

순환경제 전환 주요 산업 특허의 국가 간 비교 분석: 영향력과 시장 가치*

Comparative patent analysis of key transition industries in circular
economy between countries: impact and market value

김은아**
Eun-Ah Kim

요약: 국내 주요 순환경제 전환 대상 산업과 순환경제 기술 특허코드를 연계하여 해당 영역에서 2013-2022년에 주요 5개 대상국(중국, 미국, 일본, 유럽, 한국)에 출원된 특허를 출원국가와 기술영역을 중심으로 분석하였다. 중국이 최근 3년 출원한 특허의 양적 성장이 있었으나 잠재적으로 시장 가치가 높거나 기술적 수준이 높은 기술은 아직 미국이 출원한 기술이 앞서있었다. 그러나 영향력이 급상승하고 있는 중국시장 진출 시 최신의 기술경쟁력 비교우위를 점검할 필요가 있다. 화학산업에서의 순환경제 기술 특허가 양적으로 큰 비중을 차지하였고 중국 출원이 급증한 1차 금속 제조업과 기계 및 장비 제조업 관련 특허의 성장률이 높았다. 피인용 네트워크 분석결과 미국-중국-일본은 상호적으로 긴밀하게 영향을 주고받는 기술 시장 그룹이며, 한국은 이들과 같이 상호적으로 특별히 영향을 많이 주는 국가가 식별되지 않았다. 한국은 출원 건수에 비해 기술 내용과 잠재적 시장점유율 차원에서 영향력이 낮은 것으로 나타났다. 한국이 경쟁력을 가지는 요소 기술이 순환경제 산업에서 높은 부가 가치를 창출하는 기술로 영향력을 높이기 위한 전략 모색이 필요하다.

핵심주제어: 순환경제, 특허, 피인용 네트워크, 기술 영향력, 기술 시장 가치

Abstract: This study conducted an analysis of patents filed in five major countries (China, USA, Japan, Europe, and Korea) between 2013 and 2022 in the relevant field, focusing on the country of priority application and the area of technology. While China has shown quantitative growth in patent applications over the past three years, the US remains predominant in areas of technology with a potentially high market value or significant influence. However, it is crucial to assess intellectual property rights and competitive advantages when entering the Chinese market, where technological influence is rapidly increasing. The chemical industry accounts for a significant portion of circular economy technology patents, and the technologies subject to considerable Chinese dominance exhibited rapid growth rates. Our analysis of the forward citation network reveals that in the US-China-Japan technology market group, the players are mutually influencing and closely connected. While Korea does not have such mutually and closely connected countries in its citation network, it has demonstrated weaker influence in terms of technological content and potential market share compared to the number of patent applications. Strategic efforts are required for Korea to enhance its influence in the field of circular economy industries by focusing on key technology areas in which it holds competitive advantages.

Key Words: Circular economy, patent, forward citation network, technology impact, market value of technology

* 본 논문은 “순환경제 글로벌 혁신전략: 표준화, 기술개발, 해외투자, 국제협력”(김은아, 2023) 보고서 일부에 관한 내용을 학술논문 형태로 발전시켜 작성함.

** 국회미래연구원 연구위원

I. 서론

선형경제(linear economy)는 전 세계적으로 자원고갈 위기, 기후변화, 환경오염 문제를 야기하고 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위하여 대안적 개념으로서 순환경제가 대두하였다. 선형경제는 자원의 채취, 제품생산, 소비, 폐기 등이 한 방향(one-way)인 경제 구조 시스템인 반면, 순환경제는 원료의 투입을 최소화하고, 소비 후 자원을 회수하여 다시 경제영역으로 순환하는 시스템을 말한다.

한편, 순환경제의 환경·생태적인 추진요인 이외에 경제적인 추진요인이 점차 중요하게 다뤄지는 추세이다. 최근 전 세계적으로 경쟁적으로 진행되는 녹색전환 움직임 속에서 순환경제로의 전환 또한 각국에서 산업경쟁력을 강화하기 위한 전략으로 등장하고 있다. 특히 자원 및 원료 공급 안정성 확보 차원에서 재생원료 및 재사용 부품을 활용하는 전략은 경제안보 관점에서 해석할 수 있는 부분이며, 최근 발표된 미국의 인플레이션저감법(Inflation Reduction Act)은 배터리 재활용에 관한 내용을 포함하였고 유럽의 핵심원자재법(Critical Raw Material Act) 초안은 역내 자원공급 안정성을 높이기 위한 방법으로 순환경제 내용을 포함하였다.

자원공급 안정성을 높이는 방법에 이용되는 순환경제 전략은 그것을 실현하기 위한 기술이 개발되고 그에 기반한 산업이 뒷받침되어야 한다. 따라서 각국의 녹색전환 및 순환경제 전환 산업 경쟁이 심화될수록 기술·산업 경쟁력 확보를 위한 투자가 가시화될 것으로 전망된다.

이러한 기술경쟁력을 가늠할 수 있는 지표로서 다수의 연구(Ernst, 2003; Shih, Liu, and Hsu, 2010; Cho and Shih, 2011)에서 특허 정보를 활용한 바 있으며, 인용 네트워크에서 중심성이 높은 특허를 기술 파급력을 반영하는 것으로 해석하였다(Kim, Cho, and Kim, 2014). 특히 패밀리특허가 많은 경우(Kabore and Park, 2019) 일반적으로 시장성이 큰 기술에 해당하며, 이들 기술에 주목하여 분석할 필요가 있다.

본 연구에서도 주요 국가들의 순환경제 부문 특허출원 현황을 분석하였

고, 중심성이 높은 특허출원 국가, 발명 내용 등을 분석하여 우리나라와 주요국의 기술경쟁력을 진단하고자 하였다. 또한, 분석결과에 기반을 두어 우리나라의 순환경제 전환 기술경쟁력 강화를 위한 국제기술협력 전략에 어떠한 함의를 주는지 도출하였다.

II. 선행연구

1. 순환경제 기술 현황 분석

순환경제 기술개발 현황에 관한 연구는 크게 논문 서지정보를 이용한 연구와 특허 내용 분석으로 구분된다. Alnajem, Mostafa, and ElMelegy (2020)은 논문 서지정보를 이용하여 저자, 연구기관, 국가 간의 인용 및 협업 네트워크를 분석하고, 주제영역에 대한 집중도 및 연결성을 텍스트 분석기법을 활용하여 분석하여 영향력이 높은 저자, 학술지, 연구기관을 식별하고 중점적으로 개발된 주제영역을 발굴하였다. Goyal, Chauhan, and Mishra (2021) 또한 논문 서지정보를 활용하여 순환경제 부문에서 인용도가 높은 논문의 특성을 주제영역을 중심으로 정리하였고, 그들 내용이 순환경제 동인(driver), 이해관계자(stakeholder), 이행지표(practice indicator), 성과 지표(performance measures)와 어떠한 관련성이 있는지 분석하였다.

상기 논문 서지정보 분석 방법과 유사하게 특허를 대상으로 텍스트 마이닝 기법을 사용한 연구도 존재한다. Gerd Sri and Teekasap (2022)의 연구에서는 경제발전에 기여하는 순환경제 내용 영역을 도출하기 위하여 특허 분석 결과를 활용하였다. 국내에서는 주요국과 한국의 특허출원 통계를 분석하여 양적으로 열세에 있는 순환경제 기술 부문에 대한 기술개발 전략을 도출한 바 있다(김은아·박성준·여영준·장용철·최경훈, 2022b; 김은아, 2023).

