

# 바이오플라스틱 산업에서 한국과 일본의 개방형 혁신 비교 연구

정현주\* · 최경선\*\* · 고영주\*\*\*

## I. 서론

### 1. 연구의 배경

바이오플라스틱 산업은 바이오매스를 활용하여 이산화탄소의 발생을 억제하고 기존 석유화학 기반 플라스틱에서 제기되었던 기후문제를 대처할 가능성을 제시하여, 국제적인 환경규제에 대응할 수 있는 산업으로 관심을 불러일으키고 있다. 또한 바이오플라스틱 사용 의무화가 확대되면서 유럽과 미국 등 선도국가에서는 정부차원에서 바이오플라스틱 실용화가 활발히 추진되고 있다(심우석 2014; 서진호 2011). 또한 대형 화학기업들은 2013년 발효된 교토의정서에 따른 탄소세 도입으로 기존 이산화탄소를 발생하는 석유기반 고분자의 경쟁력이 약화될 것을 우려해 신생바이오기업의 기술을 도입하여 친환경 고분자소재 생산에 집중하고 있다.

세계 바이오플라스틱 시장의 동향은 미국, 유럽, 일본 등이 기술력과 시장점유율 우위를 바탕으로 친환경 고부가가치 소재 시장을 장악하고 있고, 개발도상국의 경우 저급의 고분자소재 대량생산 및 대량거래가 주를 이룬다. 이러한 바이오플라스틱 시장은 선도국가 주도형의 고부가가치 시장으로써, 높은 기술력으로 인해 시장진입 장벽이 높다는 특징이 있다(한국바이오소재패키징협회 2012).

바이오플라스틱 산업의 또 다른 특징은 바이오플라스틱 제조에 분자생물학과 미생물공학 및 대사공학의 통합기술이 요구되고, 원료조달 능력과 수요증대 기반 형성을 위한 투자 인프라 및 원천기술 확보와 생산 비용 절감을 위해 협력이 반드시 필요하다는 것이다(신희덕 2013; 이한원 외. 2011). 이러한 요구를 충족시키고, 지속 가능한 혁신을 위해서 석유기반 플라스틱이 가졌던 폐쇄형 혁신 활동에서 벗어나 개방형 혁신이 확대되고 있다.

Chesbrough(2003)에 의한 개방형 혁신의 개념은 여러 기술혁신 방법들 중 하나로 폐쇄형 혁신 활동에서 나타나는 문제 해결을 위해 외부로부터 새로운 아이디어, 기술 등을 유입함으로써 내부 조직 역량을 강화하거나 외부로의 지식재산 판매를 통한 휴먼지식재산의 활용방안으로 제시되었다. 이후 지식의 흐름이 양방향적으로 일어나는 상호형 혁신 유형이 추가되어 세 가지 혁신 유형들로 정립되었다(Gassmann et. al 2004). 개방형 혁신에 관한 이론은 다양한 산업에서 다루어졌고, 그 유용성 또한 입증되었다. 그러나 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신 활성화를 위한 실증적 분석연구는 거의 없었다. 또한 여러 분야에서 해외 여러 나라와 한국을 비교한 선행연구는 많이 있으나, 일본과 한국을 비교한 연구는 비교적 적은 편이다(김창완 외. 2012). 일본은 아시아 국가 중 유일하게 세계 바이오플라스틱 시장을 장악하고 있는 나라로, 이제 막 바이오플라스틱 시장에 진입하는 한국의 입장에서는 일본의 전략을 벤치마킹하여 더 나은 전략으로 세계 바이오플라스틱 시장에 진입해야 한다. 일본 정부는 교토의정서 발효 이전인 2000년대 초 지속가능한 사회 실현을 목적으로

\* 정현주, 과학기술연합대학원대학교(UST) 한국화학연구원캠퍼스 과학기술정책전공 박사과정, 042-860-7758, hjjeong@kriect.re.kr

\*\* 최경선, 한국화학연구원 미래전략본부 화학정보센터 연구원, 042-860-7319, chanian@kriect.re.kr

\*\*\* 고영주, 한국화학연구원 미래전략본부장, 과학기술연합대학원대학교(UST) 과학기술정책전공 교수, 교신저자, 042-860-7760, yjko@kriect.re.kr

‘바이오매스 활용을 위한 종합전략’을 수립하였고, 2010년에는 ‘바이오매스활용추진계획(안)’ 중 하나로 바이오플라스틱의 기술개발 계획을 추진하여 일찍부터 바이오플라스틱 산업에 관심을 기울였다(윤영만 2012). 반면 한국은 2013년 “바이오화학 2.0: Green Carbon Korea 프로젝트 사업”이 예비타당성조사를 통과하고 2014년 정부사업으로 선정하여 지원하면서 바이오플라스틱 산업 활성화를 위한 정부의 관심이 모아졌다(지식경제부 2012). 이에 본 연구는 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신 활동을 한국과 일본을 대상으로 비교하고, 정부정책이 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신 활동에 어떤 영향을 주는지 분석하여, 한국 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신을 활성화하기 위한 전략 수립 시 고려해야 할 요인들을 실증적으로 분석하고자 한다.

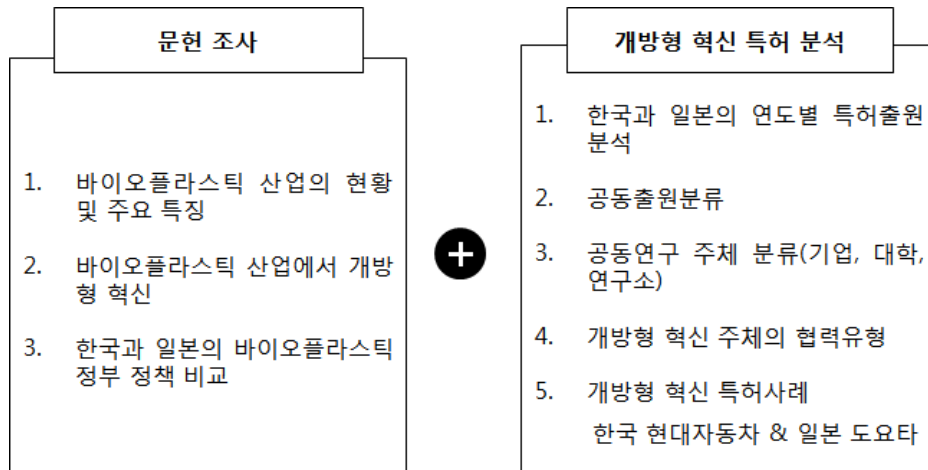
본 논문의 구성은 다음과 같다: II장에서는 개방형 혁신과 바이오플라스틱 산업에 대한 선행연구를 정리한다. III장에서는 문헌조사와 특허분석을 통해 한국과 일본의 개방형 혁신의 특징을 분석한 결과를 제시한다. IV장에서는 분석결과에 대한 결론과 그 시사점에 대하여 논의하고, V장에서는 연구의 한계점과 추후 연구의 방향을 제안한다.

## 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 목적은 아시아 국가 중 바이오플라스틱 산업이 가장 발달한 일본과 세계 바이오플라스틱 시장에 이제 막 진입하는 한국의 개방형 혁신 활동을 비교·분석하고, 정부정책이 개방형 혁신 활동에 미치는 영향을 분석하여 향후 한국 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신 활동을 활성화하기 위한 정부정책 수립 시에 활용될 수 있도록 하는 것이다. 연구 방법으로는 문헌연구와 특허분석을 병행하였다. 기존의 개방형 혁신 분석 방법은 주로 개별 기업들을 대상으로 한 설문조사나 인터뷰 등 질적방법을 통한 통계분석방법이 주로 사용되었으나, 윤진효(2010)에서 제안한 특허분석을 토대로 한 개방형 혁신 분석은 기존의 방법보다 객관적이고 손쉽게 바이오플라스틱 산업에서 혁신주체들의 개방형 혁신의 특성을 분석할 수 있을 것으로 판단하여 특허분석 방법을 사용하였다. 특허검색은 Thomson Innovation DB를 사용하여, 검색기간은 1994.01~2014.01까지로 하고, 검색의 범위는 제목, 초록, DWPI<sup>1)</sup>로 하여 총 2259건의 검색결과를 얻었다. 그 중 패밀리 특허를 제외한 1565건을 분석에 사용하고, 노이즈 제거를 위해 바이오플라스틱 원료제조 및 응용제품 개발까지로 한정하고, 기술의 활용범위는 화학산업으로 한정하였다.<sup>2)</sup> 문헌연구에서는 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신의 현황과 주요 특징을 파악하고, 한국과 일본의 바이오플라스틱 산업 육성을 위한 정부정책을 분석하여, 정부정책이 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신 활동에 미친 영향을 분석하였다. 본 연구에서는 특허분석을 통해 바이오플라스틱 산업에서 한국과 일본의 개방형 혁신의 유형 및 주체 간 협력 유형을 비교하고, 개방형 혁신 특허사례로 한국의 현대자동차와 일본의 도요타를 선정하여 개방형 혁신 유형과 혁신주체와의 관계를 비교·분석하여 한국과 일본의 개방형 혁신 활동의 특징을 도출하였다. 또한 한국과 일본의 바이오플라스틱 산업 정부정책이 개방형 혁신 활동에 미친 영향에 대한 분석도 병행하고, 분석결과를 바탕으로 한국 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신 활동 활성화를 위한 시사점을 제안하였다.

