

한국 환경산업혁신체제의 혁신성과에 대한 영향 분석

류재호* · 김근우* · 박중구**†

*서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과 연구원, **교수
(2020년 2월 19일 접수, 2020년 3월 6일 수정, 2020년 3월 9일 채택)

An Analysis of the Influence of Korean Environmental Sectoral System of Innovation on Innovative Performances

Jae-Ho, Ryu · Geun-U, Kim · Jung-Gu, Park[†]

Graduate School of Energy & Environment, Seoul National University of Science and Technology

(Received 19 February 2020, Revised 6 March 2020, Accepted 9 March 2020)

요 약

본 논문은 한국의 환경기업을 대상으로 산업혁신체제(Sectoral System of Innovation, SSI)를 구성하는 기술체제·시장수요·네트워크·제도 등의 요소가 제품·공정·조직·마케팅·환경 등의 혁신성과에 미치는 영향을 분석한다. 이를 위해 한국 환경기업을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 201개 기업의 응답자료를 대상으로 다중회귀분석을 실시하였다.

분석의 결과, ① 한국 환경기업의 제품혁신은 환경SSI 요소 중 내부기술축적과 시장수요 대응정도 등에 의해서 긍정적인 영향을 받고 있는 반면, 외부지식활용, 시장경쟁, 시장주체 간과 비시장주체 간 네트워크, 정부지원과 규제 등에 의해서는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. ② 공정혁신은 내부기술축적, 비시장주체 간 네트워크, 규제 등에 의해서 긍정적인 영향을 받고 있으나, 외부지식활용, 시장수요 대응정도, 시장경쟁, 시장주체 간 네트워크, 정부지원 등에 의해서는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. ③ 조직혁신은 내부기술축적, 외부지식활용, 규제 등에 의해서 긍정적인 영향을 받고 있는 반면, 시장수요 대응정도, 시장경쟁, 시장주체 간 및 비시장주체 간 네트워크, 정부지원 등에 의해서는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. ④ 마케팅혁신은 내부기술축적, 비시장주체 간 네트워크, 정부지원 등에 의해서 긍정적인 영향을 받고 있는 반면, 외부지식활용, 시장수요 대응정도, 시장경쟁, 시장주체 간 네트워크, 규제 등에 의해서는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 마지막으로, ⑤ 환경혁신은 외부지식활용과 규제 등에 의해서 긍정적인 영향을 받고 있으나, 시장경쟁에 의해서는 부정적인 영향을 받고 있으며, 내부기술축적, 시장수요 대응정도, 시장주체 간 및 비시장주체 간 네트워크, 정부지원 등에 의해서는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

이러한 분석결과에 대응한 정책적 시사점으로는 ① 시장측면에서 융·복합 기술적용과 새로운 규제 도입 등을 통해 창출되는 시장을 개척하여 내수를 확대하는 한편, 해외시장 개척을 지원할 필요가 있다. ② 수요연계형 공동연구개발 등 환경시장주체 간 생태계 구축을 활성화할 필요가 있다. ③ 정부의 정책이 규제 외에 지원을 더욱 강화할 필요가 있다.

본 논문은 기업의 실질통계 확보가 어려워 설문조사를 활용한 분석이라는 점에서 한계가 있으며, 향후 환경SSI 요소들 간의 상호영향관계를 분석하는 추가적인 연구가 필요하다.

주요어 : 환경산업혁신체제, 혁신성과, 다중회귀분석, 한국

Abstract - This article analyzes the influence of sectoral system of innovation(i.e. technological regime, market demand, networks, and institution) on innovative performances(i.e. product-, process-, organizational-, marketing-, and environmental- innovation) in Korean environmental industry, conducting a multiple regression analysis based on survey data from 201 Korean environmental companies.

[†]To whom corresponding should be addressed.

Tel : +82-2-970-6596, E-mail : pjg@seoultech.ac.kr

As the results, product innovation is positively influenced by internal technology accumulation and market demand response, while not affected by external knowledge utilization, market competition, networks among market and non-market agents, government support and regulation. Process innovation is positively influenced by internal technology accumulation, networks among non-market agents and regulation, but not by external knowledge utilization, market demand response, market competition, networks among market agents, and government support. While organizational innovation is positively influenced by internal technology accumulation, external knowledge utilization and regulation, it is not affected by market demand response, market competition, networks among market and non-market agents, and government support. While marketing innovation is positively influenced by internal technology accumulation, networks among non-market agents, and government support, it is not affected by external knowledge utilization, market demand response, market competition, networks among market agents, and regulation. Environmental innovation is positively influenced by external knowledge utilization and regulation, but negatively influenced by market competition. It is not affected by internal technology accumulation, market demand response, networks among market and non-market agents, and government support.