그러나 순환경제 기술개발 현황에 관한 연구는 여전히 논문 데이터베이스를 이용한 경우(Nobre and Tavares, 2017; Ruiz-Real, Uribe-Toril, De Pablo Valenciano, and Gázquez-Abad, 2018)가 대다수이며, 산업경쟁력과

밀접하게 관련 있는 특허 기술을 대상으로 한 연구는 상대적으로 빈약하다. 특히 폭넓은 범위의 순환경제 기술영역 전반에 대하여 영향력이 높은 기술 내용, 출원인 및 국가, 그들 간의 관계성에 대하여 논문이 발표된 바는 없다.

2. 기술산업 경쟁력 지표로서 특허 성과 및 중심성

특허의 가치 또는 중요성은 ‘가치’와 ‘중요성’을 어떻게 정의하느냐에 따라 다소 달라질 수는 있으나 일반적으로 그 특허가 이후에 출원된 문헌에 얼마나 많이 인용되었는지가 중요한 척도로 간주되었다(Harhoff, Scherer, and Vopel, 1999; Hall, Jaffe, and Trajtenberg, 2005). 추기능(2018)의 연구에서도 후속 특허의 수와 그들 기술이 포함되어 있는 기술영역의 다양성에 따라 해당 특허의 가치와 중요도를 판단할 수 있음을 시사한 바 있다. 그러나 Michel and Bettels (2001)의 연구에서는 특허의 인용 수가 중요한 특허를 스크리닝 하기 위한 목적으로 활용될 수 있으나 특허에 대한 다양한 배경지식을 적용하여 그 결과를 해석할 필요가 있음을 강조하였다. Trajtenberg (1990)에서도 인용 수는 특허의 가치를 보여주는 절대적인 지표가 아니라 특정 분야 내에서 상대적 비교에 활용할 수 있다는 결과를 제시하였다.

최근에는 특허 인용횟수 자체를 최종 분석결과로 활용하기보다는 기초정보로 활용되는 연구가 발표되고 있는데, 좀 더 입체적인 분석을 통하여 파급력이 높고 중요한 특허를 식별할 수 있는 방법을 다루고 있다. 예를 들어 Mariani, Medo, and Lafond (2019)의 연구에서는 기간으로 정규화된 인용 네트워크의 중심성(age-normalized centrality)을 페이지 순위로 정의하여 이른 시기에 중요한 특허를 감지하는 데에 활용할 수 있음을 시사하였다.

특히 패밀리특허는 특허 중에서도 시장점유율과 밀접한 관련성이 있다는 연구 결과(Kabore and Park, 2019)가 발표된 바 있다. 이러한 연구결과에 기반하여 본 연구는 순환경제 특허 중 패밀리특허 수가 상대적으로 많은 특허를 중점적으로 분석하였으며 향후 국가 및 산업의 기술전략을 제시하는 근거 자료로 활용하였다.

또한, 권리이동이 있었던 특허의 경우 상업화 가능성 차원에서 기술 가치

가 인정되었다고 볼 수 있으므로 권리 이동이 있었던 특허를 최초로 출원¹⁾ 하였던 국가(이후 출원국²⁾)으로 표기)를 중심으로 해당 기술들이 상대적으로 집중된 산업영역을 분석하였다.

3. 선행연구의 한계 및 본 연구의 차별성

순환경제 기술 및 산업은 전통적으로 폐기물 재활용으로 인식되어 해당 기술전략을 연구한 경우는 국내 보고서에서 확인할 수 있다. 그러나 순환경제의 정의가 자원 투입을 최소로 하면서 환경으로 배출되는 폐기물의 양을 최소로 하는 기존의 선형경제를 대체하는 개념이라고 보았을 때 해당되는 기술과 산업이 특정 산업군으로 지정되기보다는 기존의 산업영역에서 순환경제 요소를 적용하는 내용으로 폭넓게 정의할 필요가 있다. 본 연구는 순환경제 산업 및 관련 기술을 기존의 생산방식에서 물질 순환성을 향상시키는 방법과 관련한 기술로 확장 적용하여 분석 대상으로 삼은 최초의 연구라는 점에서 선행연구와 차별성을 찾을 수 있다.

또한, 특허를 사용하여 기술의 가치 및 중요도를 분석하는 방법론에 관한 연구는 이상에서 정리한 바와 같이 다수 존재하나 순환경제에 적용한 경우는 보고된 바가 없다. 본 연구에서는 특히 순환경제 주요 전환 사업을 대상으로 순환경제 기술의 영향력을 간접적으로 보여주는 피인용도 분석과 더불어 시장점유율 및 상업화 가능성이 큰 특허 기술로서 패밀리특허 규모 및 권리 이동 유무를 분석하였으며, 특허 출원 국가와 집중되는 산업영역 등을 다각적으로 분석을 시도하였다는 점에서 기존 연구와의 차별성을 찾을 수 있다. 이러한 분석 결과는 순환경제 기술의 근원지, 즉 기술력이 높은 국가를 식별하고, 잠재적으로 시장 가치가 높은 기술영역을 식별하는 등의 정책적 시사점을 도출하는 데에 활용하였다.

-
- 1) 특허를 최초 출원한 국가에 출원한 날로부터 1년(PCT 특허의 경우 2년 6개월) 이내에 다른 국가에 선출원을 근거로 패밀리특허를 출원할 수 있으며, 이 때 선출원 특허에서의 출원국을 최우선출원국이라고 지칭함.
 - 2) 본 연구가 사용한 특허 DB에서 제공하는 최우선출원국 코드를 이후 '출원국'으로 지칭된 국가코드로 사용함.

III. 분석방법론

1. 대상 기술 정의

특허청은 세부 산업기술 구분에 따라 관련되는 특허코드(IPC, CPC) 연계 표³⁾를 제공하는데, <표 1>은 그 연계표 상에서 순환경제 기술에 대응하는 IPC 코드 리스트를 보여준다. 여기서 순환경제 기술은 연계표에서 가장 순환경제와 관련성이 높은 분류 기준(산업기술 대분류: 에너지·자원, 중분류: 자원, 소분류: 자원순환)을 적용하였다. <표 1>의 자원순환 기술 세부 구분과는 무관하게 동일한 IPC 코드가 부여된 것을 확인할 수 있는데, 이후 분석에서 기술 내용에 따른 차이를 살펴보기 위하여 <표 2>와 같이 IPC 코드에 대응하는 기술 내용을 중심으로 순환경제 기술(T1~T5)을 다시 구분하여 정리하였다.

이에 따라 이후의 분석에 사용할 특허 데이터는 1차적으로 지난 10년간(2013.01.01.~2022.12.31., 출원일 기준) 주요국(미국: US, 유럽: EP, 일본: JP, 중국: CN)과 한국(KR)에 출원되어 현재 등록 상태이거나 등록예정⁴⁾인 특허 중 <표 1>에서 정리된 IPC 코드를 메인코드로 하는 특허를 대상으로 추출되었다.

<표 1> 순환경제 기술에 대응하는 IPC 코드

산업기술 소분류	자원순환 기술 세부	IPC 코드
자원순환	자원 대체·저감	B01D46/*, B01D53/*, B09B*, B29B*, C02F*, C05F11/*, C08J11/*, C10L5/*, C12M1/*, C12N*
	금속·자원 회수	
	재제조	
	기타	B07B1/*, B09B*

3) 특허청(<https://www.kipo.go.kr/ko/kpoContentView.do?menuCd=SCD0200273>, 접속일: 2023.4.28.).

4) 유럽의 경우 등록심사가 완료되었으나 등록되기 전에 해당하는 상태 정보를 제공하며, 본 연구에서는 1건이 포함됨.