1) 특허 중에는 출원인이 특허 등록을 통해 권리를 보장받고 싶어 하지만, 특허가 경쟁사에 의해 검색되거나 공개되는 것을 원치 않을 수 있어 출원인이 특허의 원래 내용과 실제 특허명에 특허의 본질을 설명하지 않을 수 있다. 이러한 상황에서 Thomson Innovation DB를 운영하는 Derwent사는 특정 분야에 대한 전문가 리뷰를 통해 특허 내용을 보완하여 이를 별도의 항목(DWPI)으로 제시하고 있다.

2) 본 연구에서는 석유화학 유래 플라스틱을 대체할 바이오플라스틱에 중점을 두고 있기 때문에 메디컬, 제약산업 등에서 사용되는 바이오플라스틱의 원료는 제외하였다.



(그림 1) 연구의 개념도

## II. 이론적 배경

### 1. 개방형 혁신 실증연구

세계적으로 시장 경쟁이 가속화되면서 경쟁우위를 선점하기 위한 방법으로 기술혁신을 이루고자 내부 R&D 비용을 증가시키고 있으나, 기술과 시장의 불확실성과 기술의 복잡도가 증가함에 따라 내부 연구개발 활동만으로는 더 이상 기술혁신을 이루기 어려운 상황이 되었다. 다변화하는 시장의 니즈에 부응하고 지식환경의 변화에서 지속적인 이익창출과 시장 선점을 위한 방법론으로 제시된 것이 개방형 혁신이다. 개방형 혁신은 기업의 연구, 개발, 산업화의 과정에서 외부 아이디어와 R&D 자원을 활용함으로써 혁신의 비용을 줄이고 성공 가능성을 극대화하는 전략이다(복득규 2008; 김혜령 외. 2010; Gassmann et al. 2010; 강지민 2013).

Chesbrough(2006)는 개방형 혁신을 “내부의 핵심 기술 기반과 외부의 아이디어, 지식, 기술을 활용하여 내부의 혁신을 가속화하고 내부에서 개발된 기술을 외부로 내보내 새로운 시장을 개척하는 것으로 지식을 내·외부적으로 활용하는 것”으로 정의하였다. 실제로 세계적인 개방형 혁신의 추세는 기업 간 파트너십을 강화함으로써 협력을 증가시키고, 산·학·연 공동연구를 활용한 개방형 혁신도 증가하고 있다(오동훈 2008).

개방형 혁신을 통해서 혁신주체들은 R&D 투자의 효율성과 효과성을 증대시키고, 내부 지식의 라이선싱을 통한 추가적인 매출을 창출할 수 있다. 또한 내부의 아이디어를 외부에서 평가함으로써 향후 방향 설정을 할 수 있고, 핵심역량을 파악할 수 있는 기회를 가질 수 있다. 이렇듯 기업들이 원천기술을 확보하고, 시장 경쟁에서 우위를 차지하기 위해 다양한 방법으로 사용하는 개방형 혁신의 핵심 프로세스는 크게 내향형, 외향형, 상호개방형으로 구분될 수 있다(Enkel et al. 2009). 내향형 혁신은 외부의 지식이나 자원을 활용하여 R&D 비용을 절감하고 외부의 기술과 자원, 지식을 내부로 유입시켜 조직 내부 역량을 강화하고, 외향형 혁신은 조직 내부의 휴면지식자산을 외부조직의 비즈니스 모델을 통해 상업화하는 것으로 자체 개발한 기술의 효용성을 극대화하는 방법이다. 마지막으로 상호개방형 혁신은 기업이 대등한 관계에서 역량을 교환하는 형태로 지식의 흐름이 내향형과 외향형 양방향으로 상호 교환되는 것이다(Gassmann et al. 2004; STEPI Insight 2008; 김혜령 2010).

개방형 혁신은 특히 바이오플라스틱과 같이 새로운 지식과 기술의 융합이 요구되고, 리스크가 크며, 생산성이 낮은 산업에서 전략적 방법으로 사용될 수 있다. 선도국가의 바이오화학기업들은 이러한 방법으로 대량

생산 기술과 제품개발 역량을 가진 대형 화학기업들과 협력하여 시너지효과를 창출하고 있다(홍정기 2011; Chih-Wen Wu 2013).

## 2. 바이오플라스틱 산업의 특성 및 현황

바이오플라스틱이란 생물자원인 바이오매스를 발효공정을 기반으로 한 바이오 기술을 이용하여 제조된 고분자이다(제갈종건 2008; 환경부 2014). 바이오플라스틱은 재생 가능한 생물유래 자원을 활용함으로써 지구 온난화의 주범인 이산화탄소의 발생을 감소시키므로 지속발전가능 사회 구축을 가능하게 하는 친환경 소재로 주목받고 있다(생명공학정책연구센터 2012).

해외 바이오플라스틱 산업 동향은 2011년 기준 세계 시장규모가 19억 달러로 환경규제가 강한 미국, 유럽, 일본을 중심으로 형성되어 있으며, 전체 바이오플라스틱 시장의 60%를 유럽이 차지한다(KOREA 바이오경제포럼, 2011). 그러나 2018년에는 그보다 3배 이상 증가한 70억 달러 규모에 이를 것으로 전망되고, 원료 확보의 용이성으로 인해 세계 바이오플라스틱 생산량의 43.6%가 아시아, 45%가 남아메리카에서 이루어질 것으로 예상된다. 미국, 유럽, 일본 등 선도국가에서는 수십 년 전부터 환경대응 패키징 기술 개발에 주력하였고, 정부주도로 초기 단계의 바이오플라스틱 산업의 기술개발 및 투자비용을 적극 지원하였다. 기업 차원에서는 전통적 화학기업과 신생바이오기업 간의 전략적 제휴를 확대하고 있고, 특히 자동차업계에서는 친환경 이미지 제고를 위해 바이오플라스틱 소재 적용을 확대하고 있다(송봉근 2014). 바이오플라스틱 선도국가 중 일본은 바이오화학 사업의 기반이 되는 바이오매스 원료 연구와 활용을 촉진하기 위한 방안으로 바이오플라스틱의 개발 및 사용을 위한 방안을 수립하였다. 기업차원에서는 점차 강해지는 환경규제로 인해 바이오플라스틱 산업에의 참여가 활발히 이루어지고 있고, 포장재에 집중되어 있던 바이오플라스틱의 사용은 물성을 개선하여 전자제품, 자동차 등에 확대 적용되고 있다(KOREA 바이오경제포럼 2011).

국내 바이오플라스틱 동향은 1993년 생분해성 플라스틱 연구가 정부과제로 선정되면서 주요화학기업<sup>3)</sup>을 중심으로 본격적인 연구가 시작되었고, 현재까지 환경친화적 바이오플라스틱 소재 개발 연구가 대학 및 공공 연구소에서 활발히 진행되고 있다. 이러한 노력으로 국내 기업의 기술이 비교적 높은 수준까지 도달했으나, 지나치게 엄격한 규격 기준으로 대부분 사업화를 중단하고 있는 실정이다(한정구 2011). 그러나 몇몇 기업을 선두로 기존 제품과의 차별성을 앞세워 자체 브랜드<sup>4)</sup>하려는 노력을 보이고 있고, 바이오매스 원료의 한계를 뛰어넘기 위해 온실가스 활용, 남조류, 음식물쓰레기 등을 활용한 바이오플라스틱 생산을 위해 연구개발하고 있다.

국내 바이오플라스틱 수요는 연 6.6%의 성장률로 2018년에는 4만 톤의 수요량을 기록하며, 아시아 시장 전체에서 6%의 비중을 차지하고, 국내 바이오플라스틱 시장규모는 1억 달러에 도달할 것으로 예상된다(심우석, 2014).