Such results suggests the following policy implications. First, it is necessary to expand the sphere of relating markets through the application of convergence technology, new regulations, and overseas markets. Second, reinforcing ecosystems among environmental market agents through demand-linked joint R&D should be revitalized. Third, it is needed to strengthen more supporting policies rather than regulation.

This article has the limitation of using the survey data. And further researches on the environmental sectoral system of innovation structure itself will be tried.

Key words : Environmental Sectoral System of Innovation, Innovative Performances, Multiple Regression Analysis, Korea

1. 서론

21세기 들어 세계 각국은 환경산업에 대한 육성 정책을 적극적으로 추진하고 있다. 이는 환경산업을 전략적으로 육성해 온실가스 감축, 환경오염방지 등과 같은 환경적 효과를 거둘 뿐만 아니라, 국가 신성장동력의 확보라는 경제적 효과까지 기대하고 있기 때문이다. 선진국들은 환경규제를 강화하여 환경수준을 개선하는 한편, 기술개발(R&D) 지원 등 산업정책을 통해 기업들의 혁신을 장려하고 있다.

미국은 세계 최고수준의 환경기술을 선도하고 있으며, 이를 지속하기 위해 R&D 투자확대, 개발기술 상용화, 시장수요 확대 전략 등을 펼치고 있다. 구체적으로는 환경개선 목표 설정, 기술 거래시장 조성, 주(state) 차원의 법 개정과 정책의 효율화, 산업 주체 간 협력 네트워크 강화, 친환경 기준 수립 등을 추진하고 있다(EPA, 2018). EU 역시 산업혁신 측면에서 R&D 프로그램(Horizon 2020)을 통해 790억 유로 규모의 기술개발 예산을 집행하고 있으며, 자금의 35% 이상을 기후변화와 관련한 프로젝트에 의무 배정하고 있다(EC, 2014). 또한 유럽전략투자펀드(EFSI), 환경투자재원(LIFE) 등의 자금을 통해 기후변화, 재생에너지산업 등에 투자를 확대하고 있다(EC, 2016; EU, 2018). 중국은 2016년 11월 「제13차

5개년 생태환경보호규획」을 발표하여 환경규제 강화와 환경혁신 실현을 국가발전의 주요 축으로 설정하였다(KEI, 2017). 일본은 2001년부터 환경클러스터의 조성을 통해 산·학·연·관 네트워크 구축을 중시한 환경기술혁신을 지속하고 있다(허문구, 2004; 박재곤, 2004). 최근 Society 5.0 기술개발전략을 통해 국가환경문제에 대한 개선 방안을 제시하였으며 특히, ICT, 빅데이터 등의 첨단기술을 환경과 융·복합하겠다는 전략을 핵심 내용으로 담았다(일본환경성, 2019).

한국 역시 2011년 「환경기술 및 환경산업 지원법」 개정을 통해 환경산업을 본격적으로 육성하기 시작하였다. 「제4차 환경기술·환경산업·환경기술인력 육성계획」을 통해 국민체감형 환경기술개발, 환경산업 대외경쟁력 강화, 환경혁신 인재 확보, 환경기술·산업·인력 연계 인프라 확대 등과 같은 환경산업 육성을 위한 종합적인 정책을 추진하고 있다(한국관계부처합동, 2018). 최근에는 「제5차 국가환경종합계획」 수립을 통해 정부부처 간 환경기술을 융·복합하는 한편, 환경산업의 생태계를 혁신한다는 목표를 설정하였다(한국관계부처합동, 2019).

그러나 세계적인 환경산업 육성정책과 유사한 정책들을 추진하고 있는데도 불구하고, 한국 환경산업의 기술력은 세계최고 대비 미흡한 수준인 것으로 나타났다. 2018년 기술수준평가(KISTEP, 2018)

에 따르면, 한국 환경·기상분야 기술은 세계최고기술 보유국인 미국과 대비하여 76.6% 수준으로, 약 4.1년의 기술격차가 나고 있으며, 대기오염 분야 기술은 세계최고기술 대비 65% 수준에 불과하다.