〈표 2〉 순환경제 기술 구분

순환경제 기술 구분	IPC 코드	기술 내용 ⁵⁾
폐가스 전후처리 (T1)	B01D46/*	가스 또는 증기로부터 분산입자를 분리하기 위하여 특별히 개량된 여과기 또는 여과공정
	B01D53/*	가스 또는 증기의 분리; 기체로부터 휘발성 용제증기의 회수; 폐가스의 화학적·생물학적 정화 등
폐기물 처리 (T2)	B09B*	고체 폐기물의 처리
	C02F*	물, 폐수, 하수 또는 슬러지의 처리; 물, 폐수 또는 사후를 처리하는 수송선박의 세부장치
	C05F11/*	폐기물 등을 활용한 유기질 비료 제조
플라스틱 재활용 (T3)	B29B*	플라스틱 또는 가소상태 물질의 가공 전처리; 플라스틱 함유 폐기물로부터 플라스틱 또는 다른 구성성분의 회수
	C08J11/*	유기 고분자 화합물 제조에서 발생하는 폐기물 회수 또는 처리(플라스틱의 회수; 폐집합체 또는 해중합 생성물 정제 또는 재사용 등)
연료화 (T4)	C10L5/*	석유, 가스 또는 코크스 공업에서 액체 연료의 고체화에 의해 생산된 고체연료, 이탄제조
생물학적 처리 (T5)	C12M1/	퇴비 발효 등에 필요한 효소학 또는 미생물학을 위한 장치
	C12N*	미생물 또는 효소; 그 조성물; 미생물의 증식, 보존 또는 유지; 돌연변이 또는 유전 공학; 배양 배지

그러나 이들 기술군은 자원순환 방식에 따라 구분되었으며, 산업의 내용에 따라 이들 기술의 적용 가능 여부가 결정될 수 있으며 세부 기술 내용이 달라질 수 있다. 즉 순환경제 전환 주요 산업과의 관련성이 높은 기술과 그렇지 않은 기술이 존재하며, 반대로 순환경제 기술의 활용도가 높은 산업과 그렇지 않은 산업이 존재한다. 본 연구는 ‘순환경제 전환 주요 산업’⁶⁾에 적용되는 ‘순환경제 기술’을 연구의 대상으로 하므로 상기 기준에 따라 1차 정제된 특허 데이터를 순환경제 전환 주요 산업 구분에 따라 2차 정제될 필요가 있다.

산업연구원 연구(2020)에서는 녹색산업 분류 안에 자원순환 산업을 (1) 폐기물·폐자원 관리, (2) 재생용 가공원료 및 재활용 제품 제조, (3) 폐기물 에너지화로 구분하여 그것과 연계되는 산업(〈표 3〉의 세세분류 순환경제산업)의

5) 기술 내용 출처: 윈텔립스 IPC 분류코드별 설명.

6) 김은아 외(2022a)의 연구에서 순환경제 전환으로 기대되는 환경·경제·사회적 영향을 것으로 기대되고 관련한 정책적 기반이 존재하여 순환경제 전환 동인이 상대적으로 큰 업종으로 1차금속 제조업, 컴퓨터, 전자 및 광학기기 제조업, 전기장비 제조업, 운송장비 제조업, 화학물질 및 화학제품 제조업, 코크스 및 석유 정제품 제조업을 도출함.

한국표준산업분류(KSIC) 코드를 발표하였다. 그리고 특허청은 KSIC 코드와 매칭되는 IPC⁷⁾ 코드를 보여주는 연계표⁸⁾를 제공하고 있다. 본 연구는 상기 두 개의 연계표를 활용하여 순환경제 관련 KSIC코드에 해당하는 IPC 코드 연계표를 구축하였고, 김은아 외(2022a) 연구에서 주요 순환경제 전환 대상으로 정의된 산업(CE1~CE7)을 대상으로 <표 3>과 같이 정리하였다. 여기서 <표 3>에 제시된 IPC 코드를 순환경제 기술 코드로 바로 사용하지 못하는 이유는 KSIC 코드는 해당 ‘산업’에 해당하는 모든 기술 내용을 반영하며, 기존에 해당 산업에서 순환경제 기술이 활용되는 경우가 드문 경우 순환경제 기술 내용에 해당하는 IPC 코드가 포함되지 않을 수 있다. 즉 순환경제 전환 주요 산업에 해당하는 IPC 코드로는 본 연구가 대상으로 삼고자 하는 순환경제 기술 내용을 추출하는 데에 충분하지 않으며, 실제로 <표 2>에 포함된 IPC 코드는 <표 3>에서 찾을 수 없다.

2차 정제 과정은 1차 정제 과정으로 추출된 특허 중 <표 3>의 순환경제 산업 구분에 따라 관련된 IPC 코드 중에 하나 이상을 관련 코드⁹⁾로 포함하는 특허로 정의하였다. 예를 들어 CE1에 포함된 C10B55/00 또는 C10M101/02를 original IPC all 또는 current IPC all 항목에 포함되어 있는 경우 해당 특허는 CE1 산업과 관련된 순환경제 기술 특허로 분류하였다. 여기서 하나의 특허에는 2개 이상의 관련 산업이 연결될 수 있으며, CE2 산업의 경우 연결된 IPC 코드의 종류 및 수가 다른 산업에 비해 크기 때문에 해당 산업과 관련된 특허 건수가 높을 가능성이 있다. 본 연구에서는 하나의 특허에 복수 개의 산업이 연결되는 경우 산업별 통계 작업에서는 중복 산정, 즉 A, B, C 특허에 CE1과 CE2가 동시에 연결된 경우 CE1 특허 건수 3개, CE2 특허 건수 3개로 산정하였다. 그 외에 산업 구분과 관계없는 통계 작업에서는 모두 1개의 건으로 처리하였다.

7) 국제특허분류(International Patent Classification, IPC)는 국제적으로 통일되게 사용되는 특허 분류체제이며, 출원된 특허를 7만여 개의 기술영역으로 구분함(특허청, <https://www.kipo.go.kr/ko/kpoContentView.do?menuCd=SCD0200269>, 접속일: 2023.4.28.).

8) 특허청(<https://www.kipo.go.kr/ko/kpoContentView.do?menuCd=SCD0200273>, 접속일: 2023.4.28.).

9) 원텔립스 분류항목 중 original IPC all 또는 current IPC all에 부여된 특허코드 전체.

〈표 3〉 순환경제 전환 주요산업에 대응하는 IPC 기술코드

한국표준산업분류 (중분류)	순환경제산업 (세세분류)	IPC 코드
코크스, 연탄 및 석유 정제품 제조업 (CE1)	기타 석유 정제품 재처리업	C10B55/00, C10M101/02
화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외 (CE2)	천연수지 및 나무 화학물질 제조업, 석탄화학적 화합물 및 기타 기초 유기 화학 물질제조업, 산업용 가스제 조업, 기타 기초무기화학물 질 제조업, 무기안료용 금 속산화물 및 관련제품제조 업, 일반용도로 및 관련제 품 제조업, 그 외 기타분류 안된 화학제품 제조업, 재 생섬유 제조업	B27M1/06, C01B32/05, C01B33/20, C01B33/40, C01F7/00, A01N31/02, A01N47/14, C07C211/04, C07C31/04, C07C31/125, C07C33/025, C07C333/02, C07C333/14, C07C39/04, C07C43/06, C07C47/04, C07C49/08, C07C53/02, C07C59/08, C07C69/68, C07F9/09, C10C1/10, C11C1/02, C12F5/00, C12N9/64, C01B3/00, C01B15/01, C01B17/06, C01B17/69, C01B25/18, C01B25/24, C01B32/00, C01B5/02, C01B7/01, C01C1/02, C01C3/10, C01F17/00, C01F7/50, C01G37/14, C09C1/50, C09C1/54, C09C1/56, C22B1/02, C22B60/02, C22C43/00, H01L21/02, H01L21/304, H01L41/187, H01M4/583, C01B15/04, C01G9/02, C03C8/00, C09D1/00, C09D123/00, C09D133/00, C09D167/00, A61K6/06, A61K6/10, C01B32/30, C04B14/04, C09D11/00, C09D11/16, C09D11/52, C09D5/34, C10L10/10, C10N40/00, C10N40/08, C11B9/00, C12N1/00, C14C9/02, C23G1/00, D06M15/11, G01N30/86, G01N31/22, G01N33/48, G01N33/53, G01N33/80, H01L21/02, H01L31/256, H01L31/18, D01F2/06, D01F2/28
고무 및 플라스틱제품 제조업 (CE3)	타이어 및 튜브 제조업, 타 이어 재생업그 외 기타 고 무제품 제조업, 플라스틱 시트 및 판 제조업, 기타 플 라스틱 발포 성형제품 제조 업, 그 외 기타 플라스틱 제 품 제조업	B29D30/54, B60C5/00, B60C9/08, C08L21/00, B29D30/54, B29D30/54, C08J9/00, E04F15/10, C08L33/12, A61F5/445, C08L27/06, A42B3/00, A45C11/34, A47G19/00, B42F13/00, B43L19/00
1차 금속 제조업 (CE4)	제철업제강업합금철 제조 업, 기타 제철 및 제강업동 제련, 정련 및 합금 제조업, 알루미늄 제련, 정련 및 합 금 제조업, 연 및 아연 제 련, 정련 및 합금 제조업, 기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	C21B5/00, C21C1/02, B21B1/02, B22D7/00, C22C1/00, C22C35/00, B22F1/00, C22B15/00, C01F7/02, C22B21/00, C22B13/00, C22B13/06, C22B19/32, C22B25/00, B21B1/08, B21B1/16, B21B1/38, B21B23/00, B22F1/00, C22B11/00, C22B23/02, C22B23/06

