평가 기업 전 사업장 연간 재활용량/평가 기업 전 사업장 연간 폐기물 발생량
녹색금융지원 기업평가 시스템 개발	폐기물 발생량 원단위	· 폐기물 발생량을 산정하여 기업 간, 업종 간 비교평가	평가 기업 전 사업장 연간 총 폐기물 발생량 /평가 기업 매출액
	원자재 사용량 원단위	· 매출액 대비 원자재 사용량 원단위 산정으로 기업 간, 업종 간 비교평가 가능	평가 기업 전 사업장 연간 원자재 사용량/평가 기업 매출액
	에너지 사용량 원단위	· 매출액 대비 에너지 사용량 원단위를 산정하여 기업 간, 업종 간 비교평가 가능	평가 기업 전 사업장 연간 에너지 사용량/평가 기업 매출액

〈표 4-5〉의 계속

출처	지표명	지표 의미	산출식
녹색금융지원 기업평가지표	온실가스 배출량 원단위	· 향후 기후변화 관련 규제 신설 및 확대 시, 온 실가스 배출 현황 및 관리능력 평가	평가 기업 전 사업장 연간 온실가스 배출량/평가 기업 매출액
	에너지절감 자발적 협약(VA) 참여 여부	· 에너지 및 온실가스 감축 노력 평가	에너지절감 자발적 협약(VA) 참여 여부
	에너지절감비율	· 기업의 에너지 절감 실적 평가	평가 기업 전 사업장 연간 에너지 감축량/평가 기업 전 사업장 연간 에너지 사용량
	녹색구매 자발적 협약(VA) 참여 여부	· 환경친화적 생산·소비문화 확산활동 참여 평 가	녹색구매 자발적 협약(VA) 참여 유무
	녹색자재 및 제품 구매비율	· 친환경부자재, 친환경상품 등 녹색구매 활동 평 가	녹색제품 및 자재 구입액/평가 기업 매출액
	녹색기업 지정·녹색인증 획득 여부	· 기업의 녹색기업 지정·녹색인증 획득을 위한 의지 및 환경성과 평가	녹색기업 지정·녹색인증 획득 여부
	녹색제품인증 획득 여부	· 기업의 녹색제품 인증 획득을 위한 의지 및 환 경성과 평가	녹색제품인증 획득 여부
	예산 대비 녹색성장의 재원	· 녹색성장 추진 기반	녹색성장 투자재원/총 재원×100
	녹색산업 육성, 유치실적	· 녹색일자리 창출 기반	녹색성장산업 수/총 기업 수×100 녹색성장산업 종사자 수/총 종사자 수×100
	녹색산업 육성, 지원실적	· 효율적 녹색산업 지원 기반	녹색성장 육성지원 금액/총 재원×100
김현호 (2009)	자원재활용 자원화 실적	· 녹색성장 참여 강화	재활용자원의 양/총 인구수
	녹색성장 일자리 창출	· 성장동력 형성	녹색성장 창출 일자리 수/총 창출 일자리 수×100

자료: 김현호(2009), pp.76-79; 환경부(2010), p.212; 김종호(2016), pp.42-43, pp.49-51, pp.62-64; 한국생산기술연구원(2018), pp.26-28; 한국폐기물
자원순환협회(2018), pp.125-128을 참조하여 저자 제작함.

제3장에서 명시한 EU 순환경제 모니터링 지표(2018)와 국내 K-SDGs 수정계획(2019), 『제1차 자원순환기본계획(2018-2027)』 및 『제5차 국가환경종합계획(2020-2040)』 내 유관 지표와 비교하였다. 그 결과, 폐기물 발생 및 재활용률은 대부분 모든 계획 내 지표에 포함 되어 있으나, 원재료 자급률이나 재생원료 기여율 및 투자, 일자리, 부가가치 관련 지표는 국내 계획 내 유관 지표에는 해당하지 않는 것으로 분석되었다(표 4-6 참조). 이에 본 연구에서는 국가 순환경제 모니터링 지표(안) 도출 시 기존 계획 내 지표를 참고하되, 생산-소비-폐기물 관리-재생원료 전 주기 측면에서 진단·평가할 수 있는 지표를 도출하였다.

〈표 4-6〉 EU 순환경제 모니터링 지표 내용과 국내 유관지표 간 비교

EU 순환경제 모니터링 지표 (2018)	K-SDGs 수정계획 (2019) 내 유관 지표	제1차 자원순환기본계획 (2018-2027) 지표	제5차 국가환경종합계획 (2020) 내 유관 지표
원재료 자급률	X	X	X
녹색공공조달	○	X	X
폐기물 발생	○	○	X
음식물폐기물	○	X	X
폐기물 재활용률	○	○	○
특정 폐기물 재활용/회수	X	X	△(플라스틱만 해당)
원재료 수요 대비 재생물질 기여	△(플라스틱만 해당)	X	X
재활용이 가능한 원재료 거래	X	X	X
민간투자, 일자리, 총 부가가치	X	X	X
특허	X	X	X

자료: EU(2018c), p.4; 관계부처합동(2018), p.41; 환경부(2019a), pp.45-48; 환경부(2019b), p.107을 참고하여 저자 재작성.

<표 4-7> 국내외 순환경제 관련지표 정리 예시(2)

지표	후보지표	출처	지표 의미	산출식	현황	통계자료	통계기관
폐기물 발생	원단위 발생량	제1차 자원 순환기본계획 (2018-2027)	자원생산성 향상, 생산·소비 단계 폐기물 발생 감량 촉진 등	국내총생산 대비 폐기물 발생량의 비율	95.5톤/년 ·십억원 ('16)	전국 폐기물통계 조사 및 지정폐기물 처리현황	한국환경공단
	폐기물 발생량	폐기물자원 순환학회 (2018)	주요 광물 폐기물을 제외한 실질적인 폐기물량 확인	주요 광물 폐기물을 제외한 폐기물 발생량	-	-	-
	폐기물 발생 (도시폐기물 발생량)	EU(2018), Monitoring Framework for the Circular Economy	폐기물 발생 최소화를 목적으로 함	1인당 도시 폐기물 발생량 = 도시 폐기물/연간 평균 인구	489kg/capita (2018)	Eurostat Data Base	Eurostat
	폐기물 발생 (GDP당 폐기물 발생량)			주요 광물 폐기물을 제외한 폐기물 발생량/1,000GDP	65kg/1,000€ (2016)	Eurostat Data Base	Eurostat
	폐기물 발생 (DMC당 폐기물 발생량)			주요 광물 폐기물을 제외한 폐기물 발생량 /국내물질소비량	13.5% (2016)	Eurostat Data Base	Eurostat
식품 손실 및 음식물 폐기물	식품손실 지표	K-SDGs 환경부(2019)	식품 생산-유통-폐기 과정 내 손실 감소	방법론 개발 중	-	-	-
	식품 폐기물	K-SDGs 환경부(2019)	식품 생산-유통-폐기 과정 내 손실 감소	1인당 음식물류 폐기물 발생량	0.37kg/일 /인	제5차 전국 폐기물 통계조사	한국환경공단
	음식물 폐기물	EU(2018), Monitoring Framework for the Circular Economy	음식물 폐기는 환경, 기후, 경제적으로 부정적인 영향을 미침	연간 음식물폐기물 발생량	80 million tonne (2016)	Eurostat Data Base	Eurostat
	음식물 폐기물	ADEME (2017), 10 Key Indicators for Monitoring the Circular Economy	음식물쓰레기 방지, 사람의 소비에 맞춘 식품의 생산, 동물사료로 사용되는 음식의 용도변경, 협기성소화 등을 통한 에너지 생성을 위한 식품사용 증진	1인당 연간 음식물 총 생산량 = (음식생산과정 손실량+ 가공과정 손실량+ 유통과정 손실량+ 소비과정 손실량)/총인구	150kg /capita	-	ADEME

자료: 저자 작성.

2. 국내 순환경제 이행 진단을 위한 통합 평가지표(안) 마련

가. 국내 순환경제 이행 진단 지표 초안 마련

본 연구에서는 국가 자원순환기본계획에서 제시한 생산-소비-관리-재생 단계별 추진전략을 반영한 지표를 우선 검토하였다. 이때 총 폐기물 발생량 등 지표가 중요하나, 추진전략상에는 생산과 소비 단계가 분리되어 있어 사업장폐기물 및 생활폐기물 개별지표만 제시할 수 있는 상황이다. 또한 자원순환성을 고려한 제품이 친환경 소비와 연계될 수 있도록 생산-소비 단계를 통합하여 검토할 필요가 있어 본 연구목적에 맞게 추진전략을 일부 재구성하였다.

이와 함께 현행 추진전략상에는 제시되어 있지 않으나, 순환경제 실현을 위한 지원수단(기술·혁신) 및 이를 통한 “산업경쟁력(부가가치)”, “일자리”, “기후변화” 등의 효과성을 모니터링 할 수 있는 지표에 대해서도 추가 검토하였다(그림 4-3 참조).

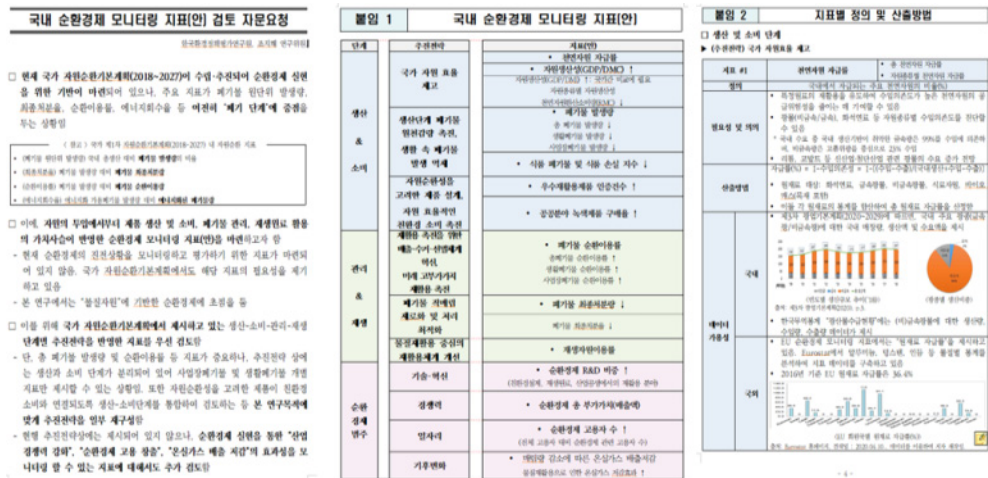


자료: 저자 작성.

〈그림 4-3〉 순환경제 모니터링 지표(안) 주요 검토사항

나. 지표 포럼 운영 및 의견 수렴

지표 초안 작성 이후 산업계, 학계 및 연구기관, 시민단체, 통계개발원과의 전문가 세미나 및 자문 의견 수렴을 통해 초안을 수정·보완하는 절차를 거쳤다. 특히 생산, 소비, 폐기, 재생 단계를 아우를 수 있도록 산업계, 학계, 통계청, 연구소와 협력하여 지표 개발 방향 및 틀, 분류, 초안 확정, 순환성 진단 등의 의견을 수렴하였다. 또한 한국생산기술연구원, 통계개발원, 경기개발원 등 관련 연구기관 전문가 자문 및 온라인 세미나를 통해 정보를 공유하고, 지표 이행과 관련된 산업계 실무자를 대상으로 지표(안)에 대한 의견을 수렴하였다. 기존 자료원으로 산출이 불가능하여 별도의 조사가 필요한 지표의 측정을 위해 관련기관에 협조를 요청하고, 현재는 기존 자료원으로 산출이 어려우나, 기존 자료원의 자료항목을 수정·보완하면 산출이 가능해지는 지표에 대해서는 관련 자료원 자료항목 수정사항에 대한 의견을 수렴하였다. 또한 순환경제 모니터링 지표(안)별 정의와 산출방법 등이 포함된 양식을 작성하여 서면자문을 통해 의견수렴(5~7월)을 하였으며, 검토의견을 반영하여 초안을 수정·보완하였다(그림 4-4 참조).



〈그림 4-4〉 지표별 서면자문 의견 수렴 양식

이후 도출된 순환경제 모니터링 지표(안)를 바탕으로 총 4회에 걸쳐 지표 포럼을 진행하였다(표 4-8 참조). 생산 및 소비 단계, 폐기물 관리 및 재생단계, 순환경제 전 범주 단계로 구분하여 각 단계별 해당 지표(안)에 대해 심층 논의한 결과를 반영하여 지표 최종(안)을 도출하였다.

〈표 4-8〉 순환경제 모니터링 지표 포럼 추진경과

포럼	포럼위원	목적
〈1차 포럼〉 · 생산 및 소비 단계에서의 순환경제 모니터링 지표(안) 포럼(1)	· 자원순환산업인증원 · 한국환경산업기술원 · 한국생산기술연구원 · 국립환경과학원 · 한국법제연구원	· 국가자원순환 인증과 관련 실무자 의견 수렴을 통해 생산 및 소비 단계 지표(안) 심층 검토
〈2차 포럼〉 · 생산 및 소비 단계에서의 순환경제 모니터링 지표(안) 포럼(2)	· SK종합화학 · 기아자동차 · 한국자동차산업협회 · 칠강협회 · 식품연구원 · 한국환경산업기술원	· 산업계 실무자 및 식품 전문가 의견 수렴을 통해 생산 및 소비 단계 지표(안) 심층 검토
〈3차 포럼〉 · 폐기물 관리 및 재생 단계에서의 순환경제 모니터링 지표(안) 포럼	· 자원순환사회연대 · 한국환경공단 · 한국소비자원 · 에코윌플러스 · 전자진흥회	· 폐기물 순환이용률, 최종 처분율, 재생원료 사용률 등 폐기물 관리/재생 지표(안) 심층 검토
〈4차 포럼〉 · 순환경제 전 범주에서의 순환경제 모니터링 지표(안) 포럼	· 노동연구원 · 산업연구원 · 온실가스종합정보센터 · 공주대학교 · 한국과학기술평가원	· 순환경제 부가가치(매출액), 일자리 창출, 온실가스, 에너지 회수 측면에서의 지표(안) 심층 검토

자료: 저자 작성.

각 포럼별 주요 검토사항 및 반영 여부는 다음과 같다(표 4-9 참조).

〈표 4-9〉 순환경제 지표 포럼별 주요 검토의견

지표	포럼	검토사항	반영
천연자원 수입의존도	1차	· 천연자원 자급률과 재생자원을 통합적으로 모니터링 하는 것이 의미가 있을 것으로 사료됨	●
	3차	· 재생원료이용률의 경우 범위가 어디까지 포함하는지 명확히 해야 함	●
	3차	· 재생원료가 국내에 적용이 되는지, 해외로 수출되는지 파악할 필요가 있음	●
	3차	· 재생원료를 국내에서 생산된 지표만을 활용하는데, 자급률과 이용률 지표가 차별적인 지표로 보이도록 구분해야 할 것으로 보임	●
자원생산성	3차	· 본 지표(안)에 꼭 필요한 지표임	●
천연자원환산 소비량	2차	· 단기 지표와 중·장기 지표의 구체적인 시기상의 차이를 정의해 주면 이해에 도움이 될 것으로 사료됨	●
폐기물 발생	2차	· 사업장폐기물이 발생한다는 것은 제품생산에 따른 부산물이 발생한다고 볼 수 있으므로 자원생산성처럼 매출액이나 생산액 등을 이용해 원단위 발생량으로 지표를 모니터링 하는 것도 의미가 있을 것으로 사료됨	●
	3차	· 폐기물이 많은 나오는 분야의 경우 생산 단계에서 관리할 수 있는 방향성을 제시할 수 있도록 대표업종을 설정하여 상세 추이를 모니터링 하는 것도 좋을 것임	▲
	3차	· 포장재나 플라스틱 등 현재 시의성이 큰 특정 폐기물을 중기지표로 포함하는 것도 의미가 있을 것으로 사료됨	●
	3차	· 국내의 폐기물 처리시설 용량을 함께 살펴본다면, 매립, 소각, 재활용이 처리가능용량에 대비해 폐기물 발생량을 보는 것이 의미가 있을 것으로 사료됨	●
	3차	· 사업장 단위로 현재 관리하고 있는데 공정이 분리되어 진행되는 경우도 있기 때문에 사업자 단위로 보는 것도 적합하다고 사료됨	●
식품손실률	2차	· 식품 손실지표를 지표화하는 것은 방법론 자체가 어려운 것은 아니나, 식품 생산부터 중간손실 최종처분까지 너무 많은 부처에서 관리를 하다 보니 통합적인 관리가 어려움, 관리상의 통합이 있어야만 식품 손실지표를 만들었을 때 지속적인 관리가 이루어질 수 있음	●
녹색공공조달 매출액	1차	· 전체 공공 분야 녹색제품 구매율보다 조달청에 등록된 조달청 구매액을 기준으로 설정	●
	1차	· 공공 분야 녹색제품 구매율과 GR 제품 중 지표로 선정한다면 녹색제품이 적합	●

〈표 4-9〉의 계속

지표	포럼	검토사항	반영
GR(우수재 활용)+재제조 품질인증기준 수	1차	· 친환경 설계적 측면으로는 표준 및 규격으로 기준을 정하는 것이 적합	●
	1차	· 누적통계, 신규등록통계 또는 당해 연도 유효통계 중 적절한 형태를 선택 하여야 함, 유효인증건수가 가장 적합	●
	2차	· GR제품 인증기준 수 증가를 통해 대상제품의 확대 경향성을 모니터링 하는 지표로서 의미가 있을 것으로 보임	●
최우수 등급 포장재 비율	1차	· 플라스틱 포장재 최우수 등급 비율 지표도 시의성에 따라 지표로서 고려 해 볼 수 있음	●
재생자원 이용률	1차	· 재생자원 이용률은 최종적으로 투입이라는 측면에서 생산 및 소비 단계에 포함	●
	4차	· 재생자원 이용률과 순환이용률의 차이를 명확히 할 필요성이 있다고 판단 됨	●
폐자원에너지 회수율	4차	· 에너지화된 폐기물량을 기준으로 할 것인지 아니면 회수되어 실제 사용된 에너지를 기준으로 할 것인지를 고려할 필요가 있다고 판단됨	●
순환경제 R&D 비중	4차	· 자료의 해상도를 높이기 위한 보완적 수단으로 키워드 분석을 통한 적정 과제 추출 등이 있으며, 이는 특허출원 정보의 발명의 명칭, 발명의 요약 의 정보 및 청구항 등에 적용할 수 있을 것으로 생각됨	●
순환경제 총 부가가치 (매출액)	4차	· 일반적으로 산업경쟁력은 기술개발 수준, 품질, 가격, 비즈니스모델 창출 역량 등을 종합적으로 고려하여 판단하는데, 산업경쟁력이 있다는 것은 부가가치나 매출액의 증가라는 결과로 나타나므로, 지표의 선정은 적절한 것으로 보임	●
순환경제 고용자 비율	4차	· 보조적으로 1) 5년이나 10년의 장기추세선 기울기를 활용하거나 2) 종사자 1인당 부가가치 혹은 1인당 매출액을 활용할 수 있다고 판단됨. 특히 1인 당 부가가치나 1인당 매출액은 타 지표에서 이미 활용되고 있으며, 이를 바탕으로 1인당 노동생산성을 간접적으로 측정함으로써 종사자 수 자체가 줄더라도 산업이 고도화되는 양상을 보여줄 수 있음	●
폐기물 부문 온실가스 배출량	4차	· '22년부터 국가 온실가스 배출량 통계산출 기준이 변경되므로 고려가 필요 하며 통계는 T-2년 늦게 발간됨에 따라, 온실가스 통계를 활용하여 지표 구축 시 시간차 고려 필요	●

주: ● 반영, ▲ 일부 반영.

자료: 저자 작성.

다. 순환경제 모니터링 최종 지표(안) 도출

상기의 절차를 거쳐 순환경제 모니터링을 위한 최종 지표(안)을 다음과 같이 도출하였다.

〈표 4-10〉 국내 순환경제 모니터링 최종지표(안)

단계	추진전략	대표지표(단기)	보조지표	중장기
생산 및 소비	국가 자원효율 제고	- 자원생산성 · GDP/DMC · 자원종류별 자원생산성 - 재생자원 이용률	- 천연자원 수입의존도	- 천연자원환산 소비량(RMC)
	생산단계 폐기물 원천감량 촉진 및 생활 속 폐기물 발생 억제	- 폐기물 발생 · 총 폐기물 발생 · 생활폐기물 발생 · 사업장폐기물 발생 · 건설폐기물 발생 · 음식물폐기물 발생 · 의료폐기물 발생		- 식품 손실률
	자원순환성을 고려한 제품 설계 및 자원 효율적인 친환경 소비 촉진	- (표준) 자원순환제품의 국가표준 건수 - (공공) 자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액 - (민간) 지속가능소비 실천행동지수		- 순환이용성 평가 개선비율 - 재활용 우수 포장재 비율
관리 및 재생	재활용 촉진을 위한 배출·수거·선별 체계 혁신 및 미래 고부가가치 재활용 촉진	- 순환이용률 · 생활폐기물 · 사업장폐기물	- 특정 폐기물 순환이용률	- 폐자원에너지 회수 및 사용률
	폐기물 직매립 제로화 및 처리 최적화	- 최종처분량 · 생활폐기물 · 사업장폐기물 · 최종처분율(%)	- 최종처분시설 잔여 가용용량	
순환 경제 전 범주	기술·혁신	- 순환경제 부문 R&D 예산 지출액 · 순환경제 부문 특허출원 수		
	경쟁력	- 순환경제 부문 부가가치(매출액)		
	일자리	- 순환경제 부문 고용자 수 · 순환경제 부문 고용률(%)		
	기후변화	- 폐기물 부문 온실가스 배출량		- 원재료 대체, 물질재활용 및 에너지 회수·사용에 따른 온실가스 저감효과

자료: 저자 작성.

본 연구에서는 지표(안)을 크게 대표지표와 보조지표로 구성하였으며, 대표지표는 다시 데이터 가용성 측면에서 ‘단기’와 ‘중장기’ 지표로 구분하였다. 여기서, ‘단기’의 경우 현재 통계데이터가 구축되어 있거나 대체통계로 활용 가능하여 수치를 정량화할 수 있는 지표에 해당한다. 또한 ‘중장기’의 경우는 현재 관련 통계데이터가 구축되어 있지 않아 이에 대한 진단 및 평가가 이루어질 수 없으나, 그 지표의 중요성으로 인해 지표로 설정된 항목이다. 이는 향후 데이터 보완 및 신규 구축을 통해 이에 대한 모니터링이 필요한 항목에 해당한다. 또한 ‘순환경제 전 범주’에 해당하는 지표는 생산 및 소비, 관리, 재생 단계를 모두 아우르며 영향을 미칠 수 있는 지표로 설정하였으며, 본 연구에서는 기술혁신, 경쟁력, 일자리, 온실가스 배출 측면에서 이를 검토하였다. 각 단계별 대표지표(단기)에 대해서는 다음 제5장에서 추이 분석을 통해 순환경제로의 이행 상황을 진단하였다. 본 연구에서 도출된 순환경제 모니터링 지표(안)별 산정근거 및 의의는 <표 4-11>과 같다.

<표 4-11> 순환경제 모니터링 지표(안)별 산정근거 및 의의

단계	추진전략	지표명	산정근거 및 의의
생산 & 소비	국가 자원효율 제고	자원생산성	· 국내 경제성장과 자원사용의 디커플링 정도를 평가
		천연자원환산소비량	
		재생자원 이용률	· 재생자원 정의: 「폐기물관리법」 제2조제7호에 따라 재활용 과정의 일부 또는 전부를 거쳐 원재료 및 부품 등으로 이용할 수 있는 유용한 물질 · 국가 자원소비량 중 재생자원 투입을 통한 공급량 확대를 목표로 함. 재생자원 활용 확대를 통해 천연자원 수입의존도 감소에 기여
	생산단계 폐기물 원천감량 촉진 및 생활 속 폐기물 발생 억제	천연자원 수입의존도	· 국내 원료의 수입의존도를 파악하여, 특정 원료에 대한 공급위험성을 줄일 수 있음
		폐기물 발생	· 자원투입량 대비 폐기물 원단위 발생량을 산정하여 자원 소모 저감 및 폐기물 감량에 기여
	식품손실률	· 식품의 생산과 유통, 폐기과정에서 발생하는 식품손실을 감소시키는 데 기여	

〈표 4-11〉의 계속

단계	추진전략	지표명	산정근거 및 의의
생산 & 소비	자원순환성을 고려한 제품 설계 및 자원 효율적인 친환경 소비 촉진	자원순환제품의 국가표준 건수	· 녹색제품 인증의 확대를 통해 지속가능한 녹색 소비를 촉진하는 데 기여
		자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액	· (공공) 녹색구매의 확대를 통해 자원순환제품에 대한 안정적 시장 형성에 기여
		지속가능소비 실천행동지수	· (민간) 소비자가 체감하는 정도를 파악하여 친환경소비로의 전환정도를 평가
		순환이용성 평가 개선비율	· 순환이용 저해요소를 평가하여 제조자 등에게 제품생산단계에서 개선하도록 유도
		재활용 우수 포장재 비율	· 국제적으로 이슈가 되고 있는 포장재 설계 단계부터 재활용 용이성을 고려하고 있는지 평가
관리 & 재생	재활용 촉진을 위한 배출·수거·선별 체계 혁신 및 미래 고부가가치 재활용 촉진	순환이용률	· 실질적으로 재활용된 양에 기반하여 재활용률 제고에 기여
		폐자원에너지 회수 및 사용률	· 폐자원에너지 회수 및 사용 확대를 목표로 함
		특정폐기물 순환이용률	· 포장재폐기물, 포장재플라스틱 폐기물, 전기전자 폐기물 등 자원 집약적이면서 글로벌 이슈에 해당하는 특정폐기물의 재활용률 증대를 목적으로 함
	폐기물 직매립 제로화 및 처리 최적화	최종처분량 폐기물 처리시설 가용용량	· 폐기물 발생량 중 매립처분 되는 양 및 최종 처분시설에서의 잔여 가용용량을 산정하여 물질 재활용 및 에너지 회수 촉진을 목표로 함
전범주	기술·혁신	순환경제 R&D 예산지출액	· 기술혁신 및 투자를 통한 순환경제 부문의 산업 경쟁력 강화에 기여
	경쟁력	순환경제 총 부가가치(매출액)	· 순환경제 부문 산업의 경제적 효과 평가
	일자리	순환경제 고용자 수	· 미래 환경 대응을 위한 신산업을 적극 육성하여 양질의 일자리 창출효과 평가
	기후변화	폐기물 부문 온실가스 배출량	· 매립과 단순소각을 줄이고 원재료 대체, 물질재활용 및 에너지회수·사용 등 촉진을 통한 온실가스 배출 저감에 기여

자료: 저자 작성.

제5장

국내 순환경제 이행 진단·평가 및 활용방안 제시

1. 국내 순환경제로의 진척 상황 진단 및 평가

제4장에서 도출한 최종 지표(안) 중에서 통계 데이터가 구축되어 있는 대표지표(단기) 및 보조지표를 활용하여 데이터를 수집하였으며, 평가지표별, 평가영역별 시계열적인 분석을 통해 순환경제 이행 상황에 대한 추이를 분석하고 진단·평가하였다.

가. 생산 및 소비 단계 지표

본 연구에서 도출한 생산 및 소비 단계에서의 최종 지표(안)는 다음과 같다(표 5-1 참조).

〈표 5-1〉 생산 및 소비 단계 지표(안)

단계	추진전략	대표지표	보조지표
		단기	
생산 및 소비	국가 자원효율 제고	- 자원생산성 · GDP/DMC · 자원종류별 자원생산성 - 재생자원 이용률	- 천연자원 수입의존도
	생산단계 폐기물 원천감량 촉진 및 생활 속 폐기물 발생 억제	- 폐기물 발생 · 총 폐기물 발생 · 생활폐기물 발생 · 사업장폐기물 발생 · 건설폐기물 발생 · 음식물폐기물 발생 · 의료폐기물 발생	-
	자원순환성을 고려한 제품 설계 및 자원 효율적인 친환경 소비 촉진	- (표준) 자원순환제품의 국가표준 준수 - (공공) 자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액 - (민간) 지속가능소비 실천행동지수	-

자료: 저자 작성.

각 지표별 정의, 필요성 및 의의, 산출방법 및 데이터 가용성을 정리하였으며, 이에 기반한 추이 분석을 통해 진단한 결과는 다음과 같다.

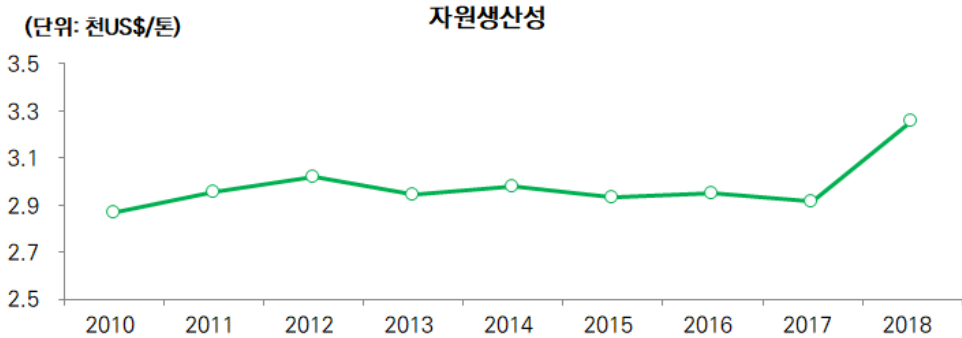
1) 단기 지표 - 자원생산성

- 정의: 국내자원소비량(DMC) 대비 국내총생산(GDP)
- 의의: 단위 자원 사용으로 얼마의 경제 가치를 생산하였는지 확인하고 자원소비를 통한 경제성장 구조에서 탈피하여 경제성장과 자원사용의 디커플링 정도를 평가함
- 산출방법: 자원생산성 = GDP/DMC
 - GDP: 국내총생산
 - DMC: 국내자원소비량(DMC) = 국내 생산량+수입량-수출량
 - GDP/DMC는 국가 간 현황 비교를 위해 필요한 지표임
 - 이는 자원생산성에 해당하는 GDP/TMR 또는 GDP/TMC를 대체하는 지표임
 - 국제적으로 관리하고 있는 지표로, 국가 차원에서 자원을 얼마나 효율적으로 사용하고 있는지 모니터링 할 수 있는 대표적인 지표임
 - 다만, 본 지표의 경우 자원의 실질적인 활용보다는 인구밀집이나 수출입 의존도가 지표에 더 많은 영향을 줌. 즉, 대내외적 상황에 따라 변동성이 크고, 수입의 경우 “수입품”만을 포함하고 있어 한 국가의 전체 자원소비량을 반영하는 데 한계가 있음¹¹⁷⁾
 - 이에 목표치를 설정하기 위한 지표라기보다는 다른 국가와의 상황 비교에 활용할 필요가 있음
- 데이터 가용성:
 - GDP: 국내 실질 GDP 활용, 한국은행의 국민계정 개편 반영, 나라통계(KOSIS) 이용
 - DMC: 국내 채취(생산)되는 자원총량+수입량-수출량으로 산정. 화석연료, 금속 광물, 비금속광물, 바이오매스별 투입량 통계자료, HS-Code 수입량을 고려하여 산정(한국생산기술연구원 내부자료 협조)¹¹⁸⁾

117) 주문술, 이소라, 이진혁(2019), p.10.

118) 한국생산기술연구원 내부자료(2020), GDP는 2015년 기준임.

자원생산성을 모니터링 한 결과, 2010년부터 2017년까지 큰 변화가 없었으나, 이후 2018년 증가하는 것으로 나타났다(그림 5-1 참조).



