

순환경제가 가져올 기회와 도전과제: 전망과 중장기 전략

여영준 부연구위원(혁신성장그룹)

시스템적 관점으로 바라본 순환경제 구조와 개념화

◇ 순환경제는 생산, 소비, 그리고 폐기 단계로 이어지는 선형적 시스템이 아닌 생산, 유통, 소비, 수거, 재활용 및 재제조 등으로 이어지는 순환적 생산 시스템으로의 근본적 전환과 제품 재사용, 제품 공유 및 책임감 있는 소비 등 수요 측면 변화도 함께 포괄하는 개념

◇ 시스템적 사고 바탕, 순환경제 정책분석을 위해 고려해야 할 주요 구조적 동인을 식별하고 순환경제를 구성하는 주요 동인 간 상호작용을 모사하면 [그림 1]과 같이 제시할 수 있음

• 순환경제의 다양한 측면을 포착할 수 있는 포괄적인 분석틀이 부재하다는 점에 착안, 순환 경제 시스템을 구성하는 다양한 요소(변수)들의 동태적이고 역동적 상호작용을 인과지도 (Causal Loop Diagram, CLD) 형태로 묘사*

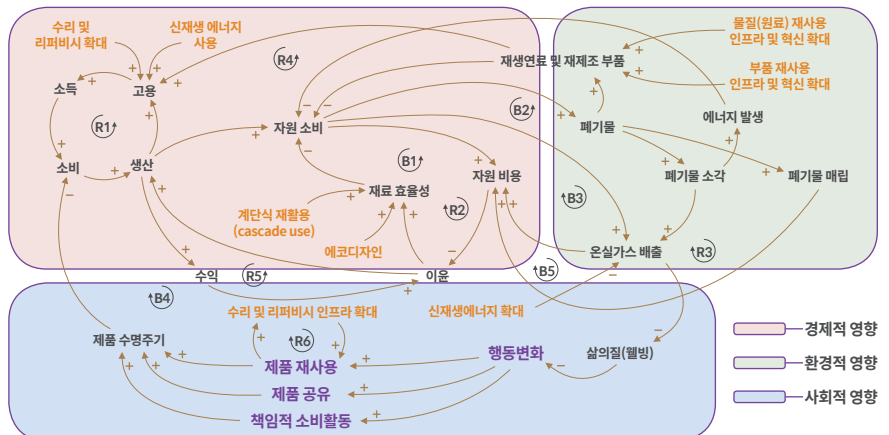
- 순환경제 전략 이행에 따른 경제사회 구조 변동 파악을 위해, 국내외 주요 선행연구를 고찰해 주요 변수 간 상호작용을 묘사함

* Bassi et al.(2021), Moreno et al.(2019), Rizos et al.(2017), Winning et al.(2017), EC(2018) 등 고찰 및 참고

* 변수 A에서 변수 B로의 인과관계는, A의 변화가 같은 방향으로 B의 변화를 가져오는 경우 양(+)의 관계로 표현, A의 변화가 반대 방향으로 B의 변화를 가져오는 경우 음(-)의 관계로 표현하게 됨, 그리고, 강화피드백 루프는 변화를 증폭시키는 구간을 의미하고 'R'로 표기, 더불어, 변화를 상쇄하고 감소시키는 루프는 'B'로 표기

- 인과지도를 살펴보면, 생산량 증가로 인한 자원 소비 증가, 이에 따른 1) 전반적인 생산비용 증가(균형루프 B1), 2) 폐기물 발생 증가(균형루프 B3), 3) 대기 배출량 증가(균형루프 B5) 등 피드백 루프 구조가 소비-생산 증가에 따른 규모효과 강화 루프를 부분적으로 상쇄하는 균형루프를 형성함을 확인