## 3. 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신

바이오플라스틱 산업은 안정적인 원료공급이 이루어져야하고, 새로운 지식과 기술의 융합이 요구되며 리스크가 크기 때문에 반드시 협력이 필요한 분야이다. 바이오플라스틱 제조를 위한 바이오매스를 확보하기 위해서는 한국의 경우 자원이 부족하기 때문에 자원의 안정적인 확보를 위해서 정부정책을 통한 해외 네트워크 구성이 필요하다(서진호 2011; 심우석 2014). 새로운 지식과 기술의 융합을 위해서는 대학 및 연구소를 비롯

3) SK케미칼, LG화학, 대상, 이레화학 등

4) SK케미탈 'Ecozen', 웅진케미칼 '에코웨이-B' 등

한 연구계와 산업계 간 기술교류와 대기업과 중소기업의 협력이 요구되나, 아직 미흡한 상태로 효율적 연계를 위해서는 기업가와 연구자들의 적극적인 협력 마인드와 국가적 제도 지원이 뒷받침되어야 한다(생명공학정책 연구센터 2012; 중소기업연구원 2006). <표 1>에서와 같이 세계적인 추세는 기업 간 파트너십 형성을 통해 협력하려는 움직임으로 상호 기술공유, M&A, 협동화 사업 등의 활동이 증가하고 있다(유영선 2012; Rameshwari 2013). 또한 기업 차원에서 전통적 화학기업과 바이오기업 간의 전략적 제휴를 확대하고 있고, 다양한 형태의 파트너십을 형성하고 있다.

<표 1> 바이오플라스틱 산업의 협력 형태와 대표 사례

협력 형태	설명	대표 사례
Licensing	·기술에 대한 일시적인 또는 영구적인 사용에 대한 허락 ·라이선스(license)는 대부분 매출에 비례해 부과되므로 기술이 상용화되기까지는 제반 비용이 낮음	·Roquette가 MetEx에게 glycolic acid 기술 라이선스 부여 ·Florida 대학은 Myraint에게 E.coli 기술 제공
Collaborations and consortia	·기술적 한계를 극복하고 회사 간에 협동 조직을 형성, 가치사슬에서 공급자와 소비자 간 협혁 형태가 많음 ·협력관계는 각 사의 인력, 특허, 장비, 시설, 자본 등을 공유함	·Carbon Cycle Technology Alliance (CCTA): Accelryg, University of North Dakota, A2BE, Raytheon ·Braskem: Danone, Kimberly-dark, Natura 등 19개 기업과 Green PE 사용을 협약
Equity Investment	·투자회사가 피투자회사에 대한 지분을 20% 이상 50%미만 갖고 경영권에 대해 유효력을 행사하는 경우 ·지분투자(Equity Investment)는 대부분 금융 지주회사와 기술업체와의 관계에 해당함	·TriplePoint Capital LLC: BioAmber 지분 소유 ·Alloy Venture Inc, Draper Fisher Juveston Iteration INC: Genomatica의 지분 소유 ·DSM Ventures: Segetis, Xylos, Novomer, Tianjin Green
Joint Venture(JV)	·양사가 각자 지분을 50% 투자하여 새로운 법인을 형성 ·조인트 벤처(JV)는 독립된 법인으로서 양사로부터 자산을 양도받음	·Butamx: BP와 Dupont의 JV ·BASF & PURAC ·DOW & Mitsui ·Ensyn: UOP와 Envergent의 JV ·DSM & Roquette
Mergers & Acquisition (M&A)	·양사가 하나의 법인으로 통합되거나 인수기업이 피인수기업을 흡수하는 경우 ·대규모의 모집 비용이 필요하므로 파트너십 형태 중 가장 리스크가 큼	·Dupont이 Danisco를 인수(\$6b) ·KLK Emmerich가 Croda를 인수 ·AkzoNobel이 Boxing Olechemicals를 인수

출처: 심우석 외 (2013)

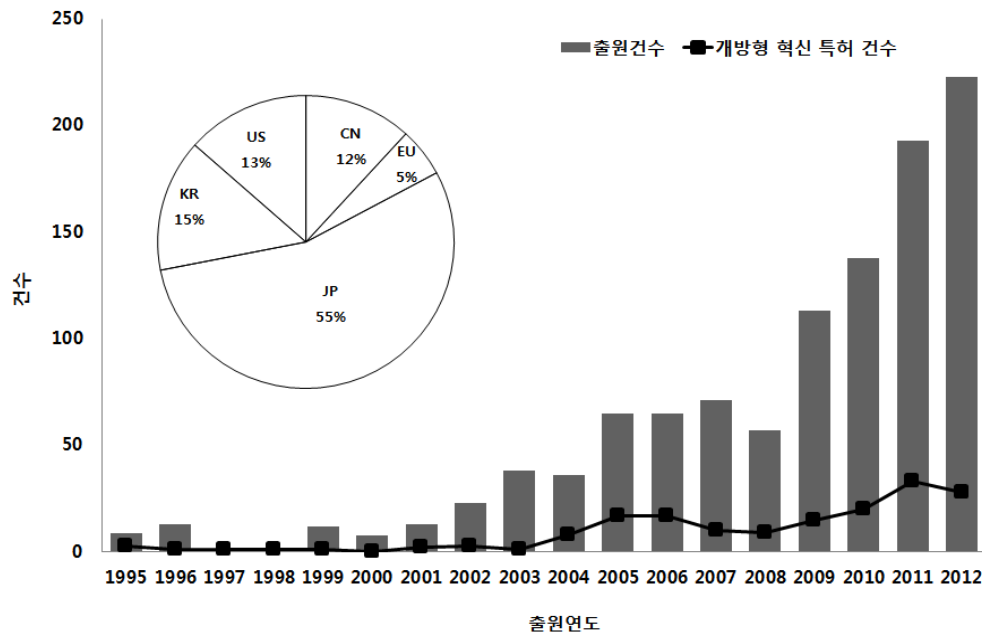
미국, 유럽, 일본 등의 사례에서 보면 바이오플라스틱 분야가 화학 또는 바이오 자체 기술력만으로는 성과에 한계가 있고, 신산업의 불확실성에 따른 기업의 소극적 투자를 예방하기 위해 정부의 지원과 기업의 적극적인 협력관계 형성이 이루어졌다(Alastair Iles 2013). 이제는 아시아 국가 등 개발도상국에서도 기업은 자발적인 협력 체계를 구축하고, 정부는 이를 지원함으로써 바이오플라스틱 시장 진입 및 원천기술 확보가 빠르게 이루어지고 있는데, 그 대표적인 예로 태국이 있다. 현재 세계 대형 화학기업 및 바이오플라스틱 시장에서는 태국을 부상하고 있는 최고의 바이오플라스틱 시장이라고 일컫고 있는데, 풍부한 바이오매스 원료와 기술개

발을 위한 정부의 적극적인 지원, 바이오플라스틱의 시장 확대를 위한 활발한 홍보활동으로 그 시장이 점차 확대되고 있기 때문이다(Pornpub et al. 2009).

### III. 연구결과

#### 1. 바이오플라스틱 산업 특허출원 연도별 추이

(그림 2)에 나타난 바이오플라스틱의 특허 출원 현황을 보면, 바이오플라스틱 특허가 2000년 초반부터 2012년 이전까지 꾸준히 증가하고 있다<sup>5)</sup>. 또한 전체 조사대상 1565건 중 공동출원, 즉 개방형 혁신 출원은 226건(14.6%)으로 개방형 혁신 특허건수 또한 2003년 이래 약간 감소하는 구간도 보이지만, 대체적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 출원인 국적별 비율에서는 일본이 55%를 차지하고 있고, 한국(15%), 미국(13%), 중국(12%), 유럽(5%) 순으로 나타났다.