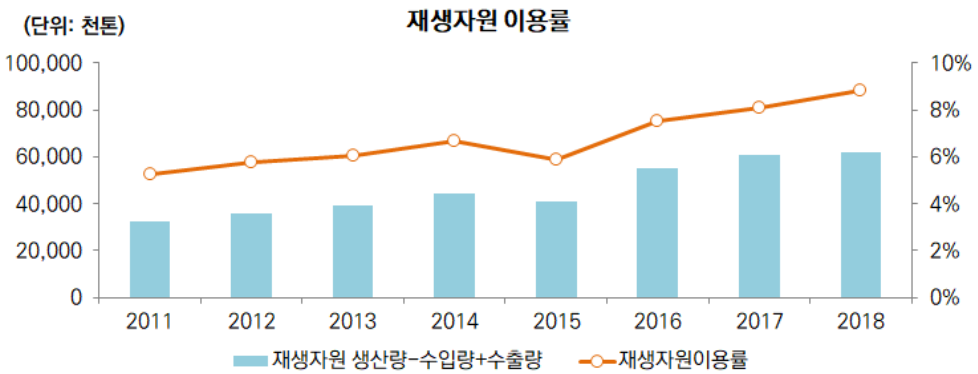
자료: 한국생산기술연구원 내부자료(2020)를 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-1〉 자원생산성(2010~2018년)

2) 단기 지표 - 재생자원 이용률

- 정의: 총 자원 투입량 대비 재생자원* 투입량
- * 재생자원의 정의: 「친환경산업법」에 따른 “「폐기물관리법」 제2조 제7호에 따라 재활용 과정의 일부 또는 전부를 거쳐 원재료 및 부품 등으로 이용할 수 있는 유용한 물질”
- 의의: 생산 단계로 재투입되는 재생자원의 기여율을 평가함으로써 천연자원 사용을 줄이고 재생자원의 활용을 촉진시키는 데 기여
- 산출방법: 재생자원 이용률 = 재생자원량/(재생자원량+DMC)
- 데이터 가용성:
 - 생산 단계에 재투입되고 있는 재생자원량에 대한 통계가 부재함
 - 이에 EU에서 적용하고 있는 다음의 대체방법론을 활용하여 산정함
- * EU: CMU(Circular Material Use) rate = $U^{119}/(DMC+U)$
- EU 순환경제 모니터링 지표에서는 “원재료 수요 대비 재생물질 비율”을 제시하고 있으며, 재생자원의 양을 EU 내 재활용시설에서 재활용된 폐기물량으로 산정하고 있음¹²⁰⁾

본 연구에서는 EU에서 사용하고 있는 대체방법론을 활용하여 추이를 분석한 결과, 2011년부터 2018년까지 증가하는 추세이며, 2018년 기준 재생자원 이용률은 약 8.8%에 해당하는 것으로 분석되었다.¹²¹⁾ 향후 재생자원에 대한 품질 제고 및 시장 확대를 통해 실제 제조 공정에 투입되는 비율을 높임으로써 생산 단계에서의 천연자원 사용을 저감해야 할 것이다 (그림 5-2 참조).



자료: 국가통계포털, “폐기물재활용실적 및 업체현황”, 검색일: 2020.8.13; 수출입무역통계, “품목별 수출입실적”, 검색일: 2020.10.13을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-2〉 재생자원 이용률(2011~2018년)

3) 보조지표 - 천연자원 수입의존도

- 정의: 국내자원소비량 중 해외에서 수입하여 사용하는 주요 천연자원의 비율(%)
- 의의:
 - 특정 원료의 재활용을 유도하여 수입의존도가 높은 원재료의 공급위험성을 줄이는데 기여할 수 있음

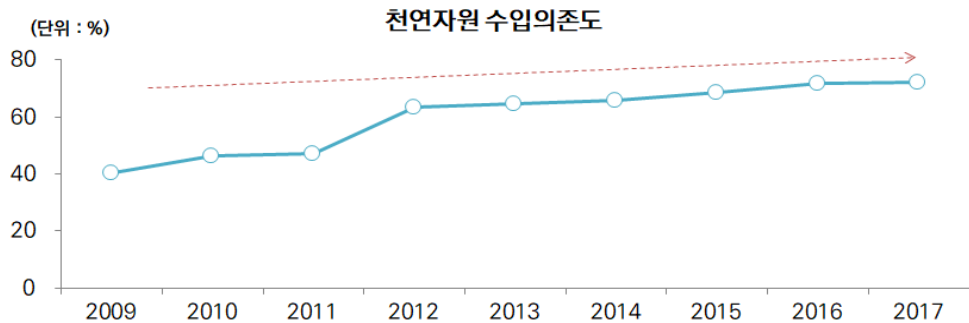
119) U = the amount of secondary raw materials(approximated by the amount of waste recycled (waste treated in domestic recovery plants, minus imported waste destined for recovery, plus exported waste destined for recovery abroad).

120) EC(2018a), p.34를 참고하여 저자 재작성.

121) 국가통계포털, “폐기물재활용실적 및 업체현황”, 검색일: 2020.8.13; 수출입무역통계, “품목별 수출입실적”, 검색일: 2020.10.13.

- 광물(비금속/금속)에 대한 수입의존도를 진단할 수 있음
- 국내 수요 중 국내 생산기반이 취약한 금속광은 99%를 수입에 의존하며, 비금속 광은 고품위광을 중심으로 23% 수입
- 리튬, 코발트 등 신산업·첨단산업 관련 광물의 수요 증가 전망
- 산출방법: 수입의존도(%) = 1-자급률 = 1-[(국내생산)/(국내생산+수입-수출)]
 - 총 천연자원 산출을 위해 화석연료, 금속광물, 비금속광물, 식료자원, 바이오매스(목재 포함)의 통계량을 합산하여 산정하고자 함
- 데이터 가용성:
 - 「제3차 광업기본계획(2020-2029)」에 따르면, 국내 주요 광종(금속광/비금속광)에 대한 국내 매장량, 생산액 및 수요액 제시
 - 한국무역통계 “광산물수급현황”에는 (비)금속광물에 대한 생산량, 수입량, 수출량 데이터 제시

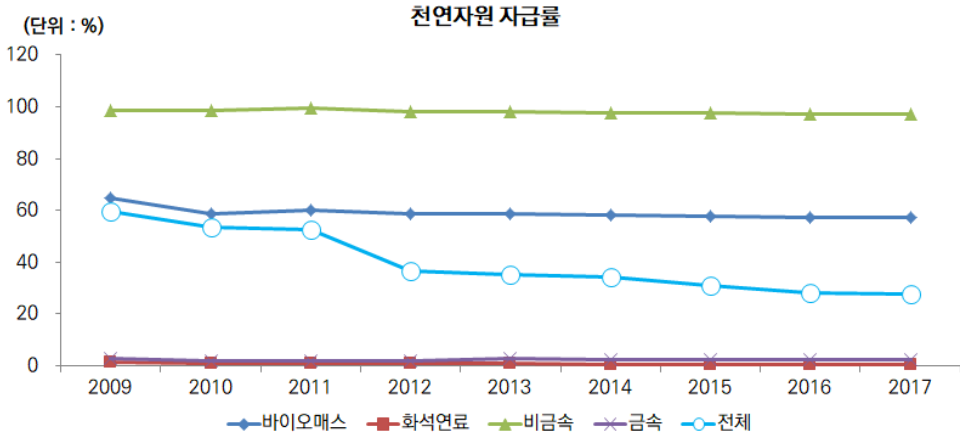
천연자원 수입의존도는 2009년 40.5%에서 2017년 72.4%까지 매년 증가하는 추세이다 (그림 5-3 참조).



자료: OECD Statistics, “Environment”, 검색일: 2020.2.11을 참고하여 저자 제작성.

〈그림 5-3〉 천연자원 수입의존도(2009~2017년)

천연자원 자급률을 살펴보면 비금속광물자원과 바이오매스는 소폭 감소하는 추세이며, 화석연료와 금속자원은 대부분 수입에 의존하고 있다(그림 5-4 참조). 이에 제조단계에서 재생자원의 활용도를 높임으로써 천연자원에 대한 사용량 및 수입의존도를 줄여 나갈 필요가 있다.



자료: OECD Statistics, "Environment", 검색일: 2020.2.11을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-4〉 천연자원 자급률(2009~2017년)

4) 단기 지표 - 폐기물 발생

- 정의:
 - 국내자원소비량(DMC) 대비 또는 GDP 대비 폐기물 발생량
 - 1인당 생활폐기물, 음식물폐기물, 건설폐기물, 의료폐기물 발생량
 - 매출액, 제품생산량, 사업체 수 대비 사업장폐기물 발생량
- 의의: 투입되는 자원이 얼마나 효율적으로 사용되고 폐기물로 배출되는지 모니터링, 생산 및 소비 단계에서의 폐기물 발생 최소화를 목적으로 함
- 산출방법:
 - 총 폐기물 발생량: 총 폐기물 발생량/DMC, 총 폐기물 발생량/GDP
 - 1인당 생활폐기물 발생량: 생활폐기물 발생량/총 인구
 - 매출액당 사업장폐기물 발생량: 다량사업장별 폐기물 발생량/다량사업장별 매출액
 - 사업장당 대비 사업장배출시설계 폐기물 발생량: 사업장배출시설계 폐기물/사업장 수
 - 1인당 건설, 의료 및 음식물폐기물 발생량

- 데이터 가용성:
 - 폐기물 발생량: 환경부 전국 폐기물 발생 및 처리 현황 통계자료¹²²⁾
 - 전국 폐기물 통계조사 및 지정폐기물 처리 현황 통계를 활용하여 산정

국내 총 폐기물 발생량은 최근 7년간(10~16) 연평균 약 2.3% 증가하였으며 2016년도 총 폐기물 발생량은 42만 9,139톤/일에 해당하였다. 또한 국내총생산 대비 총 폐기물 발생량은 지속적으로 감소하는 추세이며, 2018년 기준 GDP 10억 원당 폐기물은 82.8톤이 발생하였다(그림 5-5 참조).

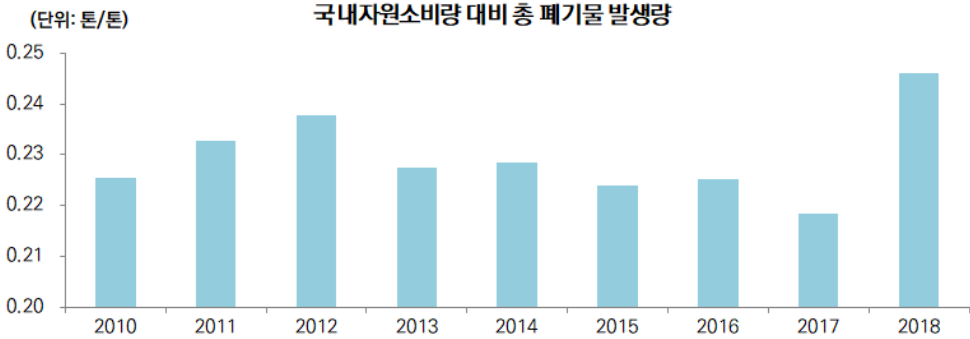


자료: 국가통계포털, “전국 폐기물 발생 및 처리현황”, 검색일: 2020.7.30; 한국은행경제통계시스템, “국민계정(2015년 기준년) - 주요지표 - GDP”, 검색일: 2020.7.30을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-5〉 GDP 대비 연간 폐기물 발생량(2009~2018년)

국내자원소비량 대비 총 폐기물 발생량은 유동적인 변화추세를 보여주고 있으며, 2018년 기준 DMC 1톤당 폐기물은 246kg이 발생하였다(그림 5-6 참조).

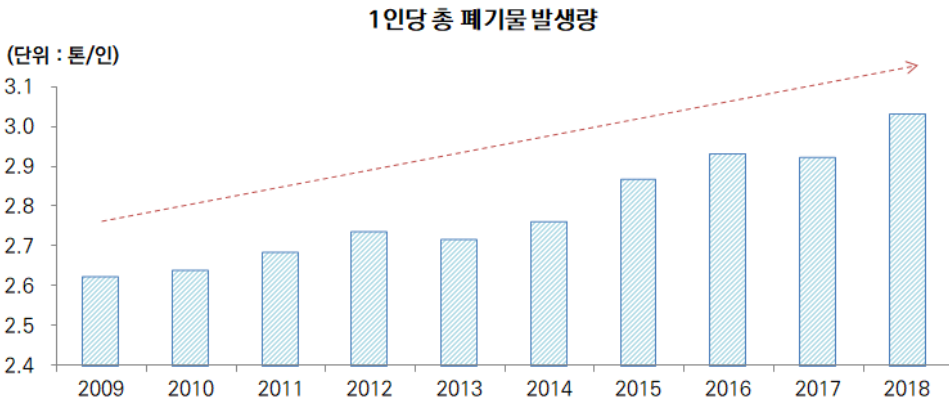
122) 국가통계포털, “전국 폐기물 발생 및 처리현황”, 검색일: 2020.7.30.



자료: 국가통계포털, “전국 폐기물 발생 및 처리현황”, 검색일: 2020.7.30; 한국생산기술연구원 내부자료(2020)를 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-6〉 국내자원소비량 대비 연간 폐기물 발생량(2010~2018년)

2013년부터 2018년까지 국내 1인당 연간 폐기물 발생량은 증가하는 추세이며, 2018년 기준 1인당 연간 폐기물 발생량은 3.03톤이 발생하였다(그림 5-7 참조).

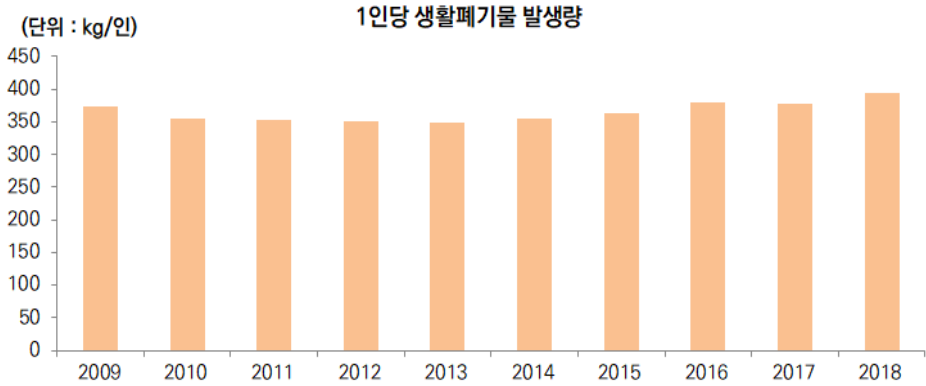


자료: 국가통계포털, “전국 폐기물 발생 및 처리현황”, 검색일: 2020.7.30; 국가통계포털, “주민등록인구현황”, 검색일: 2020.7.30을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-7〉 1인당 총 폐기물 발생량(2009~2018년)

1인당 생활폐기물 발생량은 2009년부터 2013년까지 다소 감소하였으나 2014년부터는 다시 소폭 증가하는 추세이며, 2018년 기준 연간 생활폐기물 발생량은 395kg/인에 해당하

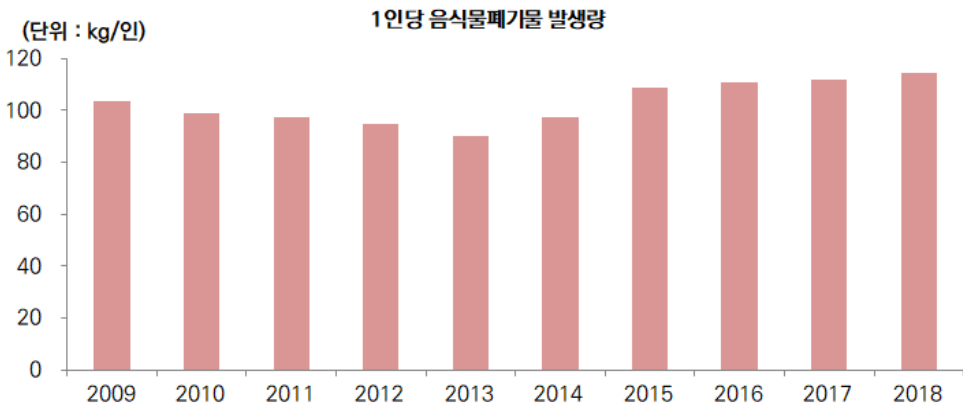
였다(그림 5-8 참조).



자료: 국가통계포털, “전국 폐기물 발생 및 처리현황”, 검색일: 2020.7.30; 국가통계포털, “주민등록인구현황”, 검색일: 2020.7.30을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-8〉 1인당 생활폐기물 발생량(2009~2018년)

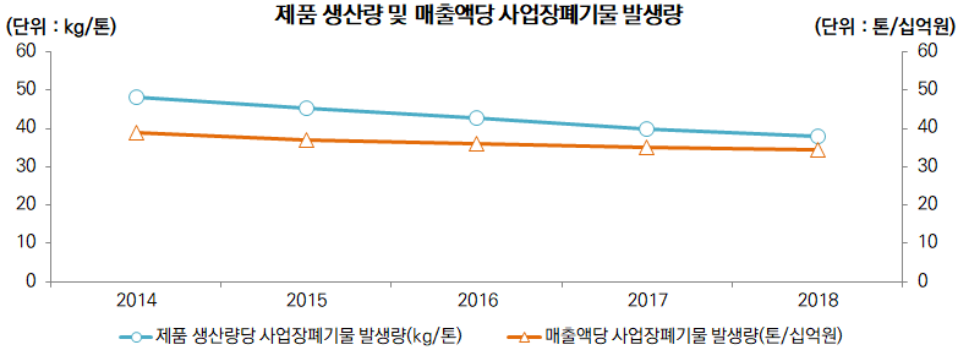
2013년부터 2018년까지 1인당 음식물폐기물 발생량은 증가하고 있는 추세이며, 2018년 기준 음식물폐기물은 114.2kg/인이 발생하였다(그림 5-9 참조).



자료: 국가통계포털, “전국 폐기물 발생 및 처리현황”, 검색일: 2020.7.30; 국가통계포털, “주민등록인구현황”, 검색일: 2020.7.30을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-9〉 1인당 음식물폐기물 발생량(2009~2018년)

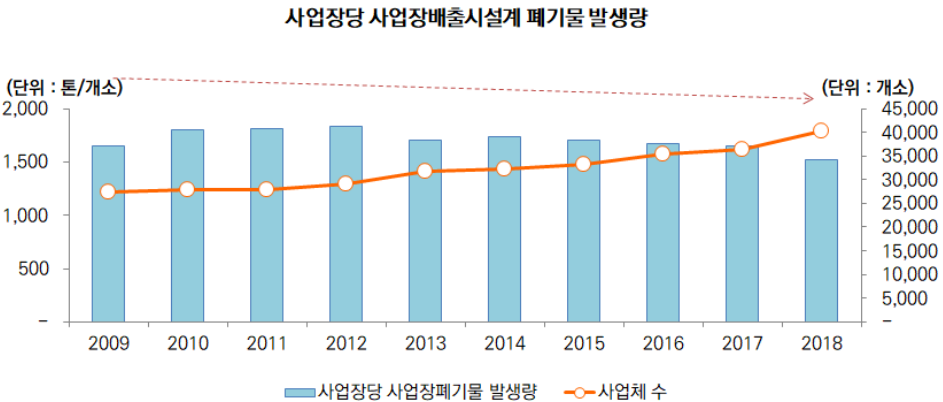
2014년부터 2018년까지 제품 생산량당 사업장폐기물 발생량은 감소하였으며, 2018년 기준 매출액당 사업장폐기물 발생량은 34.5톤/십억 원이다(그림 5-10 참조).



자료: 한국환경공단(2015~2018), p.18; 한국환경공단(2020.9)를 참고하여 저자 작성.

〈그림 5-10〉 제품 생산량 및 매출액당 사업장폐기물 발생량(2014~2018년)

2009년부터 2018년까지 사업장 1개소당 사업장폐기물 발생량 또한 전체적으로 감소하는 추세이다. 2018년 기준 1개소당 1,518톤의 사업장배출시설계 폐기물을 배출하고 있다(그림 5-11 참조).



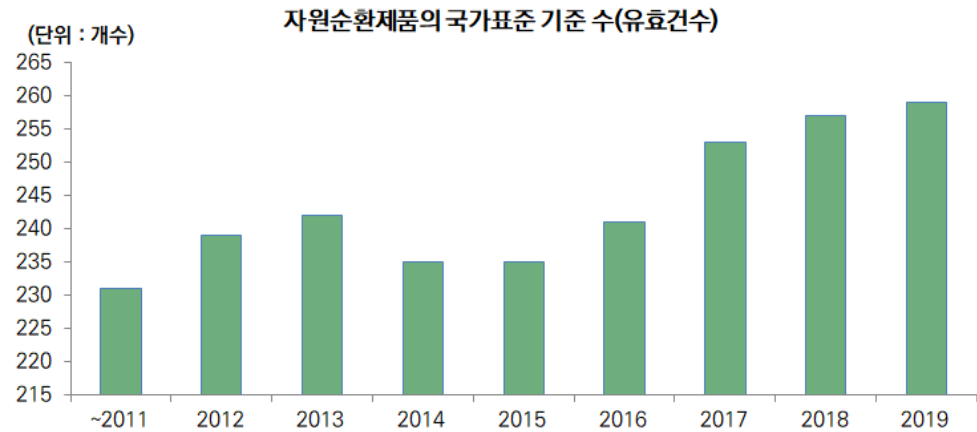
자료: 국가통계포털, “전국 폐기물 발생 및 처리현황”, 검색일: 2020.7.30을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-11〉 사업장당 사업장폐기물 발생량(2009~2018년)

5) 단기 지표 - 자원순환제품의 국가표준 건수

- 정의: 우수재활용제품(GR)+재제조제품 대상 국가표준 건수
 - 우수재활용제품(GR): 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」 제33조 및 「산업기술혁신 촉진법」 제15조에 따라 재활용제품의 품질인증 대상품목으로 인증받은 제품
 - GR 품질인증제도: 재활용제품의 품목별 규격·품질기준을 제정하고, 기준에 적합한 경우 인증 부여
 - 재제조제품: 「환경친화적 산업구조로의 전환촉진에 관한 법률」 제22조에 따라 품질성능평가와 공정심사를 거쳐 품질인증을 받은 제품
 - 재제조제품 품질인증제도: 사용 후 제품이나 부품을 회수하여 분해세척, 검사, 보수조정, 재조립 등의 과정을 거쳐 신제품과 유사한 수준으로 재제조된 제품에 대한 품질인증을 통해 소비자의 재제조품에 대한 신뢰성 제고 및 재제조산업 활성화 유도
- 의의:
 - 우수재활용제품(GR) 품질인증제도: 제품의 원재료로 사용될 수 있도록 품질이 우수한 재활용제품으로 재탄생시키는 재활용기술의 표준화로, 자원순환산업 제품의 소비자 인식 개선, 품질 및 자원 재창출 효과를 통해 국가 경제의 지속적 발전에 기여¹²³⁾
 - 재제조제품 품질인증제도: 환경친화적인 산업구조의 구축을 촉진하여 에너지와 자원을 절약하고 환경오염을 줄이는 산업활동을 적극 추진함으로써 환경보전과 국가경제의 지속가능한 발전에 기여
- 산출방법: 유효한 우수재활용제품(GR) 및 재제조제품 국가표준 건수
- 데이터 가용성:
 - 우수재활용제품(GR) 국가표준 건수: 자원순환산업인증원 내부자료 협조¹²⁴⁾
 - 재제조제품 국가표준 건수: 국가기술표준원 내부자료 참고¹²⁵⁾

표준 및 규격을 기준으로 지표를 모니터링 함으로써 친환경 설계 측면에서의 순환경제 요소를 파악할 수 있다. 표준 확보는 해당 제품의 재활용시장으로 연결되므로 우수재활용제품과 재제조제품 품질인증 건수는 해당 시장의 규모를 간접적으로 파악할 수 있는 지표이다. 2012년부터 2019년까지 자원순환제품의 국가표준 유효건수는 증가하는 추세이며, 2019년 기준으로 259개이다(그림 5-12 참조).



자료: 국가기술표준원, 자원순환산업인증원(2020.8)을 참고하여 저자 재작성.

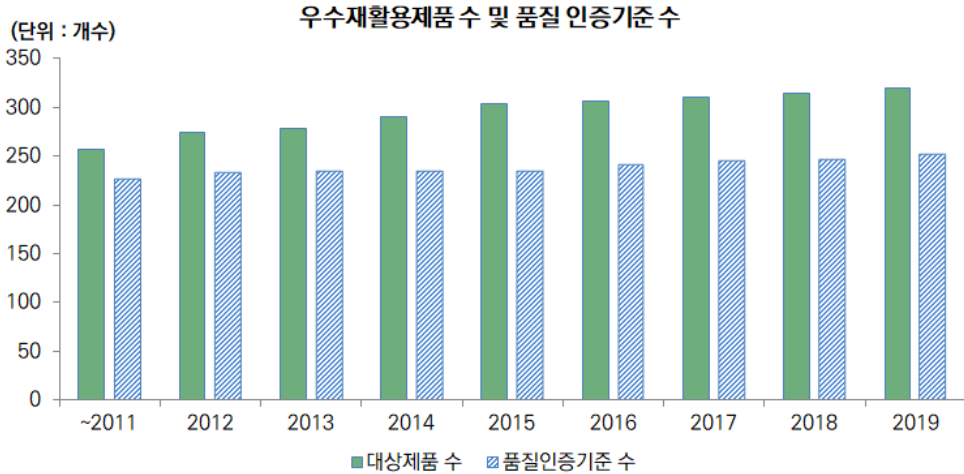
〈그림 5-12〉 자원순환제품의 국가표준 유효건수(2011~2019년)

우선, 우수재활용제품(GR) 대상제품 및 품질인증기준 수 현황을 살펴보면 GR 인증기준 수가 전반적으로 증가 추세에 있으며, 대상제품 수 역시 증가하였다(그림 5-13 참조).

123) GR제품정보시스템, “제도개요”, 검색일: 2020.9.21.

124) 국가기술표준원, 자원순환산업인증원(2020.8).

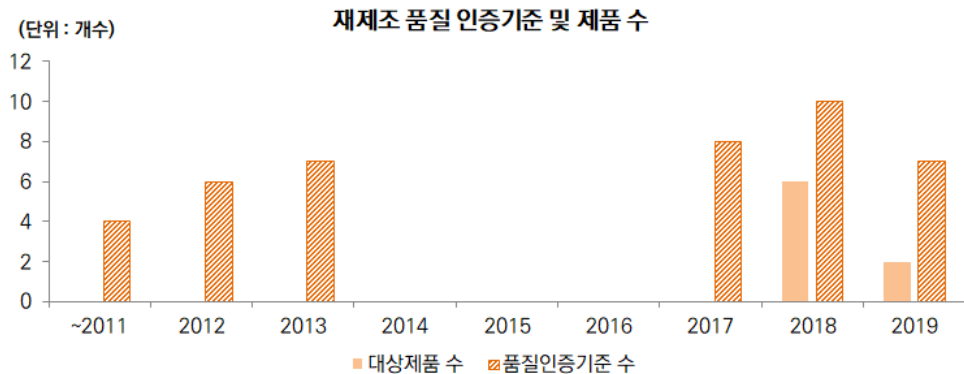
125) 국가기술표준원, 자원순환산업인증원(2020.8).



자료: 국가기술표준원, 자원순환산업인증원(2020.8)을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-13〉 우수재활용제품 수 및 인증기준 건수(2011~2019년)

한편, 우수재활용제도에 비해 아직 제도가 활성화되지 않은 재제조 품질인증제도의 기준 및 제품 수 추이를 살펴보면, 유효누적건수가 2019년 기준 7개에 불과하며, 대상제품 역시 자동차 및 전기전자 산업의 일부 업종으로 제한되어 있다(그림 5-14, 표 5-2 참조).



자료: 국가기술표준원, 자원순환산업인증원(2020.8)을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-14〉 자원순환제품의 국가표준 유효누적건수(2011~2019년)

〈표 5-2〉 재제조 품질 인증기준(유효건수) 수 현황

시행연도	구분
2008년	자동차(2개)
2009년	자동차(2개)
2012년	자동차(6개)
2013년	자동차(3개), 전기전자(4개)
2017년	자동차(5개), 전기전자(3개)
2018년	자동차(7개), 건설기계(3개)
2019년	자동차(4개), 전기전자(2개), 건설기계(1개)
2020년(~08)	자동차(2개), 건설기계(1개)
합계	45개(자동차 31개, 전기·전자 9개, 건설기계 5개)

자료: 국가기술표준원, 자원순환산업인증원(2020.8)을 참고하여 저자 재작성.

앞으로 재제조 시장에 대한 기술개발 및 시장 성장을 위해서는 우선 인증 대상품목을 확대하고, 표준화가 필요한 재제조 영역을 확장시켜 나가야 할 것이다. 또한 「친환경산업법」 제22조에 따르면, 품질인증을 받은 환경설비와 재제조제품을 우선하여 구매하도록 요청할 수 있도록 되어 있으나, 현재 재제조제품은 녹색제품 공공구매 대상에 포함되어 있지 않은 상황이다. 이에 친환경산업 내 재제조제품 제조가 친환경소비로 연계되어 이어질 수 있도록 제도 개선이 필요하다.

6) 단기 지표 - 자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액

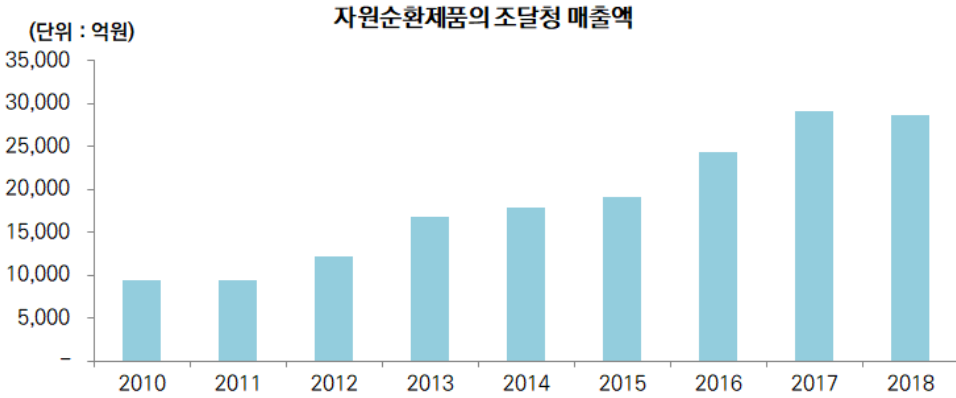
- 정의: 자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액
 - 녹색공공조달: 공공기관이 「저탄소녹색성장기본법」 제2조 제5호에 따른 에너지 자원의 투입과 온실가스 및 오염물질의 발생을 최소화하는 녹색제품(범위: 우수 재활용제품(GR), 환경표지, 저탄소제품 등)을 의무 구매하도록 규정
 - 의무구매 대상기관 수는 921개(20년), '19년 구매금액 3조 8,800억 원, 공공기관의 구매비율 54.4%, 나라장터 총 물품구매 32조 원 중 녹색제품이 3조 5,000억 원으로 약 10.6%의 비중 차지

- 의의: 녹색제품 인증 및 녹색구매의 확대를 통해 지속가능한 녹색소비를 촉진하는 데 기여¹²⁶⁾
- 산출방법: 녹색제품(환경표지 인증제품과 우수재활용(GR) 인증제품)의 조달청 등록 건수 및 조달청에 등록된 녹색제품의 연간 판매금액
- 데이터 가용성:
 - 데이터는 조달청에 등록된 GR 인증제품(2020년 8월 기준 90개 업체, 1,197개 제품) 활용¹²⁷⁾
 - 조달청 공공조달 최소녹색기준 제품 중 조달청에 등록된 자원순환제품(재제조 토너가 포함되어 있어 자원순환제품으로 정의함)
 - 이들 제품의 연간 판매건수와 판매금액으로 재활용원료의 사용량의 추정 및 공공시장 규모 추정 가능
 - 참고로 ‘공공분야 녹색제품 구매율’의 경우 순환경제와 연관성이 낮은 호텔 등 서비스 인증이나 사무용기기 인증 등 사유가 광범위하고 산업계의 자원순환성이 개선되었다고 보기 어려운 측면이 있어, 본 연구에서는 ‘자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액’으로 지표를 제안함

녹색제품 인증 및 녹색구매의 확대는 지속가능한 녹색소비를 촉진하는 데 기여할 수 있다. 단, ‘공공 분야 녹색제품 구매율’의 경우 순환경제와 연관성이 낮은 호텔 등 서비스 인증이나 사무용기기 인증 등 사유가 광범위하고 산업계의 자원순환성이 개선되었다고 보기 어려운 측면이 있어, 본 연구에서는 ‘자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액’으로 지표를 제안하였다. 2018년 기준 녹색제품 조달청 매출액은 2조 8,639억 원이며, 자원순환제품 등록 건수는 2018년 기준 7만 6,592건이다(그림 5-15, 그림 5-16 참조).

