

선형경제에서 순환경제로의 전환

김준수 · 전연수 · 전정혁 · §조재영

원광전력주식회사 기술연구소

Transition from Linear Economy to Circular Economy

Joon Soo Kim, Yun-Su Jun, Jung Hyuk Jun and §Jai Young Cho

Institute of Research and Development, Wongwang Electric Power Corporation

요 약

산업혁명 이후 인간의 대량생산과 과소비는 자원고갈, 환경오염, 폐기물발생 및 지구온난화 문제를 야기시키는데, 이는 물질제조와 사용 및 폐기를 반복하는 선형경제에서 기인 된 것이다. 선형경제의 문제점을 극복할 대안은 자원이용의 효율성향상을 통한 자원고갈문제 해결, 에너지효율 향상 및 대체에너지 개발에 의한 CO₂ 발생억제, 물질활용의 극대화 및 오염물질의 무해화, 제품의 재사용과 재활용 등을 통한 폐기물발생의 제로화를 기할 수 있는 유일한 방법인 순환경제로의 전환뿐이다. 순환경제는 사용 후 제품의 폐기보다 재생 및 재활용이 가능케하여 상호연결고리 안에서 반복사용함으로써, 생산 후 판매에만 그치지 않고 실질적인 가치와 편익이 대부분 다시 창출되는 사용 및 회수까지의 가치사슬을 확장하는 경제개념이다. 이를 이루기 위해서는 순환경제로 혁신적인 변환의 절실함을 깊이 인식하여, 지구생태계 보호 및 지속가능한 성장에 필요한 새로운 비즈니스모델을 제시한 다음 현실화화 시켜야 한다. 그리고 전술한 내용의 순환경제로의 전환은 필요성 인식, 성공적인 달성방안 및 방법확립, 다양한 비즈니스모델의 실현, 구체적인 우위기술 확보 및 정책적인 지원이 수반되어야 가능할 것이다.

주제어 : 선형경제, 순환경제, 비즈니스모델, 혁신기술, 지원정책

Abstract

Currently, there is a drain of natural resources, environmental contamination, generation of waste, and problems of the earth's climate by CO₂ emissions according to mass production and overconsumption of mankind. It is effectuated by a linear economy that involves manufacturing products, use, and waste repeatedly; there is no guarantee in the lives of humans and the future of the globe if we do not find alternative proposals. For a sustainable developing society and to overcome the present global problems, we must successively change to a circular economy from a linear economy. The circular economy has the concept of an extended value chain in recovery, reuse, remanufacturing, and recycling, instead of discarding after the use of manufactured goods. New business models of circular economy have been realized to save the earth ecology and sustainable developing society in serious recognition of the linear economy system. New business models are established by creating a vision and developing a program, and by renovating technology, law, and financial support through a worldwide government policy.

Key words : linear economy, circular economy, business model, renovating technology, supported policy

· Received : May 3, 2021 · Revised : May 21, 2021 · Accepted : May 25, 2021

§ Corresponding Author : Jai Young Cho (E-mail : pra0200@naver.com)

Institute of Research and Development, Wongwang Electric Power Corporation, 243, Haenamhwasan-ro, Haenam-eup, Haenam-gun, Jeollanam-do 59046, Korea

©The Korean Institute of Resources Recycling. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 머리말

산업혁명 이후 인간의 대량생산과 소비풍조는 자원고갈, 환경오염, 폐기물발생 및 지구온난화 문제를 야기시키는데, 이는 물질 제조, 사용 및 폐기를 반복하는 선형경제에 기인된 것으로서 이를 극복할 대안을 찾지 못하면, 인간의 삶과 지구의 미래는 보장되지 못할 것이다. 선형경제의 문제점을 극복할 대안은 자원이용의 효율성 향상을 통한 자원고갈문제 해결, 에너지효율 향상 및 대체에너지 개발에 의한 CO₂ 발생억제, 물질활용의 극대화 및 오염물질의 무해화, 제품의 재사용과 재활용을 통한 폐기물발생의 제로화를 기할 수 있는 유일한 방법인 순환경제로의 전환본임을 Lacy^{1,2)} 등은 주장하였다.

순환경제는 사용 후 제품의 폐기보다는 재생/재활용이 가능케하여 상호 연결고리 안에서 반복사용함으로써 생산 후 판매에만 그치지 않고 실질적인 가치와 편익이 대부분 다시 창출되는 사용 및 회수까지의 가치사슬을 확장하는 경제개념으로서, 순환경제에서 자원은 희소하고 무한한 가치가 있으므로 기업들은 품질이나 가치를 상실하지 않게 하여 최대한 자원을 이용하려는 혁신적인 프레임워크의 사고전환이 이루어져야 한다는 점이다. 순환경제로의 전환을 이루기 위해서는 심각한 선형경제의 문제점을 파악하고 순환경제로 혁신적인 변환의 절실함을 깊이 인식하여 지구생태계 보호 및 지속가능한 성장에 필요한 새로운 비즈니스모델이 요구된다. 또한 순환경제 확립에 적합하고 근본적인 해결책의 하나로 청색경제를 Pauli³⁾는 2010년에 이미 제안한 바 있다. 그리고 순환경제의 비즈니스는 다양한 방법이 있겠지만, Lacy¹⁾ 등에 의하면 주요한 모델은 순환공급, 수거(회수) 및 재활용, 제품수명연장, 공유플랫폼과 Product as a Service(PaaS) 비즈니스모델로서, 자세하고 구체적인 내용은 본문 중에 기술하였다. 이와 같은 순환경제 구축을 위한 종합적인 새로운 비즈니스모델은 자원이 부족한 미래를 대비하도록 할 뿐 아니라, 완전히 새로운 방식으로 고객 행동과 수요를 이해할 수 있도록 도우며 단기적으로 경쟁우위를 제공함으로써 순환경제로의 전환구축이 가능하게 할 것이다.

순환경제의 성공에 필요한 동력공급을 위해서는 광범위한 내용의 청색기술과 3종류의 큰 카테고리인 디지털(정보통신)기술, 엔지니어링(과학)기술 및 하이브리드(혼합)기술이 필요한데, 이들의 상세한 10가지 핵심기술은

모바일과 사물통신, 클라우드컴퓨팅, 소셜네트워크, 빅데이터분석, 모듈디자인, 첨단재활용, 생명과학과 재료과학, 추적/회수시스템 및 3D프린팅기술로 재분류 가능한바, 이 기술들의 성공적인 정착이 순환경제로의 전환을 가능하게 할 것이다¹⁾.

순환경제로의 전환에 주요한 장벽은 재활용물질의 불규칙한 품질, 순환적 사고가 결여된 제품설계, 빨리 구형이 되는 제품에 의존하는 가치사슬, 선형경제방식의 성장독려와 평가, 기존제품을 추적하고 통제하는 수단의 부족 및 자원회수의 인프라부족 등을 들 수 있다. 이를 극복하기 위해서는 정부의 법률 및 정책지원, 새로운 차원의 기술개발, 지속적인 재정투자 및 소비자 인식전환의 시스템적인 접근이 필요하다. 이는 대대적인 시스템변화에 관한 문제로서 먼저 정치적 비전형성이 매우 중요하고, 정책, 규제 및 이슈 평가의 유용한 프레임워크의 활용이 바람직하며, 구체적인 정책추진의 핵심내용은 ‘노동에서 자원으로의 과세이동’, ‘생산자책임제도의 실행’, ‘글로벌제품의 패스포트제도’의 도입 등으로서 다양한 유인책이 시행되어야 순환경제로의 전환이 가능할 것이다.

전술한 내용의 순환경제로 전환의 필요성 인식, 성공적인 달성방안 및 방법확립, 다양한 비즈니스모델의 실현, 구체적인 순환경제 우위기술 확보 및 정책적인 지원이 수반되어야 전환이 가능함을 알 수 있다.

2. 순환경제의 정의 및 개념

2.1. 선형경제(Linear Economy)와 순환경제(Circular Economy)의 차이

선형경제는 “천연자원의 채취에서 제조, 사용 및 폐기에 이르는 일련의 과정”을 거치는 재활용 개념을 무시한 것이나, 순환경제는 “천연자원의 채취에서 제조, 재사용, 재제조 및 재활용에 이르는 일련의 과정”을 반복하는 설계단계에서부터 재생 및 순환사용을 특징으로 한다.