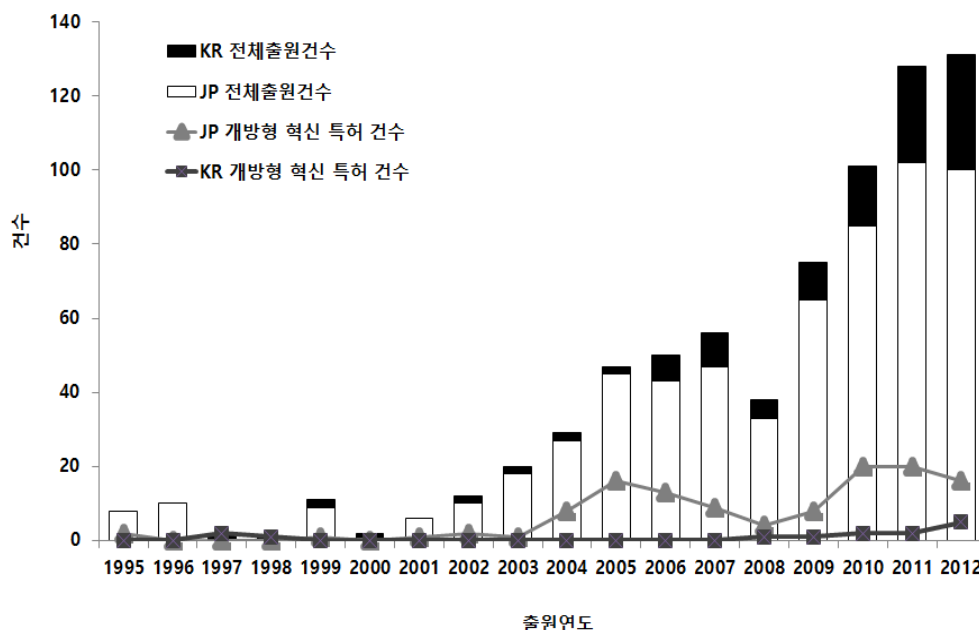


(그림 2) 바이오플라스틱 특허출원 추이 및 출원인 국적 비율

(그림 3)에서 보는 바와 같이, 한국과 일본의 바이오플라스틱 특허 또한 2000년대 초반부터 꾸준히 증가하는 양상을 보이고 있다. 개방형 혁신 특허출원 건수는 일본에서는 2004년부터 증가하고 있고, 한국은 2010년 이후 증가하기 시작했으나, 그 건수가 일본에 비해 미미하다. 일본의 바이오플라스틱 특허 전체 출원건수(808건) 중 개방형 혁신 특허(151건)가 차지하는 비중은 19%이고, 한국의 바이오플라스틱 특허 전체 출원건수(199건) 중 개방형 혁신 특허(20건)가 차지하는 비중은 10%로 일본의 개방형 혁신 특허가 한국에 비해 2배정도 많음을 알 수 있다.

5) 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2013~2014년의 자료는 유효하지 않으므로 분석구간을 1995~2012년으로 한정하였다.

결과적으로 일본은 전체 바이오플라스틱 특허 출원 건수가 증가하면서 개방형 혁신 특허 건수도 증가하고 있는 반면, 한국은 전체 바이오플라스틱 특허 출원 건수는 꾸준히 증가하고 있으나, 개방형 혁신 특허 건수는 거의 증가하지 않은 것으로 보아, 한국에서는 바이오플라스틱 산업에서의 개방형 혁신이 거의 이루어지지 않거나 정체 상태에 있음을 알 수 있다.



(그림 3) 한국과 일본의 바이오플라스틱 특허 출원 연도별 추이

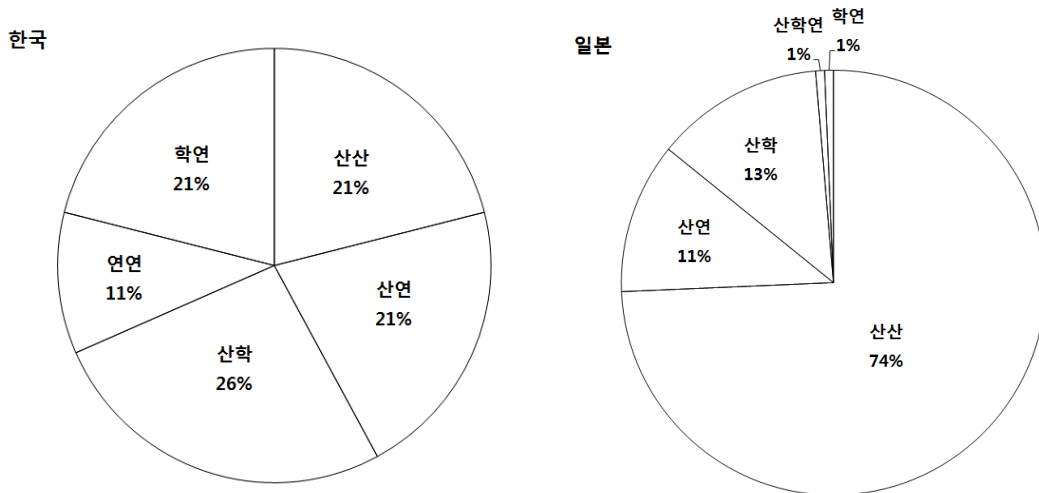
## 2. 한국과 일본의 협력유형 비교

바이오플라스틱 산업은 기술의 요구수준이 높고 대규모 인력 및 물적 시설이 공유되어야 하는 특성이 있다 (서진호, 2011). 선행연구에 따르면 이러한 환경에서 해외 바이오플라스틱 산업 동향은 대형 화학회사들이 안정된 바이오매스 확보와 신기술 개발을 위해 바이오 기술 공급자와의 합작회사 설립, 공동연구, 기업 인수 등을 하고 있는 것으로 나타난다.<sup>6)</sup> 또한 바이오플라스틱 시장은 유통 사이클 개척이 어려우므로 기존 시장이 확보되어있는 전통적 화학기업과의 협업이나 합작회사 설립이 이루어지고 있고, 새로운 기술을 가진 신생 바이오화학기업에 투자함으로써 지식재산권을 확보하기도 한다(심우석, 2014).<sup>7)</sup>

일본의 바이오플라스틱 산업에서의 협력유형은 기업 간의 협력이 74%로 가장 많이 차지하고 있고 다음으로 기업과 대학, 기업과 연구소의 협력이 각각 13%와 11%로 비슷한 비율로 나타났다. 반면 한국의 경우에는 기업과 대학의 협력이 26%로 높은 비율을 차지하고, 기업과 연구소, 기업과 기업, 대학과 연구소의 협력이 각각 21%의 동일한 비율로 나타났다. 결과적으로 일본에서는 선도국가에서 보이는 양상과 마찬가지로 기업 간 협력이 강한 반면, 한국에서는 다양한 협력 유형을 보이고 있다.

6) 2011년 바이오기술 기반으로의 전환을 추지하는 Dupont은 덴마크의 발효기술업체인 Danisco를 인수하면서 바이오플라스틱제조 핵심 기술인 발효기술 부문의 역량을 확보하였다(홍정기, 2011).

7) Braskem(브라질)은 실수요자인 Danone(프랑스), Walmart(미국) 등과 같은 실수요자인 19개 기업과 협약을 맺고, 기존 공급처를 활용하여 자체 제품인 Green PE이 판매를 확대하고, DSM(네덜란드)은 Novomer, Segetis 등 미국의 바이오화학 신생회사를 중심으로 투자하고 있다.



(그림 4) 한국과 일본의 바이오플라스틱 산업에서의 협력유형

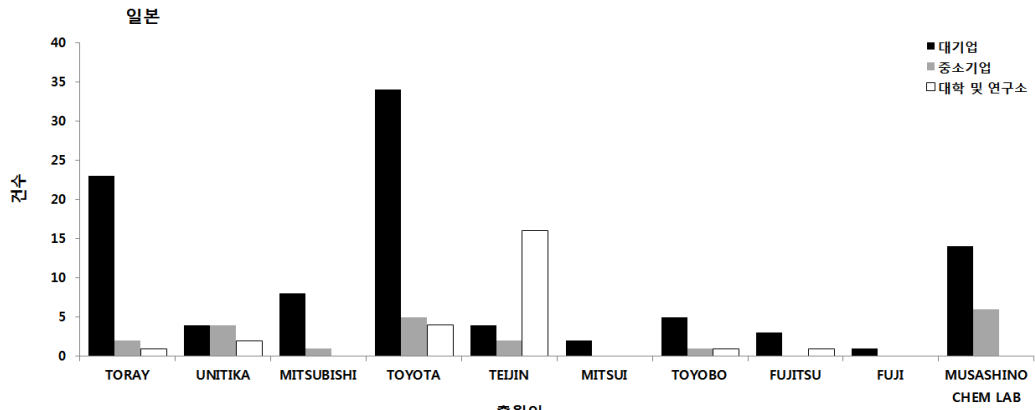
### 3. 한국과 일본의 출원인별 협력 유형 및 개방형 혁신 주체 간 관계

아래 (그림 5)는 한국과 일본의 바이오플라스틱 특허 출원 건수가 많은 상위 10개 출원인별 협력 유형 및 개방형 혁신 주체 간 관계를 파악하였다. 우선 일본의 경우 상위 10개의 출원인 중 도요타(TOYOTA) 56건, 도레이(TORAY) 24건, 테이진(TEIJIN) 20건, 무사시노 화학 실험실(MUSASHINO CHEM LAB) 14건의 순으로 개방형 혁신 특허 출원을 많이 하였고, 대부분 기업과의 협력이 주를 이루었다. 특히 일본의 상위출원인들은 대기업과의 협력이 대부분을 차지하고 있었고, 또한 3개 이상의 주체가 협력관계를 형성하는 특징을 보였다<sup>8)</sup>. 반면 한국의 상위 10개 출원인은 SK, 현대자동차(HYUNDAI MOTOR), LG, 제일모직(CHEIL IND) 등 대부분 대기업이고, 개방형 혁신 특허가 6건인 현대자동차를 제외한 나머지 기업들의 개방형 혁신 특허 건수는 없었다. 한국의 상위 10개 출원인 중 개방형 혁신 특허출원을 많이 한 현대자동차와 대학인 KAIST<sup>9)</sup>의 협력유형에서 보면 현대자동차는 5건의 개방형 혁신 특허 중 3건이 대기업과의 공동출원이었고, 나머지 2건은 대학 및 연구소와의 협력으로 출원된 특허였다. KAIST의 개방형 혁신 특허건수는 6건으로 이 중 1건만이 대기업과의 공동출원특허이고, 나머지 5건은 대학 및 연구소와의 협력으로 출원된 특허였다. 따라서 한국의 혁신주체들 중 특히 대학은 기업과의 협력보다는 비슷한 성격의 주체인 대학 및 연구소와의 협력을 선호하는 것으로 예측할 수 있었다.