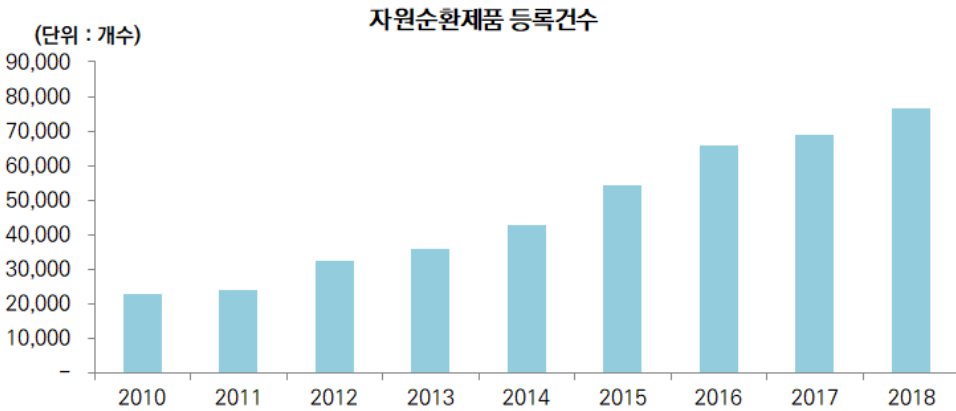
126) K-SDGs 목표 12-7에 해당함.

127) 한국환경산업기술원, “통계”, 검색일: 2020.8.27.



자료: 한국환경산업기술원, “통계”, 검색일: 2020.8.27을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-15〉 자원순환제품의 조달청 매출액(2010~2018년)



자료: 한국환경산업기술원, “통계”, 검색일: 2020.8.27을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-16〉 자원순환제품의 등록건수(2010~2018년)

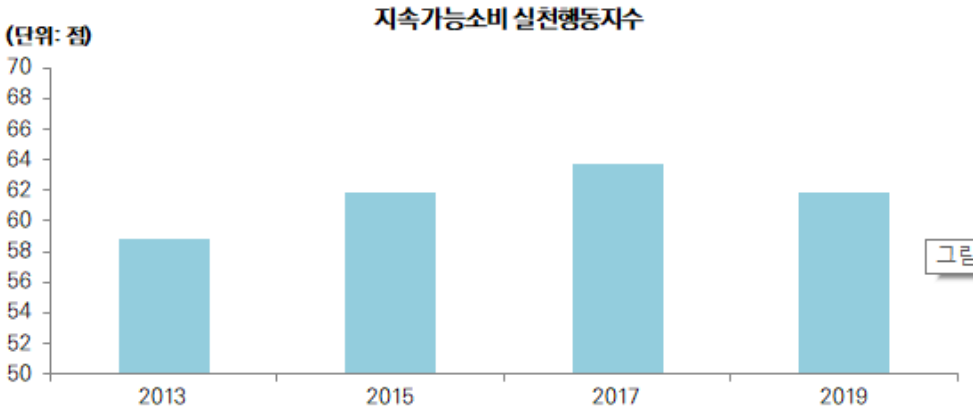
7) 단기 지표 - 지속가능소비 실천행동지수

- 정의: 소비생활 과정에서 실천한 지속가능소비 행동(친환경제품 구매, 자원재활용, 녹색실천 선도) 등 실행 정도
- 의의: 친환경제품 구매 등 소비자 행동 및 실천 정도 모니터링
- 산출방법: 설문조사 결과 반영: 2019년 17개 시·도 총 8,000명 대상으로 조사, 소비자 생활지표 중 지속가능소비 분야별 실천행동점수¹²⁸⁾
- 데이터 가용성:
 - 한국소비자원에서 소비자 체감형 정책 지표인 3대 소비자정책 지표(소비자시장평가 지표, 소비생활지표, 소비자역량지수)를 일정 주기별로 결과를 도출하고 있음
 - 특히 소비생활지표의 경우 2015년부터 2019년 3차에 걸쳐 “지속가능한 소비생활 실천 정도” 지표가 지속적으로 생산되고 있음
 - 지속가능소비 실천행동지수는 한국소비자원의 소비생활 지표의 데이터를 활용한 것으로, 2013년부터 2019년 2년 주기로 생산되는 “지속가능한 소비생활 실천 정도” 지표를 기반으로 함¹²⁹⁾
 - 지속가능소비 영역 중 자원순환과 관련성이 높은 ‘친환경상품 구매’, ‘자원재활용’, ‘녹색실천 선도’를 대상으로 분석함
 - 참고로, 친환경소비 촉진 측면에서 녹색매장 친환경제품 매출액과 그린카드 이용액도 검토하였으나, 녹색매장 친환경제품 매출액의 경우 유통사의 자발적 데이터 제공에 따른 통계이므로 통계의 신뢰성 확보에 어려움이 있음. 또한 그린카드 이용액의 경우 그린카드 소지자의 소비 자체가 친환경제품 구매성향이 있어 일반 구매자에 비해 확대 평가될 가능성이 있어 대표성을 지니기 어렵다고 판단함

지속가능소비 실천행동지수는 2013년에서 2017년까지 증가하였으나, 2017년 이후 다시 감소하는 것으로 나타났다(그림 5-17 참조).

128) 한국소비자원(2019), p.49.

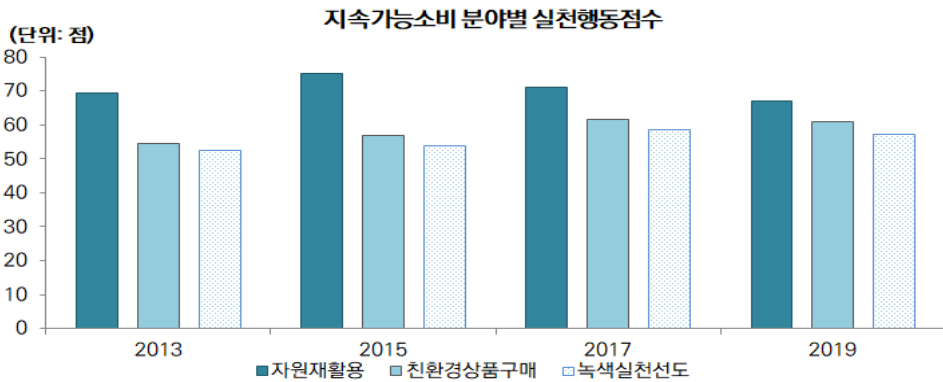
129) 한국소비자원(2019), p.354.



자료: 한국소비자원(2019), p.354를 참고하여 저자 작성.

〈그림 5-17〉 지속가능소비 실천행동지수(2013~2019년)

지속가능소비 분야별 실천행동점수를 살펴보면 자원재활용의 경우 정책적 유인과 지원이 지속적으로 이루어지는 대표 영역인 것에 반해, 2015년부터 소비자들의 실천행동점수가 지속적으로 하락¹³⁰⁾한 것을 확인할 수 있어 향후 소비자의 행동을 유도하기 위한 방향으로 정책을 설계할 필요가 있다(그림 5-18 참조).



자료: 한국소비자원(2019), p.354를 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-18〉 분야별 지속가능소비 실천행동점수(2013~2019년)

130) 허민영, 황미진(2020), p.21.

나. 관리 및 재생 단계 지표

본 연구에서 도출한 관리 및 재생 단계에서의 최종 지표(안)는 다음과 같다(표 5-3 참조).

〈표 5-3〉 관리 및 재생 단계 지표(안)

단계	추진전략	대표지표(단기)	보조지표
관리 및 재생	재활용 촉진을 위한 배출·수거·선별 체계 혁신 및 미래 고부가가치 재활용 촉진	- 순환이용률 · 생활폐기물 · 사업장폐기물	- 특정 폐기물 순환이용률
	폐기물 직매립 제로화 및 처리 최적화	- 최종처분량 · 생활폐기물 · 사업장폐기물 · 최종처분율(%)	- 최종처분시설 잔여 가용용량

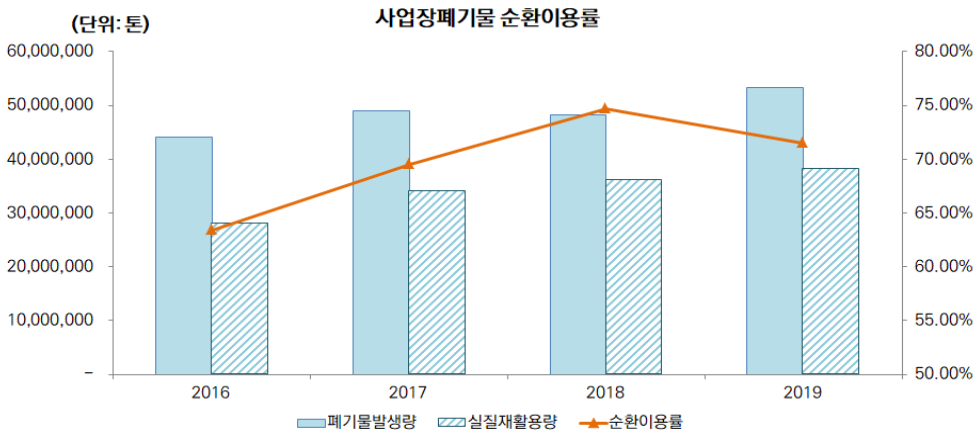
자료: 저자 작성.

1) 단기 지표 - 순환이용률

- 정의: 총 폐기물 발생량 대비 순환이용량(재활용량-잔재물량)
- 의의: 실질적으로 재활용된 양에 기반하여 재활용률 제고에 기여, 재활용이 쉬운 제품 생산 및 수거·선별 시 잔재물 발생 최소화를 촉진하고 재활용 R&D 확대에 기여
- 산출방법:
 - 총 폐기물 순환이용률: 실질재활용된 폐기물량/폐기물 발생량
 - 생활폐기물 순환이용률: 생활폐기물 실질재활용량/생활폐기물 발생량
 - 사업장폐기물 순환이용률: 사업장폐기물 실질재활용량/사업장폐기물 발생량
- 데이터 가용성:
 - '18년 시·도 순환이용률 실적은 생활폐기물 중 보고체계가 없는 민간선별시설 등 공동주택단지 분리배출 폐기물 처리실적 일부 미포함
 - 생활폐기물 수거처리는 지자체의 책무이나, 공동주택 재활용품은 예외적으로 민간이 자율수거·처리하여 생활폐기물 실적에서 누락되는 경우 발생

- 공동주택 재활용 폐기물처리 전자신고제도 시행 예정으로 순환이용률이 상대적으로 높은 분리배출 폐기물 처리실적 포함 시 시·도 생활 폐기물 실적 개선 예상
- 자원순환 성과관리대상 사업장별 통계자료 활용¹³¹⁾
 - ‘성과관리제도’는 사업장폐기물 배출자 중 일부(최근 3년 평균 지정 100톤, 지정 외 1,000톤 이상 배출자)에 대한 제도이므로, 향후 전체 사업장폐기물의 순환이용률은 통계를 바탕으로 산정 필요
 - 현재 데이터 상 순환이용률은 배출계수를 적용하여 산정하며, 잔재물에 대한 재활용량이 포함되지 않은 자료에 해당함
- 향후 물질재활용과 에너지 회수 각각의 통계 구축 필요

2019년 성과관리대상 사업장에서 발생한 4,428만 톤의 폐기물 중 실질재활용된 양은 3,812만 톤으로, 순환이용률은 71.49%에 해당하였다(그림 5-20 참조). 순환이용량은 매년 소폭 증가하고 있으나, 폐기물 발생량 증가로 인해 순환이용률은 2019년 다시 감소한 것으로 나타났다.



자료: 한국환경공단(2020.9)를 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-19〉 사업장폐기물 순환이용률(2016~2019년)

131) 한국환경공단(2020.9)

2) 보조지표 - 특정 폐기물 재활용/회수¹³²⁾

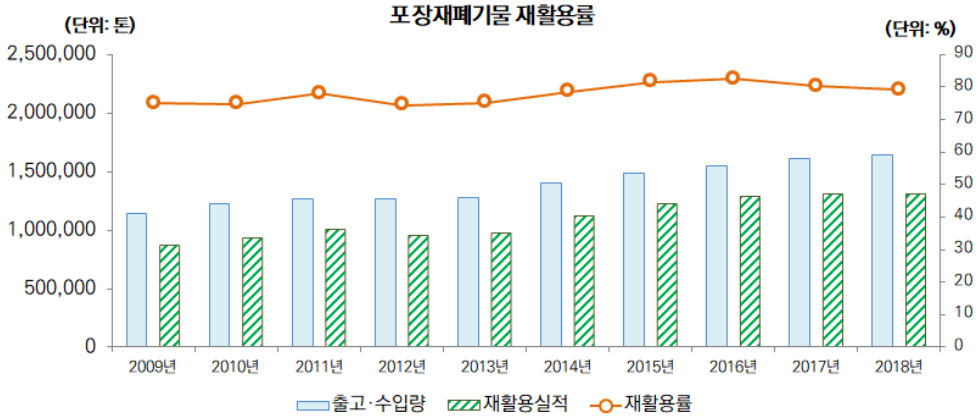
- 정의: EPR 시스템을 통한 특정 폐기물(포장재, 전기전자제품) 재활용률
- 의의: 국제적으로 이슈가 되는 포장재폐기물 등 주요 폐기물 흐름상 재활용 목표를 향한 진행 상황을 모니터링하기 위해 활용함
- 산출방법:
 - 포장재폐기물 재활용률(%) = 포장재폐기물 재활용량/재활용의무대상 포장재 출고·수입량
 - 플라스틱 포장재폐기물 재활용률(%) = 플라스틱 포장재폐기물 재활용량/재활용의무대상 플라스틱 포장재 출고·수입량
 - 전기전자폐기물 재활용률(%) = 전기전자폐기물 재활용량/회수량
- 데이터 가용성:
 - 포장재폐기물의 경우 순환자원유통지원센터의 EPR제도를 통한 재활용의무 이행실적을 활용하여 통계자료 추이를 작성함¹³³⁾
 - 한국전자제품자원순환공제조합 내부자료를 협조 받아 활용함¹³⁴⁾

2009년부터 2018년까지의 재활용의무대상 포장재 출고·수입량 및 재활용량은 지속적으로 증가하였다. 또한 포장재폐기물 재활용률은 전체적으로 증가하다가 2016년 이후 다시 감소하는 추세이다(그림 5-20 참조).

132) 한국순환자원유통지원센터, “EPR-재활용의무이행 실적”, 검색일: 2020.9.27을 참고하여 저자 재작성.

133) 한국순환자원유통지원센터, “EPR-재활용의무이행 실적”, 검색일: 2020.9.27.

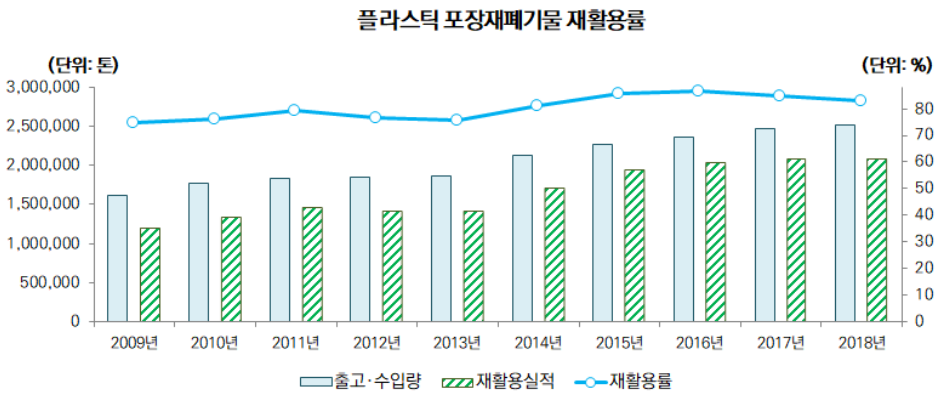
134) 한국전자제품자원순환공제조합(2020.9).



자료: 한국순환자원유통지원센터, “EPR-재활용의무이행 실적”, 검색일: 2020.9.27.

〈그림 5-20〉 포장재폐기물 재활용률(2009~2018년)

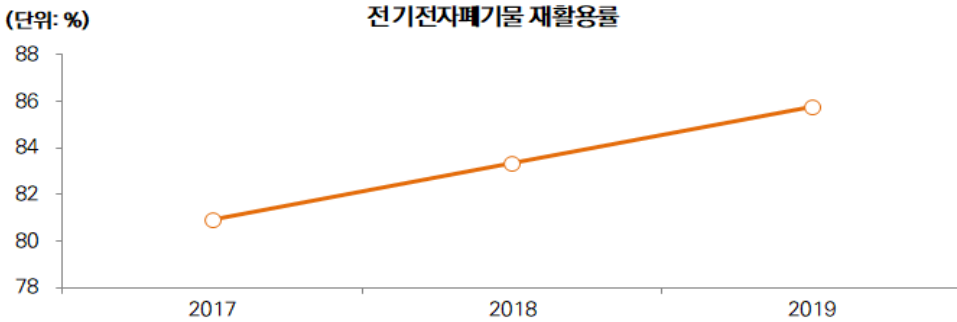
2009년부터 2018년까지의 플라스틱 포장재 출고·수입량 및 재활용량 역시 지속적으로 증가하였다. 플라스틱 포장재폐기물 재활용률의 경우 전체적으로 증가하다가 2016년 이후 다시 감소하고 있다(그림 5-21 참조).



자료: 한국순환자원유통지원센터, “EPR-재활용의무이행 실적”, 검색일: 2020.9.27.

〈그림 5-21〉 플라스틱 포장재폐기물 재활용률(2009~2018년)

2017년부터 2019년까지 3년간 전기전자폐기물 재활용률은 지속적으로 증가하는 추세이며, 2019년 기준 86.7%에 해당한다(그림 5-22 참조).



자료: 한국전자제품자원순환공제조합(2020.9)을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-22〉 전기전자폐기물 재활용률(2017~2019년)

전기전자제품은 온도교환기기, 디스플레이기기, 통신사무기기, 일반 전기·전자제품, 태양광 패널로 분류되며, 각각 70-80%의 재활용의무율을 가진다. 제품군별 재활용의무율은 다음과 같다(표 5-4 참조).

〈표 5-4〉 제품군별 전기전자제품 재활용의무율(2020)

제품군	온도교환기기	디스플레이기기	통신사무기기	일반 전기·전자제품	태양광패널
제품설명	냉매를 포함하는 기기	100cm ² 이상의 화면을 포함하는 기기			
재활용률	75%	70%	80%	75%	80%

자료: 국가법령정보센터, “전기·전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률 시행규칙”.

3) 단기 지표 - 폐기물 최종처분량¹³⁵⁾

- 정의: 폐기물 발생량 중 발생 후 바로 매립된 양 및 중간처리를 거쳐 매립된 양의 합
- 의의: 직매립되는 자원량의 Zero화에 기여함
- 산출방법:
 - 총 폐기물 최종처분량 = 직접 최종처분량+간접 최종처분량
 - 총 폐기물 최종처분율 = 최종처분량/(총 폐기물 발생량+순환자원 인정량)

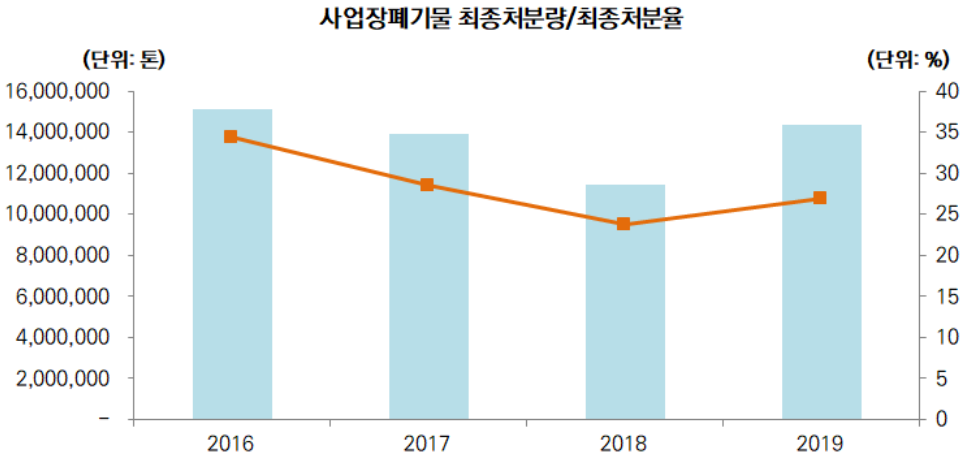


- 데이터 가용성: 환경공단에서 협조 받은 자료를 연도별로 성과관리 대상기업 전체의 간접 최종처분량, 직접 최종처분량, 폐기물 발생량을 산정하였음¹³⁶⁾

2016년부터 2019년까지 매립으로 최종처분된 사업장폐기물의 양은 감소하고 있으며, 2019년 기준 사업장폐기물 최종처분량은 1,437만 톤에 해당한다. 한편, 총 폐기물 발생량이 크게 증가함에 따라 사업장폐기물 최종처분율은 2018년 이후 다시 증가하는 것으로 나타났다(그림 5-23 참조).

135) 한국환경공단 홈페이지, “자원순환성과관리제도”, 검색일: 2020.7.30을 참고하여 저자 재작성.

136) 한국환경공단(2020.9).



자료: 한국환경공단(2020.9)를 참고하여 저자 재작성.

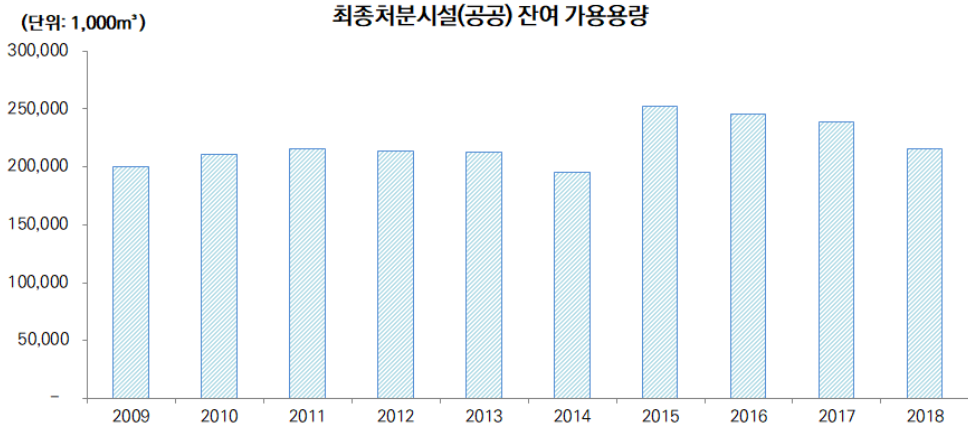
〈그림 5-23〉 사업장폐기물 최종처분량/최종처분율(2016~2019년)

4) 보조지표 - 최종처분시설 잔여 가용용량

- 정의: 국내 최종처분시설(공공/민간) 잔여 가용용량
- 의의: 국내 폐기물 최종처분시설에서의 잔여 가용용량을 파악하여 순환경제 전환에 따른 인프라 구조 개선에 활용
- 산출방법:
 - 공공 매립시설 잔여 가용용량 = 지방자치단체의 기 매립량/전체 용량
 - 민간 매립시설 잔여 가용용량 = 최종처분시설(민간)의 기 매립량/전체 용량
- 데이터 가용성: 폐기물 처리시설 현황자료는 환경부 전국 폐기물 발생 및 처리 현황 통계자료 활용¹³⁷⁾

2015년부터 2018년까지 폐기물 최종처분시설(공공)에서 잔여 가용용량은 전체적으로 감소하는 추세이다(그림 5-24 참조).

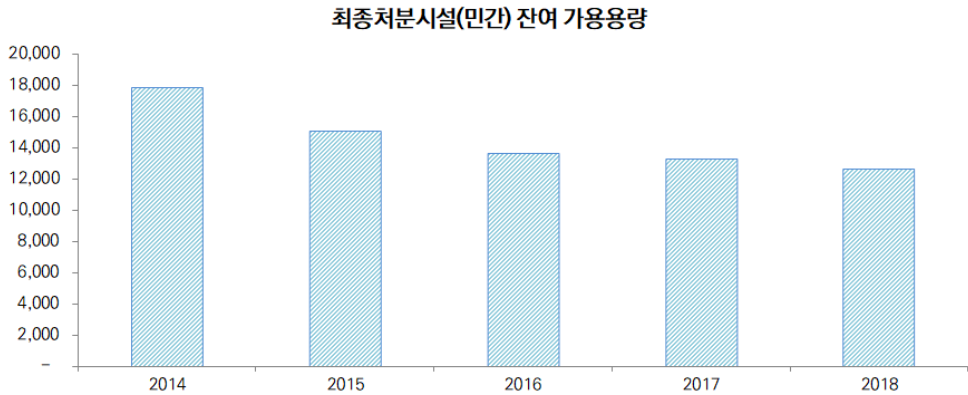
137) 국가통계포털, “전국폐기물발생 및 처리현황”, 검색일: 2020.7.30.



자료: 국가통계포털, “전국폐기물발생 및 처리현황”, 검색일: 2020.7.30을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-24〉 폐기물 최종처분시설(공공)에서의 잔여 가용용량(2009~2018년)

2014년부터 2018년까지 폐기물 최종처분시설(민간)에서의 잔여 가용용량 또한 지속적으로 감소하고 있다(그림 5-25 참조).



자료: 국가통계포털, “전국폐기물발생 및 처리현황”, 검색일: 2020.7.30을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-25〉 폐기물 최종처분시설(민간)에서의 잔여 가용용량(2014~2018년)

다. 순환경제 전 범주 지표

본 연구에서 도출한 순환경제 전 범주에 해당하는 최종 지표(안)는 다음과 같다(표 5-5 참조). 이때 ‘순환경제 전 범주’에 해당하는 지표란 생산 및 소비, 관리, 재생 단계를 모두 아우르며 영향을 미칠 수 있는 지표에 해당하며, 본 연구에서는 기술·혁신, 산업경쟁력, 일자리, 기후변화 측면으로 투입 및 영향 지표에 해당한다.

〈표 5-5〉 순환경제 범주 지표

단계	추진전략	대표지표(단기)
순환 경제 범주	기술·혁신	순환경제 부문 R&D 예산 지출액
	산업경쟁력	순환경제 부문 부가가치(매출액)
	일자리	순환경제 부문 고용자 수, 고용률(%)
	기후변화	폐기물 부문 온실가스 배출량

자료: 저자 작성.

1) 단기 지표 - 순환경제 부문 R&D 예산 지출액

순환경제 부문 R&D 예산 지출액은 순환경제 부문에서의 기술혁신 측면을 모니터링 하기 위한 지표로 기술혁신 및 투자를 통해 산업경쟁력 강화에 기여할 수 있다.

- 정의: 순환경제 부문 R&D 예산 지출액
- 의의: 기술 혁신 및 투자를 통한 산업경쟁력 강화에 기여
- 산출방법: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)의 R&D 과제정보데이터 내 순환경제 관련 키워드 분석을 통해 추출된 과제 수
- 데이터 가용성: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)의 R&D 과제정보데이터를 활용, 순환경제 관련 키워드(자원순환, 순환경제, 재활용, 재사용, 재이용, 재생원료, 재생 자원, 청정생산 등)를 통해 관련 기술통계 추정¹³⁸⁾

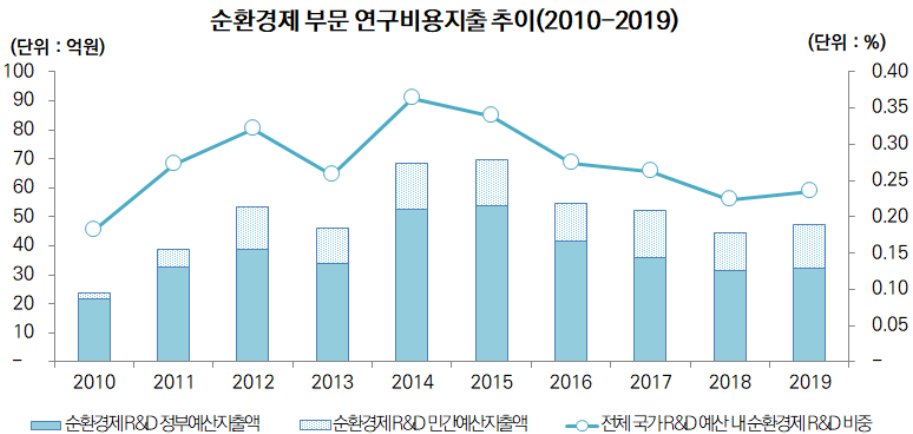
138) 국가과학기술지식정보서비스, “과제정보”, 검색일: 2020.9.17.



자료: 저자 작성.

〈그림 5-26〉 순환경제 R&D 과제 데이터 추출과정

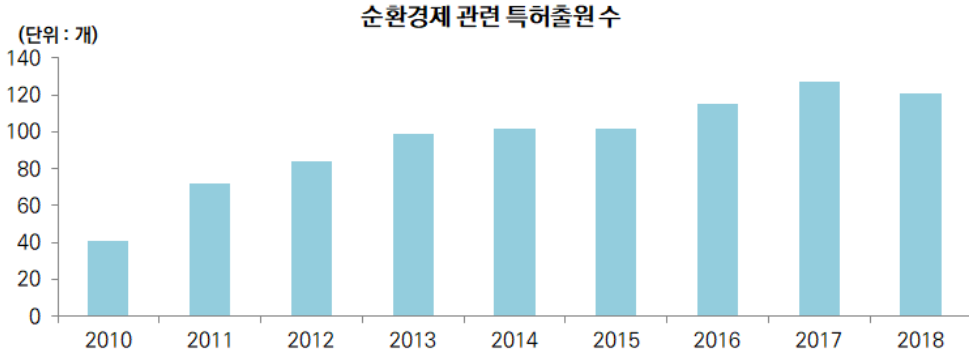
2010년부터 2015년까지 순환경제 부문 R&D 예산 지출액은 증가하다가 2015년 이후 감소하는 추세이다. 2019년 기준 전체 국가 R&D 예산 중 순환경제 부문 연구비용의 지출 비중은 0.24%에 해당한다(그림 5-27 참조).



자료: 국가과학기술지식정보서비스, “과제정보”, 검색일: 2020.9.17을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-27〉 순환경제 부문 R&D 예산 지출액(2010~2019년)

2010년부터 2017년까지 순환경제 관련 특허출원 수는 지속적으로 증가하다가 2018년 소폭 감소한 것으로 나타났다(그림 5-28 참조).



〈그림 5-28〉 순환경제 관련 특허출원 수(2010~2018년)

2) 단기 지표 - 순환경제 부문 총 부가가치(매출액)

순환경제 부문 총 부가가치 및 고용자 수를 산정하기 위해서는 우선 산업연관표상 순환경제 관련 업종의 범위를 설정할 필요가 있다. 참고로, EU 순환경제 모니터링 프레임워크에서는 순환경제 부문 총 투자액, 고용자 수, 부가가치를 지표화하기 위해 유럽의 산업분류표인 Nace code를 활용하고 있다(표 5-6 참조).