이 같은 상황에서 한국 환경산업이 처한 어려움을 극복하기 위해서는 산업혁신체제(Sectoral System of Innovation, SSI)를 구축하고, 이를 혁신성과를 제고하는데 기여하도록 하는 노력이 필요하다고 할 수 있다(신중경·정반석, 2007; 김근우 등, 2019). 그러나 이러한 환경SSI와 혁신성과에 대한 분석은 미흡한 것으로 분석되었다. 이에 따라 본 논문은 한국의 환경SSI의 구성요소인 기술체제, 시장수요, 네트워크, 제도 등이 한국 환경기업의 제품, 공정, 조직, 마케팅, 환경 등에 걸친 혁신성과에 미친 영향을 설문조사를 기반으로 분석하기로 한다.

본 논문은 1장 서론에 이어서, 2장에서는 SSI에 대한 이론적 선행연구와, 한국의 환경SSI와 혁신성과에 대한 선행연구를 실시하기로 한다. 이어 3장에서는 환경SSI와 혁신성과를 분석할 수 있는 변수들을 선택하고 가설설정 및 분석방법론을 제시하기로 한다. 이어 4장에서는 설문조사를 기반으로 분석결과를 의논하고, 5장에서는 분석 결과를 요약하면서 환경산업에 대한 시사점 도출과 분석의 한계점, 향후 연구과제 등을 논의하기로 한다.

2. 선행연구

2-1. 산업혁신체제(SSI)

Freeman(1987), Nelson(1993) 등이 혁신에 대한 분석을 위해서는 혁신과정의 복잡성을 고려한 시스템 분석을 주장한 이후, 국가혁신체제(OECD, 1999), 지역혁신체제(Cooke, 2002), 세계혁신체제(Godoe, 2006) 등이 도입되어 왔다. 특히 Malerba(2005)는 한 국가 내 상이한 산업들 간에도 기술혁신 과정에서 차이가 있으며 이러한 차이가 혁신성과에 영향을 미친다는 것을 감안하고, 기술체제, 네트워크, 제도 등을 통해 분석하고 있다.

기술체제는 산업내부에서 기술축적, 학습수준 향상, 도전적 시행착오를 장려하는 문화 구축 등을 통해, 산업외부로부터는 지식과 기술을 도입, 개량, 활용하여 혁신을 추구한다. 네트워크는 산업 내 전후방 기업들과 수요자 등으로 구성된 시장주체 간 네트워크와 정부, 대학, 연구소, 협회 등으로 구성된 비시장주체 간 네트워크로 구성된다. 제도는 정부의 산업지원정책과 법, 표준, 인증 등 규제정책으로 구분된다. 이들 요소는 혁신주체들의 상호작용에 직접적인 영향을 주며, 결과적으로는 혁신성과에 영향을 미친다.

SSI에 대한 분석은 여러 산업에서 활발하게 다루

어져 왔다. Faber & Hoppe(2013)는 네덜란드의 건축SSI를 기술체제·시장수요·네트워크·제도 등으로 구분하고, 에너지효율개선 혁신을 방해하는 요소로 규제의 미흡, 시장수요의 부족 등을 밝히고 있다. 특히 그들은 SSI 분석에서 시장수요를 새로운 요소로 도입할 필요가 있다고 주장하고 있다. 시장수요는 수요에 대한 대응정도와 시장의 경쟁정도로 평가될 수 있다. 김봉균(2014)은 한국 에너지SSI에서 혁신주체 간 네트워크가 지식 창출을 강화하고 혁신성과를 촉진한다고 분석하고 있다.

위 선행연구를 바탕으로, 본 연구는 SSI 분석을 위해 기술체제·시장수요·네트워크·제도 등 4가지 요소를 독립변수로 설정하여 분석을 실시하기로 한다.

2-2. SSI와 혁신성과

혁신성과와 관련하여, Oslo Manual(OECD, 2005)은 기업의 혁신성과를 제품·공정·마케팅·조직 등에 걸친 혁신으로 구분하고 있다. Utterback(1975)은 제품의 기능과 특징을 제고하기 위한 제품혁신이 선행된 이후, 제품의 원가를 낮추고 품질을 높이는 공정혁신이 뒤따르는 형태로 기술혁신이 진행된다고 주장하였다. 나아가 Schmidt & Rammer(2007)는 기술혁신이 달성되기까지는 오랜 시간과 비용이 소요되는 반면, 조직혁신과 마케팅혁신 등 비기술혁신은 상대적으로 적은 비용으로 단기간에 이루어진다고 분석하고 있다.