2.2. 순환경제와 청색기술

녹색기술(Green Technology)은 자원의 효율적인 사용과 환경친화적인 기술개발에 중점을 두어 폐기물 발행의 억제 축소와 일부 재활용 할 수 있는 기술개발을 중요 부분으로 하여 자원고갈 기간 및 지구온난화 시기의 연장 기술개발에 특징이 있다. 그러나, 이인식⁴⁾이 처음으로 제안한

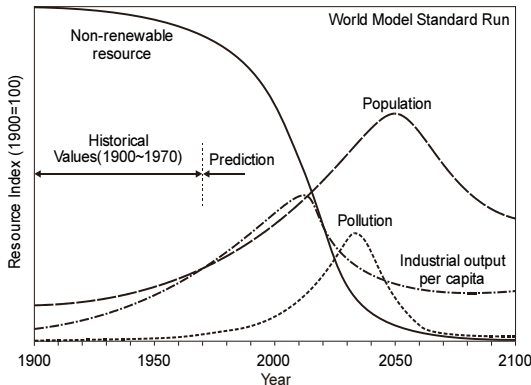


Fig. 1. World model standard run of the future predicted by D.H. Meadows et al.⁵⁾.

청색기술(Blue Technology)은 자연의 오랜 연구개발 과정에서 살아남은 생물의 구조와 기능, 생태계 순환과정을 연구하여 경제적 효율이 뛰어나면서도 자연 친화적인 물질을 창조하려는 융합기술 개념으로 정의된다. 이를 순환경제 측면에서 볼 때는 자원고갈, 환경오염 및 CO₂ 발생문제의 근원적인 해결(탄소 중립화)과 순환경제 확립을 위한 가용자원의 한계를 극복함으로써 자원의 가치사슬을 극대화시킬 수 있는 새로운 무한 재활용기술, 즉, 생태 물질자원의 특징을 활용한 새로운 개념의 제품개발과 순환재활용에 의한 지속가능한 발전사회(Sustainable Developing Society) 구축에 필요한 기술로도 설명될 수 있다.

3. 선형경제의 문제 및 개선방향

3.1. 선형경제의 문제점

산업혁명 이후 오늘날 전 세계는 대량생산에 의한 과소비로 인해 자원고갈, 환경파괴 및 지구온난화 문제야말로 인류의 삶과 지구의 미래가 얽혀있다. Fig. 1은 Meadows 등⁵⁾이 인구증가, 산업생산, 환경오염 및 자원고갈의 상관관계를 나타낸 것으로서, 그림에서 알 수 있는 바와 같이 선형경제의 문제점을 해결하지 못한다면, 성장위기와 더불어 지구온난화 문제야기 및 지구생태계 파괴로 지구종말이 우려된다.

3.2. 자원수급의 불균형

지금과 같은 산업사회는 자원수급의 불균형, 가격상승 및 주요자원의 수명단축에 따른 선형경제모델의 종언을

가져오고, 이는 가용자원의 한계와 지속가능한 성장사회의 불가능으로 인한 인간생존 문제를 야기시킨다. Table 1은 Meadows⁶⁾ 등이 산업성장에 따른 주요자원의 매장량과 가용자원의 한계를 표시한 것으로서, 표에서 볼 수 있는 바와 같이 확인 매장량의 경우 가용변수가 불과 수십년 이내로 성장한계가 예측되는바 이에 대한 대책마련이 절실히 요구된다.

또한 Table 2는 Meadows⁷⁾ 등이 1972년에 기 발표한 자료를 30년 후에 개정하여 8개 금속광물의 확인된 매장량과 기대수명을 나타낸 것으로서, 자원고갈의 문제와 더불어 다시 한번 성장한계를 지적하였다.

3.3. 선형경제의 개선방향

전술한 바와 같이 선형경제는 자원고갈, 환경오염 및 과도한 CO₂ 발생에 의한 지구온난화 문제를 야기시켜 성장위기를 가져오는데, 그중에서도 화석에너지에 의한 과도한 CO₂ 발생은 지구생태계를 파괴하므로 반드시 해결책을 찾아야 한다. Fig. 2는 주요 산업분야, 발생원 및 년도별 CO₂ 발생량과 가중치를 나타내었고, Fig. 3은 그에 따른 년도별 지구표면 상승온도를 유럽의 경우를 예로들어 나타내었다.

그림에서 알 수 있는 바와 같이, CO₂ 주 발생원은 전력생산 및 교통편의 분야이고, 이에 따른 2000년 이후 지구표면의 온도 상승은 매우 급격히 이루어짐을 알 수 있었다. 그러므로 이를 해결하기 위해 CO₂ 발생원제어 및 폐기물발생 제로화가 가능한 순환경제로의 전환만이 해답임을 알 수 있다.

4. 순환경제의 시작 및 우위

4.1. 21세기 변화 물질 및 순환경제의 태동

2006년 Stahel¹⁰⁾은 Performance Economy이란 저서에서 경제성장을 자원소비로부터 분리시킬 것을 제안하며 비즈니스모델의 혁신만이 성장의 핵심임을 주장하였다. 그리고 2010년 청색경제란 저서를 통하여 Pauli³⁾는 ‘기업이 자신의 핵심비즈니스를 초월하는 시각의 확보와 자연생태계 및 에너지/자원흐름에서 영감을 얻어 새로운 첨단 제품개발’, 또는 폐기물에서 새로운 가치창출이 환경보호와 자원절약에 획기적으로 기여할 수 있음을 최대 400년 수명의 Mineral Paper 사용의 경우를 예로들어 설명하였

Table 1. Nonrenewable natural resources⁶⁾

Resource	Known Global Reserves	Static Index (years)	Projected Rate of Growth (% per year)			Exponential Index (years)	Exponential Index Calculated Using 5 Times Known Reserves (years)
			High	Av.	Low		
Aluminum	1.17×10 ⁹ tons	100	7.7	6.4	5.1	31	55
Chromium	7.75×10 ⁸ tons	420	3.3	2.6	2.0	95	154
Coal	5×10 ¹² tons	2300	5.6	4.1	3.0	111	150
Cobalt	4.8×10 ⁹ lbs	110	2.0	1.5	1.0	60	148
Copper	308×10 ⁶ tons	36	5.8	4.6	3.4	21	48
Gold	353×10 ⁶ troy oz	11	4.8	4.1	3.4	9	29
Iron	1×10 ¹¹ tons	240	2.3	1.8	1.3	93	173
Lead	91×10 ⁶ tons	26	2.4	2.0	1.7	21	64
Manganese	8×10 ⁸ tons	97	3.5	2.9	2.4	46	94
Mercury	3.34×10 ⁶ flasks	13	3.1	2.6	2.2	13	41
Molybdenum	1.08×10 ⁹ lbs	79	5.0	4.5	1.0	34	65
Natural Gas	1.14×10 ¹⁵ cu ft	38	5.5	4.7	3.9	22	49
Nickel	147×10 ⁹ lbs	150	4.0	3.4	2.8	53	96
Petroleum	455×10 ⁹ bbls	31	4.9	3.9	2.9	20	50
Platinum Group	429×10 ⁶ troy oz	130	4.5	3.8	3.1	47	85
Silver	5.5×10 ⁹ troy oz	16	4.0	2.7	1.5	13	42
Tin	4.3×10 ⁶ lg tons	17	2.3	1.1	0	15	61
Tungsten	2.9×10 ⁹ lbs	40	2.9	2.5	2.1	28	72
Zinc	123×10 ⁶ tons	23	3.3	2.9	2.5	18	50

Table 2. Life expectancies of identified reserves for eight metals⁷⁾

Metal	Annual production 1997-99 average	Annual growth in production 1975-99 average	1999 Identified reserves	Life expectancy of identified reserves at annual growth in production of 2% per year	Resource base	Life expectancy of resource base at annual growth in production of 2% per year
	million (10 ⁶) metric tons per year	percent per year	billion (10 ⁹) metric tons	year	trillion (10 ¹²) metric tons	year
Bauxite	124	2.9	25	81	2,000,000	1,070
Copper	12	3.4	0.34	22	1,500	740
Iron	560	0.5	74,000	65	1,400,000	890
Lead	3.1	-0.5	0.064	17	290	610
Nickel	1.1	1.6	0.046	30	2.1	530
Silver	0.016	3.0	0.00028	15	1.8	730
Tin	0.21	-0.5	0.008	28	40.8	760
Zinc	0.8	1.9	0.19	20	2,200	780

This table illustrates the enormous gap between identified reserves and the resource base. Identified reserves are currently known and expected to be mined with available technology and current prices. The resource base is the total amount believed to be present in the earth's crust. Humanity will never be able to exploit the full resource base, but changes in price, technology, and new discoveries will certainly increase the identified reserves (Source: MMSD.).