〈표 5-6〉 EU 순환경제 모니터링 지표 내 순환경제 범위

관련성	Nace code	설명
재활용 (recycling)	E 38.11	비(非)유해 폐기물 수집
	E. 38.12	유해 폐기물 수집
	E. 38.31	파손된 잔해 해체
	E. 38.32	분류된 물질 회수
	G 46.77	폐기물 및 스크랩 도매
	G 47.79	중고물품 소매상

〈표 5-6〉의 계속

관련성	Nace code	설명
수리 (repair)	C 33.11	가공금속제품 수리
	C 33.12	기계 수리
	C 33.13	전자·광학 장비 수리
	C 33.14	전기장비 수리
	C 33.15	배 및 선박 유지·수리
	C 33.16	항공선 및 우주선 유지·수리
	C 33.17	기타 교통장비 유지·수리
	C 33.19	기타 장비 수리
재사용 (reuse)	S 95.11	컴퓨터 및 주변기기 수리
	G 45.20	자동차 유지·수리
	G.45.40	오토바이 및 관련 부품 및 액세서리의 판매, 유지보수 및 수리

자료: EC(2018a), p.54를 본 연구의 목적에 맞게 저자 재작성.

본 연구에서는 국내 산업분류 KSIC 코드를 활용하여 순환경제 관련 산업업종 범위(안)을 도출하였다. EU Nace code의 순환경제 부문에 해당하는 국내 산업분류코드를 우선 선별 하되, KSIC 산업 세세분류를 검토하여 순환경제 관련 산업군을 추가 보완하였다(표 5-7 참조).

〈표 5-7〉 EU 순환경제 범위 및 국내 순환경제 관련 산업분류(안)

관련성	Nace code	국내 10차 산업분류표(세세분류)
재활용	비(非)유해폐기물 수집	38110 · 지정 외 폐기물 수집, 운반업
		38130 · 건설폐기물 수집, 운반업
	유해폐기물 수집	38120 · 지정 폐기물 수집, 운반업
	파손된 잔해 해체	-
	분류된 물질회수	20203 · 혼성 및 재생 플라스틱 소재 물질 제조업
		20495 · 바이오 연료 및 혼합물 제조업
20502 · 재생섬유업		
22112 · 타이어 재생업		

〈표 5-7〉의 계속

관련성	Nace code	국내 10차 산업분류표(세세분류)	
		38311	· 금속류 해체 및 선별업
		38312	· 금속류 원료 재생업
		38321	· 비금속류 해체 및 선별업
		38322	· 비금속류 원료 재생업
		폐기물 및 스크랩 도매	46791
재사용	중고물품 소매상	45120	· 중고 자동차 판매업
		45220	· 자동차 중고 부품 및 내장품 판매업
		47861	· 중고 가구 소매업
		47862	· 중고 가전제품 및 통신장비 소매업
		47869	· 기타 중고상품 소매업
		76299	· 그 외 기타 개인 및 가정용품 임대업
수리	가공금속제품 수리	-	
	기계 수리	34011	· 건설·광업용 기계 및 장비 수리업
		34019	· 기타 일반 기계 및 장비 수리업
	전자·광학 장비 수리	34020	· 전기·전자 및 정밀기기 수리업
	전기 장비 수리		
	기타 장비 수리	95120	· 통신장비 수리업
		95310	· 가전제품 수리업
		95391	· 의복 및 기타 가정용 직물제품 수리업
		95392	· 가죽, 가방 및 신발 수리업
		95393	· 시계, 귀금속 및 악기 수리업
		95399	· 기타 개인 및 가정용품 수리업
	컴퓨터 및 주변기기 수리	95110	· 컴퓨터 및 주변 기기 수리업
	자동차 유지·수리	95211	· 자동차 종합 수리업
		95212	· 자동차 전문 수리업
	오토바이 및 관련 부품 및 액세서리의 판매, 유지 보수 및 수리	95220	· 모터사이클 수리업

자료: 통계청(2017), pp.146-781, pp.788-857을 참고하여, 본 연구의 목적에 맞게 저자 재작성.

- 정의: 순환경제 부문 총 부가가치(매출액)
- 의의: 순환경제를 통한 부가가치 창출로 산업경쟁력 강화에 기여
- 산출방법: 순환경제 부문 관련 산업 총 부가가치, 순환경제 부문 종사자 1인당 연간 매출액
- 데이터 가용성:
 - EU Nace code의 순환경제에 해당하는 10차 산업분류를 참고하여 국내 산업 분류코드 선별¹³⁹⁾
 - 10차 산업분류 코드와 통계청(2010-2019a); 통계청(2010-2019b); 통계청(2010-2019c) 자료를¹⁴⁰⁾ 활용하여 2009년부터 2018년까지의 매출액 데이터 구축
 - 국내 통계상 2017년 이전 자료는 9차 산업분류에 따라 작성됨에 따라 9차, 10차 산업분류 연계표를 통해 9차 산업분류에 따른 순환경제 부문까지 도출하였음
 - 바이오 연료 및 혼합물 제조업의 경우 10차 개정 시 ‘그 외 기타 분류 안 된 화학제품 제조업’으로부터 분리되어 신규로 생성된 산업분류임
 - (업계 및 전문가 의견) 일반적으로 산업경쟁력은 기술개발 수준, 품질, 가격, 비즈니스 모델 창출역량 등을 종합적으로 고려하여 판단하며, 산업경쟁력이 있다는 것은 부가가치나 매출액의 증가라는 결과로 나타나므로 지표의 선정은 적절한 것으로 보임

통계청의 산업분류별 매출액 자료에 따르면, 2009년부터 2018년까지 순환경제 부문 매출액은 지속적으로 증가하는 추세이며, 2018년 기준으로 매출액은 약 75조 원으로 2009년 대비 2배 이상 증가하였다(그림 5-29 참조).

139) 통계청(2017), pp.146-781, pp.788-857를 검토하였음.

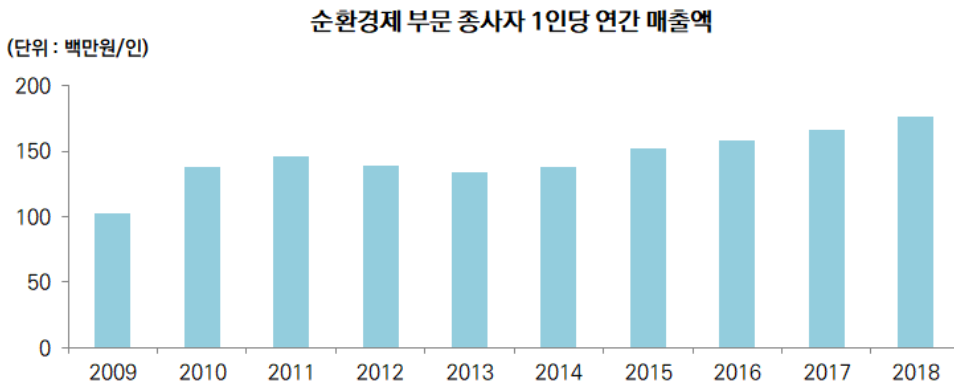
140) 통계청에서 2010년부터 2019년까지 발간된 광업·제조업 조사분석보고서, 도·소매업 조사분석보고서, 서비스업 조사분석보고서의 도서 및 엑셀 데이터 자료를 분석하여 활용하였으며, 각 보고서 별 면수정보가 상이하므로 <그림 5-30>부터 <그림5-33>의 면수정보 표기를 생략하였음.



자료: 통계청(2010~2019a); 통계청(2010~2019b); 통계청(2010~2019c)을 참고하여 본 연구의 목적에 맞게 저자 재작성.

〈그림 5-29〉 순환경제 부문 매출액(2009~2018년)

순환경제 부문 종사자 1인당 연간 매출액은 2009년부터 2018년까지 증가하는 추세이며, 2018년 기준 연간 매출액은 1억 7,000여만 원이다(그림 5-30 참조).



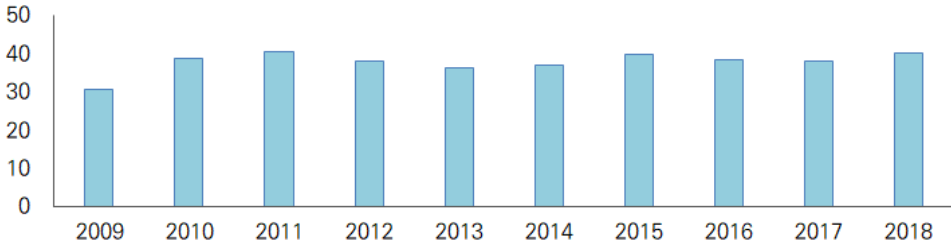
자료: 국가통계포털, “전국사업체조사”, 검색일: 2020.9.28; 통계청(2010~2019a); 통계청(2010~2019b); 통계청(2010~2019c)을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-30〉 순환경제 부문 종사자 1인당 연간 매출액(2009~2018년)

2018년 기준으로, GDP 10억 원당 연간 순환경제 부문 매출액은 2009년 대비 1,000만 원가량 증가한 것으로 나타났다(그림 5-31 참조).

국내 GDP 대비 순환경제 부문 매출액

(단위: 백만원/십억원)



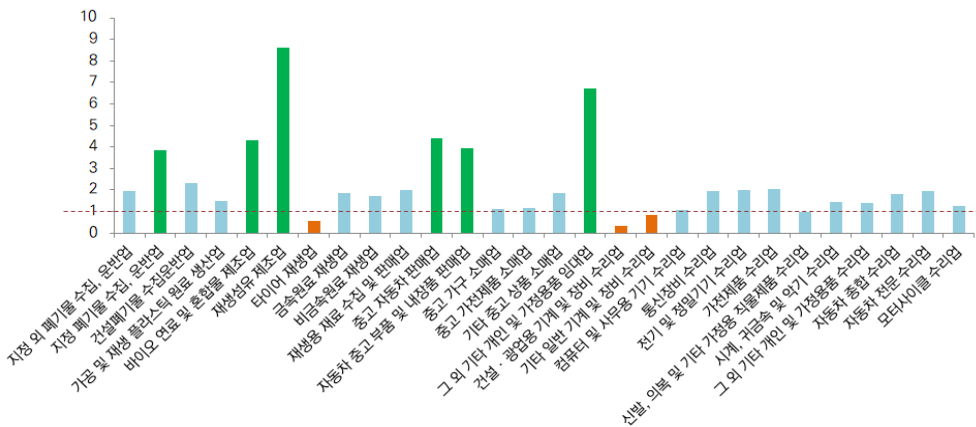
자료: 통계청(2010~2019a); 통계청(2010~2019b); 통계청(2010~2019c); 한국은행경제통계시스템, “국민계정 (2015년 기준년) - 주요지표 - GDP”, 검색일: 2020.7.30을 참고하여 저자 제작성.

〈그림 5-31〉 GDP당 순환경제 부문 매출액(2009~2018년)

국내 순환경제 관련 산업 중 매출액이 가장 많은 산업은 2018년 기준 약 20조 원 규모인 재생용 재료 수집 및 판매업이며, 2018년 기준으로 매출액이 2009년 대비 2배 이상 증가한 업종은 폐기물 수집 및 운반업, 바이오 연료 및 혼합물 제조업, 재생섬유 제조업, 개인 및 가정용품 임대업, 중고자동차 판매업 등 11개 업종이다. 특히 재생섬유업종은 매출액 규모가 8.6배 증가하였다(그림 5-32 참조).

(단위: 배수)

순환경제 업종별 매출액 변화



주: 배수 1은 2009년 대비 매출액 변화가 없음을 의미하며, 0에서 1 사이는 매출액 감소, 1 초과는 매출액 증가를 나타냄.

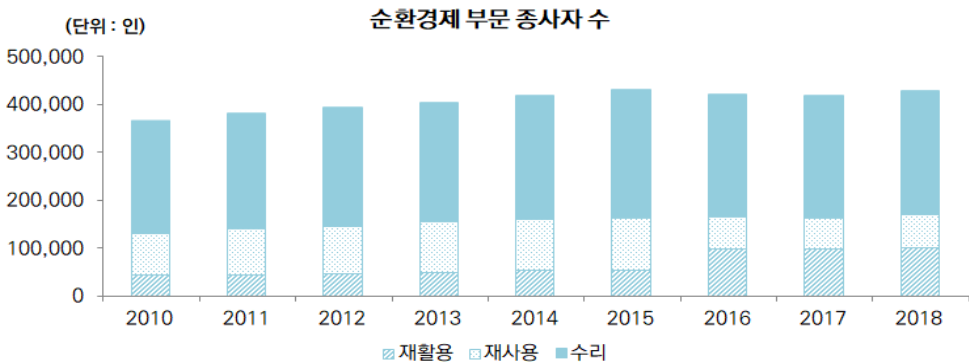
자료: 통계청(2010~2019a); 통계청(2010~2019b); 통계청(2010~2019c)을 참고하여 본 연구의 목적에 맞게 저자 제작성.

〈그림 5-32〉 순환경제 관련 업종별 매출액 변화

3) 단기 지표 - 순환경제 부문 고용자 수

- 정의: 순환경제 부문 종사자 수
- 의의: 미래 환경 대응을 위한 신산업을 적극 육성하여 양질의 일자리 창출 필요
- 산출방법: 순환경제 부문 종사자 수 - 국내 산업분류상에서 순환경제와 관련 있는 영역의 종사자 수의 합
- 데이터 가용성:
 - (업계 및 전문가 의견) 종사자 수 증가율이 연도별로 증감이 있으나 어느 산업에서든 해당 경향은 나타나기 때문에, 연도별 수치가 매우 큰 차이가 나지 않는다면 종사자 수와 증가율을 지표로 활용하는 것은 타당함
 - 단, 연도별 증가율 수치의 편차가 심하다고 판단된다면 보조적으로 1) 5년이나 10년의 장기추세선 기울기를 활용하거나 2) 종사자 1인당 부가가치 혹은 1인당 매출액을 활용할 수 있다고 판단됨

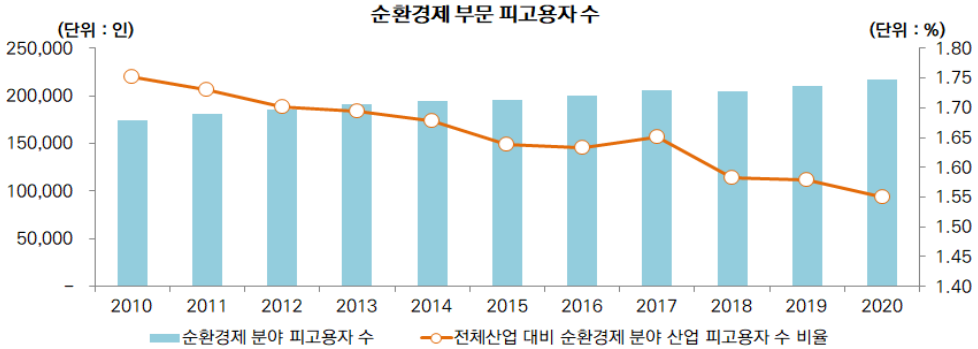
2018년 기준 순환경제와 관련된 재활용, 수리, 재사용 업종에 종사하는 인력은 총 43만 106명이며, 재활용 관련 산업에 10만 3,829명, 수리 관련 산업에 25만 8,265명, 재사용 관련 산업에 6만 8,012명이 종사하고 있는 것으로 나타났다(그림 5-33 참조).



주: 2015년에서 2016년 사이의 감소폭은 산업분류가 9차에서 10차로 개정되며 발생.
 자료: 국가통계포털, "전국사업체조사", 검색일: 2020.9.28을 참고하여 본 연구의 목적에 맞게 저자 재작성.

〈그림 5-33〉 순환경제 부문 종사자 수(2010~2018년)

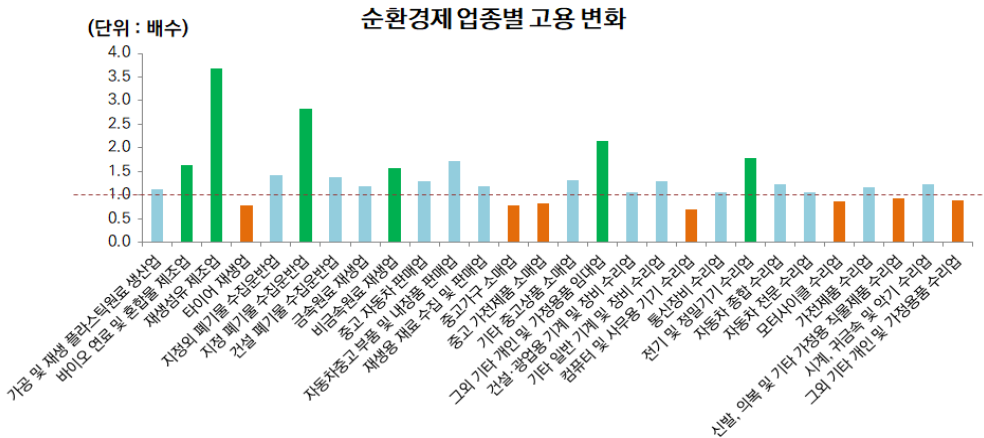
2011년부터 2020년까지 최근 10년간 순환경제 관련 산업 피고용자 수는 증가하는 추세에 있으나, 전체 산업고용에서 순환경제 관련 고용 비율은 감소하는 추세이다(그림 5-34 참조).



자료: 한국노동연구원(2020.9)을 참고하여 본 연구의 목적에 맞게 저자 재작성.

〈그림 5-34〉 순환경제 부문 피고용자 수(2010-2020년)

2018년 기준으로 종사자 수가 2009년 대비 2배 이상 증가한 업종은 재생섬유제조업, 지정폐기물 수집운반업, 개인 및 가정용품 임대업이다. 특히 재생섬유업종은 종사자 수 규모가 3.7배 증가하였다(그림 5-35 참조).



주: 배수 1은 2009년 대비 종사자 수 변화가 없음을 의미하며, 0에서 1 사이는 종사자 수 감소, 1 초과는 종사자 수 증가를 나타냄.

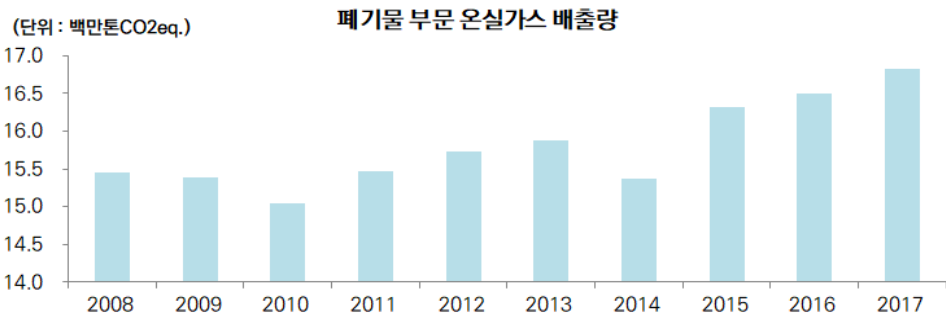
자료: 국가통계포털, “전국사업체조사”, 검색일: 2020.9.28을 참고하여 본 연구의 목적에 맞게 저자 재작성.

〈그림 5-35〉 순환경제 업종별 고용 변화

4) 단기 지표 - 폐기물 부문 온실가스 배출량

- 정의: 매립, 소각 등 폐기물 부문 온실가스 배출량
- 의의: 환경친화적인 산업 활동과 기술 혁신을 통해 자원효율성이 높은 산업회를 추구하고 온실가스 배출 저감에 기여
- 산출방법: GHG = 6개 종류의 온실가스
 - 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 수소불화탄소, 과불화탄소, 육불화황 배출량을 CO₂ 단위로 환산한 총량
- 데이터 가용성:
 - 데이터는 온실가스종합정보센터의 국가 온실가스 인벤토리 보고서(2019년)를 활용함¹⁴¹⁾
 - (실무자 의견) IPCC 가이드라인에는 폐기물 중 열이 회수되는 양은 폐기물에서 산정하지 않고 공공 전기 및 열 생산에서 산정하도록 되어 있어 향후 매립지에서 메탄 회수로 인한 통계는 분리되어 관리될 필요가 있음
 - 향후 원재료 대체 및 재활용, 에너지회수·사용 등을 통한 온실가스 배출 저감효과 산정 필요

2017년 기준으로 폐기물 부문의 온실가스 배출량은 국가 총 배출량의 2.4%에 해당하는 1,682만 톤이다(그림 5-36 참조).



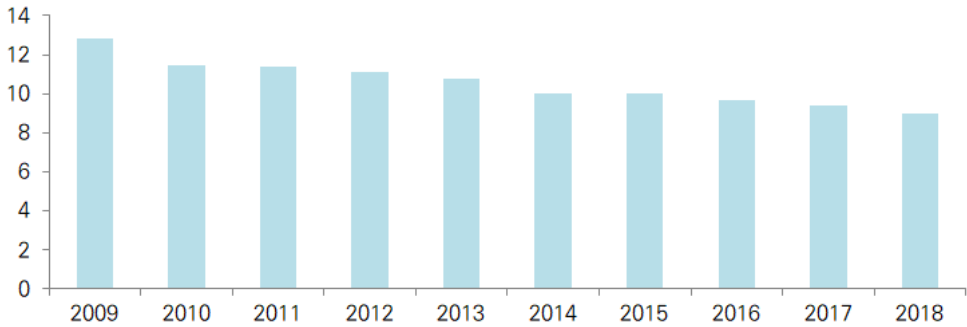
자료: 온실가스종합정보센터(2019), pp.381-382을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-36〉 폐기물 부문 온실가스 배출량(2008~2017년)

141) 온실가스종합정보센터(2019), pp.381-382.

GDP 대비 폐기물 부문 온실가스 배출량은 2008년부터 2017년까지 지속적으로 감소 추세이며, 2017년 기준 GDP 10억 원당 폐기물 부문 온실가스 배출량은 9.16톤이다(그림 5-37 참조).

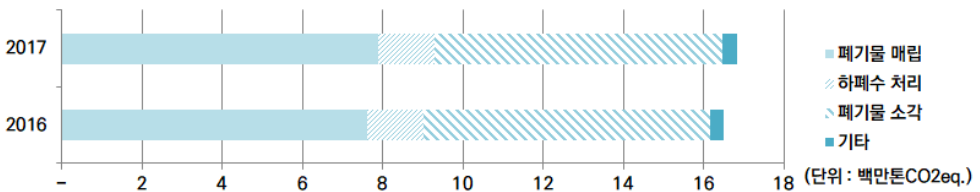
GDP 대비 폐기물 부문 온실가스 배출량



자료: 온실가스종합정보센터(2019), pp.381-382; 한국은행경제통계시스템, “국민계정(2015년 기준년) - 주요지표 - GDP”, 검색일: 2020.7.30을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-37〉 GDP 대비 폐기물 부문 온실가스 배출량(2008~2017년)

폐기물 부문에서는 매립과 소각이 90% 이상을 차지하고 있다(그림 5-38 참조).



자료: 온실가스종합정보센터(2019), pp.381-382을 참고하여 저자 재작성.

〈그림 5-38〉 폐기물 부문별 온실가스 배출량(2016~2017년)

2. 순환경제 이행 진단 지표(안) 활용방안

가. 순환경제 관련 통계자료 보완을 통한 기반 구축

본 연구에서 도출한 지표 중 재생자원 이용률, 폐자원에너지 회수 및 사용률, 천연자원 환산소비량(RMC), 식품손실률, 원재료 대체, 물질재활용 및 에너지 회수·사용에 따른 온실가스 배출량 등은 방법론 산정과 함께 통계가 우선적으로 구축될 필요가 있다.

지속가능소비 실천행동지수의 경우에도 정책지원 강화를 위해 표본 신뢰도 제고와 안정적 생산체계가 필요하므로 '지표 생산 법제화'가 추진 중에 있다. 이를 통해 매년 지표가 생산되면 그 활용도가 더 높아질 것으로 예상된다. 또한 중장기적으로는 제품의 재활용률, 재사용성 강화를 위한 순환이용성 평가, 제품의 친환경성을 나타내는 환경마크, 소비자 중심적 친환경영 인증마크 간 연계 강화를 통해 자원순환제품 인증 관련 지표와 상호 보완해 나갈 필요가 있다.

본 연구에서 도출한 중장기 지표의 경우 현재 데이터 가용성 측면에서 기반이 마련되어 있지 않거나, 명확한 산정방법이 정해져 있지 않아 단기간에 지표를 구축하기 어려우므로 다음의 보완사항을 고려하여 단계적으로 통계데이터를 만들어 나가야 할 것이다.

〈표 5-8〉 순환경제 모니터링 중장기 지표(안) 목록

단계	지표명
생산 & 소비	천연자원환산소비량(RMC)
	식품손실률
	순환이용성 평가 개선비율
	재활용 우수 포장재 비율
관리 & 재생	폐자원에너지 회수 및 사용률
순환경제 범주	원재료 대체, 물질재활용 및 에너지 회수·사용에 따른 온실가스 저감효과

자료: 저자 작성.

본 연구에서 도출한 순환경제 모니터링 중장기 주요 지표(안)에 대한 보완사항은 다음과 같다.

〈표 5-9〉 국가 순환경제 모니터링 중장기 주요 지표(안)의 향후 보완사항

단계	지표명	통계 등 향후 보완사항
생산 & 소비	천연자원 환산소비량 (RMC)	· 자원소비로 인해 생산되는 1차 가공자원에 대해 천연자원으로 환산하여 직접적인 자원고갈에 대한 사항을 보기 위한 것으로, EU에서는 RME를 작성하고 있으므로 국내에서도 RMC 산정을 위한 기초 통계부터 구축해 나갈 필요가 있음
	식품손실률	· 식품(농·수·축산물 원물)의 생산에서 유통에 이르기까지 식품손실에 대한 신뢰성이 확보된 통계자료가 확보되어야 함 · 실제 수확(harvest, slaughter) 후 식품가공, 포장까지의 각 단계별 손실되는 양에 대한 데이터가 필요함. 이를 위해서는 기존에 있는 통계 자료와 함께 정부, 유통업자, 기업, 판매자 등의 조사를 통한 통계가 필요함
	재생자원 이용률	· 현재 국내 가용데이터에서 이를 산정하기 위한 데이터가 없는 상황임 · 본 연구에서는 EU에서 사용하고 있는 대체 방법론을 이용하여 산정하였으나, 실제 제조에 투입된 양에 대한 통계 작성이 필요함
관리 & 재생	폐자원에너지 회수 및 사용률	· 자원순환기본계획 내 에너지 회수율 지표는 있으나 실질적으로 활용되고 있지는 못하는 상황임 · EU의 경우 폐자원에너지화를 회수(Recovery) 개념으로 물질재활용(recycling)과 명확히 구분하여 모니터링 하고 있음. 국내에서도 물질재활용과 에너지 회수에 대한 분리된 통계를 통해 각각의 목표를 설정하여 관리할 필요가 있음

자료: 저자 작성.

1) 천연자원환산소비량

- 정의: 원자재등가량(RME: Raw Material Equivalent)을 이용한 자원소비량
- 의의:
 - 자원소비를 통한 경제성장 구조에서 탈피하여 경제성장과 자원사용의 디커플링 정도를 평가할 수 있음
 - 일부 EU 국가에서는 국내자원소비량(DMC)뿐만 아니라 숨겨진 흐름을 반영할 수 있는 총 자원소비량(TMC) 또는 총 물질요구량(TMR)을 자원생산성 지표

계산 시 병행하여 사용하는 방향으로 추진하고 있음. K-SDGs 목표에도 물질 발자국(MF: Material Footprint)이 포함되어 있음¹⁴²⁾

- 산출방법:
 - 자원소비로 인해 생산되는 1차 가공자원에 대해 천연자원으로 환산하여 직접적인 자원고갈에 대한 사항을 보기 위한 것으로 EU에서는 RME를 작성하고 있음¹⁴³⁾
 - DMC가 천연자원만을 포함하는 것이라면, RMC는 가공자원을 포함한 더 넓은 의미의 자원을 의미함
 - TMC나 TMR은 자원채굴 시의 미사용자원량을 포함하는 것으로, 이를 추정하는 것이 쉽지 않으므로 이를 대체하여 제품 생산 시 원자재등가량(RME: Raw Material Equivalent)을 이용하여 간접영향을 평가하는 것임
 - 현재 통계방법론 개발 중으로 데이터가 부재한 상황임

2) 식품손실률

- 정의: 식품 순 식용공급량 대비 수확 후-제조-유통-소비 전 과정에서 발생하는 가식부 손실량의 비율(%)
- 의의:
 - (중·장기적 방향) 식품의 전 주기(생산, 공급망, 소비)에서 발생하는 식품손실량을 정량적으로 측정하여 관리하는 것이 필요함. 전 세계적으로 가식부의 손실량은 공급량의 1/3 수준으로 추정됨¹⁴⁴⁾
 - UN SDGs 12.3 식품손실과 폐기 지표에서는 공급망에서의 손실을 Food loss index로 각 단계별 식품손실비율에 품목별 가격을 고려하여 경제적 손실을 나타내도록 하고 있으며¹⁴⁵⁾, 소비단계의 지표인 Food waste index는 유통/소비 단계의 식품폐기물 발생량의 변화율(기준년도)을 나타냄¹⁴⁶⁾
 - 2011년 처음 식품손실의 문제를 언급한 FAO(2011) 보고서¹⁴⁷⁾에서는 가식부만

142) 통계개발원(2019a), p.84.

143) Eurostat(2020), pp.9-10을 참고하여 저자 재작성.

을 다루고 있으나 UN SDGs에서는 비가식부도 포함한 전체량을 다루고 있는데, 이는 '비가식부'가 식문화에 따라 다르기 때문에 표준화할 수 없기 때문임¹⁴⁸⁾

- 국가단위로 지표를 관리하는 경우 소비효율을 나타내는 가식부만의 지표 산출이 필요하고, 이를 통해 손실의 원인 및 개선지점을 도출하여 최종적으로 식품폐기물 발생 감량을 달성할 수 있음

- 산출방법: 방법론 개발이 필요함
 - 식품수급표의 품목별 감모율을 통해 공급망 전체에서의 품목별 손실률 계산은 가능하지만 감모율 데이터 품질 검토, 품목별 유통경로 표준화 작업 등이 필요함
 - 소비단계(소매, 가정, 외식 등)에서의 성상별(품목별) 손실률 조사가 필요함
 - UN SDGs에서는 유통단계별 식품손실률에 경제적 가치를 곱하여 식품손실지수를 산출하도록 하고 있으나 비가식부를 포함하여 산정함¹⁴⁹⁾
 - 일본은 2018년 식품로스삭감에 관한 법을 제정하면서 가식부의 손실을 관리영역으로 인지하고 있으며, 매년 산업계, 소비 단계에서의 식품손실조사를 실시함¹⁵⁰⁾

3) 재활용 우수 포장재 비율

- 정의: 전체 포장재소비량 중 재활용 우수 포장재 비율(%), 포장재 재질·구조 등급표시 기준(2019.12.25. 고시)에 따라 포장재 등급제 추진 - 재활용성이 용이한 1등급 포장재의 비율
- 의의: 국제적으로 이슈가 되고 있는 포장재의 재활용성 강화를 통한 순환경제 기여

144) FAO(2011), p.4.

145) FAO(2018a), p.14.

146) FAO(2018b), p.24.

147) FAO(2011), p.4.

148) FAO(2018a), p.12.

149) FAO(2018a), p.14.

150) 일본 환경성 발표자료(2020.5.29), “식품순환자원의 재생이용 등의 촉진에 관한 기본방침 책정에 대해(개요):食品循環資源の再生利用等の促進に関する基本方針の策定等について(概要)”, 검색일: 2020.10.28.

- 산출 방법:
 - 최우수 등급 포장재 비율 = 최우수 등급 포장재 소비량 / 전체 포장재 소비량

〈 등급기준 개정안 〉

- ▶ (최우수) 절취선 + 비접착식+ 비중 1 미만 재질
- ▶ (우 수) 절취선 + 비중1미만 재질(열알칼리성분리 접착제, 도포 면적·양 최소화 기준 반영)
- ▶ (어려움) 비중 1 이상 재질의 라벨(일반접착제 사용 또는 비접착식)

※ 비중 1 이상 비접착식은 절취선을 삽입한 경우 어려움 제외(보통 등급)

시장·군수·구청장은 제품·포장재의 표본조사 등을 통해 매년 1회 이상 유통 중인 분리배출 표시 대상 제품·포장재의 분리배출 표시의 적정 여부(재활용 용이성 등급의 적정 표시 여부를 포함)를 조사하여야 하므로¹⁵¹⁾ 매년 모니터링이 가능할 것으로 예상된다.