Oslo Manual에 따른 혁신성과들을 각기 살펴보면, ① 제품혁신은 “기존 제품보다 성능이 향상되어 완전히 다른 제품 또는 개선된 제품을 출시하는 것”을 의미한다. 봉강호 등(2018)은 한국 기계산업에서 제품혁신성과에 영향을 주는 요소를 기업 업력, 연구소 보유 여부, R&D 투자규모, R&D 인력비중 등으로 분석하고 있다. 주시형(2012)은 한국 제조기업을 대상으로 제품혁신에 영향을 주는 다른 요인으로 특허, 의장 등 기술보호수단이 영향을 미치고 있다고 분석하였다. 김성홍·김진한(2011)은 한국 제조업에서 자체적인 R&D보다 다른 주체 간 협력이 제품혁신성과에 기여한다는 것을 분석했다.

② 공정혁신은 “생산 공정, 물류 방법에서 완전히 새로운 기법을 도입하거나 크게 개선된 방식을 도입하는 것”을 뜻한다. Damanpour(2010)는 시장이 경쟁적일수록 공정혁신이 활발하게 일어나며, 박태훈·박경혜(2012)는 한국 IT산업에서 교육연구를 지원할수록 공정혁신에 긍정적인 영향을 미치고 있다고 분석하였다.

③ 조직혁신은 “새로운 업무수행방식, 지식관리 방식, 외부조직과의 관계개선 등 기존 방식과 다른 기업 내부의 새로운 조직운영 방식을 도입하는 것”을 의미한다. Simao 등(2016)은 포르투갈 산업에 있어서

조직혁신은 경쟁업체, 공급업체, 고객 등 시장주체 간 네트워크와 대학, 연구소 등 비시장주체 간 네트워크를 통해 이루어지고 있다고 분석하였다.

④ 마케팅혁신은 “제품 디자인이나 포장, 배치, 가격, 판촉 등의 마케팅 방법에 큰 변화를 도입하는 것”을 뜻한다. Abdu & Jibir(2018)는 나이지리아 산업을 대상으로 R&D투자, 교육, 회사 규모 등이 마케팅혁신에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 분석하였다.

⑤ 환경혁신은 “기업 혹은 사용자에게 새로우면서 기존의 대안보다 생애 주기에 걸쳐 환경위험, 오염, 자원·에너지 활용의 부정적 효과를 줄일 수 있는 제품, 서비스, 생산공정, 조직구조, 경영기법, 사업 방식 등을 적용, 활용하는 것”을 의미한다(Kemp & Pearson, 2007). 산업의 환경혁신에 대한 연구는 유럽, 중국 기업 등을 대상으로 활발하게 진행되고 있다(Triguero, et al., 2013; Li, 2014). 환경혁신은 친환경 제품 및 공정의 설계, 자원활용을 통한 원재료 및 에너지 절감, 근무환경개선 등에 영향을 받고 있는 것으로 분석되었다(Hemmelskamp, 2000; Kesidou, 2012). 강만옥·조일현(2015)은 한국 제조기업을 대상으로 R&D활동, 교육훈련, 근로자의 학력 등이 환경혁신에 긍정적인 영향을 미치고 있다고 분석하였고, Horbach 등(2013)은 환경혁신이 다른 혁신에 비해 더 많은 외부 지식과 정보를 필요로 하며 표준, 인증 등 정보에 대한 접근이 용이할수록 혁신을 달성할 가능성이 높아진다고 분석하였다. Angela 등(2019)은 스페인 식품산업이 환경혁신성과를 달성하는데 필요한 최적의 파트너 수가 5개 미만이며 이들 간의 강한 신뢰 구축이 환경혁신에 긍정적인 영향을 미치고 있다고 분석하였다. Hojnik & Ruzzier(2016)는 환경혁신 투자, R&D지원 등과 같은 정부지원 정책과 환경세 등의 규제요인이 환경혁신에 긍정적인 영향을 미치고 있다고 주장하였다.

혁신성과와 관련된 선행연구를 검토한 결과, 한국 환경산업에 있어서 혁신성과를 분석하기 위해서 OECD에서 제시하는 제품, 공정, 조직, 마케팅 등에 걸친 혁신성과 외에 환경혁신을 추가할 필요가 있다는 것을 시사점으로 도출하였다. 이에 따라 본 논문은 혁신성과로서 제품혁신, 공정혁신, 조직혁신, 마케팅혁신, 환경혁신 등을 한국 환경산업을 대상으로 분석하기로 한다.

2-3. 한국의 환경SSI와 혁신성과에 대한 선행연구

환경산업은 환경시설 및 측정기기 등의 설계·제작·설치, 환경기술 관련 서비스 등을 제공하는 산업으로 정의할 수 있다(환경부, 2019). 환경산업은 타 산업에 비해 공공재적 성격이 강하고, 공공부문에 의한 투자 비율이 높으며, 정부 규제와 지원으로

시장이 형성된다는 특징을 가지고 있다. 또한, 환경오염 유발요인이 다양하고 복잡적이어서 개별 기술보다는 화학, 기계, 전기전자 등 여러 기술을 활용한다(환경부, 2011).