다. 순환경제는 설계단계에서부터 재사용을 고려하고 폐기보다는 재생/재활용이 가능하게하여 상호연결고리 안에서 반복사용케 함으로써, 생산 후 판매에만 그치지 않고 실질적인 가치와 편익이 대부분 다시 창출되는 사용 및 회수까지의 가치사슬을 확장 시킨 개념이다. 즉, 미래 경쟁력 확보를 위해서는 처음부터 제품과 서비스를 다시 생각하고, 지속적인 성장, 자연과 조화, 소유주와 직원 및 고객 등 사회구성원들과 혜택을 나눌 수 있는 방법을 고려하며, 자원의 재생/생산 능력을 유지함으로써 미래세대가 지구생태계를 보호할 수 있도록 하는 새로운 방법이 포함된 점이 순환경제의 핵심이다.

순환우위란 순환경제의 원칙을 핵심적인 성장전략으

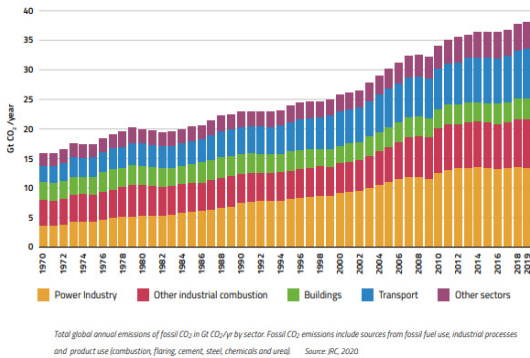


Fig. 2. Fossil CO₂ emission from major emitting economies and by sector^{8,9)}.

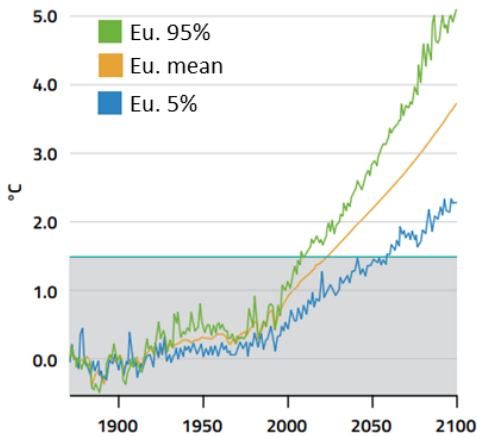


Fig. 3. Annual mean surface air temp. for different region relative to the 1861-1880 mean (from MIT 2018 outlook)⁹⁾.

로 채택한 조직이 얻을 수 있는 경쟁우위를 말하며, 이를 통하여 폐기물의 완전한 제어와 자원수급 문제의 근원적인 해결이 가능할 것이다.

4.2. 순환경제의 시작 및 기회

순환경제에서 자원은 희소하고 가치가 있으며, 기업들은 품질이나 가치를 상실하지 않게 하여 최대한 자원을 이용하려는 혁신적인 패러다임으로의 생각을 전환하여야 한다. 즉, 재생가능한 에너지, 안전하게 분해되는 바이오물질 및 쉽게 회수되고 재활용되도록 설계된 물질로써 재사용을 감안해 제조된 부품 및 교체되기보다는 개조될 수 있는 제품이란 점을 인식하여야 한다. 그리고 순환비즈니스가 완성되려면 생산과 판매뿐만 아니라 제품의 사용과 회수도 고려한 소유제품의 교환, 유지보수 및 비용절약의 경험이 필요하고, 제품의 소유권이 기업 및 고객의 공유인식과 더불어 반납되는 시스템구축도 구비되어야 가능할 것이다.

순환경제를 통한 공동소유 및 공동사용 등을 증가시켜 얻은 성장 잠재력 확보는 휴폐자원 감소, 내재가치증가, 자원의 공동이용 및 라이프사이클 증가를 기할 수 있다. Fig. 4는 순환경제에서 자원은 희소하고 가치가 있으며 지속적으로 재생 및 재활용 가능하다는 점을 일반적인 회수/재활용모델(폐쇄 반복형 루프모델)을 통해서 나타낸 것으로, 이와 같은 개념이 바로 순환경제의 시작이다. 또한, Fig. 5는 년도별 순환경제의 가치를 기회와 미래의 경제적 자료로서 나타낸 것으로서, 향후 순환경제 시스템으

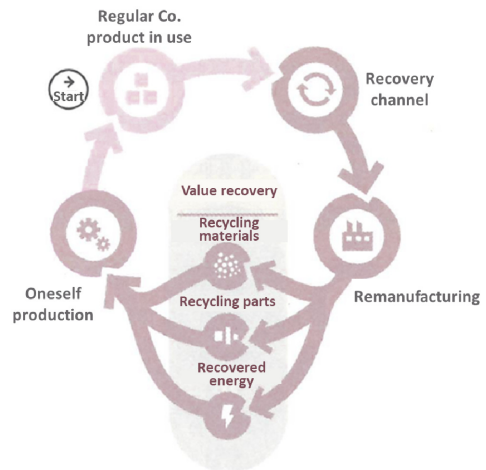


Fig. 4. Model of recovery and recycling (Closed repeat type)¹⁾.

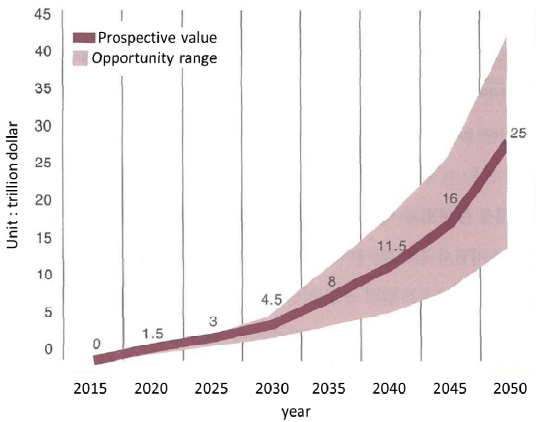


Fig. 5. Opportunity and future of the value in circular economy¹¹⁾.

로 전환되면 경제적 가치가 현재보다 20배 이상 증가될 수 있음을 보여준다.

5. 순환경제의 비즈니스모델

5.1. 순환공급비즈니스모델

순환공급모델은 Fig. 6에서 보는 바와 같이 화석에너지와 독성원료에 기반한 선형모델과 관련성을 떠나, 이를 대체할 재생/재활용/생분해 원료에 대한 접근성을 기반으로 한 순환개념으로서, 이는 일부 선형비즈니스의 수익 흐름을 유지함과 동시에 새로운 순환공급재 중심으로 재설계하여 신규 비즈니스 이익창출을 기대하고자 하는데 있다. 순환경제를 윤리적이거나 사회적 이슈라는 생각에서 탈피한 비즈니스 변화의 중심개념은 보다 적은 자원으로부터 더 많은 가치를 창조하고, 친환경적이며 재생가능한 순환개념으로 보다 많은 바이오물질 사용을 초점으로 고객들에게 재사용/재활용물질을 공급하는 전략으로의 전환을 의미한다.

구체적으로 예를들면, 고속 성장할 광산비즈니스는 새로운 자원발굴을 위해 땅을 파기보다는 시장 내에서 자원을 관리(도시광산 활용)하고, 화석연료 자원으로 땅속에 매장된 탄소는 이제 대부분 공기 중에 있고 이를 재사용 가능하도록 경제를 재설계 한다면, 자원부족 걱정없이 혜택을 누릴 수 있는 순환경제로의 전환이 가능하다는 비즈니스모델이다. 순환공급모델로 전환하여 대량생산까지는 융합 및 협업을 통한 장기간의 연구개발과 상당한 자본의 투입이 필요하다.

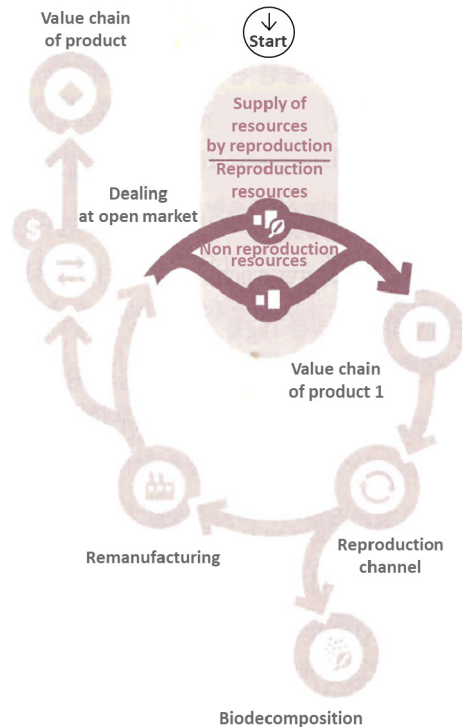


Fig. 6. Business model of circular supply¹⁾.