4) 순환이용성 평가 개선비율

- 정의: 순환이용성 평가제도에 따른 제품 재활용성 개선 비율(%)
- 의의: 순환이용 저해요소를 평가하여 제조자 등에게 제품 생산단계에서 개선토록 함으로써 순환이용을 촉진¹⁵²⁾
- 산출 방법:
 - 순환이용성 평가제도에 따른 제품 재활용성 개선 비율(%)
 - 순환이용성 평가 대상 제품의 재활용성 향상율 = 순환이용성 평가 대상 제품별 재활용성 향상율 평균

현재 한국환경산업기술원에서 제품별 특성과 관련 기술수준을 고려하여 4가지 평가항목에 따라 유해성 및 순환이용성을 평가하고 있다. 순환이용성 평가개선비율 지표의 경우 환경부가 순환이용성평가를 한 이후 기업이 권고한 내용을 개선한 결과가 반영되는 지표이다. 따라서 제품군별 개선 난이도가 상이한 점을 고려하여 연도별 목표치가 아닌 제품군별 목표

151) 한국폐기물협회, “법령정보 - 입법예고 - 「포장재 재질·구조 등급표시 및 분리배출 표시에 관한 고시」 제정안 재행정예고(’20.12.16)”, 검색일: 2020.12.16.

152) 한국환경산업기술원 홈페이지, “순환이용성 평가”, 검색일: 2020.7.21.

치를 설정될 필요가 있으며, 지표의 목표 달성 주체가 기업이므로 관련 업계 의견을 충분히 수렴하여 중·장기적인 추진이 필요하다.

5) 폐자원에너지 회수·사용률

현재 「자원순환기본법 시행규칙」에 따라 에너지 회수율을 자원순환 지표로 선정하고 있으나 실질적으로 활용되고 있지 않다. 본 지표는 「자원순환기본법」의 물질재활용 우선순위 정책의 명확한 시행 및 국가 순환이용률(물질재활용+에너지 회수·사용) 산정의 활용을 통해 순환경제사회 구축에 기여할 수 있다. 현재 검토가능한 지표의 형태는 성상이 비교적 일정하여 글로벌 지표로 활용할 수 있는 생활폐기물 발생량 대비 에너지 회수·사용률이다. 이 밖에도 부 지표로 총 폐기물 발생량, 사업장폐기물 발생량, 포장재폐기물 발생량 대비 에너지 회수·사용률 지표의 활용을 검토할 수 있다.

- 정의: 생활폐기물 발생량 대비 에너지 회수·사용률
 - 총 폐기물 발생량 대비 에너지 회수·사용률(국가 총 폐기물 순환이용률 산정에 활용)
 - 사업장폐기물 발생량 대비 에너지 회수·사용률(국가 사업장폐기물 순환이용률 산정에 활용)
 - 포장재폐기물 발생량 대비 에너지 회수·사용률(폐플라스틱 대상의 폐자원에너지 회수·사용률 산정에 활용)
- 의의:
 - 「자원순환기본법」의 물질재활용 우선정책의 명확한 시행 및 국가 순환이용률 (물질재활용+에너지 회수·사용) 산정의 활용을 통한 순환경제 사회 구축
 - 특히, 플라스틱 폐기물의 자원순환체계 확립의 지표로 활용
- 산출방법:
 - 총 폐기물의 에너지 회수·사용률 = 에너지 회수·사용량/총 폐기물 발생량
 - 생활폐기물의 에너지 회수·사용률 = 에너지 회수·사용량/생활폐기물 발생량
 - 사업장폐기물의 에너지 회수·사용률 = 에너지 회수·사용량/사업장폐기물 발생량
 - 포장재폐기물의 에너지 회수·사용률 = 에너지 회수·사용량/포장재폐기물 발생량

나. 자원순환기본법 제13조에 따른 “자원순환 통계조사”에 활용

순환경제 모니터링 지표는 정책적 활용을 위해 「자원순환기본법」 제13조(자원순환통계조사)에 따른 전국 자원순환통계조사의 대상, 시기, 방법 등에 순환성을 평가할 수 있는 항목을 추가하거나 보완하는 근거로 제시될 수 있다.

현재 「자원순환기본법 시행규칙」 내 전국 자원순환통계조사는 자원순환실태조사와 폐기물 발생·처리 및 순환이용 현황조사로 분류된다.

〈표 5-10〉 자원순환기본법 내 자원순환통계조사 현황

전국 자원순환 통계조사	자원순환기본법 시행규칙 내용
자원순환 실태조사	가. 가정(家庭) 부문과 비가정 부문의 계절별 폐기물 발생원단위 나. 가정 부문과 비가정 부문의 계절별 폐기물 조성비 다. 발생원별·계절별 폐기물의 수분, 가연분(可燃分), 회분(灰分)과 발열량 및 원소분석 라. 발생원별·계절별 폐기물의 탄소, 수소, 질소 등 원소분석 마. 폐기물의 종류별 및 재활용 방법별·용도별 재활용 현황 바. 폐기물의 종류별 및 처분방법별 처분 현황 사. 폐기물의 재활용·처분방법별 잔재물 발생 및 처리 현황 아. 그 밖에 자원순환정책 수립에 필요한 사항
폐기물 발생·처리 및 순환이용 현황 조사	가. 특별시·광역시·특별자치시·도 및 특별자치도(이하 ‘시·도’라 한다) 또는 시·군·구(자치구를 말한다. 이하 같다)별 폐기물 종류별 발생 현황 나. 시·도 및 시·군·구별 폐기물의 종류별 및 재활용·처분방법별 현황(잔재물 발생 및 처리 현황을 포함한다) 다. 시·도 및 시·군·구별 폐기물 처분시설, 폐기물 재활용 시설 및 업체 현황 라. 생활폐기물 관리구역 및 관리예산 등 폐기물관리 현황 마. 시·도 및 시·군·구별 순환자원 인정실적 및 사용 현황 바. 그 밖에 자원순환정책 수립에 필요한 사항

자료: 국가법령정보센터, “자원순환기본법 시행규칙”을 참고하여 저자 재작성.

통계조사 분류에 순환이용 현황조사가 포함되어 있으나 세부내용은 주로 폐기물 관리에 대한 내용이다. 이에 전국 자원순환통계조사에 생산, 소비 및 재생원료 단계에 대한 내용을 추가로 보완할 필요가 있다.

매년 실시되는 환경산업통계조사 또한 조사 대상이나 방법 등에 순환성 평가를 위한 항목을 추가하거나 보완할 수 있다. 환경산업통계조사 내 ‘자원순환관리영역’에는 폐기물 관리

기기 제조업, 폐기물 관리 관련시설 건설업, 폐기물 관리 서비스업, 폐자원 에너지화 기기 제조업, 폐자원 에너지화 관련시설 건설업, 폐자원 에너지화 관련 서비스업 및 공급업, 재생용 가공원료 및 재활용제품 제조업, 재활용제품 유통업, 자원순환 관련 분석, 자료수집 및 평가 서비스업의 9개 산업군이 포함되어 있다(그림 5-40 참조).

108. 재활용 제품 유통업

※ 재생용 금속, 비금속, 플라스틱, 섬유, 고무, 종이 등 수집 및 판매하는 활동

분류코드	일련번호	분류명칭	포함 품목명	KSIC
10801		재생용 재료 수집 및 판매업		
1080101	77	재생용 재료 수집 및 판매업	재생용 금속, 비금속, 플라스틱, 섬유, 고무, 종이 등 수집 및 판매	46791
10802		재활용 제품 소매업		
1080201	78	중고 가구 소매업	중고 사무용 가구, 가정용 가구 소매	47861
1080202	79	중고 가전제품 소매업	중고 냉장고, 밥솥 등 소매	47862
1080203	80	중고 기타 상품 소매업	중고 악기 등 소매	47869

자료: 환경부(2019c), p.191.

〈그림 5-39〉 환경산업 통계조사 내 자원순환 관리 영역 재활용제품 유통업 산업분류

환경산업 통계조사 내 자원순환 관리 영역에는 본 연구에서 순환경제 산업군으로 분류한 31개 업종 중 수리업, 재사용업 관련 19개 업종이 포함되어 있지 않은 상황이다. 이에, 향후 통계조사 영역을 기존 폐기물 위주의 범위에서 순환경제 산업군 영역으로 확대하고, 순환경제 모니터링 지표 관리를 위해 기존 데이터 수집범위를 재설정해 나갈 필요가 있다.

현재 우수재활용제품(GR) 인증업체는 재활용 원료 수급내역서를 작성함으로써 어떠한 유형의 재활용 원료가 얼마나 사용되고 있는지를 확인할 수 있다. 앞으로 국내 사업체 총 조사에서 재생원료 사용량을 작성해야 하는 기업 범위를 단계적으로 설정하고, 작성항목을 지침으로 마련하는 작업이 이루어질 필요가 있다. 이와 함께, 국내 재생원료 시장을 모니터링 하기 위해 환경 관련사항에 재생자원 생산량 및 매출액을 포함시켜 관리해 나가야 할 것이다.

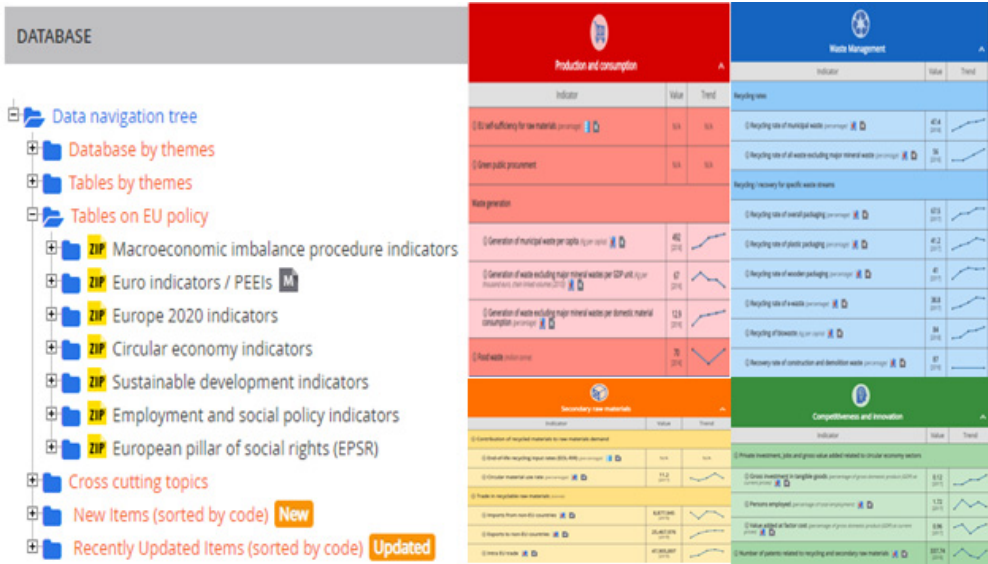
〈표 5-11〉 환경산업통계조사 내용 개선(안)

분류	항목명	비고
일반 사항	사업체 개요	기존
	조직형태	기존
	고용형태별 종사자 수	기존
	연간 매출액 등 손익	기존
	연말 유형고정자산 잔액	기존
	연간 투자액	기존
	연간 수출액	기존
	재생자원 투입량	신규 추가
환경 관련 사항	업종 종류	기존
	환경 분야 종사자 수	기존
	환경산업별 자격증 소지자 수	기존
	환경산업 부문 매출액	기존
	환경산업 부문 유형자산 잔액	기존
	환경산업 부문 투자액	기존
	환경 관련 주요 활동 및 생산품 비중	기존
	환경산업별 매출액 비중	기존
	환경산업 부문 수출액	기존
	환경수출 세부내역	기존
	재생자원 매출액	신규 추가
	재생자원 생산량	신규 추가

자료: 환경부(2019c), p.6을 참고하되, 추가 개선사항에 대해서는 저자 작성.

다. 자원순환기본법 제11조에 따른 제1차 자원순환기본계획 내 지표 개선 및 관리시스템 구축에 활용

순환경제 모니터링 지표는 국내 순환경제 이행 상황을 평가하기 위한 기준선(baseline)을 제공하고, 그간 고려되지 않은 생활 부문의 시민 참여 및 소비 부문, 일자리 창출 부문 등을 검토하여 국가 자원순환기본계획 자원효율 지표 마련 및 관리시스템 구축에 활용될 수 있다. 또한 지자체, 주요 업계 등의 자원순환 이행실적 점검 지표나 시·도의 자원순환 목표달성을 위한 자원순환 집행계획 수립 시 활용될 수 있다.



자료: Eurostat, “Database”, 검색일: 2020.3.5.

〈그림 5-40〉 Eurostat 관리지표 데이터베이스 및 EU 모니터링 결과 제공

현재 자원순환정보시스템에서는 폐기물 통계뿐만 아니라 국가 자원순환 지표를 산출하여 관리하고 있다. 이에 해당 자원순환정보시스템을 활용하여 EU에서처럼 순환경제 이행 상황에 대한 평가결과를 공개적으로 제공하는 방안을 검토할 수 있다(그림 5-40 참조). 누구나 손쉽게 국내 순환경제 진전 상황을 모니터링 할 수 있도록 자원순환정보시스템과 연계하여

팝업 형태로 해당 정보를 공유할 필요가 있다.



자료: 자원순환정보시스템, “시스템 소개”, 검색일: 2020.10.14.

〈그림 5-41〉 순환경제 모니터링 결과 공유방안 예시

제6장

결론 및 제언

기존의 '선형경제' 구조 하에서는 천연자원을 대량 채취하여 제품을 생산, 소비, 폐기 하는 과정에서 다양한 환경문제가 발생함에 따라 국내외적으로 '순환경제'로 전환하기 위한 구체적인 어젠다 및 전략을 통해 보다 지속적인 경제구조로 탈바꿈하기 위해 노력하고 있다. 특히 해외에서는 순환경제로의 목표 및 전략을 마련한 이후 자원 전 과정에서의 주요 동향과 패턴을 모니터링 함으로써 순환경제의 다양한 요소가 시간의 흐름에 따라 어떻게 발전해 오고 있는지를 진단하고 평가하고 있다. 이를 통해 현재의 이행 상황을 파악하고, 성공 및 실패 요인을 식별하여 순환경제의 중장기 목표를 향한 새로운 우선순위를 설정하기 위한 기반을 구축하고 있다.

이러한 조치는 프랑스, 네덜란드 등 EU 회원국에 적용되고 있을 뿐만 아니라 일본, 중국 등에서도 이미 정부 및 민간 차원에서 순환성(circularity)을 측정하기 위한 지표를 마련하여 순환경제 전환으로의 이행 상황을 모니터링하고 있다.

한편, 국내의 경우 순환경제의 현 이행 상황을 진단·평가하기 위한 모니터링 및 지표가 아직 마련되어 있지 않은 상황이다. 현재 순환경제의 청사진에 해당하는 「자원순환기본법」 제정 및 시행을 통해 국가 자원순환 목표를 설정하고, 그 후속조치로서 국가 자원순환기본 계획에 이행 여부를 확인하기 위한 4개 지표¹⁵³⁾를 제시하고 있으나, 해당 지표 모두 분모가 폐기물 발생량에 국한되어 있어 지표 성격이 제품의 폐기 측면으로 제한되어 있다.

153) 국가 자원순환목표(「자원순환기본법」 제14조): 최종처분율(폐기물 발생량 대비 폐기물 최종처분량의 비율), 순환이용률(폐기물 발생량 대비 폐기물 순환이용량의 비율), 에너지 회수율(폐기물 발생량 대비 폐기물 순환이용량의 비율).

〈표 6-1〉 EU 순환경제 모니터링 지표와 국내 자원순환 지표 비교

구분	EU 순환경제 모니터링 내용	국가 자원순환기본계획
목표	(2014) Towards a Circular Economy 자원소모를 줄이고 폐기물 발생을 최소화	(2018) 자원순환기본계획 자원의 선순환으로 지속가능한 순환경제 실현
지표	(2018) Circular Economy Monitoring Framework System · 순환경제 모니터링 프레임워크 -생산 및 소비, 폐기 물 관리, 이차원료, 경쟁력과 혁신 · 총 10개 지표: 원재료 자급률/녹색공공조달/폐기물 발생/음식물폐기물(식품소비 및 손실)/전체 폐기물 재활용률/ 특정 폐기물 회수 및 재활용률/원재료 수 요 대비 이차원료 기여율/재활용이 가능한 이차원료 거래량/민간투자, 일자리, 총 부가가치/특허	4개 지표(폐기 단계에 중점) · 원단위 폐기물 발생량 · 최종처분율(폐기물 최종처분량 / 폐기물 발생량) · 순환이용률(폐기물 순환이용량 / 폐기물 발생량) · 에너지 회수율: 에너지화 가능 폐기물 발생량 대비 에너지화된 폐기물량
순환경제 모니터링	2018년부터 진행: EU 전체 및 개별 회원국 내 지표를 적용한 대시보드를 통해 취약부문 평가 및 정책의 우선순위 선정에 활용	현재 진단되고 있지 않음

자료: EC(2014, p.2, 2018c, p.4); 관계부처합동(2018), p.41을 참고하여 저자 작성.

따라서 현재의 폐기 단계 지표만으로는 원료의 투입부터 제품의 생산 및 폐기물 관리, 재생원료의 활용에 이르기까지 물질흐름 전반의 순환성 평가를 통한 순환경제로의 이행 상황을 진단하기가 어려운 실정이다. 이에 국가 자원순환기본계획에서도 앞으로 자원의 투입, 순환, 폐기 등의 자원 전 과정에서 자원의 효율적인 이용과 순환성 정도를 분석하기 위한 관리지표 개발의 필요성을 제시하고 있다.

즉, 재생원료의 활용 등을 통해 천연자원이 실질적으로 얼마나 대체되었는지 등 자원효율성 및 원재료 관점으로 지표를 확대하여 경제에 투입되는 자원 전반의 지속적인 이용을 판단할 필요가 있다. 또한 폐기물 관련법 외의 다른 법률이나 기본계획에 분산되어 있는 지표들을 동맥산업과 정맥산업 간에 연계되도록 통합성을 강화하고, 산업 부문뿐만 아니라 생활 부문의 시민 참여 및 소비 부문에 대해서도 확대하여 검토할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 국내 순환경제 사회로의 이행 상황을 진단하고 평가하기 위해 자원 전 과정에 대한 '순환성'을 평가할 수 있는 모니터링 지표를 마련하고, 그간의 추이를 분석함으로써 앞으로의 정책 의사결정에 있어 우선순위를 설정하는 데 기여하고자 한다.

이를 위해 우선 순환경제 모니터링 지표를 이미 구축하여 관리하고 있는 EU, 프랑스,

일본 등 해외 사례뿐만 아니라 국내 지속가능발전목표 지표 등 순환경제 유관지표의 특성을 분석하고, 각 지표별 의미, 산정방법, 데이터 가용성 측면을 검토하였다.

또한 국가 자원순환기본계획에서 제시하고 있는 3대 목표, 핵심전략 및 단계별(생산-소비-관리-재생) 추진과제가 추구하는 정책방향을 우선 반영하되, 순환경제 실현을 위한 지원수단(기술·혁신) 및 경쟁력(부가가치), 일자리, 기후변화 등의 순환경제 효과성을 모니터링 할 수 있는 지표(안)을 도출하였다. 이후 각 분야별 전문가 및 실무자 의견 수렴을 통해 최종(안)을 제시하였다.

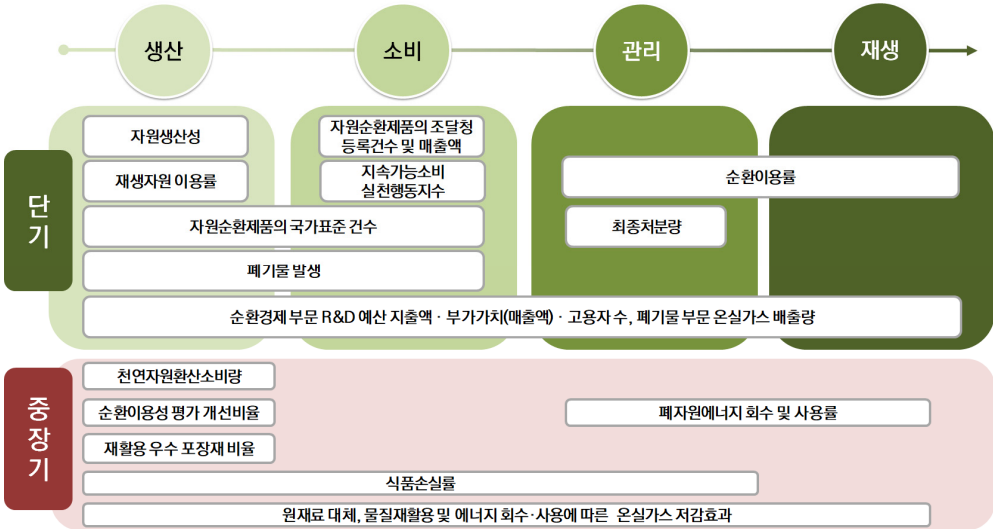
본 연구에서는 지표(안)을 크게 대표지표와 보조지표로 구성하였으며, 대표지표는 다시 데이터 가용성 측면에서 ‘단기’와 ‘중장기’로 구분하였다. 여기서, ‘단기’의 경우 현재 통계 데이터가 구축되어 있거나 대체통계로 활용 가능하여 수치를 정량화할 수 있는 지표에 해당한다. 한편, ‘중장기’ 지표의 경우 관련 통계데이터가 아직 구축되어 있지 않아 이에 대한 진단 및 평가가 이루어질 수 없으나, 그 지표의 중요성으로 인해 지표로 설정된 항목이다. 향후 데이터 보완 및 신규 통계 구축을 통해 모니터링이 진행될 필요가 있다. 또한 ‘순환경제 전 범주’에 해당하는 지표는 생산 및 소비, 관리, 재생 단계를 모두 아우르며 영향을 미칠 수 있는 지표로 설정하였다.

〈표 6-2〉 국내 순환경제 모니터링 지표(안)

단계	추진전략	대표지표(단기)	보조지표	중장기
생산 및 소비	국가 자원효율 제고	- 자원생산성 · GDP/DMC · 자원종류별 자원생산성 - 재생자원 이용률	- 천연자원 수입의존도	- 천연자원환산 소비량(RMC)
	생산단계 폐기물 원천감량 촉진 및 생활 속 폐기물 발생 억제	- 폐기물 발생 · 총 폐기물 발생 · 생활폐기물 발생 · 사업장폐기물 발생 · 건설폐기물 발생 · 음식물폐기물 발생 · 의료폐기물 발생		- 식품 손실률
	자원순환성을 고려한 제품 설계 및 자원 효율적인 친환경 소비 촉진	- (표준) 자원순환제품의 국가표준 준수 - (공공) 자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액 - (민간) 지속가능소비 실천행동 지수		- 순환이용성 평가 개선비율 - 재활용 우수 포장재 비율
관리 및 재생	재활용 촉진을 위한 배출·수거·선별 체계 혁신 및 미래 고부가가치 재활용 촉진	- 순환이용률 · 생활폐기물 · 사업장폐기물	- 특정 폐기물 순환이용률	- 폐자원에너지 회수 및 사용률
	폐기물 직매립 제로화 및 처리 최적화	- 최종처분량 · 생활폐기물 · 사업장폐기물 · 최종처분율(%)	- 최종처분시설 잔여 가용용량	
순환 경제 전 범주	기술·혁신	- 순환경제 부문 R&D 예산 지출액 · 순환경제 부문 특허출원 수		
	경쟁력	- 순환경제 부문 부가가치(매출액)		
	일자리	- 순환경제 부문 고용자 수 · 순환경제 부문 고용률(%)		
	기후변화	- 폐기물 부문 온실가스 배출량		- 원재료 대체, 물질재활용 및 에너지 회수·사용에 따른 온실가스 저감효과

자료: 저자 작성.

이를 단기 및 중장기로 구분하여 지표(안)을 도식화하면 다음과 같다(그림 6-1 참조).



자료: 저자 작성.

〈그림 6-1〉 단계별 순환경제 모니터링 지표(안)

투입-산출-성과-영향지표 등 지표 유형별 의미와 함께 본 연구에서 도출한 지표(안)에 해당하는 지표 유형을 매칭한 결과는 <표 6-3>과 같다.

〈표 6-3〉 본 연구에서 도출한 순환경제 모니터링 지표(안) 유형 분류

지표 유형	
투입지표(input)	· 주어진 정책에 대해 투입된 물적 자본, 인적 자본, 천연자원 등을 측정
산출지표(output)	· 주어진 정책으로 만들어진 생산물, 자본, 서비스 측정
성과지표(outcome)	· 중단기적으로 목표 그룹에 나타나는 행동변화 측정
영향지표(impact)	· 장기적인 효과 측정



자료: 통계개발원(2019b), p.38; 박영실 외(2017), p.5를 참고하여 저자 작성.

본 연구에서 도출한 순환경제 모니터링 지표(안)를 EU, 프랑스, 일본의 지표 사례와 비교한 결과는 <표 6-4>와 같다.











<표 6-4> 본 연구에서 도출한 순환경제 모니터링 지표(안)와 해외 주요국의 지표 간 비교

순환경제 모니터링 지표(안)	EU	프랑스	네덜란드	일본
천연자원 수입의존도	원료자급률	-	자원자급률	-
자원생산성	-	자원생산성	물질생산성	자원생산성
재생자원 이용률	순환물질 이용률	이차원료 사용	순환물질 이용률	입구측 순환이용률
폐기물 발생	폐기물 발생	-	폐기물 발생	폐기물 발생
음식물폐기물/식품손실률	음식물폐기물/식품손실지수	음식물폐기물	-	가정계 및 사업계 식품손실량
자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액	녹색공공조달	-	-	-
자원순환제품의 국가표준 준수	-	에코라벨 보유자	-	-
지속가능소비 실천행동지수	-	차량 공유 빈도	-	폐기물 감량화나 순환이용, 녹색구매 의식
폐기물 순환이용률	전체 재활용률	-	순환이용률	출구측 순환이용률
특정 폐기물 재활용률	특정 폐기물 재활용률	-	순환이용률	폐기물 종류별 순환이용률
폐기물 최종처분량(최종처분율)	-	폐기물 매립처분량	-	폐기물 종류별 최종처분량
최종처분시설 잔여 가용용량	-	-	-	폐기물 매립지 잔여연수
순환경제 부문 R&D 예산 지출액	특히	-	-	환경연구종합추진비(자원순환영역)에서 S~A평가 연구과제 수의 비율(사후평가)
순환경제 총 부가가치(매출액)	순환경제 분야 총 가치	수리 및 유지보수 비용	재활용산업 부가가치	재사용시장 규모
순환경제 부문 고용자 수	순환경제 분야 고용자 수	순환경제 고용	순환경제 분야 고용	-
폐기물 부문 온실가스 배출량	-	-	CO ₂ 배출량 CO ₂ 소비발자국	폐기물의 원재료로의 이용 및 발전에 의한 온실가스 감축량









자료: ADEME(2017), p.30; EC(2018c), p.4; 일본 환경성(2018), pp.80-82; PBL(2018), p.51을 참고하여 저자 작성.

이 중 현재 모니터링이 가능한 단기 지표(안)을 활용하여 추이를 분석한 결과는 다음과 같다(표 6-5 참고).

〈표 6-5〉 순환경제 모니터링 단기 지표(안)을 활용한 추이 분석 및 진단

지표명		진단	추이	
생 산 · 소 비	자원생산성	· 국내 경제성장률과 자원사용의 디커플링 정도를 평가하기 위함. 2012~2017년 동안 거의 변화가 없었으나, 이후 2018년 자원생산성이 증가한 것으로 나타남	2010  2018	
	재생자원 이용률	· 생산단계에 재투입되는 재생자원의 기여율을 평가하기 위함으로, EU에서 사용 중인 대체 방법론을 활용하여 산정함. 향후 실질적인 통계 구축 필요	2011  2018	
	폐기물 발생량	· DMC 대비 폐기물 발생량은 감소하다가 2018년 다시 증가 · 1인당 총 폐기물, 생활폐기물, 음식물폐기물, 의료폐기물 발생량은 증가 추세 · 매출액당 사업장폐기물 발생량은 감소 추세	총 폐기물 발생량/DMC	2010  2018
			생활폐기물 발생량/총인구	2009  2018
			사업장폐기물 발생량/매출액	2009  2018
	자원순환제품의 국가표준 건수	· 우수재활용(GR)+재제조제품 대상 국가표준은 해당 제품의 재활용 및 재제조 시장을 형성하는 기반이 됨 · GR 국가표준 건수는 다양한 품목을 대상으로 지속적인 증가 추세에 있으나, 재제조제품의 경우 대부분 자동차부품 및 토너 카트리지로 유지되고 있어 확대 필요	우수재활용 제품(GR) 국가표준 건수	2011  2019
			재제조제품 국가표준 건수	2011  2019
	자원순환제품의 조달청 등록건수 및 매출액	· 자원순환제품 조달청 등록건수는 계속 증가하고 있으며 매출액 역시 증가 추세	자원순환제품 조달청 등록건수	2010  2018
			자원순환제품 조달청 매출액	2010  2018
	지속가능소비 실천행동지수	· 자원재활용의 경우 정책적 유인과 지원이 지속적으로 이루어지는 대표적인 영역인 것에 반해, 2015년부터 소비자의 실천행동점수가 하락 ¹⁵⁴⁾ 하고 있어 소비자 행동을 유도하기 위한 정책 설계 필요	2013  2019	

〈표 6-5〉의 계속

지표명		진단	추이
관 리 · 재 생	순환이용률	· 사업장폐기물의 실질재활용량은 증가하고 있으나, 폐기물 발생량 증가로 인해 순환이용률은 2019년 감소	2016  2019
	최종처분량	· 사업장폐기물의 최종처분량 및 최종처분율은 2019년 다시 증가 · 최종처분시설(민간)의 잔여 가용용량은 2018년 기준 27.4%로 지속적으로 감소	2016  2014  2018
전 영 역	순환경제 부문 R&D 예산 지출액	· 전체 국가 R&D 대비 순환경제 부문의 연구 지출 비중은 2014년 이후 감소하고 있으며, 특히 출원 수는 증가하다가 2018년 소폭 감소	2010  2019
	순환경제 부문 부가가치(매출액)	· 재생용 재료 수집·판매업 및 수리업 중심으로 매출액은 2013년 이후 지속적으로 증가	2009  2018
	순환경제 부문 고용자 수	· 종사자 수는 증가 추세에 있다가 2016년 이후 소폭 감소하였으나 2018년 다시 증가 · 전체 산업 대비 순환경제 부문 피고용자 비율은 지속적으로 감소 추세	2010  2010  2020
	폐기물 부문 온실가스 배출량	· 폐기물 부문 온실가스 배출량은 증가 추세에 있음	2008  2017

자료: 저자 작성.