[그림 1] 순환경제 이행전략의 동태적 구조 파악을 위한 인과지도 수립*



* 주황색 변수: 공급 부문에 대한 정책적 개입; 보라색 변수: 수요 부문에 대한 정책적 개입

- 이때, 물질(원료)/부품 재사용 인프라 구축을 위한 투자 확대와 관련 혁신활동 지원 등과 같은 순환경제 전략을 도입하게 되면, 대량생산·대량소비·대량폐기 등에 따른 부작용을 해소할 수 있음
- 물질(원료)/부품재사용인프라 구축을 위한 투자 확대와 관련 혁신활동 지원은 산업 전반에 재생연료 및 재제조 부품 확산을 이끌고, 이를 통해 매립 및 소각으로 유입되는 폐기물량을 줄여 자원소비 억제, 생산비용 감소, 그리고 온실가스 배출 및 오염 감소로 이어지는 파급경로를 형성할 수 있음(이해(균형루프 B2))
- 물질(원료)/부품 재사용 인프라 구축 위한 투자 확대와 관련 혁신활동 지원은 산업 간 연관 관계 등을 바탕으로, 전후방 산업(예, 수리·리퍼비시 관련 산업, 신재생에너지 산업 등)의 성장과 고용 확대를 견인해, 규모효과 증대를 이끌 수 있음(강화루프 R4)
- 더불어, 계단식 재활용(cascade use)과 에코디자인 확대 등을 바탕으로, 자원/재료 투입 효율성 증대를 도모하게 되면, 자원소비 억제, 폐기물 배출감소로 이어지는 파급경로를 형성해, 규모효과에 따른 이익을 확대할 수 있음(강화루프 R2, 강화루프 R3)
- 나아가, 수요 측면(소비자)에 있어서 행동변화 유도를 바탕으로, 제품 재사용, 제품 공유, 책임적 소비활동 등을 진작하게 되면, 제품 수명주기 연장을 촉진해 소비활동을 억제할 수도 있으나(균형루프 B4), 재사용 및 제품 공유에 따른 관련 산업 부문 확장과 그에 따른 경제적 이익 확대(강화루프 R6)와 같은 반동 효과를 함께 일으킬 수 있음을 시사

[표1] 순환경제 이행전략의 인과지도 내 주요 파급경로 탐색

피드백 루프	특징	구성 변수 간 관계
강화루프 R1	생산-소비 간 선순환 형성에 따른 경제규모 확장	소득 → 소비(+) → 생산(+) → 고용(+) → 소득(+)
강화루프 R2	자원 투입 효율성 증대에 따른 자원 소비 억제	자원소비 → 자원비용(+) → 산업 부문 생산이윤(-) → 재료 투입 효율성(+) → 자원소비(-) (효율성이 떨어지면 자원소비가 확대되는 강화루프이기도 함)
강화루프 R3	자원 투입 효율성 증대에 따른 폐기물 발생 억제	폐기물 매립 → 자원비용(+) → 산업 부문 생산이윤(-) → 재료 투입 효율성(+) → 자원소비(-) → 폐기물 배출(+) → 폐기물 매립(+)
강화루프 R4	재생연료 및 재제조 부품 확산에 따른 간접적 파급효과	물질(원료)/부품 재사용 인프라 투자 및 혁신 확대 → 재생연료 및 재제조 부품(+) → 고용(+) → 소득(+) → 소비(+) → 생산(+) → 자원소비(+) → 폐기물 배출(+) → 재생연료 및 재제조 부품(+)
강화루프 R5	생산 확대에 따른 이윤 창출 선순환	산업 부문 생산 → 수익(+) → 이윤(+) → 생산(+)
강화루프 R6	소비자 행동변화에 따른 관련 산업 및 인프라 확대	제품 재사용 → 수리 및 리퍼비시 인프라 확대(+) → 제품 재사용(+)
균형루프 B1	자원 소비 증가 및 전반적인 생산비용 증가	산업 부문 생산 → 자원소비(+) → 자원비용(+) → 산업 부문 생산이윤(-) → 산업 부문 생산(+)
균형루프 B2	재생연료 및 재제조 부품 확산에 따른 자원소비 억제	물질(원료)/부품 재사용 인프라 투자 및 혁신 확대 → 재생연료 및 재제조 부품(+) → 자원소비(-) → 폐기물 배출(+) → 재생연료 및 재제조 부품(+)
균형루프 B3	생산량 증가로 인한 폐기물 발생 증가	폐기물 매립 → 자원비용(+) → 산업 부문 생산이윤(-) → 산업 부문 생산(+) → 자원소비(+) → 폐기물 배출(+) → 폐기물 매립(+)
균형루프 B4	제품 수명주기 증대에 따른 소비 억제	소비 → 산업 부문 생산(+) → 자원소비(+) → 온실가스 배출(+) → 삶의 질(-) → 행동 변화(-) → 제품 재사용/제품 공유/책임적 소비활동(+) → 제품 수명주기(+) → 소비(-)
균형루프 B5	생산량 증가로 인한 온실가스 배출 증가	자원소비 → 폐기물 배출(+) → 폐기물 소각(+) → 온실가스 배출(+) → 자원비용(+) → 산업 부문 생산이윤(-) → 산업 부문 생산(+)