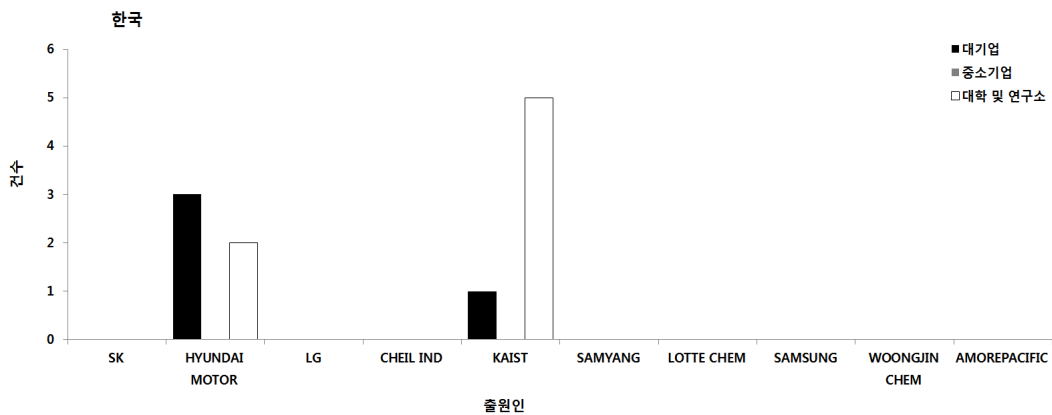
8) 섬유와 플라스틱을 제조하는 화학소재 회사인 유니티카(UNITIKA)와 화학회사인 테이진(TEIJIN)이 수요기업인 도요타(TOYOTA)와 협력

9) KAIST(Korea Advanced Institute of Science and Technology)





개방형혁신 주체	개방형혁신 특허건수	개방형 혁신 대상		
		대기업	중소기업	대학 및 연구소
TORAY	24 (19%)	21	2	1
UNITIKA	10 (10%)	4	4	2
MITSUBISHI	9 (12%)	8	1	-
TOYOTA	56 (95%)	53	-	3
TEJIN	20 (9%)	4	2	14
MITSUI	2 (5%)	2	-	-
TOYOBO	6 (23%)	4	1	1
FUJITSU	3 (17%)	2	-	1
FUJI	1 (7%)	1	-	-
MUSASHINO CHEM LAB	14 (93%)	9	5	-



개방형혁신 주체	개방형혁신 특허건수	개방형 혁신 대상		
		대기업	중소기업	대학 및 연구소
SK	0	-	-	-
HYUNDAI MOTOR	6 (29%)	4	-	2
LG	0	-	-	-
CHEIL IND	0	-	-	-
KAIST	6 (86%)	1	-	5
SAMYANG	0	-	-	-
LOTTE CHEM	0	-	-	-
SAMSUNG	0	-	-	-
WOONGJIN CHEM	0	-	-	-
AMOREPACIFIC	0	-	-	-

(그림 5) 일본과 한국의 출원인별 협력 유형 및 개방형 혁신 주체 간 관계<sup>10)</sup>

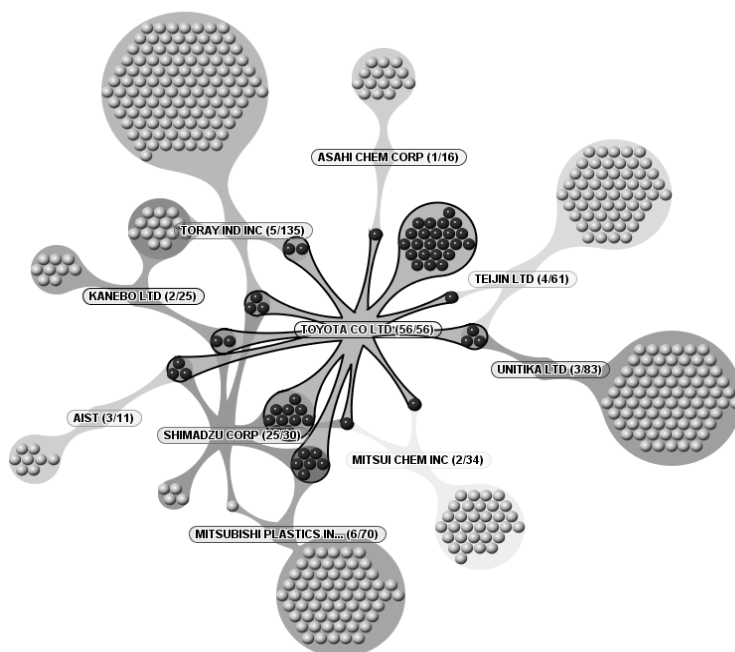
결과적으로 일본의 경우 특허를 많이 출원하고 있는 상위 10개 출원인들이 모두 개방형 혁신 특허를 출원하고 있었으며, 그 협력의 유형은 대기업과 대기업 간의 협력이 높은 비율을 차지하고 있었다. 반면 한국에서는 대기업들이 바이오플라스틱 관련 특허 출원을 주로하고 있으나, 이들 기업들의 개방형 혁신 활동은 미미하였다.

#### 4. 한국과 일본의 개방형 혁신 특허사례 분석

(그림 5)에서 보면 한국과 일본의 대표적인 자동차 기업인 현대자동차와 도요타는 특허 출원을 많이 한 상위 출원인이면서도 다른 출원인에 비해 개방형 혁신 특허출원 건수도 많아 한국과 일본의 개방형 혁신 특성 비교를 위해 분석대상으로 선정하였다.

<표 2> 도요타의 개방형 혁신 특허출원 추이

출원연도	개방형 혁신 특허건수	개방형 혁신 대상		
		대기업	중소기업	대학 및 연구소
2002	2	2	-	-
2004	7	7	-	-
2005	23	22	-	1
2006	9	7	-	2
2007	3	3	-	-
2008	1	1	-	-
2009	3	3	-	-
2010	3	3	-	-
2012	4	4	-	-



(그림 6) 도요타의 개방형 혁신 유형

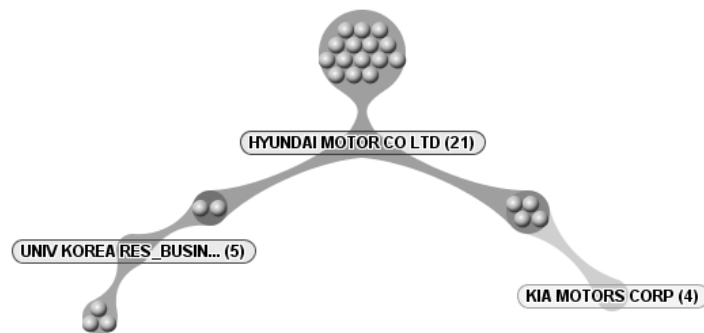
10) 개방형 혁신 특허건수에서 (%)는 전체 바이오플라스틱 특허출원 건수 중 개방형 혁신 특허가 차지하는 비율을 나타냄.

도요타는 전체 바이오플라스틱 특허의 95%가 개방형 혁신 특허로, 2002년 처음 개방형 혁신 특허를 출원한 이후 2005년 23건의 개방형 혁신 특허를 출원하면서 이때 가장 활발히 개방형 혁신 활동을 하였다. 그러나 2006년 이후 그 건수가 9건으로 감소하여 2007년부터 2012년까지 1~4건의 개방형 혁신 특허를 출원하고 있으나, 꾸준히 개방형 혁신 활동을 하고 있는 것으로 나타났다. 도요타는 2002년 시마즈(SHIMADZU)로부터 바이오플라스틱산업을 매수하여 연간 1천 톤 규모의 자체 PLA(poly-lactic acid)<sup>11)</sup> 생산설비를 보유하고 있기 때문에, 도요타의 개방형 혁신 특허의 내용에서도 보면 PLA의 물성을 강화하기 위한 방법과 기술에 관한 특허가 대부분을 차지하고 있고, 또한 PLA를 이용하여 차량 내부의 인테리어소재로 사용되는 섬유판이나 플라스틱을 생산하는 내용의 특허가 그 다음을 차지했다.