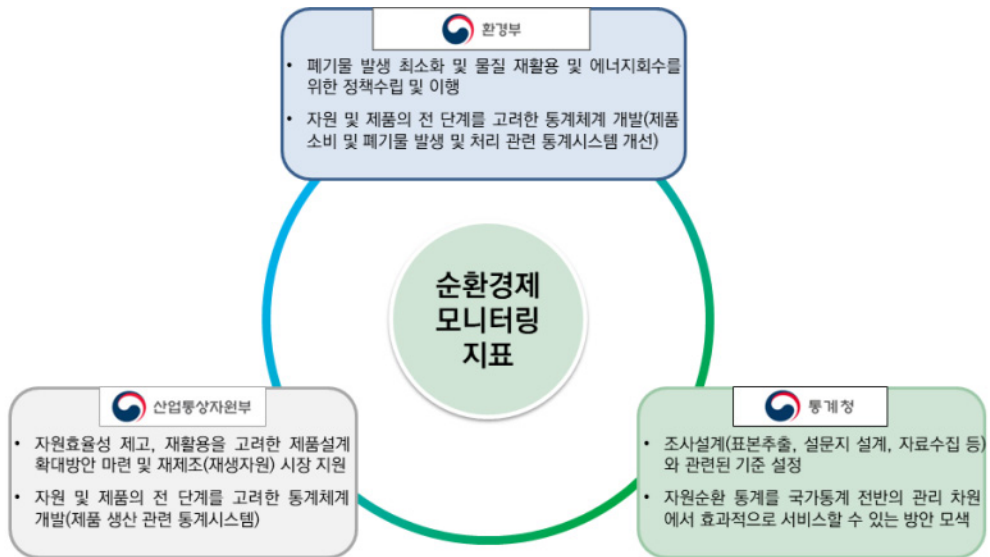
국내 순환경제로 인한 영향 측면을 살펴보면, 총 부가가치(매출액)나 고용자 수는 증가하고 있으나, 관련 R&D 예산 투자는 감소하고 있어 기술력 확보가 중요한 순환경제 부문에서 앞으로 기술 투자를 확대하기 위한 범정부적 노력이 필요할 것으로 판단된다. 또한 폐기물 부문 온실가스 배출량이 지속적으로 증가하고 있어, 탄소중립 이행을 위한 감량, 원재료 대체, 물질재활용 및 에너지 회수·사용량 증대를 통한 노력과 함께 이에 따른 온실가스 배출 저감효과를 산정하여야 할 것이다.

무엇보다도 순환경제는 다부처 정책이 연계되어 있는 분야이므로, 순환경제 지표 개발 및 통계 구축 시 환경부, 산업통상자원부, 통계청 등 유관기관 간 협력이 매우 중요하다. EU, 프랑스, 네덜란드 등 해외 사례에서는 순환경제 모니터링 지표 개발을 위한 여러 부처 및 기관이 협력 거버넌스를 구성하여 공동의 노력을 하고 있다. 국내 역시 순환경제의 범위

154) 허민영, 황미진(2020), p.21.

가 폐기물 관리영역을 포함하여 자원 전 영역을 아우르는 만큼 유관부처의 협력을 통해 순환경제 모니터링을 위한 지속가능한 관리체계를 구축할 필요가 있다(그림 6-2 참조).

먼저 환경부는 폐기물 발생 최소화 및 물질 재활용 및 폐자원에너지 회수를 위한 정책을 수립·이행하여야 하며, 자원 및 제품의 전 단계를 고려한 통계체계를 산업부와 공동으로 개발해야 한다. 산업통상자원부는 자원효율성 제고, 내구성 및 재사용·재활용 용이성을 고려한 친환경제품 설계를 지원하고, 재제조시장의 확대를 위한 정책을 마련할 필요가 있다. 또한 제품 제조 및 재생원료 재투입과 관련하여 자원의 흐름을 파악할 수 있는 통계시스템을 구축해야 할 것이다. 마지막으로 통계청은 각 부처에서 실시하는 통계조사의 설계(표본추출, 설문지 설계, 자료수집 등)와 관련된 기준을 설정하고 검토하는 역할을 수행할 수 있으며, 자원 순환 통계를 국가통계 전반의 관리 차원에서 효과적으로 서비스할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다. 이를 통해 국가 순환경제 모니터링 프레임워크를 수립하고, 순환경제로의 전환을 진단·평가하기 위한 지표를 개발하여 향후 순환경제 정책 수립 시 활용하여야 할 것이다.



자료: 저자 작성.

〈그림 6-20〉 순환경제 모니터링 통계 구축을 위한 협력 거버넌스

| 참고문헌 |

[국내문헌]

- 관계부처합동(2018), 「제1차 자원순환기본계획(2018-2027)」, pp.3-4, pp.39-92.
- 국가기술표준원, 자원순환산업인증원(2020.8), 내부자료.
- 김종호(2016), 「녹색경제 평가를 위한 지표체계 개발」, 한국환경정책·평가연구원, pp.42-43, pp.49-51, pp.62-64.
- 김현호(2009), 「지방자치단체 녹색경쟁력 지표개발」, 한국지방행정연구원, pp.76-79.
- 박영실 외(2017), 「한국의 주요 지표체계 비교 연구」, 통계개발원, p.5.
- 성지은, 정병걸, 송위진(2012), “지속가능한 사회기술시스템으로의 전환과 백캐스팅: 네덜란드의 지속가능한 교통·식품·가정 시스템 전환 사례를 중심으로”, 「과학기술연구」, 12(2), 한국과학기술학회, pp.81-84.
- 온실가스종합정보센터(2019), 「2019 국가 온실가스 인벤토리 보고서」, pp.381-382.
- 이다은(2018), “제1차 자원순환기본계획의 의의와 추진 동향”, 「Konetic Report」, 한국환경산업기술원, pp.6-11.
- 주문술, 이소라, 이진혁(2019), 「순환경제사회를 위한 물질흐름분석의 정책적 활용 동향 연구」, 한국환경정책·평가연구원, p.10.
- 통계청(2017), 「한국표준산업분류」, pp.146-781, pp.788-857.
- 통계개발원(2019a), 「글로벌 렌즈로 본 한국의 SDGs 데이터와 이행현황」, p.84.
- 통계개발원(2019b), 「지표작성방법론」, p.38.
- 통계청(2010~2019a), 「도·소매업 조사분석보고서(2009-2018)」.
- 통계청(2010~2019b), 「서비스업 조사분석보고서(2009-2018)」.
- 통계청(2010~2019c), 「광업·제조업 조사분석보고서(2009-2018)」.
- 한국노동연구원(2020.9), 내부자료.
- 한국생산기술연구원(2018), 「지속가능한 자원관리를 위한 산업 전 과정에서의 자원효율성

- 관리 전략 수립」, pp.26-28, p.47.
- 한국생산기술연구원(2020.12), 내부자료.
- 한국소비자원(2019), 「2019 한국의 소비생활지표 산출 연구」, p.49, p.354.
- 한국전자제품자원순환공제조합(2020.9.9), 내부자료.
- 한국폐기물자원순환협회(2018), 「자원순환경제 도입을 위한 추진계획 마련 연구」, pp.125-128.
- 한국환경공단(2015~2018), 「폐기물 다량 발생 사업장 폐기물 감량 현황(2014-2017)」, p.18.
- 한국환경공단(2020.9), 내부자료.
- 허민영, 황미진(2020), 「소비자정책과 친환경정책 연계 강화 방안 연구」, 한국소비자원, p.21.
- 환경부(2010), 「녹색금융 마스터플랜 수립 및 녹색금융 지원기업 평가시스템 개발」, p.212.
- 환경부(2011), 「제1차 자원순환기본계획(2011-2015)」, p.54.
- 환경부(2015), 「제3차 녹색제품 구매촉진 기본계획(2016-2020)」, p.3, p.78.
- 환경부(2019a), 「국가 지속가능발전목표 수립 보고서 2019」, pp.6-14, pp.42-50.
- 환경부(2019b), 「제5차 국가환경종합계획(2020-2040)」, p.4, p.107.
- 환경부(2019c), 「2018년 기준 환경산업 통계조사보고서」, p.6, p.191.

[국외문헌]

- 일본 환경성(2018), 「제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획」, pp.1-30, pp.80-91.
- 중국 국가발전개혁위원회(2017), 「순환경제발전지표평가체계 2017」, pp.1-7,
- 중국 국가발전개혁위원회(2014), 「중국 순환경제 시범단위 제1차 발표 명단」, pp.1-5,
- 중국 국가발전개혁위원회(2015), 「중국 순환경제 시범단위 제2차 발표 명단」, pp.1-4,
- 중국 관계부처합동(2017), 「순환발전인령행동」, p.4.
- 심천시 개발 및 개혁 위원회(2016), 「심천시 십삼오 순환경제발전 계획」, p.12.
- 하남성 개발 및 개혁 위원회(2017), 「하남성 십삼오 순환경제발전 계획」, p.12.
- French Environment and Energy Management Agency: ADEME(2017), *10 Key Indicators for Monitoring the Circular Economy*, p.6, pp.8-12, p.14, p.16, p.18, p.20, p.22, p.24, p.26, p.30.
- Basin, T. et al.(2013), *Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands*, p.51.

- Cambridge Econometrics and BIO Intelligence Service(2014), *Study on Modelling of the Economic and Environmental Impacts of Raw Material Consumption*, p.46, p.50.
- Statistics Netherlands: CBS(2016), *Circulaire Economie in Nederland*, p.4.
- Construction Products Association: CPA(2017), *Knowledge Resource for Circular Economy Thinking in Construction*, p.4.
- Cuginotti, Miller, and Pluijm(2008), *Design and Decision Making: Backcasting using Principles to Implement Cradle-to-Cradle*, p.29.
- European Academies' Science Advisory Council: EASAC(2016), *Indicators for a Circular Economy*, p.10, p.12, p.21.
- European Commission: EC(2010), *Europe 2020 Strategy*, p.9.
- European Commission: EC(2014), *Towards a Circular Economy: A Zero Waste Programme for Europe*, p.2.
- European Commission: EC(2015), *Circular Economy Action Plan*, p.2, pp.4-6, p.8, pp.10-11, pp.13-14, p.20.
- European Commission: EC(2016), *EU Resource Efficiency Scoreboard 2015*, p.9.
- European Commission: EC(2018a), *Measuring Progress Towards Circular Economy in the European Union*, p.1, pp.4-6, pp.9-18, pp.20-31, pp.33-36, pp.38-39, pp.41-45, p.48, p.54.
- European Commission: EC(2018b), *Impacts of Circular Economy Policies on the Labour Market*, p.6, pp.39-40.
- European Commission: EC(2018c), *Monitoring Framework for the Circular Economy*, pp.3-4, p.23.
- European Commission: EC(2018d), *EU SDG Indicator Set 2018*, pp.23-26.
- European Commission: EC(2019), *Research & Innovation Projects Relevant to the Circular Economy Strategy CALLS 2016-2018*, p.5.
- European Commission: EC(2020), *New Circular Economy Action Plan*, pp.2-6, p.12, pp.15-16, pp.18-19.

European Environment Agency: EEA(2016), *Circular Economy in Europe - Developing the Knowledge Base*, p.22.

European Environmental Bureau: EEB(2014), *Advancing Resource Efficiency in Europe: Indicators and Waste Policy Scenarios to Deliver a Resource Efficient and Sustainable Europe*, pp.35-36.

Erasmus Research Institute for Happiness Economics: Ehero(2017), *Circular Job*, pp.10-11.

European Innovation Partnership: EIP(2018), *Raw Materials Scoreboard*, p.5.

Ellen MacArthur Foundation and the SUN and McKinsey Center for Business and Environment(2015), *Growth within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*, p.12, p.34.

Ellen Macarthur Foundation(2015a), *Potential for Denmark as a Circular Economy*, p.39.

Ellen Macarthur Foundation(2015b), *Circularity Indicators*, p.1, pp.3-6.

Ellen Macarthur Foundation(2015c), *Delivering the Circular Economy a Toolkit for Policymakers*, p.21, p.40, p.56.

Ellen Macarthur Foundation(2019), *Completing The Picture How The Circular Economy Tackles Climate Change*, p.12.

Eurostat(2019), *Waste Management Indicators*, p.1.

Eurostat(2020), *Documentation of the EU RME Model*, pp.9-10.

Food and Agriculture Organization: FAO(2011), *Global Food Losses and Waste*, p.4.

Food and Agriculture Organization: FAO(2018a), *SDG 12.3.1: Global Food Loss Index*, p.12, p.14.

Food and Agriculture Organization: FAO(2018b), *Monitoring SDG 12.3 Measuring Progress*, EU Platform on Food Losses & Waste 발표자료, p.24.

Geng, Y. et al.(2012), "Towards a National Circular Economy Indicator System

in China: an Evaluation and Critical Analysis”, *Journal of Cleaner Production*, 23(1), p.218.

The Ministry of Infrastructure and the Environment and the Ministry of Economic Affairs, also on behalf of the Ministry of Foreign Affairs and the Ministry of the Interior and Kingdom Relations: Ministry of IenM(2016), *A Circular Economy in the Netherlands by 2050*, p.5, p.11.

Institute for European Environmental Policy: IEEP(2018), *A Long-Term Strategy For a European Circular Economy - Setting The Course For Success*, pp.14-15.

Jacob, K., L. Münch, and S. Werland(2014), *Indikatoren der Ressourcenpolitik, Akteursanalyse von Interessen und Betroffenheit*, Vrije Universiteit Berlijn, p.1.

Joint Research Centre: JRC(2019), *Assessment of Food Waste Prevention Actions*, p.11.

Meijer-Cheung et al.(2016), “*Greenhouse Gas Emissions due to the Dutch Economy*”, Statistics Netherlands, p.18.

Ministry for an Ecological and Solidary Transition(2018), *Roadmap for the Circular Economy*, p.2, p.10, p.14, p.19, p.29.

Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy(2015), *National Strategy of Ecological Transition Towards Sustainable Development 2015-2020*, p.8.

Morgan, J. and P. Mitchell(2015), “*Employment and the Circular Economy Job Creation in a More Resource Efficient Britain*”, Green Alliance, p.4, p.21.

Netherlands Environmental Assessment Agency: PBL(2016), *Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain*, p.11.

Netherlands Environmental Assessment Agency: PBL(2018), *Framework And Baseline Assessment for Monitoring the Progress of the Circular Economy in the Netherlands*, pp.8-10, p.13, pp.28-29, pp.32-33, pp.40-41, pp.48-49, pp.50-51, p.62, pp.75-78.

Rizos, V., K. Tuokko, and A. Behrens(2017), “The Circular Economy: A Review of Definitions, Processes and Impacts”, *CEPS Papers*, Centre for European Policy Studies, pp.20-27.

Sitra(2018), *The Circular Economy a Powerful Force for Climate Mitigation*, p.4.

UN Environment Programme: UNEP(2016), *Global Material Flows And Resource Productivity*, p.64.

Viatko Andonovski(2017), *Innovation and Circular Economy in the Mountain Forest Supply Chain: How to Close the Loop?*, p.21.

World Business Council for Sustainable Development: WBCSD(2020), *Circular Transition Indicators V1.0 - Metrics for Business, by Business*, p.8, pp.14-15, pp.17-19, p.51.

[온라인 자료]

국가과학기술지식정보서비스, “과제정보”, <https://www.ntis.go.kr/ThMain.do>, 검색일: 2020.9.17.

국가법령정보센터, “녹색제품구매촉진에 관한 법률”, <http://www.law.go.kr/법령/녹색제품구매촉진에관한법률>, 검색일: 2020.7.28.

국가법령정보센터, “자원순환기본법”, <http://www.law.go.kr/법령/자원순환기본법>, 검색일: 2020.8.5.

국가법령정보센터, “자원순환기본법 시행규칙”, <http://www.law.go.kr/법령/자원순환기본법시행규칙>, 검색일: 2020.8.5.

국가법령정보센터, “전기·전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률 시행규칙”, <http://www.law.go.kr/법령/전기·전자제품및자동차의자원순환에관한법률시행규칙>, 검색일: 2020.9.5.

국가통계포털, “전국사업체조사”, https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv, 검색일: 2020.9.28.

- 국가통계포털, “전국 폐기물 발생 및 처리현황”, https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv, 검색일: 2020.7.30.
- 국가통계포털, “주민등록인구현황”, https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv, 검색일: 2020.7.30.
- 국가통계포털, “폐기물재활용실적 및 업체현황”, https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01&outLink=Y&entrType=, 검색일: 2020.8.13.
- 수출입무역통계, “품목별 수출입실적”, <https://unipass.customs.go.kr/ets/index.do>, 검색일: 2020.10.13.
- 일본 국립환경연구소, “순환형 사회형성 추진 기본법”, www.nies.go.jp, 검색일: 2020.5.20.
- 일본 환경성, “순환형사회부회”, <https://www.env.go.jp/council/03recycle/yoshi03.html>, 검색일: 2020.5.20.
- 일본 환경성, “순환형 사회형성 추진 기본계획 책정을 위한 구체적 지침에 관하여”, <https://www.env.go.jp/press/8705.html>, 검색일: 2020.5.21.
- 일본 환경성, “제4차 순환형 사회형성 추진 기본계획 개요”, www.env.co.jp, 검색일: 2020.5.20.
- 일본 환경성, “지역순환공생권”, www.env.go.jp/recycle/circul/area_cases.html, 검색일: 2020.5.20.
- 일본 환경성 발표자료(2020.5.29), “식품순환자원의 재생이용 등의 촉진에 관한 기본방침 책정에 대해(개요): 食品循環資源の再生利用等の促進に関する基本方針の策定等について(概要)”, <https://www.env.go.jp/council/03recycle/s1-2gaiyou.pdf>, 검색일: 2020.10.28.
- 자원순환정보시스템, “시스템 소개”, <https://www.recycling-info.or.kr/rrs/viewPage.do?menuNo=M110202>, 검색일: 2020.10.14.

자원순환정보시스템, “환경통계정보”, <https://www.recycling-info.or.kr/sds/occprocessIndex.do>, 검색일 2020.9.27.

전국인민대표대회, “중화인민공화국 순환경제 촉진법”, http://www.npc.gov.cn/zgrdw/npc/xinwen/2018-11/05/content_2065669.htm, 검색일: 2020.4.3.

중국 정부 포털, “국무원 순환경제개발전략 및 즉각적인 행동계획”, http://www.gov.cn/zwgk/2013-02/05/content_2327562.htm, 검색일: 2020.4.3.

통계청 보도자료(2013.12.20), “2013 녹색성장지표 작성결과”, http://kostat.go.kr/sri/srikor/srikor_ntc/1/index.board?bmode=read&aSeq=311072&pageNo=4&rowNum=10&amSeq=&sTarget=&sTxt=, 검색일: 2020.7.30.

프랑스 법제부, “LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 Relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte”, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000031044385/>, 검색일: 2020.2.3.

한국순환자원유통지원센터, “EPR-재활용의무이행 실적”, <http://www.kora.or.kr/epr/record.do>, 검색일: 2020.9.27.

한국은행경제통계시스템, “국민계정(2015년 기준년) - 주요지표 - GDP”, <https://ecos.bok.or.kr/>, 검색일: 2020.7.30.

한국폐기물협회, “법령정보 - 입법예고 - 「포장재 재질·구조 등급표시 및 분리배출 표시에 관한 고시」 제정안 재행정예고(20.12.16)”, http://www.kwaste.or.kr/bbs/board.php?bo_table=board23&wr_id=187, 검색일: 2020.12.16.

한국환경공단 홈페이지, “자원순환성과관리제도”, <https://www.keco.or.kr/kr/business/resource/contentsid/3227/index.do>, 검색일: 2020.7.30.

한국환경산업기술원, “통계”, <http://www.keiti.re.kr/site/keiti/03/10304000000002018092809.jsp>, 검색일: 2020.8.27

한국환경산업기술원 홈페이지, “순환이용성 평가”, <https://www.keiti.re.kr:8445/site/keiti/02/10203040000002018121311.jsp>, 검색일: 2020.7.21.

- 환경부 보도자료(2016.5.30), “자원부국으로 가는 길…자원순환기본법 제정·공포”, <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?menuId=286&boardId=642000&boardMasterId=1>, 검색일: 2020.4.16.
- 환경부 보도자료(2018.12.24), “지속가능한 미래를 위한 이정표, 지속가능발전목표 수립”, <https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=1&boardId=931600&menuId=286>, 검색일: 2020.7.23.
- CSR Europe, “The Circular Economy Package”, https://www.foretica.org/Circular_Economy_Package_Visual.pdf, 검색일: 2020.4.13.
- European Commission 홈페이지, “Measuring Circular Economy - New Metrics for Development?”, https://ec.europa.eu/newsroom/ENV/item-detail.cfm?item_id=624232&newsletter_id=300&utm_source=env_newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=Beyond%20GDP&utm_content=Measuring%20circular%20economy%20-%20new%20metrics%20for%20development&lang=en, 검색일: 2020.1.8.
- European Commission 홈페이지, “First Circular Economy Action Plan”, https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/first_circular_economy_action_plan.html, 검색일: 2020.3.8.
- European Commission 홈페이지, “New Circular Economy Action Plan”, <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>, 검색일: 2020.4.8.
- European Commission 홈페이지, “The Eco-Innovation Scoreboard and the Eco-Innovation Index”, https://ec.europa.eu/environment/ecoap/indicators/index_en, 검색일: 2020.1.21.
- Eurostat, “Database”, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>, 검색일: 2020.3.5.
- ENotices, “Ted-eNotices”, <https://enotices.ted.europa.eu/changeLanguage.do?language=en>, 검색일: 2020.3.5.

GR제품정보시스템, “제도개요”, <https://www.retech-platform.or.kr/>, 검색일: 2020.9.21.

OECD Statistics, “Environment”, <https://stats.oecd.org/>, 검색일: 2020.2.11.

부록

I. 중국 순환경제 모니터링 지표 사례

부록 I. 중국 순환경제 모니터링 지표 사례

1) 관련 법령 및 제도적 근거

중국은 2003년 1월 「청정생산촉진법(Cleaner Production Promotion Law)」을 시작으로, 2005년 4월 「고형폐기물의 오염방지 및 제한에 관한 법률(Law on Pollution Prevention and Control of Solid Waste)」 등 순환경제 정책을 이어가고 있다.¹⁵⁵⁾ 이후 2008년 「순환경제 촉진법(Circular Economy Promotion Law)」을 제정하고, 2009년 발효함에 따라 국가 규제정책으로 순환경제 개념을 공식적으로 도입하였다.¹⁵⁶⁾ 순환경제 촉진법을 통해 중국은 순환경제 구축, 자원이용 효율성 개선, 자연환경 보호 그리고 지속가능한 개발을 촉진하였다. 이후 중국의 순환경제 지표는 3R(Reduction, Reuse, Recycle)을 기본원칙으로 하여 개발되었다.

2) 지표설정

2017년 중국 순환경제 모니터링 지표 시스템은 2개 종합지표와 11개 전문지표, 4개 참고지표로 구성되어 있다(부록 표 1-1 참조).

155) Geng, Y. et al.(2012), p.218을 참고하여 저자 재작성.

156) Geng, Y. et al.(2012), p.218을 참고하여 저자 재작성.

〈부록 표 1-1〉 중국 순환경제 모니터링 지표(2017)

분류	지표명	단위	2020년 목표 [2]
종합 지표	주요 자원 산출률	위안/ton	6893
	주요 폐기물 순환 활용률	%	54.6
전문 지표	에너지 산출률	10,000-위안/ton-Standard coal	1.65
	수자원 산출률	위안/ton	126.8
	건설용지 산출률	10,000-위안/Ha	200.4
	농작물대 종합 활용률	%	85
	일반산업 고형 폐기물 종합 활용률	%	73
	규모 이상 산업기업 중복 용수률	%	91
	주요 재생자원 회수율	%	82
	도시 음식물쓰레기 자원화 처리율	%	20
	도시 건축물쓰레기 자원화 처리율	%	-
	도시 재생수 활용률	%	20
	자원 재활용산업 총생산액	100 million 위안	30000
참고 지표	산업 고형 폐기물 처리량	100 million ton	-
	산업폐수 배출량	100 million ton	-
	생활쓰레기 매립처리량	100 million ton	-
	중점 오염물질 배출량 (분리 계산)	10,000 ton	-

자료: 1) 중국 국가발전개혁위원회(2017), p.1.
 2) 중국 관계부처합동(2017), p.4를 참고하여 저자 재작성.

3) 지표구축

각 지표는 통계데이터를 활용하여 각각의 수치로 나타낼 수 있으며, 거시적 지표 22개에 관한 구체적인 산출방식 및 출처 등을 <부록 표 1-2>에 나타내었다.

<부록 표 1-2> 중국 순환경제 모니터링 지표의 산출식 및 출처

지표명	지표 정의	산출공식	데이터 출처
주요 자원 산출률	GDP와 주요 자원* 실물 소비량의 비율	주요 자원 산출률(위안**/ton) = GDP (100 million 위안, 고정가) ÷ 주요 자원 실물 소비량(100 million ton)	통계부서
주요 폐기물 순환 활용률	주요 폐기물**** 자원화 활용률 관련 지표의 기중 평균값	주요 폐기물순환 활용률 (%) = 농작물대 종합 활용률 (%) × 1/5 + 일반 산업 고형폐기물 종합 활용률 (%) × 1/5 + 주요 재생자원 회수율 (%) × 1/5 + 도시 건축물폐기물 자원화 처리율 (%) × 1/5 + 도시 음식물폐기물 자원화 처리율 (%) × 1/5	발전개혁부서, 통계부서
에너지 산출률	GDP와 에너지 소비량의 비율	에너지 산출률 (10,000-위안/ton-Standard coal) = GDP (100 million 위안, 고정가) ÷ 에너지 소비량 (10,000 ton-Standard coal)	통계부서
수자원 산출률	GDP와 물 총 사용량의 비율	수자원 산출률(위안/ton) = GDP (100 million 위안, 고정가) ÷ 물 총 사용량 (100 million ton)	통계부서, 수리부서
건설용지 산출률	GDP와 건설용지 총 면적의 비율.	건설용지 산출률(10,000-위안/Ha) = GDP (100 million 위안, 고정가) ÷ 건설용지 면적(10,000 Ha)	통계부서, 국토자원부서
농작물대 종합 활용률	농작물대 퇴비화(환전 포함), 사료화, 식용균 배양 베이스, 연료화, 산업원료 활용 총량과 짚 생산량의 비율	농작물대 종합 활용률(%) = 짚 종합 활용 증량 ÷ 짚 생산 총 증량 × 100%	자원 종합 이용 주관부서, 농업부서
일반산업 고형 폐기물 종합 활용률	일반산업 고형 폐기물 종합 활용률과 산업 고형 폐기물 생산량 (왕년 저장량 종합 활용 포함)의 비율	일반산업 고형 폐기물 종합 활용률(%) = 일반산업 고형 폐기물 종합 활용량 ÷ (당해 생산된 산업 고형 폐기물량 + 왕년 저장량 종합 활용) × 100%	환경보호부서, 산업부서, 통계부서

<부록 표 1-2>의 계속

지표명	지표 정의	산출공식	데이터 출처
규모 이상 산업기업 중복 용수률	연간 매출 2,000만 위안(한화 약 3.4억원) 및 그 이상의 산업기업 확정된 용수시스템 내에서 처리되지 않은 모든 재사용되는 물의 총량	규모 이상 산업기업 중복용수률 (%) = 규모 이상 산업기업 중복용수량 ÷ (규모 이상 산업기업 중복용수량 + 추가 물 사용량) × 100%	통계부서
주요 재생자원 회수율	폐철강, 폐유색금속 (구리, 알루미늄, 납, 아연), 폐지, 폐플라스틱, 폐고무, 폐차, 폐기 전자전기제품 등 7가지 주요 재생자원 회수량과 생산량의 비율	주요 재생자원 회수율(%) = 유형별 재생자원 회수량 ÷ 유형별 재생자원 생산량(가중 평균 1/7) × 100%	상무부서 또는 관련업계 협회
도시 음식물폐기물 자원화 처리율	도시 음식물폐기물 자원화 처리량과 총 발생량의 비율	도시 음식물폐기물 자원화처리율(%) = 도시 음식물폐기물 자원화처리 총량 ÷ 음식물폐기물 발생량 × 100% 음식물폐기물 발생량: 도시 조성구역 상주인구 × 0.14 kg/일로 추계	주택도농건설 부서 또는 관련업계 협회
도시 건축물 폐기물 자원화 처리율	도시 조성구역 건축물 폐기물 자원화 처리 총량과 발생량의 비율	도시 건축물 폐기물 자원화 처리율(%) = 건축물 폐기물 회수 이용량 ÷ 건축물 폐기물 생산 총량 × 100%	주택도농건설 부서 또는 관련업계 협회
도시 재생수 활용률	도시 재생수 이용량과 도시 하수처리 총량의 비율	도시 재생수 활용률(%) = 도시 재생수 이용량 ÷ 도시 하수처리 총량 × 100%	주택도농건설 부서
자원재활용산업 총생산액	자원재활용 활동에 의해 발생되는 총생산액	-	발전개혁부서
산업 고형 폐기물 처리량	조사년도에 기업이 산업 고형 폐기물을 소각하고 산업 고형 폐기물의 물리적, 화학적 및 생물학적 특성을 변화시키는 방법을 사용하여 유해성분을 줄이거나 제거하거나 환경보호 요구사항에 따라 매립처리 등 모든 소실된 고형 폐기물의 양	-	환경보호부서
산업폐수 배출량	기업 플랜트의 모든 배출구를 통해 기업 외부로 방출된 산업 폐수량	-	환경보호부서
생활폐기물 매립처분량	위생매립 방식으로 처리된 생활폐기물의 총량	-	환경보호부서, 주택도농건설 부서

〈부록 표 1-2〉의 계속

지표명	지표 정의	산출공식	데이터 출처
중점 오염물질 배출량 (분리 계산)	화학적 산소요구량 (COD), 암모니아 질소, 아황산가스, 질소 산화물 및 지역 환경질량 초과 오염물의 배출량	-	환경보호부서

주: *화석에너지(석탄, 석유, 천연가스); 철강 자원; 유색 금속자원(구리, 알루미늄, 납, 아연, 니켈); 비금속자원(석회석, 인, 황); 바이오자원(목재, 곡물).

***“¥”: 중국화폐 위안(RMB)임. 현재 1 USD = 6.58 RMB; “sce”: 표준 석탄에너지 단위; “AVI”: 연간산업부가가치.

***농작물대, 일반 산업 고형 폐기물, 주요 재생자원, 건축물쓰레기, 음식물쓰레기.

자료: 중국 국가발전개혁위원회(2017), pp.2-7.

4) 중국의 순환경제 모니터링 지표 변천

가) 순환경제 지표의 변천

중국의 「순환경제촉진법」은 2008년 8월 29일 중화인민공화국 제11계 전국인민대표대회 상무위원회 제4번 회의에서 통과하며 2009년 1월 1일부터 시행되었다.¹⁵⁷⁾ 2018년 10월 26일 제13계 전국인민대표대회 상무위원회 제6번 회의에서 「순환경제촉진법」을 수정하여 공고하는 날부터 실시한다.¹⁵⁸⁾ 「순환경제촉진법」과 생태문명 가속화에 대한 의견을 이행하기 위해 중국 발전개혁위원회와 관련 부서는 중국 순환경제 평가지표시스템(2017버전)을 개선하였다.¹⁵⁹⁾ 다음 표에서와 같이 제시된 목표치를 보면 각 계획안 중에 순환경제 지표체계가 계속 수정·보완되고 있음을 확인할 수 있다.

157) 전국인민대표대회, “중화인민공화국 순환경제 촉진법”, 검색일: 2020.4.3.

158) 전국인민대표대회, “중화인민공화국 순환경제 촉진법”, 검색일: 2020.4.3.

159) 중국 국가발전개혁위원회(2017), p.1.

〈부록 표 1-3〉 중국 순환경제 주요 지표의 변화

지표명	단위	2005년	2010년	2015년	2020년	비고
에너지 산출물	10,000-위안/ ton-Standard coal	1	1.24	1.47	1.65	11,12,13차 5년 계획 목표
수자원 산출물	위안/m ³	41.9	66.7	95.2	126.8	
농작물대 종합 이용률	%		70.6	80	85	
광산자원 총 회수율	%	30	35	40	-	
관련 광산의 종합 이용률	%	35	40	45	-	11,12차 5년 계획 목표
산업 고형 폐기물 종합 사용량	100 million ton	7.70	16.18	31.26	-	
산업 고형 폐기물 종합 이용률	%	55.8	69	72	-	
주요 재생자원 회수 이용 총량	100 million ton	0.84	1.49	2.14	-	
주요 재생 유색금속과 유색금속 총 생산량의 비율	%	19.3	26.7	30	-	
농업 관개용수 유효 이용계수	-	0.45	0.5	0.53	-	
산업용수 중복 이용률	%	75.1	85.7	>90	-	
자원순환 이용산업 총 산출액	100 million 위안	-	1.0	1.8	-	
주요 재생자원 회수율	%	-	65	70	-	
도시 하수처리시설 물 재생 이용률	%	-	<10	>15	-	
도시 생활폐기물 자원 이용률	%	-	-	30	-	13차 5년 계획 목표
종합 이용가능한 발전용량	10,000KW	-	2,600	7,600		
주요 자원 산출물	위안/ton	-	-	5994	6893	
주요 폐기물 순환 활용률	%	-	-	47.6	54.6	
건설용지 산출물	10,000-위안/ Ha	-	-	154.6	200.4	
일반산업 고형 폐기물 종합 활용률	%	-	-	65	73	
규모 이상 산업기업 중복 용수율	%	-	-	89	91	
주요 재생자원 회수율	%	-	-	78	82	
도시 음식물폐기물 자원화 처리율	%	-	-	10	20	
도시 재생수 활용률	%	-	-	-	20	
자원재활용산업 총 생산액	100 million 위안	-	-	18000	30000	

자료: 1) 중국 관계부처합동(2017), p.4.