순환경제로의 이행에 따른 경제적 영향 전망: 생산·부가가치·취업유발효과

◇ 시스템적 관점으로 살펴본, 순환경제 이행전략의 동태적 구조에 대한 이해를 바탕으로, 우리나라 산업 간 관계와 경제·산업구조 특성 등이 반영된 순환경제 특화 산업연관표를 구축·활용하여 순환경제 전략별 중장기 영향을 분석하고자 함

- [그림 1]에서 경제적 측면에 초점을 맞춰, 순환경제 이행전략 도입(1.再生资源 활용 확대, 2.再生资源 활용 확대 및 관련 R&D 지원, 3.재제조 활용 확대, 4.재제조 활용 확대 및 관련 R&D 지원)에 따른 경제적 파급효과를 산출하고자 함¹⁾

- 순환경제 관련 산업을 명시적으로 분석에 고려하며, 2050년 기준 생산유발효과와 부가가치 유발효과 등을 정량적으로 예측하고자 함

- (시나리오 A) 순환경제 주요 전략 산업군으로 도출된, 석유제품 제조업, 화학제품 제조업, 1차금속 제조업에서, 물질(원료) 재사용 인프라 및 관련 R&D 투자(지원) 확대를 바탕으로, 순환경제 실현이 촉진됨을 가정

- (시나리오 B) 주요 전략 산업군으로 도출된, 컴퓨터·전자기기 제조업, 전기장비 제조업, 운송장비 제조업에서 부품 재사용 인프라 투자 및 관련 혁신 지원 확대를 바탕으로, 순환경제 실현이 촉진됨을 가정

- (시나리오 C) 시나리오 A와 시나리오 B가 통합된 시나리오로 구성*

* 시나리오 A, B, C에서는 주요 전략산업들이 'K-순환경제 이행계획'상 2050년 순환경제 목표를 달성한다고 가정

- 분석결과, 우리나라의 순환경제로의 이행을 통한 경제적 효과는 2050년까지 생산유발효과 측면에서는 약 482조원, 부가가치유발효과 측면에서는 약 292조원, 그리고 취업유발 효과 측면에서는 약 411만 개 일자리 창출효과를 형성할 것으로 예측됨 ([표 2] 참고)

- 순환경제로의 이행이 단순히 환경오염 및 자원고갈 문제에 대한 대응을 넘어, 성장잠재력을 확대하고 일자리 창출효과를 확대 견인할 수 있는 잠재성을 지니고 있음을 시사(현행유지 BAU 시나리오 대비 시나리오별 효과 분석)

[표 2] (2050년) 현행유지 시나리오(BAU) 대비 순환경제 전략 시나리오별 영향 전망

시나리오 명	시나리오 개요	생산유발효과 (백만 원)	부가가치유발효과 (백만 원)	취업유발효과 (명)
시나리오 A	SCN A-1 시나리오	물질(원료) 재사용 확대 427,596,490 (27.5%)*	263,560,830 (50.4%)	3,673,641 (44.8%)
	SCN A-2 시나리오	물질(원료) 재사용 확대 및 R&D 확대 435,164,897 (28.0%)	266,202,892 (50.9%)	3,718,970 (45.4%)
시나리오 B	SCN B-1 시나리오	부품 재사용/ 재제조 확대 440,058,542 (28.3%)	276,694,830 (52.9%)	3,878,773 (47.3%)
	SCN B-2 시나리오	부품 재사용/ 재제조 확대 및 R&D 확대 467,924,282 (30.1%)	288,618,431 (55.2%)	4,062,559 (49.6%)
시나리오 C	지속가능한 순환 시스템 실현 위한 통합적 전략 이행	481,768,263 (31.0%)	292,092,746 (55.9%)	4,108,147 (50.1%)

* 주) BAU 시나리오 대비 증가 수준

1) 주요 활용한 방법론적 접근 및 관련 설명은 "김은아·박성준·여영준·박주영·안진주(2022), 「순환경제 산업중장기 시나리오와 미래영향」, 『국회미래연구원 연구보고서』 22(09)."를 통해 확인 가능함