(그림 6)에서 보는 것과 같이, 도요타는 주로 일본 내 대기업과 협력을 하고, 대학 및 연구소와의 개방형 혁신은 미흡한 것을 알 수 있다. 특히 도요타는 섬유와 플라스틱을 제조하는 화학소재 회사인 유니티카(UNITIKA)와 화학회사이면서 바이오플라스틱 개량을 위한 연구개발을 활발히 하고 있는 테이진(TEIJIN)과 협력하고, 섬유와 필름을 제조하는 도레이(TORAY), 일본의 바이오플라스틱 주 생산회사인 미쓰비시(MITSUBISHI)와 협력하는 등 동시에 일본 내 여러 화학기업과 협력을 하는 특징을 보였다. 또한 도요타는 자체적으로 생산하는 바이오플라스틱의 물성 개량을 위한 협력으로 원천기술을 확보하고자 노력하고 있고, 일본 내 화학기업들과 협력하면서 자동차 생산에 친환경소재를 사용하여 경쟁력을 높이고 있었다.

<표 3> 현대자동차의 개방형 혁신 특허출원 추이

출원연도	개방형 혁신 특허건수	개방형 혁신 대상		
		대기업	중소기업	대학 및 연구소
2010	2	1	-	1
2011	2	1	-	1
2012	2	2	-	-



(그림 7) 현대자동차의 개방형 혁신 유형

현대자동차는 2007년부터 21건의 특허를 출원하였고 그 중 6건의 개방형 혁신 특허출원이 있었다. 개방형 혁신 특허는 2010년 2건을 시작으로 2012년까지 출원하였다. 개방형 혁신 대상은 대기업인 기아와 대학인 고려대학교이다. 현대자동차의 개방형 혁신 특허 내용에서 보면 고려대학교와의 공동출원 특허는 바이오플라스틱을 이용한 차량 인테리어소재 개발 관한 내용이었으나, 기아와의 공동출원 특허는 이렇게 개발된 소재의

11) PLA(poly-lactic acid): 바이오플라스틱 중 하나로, 선형적인 지방족 폴리에스터로서 옥수수 및 감자의 전분 등 100% 재생가능한 자원으로부터 얻어진 단량체를 이용하여 합성된 열가소성 고분자 소재

성형을 통한 차량용 인테리어소재 개발에 관한 내용이었다. 즉 현대자동차의 개방형 혁신 활동은 미미하고, 혁신대상도 상당히 제한되어 있음을 알 수 있다.

결과적으로 현대자동차와 도요타 두 기업 모두 세계적인 자동차회사임에도 불구하고, 일본의 도요타는 자체적으로 바이오플라스틱을 생산하면서도 바이오플라스틱의 물성 개량을 위한 원천기술을 확보하기 위해 다른 바이오플라스틱 제조기업과 협력하고 있고, 일본 내 화학회사와 협력하면서 친환경소재를 사용한 자동차를 생산하여 경쟁력을 확보하는 등 탈추격형 기술개발을 하고 있었다. 반면 현대자동차는 원천기술 확보를 위한 기술개발이 아닌 바이오플라스틱을 활용한 차량인테리어소재 개발에 초점을 맞추고 있고, 이 또한 고려대학교 1곳과의 협력으로 나타난 특허이다. 또한 기아와의 협력으로 출원한 특허는 단순히 현재 가지고 있는 소재의 성형을 통한 소재 생산을 하는 것으로 현대자동차의 개방형 혁신 활동은 전무하다고 할 수 있다.

## 5. 한국과 일본의 바이오화학 정부 정책 비교

한국은 2009년부터 바이오화학 산업 강국으로 도약하기 위한 발전 전략을 제시하고 있으나, 전략기획보고서 수준에 그쳤다. 그러나 2012년에 발표된 ‘바이오화학 육성전략’에서는 관련 기업 간 상생협력을 유도하기 위해 대·중소기업 간, 바이오·화학 기업 간의 협력을 유도하기 위한 전주기적 R&D를 추진하고, 전·후방산업의 동반성장을 촉진하기 위해 산학연관 소통의 장 마련을 주요내용으로 하고 있다(지식경제부 2012). 이후 2013년 “바이오화학 2.0: Green Carbon Korea 프로젝트 사업” 예비타당성 조사가 통과하면서 2014년에는 주력산업(자동차, 섬유, 전기전자)과 연계하여 원료생산부터 소재 및 시제품개발까지 전주기 R&D지원을 위한 정부지원사업을 선정하였다. 사실상 한국에서는 2013년 예비타당성조사가 통과되기 이전에는 바이오플라스틱 산업화를 위한 정부정책이 없었다고 할 수 있으나, 예비타당성조사가 통과되어 정부사업으로 선정하고 지원을 활발히 하면서 바이오플라스틱 산업화를 위한 정부정책이 시행되었다고 할 수 있다.

반면 일본에서는 2002년 관련부처가 포괄적 국가전략인 ‘Biotechnology 전략대강’을 제정하고, 2007년에는 ‘바이오기술전략로드맵’을 발표하며 바이오매스의 활용 촉진책을 도입하였다. 또한 2010년에는 ‘바이오매스활용추진기본계획’을 발표하여 바이오매스의 활용과 기술개발의 중점 분야로 바이오플라스틱 보급을 확대하기 위한 기술개발을 추진하였다. 2010년 ‘바이오매스활용추진기본계획’에서는 산학관 연구기관을 연계하여 셀룰로오스계, 조류 등 차세대 바이오매스 실용화와 바이오매스 활용을 위한 기술개발을 가속화하는 전략을 중점 내용으로 하고 있다. 일본은 2000년대 초 바이오매스의 활용에 중점을 두었으나, 2010년 구체적으로 바이오매스의 활용 분야를 바이오플라스틱으로 두면서 본격적으로 바이오플라스틱의 기술개발 및 활용을 위해 정부가 적극적으로 개입하기 시작하였고, 정부에서는 산학관 연구기관 연계를 통한 기술개발에 중점을 두었다.

결과적으로 일본은 초기에 바이오매스 활용에 중점을 두고 바이오매스의 활용을 위한 바이오플라스틱 분야의 기술개발에 관심을 기울이면서 산업화를 촉진하고, 산학관 연구기관의 연계를 통한 기술개발 및 원천기술 확보를 위해 정부가 적극적으로 개입하기 시작하였다. 한국은 초기 바이오화학산업 발전 전략(안) 발표와 그 이후의 전략(안)에서도 구체적인 실천방안을 제시하지 않았으나, 2012년에 바이오화학산업 발전을 위한 중점 방안으로 대기업과 중소기업의 협력 또는 바이오기업과 화학기업의 연계를 통한 바이오플라스틱 기술 개발을 중점 내용으로 두고, 동반성장을 위한 산학연 협력에 초점을 맞추었다. 그리고 2013년 예비타당성조사를 통과하면서, 2014년 이러한 계획(안)을 바탕으로 바이오플라스틱 전주기 R&D사업을 정부지원사업으로 선정하여 본격적인 바이오플라스틱 산업화를 위한 정부의 개입이 이루어졌다.

<표 4> 한국과 일본의 바이오화학 산업 정부 정책

국가	내용
한국	'09년 3월 '바이오화학산업 발전전략(안)'을 발표해 '20년까지 세계 7위권 바이오화학산업 강국으로 도약하기 위한 CO2 Zero KOREA 2020 비전을 제시 '12년 12월 '바이오화학 육성전략'을 통해 석유화학 세계 5위 강국인 우리나라의 경쟁력을 바탕으로 우수한 국내 발효기술을 접목하고 시너지를 극대화하여 2020년 세계 5위 바이오화학 강국을 목표 '13년 "바이오화학 2.0: Green Carbon Korea 프로젝트 사업"이 예비타당성조사 <sup>12)</sup> 를 통과 '14년 4월 산업자원통상자원부는 친환경 지속성장을 견인하는 신성장동력으로 바이오화학 산업을 육성하기 위해 향후 5년간('14~'18) 842억원(총사업비 2,155억원)을 '바이오화학 산업화 촉진기술개발' 신규 지원하는 계획을 발표
일본	'02년 관련부처 연합으로 포괄적 국가전략인 'Biotechnology 전략대강' 제정. 농림수산업·경제사업성 등이 중심이 되어 에너지와 화학제품생산에 바이오매스의 활용을 촉진하는 대규모 연구를 지원 '07년 4월 일본 경제사업성은 바이오기술전략로드맵을 발표하였으며, 바이오매스로의 원료전환을 위한 각종 촉진책을 도입 '10년 '바이오매스활용추진기본계획'을 발표하여 바이오매스의 활용을 위한 연구 및 기술개발 중점 분야로 바이오매스 플라스틱 보급을 확대하기 위한 저비용 제조 기술, 내열성·내구성 향상 기술 등의 개발을 추진