2) 중국 정부 포털, “국무원 순환경제개발전략 및 즉각적인 행동계획”, p.6, p.10, 검색일: 2020.4.3을
참고하여 저자 재작성.

나) 중국 순환경제 시범 단위

중국은 크게 23개의 성, 4개의 직할시, 5개의 자치구, 2개의 특별 행정구로 나누어 총 661개의 도시로 구성되어 있다. 복잡한 행정 구조로 인해 순환경제에 관련 지표 및 법규는 계속 보정 중이다. 전국에 일괄적으로 실행하기 어려운 측면이 있어 도시 및 기업을 대상으로 순환경제 시범 단위를 선정하여 실행하고 있다. 2014년 제1차 순환경제 시범단위로 총 93개 행정구역 및 기업이 선정되었으며,¹⁶⁰⁾ 2015년에는 제2차 순환경제 시범단위로 총 66개의 행정구역 및 기업을 추가 선정하였다.¹⁶¹⁾ 각 지자체 및 기업은 국가에서 계획된 목표치를 바탕으로 각각 목표를 정하고 있다(부록 표 1-4 참조).

〈부록 표 1-4〉 제13차 5년 계획 중국 국가 및 지방정부의 목표 비교(하남성 및 심천시 사례)

지표명	단위	국가 목표		하남성		심천시	
		2015년	2020년	2015년	2020년	2015년	2020년
주요 자원 산출물	위안/ton	5994	6893	-	-	-	-
주요 폐기물 순환 활용률	%	47.6	54.6	-	-	-	-
에너지 산출물	10,000-위안/ ton-Standard coal	1.47	1.65	1.4	1.66	0.39	0.45
수자원 산출물	위안/m ³	95.2	126.8	166.09	201.4	880	1180
건설용지 산출물	10,000-위안/Ha	154.6	200.4	-	-	-	-
일반 산업 고형폐기물 종합 활용률	%	65	73	77	80	-	-
규모이상 산업기업 중복 용수률	%	89	91	90.9	93	-	-
주요 재생자원 회수율	%	78	82	65	75	58	60
도시 음식물폐기물 자원화 처리율	%	10	20	-	30	-	-

160) 중국 국가발전개혁위원회(2014), pp.1-5를 참고하여 저자 작성.

161) 중국 국가발전개혁위원회(2015), pp.1-4를 참고하여 저자 작성.

〈부록 표 1-4〉의 계속

지표명	단위	국가 목표		하남성		심천시	
		2015년	2020년	2015년	2020년	2015년	2020년
도시 재생수 활용률	%	-	20	-	20	67	90
농작물대 종합 이용률	%	80	85	85	90	-	-
자원 재활용산업 총생산액	100 million 위안	18000	30000	-	-	-	-
성할시 건축폐기물 자원화율*	%	-	-	35	70	-	-
토지 산출률*	억-위안/km ²	-	-	-	-	8.76	13
산업 고형 폐기물 처리 이용률*	%	-	-	-	-	99.86	>99
산업용수 중복 이용률*	%	-	-	-	-	92	94
건축 폐기물 재생처리능력*	10,000ton	-	-	-	-	620	800
생활폐기물 소각 발전 용량*	MW	-	-	-	-	145	485
생활폐기물 분리수거 기준 달성된 단지*	%	-	-	-	-	5	90
녹색건축 총면적*	10,000m ²	-	-	-	-	3303	>7000

주: *국가가 제시하지 않은 목표이며, 지방정부 특성에 맞게 만든 목표임.

자료: 심천시 개발 및 개혁 위원회(2016), p.12; 하남성 개발 및 개혁 위원회(2017), p.12를 참고하여 저자 재작성.

Executive Summary

I. Introduction

1. Research background

- ❑ Diverse environmental problems are arising worldwide under the “mass production - consumption - disposal” structure of a linear economy.
- ❑ Korea would benefit from a transition to a circular economy because it is a resource-poor country that imports most of its resources and energy from foreign countries. There is a growing concern about resource depletion and market volatility.
- ❑ A number of countries, such as the European Union, France, Japan, and China, have already developed circular economy monitoring indicators and used them to identify the status of progress towards a circular economy at the governmental and nongovernmental policy levels.
- ❑ In Korea, monitoring indicators for diagnosing and evaluating the implementation of a circular economy have not yet been established. The Framework Act on Resource Circulation, the current blueprint for a circular economy in Korea, established national resource circulation goals.
- ❑ The First Master Plan for Resources Circulation established four indicators for confirming the implementation as a follow-up measure. However, all the indicators are limited to the amount of waste generation. The plan also raises the need to develop indicators for analyzing and managing resource efficiency and circularity.

- It is necessary to develop indicators to monitor the sustainability of resources by broadening the scope to include the resource productivity and recycled materials.

2. Purpose of research

- The aim of this research is to develop the monitoring indicators and to diagnose the progress towards a circular economy in Korea.
- This will contribute to establishing a statistical base to evaluate the domestic transition status to the circular economy and achieve the mid-to long-term goals.

II. Domestic and International Trends in Circular Economy Policies

1. Analysis of the circular economy policy objectives, agenda and strategies of foreign countries

- Since 2010, the EU Commission has aimed to shift from a linear economy to a circular economy. It established resource efficient strategies and suggested directions through a 'Towards a Circular Economy: A Zero Waste Programme for Europe' in 2014.
- The Commission announced a circular economy package containing detailed action plans, laws, and guidelines that emphasized the need for continuous monitoring in 2015 and suggested circular economy indicators to be commonly applied to the EU member states in 2018.
- France adopted a new resource-efficient social model to promote the circular and low-carbon economy under the 'Act on Energy Transition for

Green Growth’ including measurable goals.

- ❑ The Netherlands issued the ‘A Circular Economy in the Netherlands by 2050’ in 2016, which aims at a future-oriented and sustainable economy for the present and future generations.
- ❑ Japan issued and implemented the ‘Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society’ to establish a circular society towards the goal of reducing environmental degradation and natural resource consumption. The plan is issued at five-year intervals, including the first in 2003, the second in 2008, and the third in 2013, and most recently, the fourth plan was released in June 2018.

2. Policies and indicators related to the state of the circular economy in Korea

- ❑ With the implementation of the ‘Framework Act on Resource Circulation’ in 2018, Korea established and executed the first Master Plans for Resources Circulation (2018-2027). The goal is to reduce generation of waste and facilitate circular utilization.

III. Trends in Circular Economy Monitoring Indicators Development in Foreign Countries

1. Trends in the circular economy monitoring at the government level

- ❑ The EU’s monitoring system consists of 10 indicators divided across four stages: production and consumption - waste management - secondary raw

materials – competitiveness and innovation.

- France’s monitoring indicators consist of three areas of action and seven pillars for a total of 10 indicators. The initial indicators were developed by various agencies and organizations including SOeS, ADEME, and MEEM.
- In the Netherlands, the Dutch Environmental Assessment Service proposed a system for monitoring the national circular economy implementation plans in cooperation with the National Institute of Public Health and the National Statistical Office of the Netherlands.
- Japan classified the indicators of circular economy into overall indicators and seven sectoral ones in the 4th Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society.

2. Circular economy monitoring trends at the private and academic level

- The Ellen MacArthur Foundation provided new perspectives on resource productivity, circular activities, waste generation, and energy and greenhouse gas emissions by developing circular economy monitoring indicators.
- EURES developed indicators to assess resource productivity, and EIP is developing a system to monitor the implementation progress of the strategic plan for raw materials.

3. Implications

- To promote efficient use (resource efficiency) and circulation (sustainability) of resources throughout the entire resource cycle such as production, consumption, and treatment, it is important to expand the policy development and implementation perspective from waste treatment to

waste prevention. In addition, it is necessary to review the monitoring indicators for evaluation and diagnosis across the entire life cycle including production and consumption stages.

- Accordingly, circular economy monitoring indicators should be reviewed not only for waste but also for raw material flow, resource efficiency, and sustainability. Notably, this process of reviewing monitoring indicators is incorporated into the EU circular economy implementation plan.
- Indicators at private level in foreign countries commonly include stages of production, consumption, competition, and innovation, and it is recommended that they address resource efficiency, such as resource productivity, raw material self-sufficiency rate and secondary raw materials.

IV. Developing Monitoring Indicators to Assess the Implementation of a Circular Economy In Korea

1. Domestic indicators related to circular economy

- Indicators in national master plans such as the First Master Plan for Resource Circulation (2018-2027), the National Sustainable Development Goals (2016-2035), the Fifth Comprehensive National Environmental Plan (2020-2040), and the green growth indicators of Statistics Korea contain waste generation and recycling rates, but the self-sufficiency rate of raw materials, contribution rate of recycled materials, and indicators related to investment, employment, and added values are not treated as relevant indicators in the domestic plan.
- Therefore, this study aims to develop indicators able to diagnose and

evaluate the entire process of material use which includes the stages of production, consumption, waste management, and secondary raw materials and reflect them on the National Circular Economy Monitoring Indicators (proposal).

2. National circular economy monitoring indicators (proposed)

- Priority was given to the indicators reflecting the implementation strategies proposed in the Master Plan for Resource Circulation (2018-2027). The implementation strategy separates the production and consumption stages, but it is necessary to link eco-friendly consumption to products manufactured in consideration of resource circulation. Therefore, some of the strategies were modified to meet the purpose of this research.
- Although not provided for in the current implementation strategy, additional indicators such as "technology innovation", "competitiveness (value-added)," "employment in the circular economy," and "reduction of greenhouse gas emissions" were also reviewed.
- The final draft of the circular economy monitoring indicators was derived after collecting opinions from experts and practitioners in each field through forums and advisory meetings.
- In this study, the proposed indicators were both composed of representative and auxiliary indicators. The representative indicators were divided into 'short-term' and 'mid- to long-term' based on the data availability.
- Specifically, 'short-term' indicators correspond to currently available or alternative statistical data, and 'mid- to long-term' indicators consist of important metrics for monitoring but for which diagnosis and evaluation are not possible because of the absence of the relevant statistical data. The

indicators need to be monitored and updated based on future data.

V. Diagnosis and Utilization of Circular Economy Indicators in Korea

- ❑ The progress towards a circular economy was diagnosed and evaluated through time-series analysis of each 'short-term' representative indicator.
- ❑ For 'mid- to long-term' indicators of each stage including the circular material use rate, there is a lack of statistical data. The indicators need to be supplemented and improved in the near future.
- ❑ In addition, statistics on material recycling and energy recovery need to be calculated and managed separately and individual goals need to be set for each.
- ❑ The resource circulation management area in the environmental industry statistical survey currently excludes 19 of the 31 industries that were determined in this study to be highly related to circular economy. It is necessary to expand the statistical investigations beyond the existing waste-oriented scope to encompass the items related to the circular economy.
- ❑ Currently, the Ministry of Environment's Resource Circulation Information System calculates and manages not only waste statistics but also national resource circulation indicators included in the Master Plan for Resource Circulation. It is necessary to publicly provide the results of evaluation of the progress towards a circular economy by utilizing the resource circulation information system. This information could be presented in the form of banners so that anyone can easily monitor the implementation status.

VI. Conclusion and Suggestions

- In this study, monitoring systems and indicators were developed to diagnose the status of the transition towards a circular economy.
- According to trend analysis, domestic resource productivity has changed little since 2012, so a policy incentive system is needed in order to enhance resource efficiency.
- Domestic waste generation and final disposal volume are increasing, while the circular utilization rate is decreasing. In addition, citizens' awareness of recycling in the Consumer Sustainability Consumption Behavior Index is decreasing despite the continuous publicity. This requires more systematic training and publicity, and requires regulatory and support systems for waste generation prevention and recycling.
- In terms of the impact of the circular economy on the domestic circumstances, the total added value (sales) and the number of employees are increasing, but the investment in related R&D budget is decreasing.
- It is expected that pan-governmental efforts will be needed to expand technological investment in the circular economy, where securing technical skills is particularly important. Above all, cooperation among the Ministry of Environment, the Ministry of Trade, Industry and Energy, and the National Statistical Office is very important in developing circular economy indicators and paving the way for statistics.

Keywords: Circular Economy, Monitoring, Indicator, Master Plan for Resource Circulation, Statistical Survey

■ 저자약력

조지혜 (연구책임)

POSTECH 환경공학 박사

한국환경정책·평가연구원 연구위원(현)

jhjo@kei.re.kr

주요 연구실적

- 다부처 정책 연계성 확보를 통한 순환경제 정책 로드맵 연구 - 전기차 배터리를 중심으로 (2020)
- 태양광 폐패널의 관리 실태조사 및 개선방안 연구 (2018)
- 이차전지의 폐자원흐름 분석 및 자원순환성 제고방안 (2017)

주문술 (연구책임)

일본 도쿄공업대학(Tokyo Institute of Technology), 환경공학 박사

한국환경정책·평가연구원 부연구위원(현)

msju@kei.re.kr

주요 연구실적

- 순환경제사회를 위한 물질흐름분석의 정책적 활용 동향 연구 (2019)
- 폐기물 자원순환의 국제 동향과 영향 분석 (2019)
- 중고의류 재사용·재활용 정책 (2019)

김중호

한국환경정책·평가연구원 선임연구위원(현)

kjongho@kei.re.kr

신동원

한국환경정책·평가연구원 부연구위원(현)

dwshin@kei.re.kr

고인철

한국환경정책·평가연구원 연구위원(현)

icgo@kei.re.kr

KEI 연구보고서 목록 (2016~2020)

기후환경정책연구

발행연도 | 보고서 번호 | 보고서 제목 (연구책임)

- 2020년
- 2020-01 북한의 산림복원과 기후변화가 물관리 취약성에 미치는 영향과 정책방향 연구(II) (김익재, 전동진)
 - 2020-02 Data Science 기반 기후변화 대응 지원 플랫폼 구축을 위한 전략 마련 연구 (이명진)
 - 2020-03 재생에너지 확산 이행방안 연구(I) (이상엽)
 - 2020-04 기후변화에 따른 미세먼지 대기질 변화 추정 및 관련 정책 지원 연구 (이승민)
 - 2020-05 기후변화 적응정책 10년: 현주소 진단과 개선방안 모색을 중심으로 (장훈, 송영일)
 - 2020-06 기후정의 실현을 위한 정책 개선방안 연구(II) (한상운)
 - 2020-07 포스트 코로나 시기 국가 온실가스 배출 반증효과 전망 및 대비 방향 (이상엽)
 - 2020-08 그린뉴딜 추진을 위한 친환경에너지 전환 포럼 운영 (신동원)
- 2019년
- 2019-01 기후변화를 고려한 미세먼지 예측 및 중장기 관리정책 수립 연구 (이승민)
 - 2019-02 북한의 산림복원과 기후변화가 물관리 취약성에 미치는 영향과 정책방향 연구 (김익재)
 - 2019-03 기후정의 실현을 위한 정책 개선방안 연구(I) (한상운)
 - 2019-04 기후변화적응정책 10년: 현주소 진단과 개선방안모색을 중심으로 (장훈)
 - 2019-05 기후변화 파리협정 적응보고 세부이행규칙 대응방안 연구 (강상인)
 - 2019-06 혼합정수계획법을 이용한 발전부문 온실가스 감축 잠재력 평가 (김용건)
 - 2019-07 환경-주민수용성을 고려한 재생에너지 보급 활성화 방안 연구 (이상범)
- 2018년
- 2018-01 에너지전환을 고려한 중장기(2050) 국가 온실가스 감축전략 (이상엽)
 - 2018-02 미세먼지와 온실가스의 효과적 감축을 위한 기후, 대기, 에너지 정책 연계 방안: 발전, 수송 부문을 중심으로 (채여라, 전호철)
 - 2018-03 기후위험 관리를 위한 이해관계자 참여방안 연구 (이승준)
 - 2018-04 기후환경 이슈 분석을 위한 텍스트 마이닝 활용방안 연구 (진대용)
 - 2018-05 2018 기후변화 파리협정 이행협상 동향 및 대응방안 (강상인)
 - 2018-06 지역기반 참여형 연구방법론 연구: 기후변화 리빙랩 시범사업을 중심으로 (신용승, 조공장)
 - 2018-07 사회·환경영향을 고려한 태양광·풍력발전 시설 입지 방안 연구 (김태현, 이상범)
- 2017년
- 2017-01 신기후체제 대응을 위한 2050 저탄소 발전전략 연구 I (이상엽)
 - 2017-02 기후변화의 부정적 영향에 따른 손실과 피해 대응방안 (이승준)
 - 2017-03 이상기후 대응을 위한 지역 기후경쟁력 증진 방안 (류재나)
 - 2017-04 신기후체제 국제기후변화 협상동향 분석 (강상인)

- 2017-05 기후행동 변화를 고려한 정책적 대응전략 마련: 물-에너지에 대한 행동경제학적 접근 (최희선)
- 2017-06 이상기온에 따른 건강영향 평가·예측을 통한 기후변화 대응 전략 마련 (배현주, 정다운)

- 2016년 2016-01 미래환경 전망 및 지속가능사회 비전설정 기반 구축 (조공장)
- 2016-02 환경과 문화예술 콘텐츠 융합을 통한 기후환경 리스크 커뮤니케이션 전략 수립 (신용승)
- 2016-03 온실가스 감축-기후변화 적응 연계전략 수립 (황인창)
- 2016-04 기후변화 및 사회·경제적 요인의 동태적 변화를 고려한 미래 물수급 관리정책 마련(I) (류재나)
- 2016-05 물이용 지속성의 평가와 미래 전망 (김익재)
- 2016-06 최민국 지역정부의 기후변화적응계획 수립을 위한 기술적 가이드라인 개발 연구 (장훈, 송영일)
- 2016-07 신기후체제 협상 대응 및 기후서비스 산업 발전 방안 연구 (강상인)

연구보고서/기본연구

- 2020년 2020-01-01 지속가능발전 정책개발을 위한 기획연구 (김호석)
- 2020-01-02 포용적 녹색사회를 위한 사회환경 기획연구 (정우현)
- 2020-01-03 친환경적 데이터 응용기술 활용 정책개발을 위한 기획연구 (강성원)
- 2020-01-04 국제환경협력 로드맵 수립을 위한 기획연구 (김호석)
- 2020-02-01 국가 기후 및 에너지 관리 정책개발 기획연구 (이상엽)
- 2020-02-02 인체 위해성 기반의 미세먼지 관리 전략 수립을 위한 기획연구 (심창섭)
- 2020-02-03 자원순환 분야 관리전략 수립을 위한 기획연구 (이소라)
- 2020-02-04 환경보건 분야 안전망 구축을 위한 정책개발 기획연구 (배현주)
- 2020-03-01 바람직한 통합물관리를 위한 중장기 정책연구 로드맵 (류재나)
- 2020-03-02 자연환경 최적관리를 위한 중장기 로드맵 (이승준, 오일찬)
- 2020-03-03 친환경 스마트도시로의 전환을 위한 중장기 연구개발 전략 로드맵 (박창석)
- 2020-04-01 미래 환경 대응력 강화를 위한 환경평가 부분 데이터 융복합 활용방안 (이병권)
- 2020-04-02 신재생 에너지 확대와 미래 환경변화 대응을 위한 중장기 발전방향 (김유미)
- 2020-04-03 폐기물 처리시설의 안정성 확보를 위한 중장기 발전방안 (안준영, 이상윤)
- 2020-05 생태정보학적 생물다양성 평가기술 개발(II): 생물다양성 지도를 통한 정책활용 방안 (이후승)
- 2020-06 플라스틱내 유해물질 관리방안 연구 (서양원, 박정규)
- 2020-07 LNG 열병합발전시설의 대기오염물질 관리 개선방안 연구 (김유미)
- 2020-08 기후정의 진단을 위한 공간기반 기후변화 민감계층 분석 연구 (정휘철, 김근한)
- 2020-09 도심지역 유출지하수 활용 및 관리를 위한 제도개선 연구 (김경호)
- 2020-10 원자력발전소 해체 시 비방사성폐기물 관리 방안 (신경희)
- 2020-11 자연자원총량제의 실효성 강화를 위한 제도적 대안 (이승준)
- 2020-12 주택정책 환경성 제고를 위한 국토-환경계획 연계방안 (이상범)

- 2020-13 환경영향평가 협의 기능 개선 방안 연구: 환경영향평가 재협의/변경협의를 중심으로 (주용준)
- 2020-14 순환경제 이행 진단을 위한 통합 평가지표 개발 및 활용방안 구축 (조지혜, 주문술)
- 2020-15 지속가능한 한반도 자연생태계 보존을 위한 남북환경협력 연구 (명수정)
- 2020-16 지속가능성 확보를 위한 자원순환 성능 및 처리기반 적정성 평가 연구(I) (이소라)
- 2020-17 덩리닝을 활용한 해양오염 예측도구 개발 및 적용 연구(I) (김태운)
- 2020-18 물관리 발전을 위한 하천 및 농업용수 등의 통합관리 연구(I) (김익재)
- 2020-19 식생활 패턴 변화에 따른 음식물류폐기물의 발생 전망과 대응 전략 (주문술, 조지혜)
- 2020-20 인공지능 덩리닝을 활용한 조류현상 예측기술 개발 및 활용방안 (홍한웅)
- 2020-21 통합물관리를 고려한 지속가능한 물순환 관리체계 구축 및 정책기반 마련 연구 (한혜진)
- 2020-22 피해자 삶의 복원을 위한 환경오염피해의 사회모델 개발: 오염공동체 사례를 중심으로 (김도균)
- 2020-23 하·폐수 방류수 수질 준수 평가방법의 합리화 방안 연구 (조을생)
- 2020-24 환경정의 구현을 위한 건강위해성 평가 및 관리전략 도입 연구 (배현주, 정다운)
- 2020-25 친환경 시민행동 유도를 위한 사회적 휴리스틱 활용방안 연구 (이정석)

- 2019년 2019-01 한반도 신경제지도 녹색화 전략 연구 (이정호)
- 2019-02 속의적 접근을 통한 하천 자연성 회복 정책 도출 연구 (조을생)
- 2019-03 폐기물 자원순환의 국제 동향과 영향 분석 (신상철)
- 2019-04 도시의 지속가능성을 위한 공원녹지 정책의 재정립 방안 (최희선)
- 2019-05 환경정책의 사회적 수용성 제고 방안 - 환경문화를 중심으로 (조공장)
- 2019-06 육상화물운송수단의 미세먼지 및 온실가스 저감 방안 연구 (한진석)
- 2019-07 지자체의 고농도 미세먼지 비상관리대책 수립 지원을 위한 연구 (이승민, 신동원)
- 2019-08 기후적응 요소를 고려한 토지·건물정보 제공방안 연구 (신지영)
- 2019-09 지속가능성을 고려한 가축분뇨관리 정책방안 연구 (조을생, 이소라)
- 2019-10 통합물관리를 위한 유역계획의 통합 및 조정 방안 연구 (안중호, 한대호)
- 2019-11 통합물관리체계 하에서 물자원 이용·관리를 위한 비용부담-부과체계 정비방안 연구 (문현주)
- 2019-12 저출산·고령화를 고려한 폭염 노출위험인구 전망 및 지역별 대응 전략 (심창섭, 김오석)
- 2019-13 북한 토양·지하수 오염관리를 위한 남북협력방안 (신경희)
- 2019-14 환경영향평가를 통한 소규모 소각시설 환경개선방안에 대한 연구 (이영준B)
- 2019-15 지자체 지속가능발전 전략수립 및 SDGs 반영방안 (이정석)
- 2019-16 지방분권 시대 지자체 환경행정기능 강화를 위한 중앙-지방간 역할 재정립 방안 (정우현)
- 2019-17 순환경제로의 전환을 위한 플라스틱 관리전략 연구 (이소라)
- 2019-18 하천 및 호소의 물환경에 미치는 미세플라스틱 영향 연구 (김익재)
- 2019-19 환경영향평가 고도화를 위한 공간정보활용 체계 구축(II) (이명진)
- 2019-20 생태정보학적 생물다양성 평가 기술 개발 (이후승)
- 2019-21 소음노출의 위해성을 고려한 비용편익 연구(이병권)
- 2019-22 유역단위 하수도 재정전략 수립기법 연구 (류재나)

- 2019-23 Construction of a Historical Map Database as a Basis for Analyzing Land-Use and Land-Cover Changes, Exemplified by the Korean Demilitarized Zone and Inner-German Green Belt (Part II) (김오석)
- 2018년 2018-01 개발기본계획의 전략환경영향평가 운영의 성과분석 및 발전방향 연구 (사공희)
- 2018-02 원자력시설 해체 부지의 재사용을 위한 환경관리 전략: 토양 및 지하수 분야를 중심으로 (신경희)
- 2018-03 폐기물 처리방법별 환경효율성(Eco-efficiency) 평가 연구 (이소라)
- 2018-04 토양오염부지의 환경매체 연계관리 방안 (황상일, 양경)
- 2018-05 고품화 사회에서의 가정 발생 폐의약품 수거 및 처리체계 개선방안 (서양원, 조지혜)
- 2018-06 고품연료 에너지 시설의 대기오염물질 관리 개선방안 연구 (김유미, 조지혜)
- 2018-07 우리나라 국토환경 지리정보의 활용성 제고 방안 (명수정)
- 2018-08 복합재난(NATECH) 대비 사업장 안전관리 방안 (박정규, 서양원)
- 2018-09 장기미집행 도시공원 자동실효제에 따른 환경적 영향과 대응방안 (최희선)
- 2018-10 점오염원 질소관리 정책강화의 타당성 평가 (안중호)
- 2018-11 중소하천 물환경 개선을 위한 용배수로 관리 및 활용 방안 (김익재)
- 2018-12 토지피복지도와 국토환경성평가지도의 정책적 활용 기반 마련 연구 (윤정호, 김근한)
- 2018-13 고품지의 환경친화적 농지이용 전환에 대한 경제성 평가 (김현노)
- 2018-14 생활화학제품 안전관리를 위한 누적위해성평가 연구 (정다운)
- 2018-15 Construction of a Historical Map Database as a Basis for Analyzing Land-Use and Land-Cover Changes, Exemplified by the Korean Demilitarized Zone and Inner-German Green Belt (Part I) (김오석)
- 2018-16 기뭇지역 농촌용수 개발계획의 전략환경영향평가 개선방안 연구: 지하수-지표 수 복합이용을 대안으로 (김경호)
- 2018-17 생태공학적 기법을 활용한 지역단위 생태계 보호지역 확대방안 (구경아)
- 2018-18 환경영향평가 고도화를 위한 공간정보 활용 체계 구축(I) (이명진)
- 2018-19 상수원 관리지역의 기후회복력 강화 방안 연구: 4대강 수계를 중심으로 (이정호)
- 2017년 2017-01 국토-환경계획 연동제에 대응한 전략환경영향평가 개선방안: 도시·군관리계획(재정 비) 및 개발제한구역 해제계획을 중심으로 (이영재)
- 2017-02 물인프라 건설단계 이후의 효율적 관리를 위한 중앙과 지방정부의 역할 (문현주, 김현노)
- 2017-03 IPCC 신시나리오 체계를 적용한 우리나라 기후변화의 피해비용 분석 (채여라)
- 2017-04 화학물질관리법 내 화학사고 정책의 개선방안 및 산업계 지원방안 연구(II) (서양원, 박정규)
- 2017-05 국내 온실가스 배출권거래제 시행 효과 분석 (이상엽)
- 2017-06 환경복지 구현을 위한 국민체감형 환경서비스 개발 방안 (신용승)
- 2017-07 환경영향평가서 위생·공중보건 항목의 위해성 평가 개선 연구 (하종식)
- 2017-08 이차전지의 폐자원흐름 분석 및 자원순환성 제고방안 (조지혜)
- 2017-09 생태계서비스 기반의 자연자본 지속가능성 지수 개발 연구(II) (김충기)

- 2017-10 매립자원의 순환이용 가능량 분석 및 미래형 매립지 관리전략 마련 연구 (이소라)
- 2017-11 공공수역 수질개선을 위한 공공하수처리시설 관리제도의 합리적 개선방안 연구 (김익재)
- 2017-12 원자력발전소 해체 폐기물의 안전·안심관리 정책 방안 (이희선)
- 2017-13 ICT 발전트렌드에 대응하는 공간정보의 환경이슈 적용 체계 구축: 빅데이터 분석 과 위성영상 활용을 중심으로 (이명진, 이정호)
- 2017-14 기저유출을 고려한 환경가뭄 평가방안 연구 (현윤정)
- 2017-15 해수담수화에서 생성되는 농축수의 환경적 영향과 평가 (김태윤)
- 2017-16 전기자동차 보급에 따른 지역간 오염물질 및 온실가스 배출 영향 분석 (전호철)
- 2017-17 지권과 생물권 간 공진화 현상에 기반한 국토 자연환경 관리방안 (이수재)
- 2017-18 사회인공지능의 적용을 통한 환경친화적 행동 촉진에 대한 연구 (이정석, 강택구)
- 2017-19 지역별 친환경차 시장 활성화 방안 연구: 인구밀집지역을 중심으로 (한진석)

- 2016년 2016-01 지역기반 환경보건정책 지원 방안 연구(II) (신용승, 배현주)
- 2016-02 도시의 기후 회복력 확보를 위한 공간단위별 평가체계 및 모형 개발(II) (김동현)
- 2016-03 중국의 '일대일로(一帶一路)' 대응 유라시아 지역 환경전략 연구 (추장민)
- 2016-04 사물인터넷(IoT)을 활용한 스마트 물환경관리 방안 및 정책기반 마련 연구 (한혜진)
- 2016-05 생태계서비스 기반의 자연자본 지속가능성 지수 개발 연구(I) (이현우)
- 2016-06 지중환경관리를 위한 제도 개선방안 연구(II) (황상일)
- 2016-07 사회적 투자수익률(SROI)을 고려한 물환경 인프라시설 투자 방향 연구 (류재나, 강형식)
- 2016-08 폐자원흐름분석을 통한 전기·전자제품의 upcycling 활성화 방안 (이희선)
- 2016-09 자원순환사회 전환 촉진을 위한 재활용산업 활성화 방안: 재활용 관리제도 전환에 따른 영향 분석 (이소라, 신상철)
- 2016-10 공간정보를 활용한 재해폐기물 성상별 최적 관리방안 (조지혜, 김태현)
- 2016-11 국가 및 지역 미래성장동력에 대한 환경성 분석 및 환경영향평가 대비방안 연구 (방상원)
- 2016-12 정부3.0 기반 지역기피시설 주민수용성 평가 방안(II) (김태현)
- 2016-13 랜덤워크를 이용한 생태네트워크 변화 모의예측방안 연구(II) (김지영)
- 2016-14 화학물질관리법 내 화학사고 정책의 개선방안 및 산업계 지원방안 연구(I) (박정규, 서양원)
- 2016-15 교통환경정책 수립을 위한 대기환경 개선효과 추정방안 연구: 도로이동오염원을 중심으로 (한진석)
- 2016-16 기후·대기 환경정책에 활용하기 위한 건강 위해성 평가 개선 연구: 농도 반응함수의 국내 표준안을 중심으로 (하종식)
- 2016-17 기후변화 적응을 고려한 지역자원 관리 방안(II) (박창석)
- 2016-18 기후변화 적응정책 지원을 위한 토지이용통합모델 개발(II) (김오석)
- 2016-19 ICT 발전트렌드에 대응하는 공간정보의 환경이슈 적용 체계 구축 (이명진, 이정호)
- 2016-20 북한 환경정보 구축 및 활용 방안 연구(II): 원격탐사를 이용한 자연환경성 우수지역 평가 (정휘철)