전기장비 제조업 (CE5)	주방용 전기기기 제조업	A47J27/08, A47J37/06, A47L5/12, A47L9/28, F24C7/04, F24H1/10, F25D11/02, H05B3/20, H05B6/64
기타 기계 및 장비 제조업 (CE6)	기타 기관 및 터빈 제조업, 산업용 오븐, 노 및 노용 버 너 제조업, 산업용 냉장 및 냉동 장비 제조업, 용기세 척, 포장 및 충전기 제조업, 그 외 기타 특수목적용 기 계 제조업	F01D15/04, F01D5/02, F02K3/00, F03B1/00, F03B11/00, F03B3/12, F03B7/00, C21B7/00, C21D9/00, C22B1/00, F27D99/00, A47F3/04, A47L15/42, B08B9/08, B65B65/00, A63J3/00, B01D59/00, B64F1/02, B64F1/04, D06F58/00, F26B19/00
기타 운송장비 제조업 (CE7)	화물자동차 및 특수 목적용 자동차 제조업	B60P3/00, B60P3/20, B60P3/22, B62D49/00, B66C23/36, B66C23/60

데이터베이스는 주요국(미국, 유럽, 일본, 중국, 한국) 특허 DB를 보유하고 있는 윈텔립스(Wintelips)를 사용했으며 검색일 2023.05.03. 기준 주요국을 대상국¹⁰⁾으로 하는 공개된 특허 중 등록되었거나 등록예정인 것을 대상으로 하였고, 최신 상태의 문서를 기준으로 중복 건을 제거하여 분석하였다.¹¹⁾ 윈텔립스 DB에서 EP 국가코드는 유럽에 포함된 개별국 특허와는 별개의 단위이나 본 연구에서는 EP를 국가코드로 가지고 있는 특허 외에 유럽특허청(European Patent Office, EPO) 회원국 국가코드를 가지고 있는 특허를 모두 EP 국가코드로 변환하여 분석하였다. 본 연구가 사용한 특허 DB는 발명과정에서 인용한 피인용 문헌과 심사과정에서 인용한 문헌을 구분하여 제공하고 있으며, 여기서는 발명과정에서 인용한 문헌을 대상으로 분석하였다.

패밀리특허 규모는 EPO 패밀리 기준을 적용하였으며, EPO 패밀리 ID를 기준으로 중복된 특허는 출원일이 가장 빠른 1개만 남기고 나머지는 제거하여 분석에 사용하였다. 권리변동 여부 또한 윈텔립스 데이터베이스에서 제공하는 권리변동 유무(한국, 미국, 중국이 대상국인 경우) 정보를 활용하였다.

10) 특허출원이 진행된 특허관청 소속 국가를 기준으로 하며 미국, 유럽(EPO), 일본, 중국, 한국에 출원된 경우에 해당하며, 출원국은 앞서 설명된 바와 같이 최우선출원국으로 5개 주요국 외의 다양한 국가를 포함함.

11) 특허가 출원된 이후 등록에 필요한 심사과정에 소요되는 시간은 특허 건마다 편차가 존재하는데, 최근 출원된 특허일수록 등록절차가 진행 중일 가능성이 크므로, 최근 3년간의 출원 건수에는 검색일에 따라 오차가 발생할 수 있음.

2. 네트워크 기반 중심성 분석 조건

본 연구는 특허의 피인용 네트워크와 패밀리특허 네트워크에서 중심성이 높은 출원국가 등을 살펴봄으로써 영향력이 높은 기술을 출원한 국가 간의 관계성을 분석해보고자 하였다. 여기서 출원국은 기술 소유권을 가지고 있는 사람 또는 기관이 소속한 국가를 의미하므로 발명자의 국적과 일치하지 않을 수 있다는 점을 해석시 유의해야 한다. 다른 한편, 대상국은 특허가 출원된 특허청이 어디인지를 나타내며 지식재산권이 적용되는 대상 국가, 즉 시장의 중요성과 연결되는 정보이다. 분석 대상 특허가 인용된 특허의 대상국 및 패밀리특허 대상국은 주요 5개국 외의 다양한 국가 및 특허협력조약(Patent Cooperation Treaty, PCT) 특허를 관할하는 세계지식재산권기구(World Intellectual Property Organization, WIPO) 또한 포함될 수 있다. 본 연구에서는 주요 5개국에 분석을 집중하여 대상국에서 주요 5개국을 제외한 국가코드는 모두 기타 국가로 처리하였다.

이를 위하여 상기 절에서 정의한 순환경제 기술 특허를 대상으로 출원국과 대상국 정보를 데이터 테이블화 하고 데이터 분석에는 R Studio 프로그램 버전 2022.07.1.+554를 사용하였으며, 네트워크 분석 및 시각화에는 igraph 패키지를 이용하였다. 코딩 단계는 (1) 피인용 문헌 번호 또는 EPO 패밀리 문헌 번호에 포함된 대상국 코드를 추출하여 출원국(행)과 대상국(열)으로 구성된 인접행렬(adjacent matrix) 생성, (2) 출원국→대상국 네트워크 분석에 필요한 간선 리스트(edge list) 생성(여기서 인접행렬 성분(element) 값을 반영하여 성분 값에 해당하는 행 반복 생성), (3) igraph 패키지를 사용하여 네트워크 구성 및 중심성 분석 수행 순서로 진행되었다. 여기서 네트워크 구성에 사용된 함수는 as.matrix와 graph_from_edgelist이며, 이 결과 생성된 그래프 성분 중 중심성 값을 이후 분석에 사용하였다.

여기서 피인용 네트워크는 개별 특허가 이후 출원된 특허에 인용되는 경우, 패밀리특허 네트워크는 최초 출원된 특허 이후 패밀리 관계인 특허가 출원되는 경우 링크가 생성되는 관계망으로 정의하였다. 네트워크 중심도는 노드의 중요도를 반영하는 고유벡터 중심성과 노드 연결 방향성과 크기를 보

여주는 연결 중심성 수치를 사용하였고, 국가 간의 기술 영향력 상대 비교에 활용하였다.