## IV. 결론 및 시사점

### 1. 결론

본 연구는 선도국가의 대형화학기업과 바이오기업들이 개방형 혁신을 전략적으로 활용하여 바이오매스를 확보하고 높은 기술력으로 세계 바이오플라스틱 시장을 점유하고 있는 것에 주목하여, 아시아 국가 중 바이오플라스틱 산업과 시장이 가장 발달한 일본과 세계 시장에 진입하기 시작한 한국의 개방형 혁신 유형과 정부 정책을 분석하면 한국의 개방형 혁신 활동을 저해하는 요인이 나타날 것이라는 가정에서 출발하였다. 기존의 개방형 혁신 분석 방법은 개별 기업들을 대상으로 설문조사 및 인터뷰와 같은 질적방법을 통한 통계분석방법이 주로 사용되었으나, 윤진효(2010)에서 제안한 특허분석을 토대로 한 개방형 혁신 분석은 기존의 질적방법보다 객관적인 방법이라는 판단으로 한국과 일본의 바이오플라스틱 특허를 통해 개방형 혁신 활동을 분석하였다. 그 결과, 전 세계적으로 2000년대 초반부터 바이오플라스틱 특허출원이 증가하고 있었고, 이에 따라 개방형 혁신 특허출원 건수 또한 증가하고 있었다. 전체 특허출원인 중에서 일본이 55%로 바이오플라스틱 특허를 가장 많이 출원하였고, 일본의 전체 바이오플라스틱 특허출원과 개방형 혁신 특허출원 건수도 2000년대 초반부터 꾸준히 증가하고 있는 양상을 보이고 있었다. 반면 한국도 2000년대 초반부터 전체 바이오플라스틱 특허출원 건수가 증가하고 있지만, 개방형 혁신 특허출원은 거의 이루어지지 않고 있어, 한국의 바이오플라스틱 산업은 개방형 혁신 활동이 제한적임을 알 수 있다. 개방형 혁신 유형은 일본의 경우, 기업과 기업의 협력이 74%로 가장 높은 비율을 차지하고 있고, 미국이나 유럽과 같은 다른 선도국가의 협력양상과 다르게

12) 예비타당성조사: 총사업비가 500억원 이상이면서 국가의 재정지원 규모가 300억원 이상인 대규모 신규 사업에 대한 예산편성 및 자금운용계획을 수립하기 위하여 기획재정부장관 주관으로 실시하는 사전적인 타당성 검증·평가임

대기업과 대기업간의 협력이 대부분을 차지하였다<sup>13)</sup>. 한국은 기업과 대학의 협력이 26%로 높은 비율로 나타나고, 기업과 연구소, 기업과 기업, 대학과 연구소의 협력이 21%로 같은 비율을 나타냈다. 일본의 바이오플라스틱 특허출원 건수가 많은 상위 10개 출원인별 협력 유형을 보면, 상위 10개 출원인 모두 개방형 혁신 활동을 하고 있었다. 그 중 9개의 출원인이 대기업이었고, 이들은 대부분 같은 대기업과 협력을 하고 있었다. 그 10개의 출원인 중 개방형 혁신 활동을 가장 많이 한 도요타를 개방형 혁신 특허 사례로 분석한 결과 도요타는 자체적으로 바이오플라스틱을 생산하면서도 일본 내 다른 바이오플라스틱 생산회사인 미쓰비시와 협력하여 바이오플라스틱 물성 개량을 위한 연구개발을 하여 원천기술 확보에 집중하고, 또한 친환경소재를 사용한 자동차 생산하기 위해 일본 내 여러 화학회사와 협력하는 등 탈추격형 기술개발을 통해 경쟁력을 높이고 있었다. 일본과 같이 세계적인 자동차 기업인 현대자동차는 도요타에 비해 개방형 혁신 특허출원 건수가 거의 없고, 협력대상도 고려대학교와 기아로 한정되어 있었다. 또한 개방형 혁신 특허는 바이오플라스틱을 이용한 소재개발과 이렇게 생산된 소재의 성형을 통한 다른 소재 생산이 대부분으로 현대자동차의 개방형 혁신은 전무하다고 할 수 있다. 정부정책에서 보면 일본은 2002년부터 바이오매스의 활용을 위한 연구개발지원을 하였고, 2010년에는 바이오매스의 활용분야로 바이오플라스틱을 선정하면서 저비용을 제조기술로 내구성을 갖는 바이오플라스틱 생산을 위한 연구개발지원을 활발히 하였다. 한국에서는 바이오플라스틱 기술개발을 위한 정부정책이 2012년까지 전무하였다고 할 수 있고, 2013년 예비타당성조사가 통과하면서 2014년에 정부지원 사업으로 선정되어 정부의 지원이 이루어지면서 정부정책이 바이오플라스틱 기술개발 및 산업화를 위해 시행되어졌다고 할 수 있다.

## 2. 시사점

위의 결론에서 얻은 사실로 다음과 같은 시사점을 제시할 수 있다.

첫째, 일본과 한국의 바이오플라스틱 특허 비교 분석을 통해 얻은 시사점은, 일본의 도요타 사례에서와 같이, 도요타는 자동차기업임에도 불구하고 2002년 시마즈의 바이오플라스틱산업을 매수하여 바이오플라스틱 공장을 세우고 직접적으로 바이오플라스틱을 제조·판매하였다. 또한 친환경소재를 이용한 자동차생산을 위해 1개 이상의 일본 내 화학기업과 협력을 하면서 탈추격형 기술개발을 통해 원천기술을 확보하고, 국제적인 환경규제에 맞서 경쟁력을 확보하고 있었다. 반면에 한국은 현대자동차의 사례에서처럼 제한된 협력 대상과 바이오플라스틱을 이용한 차량인테리어용 소재개발이 주된 연구개발로, 한국의 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신을 저해하는 요인은 추격형 기술개발과 원천기술 확보에 대한 관심의 부재라고 할 수 있다. 따라서 한국에서도 바이오플라스틱 수요기업은 화학기업과 협력하여 경쟁력을 키우고, 원천기술을 확보할 수 있도록 노력을 기울여야 한다. 그러나 아직까지 한국 화학회사의 역량이 부족하고, 기업이 원천기술을 확보하기 위한 연구개발을 진행하는데 어려움이 있기 때문에 대학 및 공공연구소와의 협력도 강화해야한다. 따라서 정부에서는 바이오플라스틱 수요기업이 화학회사나 대학 및 공공연구소와 협력하기 위한 방안을 마련해야 한다.

둘째, 일본 기업들은 국제적인 환경규제가 심화되고 일본정부가 바이오매스 활용 촉진과 바이오플라스틱 기술개발을 위한 정부육성정책을 강조하면서 바이오플라스틱의 개발 및 응용을 위한 기업 간 협력이 증가한 것으로 보인다. 즉 국제적인 환경변화와 정부정책은 일본 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신 활동을 활성화하는데 중요한 요인이 되었다고 할 수 있다. 반면 한국에서는 2012년까지 바이오플라스틱에 관한 정부정책이 부재하였고, 기업들도 환경규제에 대한 대비책을 마련하는 것을 미루었다. 따라서 향후 정부정책에서는

13) 미국과 유럽 등의 선도국가의 기업들은 대형화학기업과 신생바이오기업의 협력이 주를 이루고 있음이 선행연구를 통해 이미 밝혀졌다.

바이오플라스틱 전주기 R&D지원뿐만 아니라 원천기술을 확보와 바이오플라스틱의 활용을 활성화하기 위한 방안을 마련하고, 국제적인 환경규제에 대비해야 함을 기업에 인식시켜야 한다.

본 연구에서는 아시아 국가 중 바이오플라스틱 산업과 시장이 가장 발달한 일본의 기술혁신 전략을 개방형 혁신 활동으로 보고, 이제 막 세계 시장에 진입하기 시작하는 한국이 일본의 개방형 혁신 활동을 벤치마킹하여 개방형 혁신 활성화를 위한 전략을 수립하는데 객관적인 근거자료를 제시하기 위해 특허와 문헌조사 및 정부정책을 분석하였다. 이러한 결과 일본의 혁신 주체는 대부분 대기업이고, 대기업 간의 협력이 두드러짐을 알 수 있었다. 또한 일본 기업은 정부정책과 국제적인 환경규제의 영향으로 수요기업과 화학기업 간의 협력이 이루어졌고, 이러한 협력을 통해 탈추격형 기술개발을 하고 있었다. 그러나 한국은 대기업의 개방형 혁신이 제한적이고, 정부정책 또한 2014년도에 구체적으로 실현되고 있으므로 일본의 사례에서 얻은 시사점을 바탕으로 탈추격형 기술개발을 위해 대기업은 대학 및 공공연구소와 협력을 강화하고, 정부에서는 이러한 협력의 활성화와 기업의 인식 변화를 위한 방안을 마련해야 한다.