5.2. 수거(회수) 및 재활용 비즈니스모델

수거(회수) 및 재활용 비즈니스모델은 Fig. 7에서 보는 바와 같이 제품을 고객에 보내고 기업이 수명종료 제품을 회수하는 쌍방공급모델을 운영함으로써 물질 공급 측면에서 폐기물이라는 개념 자체를 없게 하는 것이다. 과거에는 제품을 추적하고 분류한 후 검사하는 기술부족으로 회수비용이 과도하여 현실화하기 어려웠고, 또한 폐기된 제품에 남아있는 가치를 제대로 인식하지 못함에 따라 전세계 폐기물의 40% 정도만 재사용/재활용되어 활성화되지 못했다.

수명종료 제품의 회수 및 활용은 재사용을 통한 부품회수, 재활용을 통한 물질회수 및 폐기물로부터 에너지회수까지의 측면으로 대별할 수 있는데, 자원회수로 인한 혜택은 다음과 같이 열거할 수 있다.

- 규정준수와 폐기물 관리비용의 감소 및 불필요한 생산물 판매를 통한 수익증가.
- 신규자원과 에너지수요 감소 및 재활용자원으로의 전환을 통한 물질비용의 감소.

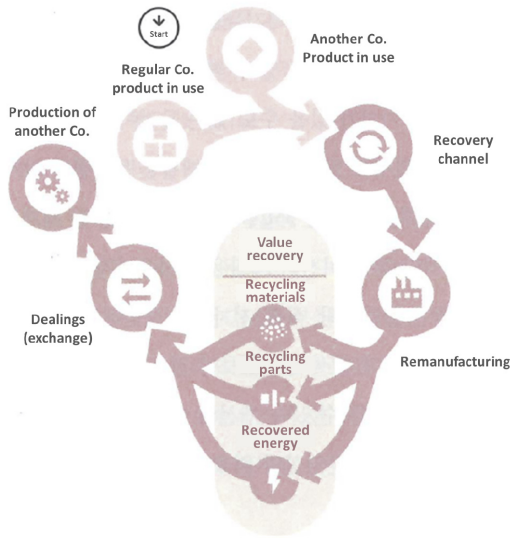


Fig. 7. Business model of recovery and recycling (Open loop type)¹⁾.

- 고객들에게 원하지 않는 제품을 처분할 수 있는 대안 제시 및 재활용을 높이는 제품개발 측면의 통찰력 확대.

본 모델의 실현을 위한 구체적인 내용은 제품의 쉬운 분해를 위한 디자인 즉, 접착제 대신 나사 이용, 손쉬운 식별장치 및 순정물질 사용 혹은 부품수의 감소 등이다. 그리고 회수/재활용모델의 체득을 위해서는 지원기술을 활용하는 능력이 필요한데 물질과 부품의 특성을 이해하고, 제품을 세분화하여 식별 가능한 구성물질 정보침의 내장 제도 시행도 필요하다. 또한, 제품의 잔여 가치는 제품을 해체하는 것이 아니라 유효수명을 연장하는 것이라는 인식하에서, 이를 정착 성공시키기 위한 기업과 정부 및 도시의 모든 주체가 상호협력과 비즈니스혁신을 이루어야 만이 가능할 것이다.

구체적인 사례로서 재활용 종이 새 종이 생산에 필요한 에너지의 65% 절약, 수질오염 35% 방지 및 대기오염 74%까지 감소시킨다는 사실을 인식해야하고, 현재에도 손쉽게 이루어지고 있는 사용 후 식용유가 바이오디젤이나 비누제조 및 가축사료 원료로 재활용된다는 점도 알아야 한다.

5.3. 제품수명연장 비즈니스모델

제품의 유효수명주기를 길게 하기 위해서는 Figs. 8, 9에서 보는 바와 같이, 내구성, 품질 및 기능 등과 같은 특

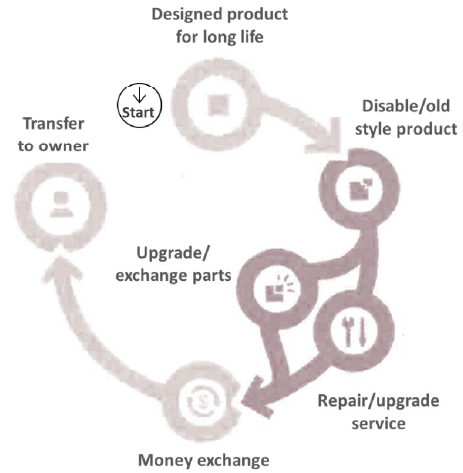


Fig. 8. Business model of extension of product life (Repair/upgrade/refill type)¹⁾.

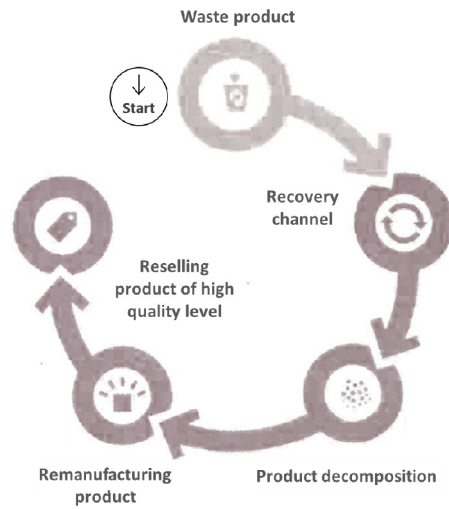


Fig. 9. Business model of extension of product life (Remodel/remufacturing type)¹⁾.

성에 더욱 높은 가치가 주어져야 한다. 구체적인 내용은 수명유지의 제품제조, 신제품 수준으로 개조, 재판매를 위한 회수/보상판매/역구매가 가능한 영역까지 확대, 제품교체 대신 신기능/패션추가/콘텐츠추가/스타일변화 추구, 제품성능에 만족해 교체에 관심이 적은 고객을 위한 고장제품 수리까지의 영역확장 등이다. 필요하다면 제품은 공짜로 주고 업그레이드와 콘텐츠추가 및 부가판매를 통해 수익창출을 하는데, 이를 위해 공급업체들은 제품을 쉽게 업그레이드할 수 있도록 처음부터 제품을 설계하거

나 파트너 업체들이 저렴하게 수리 서비스를 제공하여야 한다. 즉, 신제품을 만드는 것에 비교해 재제조는 에너지 50% 외 원물질 70%가 절약 가능하다는 사실을 깊이 인식해야 한다.

고객과 제조업체간 상호작용을 피하는 앞선 모델과는 반대로 제품수명 연장모델에서는 최대한 상호작용에 관심을 두고, 제품수명이 종료되어 반납하는 시점에도 off line 혹은 on line 상에서 상호작용 인지를 위한 디지털기술과의 접목이 반드시 필요하다. 이를 좀 더 구체적으로 기술하면, 기업체는 유통매개자(Channel player)가 되어 소유주가 자신의 소유물을 다른 사람에게 판매할 장소를 제공하는 중간상 기능역할을 하도록 하고, 수리와 업그레이드, 개조 및 유지 서비스 등을 제공하는 수많은 ‘현장 서비스’ 기능을 가진 산하 지역업체(센터)와도 연관시켜 주어야 한다. 그리고 제조업체들은 업그레이드, 부가상품 및 제품회수까지의 수명주기를 고려한 제품설계가 가능하도록하고, 최상의 품질유지를 위한 업그레이드와 개조 및 재제조 분야에도 신경을 써야 한다.

구체적인 사례로서 BMW¹²⁾ 자동차 제조업체는 자신의 명성을 훼손시키지 않으면서 값싸게 재제조된 순정부품(발진기, 물 펌프, 스타터 및 자동 변속 장치 등)을 엄격한 품질관리하에서 판매 공급하고 있다. 그리고 Caterpillar¹³⁾ 건설장비 제조업체는 성능과 내구성이 보장된 각종 중고부품을 재제조하여 20% 할인가격으로 판매하고 있는데, 이는 신제품에 비해 매출 이익이 50% 정도 높다. 이를 에너지 소비 측면에서 볼 때, 실린더헤드 재제조 시 물과 에너지 사용량은 각각 93% 및 86% 감소됨에 따라 온실가스 배출량 역시 61% 정도 감축된다는 사실도 알 수 있었다.