네트워크는 방향성이 있는 형태로 표현하였으며, 인용된 특허를 출원한 국가에서 시작하여 그것을 인용한 특허의 대상국으로 향하도록, 또는 최초 출원국에서 패밀리특허 대상국으로 향하도록 지정하였다. 여기서 출발점과 도착점이 동일한 연결은 삭제하여 기술이 해외에 영향을 준 경우만 네트워크 분석에 사용하였다. 이것은 기술을 개발한 출원국이 영향을 미치는 국가의 범위와 긴밀성을 보여주며 이를 통하여 기술의 영향성을 간접적으로 알아보고자 하였다. 여기서 국가 간의 거리는 인용 관계가 많이 형성되어있을수록, 패밀리 관계인 특허 문헌 수가 많을수록 가깝게 표현하였다. 여기서 국가 간의 관계성은 더욱 확장적으로 해석할 수도 있는데, 예를 들어 A 특허를 인용한 B 특허가 B-1, B-2, B-3 등의 특허와 패밀리특허 관계에 있는 경우 A 특허가 B-1, B-2, B-3 등의 특허와도 연결되어있다고도 해석할 수 있겠으나, 본 연구에서는 이러한 확장적인 해석을 적용하지 않고 분석 대상 특허와 직접 연결되어있는 특허만 네트워크 구축에 이용하였다.

IV. 분석결과

1. 주요국의 순환경제 특허 출원인, 기술영역 변화

〈그림 1〉은 2013~2022년 출원되어 현재 등록 상태이거나 등록예정인 특허 중 〈표 1〉의 IPC 코드를 메인코드로 하면서 〈표 3〉의 IPC 코드 중에 하나 이상을 관련 코드¹²⁾로 포함하는 특허 등록되었거나 등록 예정인 총 3,832건을 대상으로 출원 국가와 기술영역에 따른 변화를 보여준다. (a)는 주요 5개 출원국(중국, 일본, 미국, 유럽, 한국)이 2013~2022년 출원한 특허 수의 변화를 보여준다 (b)는 주요 순환경제 전환 대상 산업으로 〈표 1〉에서 정의한

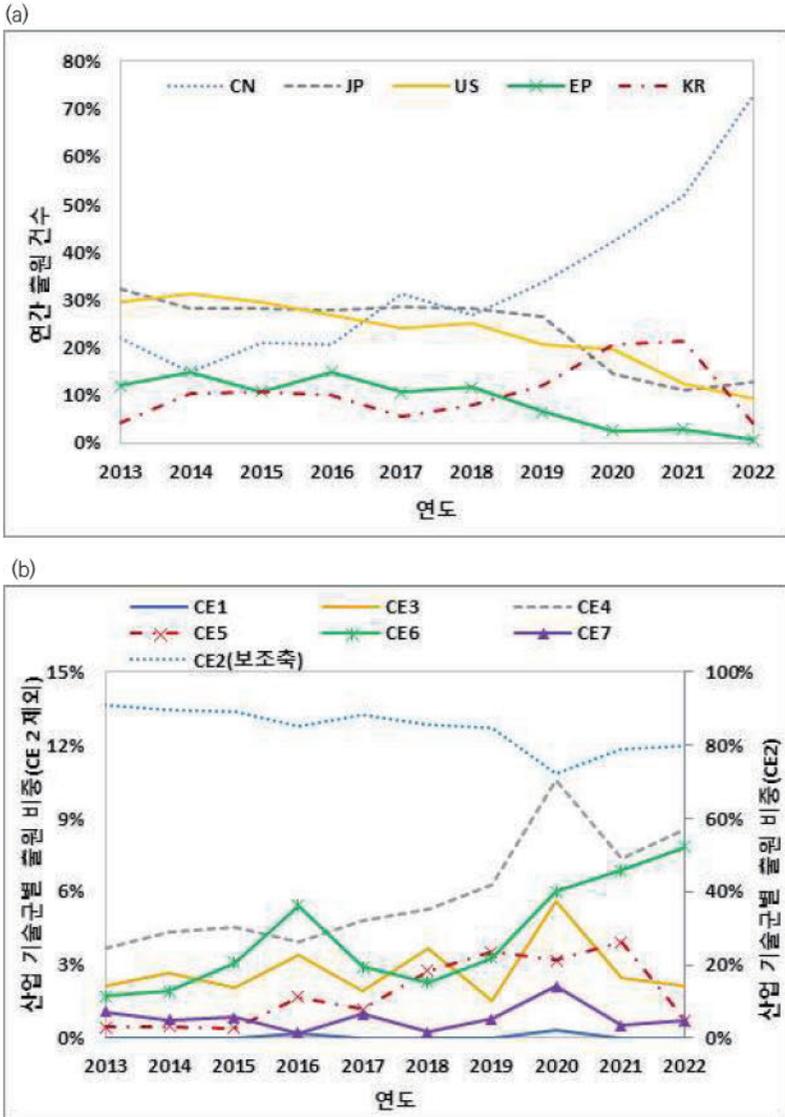
12) 윈텔립스 분류항목 중 original IPC all 또는 current IPC all에 부여된 특허코드 전체.

CE1~CE7 산업에 매칭되는 순환경제 기술의 연간 출원 건수가 차지하는 비중¹³⁾을 나타낸다. CE1과 연결된 순환경제 기술 특허는 2013~2022년 사이 총 2건만 존재하여 이후 분석에서 CE1은 대상에서 제외하였다. 이는 선진국이 저탄소 산업으로의 전환 방향에서 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업 기술에 대한 관심도가 상대적으로 감소한 영향으로 해석할 수 있으며, 순환경제 기술요소는 기존의 석유화학 원료를 대체하는 목적으로 재생원료를 생산·사용하는 내용으로 CE2 산업에서 다양하게 확인할 수 있다.

〈그림 1〉에서 나타난 바와 같이 최근 3년(2020~2022)년 사이 중국의 상대적인 출원 규모가 급증하고 있으며, 한국을 제외한 다른 주요국은 점차 감소 추세에 있다. 특히 미국은 빠른 감소 추세를 보이며, 이 시기 출원된 특허의 절대다수는 중국에서 온 것으로 그림 (b)에서 최근 3년 급격히 성장하고 있는 CE4와 CE6 산업의 순환경제 특허는 중국이 기여하는 바가 크다.

13) 최근으로 갈수록 전반적으로 등록심사가 진행 중인 출원 건이 차지하는 비중이 높아짐에 따라 전반적으로 출원 건이 감소하는 경향성을 제거하기 위하여 연간 전체 출원건으로 정규화하여 기술군별 상대 비중의 변화를 보여줌.

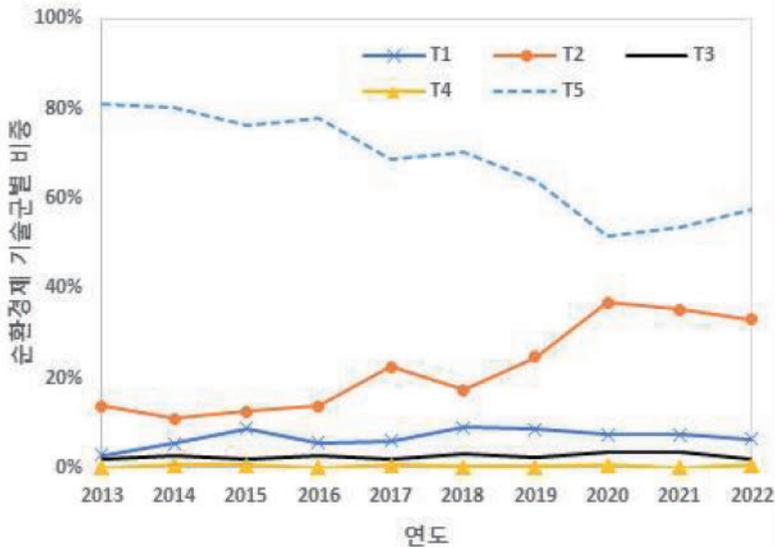
〈그림 1〉 2013~2022년 출원된 순환경제 기술 특허출원 추이 분석 (a) 출원 국가(주요국에 해당하는 CN, US, JP, EP, KR)별 출원 규모 변화, (b) 주요 순환경제 전환 대상 산업(CE1~CE7)별 출원 상대 규모 변화