## V. 연구의 한계점 및 향후 연구

본 연구에서는 한국 바이오플라스틱 산업에서의 개방형 혁신 활성화를 위해 한국과 일본의 바이오플라스틱 개방형 혁신 특허분석을 통해, 두 나라 바이오플라스틱 산업에서의 개방형 혁신 특성을 분석하고, 정부정책이 개방형 혁신 활동에 미친 영향을 파악하였다. 이러한 결과가 정책 수립 시 활용될 수 있도록 시사점을 제안하였으나, 이러한 연구의 의의에도 본 연구의 과정에는 몇 가지 한계점이 존재한다.

첫째, 특허를 통한 개방형 혁신 활동 분석을 통해 일본과 한국의 개방형 혁신 주체 및 유형을 분류하였으나, 그 결과를 일반화하는데 있어 그 한계점을 가진다. 전략수립 시 보다 근거 있는 자료로써 활용되기 위해서는 특허에서 나타난 혁신주체 간의 협력 과정 및 내용을 문헌조사 등의 정성분석을 통하여 개방형 혁신의 핵심 과정을 내향형 프로세스, 외향형 프로세스, 상호개방형 프로세스로 구분하여 분석해 개방형 혁신 활동의 내용을 구체적으로 분석해야 한다.

둘째, 일본의 사례에서 보면 2000년대 초반부터 바이오매스의 활용을 위한 정부지원책이 강조됨에 따라 일본 내 기업들의 협력도 증가하고 있는 것으로 보이나, 이에 대한 구체적인 사례연구를 통해 정부정책에 따른 개방형 혁신 활동의 증가를 입증해야 한다. 따라서 향후 연구에서는 일본의 자동차기업과 화학기업의 협력 사례 분석을 통해 정부정책과 세계시장의 환경변화가 개방형 혁신활동에 주는 영향을 분석하여 한국 바이오플라스틱 산업에서 개방형 혁신을 제해하는 요인을 도출하고, 개방형 혁신 활성화를 위한 해결방안을 모색하기 위해 기업과 대학 및 연구소에 있는 전문가를 대상으로 AHP(Analytic Hierarchy Process)<sup>14)</sup>을 실시하여 국내 바이오플라스틱 산업의 개방형 혁신 활성화를 위한 전략 수립 시 필수적으로 고려해야 할 우선순위를 도출하고자 한다. 또한 특허분석 결과 도출되었던 개방형 혁신의 유형을 세 가지 프로세스로 분류하여 산학연 각각이 서로 어떤 주체와 협력할 때 어떤 프로세스를 사용하는 지를 파악하여 개방형 혁신 주체별 프로세스의 활용도를 분석한다면 보다 유의미한 정책적 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

---

14) AHP(계층분석적방법): 의사결정의 전 과정을 여러 단계로 나눈 후 단계별로 분석 해석함으로써 합리적인 의사결정에 이를 수 있도록 지원해 주는 방법

## 참고문헌

- 강지민 외. (2013), “개방형 혁신 활동이 기술사업화 성과에 미치는 영향: 바이오·제약기업을 대상으로”, 「기술경영경제학회」, 1-23.
- 김창완 외. (2012), “개방형 혁신 지표 개발 및 한국과 일본 기업의 개방형 혁신 비교연구”, 「기술혁신연구」, 20(3), 199-228.
- 김혜령 외. (2010), “개방형 혁신 확산 방안에 관한 연구”, 「기술혁신연구」, 20(3), 199-228.
- 문혜선 (2011), “바이오화학산업의 현황과 과제”, 「KEIT산업경제」, 3-12.
- 박노형 외. (2013), “바이오플라스틱의 산업동향과 전망”, 「Biomaterials Research」, 17(2), 41-47.
- 박형우 (2011), “친환경적 바이오매스 플라스틱 연구 주력할 때”, 「포장계」, 8-12.
- 배종태 (2011), “중소기업에서의 기술혁신경영과 대기업과의 기술협력”, 「TIM alive」, 1(1), 46-54
- 복득규 (2008), “한국 제조업의 개방형 기술혁신 현황과 효과 분석”, 「SERI Issue Paper」.
- 서진호 (2011), “바이오화학산업의 육성 필요성과 발전전략”, 「BT News\_기획특집」, 42-45.
- 신희덕 (2013), “지속 가능한 사회를 위한 바이오플라스틱 생산 증가”, 「ReSEAT」, 1-6.
- 심우석 (2014), “바이오플라스틱 산업의 창조적 역할과 발전 과제”, 「KEIT 산업경제」, 27-35.
- 생명공학정책연구센터 (2012), 「바이오소재 활용기술(바이오 플라스틱 중심으로)」, BT기술동향보고서.
- 송봉근 (2014), “바이오슈가와 바이오화학산업”, 「KEIT 바이오화학산업동향지」
- 오동훈 (2008), “개방형 혁신(Open Innovation)의 세계적 추세와 정책방향”, 「KISTEP ISSUE PAPER」, 1-37.
- 윤영만 외. (2012), “일본 바이오매스 활용 정책 및 기술현황”, 「KOREA J ORGANIC AGRI」, 20(4), 459-474.
- 윤진효 외. (2010), “특허기반 개방형 혁신 분석 모델 개발 및 적용 연구”, 「기술혁신학회지」, 13(1), 99-122.
- 이지석 (2005), “대기업과 중소기업간 상생을 위한 협력방안”, 「자치논단」, 2005. 12월호, 73-81.
- 이한원 외. (2011), “바이오화학산업과 CJ”, 「BT News\_기획특집」, 26-30.
- 정밀화학정책연구센터 (2010), 「BIOPLASTIC」, 정보집(11).
- 제갈종진 (2008), “국내 바이오플라스틱 현황”, 「포장계」, 48-51.
- 지식경제부 (2012), “지경부, 미래 화학산업의 새 지평을 여는 “바이오화학 육성전략” 발표”, <http://www.koci.re.kr/> (2012.12.27.)
- 한정구 (2011), “바이오플라스틱의 산업동향과 전망”, 「포장계」, 57-67.
- 홍정기 (2011), “화학산업의 새로운 지평을 여는 석탄화학과 바이오화학”, 「LG Business Insight」, 3-13.
- 한국바이오소재패키징협회 (2012), “바이오플라스틱 국내외 시장동향”, <http://www.biopack.kr/>
- KOREA 바이오경제포럼 (2011), 「주력산업의 탈석유화를 위한 바이오화학산업 신성장동력화 전략」, KOREA Bio-Economy 2011 보고서.
- Alastair Iles (2013), “Expanding bioplastic production: sustainable business innovation in the chemical industry”, *Journal of Cleaner Production*, 45: 38-49.
- Beck, G., Kropp, C., Odukoya, D. (2009), “Open Innovation for Sustainable Futures”, *R&D Management*, 36(3): 307-318.
- Chesbrough, H. W. (2003), *Open Innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*, Cambridge, MA: Harvard Business School Press.



- Chesbrough, H. W., Vanhaverbeke, W., West, J. (2006), *Open Innovation: Researching a New Paradigm*, Oxford University Press.
- Enkel, E., Gassmann, O., Chesbrough, H. W. (2009), "Open R&D and Open Innovation: Exploring the Phenomenon", *R&D Management*, 39(4): 311-316.
- Gassmann, O., Enkel, E. (2004), "Towards a Theory of Open Innovation: Three Core Process Archetypes", *R&D Management Conference*, 1-18.
- Gassmann, O., Enkel, E., Chesbrough, H. W. (2010), "The future of open innovation", *R&D Management*, 212-221.
- Pornpun Theinsathid, Achara chandrachi, Suwimon Keeratipibul (2009), "Managing Bioplastics Business Innovation in Start Up Phase", *Journal of Technology Management & Innovation*, 4(1), 82-93.
- Rameshwari, R., Meenakshisundaram, M. (2013), "A REVIEW ON BACTERIAL POLYESTER-POLYHYDROXYALKANOATE", *International Journal of Recent Scientific Research*, 14(11): 1781-1788.
- Theinsathid P., Chandrachai, A. (2009), "Managing Bioplastics Business Innovation in Start up Phase", *Journal of Technology Management & Innovation*, 14(1): 82-93.