5.4. 공유플랫폼 비즈니스모델

공유플랫폼모델은 Fig. 10에서 보는 바와 같이 공유개념을 통하여 다수의 소비자들이 동일 자원을 함께 사용함으로써 새로운 제조에 대한 수요를 감소시키고, 신제품을 생산하지 않고도 소비성장을 가능케하며, 하나의 제품을 여러 고객에게 제공하여 자원의 사용이 없는 소비관점에서 순환경제의 의미를 부여한다. 자원의 렌트와 공유, 맞교환, 대여, 기증 및 물물교환 등을 용이하게 함으로써 플랫폼 소유주는 제품자체를 제공하지 않지만, 유저자원에 대한 수요와 공급을 연결시켜 수익이 창출되게 한다. 이

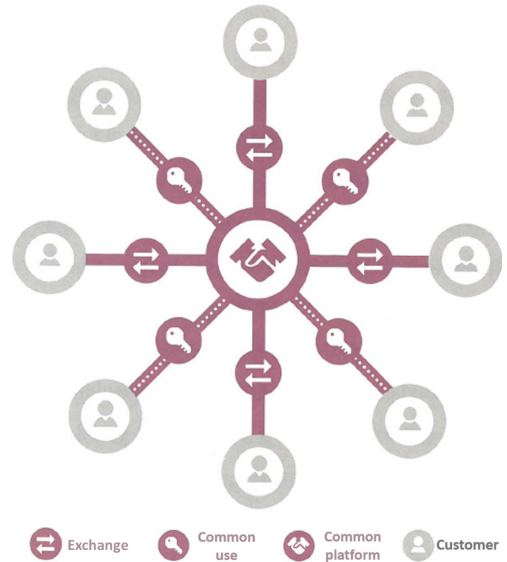


Fig. 10. Business model of common platform¹⁾.

와 같은 공유개념은 디지털기술의 발전으로 인해 대량공유를 가능케 할 뿐 아니라, 공동소유라는 책임인식 확대도 이루어지게 한다.

공유플랫폼모델은 기업 대 기업(B2B, Business to Business)보다는 소비자 대 소비자(C2C, Customer to Customer) 및 사용자 대 사용자(P2P, Peer to Peer) 모델에서 출발하였고, 가장 중요한 의미는 수익, 지구 및 사람간의 균형을 통해 글로벌 생산과잉을 감소시키는 데 있다. 초기 공유모델은 보트나 비행기처럼 고가의 제품에 집중되었고 인구가 밀집된 대도시에 적합하였으나, 소유나 대여가격보다 저렴하게 접근할 수 있는 숙박업 등 모든 분야에도 적용할 수 있다. 이러한 공유플랫폼의 유인책은 가격저렴, 품질향상 및 신뢰구축 등이며, 소유자와 사용자 모두에게 보상장치가 필수적인 요소로서, 문제점 및 주요 도전요소는 경제 전반에 미치는 부정적인 요소와 공유경제 기업들의 전형적인 이윤추구로 인한 공유인식의 와해에 있다.

공유플랫폼 비즈니스모델의 대표적인 사례는 우버(Uber, 운전자와 연결)¹⁴⁾, 에어비앤비(Airbnb, Inc. 숙박), 리프트(Lift Co., 물류기기) 브랜드를 예로 들 수 있다. 또한 3D 허브(Hubs)¹⁵⁾는 3D프린팅기술의 공유에 집중하는 기업으로 제조업체와 프린터 소유주 간의 협력적인 생산플랫폼을 제공함으로써, 맞춤형 현지 생산품을 공급하고 있는데, 이는 이미 100여 국가에서 운영되고 있고 현재 기하급

수적으로 증가되고 있다. 이와 같은 사례의 구체적인 효과는 소비자들의 비용감소와 더불어 P2P 모델을 이용한 공간과 집의 한계를 넘어 자산공유와 온라인을 통해 물품 제공/대여가 가능케 함으로써, 자원의 공동활용은 물론 친환경적으로 비용을 절약하고 수익창출도 기대할 수 있다는 점이다.

5.5. PaaS(Product as a Service) 비즈니스모델

전 세계적으로 특정 제품이 아니라 기능이나 성능을 구매하려는 방향으로 고객의 욕구가 변화되어 가고 있음에 따라, Fig. 11에서 보는 바와 같이 소유권은 기업이 보유한 채 ‘제품 서비스 시스템’을 통해 최소 한 명 이상의 고객에 이 제품을 제공하는 시스템을 말한다. 이를 실현하기 위해서는 디자인, 사용관리, 재사용, 재제조 및 재활용을 통해 용도를 유지하기 위한 물리적인 제품과 서비스제공이 필수적인 요소이다.

PaaS모델은 운영비가 높은 제품이나 고가의 제품 및 장기 사용제품, 즉 성능이 우수하고 회수가 용이한 고품질 제품으로 가격문제 등 소유에 문제가 있는 것으로서 고객 소유가 매력적이지 않은 제품에 적용된다. 이때 제품의 특성은 필히 최적사용 및 유지, 재사용과 개조 및 설계가 필수적인 요소이다.

PaaS비즈니스모델의 구체적인 내용은 사용량 기반의

부과금, 리스, 렌탈 및 성과협약(고객은 서비스 품질수준을 구매하고 기업들은 사용을 보증) 모델으로써 구매 시 자금이 부족하고 보관유지도 어려움이 있다면 이 모델이 대안이 될 것이다. PaaS 비즈니스모델 채택의 주요 도전요소는 지역 파트너와의 협업 및 고객요청에 신속대응 가능한 이동서비스 팀 운영을 통한 제품에서 서비스로의 중심 이동개념이 확고해야 한다는 점이다. 이를 자세히 설명하면 PaaS모델은 고객의 기호에 따른 맞춤형 서비스를 제공하는 모델로 전환이 필수적이고, 제품의 사용 만료시 부품을 재제조하고 물질 재활용하는 PaaS 기업이 필요하며, 가격중심 모델에서 고객을 위한 총 소유비용 중심의 비즈니스모델로 전환되어야 한다는 점이다.

구체적인 사례는 미쉐린솔루션⁶⁾으로서 운행거리에 따라 타이어 요금을 지불하는 서비스, 미국 솔라시티 고객들의 지붕에 태양전지판 설치하고 소유 및 관리함으로써 가정과 기업 그리고 정부에 태양광 발전전기를 제공하는 사례, 또한 자동차 렌탈업체 Avis 사례, Daimler⁷⁾의 자동차 공유서비스는 운행거리가 아닌 사용시간에 따른 보증금, 주차료 및 연료추가비 없는 비용지불을 예로 들 수 있다. 그리고 필립스⁸⁾의 조명기기에 대한 소유권은 필립스가 보유하고, 고객들에게는 사용량에 따라 부과하는 방식으로 서비스를 제공하는 사례인데, 이들은 수리와 부품교체가 용이한 제품, 성능이 좋고 수명이 긴 제품 및 모듈식 디자인을 가진 제품에 적합하다.

5.6. 순환경제 구축을 위한 종합적인 새로운 비즈니스 모델

전술한 5가지 순환비즈니스들의 종합 모델은 Fig. 12에서 보는 바와 같이 자원이 부족한 미래를 대비하도록 할 뿐 아니라, 완전히 새로운 방식으로 고객의 행동과 수요를 이해할 수 있도록 도우며, 단기적으로 경쟁우위를 제공함으로써 순환경제로의 전환을 구축할 수 있도록 할 것이다. 순환경제로의 성공적인 전환을 위해서는 적합한 비즈니스모델과 실행전략의 선택이 매우 중요한데, 특히 버려진 자원, 라이프사이클 제품 및 단순재활용의 선형경제 사고방식에서 벗어나 수명연장 모듈화 및 재사용이 쉬운 제품을 설계하여 자원 생산성을 향상시킴으로써 순환경제로의 전환을 쉽게 할 것이다.

또한, 순환경제에서의 비즈니스 및 기술개발에 초점을 맞춘 새로운 수익모델이 만들어져야 순환경제로의 가속

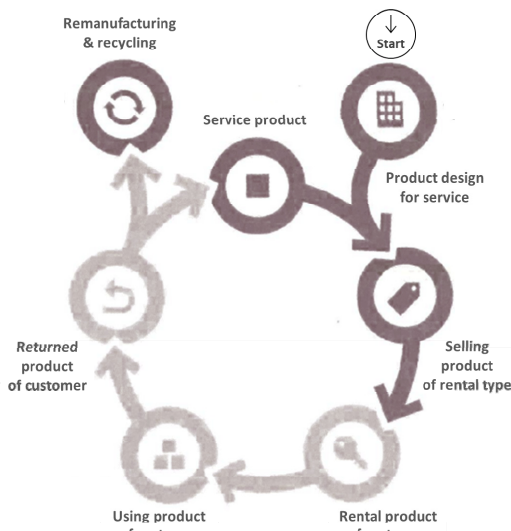


Fig. 11. Business model of PaaS¹⁾.