〈그림 1-(b)〉가 순환경제 전환 주요 대상 ‘산업’을 중심으로 분석한 결과를 보여준다면 〈그림 2〉는 〈표 2〉와 같이 구분된 순환경제 ‘기술’을 중심으로 연

도별 출원 비중의 변화를 보여준다. 여기에서도 위와 마찬가지로 현재 등록되어있거나 등록예정인 출원 건을 대상으로 하였다. 가장 눈에 띄는 점은 T5(생물학적 처리) 기술이 전체에서 차지하는 비중이 높으나 점차 비중이 감소하는 추세라는 점과 T2(폐기물 처리) 기술이 전반적으로 증가하는 추세라는 점이다. 그러나 이러한 추세가 기술 자체의 쇠락 또는 성장을 반영하기보다 해당 기술에 집중하는 출원국의 차이에서 기인하는 것으로 볼 수 있는데, 국가별 기술 집중도(2013~2022년) 분석결과 T5 기술은 미국(1위)과 일본(2위)이 주요 출원국이고, T2 기술은 중국(1위)과 일본(2위)이 주요 출원국인 것으로 나타났다. 중국 특허출원의 양적 성장률을 고려했을 때 중국의 집중도가 높은 순환경제 기술의 비중이 상대적으로 성장률이 높은 것으로 나타난 결과로 볼 수 있다. 여기서 한국은 T1(폐가스 전후처리) 기술의 주요 출원국(1위와 근소한 차이로 2위)이면서 T5 기술의 최하위 출원국이라는 점은 향후 한국이 집중할 순환경제 기술영역을 식별하는 과정에서 심화 분석이 필요한 부분이다.

〈그림 2〉 2013~2022년 출원된 순환경제 기술(T1~T5)이 차지하는 비중의 변화



〈표 4〉는 주요 5개국이 출원한 특허를 분석 대상으로 했을 때 2013~2017년과 2018~2022년으로 기간을 구분하여 산업별 주요국 출원이 차지하는 비중을 분석한 결과를 보여준다. 비중이 50%를 초과하는 경우 볼드체로 표기하였는데, 중국은 2018~2022년 CE3(고무 및 플라스틱 제조업)과 CE4(1차 금속 제조업) 산업 순환경제 기술의 특허 점유율이 50% 이상으로 증가하였다.

중국의 특허 점유율 증가(〈그림 1-(a)〉)에 따라 나머지 국가의 출원 규모가 상대적으로 줄어드는 경향이 있으나 그러한 추세와 역행하는 경우, 즉 전반 5년의 점유율 대비 후반 5년의 점유율이 증가한 경우 〈표 4〉에서 회색으로 표시하였다. 일본은 CE4와 CE5 산업에서, 한국은 CE2, CE3, CE5, CE7 산업에서 앞선 5년 기간보다 이후 5년에 출원된 특허의 비중이 높아졌다. 중국은 기술 후발주자이면서 여러 기술영역에서 공격적으로 영향력을 확장하고 있는데, CE2와 CE6 산업 순환경제 기술 특허 점유율이 2~3배 증가한 점을 주목할 필요가 있다. 특히 CE2 산업과 연결될 수 있는 순환경제 기술은 특허 건수가 전체의 86%로, 중국의 관련 기술 출원의 양적 성장을 단적으로 보여준다. 반면 전 세계 순환경제 정책을 선도하고 있는 유럽의 특허 점유율은 전반적으로 감소하는 것으로 나타났는데, 〈표 4〉는 양적인 성장만을 반영하므로 이후 분석을 통하여 질적인 영향력에서 유럽의 기술이 어떠한 특징을 가졌는지 살펴보았다.

〈표 4〉 2013~2017년 대비 2018~2022년 출원 기술의 국가별 집중 산업 변화

산업 구분		출원 국가				
		중국	일본	미국	유럽	한국
CE2	2013~2017	20%	30%	30%	13%	7%
	2018~2022	39%	22%	22%	7%	12%
CE3	2013~2017	42%	20%	15%	14%	8%
	2018~2022	57%	9%	4%	2%	28%
CE4	2013~2017	49%	26%	4%	11%	11%
	2018~2022	54%	37%	2%	4%	3%
CE5	2013~2017	30%	0%	20%	20%	30%
	2018~2022	7%	12%	30%	9%	42%
CE6	2013~2017	14%	29%	19%	17%	20%
	2018~2022	45%	20%	11%	5%	20%
CE7	2013~2017	33%	28%	11%	6%	22%
	2018~2022	33%	17%	25%	0%	25%

2. 패밀리 규모 및 권리이동 유무에 따른 출원 국가 및 집중 산업영역 분석

〈표 4〉는 패밀리 국가 수가 상위 10%인 특허와 권리이동 이력이 있는 특허의 출원 국가와 집중 산업영역 분포를 전체 분포와 비교하여 보여준다.

〈표 5〉 전체 특허, 패밀리 국가 수 상위 10%에 해당하는 특허, 권리 이동이 있었던 특허 그룹별 출원국 구성 분석결과

구분	출원국 구성 비율				
	중국	일본	미국	유럽	한국
전체 분석 대상	29%	26%	25%	10%	10%
패밀리 국가수 상위 10%	1%	7%	65%	26%	1%
권리이동 이력이 있는 특허 ¹⁴⁾	42%	1%	31%	7%	16%

〈표 5〉에서 패밀리 국가수 규모가 상대적으로 큰 특허 그룹과 권리 이동이 있었던 특허 그룹의 출원국 분포가 전체 특허 그룹과 크게 다르다. 특허 미국은 전체 출원 규모는 25%에 불과하나 패밀리 국가수를 기준으로 봤을 때 여타 국가보다 크게 웃도는 65%를 차지하고, 권리 이동이 있는 특허의 31%를 차지한다. 또한, 유럽은 전체 출원 규모에서 10%를 차지했으나 패밀리 국가수 상위 10%에 포함된 특허가 차지하는 비중은 26%에 달해 미국과 유럽이 출원한 특허 기술은 잠재적 시장점유율이 높다고 평가할 수 있다. 반면 중국과 일본의 전체 출원 규모는 각각 29%, 26%로 미국과 유사하나 패밀리 국가수 상위 10%에 포함된 특허 점유율이 각각 1%, 7%에 불과했다. 또한, 한국은 전체 출원 규모가 유럽과 유사한 10%이나 패밀리 국가수 상위 10%에 포함된 특허 규모가 1%에 머무른 것으로 나타났다. 〈표 4〉와 〈표 5〉에서 한국은 양적인 측면에서 유럽과 미국에 비해 잠재력을 유지하거나 향상시키고 있는 것으로 보였으나 잠재적 시장 확장 가능성으로 이어지지 않고 있어 해외 시장에서 기술 사업화 영향력이 높은 특허출원 전략을 모색할 필요가 있다.

14) 미국, 중국, 한국을 대상국으로 하는 경우만 집계됨.

다른 한편, 전체 출원 규모가 유사한 중국, 일본, 미국이 출원한 특허 중 권리 이동이 있었던 특허 비중은 각각 42%, 1%, 31%로 중국과 미국이 출원한 특허는 유사한 수준으로 기술 시장에서 거래 가치가 있는 것으로 나타났다. 그러나 거래가 일어나는 당사국이 자국에 집중되어 있는지, 또는 해외 국가로의 이동이 있었는지에 따라서 그 영향력이 다르게 평가될 필요가 있으며, 이는 이후 패밀리특허 네트워크 분석에서 간접적으로 살펴보았다.