- 주요 전략산업 중심으로 재생연료 및 재제조 부품 사용을 촉진하기 위해서는, 폐자원 관리, 폐기물 에너지화, 재생용 가공원 및 재활용제품 제조 등과 같은 주요 자원순환 산업들의 성장이 필요한데, 이들 산업 중심으로서의 구조적 전환은 타 산업 규모효과나 부가가치 창출 잠재력을 훼손하기보다는 중장기적으로 순이익을 가져올 수 있음을 이해
- 우리나라 산업별 생산유발계수에서 자원순환 산업들이 기여하는 상대적 비중이 높음을 확인할 수 있으며, 특히 폐기물 및 폐자원 관리 산업의 생산유발계수가 타 산업에 비해 높은 수준임을 확인할 수 있음
- 이는, 해당 산업이 순환경제 전환에 따른 경제적 파급효과 형성에 중추적인 역할을 하며, 이들 자원순환 산업과 타 산업 간 연관관계가 복합적으로 영향을 끼쳐, 중장기 경제적 가치 창출에 긍정적 기여를 할 것으로 전망
- 더불어, 물질(원료) 재사용 및 부품 재사용/재제조 확대를 위한 R&D 투자 및 지원전략이 동반된 경우, 그렇지 않았을 때 대비 경제적 이득이 상대적으로 높게 형성됨을 확인
- 혁신전략이 동반된 물질순환성 향상 전략의 비교우위를 확인할 수 있음

순환경제로의 이행을 위한 전략과제와 시사점

◇ 순환경제 구조에 대한 개념적 이해와 순환경제로의 이행에 따른 경제적 영향 전망 등을 통해 다음과 같은 주요 전략과제를 제언함

- 시스템적 사고에 기반한 순환경제 이행전략의 통합성 강화
 - 순환경제의 개념이 매우 광범위하므로, 1) 부문(주요 산업 및 산업 간 관계), 2) 다양한 이해관계자(기업, 소비자, 정부 등), 3) 다층적 거버넌스(국가 및 지역 이니셔티브 및 관련 거버넌스)에 걸쳐, 지식 통합이 필요
 - 시스템적 사고 기반, 주요 전략이 경제사회 내 요소들과 어떠한 상호작용과 관계 역학을 형성하는지 살펴볼 필요가 있으며, 전략 개입에 따른 효과(영향) 평가시, 세 가지 범주(사회, 경제, 환경)를 통합하고, 시간 경과에 따른 결과(단기, 중기, 장기)를 제시할 필요
- 순환경제로의 이행에 따른 기회와 잠재적 취약 영역 고려를 통한 정책 재설계
 - 기존 생산방식에서 재생원료와 재사용 부품 이용을 높이는 방식으로서의 과정에서 기술 및 시설 투자 등으로 인한 생산비용 상승이 불가피함에 따라, 단기적으로 산업의 불안정성을 높일 수 있으며, 이는 생산-소비 간 선순환 형성고리를 제약할 수 있음*
 - * 재생원료/재제조 사용 제품에 대한 공공 조달을 통해 국가적 수요를 마련하고, 기업 간 연계를 활성화하여 재생원료/재제조 제품 생산과정 내 규모의 경제를 도모하는 등 노력이 필요하며, 소비자 인식과 행동변화를 이끄는 다양한 규제 및 인센티브를 바탕으로, 선순환 형성고리 제약 조건을 해소할 필요
 - 순환경제 활성화를 위해서는 폐기물 및 재활용 자원의 공급안정이 선제적으로 이루어져야 한다는 인식을 공유하고, 해당 자원/부품 공급자의 수익구조 재설계를 도모할 필요*
 - * 재생 원자재의 가격 보조, 세제 우대, 또는 조달 기준 수립, 순환경제를 진행하는데 필요한 비용을 사회 전체가 부담하는 논리의 정리와 합의, 수익구조 및 비즈니스 모델 재설계 지원 등을 이뤄낼 필요가 있음
 - 폐기물 에너지화, 재생용 가공원 및 재활용제품 제조, 폐기물 폐자원 관리를 전제로 하는 제품 개발과 회수·선별·재활용 기술 고도화 등을 포함한 저비용·고수준 자원순환을 뒷받침하는 R&D 투자 확대가 중장기적으로 이행될 필요*
 - * 순환경제로의 전환과정에 있어서 관련 기술혁신 활동을 촉진함과 동시에, 관련 R&D 산업의 자본집약화 등에 따른 가치창출 잠재력 약화 현상을 해소하기 위한 정책적 대안 마련 고민할 필요