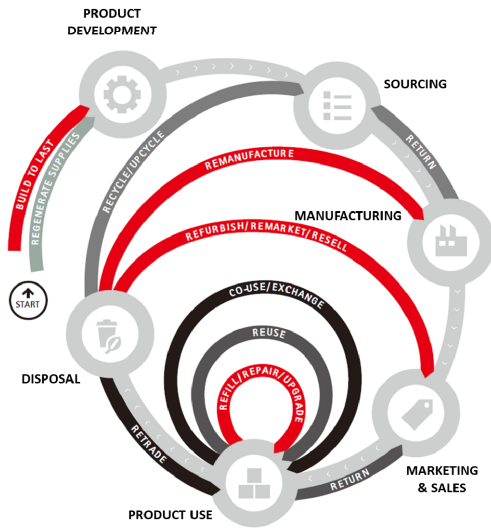


Fig. 12. General business model of circular economy¹⁾.

화 추진이 이루어질 수 있다.

구체적인 사례로서 회수/재활용모델을 채택한 테라사이클(Terracycle)¹⁹⁾은 재활용이 불가능한 폐기물을 수거한 후, 이를 다양한 제품 및 재료로 교환해주는 자원봉사자들과 광범위한 시스템구축의 커뮤니티 생성을 유도함으로써 가능하게 하였다. 또한 Pauli²⁾가 청색경제에서 주장하는 바에 의하면, 부품조달과 무한 재활용 개념이야말로 순환경제로 전환의 핵심요소이고, 기업은 자신의 핵심 비즈니스를 초월하는 혁신적인 시각확보가 무엇보다도 중요하다는 점을 강조한 바 있는데, 여기에서 제시한 종합적인 새로운 비즈니스모델과 일맥상통함을 알 수 있다.

6. 순환경제 우위기술 및 정책지원 방안

6.1. 순환경제의 우위기술

순환경제의 성공에는 청색기술⁴⁾을 포함한 넓은 범위의 카테고리인 디지털(정보통신)기술, 엔지니어링(과학)기술 및 하이브리드(혼합)기술들이 필요하고, 이들 기술의 융합은 새로운 비즈니스의 물결을 창출할 수 있을 것이다. 이와 같은 광범위한 기술들은 다시 구체적인 10가지 핵심기술로 나눌 수 있는데, 이들은 모바일과 사물통신(M2M)기술, 클라우드컴퓨팅, 소셜네트워크, 빅데이터분석, 모듈디자인기술, 첨단재활용기술, 생명과학과 재료과학기술, 추적/회수시스템, 3D프린팅기술로 재분류할 수 있다.

6.1.1. 디지털기술

순환경제에 유용한 디지털기술 5가지는 모바일기술, 소셜네트워크, 클라우드컴퓨팅, 사물통신 및 빅데이터 분석기술들로 구분할 수 있는데, 모바일기술은 사용자들이 필요한 시점과 장소에서 콘텐츠에 접근할 수 있게 해 주는 하드웨어와 운영시스템, 네트워킹 및 소프트웨어 조합기술로서 제품수명연장, PaaS모델 및 플랫폼모델 등에 적용될 수 있다. 이는 저렴한 비용으로 공급과 수요연결 시스템 구축을 가능하게 하는데, 대표적인 예로 모바일 폰과 태블릿 PC 등이다. 사물통신(M2M, Machine to Machine)기술은 인간의 관여 없이 자동적인 정보교환을 통해 원격자산의 모니터링과 유지통제에 도움을 주고 실시간 정보교류로 기능향상과 비용경감의 기회를 제공한다. 하나의 사례로 스마트폰은 일체형기기로써 달력, 카메라, 결제시스템, 티켓, 열쇠 및 건강확인 등 다양한 기능을 수행할 수 있다는 점이다. 다시 말하면 무선 네트워크 영역이 세계로 확장되고 새로운 고속/고용량 모바일 네트워크에 모든 것이 연결될 수 있는 충분한 대역폭을 제공함에 따라, M2M이 대세로 사용되는 시대로 전환될 수 있다. M2M기술은 순환모델에서 전통적인 장벽이 되어 왔던 고비용 서비스없이 자산관리가 가능한 공유플랫폼이나 PaaS모델에 적용함으로써 모든 사물이 서로 연결되는 세상을 도래하게 만들 것이다.

클라우드컴퓨팅은 모바일기술 및 소셜네트워크와 함께 비물질화의 핵심기술로서, 기업들로 하여금 인터넷을 갖춘 다양한 기기들에 웹 기반 콘텐츠와 어플리케이션을 공급하고, 소셜네트워크를 통해 고객들의 참여를 유도하는 분야이다. 소셜 미디어는 상호 연락하는 방법으로 출발하였지만, 소셜네트워크는 공유의 핵심기술로서 사람들이 서로 정보를 나누고, 제품과 서비스에 대한 후기를 교환하며, 추천 및 추가적인 정보에도 접근 가능하게 하는 분야이다. 빅데이터분석은 기업이 완전히 새로운 방식으로 데이터를 모니터링하고 체계화하여야 만이 가능한데, 이와 같은 빅데이터분석은 순환공급망, 공유플랫폼 및 PaaS 비즈니스모델의 중요한 분야로서, 소프트웨어 분석 및 자동화와 결합된 형태의 하드웨어 정보수집은 자원의 낭비적 사용을 막을 수 있다.

6.1.2. 엔지니어링기술

순환비즈니스모델에 효과적인 엔지니어링의 핵심기술

은 첨단재활용기술, 모듈디자인기술, 생명과학 및 재료과학기술의 3가지 종류로 나타낼 수 있다. 첨단재활용기술은 복잡한 제품으로부터 물질을 회수와 재활용하도록 만들어주는 기술로서 회수/재활용모델과 순환공급비즈니스모델에 특히 중요하다. 이 예로는 미국 Chaparral Steel Company²⁰⁾의 프로젝트인 STAR(System and Technology for Advanced Recycling)로서 자원소비를 감소시키고 부산물의 가치향상을 목적으로 한 사례가 있다. 모듈디자인기술은 개인이 제품을 제조할 수 있도록 해주는 기술로서 부품을 교체하고, 수리개조 및 재활용하는 것을 보다 쉽게 해주며, 경제적으로 실행 가능하도록 함으로써 PaaS제품수명연장 및 회수/재활용모델에 적용할 수 있는 기술이다. 이는 기능과 역량을 업그레이드하여 소비자 기대에 부응할 수 있다는 크나큰 장점을 가지고 있다. 생명과학 및 재료과학기술은 분자나 원자단위의 물질성분과 구조에 초점을 두고, 전통적인 제품을 대체할 고품질 순환대체재의 탄생을 가능케 하는 기술로서, 공급비즈니스모델과 회수/재활용모델에 중요하다. 이는 자기회복 기능을 가진 재료를 제조하여 수명연장 기능강화, 그리고 균열을 자가밀봉하여 자기회복 가능한 콘크리트(석회석생산 박테리아함유 제품) 개발 등을 예로 들 수 있다.

6.1.3. 하이브리드기술

하이브리드기술은 디지털기술과 엔지니어링기술의 장점을 제공하고, 물질과 제품을 물리적으로 관리, 수거, 처리 및 재가공하는 방법을 지원하면서, 이들의 이력과 위치 및 상태 등을 디지털화하여 식별하는 합성기술이다.

유망한 하이브리드기술은 추적/회수시스템과 3D프린팅 기술분야로서, 추적회수시스템은 물질의 분류, 점검/수리, 재생/재사용 및 개조/재활용 분야에 활용되는데, 이는 구체적으로 에코트랙보고 시스템을 통해 지역, 고객, 물질 및 무게별로 추적하여 자료를 수집하는 보편적인 비즈니스모델 및 4R System구축에 활용된다. 그리고 3D프린팅기술은 고분자원료들을 층층이 쌓아 제품을 만드는 프로세스기술로서, 형상화를 통하여 다양한 재료로 맞춤형 최종결과물을 제조 가능케하며, 기하학적인 구조를 가진 사용 후 제품의 수리도 용이하게 한다. 이는 순환공급과 제품수명연장 모델에까지 적용범위의 확대가 이루어질 수 있다.

Table 3. General technology for the establishment of circular economy

Category of Large Scale Tech.	Valuable Technology for the Establishment of Circular Economy
Digital Technology	-Mobile Technology -Social Network Tech. -Cloud Computing Tech. -Material Communication Tech. -Big Data Analysis Tech.
Engineering Technology	-Advanced Recycling Tech. -Module Design Tech. -Bioscience & Material Science Tech.
Hybrid Technology	-Following & Tracking System Tech. -3D Printing Technology.

이와 같은 순환경제의 우위기술을 종합적으로 요약 정리하면 Table 3과 같다.