단, 여기서 주의할 점은 본 연구가 사용한 데이터베이스에서 권리 이동이 있는 특허 대상국은 미국, 중국, 한국으로 제한되어 있었기 때문에 일본과 유럽(EP) 및 유럽 개별 국가가 출원한 특허의 권리이전 정보가 과소평가되었을 가능성이 크다는 점을 고려할 필요가 있다.

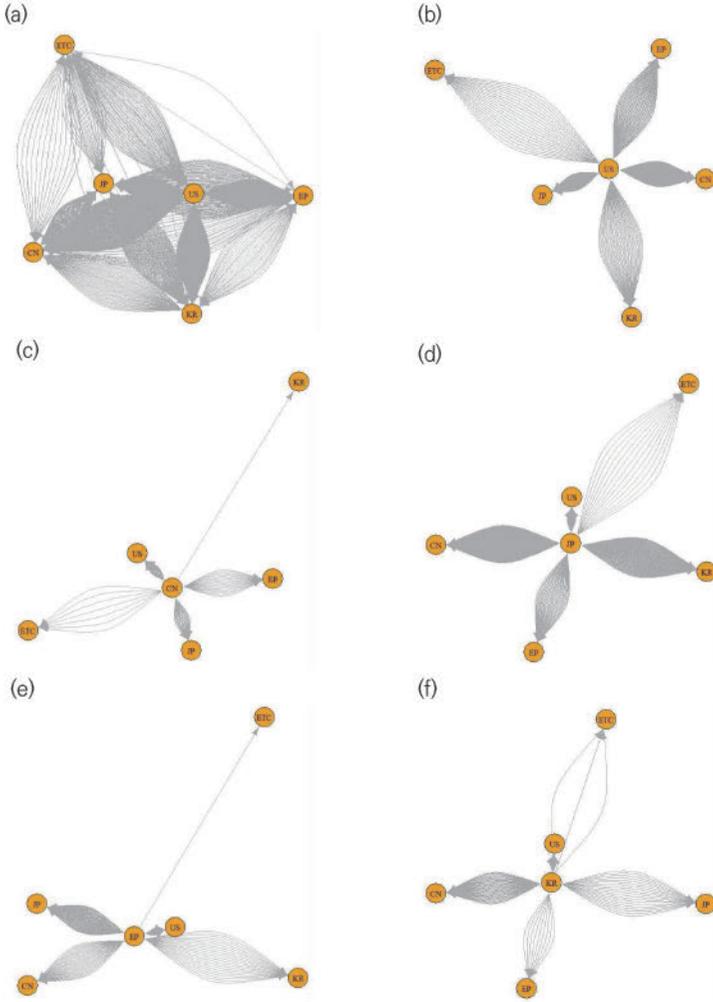
3. 네트워크 기반 중심성 분석결과

〈그림 3〉은 상기 분석에서 사용한 특허에서 주요 5개 출원 국가(CN, US, JP, EP, KR)가 출원한 특허 중 피인용 특허 문건이 1개 이상인 것을 대상으로 네트워크 분석한 결과를 보여주며 〈그림 3〉의 국가 간의 관계에 기반한 정량 분석 결과를 〈표 6〉에 정리하였다. 피인용 네트워크 결과는 특허 기술 내용의 영향력에 해당한다면 잠재적 시장 확장 가능성 차원에서의 영향력에 해당하는 내용은 패밀리특허 네트워크에서 국가의 연결로 확인할 수 있으며, 이러한 내용을 상호 비교하기 위하여 〈표 6〉에 패밀리 네트워크 분석결과를 함께 나타내었다.

〈그림 3-(a)〉는 전체 네트워크를 보여주는데, 중심에 위치한 5개국 중 미국이 가장 높은 연결 중심성과 고유벡터 중심성을 보여주었다. 유럽은 전체 출원한 특허가 전체의 10%로, 1위 국가인 중국(전체의 29%)과 비교해 크게 밀도는 수준이나 중심성은 오히려 크게 높은 결과를 가져왔다는 것은 해당 기술 내용의 영향력 또는 중요도가 높을 가능성을 시사한다. 반면 한국은 유럽과 양적 점유율은 유사한 수준이었으나 중심성은 최하위 수준으로 기술 내용과 잠재적 시장점유율 차원에서의 영향력이 양적 성장을 따라오지 못한 것으로 나타났다.

한편 주요 출원국가별 피인용 네트워크를 그림 (b)~(f)에서 보여주며 이는 기술이 발명된 국가가 주로 어느 국가의 시장(출원 대상국)에 영향을 주었는지를 알아보는 데에 활용하였다. 미국이 출원한 특허는 주로 중국과 일본을 대상국으로 하는 특허에, 중국이 출원한 특허는 주로 미국과 일본을 대상국으로 하는 특허에, 일본이 출원한 특허는 주로 미국을 대상국으로 하는 특허에 영향을 주었던 것으로 나타났다. 다시 말해 미국, 중국, 일본은 서로 매우 긴밀하게 영향을 주고받는 기술 시장으로 여타 주변 국가와의 긴밀성과 뚜렷하게 구분되는 층위를 보여준다는 점이 특징적이다. 이에 반해 한국의 경우 상대적으로 미국을 대상국으로 하는 특허에 영향력이 높으나 한국을 대상국으로 하는 특허에 특히 내용적 영향력을 크게 주는 출원국은 존재하지 않았다. 이는 한국 시장이 다른 주요국에서 출원한 기술 내용의 영향을 상대적으로 적게 받는다고 해석할 수 있으며, 이러한 현상과 연관될 수 있는 지표로 패밀리특허 네트워크상에서의 중심성을 분석한 결과 한국은 패밀리특허 네트워크에서 중심성이 최하위에 자리하고 있음을 확인하였다.

〈그림 3〉 주요 출원국가에서 피인용 특허 대상국 방향으로의 네트워크: (a) 전체 네트워크, (b) 미국(US), (c) 중국(CN), (d) 일본(JP), (e) 유럽(EP), (f) 한국(KR) 특허의 피인용 네트워크(ETC는 주요 5개국 외의 대상국 전체를 의미함)



〈표 6〉 국가 간 피인용, 패밀리 네트워크¹⁵⁾에서의 중심성 분석결과

출원국	피인용 네트워크		패밀리특허 네트워크	
	연결 (degree)	고유벡터 (eigenvector)	연결 (degree)	고유벡터 (eigenvector)
US	1,369	1	19,431	0.979
EP	745	0.781	8,986	0.493
JP	769	0.683	7,714	0.411
CN	404	0.363	3,555	0.192
KR	286	0.252	2,338	0.120

V. 결론

본 연구는 국내 주요 순환경제 전환 대상 산업을 대상으로 자원 투입을 최소로 하면서 환경으로 배출되는 폐기물의 양을 최소로 하는 순환경제 기술요소를 정의하고, 그들 영역에서 출원된 특허를 분석하여 영향력과 확장성이 높은 특허 그룹의 특징을 살펴봄으로써 국내 순환경제 기술개발 전략 전반에 관한 시사점을 도출하였다. 전체 분석 대상 특허의 출원국가와 기술영역의 시계열 변화 양상을 기준으로 잠재적으로 시장 가치가 높다고 볼 수 있는 특허(패밀리특허 규모가 크거나 권리 이동 이력이 있는 특허)와 기술 내용 영향력이 높은 특허(피인용도가 높은 특허) 구성을 비교하였다.