정책보고서/수시연구

- 2020년
- 2020-01 지속가능성 정책 지원을 위한 환경용량 평가 체계 및 활용 연구 (이승준)
 - 2020-02 스마트도시 계획 진단을 통한 '스마트 지속가능도시'로의 전환방향 (최희선, 박창석)
 - 2020-03 중국의 대기정책결정 구조 분석과 한중 협력의 시사점 (강택구)
 - 2020-04 다부처 정책 연계성 확보를 통한 순환경제 정책 로드맵 연구: 전기차 배터리를 중심으로 (조지혜, 이소라)
 - 2020-05 도심지 열병합발전시설 주변 주거지역 소음영향 최소화 관리방안 (박영민)
 - 2020-06 미세먼지 대응 예산의 재정운용 방향 (정우현)
 - 2020-07 코로나19에 따른 환경규제 개편 필요성 및 추진방안 (강성원)
 - 2020-08 환경권의 실제적 구현을 위한 입법 개선방안 (한상운)
 - 2020-09 감염성 의료폐기물 비상처리계획 수립을 위한 연구 (신상철)
 - 2020-10 포스트 코로나 시대 국제환경협력 전략 연구 (추장민, 명수정)
- 2019년
- 2019-01 통합법 시행에 따른 대기배출시설 허가조건 평가 및 개선방안 (공성웅)
 - 2019-02 산업단지, 관광단지 등 폐기물 발생량 산정을 위한 가이드라인 마련 연구 (이영준B)
 - 2019-03 물환경 분야 규제 완화에 의한 영향 분석 및 제도개선 방안 (이병국, 김익제)
 - 2019-04 도시지역 자연환경 훼손 진단과 복원 방향 (명수정)
 - 2019-05 중국의 미세먼지 농도추이 및 한중 간의 오염도 상관관계 분석 (주현수)
 - 2019-06 국가 지속가능성 이행과제 간 연관관계 분석방안 연구 (홍한웅)
 - 2019-07 수송용 에너지 전환을 위한 세계개편의 사회적 수용성 제고방안 연구 (신동원)
 - 2019-08 DMZ 토지이용의 지속가능성을 위한 연구 방향 (김오석)
 - 2019-09 생활밀착형 환경이슈에 대한 수요반영 개선 연구: 민원 빅데이터 분석을 중심으로 (진대웅)
 - 2019-10 남북한 도로망 연결사업의 환경영향평가 방안 (전동준)
 - 2019-11 P4G 파트너십 의제 개발 및 국내 대응방안 연구 (김호석)
 - 2019-12 지역단위 음식물류 폐기물의 효율적 관리방안 마련 연구: 세종시 사례를 중심으로 (신상철)
 - 2019-13 환경성·형평성을 고려한 수송용 에너지 적정가격 설정 및 세수 활용 방향 (강만옥)
 - 2019-14 택배 등 유통포장재의 재사용 활성화를 위한 정책 지원방안 마련 연구 (이소라)
 - 2019-15 시공간을 고려한 환경생태적 우수지역과 환경성질환의 상관성 분석 연구: 환경·국토계획 통합 계획에서의 활용방안을 중심으로 (김근한)
 - 2019-16 인체위해 저감방안 마련을 위한 미세먼지 구성성분별 건강영향 연구 (배현주)
 - 2019-17 가뭄 대비 기존 지하수 관정 활용을 위한 정책 로드맵 연구 (현윤정)
 - 2019-18 시민 참여를 통한 사회·경제적 환경여건별 폭염 체감 영향 분석 (채여라, 최영웅)
 - 2019-19 재생에너지 입지계획의 전략환경영향평가 실시방안 연구 (김경호)
 - 2019-20 교통소음 관리 기준의 합리화(일원화) 방안 (박영민)
 - 2019-21 중국의 대기관리 정책 분석 및 한중 협력 강화 방안 (최기철)
 - 2019-22 한반도 지속가능발전을 위한 북한환경 연구로드맵 수립 - 북한 환경실태 기초조사를 통한 미래 친환경 통일 한반도 기반 구축 (추장민)

- 2018년 2018-01 태양광 폐패널의 관리 실태조사 및 개선방안 연구 (조지혜)
- 2018-02 에너지전환정책에 따른 2030 온실가스 감축 로드맵 수정 방향 (이상엽)
- 2018-03 LCA에 기반한 전기차의 발전원별 환경효과 분석 (이소라)
- 2018-04 환경부문 개헌의 법적 효과에 관한 연구 (한상운)
- 2018-05 지방자치·분권 강화에 따른 유역 중심의 하수도 관리체계 연구 (김호정)
- 2018-06 환경부문 헌법 개정을 위한 여론조사 (조공장)
- 2018-07 신규 농업시설물의 수질오염 관리방안 마련 연구 (류재나)
- 2018-08 지자체 교통부문 미세먼지 관리 방안 연구: 서울시 자동차 친환경등급제를 중심으로 (한진석)
- 2018-09 물환경관리계획의 이행평가체계 개선 방안 (김익재)
- 2018-10 소규모 공동주거시설의 층간소음 정책 개선방안 (박영민)
- 2018-11 국민참여형 환경영향평가 체계 구축 및 제도 개선방안 (전동준)
- 2018-12 공동주택 재활용 폐기물 수거·처리 체계 개선 방안 마련 연구 (신상철)
- 2018-13 미세플라스틱 관리 동향 및 정책 제언 (박정규)
- 2018-14 차량-야생동물 충돌 사고(WVC) 제어와 방지를 위한 적정 야생동물의 이동통로 확보 방안 연구: 세종특별자치시 생활권 오송역~세종시 고속화도로를 중심으로 (방상원)
-
- 2017년 2017-01 지진의 환경영향 및 대응방향 (현윤정)
- 2017-02 수용체 중심의 환경정책 활용을 위한 대기오염의 노출위험인구 산정 연구 (배현주)
- 2017-03 지속가능한 사회 구현을 위한 환경평가 미래 발전 전략 (이영준)
- 2017-04 미래 기후 및 사회경제 여건 변화 대응을 위한 환경정책 이슈 발굴 (채여라)
- 2017-05 녹색경제와 지속가능발전을 위한 환경정책 뉴 패러다임 개발 (추장민)
- 2017-06 환경영향평가 시 도로이동오염원 대기오염물질 배출량 산정 개선방안 (김유미)
- 2017-07 환경정의 실현을 위한 지역단위 환경불평등 분석 (김태현)
- 2017-08 산업단지 토양 분야 환경영향평가 개선방안 (양경)
- 2017-09 북한의 환경인프라 조성을 위한 환경협력 연구 (명수정)
- 2017-10 아시아 지역 거점 바이오브릿지 헬프데스크 구축방안 연구 (오일찬)
- 2017-11 통합 물관리의 기본 원칙과 정책 로드맵 연구 (김익재)
- 2017-12 군부대 주둔 및 이전 부지의 환경관리 정책: 토양·지하수 환경을 중심으로 (박용하, 이정호)
- 2017-13 국가 정책·계획 지속가능성 평가체계 개발 (김호석)
- 2017-14 자연적 원인에 의한 중금속 오염 농경지의 합리적 관리방안 마련 (황상일)
- 2017-15 환경정의 측면의 녹지접근성 분석 연구 (명수정)
- 2017-16 야간조명으로 인한 생태계 영향 환경영향평가 조사방안 연구 (이상범)
- 2017-17 환경평가의 공정성 제고를 위한 공탁제 도입방안에 관한 연구 (유현석)
-
- 2016년 2016-01 가뭄 단계에 따른 적응형 가뭄관리정책 연구: 지역 차원의 비구조적 가뭄대책을 중심으로 (김호정)
- 2016-02 나노폐기물의 안전처리를 위한 관리전략 수립 연구 (조지혜)
- 2016-03 TPP 환경관련 협정문 분석 및 대응방안 연구 (추장민)

- 2016-04 화학사고의 경제적 손실 추정을 위한 방법론 진단 및 선정 방안 연구: 인적·생태적 피해액 추정을 중심으로 (서양원, 곽소윤)
- 2016-05 제주 탄소제로섬 추진전략 연구 (이병국)
- 2016-06 환경분야 공적개발원조(ODA) 사업평가 지침 마련을 위한 연구 (조공장)
- 2016-07 토양정화 곤란 부지의 최적 관리방안 연구 (박용하)
- 2016-08 실도로에서 경유차의 대기오염물질 초과 배출에 따른 사회적 비용 연구 (강광규)
- 2016-09 신기후체제의 기후변화 적응 및 손실과 피해에 관한 대응방안 (이승준)
- 2016-10 대기환경비용을 고려한 친환경차 구매보조금 실효성 제고 연구: 차종별 적정 보조금 수준 분석을 중심으로 (한진석)
- 2016-11 유네스코 세계지질공원 운영 강화에 따른 국가지질공원제도의 개선방안 연구 (이수재)
- 2016-12 신기후체제 시대 기후변화 대응정책 추진체계 연구 (김이진, 이상엽)
- 2016-13 EU REACH 시험자료 분석을 통한 화평법 지원방안 연구 (박정규)
- 2016-14 환경영향평가와 지하안전영향평가의 연계방안 연구 (현윤정)
- 2016-15 비도시지역 주거-공장 혼재형 난개발 평가기준 개발 및 활용방안 마련 (이영재)
- 2016-16 미래환경이슈 대응을 위한 환경정책과제 개발과 환경거버넌스 발전 연구 (추장민)

Working Paper

- 2020년 2020-01 물관리일원화에 따른 내외수 홍수범람 통합관리를 위한 기초연구 (이승수)
- 2020-02 건강하고 쾌적한 음환경 구축을 위한 도시소음 관리정책 수립방안 (박영민)
- 2020-03 에너지전환 지역사회를 위한 '에너지경관' 연구동향 분석 (이재혁)
- 2020-04 환경정책 수용성 제고를 위한 정책 소통 모형 개발 기초연구 (염정윤)
- 2020-05 환경정책의 고용 영향: 제조업을 중심으로 (조일현, 김호석)
- 2020-06 하천구역 내 친수시설물 입지 및 조성에 관한 환경영향평가 가이드라인 마련 연구 (지민규)
- 2020-07 지역특화관광산업에 대한 기후변화 적응방안 마련 (조한나)
- 2020-08 기후변화 적응대책에서의 생태계기반 적응(Ecosystem-based Adaptation) 도입 방안 모색 (박진한)
- 2020-09 홍수총량제 도입 검토를 위한 기초연구: 홍수 유역분담제 시행 방안 검토 (이승수)
- 2020-10 지진 재난 복원력 정량화 및 효율적 복구전략 수립을 위한 기초연구 (권선용)

- 2019년 2019-01 환경불평등 해소를 위한 수용체 중심 위해관리 기반 연구 (정다운)
- 2019-02 환경규제 동향분석 및 중장기 정책과제 도출: 포럼 자료집 (김현호)
- 2019-03 전문가시스템(Expert System)의 사후환경영향평가 적용을 위한 기초연구 (이진희)
- 2019-04 저주파 소음의 환경영향평가를 위한 기초 연구 (선효성)
- 2019-05 지속가능한 해양활용을 위한 해양환경통합자료 적용 연구 (김태운)
- 2019-06 선형 교통사업의 지형변화 적정성 평가방안 마련 (권선용)

- 2019-07 생태계 교란식물 분포도 구축을 위한 드론 영상과 이미지 검색 기술의 적용 가능성 검토 연구 (김근한)
- 2019-08 수자원의 합리적 배분 방안 마련 기초 연구: 합리적 물 공급 분석 방안 연구 (서승범)
- 2019-09 환경영향평가 과정에서 드론과 BIM의 적용 가능성 검토 기초 연구 (유재진)
- 2019-10 삶의 만족도 지표를 활용한 미세먼지의 사회적 비용 추정 연구 (전호철)
- 2019-11 순환경제사회를 위한 물질흐름분석의 정책적 활용 동향 연구 (주문술)
- 2019-12 매립장 유래 미세플라스틱 관리방안: 침출수 발생원을 중심으로 (지민규)
- 2019-13 환경정책연구에서 데이터 활용성 강화를 위한 기초 연구 (진대용)
- 2019-14 실내공기질 관리 및 개선을 위한 기초연구 (최현진)

- 2018년 2018-01 에너지 수요전망모형 개발 기초연구 (전호철)
- 2018-02 원자력발전소 해체에 따른 환경영향평가 도입 필요성 연구 (이영준)
- 2018-03 환경영향평가 환경정의 항목 개발을 위한 기초연구 (이상윤)
- 2018-04 조류충돌에 대한 환경영향평가 개선을 위한 기초연구 (이후승)
- 2018-05 드론을 이용한 대기환경 조사기법 분석과 적용을 위한 기초연구 (윤정호)
- 2018-06 서울 미세먼지(PM10) 농도의 시공간통계모형 활용방안 연구 (홍한음)
- 2018-07 소규모환경영향평가 제도 개선을 위한 기초연구: 도시개발과 재생에너지개발을 중심으로 (이상범)
- 2018-08 온실가스 배출량의 소득탄력성 추정 연구: 함수 계수 패널 분석방법을 중심으로 (전호철)
- 2018-09 환경영향평가 시 지진 안정성 평가 가이드라인 마련을 위한 기초연구 (권선용)
- 2018-10 대기 이미지를 활용한 미세먼지 오염도 추정 (진대용)
- 2018-11 한국의 녹색경제 진단(I): 녹색활동 및 경제운영시스템 (김중호)

- 2017년 2017-01 불확실성과 학습효과를 반영한 기후경제 모형 방법론 연구 (황인창)
- 2017-02 환경경제 분석에서 행위자 기반 모형의 활용방안 연구 (채여라, 정예민)
- 2017-03 인도 물관리 정책의 비교분석과 환경협력 확대 방향 (김익재)
- 2017-04 산림경영사업지의 개발용지 전환 사례조사 및 개선사항의 도출 (방상원)
- 2017-05 환경분야 빅데이터 수집방법 연구: 대기질 데이터를 중심으로 (한국진)
- 2017-06 에머지 방법론을 활용한 유역의 지속가능성 평가: 금강유역을 중심으로 (이승준)
- 2017-07 도시재생 활성화지역 노후건물의 재정비 시나리오별 환경적 지속가능성 평가를 위한 기초연구 (송지윤)
- 2017-08 Smart waste 및 환경정보 제공을 위한 주민참여형 애플리케이션 활용 연구 (이소라, 임혜숙)
- 2017-09 2차 생성 미세먼지 저감을 위한 암모니아 관리정책 마련 기초연구 (신동원)
- 2017-10 주요국가 환경정책 트렌드 분석연구 (명수정, 문현주, 신용승, 전호철)
- 2017-11 한국의 녹색경제지수 산정 (김중호)
- 2017-12 합성생물 관리방안 마련을 위한 국내외 연구동향 (오일찬)

- 2016년 2016-01 시스템과 네트워크 이론을 활용한 미래 환경정책 방향 연구 (이승준)
- 2016-02 공공자료 분석을 통한 친환경적 풍력에너지 개발 기초 연구 (김태윤)

- 2016-03 환경영향평가에서 활용 가능한 주민참여 방법 기초 연구 (이상운)
- 2016-04 자율주행 자동차의 친환경성 제고를 위한 기초 연구 (이승민)
- 2016-05 미래 고온환경 변화와 직종 간 임금격차 추정 (김동현)
- 2016-06 드론을 이용한 환경재난 사후대응 기술 및 연구동향 분석 연구 (손승우)
- 2016-07 건물부문의 환경부하 평가모형 개발을 위한 기초연구 (송지운)
- 2016-08 근지표환경 임계영역(Critical Zones)의 환경적 중요성과 환경 관리의 미래 이슈 (현윤정)
- 2016-09 시민과학의 자연환경조사 적용방안 연구 (김윤정)
- 2016-10 환경평가 자료의 공공서비스 지원을 위한 기초연구 (김태형)
- 2016-11 토지환경 분야의 지속가능발전목표(SDGs) 이행을 위한 정책방향 (명수정)
- 2016-12 건강영향평가 분야에서의 위해소통을 위한 리스크 테이블 제작 연구 (하종식)
- 2016-13 해외 환경정책 인벤토리 구축 연구: 환경전략/대기환경/물환경/국토자연/자원순환 부문 (조일현, 공성용, 한대호, 홍현정, 한상운)
- 2016-14 해외 환경정책 인벤토리 구축 연구: 환경평가 부문 (박하늘)
- 2016-15 해외 환경정책 인벤토리 구축 연구: 온실가스 감축 부문 (김이진, 간순영)
- 2016-16 지하수 개발사업의 환경영향평가 개선을 위한 기초연구 (김경호)
- 2016-17 토양자원 관리를 위한 전략환경영향평가 개선을 위한 기초연구: 도시개발사업을 중심으로 (양경)
- 2016-18 미세조류 바이오매스의 자원화 활용에 대한 연구: 바이오 (기능성)소재를 중심으로 (지민규)
- 2016-19 2016 국민환경의식조사 연구 (곽소윤)

사업보고서

- 2020년 2020-01 국가 리스크 관리를 위한 기후변화 적응역량 구축·평가: 극한기후 리스크의 경제적 분석 (채여라)
- 2020-02 동아시아 환경공동체 발전전략 개발 및 협력사업 (이현우)
- 2020-03-01 물환경 서비스와 물 인프라의 지속가능성 평가(VII) (류재나, 한혜진)
- 2020-03-02 물환경 서비스와 물 인프라의 지속가능성 평가(VII) [부록] (류재나, 한혜진)
- 2020-04 생물다양성협약 이행 지원 프로그램 기획·운영(VI) (김충기)
- 2020-05-01 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 지자체별 미세먼지 기여도 및 전환율 (KEI_PM2.5_CR_V2.0) (문난경)
- 2020-05-02 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 개발사업에 따른 생물 서식지의 질적 변화 II (전동준)
- 2020-05-03 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 낙동강권역 유역건전성 평가체계 마련 (박종윤)
- 2020-05-04 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 소음지도를 활용한 지역(도시)별 환경용량평가 (이병권)
- 2020-05-05 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 산업단지 개발사업 현황과

환경변화 분석 (최현진)

- 2020-06-01 [환경·경제 통합분석을 위한 환경가치 종합연구] 통합분석 시스템 구축 및 정책·사업 평가 (김현노)
- 2020-06-02 [환경·경제 통합분석을 위한 환경가치 종합연구] 부문별 영향평가 및 가치추정 (김현노)
- 2020-06-03 [별책부록] 2020 국민환경의식조사 (김현노)
- 2020-07 환경 빅데이터 분석 및 서비스 개발 IV (강성원)
- 2020-08-01 미세먼지 통합관리 전략 수립 연구 (심창섭)
- 2020-08-02 [별책부록] 미세먼지 통합관리를 위한 정책 지원 자료 구축 (심창섭)
- 2020-09 미세플라스틱의 건강 피해 저감 연구 (박정규)
- 2020-10-01 [북한 환경상태 조사 및 남북 환경협력사업 개발 연구] 종합보고서(Comprehensive Report) (강택구)
- 2020-10-02 [북한 환경상태 조사 및 남북 환경협력사업 개발 연구] 북한지역 환경오염원 현황 분석 및 남북환경협력 방안 - 대기오염을 중심으로 (명수정)
- 2020-10-03 [북한 환경상태 조사 및 남북 환경협력사업 개발 연구] 한강하구 상태평가 및 환경정보 공유 플랫폼 개발 연구 (김충기)
- 2020-10-04 [북한 환경상태 조사 및 남북 환경협력사업 개발 연구] DMZ 일원 개발사업 환경영향평가 방안 - 강원권 DMZ 및 접경지역을 중심으로(전동준)
- 2020-10-05 [북한 환경상태 조사 및 남북 환경협력사업 개발 연구] 북한 개발투자사업의 환경사회 세이프가드 구축 방안 (조공정)
- 2020-10-06 [북한 환경상태 조사 및 남북 환경협력사업 개발 연구] 북한 환경법제 입법 동향 및 DB 구축 (한상운)
- 2020-10-07 [북한 환경상태 조사 및 남북 환경협력사업 개발 연구] 위성영상 기반 북한 주요 지역 토지피복 현황 및 토지피복도 구축 (추장민)
- 2020-10-08 KEI 북한환경동향 2020년 (강택구)
- 2020-11-01 [녹색경제협동연구] 2020 녹색경제협동연구 사업보고서: 녹색경제협동연구 성과확산 (강형식)
- 2020-11-02 [녹색경제협동연구] 녹색경제 활성화를 위한 환경규제 개선방안(II) (김현노, 신동원)
- 2020-11-03 [녹색경제협동연구] 지속가능한 도시관리를 위한 스마트 축소 모형 연구(I) (박창석, 신지영)
- 2020-11-04 [녹색경제협동연구] 어린이 녹색생활환경 구축연구(II): 위해저감을 위한 녹색소비 이행전략 (정다운)
- 2019년 2019-01 동아시아 녹색전환을 위한 국제환경네트워크 구축 (이현우)
- 2019-02-01 [국가 리스크 관리를 위한 기후변화 적응역량 구축·평가] 데이터 기반 폭염 및 한파의 직간접 영향 분석 (채여라)
- 2019-02-02 [별책부록] 수요자의 인식을 고려한 리스크 커뮤니케이션 정책방안(II) (채여라)
- 2019-03-01 동아시아 환경공동체 발전전략 개발 및 협력사업 (김호석)
- 2019-03-02 KEI 북한환경동향 2019년 (김호석)
- 2019-04-01 물환경 서비스와 물 인프라의 지속가능성 평가(VI) (류재나, 김익재)
- 2019-04-02 물환경 서비스와 물 인프라의 지속가능성 평가(VI) [부록] (류재나, 김익재)
- 2019-05 생물다양성협약 이행 지원 프로그램 기획·운영(V) (김충기)

- 2019-06-01 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 선박 및 발전시설의 미세먼지 기여도 분석 (문난경)
- 2019-06-02 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 개발사업 입지 적정성 평가를 위한 발암성 대기오염물질의 현황 및 배출원 특성 분석 (김유미)
- 2019-06-03 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 개발사업에 따른 생물서식지의 질적 변화 (전동준)
- 2019-06-04 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 한강권역 유역건전성 평가 체계 마련 (박종윤)
- 2019-06-05 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 소음지도를 활용한 지역(도시)별 환경용량평가 (이병권)
- 2019-06-06 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 주요 재생에너지원별 현황 및 환경적 가용 입지 분석 (이영준)
- 2019-07-01 환경·경제 통합분석을 위한 환경가치 종합연구 (김현노)
- 2019-07-02 [별책부록] 2019 국민환경의식조사 (김현노)
- 2019-08 환경 빅데이터 분석 및 서비스 개발 III (강성원)
- 2019-09 미세먼지 통합관리 전략 수립 연구 (심창섭)
- 2019-10 미세플라스틱의 건강 피해 저감 연구 (박정규)
- 2019-11-01 [녹색경제협동연구] 녹색경제협동연구 성과확산 (현윤정)
- 2019-11-02 [녹색경제협동연구] 녹색경제 활성화를 위한 환경규제 개선방안 (김현노)
- 2019-11-03 [녹색경제협동연구] 어린이 녹색생활환경 구축 연구(I): 위해저감 및 녹색 소비 방안을 중심으로 (정다운)
- 2019-11-04 [녹색경제협동연구] 글로벌 녹색전환 네트워크 구축 (김호석)

- 2018년 2018-01 국가 리스크 관리를 위한 기후변화 적응역량 구축·평가: 체감형 적응을 위한 데이터 기반 기후변화 리스크 대응체계 구축(II) (채여라)
- 2018-02-01 동아시아 환경공동체 발전전략 개발 및 협력사업 (이현우)
- 2018-02-02 환경거버넌스 강화를 위한 공공참여제도 한중 비교연구 (김태현)
- 2018-02-03 KEI 북한환경동향 2018년 (이현우)
- 2018-02-04 KEI 일대일로포럼 자료집 (이현우)
- 2018-03 물환경 서비스와 물 인프라의 지속가능성 평가(V) (류재나, 황상일)
- 2018-04 생물다양성협약 이행 지원 프로그램 기획·운영 (황상일)
- 2018-05-01 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 지자체별 오염원별·물질별 미세먼지 기여도 및 전환율 산정 (문난경)
- 2018-05-02 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 유해대기오염물질 평가를 위한 모델링 기반 구축 (문난경)
- 2018-05-03 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 토석채취사업의 현황 및 개발 적정성 분석 (이영준)

- 2018-05-04 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 도시화에 따른 유역건전성 평가 체계 개발(금강수계를 중심으로) (박종윤)
- 2018-05-05 [환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영] 육상태양광발전사업 현황과 환경적 고찰 (박종윤)
- 2018-06-01 [환경·경제 통합분석을 위한 환경가치 종합연구] 환경·경제 통합분석 시스템 구축 (안소은)
- 2018-06-02 [환경·경제 통합분석을 위한 환경가치 종합연구] 부문별 영향평가 및 가치추정 (안소은)
- 2018-06-03 [별책부록] 2018 국민환경의식조사 (안소은)
- 2018-07 원전사고 대응 재생계획 수립방안 연구(3): 중장기대응방안을 중심으로 (조공장)
- 2018-08 환경 빅데이터 분석 및 서비스 개발 II (강성원)
- 2018-09 미세먼지 통합관리 전략 수립 연구 (주현수)
- 2018-10-01 [녹색경제협동연구] 2018 녹색경제협동연구 사업보고서 (안종호)
- 2018-10-02 [녹색경제협동연구] 한국 제조업의 환경경제효율성 분석 (김종호)
- 2018-10-03 [녹색경제협동연구] 녹색경제 전환을 위한 지속가능한 환경재정 구축 방안: 지속가능발전을 반영한 환경재정 개편 방향 (김호석)
- 2018-10-04 [녹색경제협동연구] 환경기반시설·사업 투자의 타당성·효과성 평가사업(II) (문현주)
- 2018-10-05 [녹색경제협동연구] 국가 친환경 에너지전환 추진을 위한 총괄연구 (이상엽)
- 2018-10-06 [녹색경제협동연구] 녹색사회로의 전환을 위한 정책평가 기반마련 연구: 개발사업의 사회영향 모니터링을 중심으로 (신용승, 조공장)
- 2018-11 농촌지역 환경복지 증진을 위한 가축매몰지 피해 관리방안 연구(III) (황상일, 현윤정)
-
- 2017년 2017-01 물환경 서비스와 물 인프라의 지속가능성 평가(IV) (류재나, 강형식)
- 2017-02 빅데이터를 이용한 대기오염의 건강영향 평가 및 피해비용 추정(III) (안소은)
- 2017-03 생물다양성협약 이행·지원 프로그램 기획·운영(III) (황상일)
- 2017-04 환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영 (문난경, 이영준, 박종윤)
- 2017-05-01 환경·경제 통합분석을 위한 환경가치 종합연구 (안소은)
- 2017-05-02 [환경·경제 통합분석을 위한 환경가치 종합연구] 부문별 영향평가 및 가치 추정 (안소은)
- 2017-05-03 [별책부록] 2017 국민환경의식조사 (안소은)
- 2017-06 원전사고 대응 재생계획 수립방안 연구(2): 비상대응계획을 중심으로 (조공장)
- 2017-07 환경 빅데이터 분석 및 서비스 개발 (강성원)
- 2017-08-01 [녹색경제협동연구] 녹색경제 성과확산 (공성용)
- 2017-08-02 [녹색경제협동연구] 환경기반시설 사업·투자의 타당성·효과성 평가사업 (I) (문현주)
- 2017-08-03 [녹색경제협동연구] 환경유해보조금 추계 및 개편방향 연구: 화석연료보조금을 중심으로 (김종호)
- 2017-08-04 [녹색경제협동연구] 사회적 경제를 활용한 친환경 소비 확산방안 (김동현)
- 2017-08-05 [녹색경제협동연구] 자연해택 평가를 통한 지역경제 활성화 방안(II) (김충기)
- 2017-08-06 [녹색경제협동연구] 메공유역의 기후변화 대응 식량안보와 지속가능한 물관리 정책 연구 (강상인)
- 2017-09 농촌지역 환경복지 증진을 위한 가축매몰지 피해 관리방안 연구(II) (황상일, 현윤정)
- 2017-10 석탄화력발전 연료대체 시나리오별 환경·건강영향 분석 (주현수)

- 2017-11 어린이 환경건강 관리 개선방안 연구 (정다운)
- 2017-12 저탄소·친환경 전원 기반 마련에 따른 전기요금 개편의 국민수용성 제고를 위한 효과적 소통 방안 (이승준)
- 2017-13 국가 리스크 관리를 위한 기후변화 적응역량 구축·평가 (채여라)
- 2017-14-01 (총괄) 동아시아 환경공동체 성과 확산 (추장민)
- 2017-14-02 지속가능한 동시베리아 지역공동체 발전전략 연구 (강상인)
- 2017-14-03 환경거버넌스 강화를 위한 공공참여제도 한·중 비교연구 (정우현, 이정석)
- 2017-14-04 동북아 국제정세 변화에 대응한 지역 환경협력 추진전략 (추장민)
- 2017-14-05 KEI 북한환경동향 2017년 (추장민)

- 2016년 2016-01-01 기후환경 대응역량 평가체계 구축 (채여라)
- 2016-01-02 기후변화에 따른 국가 리스크 정량화 연구(Ⅲ): 연안시스템을 중심으로 (조광우)
- 2016-02 개발사업의 소음모니터링 분석과 개선방안 (선태성)
- 2016-03 온실가스 감축정책 평가를 위한 환경경제모형 개발·운용(Ⅲ) (강성원, 박창석)
- 2016-04-01 한중일 3국의 환경투자가 산업에 미치는 영향 비교분석 및 환경산업 활성화 방안 연구 (이정석)
- 2016-04-02 통일 대비 북한지역 자연재해 대응을 위한 자료 구축과 남북협력 방안 연구(I) (강택구)
- 2016-05 물환경 서비스와 물 인프라의 지속가능성 평가(Ⅲ) (강형식)
- 2016-06 빅데이터를 이용한 대기오염의 건강영향 평가 및 피해비용 추정(II) (안소은)
- 2016-07 셋강 관리 및 이용 활성화 방안 연구(II) (강형식)
- 2016-08 생물다양성협약 이행 지원 프로그램 기획·운영 (이현우)
- 2016-09 환경평가 지원을 위한 지역 환경현황 분석 시스템 구축 및 운영 (문난경)
- 2016-10 환경·경제 통합분석을 위한 환경가치 종합연구 (이창훈)
- 2016-11 원전사고 대응 재생계획 수립방안 연구(1): 후쿠시마 원전사고의 중장기 모니터링에 기반하여 (조공장)
- 2016-12-01 [녹색경제협동연구] 2016 녹색경제협동연구 사업보고서 (이창훈)
- 2016-12-02 [녹색경제협동연구] 녹색경제 평가를 위한 지표체계 개발 (김종호)
- 2016-12-03 [녹색경제협동연구] 친환경적 태도·행동 분석 모형 구축을 통한 친환경소비 활성화 방안 연구 (곽소윤)
- 2016-12-04 [녹색경제협동연구] 자연해택평가를 통한 지역경제 활성화(I) (김중기)
- 2016-12-05 [녹색경제협동연구] 아태지역 녹색경제 이행과 메콩유역 농업부문 융합혁신 전략 연구 (강상인)
- 2016-13 농촌지역 환경복지 증진을 위한 가축매몰지 피해 관리방안 연구 (황상일)
- 2016-14 대도시지역의 극한 홍수로 인한 복합영향 매커니즘 분석 (채여라)

※ KEI 설립 이후 현재까지의 보고서 원문은 KEI 홈페이지(www.kei.re.kr)에서 보실 수 있습니다.

본 책자는 환경표지 인증을 받은
용지로 인쇄되었습니다.

순환경제 이행 진단을 위한 통합 평가지표 개발 및 활용방안 구축

Development and Utilization of Monitoring Indicators
for Assessing the Transition towards a Circular Economy

KEI  한국환경정책·평가연구원
Korea Environment Institute

30147 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 B동(과학·인프라동) 8~11층
TEL. 044-415-7777 FAX. 044-415-7799 <http://www.kei.re.kr>