6.2. 순환경제추진의 정책지원 방안

순환경제로의 전환을 위한 주요 장벽은 재활용물질의 불규칙한 품질, 순환적 사고가 결여된 제품설계, 빨리 구형이 되는 제품에 의존하는 가치사슬, 선형경제방식의 성장독려와 평가문제, 기존제품을 추적하고 통제하는 수단의 부족 및 효과적으로 자원을 회수하는 인프라의 부족 등으로 설명할 수 있다. 그리고 빠른 규모의 순환경제 확장을 위해서는 정책, 기술, 투자 및 소비자 등 여러 영역을 포괄하는 시스템적 접근이 필요하다. 정책적인 개입은 순환비즈니스모델의 채택에 박차를 가하고 장벽을 제거하는 데 중요한 역할을 하는데, 주요한 정책의 세 가지 요소들은 자원생산을 우선시하는 재정적인 기업유인책, 폐기물 생성을 억제하는 규제책, 순환적인 자원흐름을 촉진하는 정보와 물리적인 인프라를 혼합한 시장 프레임워크 구축을 들 수 있다. 이와 같은 정책의 주요 사례는 생산자책임, 폐기물의 조세부과 및 상품의 구성물질 표시제가 좋은 예이다.

6.2.1. 정부정책의 대안

순환경제의 활성화를 위한 정책과 규제에 대한 요구 및 재정지원도 중요하지만, 특히 정부차원에서 자원순환 관련 법안은 물론, 폐기물기본지침(Waste Framework Directive)과 매립지침(Landfill Directive) 및 포장지침(Packaging Directive) 등에 관한 목표를 업데이트하고 새롭게 개정하

는 것도 필요하다. 정부가 재활용 인프라, 연구개발 및 목표설정을 통해 재제조와 수리, 재사용 및 공유를 장려하는 정책을 더욱 광범위하게 추진하여 수리와 같은 노동 집약적인 서비스에 대한 과세를 낮춤으로써, 단순 매립 폐기보다 재사용 및 재제조가 몇 배 이상의 고용이 창출된다는 사실을 인식하도록 하여야 한다. 중국 국가개발위원회 Xie²¹⁾는 순환경제의 경우 엄청난 잠재력을 가지고 있는바, 이를 정부차원에서 발전시키면 자원의 무한 재활용으로 지속가능한 경제성장을 촉진할 수 있다는 점을 국제사회에 천명한 바 있다.

6.2.2. 순환경제로 전환을 위한 프로그램

정책프로그램의 주요 카테고리는 공정한 경쟁의 장 만들기, 폐기물제로 지향하기 및 자산의 생산성제고 촉진 등 3가지로 분류하여 제시할 수 있는데, 먼저 순환모델과 선형모델간의 공정한 경쟁의 장 만들기에서는 ‘과세를 노동에서 자원으로 이동’²²⁾ 시키는 것이 실행에 어려움이 존재하나 필수적인 요소이다. 현재 유럽의 경우 근로세가 52%인 반면 천연자원세는 0.3%로 미미한데, 이에 따라 지속적인 자원의 과소비가 이루어지고 있다. 또한 탄소합량에 근거한 화석연료 자원사용의 소비세인 탄소세의 부과도 반드시 시행되도록 하여야 한다. 그리고 폐기물제로 경제를 실현하기 위해서는 폐기제품과 폐기물질을 대한 수요가 지속되고 단지 보유가치가 없을 때 폐기물로 취급되어야 하는바, 이를 위해서는 폐기물흐름의 본질과 내용에 관해 기업에 제공하는 국제 표준과 공개된 공공 데이터베이스 구축이 필요하다. 또한, 폐기물 수요촉진, 경제성확보 및 성능유지에 도움이 되는 생산자 책임제도(Extended Producer Responsibility, EPR)²³⁾가 시행되어야 하고, 유럽의 전기전자폐기물처리지침[Waste Electrical and Electronic Equipment(WEEE) Directive]²⁴⁾ 정책의 엄격한 시행도 요구된다.

그리고 글로벌제품 패스포트(Global Product Passport) 제도²⁵⁾는 원산지, 특성, 독성성분을 포함한 제품의 물질과 자원 내역에 대한 상세정보와 내용물 회수 및 재활용에 대한 정보를 제공할 수 있다. 또한 최종 폐기물로의 전환을 방지하는 최적의 방법은 내구성을 향상시키는 것이고, 내구성향상이 공유플랫폼, 제품수명연장 및 PaaS 비즈니스 모델의 최종목표임을 알아야 한다.

6.2.3. 순환경제 정책추진의 단계

순환경제는 대대적인 시스템변화에 관한 문제로서 먼저 정치적 비전형성이 중요한데, 변화를 강제하는 것은 규제나 법률로써 일부 가능하지만, 크나큰 진전을 위한 필요한 지원과 혁신을 확보하는 것은 아이디어와 비전의 문제이고, 이는 궁극적으로 폐기물을 자원전략의 개념으로 바라보는 것이다. 비전이 자리를 잡고나면 현재의 규제내용들을 검토하여 새로운 규제를 개발할 필요가 있는데, 공정한 경쟁의 장을 만들고 폐기물제로의 지향 및 생산성향상을 격려하는 것에서 시작하면 된다. 규제를 평가할 때는 정책/이슈 평가의 유용한 프레임워크를 활용하는 것이 바람직한데, 구체적 내용으로서는 자산, 비즈니스모델, 공공혜택, 공공위험, 현재의 정책, 시대에 뒤쳐진 내용 및 빠진 것은 무엇인가 하는 것을 자세히 살펴보는 것이 바람직하다.

순환경제의 활성화를 위해서는 정치적 비전에 기반한 세제 및 금융혜택 지원의 확보가 요구되는데, 노동 대 자원의 세제 불균형이 조정되어야 하고, 자원과 제품이 하나의 라이프사이클에서 다음의 라이프사이클로 넘어가도록 과세제도의 개발이 필요함과 동시에, 공공조달과 시범 프로젝트의 재정지원을 통한 유인책 제공이 필요하다. 그리고 순환경제로의 변혁을 위해 대학프로그램, 디자인과 비즈니스, 과학기술과의 협력, 교육자료 및 정보캠페인 등과의 교류, 행동과 데이터과학에 입각한 협력지원도 필요하다. 제조업체들은 정부의 지원하에 소매업체들과 상호협력 해야 하고, 소비자들은 제품이나 부품 및 소재 등을 수거하는 업체들과 협력해야 하는 새로운 파트너십 형성도 요구된다.

6.2.4. 순환경제 정책추진의 핵심내용

가. 노동에서 자원으로의 과세이동(Tax Transfer)²²⁾

천연자원은 점점 희소해지고 있으나, 전 세계 인구증가와 실업률 증가는 활용 가능한 노동인구가 양산되는 결과를 낳고있는 현실에 비추어 볼 때, 순환경제의 확산을 통한 고용창출은 더욱 매력적인 방안이 되어 기업의 생산성과 혁신을 신장시키고, 제조, 수리, 서비스 및 보수역량을 향상시킨다. 이의 구체적인 내용으로 국제적인 탄소세부과는 노동세의 삭감으로 고용을 창출하고, 에너지 가격상승은 절약과 효율성을 향상시키며, 추가수입에 의한 비임금 노무비감소는 고용을 촉진하는 효과를 가져옴으로써

자원집약경제의 확립을 가능하게 한다.

나. 생산자책임제도(Extended Producer Responsibility)의 실행²³⁾

소비자가 제품을 사용하고난 후에도 생산자가 그 제품에 대한 책임을 지는 제도인데, 제품의 동종업계에 속한 제조업체들이 그룹을 형성하여 브랜드에 상관없이 해당되는 모든 제품의 수명종료 후 관리책임을 지는 것으로서, 궁극적으로는 고객들이 폐기에 대한 보상을 받도록 유도하는 것을 골자로 하는 제도이다. 이 정책은 정부의 폐기물처리 부담을 경감해 줄 뿐만아니라, 생산자들이 그들의 제품을 설계할 때 환경친화적인 요인을 고려하고, 제품가격에 폐기비용을 통합시킬 수 있도록하는 동기부여 효과를 가져온다.

다. 글로벌제품의 패스포트제도(Global Product Passport) 도입²⁵⁾

제품의 재사용/재활용을 위한 열쇠중 하나는 내재된 가치와 방출 폐기시 위험요인 물질을 인지하는 것이 중요한데, 제품의 Passport중에 담긴 정보는 제품의 유효수명, 수거, 재생, 가공 및 재활용을 용이하게 해줄 뿐만아니라, 소비자들이 구매제품에 현명한 선택을 내릴 수 있도록 유도한다. 순환경제의 확립을 위해서는 국제적인 통용에 필요한 산업간 표준 및 기업과 정부간의 강력한 협력이 요구되고, 정부는 다양한 유인책과 규제를 통해 본 제도가 광범위하게 채택되도록 유도하는 역할을 해야만이 성공할 수 있다. 그 예로서 자동차의 국제부품 데이터시스템(International Material Data System, IMDS)²⁶⁾과 화학제품의 Regulation on Registration, Evaluation, Authorization, and Restriction of Chemicals(REACH)²⁷⁾ 시스템 구축을 들 수 있다.