출원국을 중심으로 분석한 결과 전체 분석 대상 특허에서는 중국의 출원 규모가 압도적이면서 최근 3년간의 급격한 양적 성장을 보였으나, 패밀리 국가 수 규모가 상대적으로 큰 특허 그룹의 출원인 국가 분포에서는 미국이 중국보다 크게 앞서고 있는 것으로 드러났다. 또한, 피인용 네트워크 분석결과에서도 미국이 출원한 기술 내용의 영향력 또는 중요도가 높음을 확인하였다. 그러나 최근 5년간 미국은 본 연구에서 대상으로 한 순환경제 기술영역에서의 특허출원 규모가 지속적으로 감소하고 있으며, 공개된 이후의 기간

15) 5개 주요 출원국(US, EP, JP, CN, KR)을 제외한 기타국 전체를 하나의 출원국으로 처리하여 계산함.

이 길수록 피인용도가 높아지는 특성을 감안할 때 중국이 출원한 기술의 영향력이 향후 미국을 넘어설 수 있다. 출원된 특허가 공개되어 통계에 집계되기까지 일정 시간이 필요하다는 점을 고려할 때 최근 개발된 중국 기술개발 동향은 학술저널 또는 학회 자료 등을 통하여 파악할 필요가 있다.

산업 구분에 따라 분석한 결과 80% 이상의 출원이 화학산업(CE2)과의 관련성이 높은 것으로 드러났으나 점차 전체에서 차지하는 비중은 감소하는 추세로 드러났다. 반면, 1차 금속 제조업(CE4)과 기타 기계 및 장비 제조업(CE6) 관련 특허가 빠르게 성장하는 추세며, 주요 출원국 중 두 산업에서 출원 비중이 증가한 것은 CE4의 경우 중국과 일본, CE6는 중국인 것으로 나타났다.

피인용 네트워크를 기술 영향력 차원에서 해석한 결과 미국, 중국, 일본은 상호적인 피인용 관계를 보이면서 매우 긴밀하게 영향을 주고받는 기술 시장으로 나타났다. 유럽과 미국 또한 상호적인 피인용 관계를 가지는 긴밀한 기술 시장 그룹으로 볼 수 있었다. 반면, 한국은 미국과 일본으로부터 영향을 받는 주요 국가에 속하였으나 역방향의 영향력은 네트워크상에서 확인하기 어려웠다. 다시 말해 한국과 긴밀하게 영향을 주고받는 유사한 수준의 기술 시장이 존재하지 않는다는 것은 피인용 네트워크 중심성과 패밀리특허 네트워크 중심성에서 최하위 수준이라는 점과 함께 해석할 필요가 있다. 이는 한국이 최근 순환경제 기술 특허출원에서 양적 성장이 있었음에도 기술 내용적으로도 잠재적 시장으로서도 영향력이 낮을 가능성을 시사한다.

상기 분석결과를 통하여 한국이 2018년부터 순환경제 기본법 및 기본계획 시행 등을 통하여 관련 기술의 투자가 증가했음에도 특허출원 절대 규모, 영향력, 시장 가치 차원에서 한국의 특허 기술 성장을 확인하기 어려웠다. 순환경제 기술 중 T1(폐가스 전후처리) 기술영역에서 양적 경쟁력을 보유한 것으로 보이나, 이것이 순환경제 전환 주요 산업에 적용이 되어 높은 부가 가치를 창출하는 핵심 기술로 연결되는 단계에 진입하지는 않은 것으로 진단된다. 향후 영향력 및 시장 가치가 높은 기술 경쟁력을 확보하기 위하여 한국이 경쟁력을 가지는 순환경제 기술과 연계된 산업의 전방·후방에 경쟁력을 가

진 해외 국가와의 협력을 모색할 필요가 있다. 한편, 최근 전방위적으로 급증하고 있는 중국의 순환경제 기술 투자 내용을 확인하고 중국시장 진출 시 지식재산권 경쟁력에 관한 정밀한 비교평가가 선행될 필요가 있다.

■ 참고문헌 ■

- 김은아·박성준·여영준·박주영·안진주 2022a, 『순환경제 산업 중장기 시나리오와 미래 영향』, 국회미래연구원 연구보고서 22-10호.
- 김은아·박성준·여영준·장용철·최경훈, 2022b, 『순환경제 미래산업 전략』, 국회미래연구원 연구보고서 22-10호.
- 김은아, 2023, 『플라스틱 순환경제 시나리오와 미래전략』, 국가미래전략 Insight 65호, 국회미래연구원.
- 산업연구원, 2020, 『녹색산업 현황 조사 및 활성화 방안 연구』, pp. 113-119.
- 추기능, 2018, “특허의 질적 특성에 특허인용이 미치는 효과 분석: 한국 특허의 전후방 특허인용관계를 중심으로.” 『기술혁신학회지』, 21(3), pp. 1127-1154.
- Alnajem, M., Mostafa, M. M., ElMelegy, A. R., 2021, “Mapping the first decade of circular economy research: A bibliometric network analysis,” *Journal of Industrial and Production Engineering*, 38(1), pp. 29-50.
- Cho, T. S., and Shih, H. Y., 2011, “Patent citation network analysis of core and emerging technologies in Taiwan: 1997-2008,” *Scientometrics*, 89(3), pp. 795-811.
- Ernst, H., 2003, “Patent information for strategic technology management,” *World patent information*, 25(3), pp. 233-242.
- Hall, B. H., Jaffe, A., Trajtenberg, M., 2005, “Market value and patent citations,” *RAND Journal of economics*, pp. 16-38.
- Harhoff, D., Scherer, F. M., Vopel, K., 2003, “Citations, family size, opposition and the value of patent rights,” *Research policy*, 32(8), pp. 1343-1363.
- Kabore, F. P., Park, W. G., 2019, “Can patent family size and composition signal patent value?” *Applied Economics*, 51(60), pp. 6476-6496.
- Kim, E., Cho, Y., Kim, W., 2014, “Dynamic patterns of technological convergence in printed electronics technologies: patent citation network,” *Scientometrics*, 98, pp. 975-998.
- Gedsri, N., Teekasap, P., 2022, “Identifying Potential Areas for Circular Economy Development from the Perspective of Developing Economies: Using Patent

- and Bibliometric Analyses,” *International Journal of Automation Technology*, 16(6), pp. 838-844.
- Goyal, S., Chauhan, S., Mishra, P., 2021, “Circular economy research: A bibliometric analysis (2000-2019) and future research insights,” *Journal of cleaner production*, 287, 125011.
- Mariani, M. S., Medo, M., Lafond, F., 2019, “Early identification of important patents: Design and validation of citation network metrics,” *Technological forecasting and social change*, 146, pp. 644-654.
- Michel, J., Bettels, B., 2001, “Patent citation analysis. A closer look at the basic input data from patent search reports,” *Scientometrics*, 51(1), pp. 185-201.
- Nobre, G. C., Tavares, E., 2017, “Scientific literature analysis on big data and internet of things applications on circular economy: a bibliometric study,” *Scientometrics*, 111, pp. 463-492.
- Ruiz-Real, J. L., Uribe-Toril, J., De Pablo Valenciano, J., Gázquez-Abad, J. C., 2018, “Worldwide research on circular economy and environment: A bibliometric analysis,” *International journal of environmental research and public health*, 15(12), 2699.
- Shih, M. J., Liu, D. R., & Hsu, M. L., 2010, “Discovering competitive intelligence by mining changes in patent trends” *Expert Systems with Applications*, 37(4), pp. 2882-2890.
- Trajtenberg, M., 1990, A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations. *The Rand journal of economics*, pp. 172-187.
- 윈텔립스, 2023, <https://www.wintelips.com/>.
- 특허청, 2023, <https://www.kipo.go.kr>.

김은아: 미국 Stanford 대학에서 환경공학 박사학위를 취득하였고 한국화학연구원 화학 안전연구센터 센터장 등을 역임하고 현재 국회미래연구원 혁신성장그룹장으로 재직 중이다(eakim@nafi.re.kr).

투 고 일: 2023년 06월 26일
심 사 일: 2023년 07월 01일
게재확정일: 2023년 12월 05일