7. 맺음말

순환경제로의 전환은 향후 지속될 세계경제의 생산 및 소비방식에 대한 가장 큰 변혁과 기회로서, 이를 실현하는데 있어 구체적인 내용에 대해 요약하면 다음과 같다.

1) 자원고갈, 환경오염 및 과도한 CO₂ 발생 등에 따른 지구온난화 문제를 야기한 선형경제의 문제점을 해결하

여, 지속가능한 발전사회구축을 위한 순환경제로의 전환이 절실하다.

- 2) 순환경제는 설계단계에서부터 재생을 고려함으로써 폐기보다는 재생/재활용이 가능케하여 상호연결고리 안에서 생산후 판매에만 그치지 않고, 실질적인 가치와 편익이 대부분 재창출되는 사용 및 회수까지의 가치사슬을 확장한다.
- 3) 순환경제를 통한 공동소유 및 공동사용을 증가시켜 성장 잠재력을 확보하게 되면, 휴폐자원 감소, 내재가치 증가, 자원의 공동이용 및 라이프사이클을 증가시킴으로써 가용자원한계 극복과 궁극적인 인간생존 문제의 해결에 기여한다.
- 4) 순환경제의 비즈니스모델들은 순환공급비즈니스, 수거(회수) 및 재활용 비즈니스, 제품수명연장, 공유플랫폼 비즈니스 및 PaaS 비즈니스모델로 대별할 수 있는데, 이와 같은 비즈니스모델들은 자원고갈 대비뿐만아니라 완전히 새로운 방식의 경쟁우위를 제공하여 순환경제로의 전환을 용이하게 한다.
- 5) 순환경제의 새로운 비즈니스모델을 이루기 위해서는 혁신적인 기술지원이 필요한바, 구체적으로 청색기술을 포함한 디지털기술, 엔지니어링기술 및 하이브리드기술 등을 열거할 수 있는데, 이 기술들을 활용하면 새로운 비즈니스모델인 순환경제의 창출이 가능할 것이다.
- 6) 순환경제의 효율적인 추진을 위해서는 자원을 우선시 하는 재정지원의 기업유인책, 폐기물 생성을 억제하는 규제책, 순환적인 자원흐름을 촉진하는 정보 및 물리적인 인프라를 혼합한 시장 프레임워크 구축이 필요하다.
- 7) 순환경제 정책추진의 핵심내용은 ‘노동에서 자원으로의 과세이동’, ‘생산자책임제도’ 및 ‘글로벌제품의 패스포트제도’로서 이의 도입 시행과 더불어, 국제적인 통용에 필요한 산업간 표준 및 기업과 정부간의 강력한 협력체계의 구축이 요망된다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 20182410105280).

References

- Lacy, P., Rutqvist, J., 2015 : Waste to Wealth, pp.1-264 Palgrave MacMillan, UK.
- Lacy, P., Long, J., Spindler, W., 2020 : The Circular Economy Handbook, Realizing the Circular Advantage, pp.1-350, Palgrave MacMillan, UK.
- Pauli, G., 2010 : Blue Economy-10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs, pp.1-308, Paradigm Publications, New Mexico.
- Lee, I. S., 2012 : Nature, The Grate Mentor, pp.1-302, Gim-Young Publishing Company.
- Meadows, D. H., Meadow, D. L., Randers, J., et al., 1972 : The Limits to Growth, A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind, p.124, Universe Books, New York.
- Meadows, D. H., Meadow, D. L., Randers, J., et al., 1972 : The Limits to Growth, A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind, p.56, 58, Universe Books, New York.
- Meadows, Donella, Randers, J., and Meadows, Dennis, 2005 : Limits to Growth, The 30-Year Update, p.105, Earthscan, London.
- Crippa, M., Guizzardi, D., Muntean, M., et al., 2020 : Fossil CO₂ Emissions of all World Countries-2020 Report, EUR 30358 EN, Publications office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-215-B. Doi 102760/143674, JRC 121460.
- 2018 Outlook : Annual Emission are fairly Flat through 2030, and They gradually increase after That as Regions of the World that have not adopted absolute Emissions Constraints see Emission increases "Global primary Energy use rises to about 730 Exajoules (EJ) by 2050 up from about 550 EJ in 2015. The share of Fossil Energy (coal, oil, gas) drops from about 84% in 2015 to 78% by 2050.", p.5.
- Stahel, W. R., 2010 : The Performance Economy, pp. 1-350, Palgrave Macmillan, London.
- Accenture Analysis based on Data from : Stephan Giljum, and Mirko Lieber, "Global Material Flow Database," March 2014, http://www.Materialflows.net/fileadmin/docs/materialflows.net/SERI_WU_MFA_Technical_Report_Final_20140317.pdf; The World Bank GDP data, accessed Sep. 9, 2014. <http://data.worldbank.org/>
- BMW Group, "Working Together: Sustainable Value Report 2013," 2013, http://www.bmwgroup.com/com/en/_common/_pdf/BMW_Group_SVR2013_EN.pdf#page=69.
- Caterpillar, http://Reports.Caterpillar.com/sr/_pdf/CAT_2013_SR.pdf, p.57
- Uber website, "The Ride Ahead", accessed December 10, 2014, http://bbg.uber.com/ride_ahead.
- 3D Hubs, "3D Hubs Reaches Critical Mass with Over 5,000 3D Printing Locations Worldwide," accessed June 5, 2014, <http://press.3dhubs.com/78412-3d-hubs-reaches-critical-mass-with-over-5,000-3d-printing-locationsworldwide>.
- Michelin, Michelin "Fleet Solutions", accessed July 2014, <http://www.michelintruck.com/michelintruck/services/MichelinFleetSolutions.jsp>.
- Auto Rental News, "Daimler Consolidates Car2GO and Other Mobility Services," Auto Rental News, accessed January 23, 2013, <http://www.autorentalnews.com/channel/rentaloperations/news/story/2013/01/daimler-consolidate-scar2go-and-other-mobility-services.aspx>.
- Philips, Annual Report 2013, http://www.annualreport2013.philips.com/content/en/performance_highlights.html.
- Inspiring Social Entrepreneurs, Episode 13 Interview with Iorn Szaky, founder of Terracycle, accessed November 18, 2014, http://inspiringsocialentrepreneurs.com/episode_13-interview-torn-szaky-founder-terracycle/.
- International Institute for Sustainable Development. "Chaparral Steal Company", accessed November 18, 2014, <http://www.iisd.org/business/viewcasestudy/aspx.id=51>.
- Xie, Z. W., 2013 : China Sets Up Association to Promote Circular Economy, "Global Times, accessed December, 2013, <http://www.globaltimes.cn/content/828920.shtml>.
- EX'Tax website, 2014 : Knowledge centre, accessed October 31, 2014, <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm/201415/cmselect/cmenvaud/2014.pdf>.
- Cho, J. Y, Park A., Yun H. M., et al., 2020 : Current Status and Utilization Technology of End-of-Life Photovoltaic Modules, J. of Korean Inst. of Resources Recycling, 29(4), p.127.
- European Commission, Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Aug. 2012, http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm
- Environdec website, accessed October 31, 2014, <http://www.environdec.com/>.
- International Material Data System website, accessed November 24, 2014, <http://www.mdsystem.com/imdsnt/startpage/index.jsp>.
- European Commission, REACH-Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, last update September 17, 2013, accessed November 24, 2014, http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/reach/index_en/htm.

김준수



- 연세대학교 금속공학과 공학박사
- (전) 한국지질자원연구원 책임연구원
- (전) 전남대학교 에너지자원공학과 교수
- 현재 원광전력(주) 기술연구소 연구위원
- 당 학회지 제29권 4호 참조

전연수



- 전남대학교 전기공학 공학박사
- (전) 한국전기공사협회 전라남도 회장
- 현재 원광전력(주) 대표이사
- 당 학회지 제29권 4호 참조

전정혁



- 전남대학교 전기공학과 학사
- 금호산업(주) 플랜트사업팀 대리
- 현재 원광전력(주) 경영기획본부장

조재영



- 전남대학교 전자공학과 공학석사
- 군산대학교 공학박사
- 현재 원광전력(주) 기술연구소 연구소장
- 당 학회지 제29권 4호 참조