환경SSI 관점에서 한국 환경산업을 분석한 정선양 등(2000)은 환경기술에 대한 수요와 정부규제는 혁신성과를 창출하는데 기여하고 있는 반면, 기업-정부-대학 등 연구주체들의 혁신노력이 공공부문에 집중되어 있어 혁신성과는 미흡하다고 분석하였다. 김근우 등(2019)은 한국 환경기업 중 R&D 조직을 보유한 137개 기업을 대상으로 환경기업의 자원투입이 조직혁신을 매개로 경영성과에 긍정적인 영향을 미치고 있다고 분석하였다.

구체적으로 환경SSI의 구성요인별로 한국 환경산업의 혁신성과를 분석한 선행연구들을 살펴보면, ① 기술체제와 관련하여, 한국 환경산업에서 기술축적은 정부 주도의 R&D 과제 참여를 중심으로 추진되어 왔다. 환경부 기술개발투자는 1992년 G-7 환경공학기술개발사업을 시작으로, 차세대 핵심환경 기술개발사업, 에코이노베이션 기술개발사업 등을 통해 3조 원 이상의 예산이 집행되었다(이정석 등, 2016). 환경기술은 기계산업과 같이 기술경쟁력을 단기간에 확보하기 어려운 기술집약적 산업이라는 관점에서 자체 연구개발역량의 축적을 통해 사업화를 실현하는 것이 중요하다(봉강호, 2018). 그러나 「제3차 환경기술 및 환경산업육성계획」 추진 결과를 검토하면, 기술사업화 성과는 선진국 대비 낮은 수준이며, 투자 성과는 주로 논문, 특허 등 환경기술 지적 소유권을 취득하는 형태로 나타나고 있다(한국관계부처합동, 2018). 또한 시장의 급격한 변화에 대응하여 관련기업들의 R&D투자를 통한 환경기술의 경쟁력 확보가 시급한 반면, 인증 취득, 변화대응 전담조직 구성 등을 통해서만 수동적으로 대응하고 있는 상황이다.

② 시장수요와 관련하여, 한국 환경산업의 매출액은 2004년 21.4조 원에서 2017년 98.8조 원으로 연평균 12.5%씩 성장했다. 한국총생산(GDP) 대비 2004년에는 2.6% 비중에 그쳤으나, 2017년 기준 5.7% 수준까지 상승했다(이정석 등, 2016; 환경부, 2019). 그러나 2000년대 이후 물, 대기, 매립 등 환경시설관련 국내 공공시장은 포화단계에 도달하였으며, 국내 제조기업 등의 해외이전이 가속화됨에 따라 민간시장도 줄어드는 추세를 나타내고 있다(이한경 등, 2015). 이와 같은 시장의 변화에 대응하여 기술력을 가진 중견 환경기업은 개발도상국을 대상으로 해외판로를 개척해 나가고 있다. 최근 들어 환경규제가 강화되면서 전기·전자기술, 정보통신기술 등과 융복합한 환경시장 수요의 확대에 대응하는 기업들도 등장하고 있다.

③ 네트워크와 관련하여, 한국 환경기업들은 공공조달 대상으로 경쟁시장에서 기업 간, 즉, 시장주체 간 협력에 소극적이며, 협력의 시너지를 모색하기보다는 각자 도생하고 있는 형편이다. 관련기업들은 정부과제 참여와 기술개발 협력 등을 위해 대학 및 연구기관 등, 비시장주체와 선별적으로 협력하고 있다. 이러한 현상은 오염방지에 대한 규제처럼 규제에 영향을 받는 경우, 서로 경쟁업체라고 하더라도 협력을 한다고 분석한 Gomes-Casseres (1994)의 연구결과와는 다르다. 최근 들어 환경산업 내 시장주체 간, 비시장주체 간 네트워크를 활성화하기 위해 환경산업 클러스터가 조성되고 있다. 즉, 2011년 전라남도 강진의 환경산업단지를 시작으로, 인천 환경산업연구단지, 대구 물산업클러스터 등이 조성되었다(환경부, 2019).

④ 제도와 관련하여, 한국 환경기업들은 정부의 육성정책을 통해 R&D, 금융, 인력, 인증, 해외진출 등을 지원받고 있다. 그러나 광대중 등(2007)은 한국 환경산업에서 R&D투자의 부족, 한국산 신기술의 사용 기피 등 문제점을 확인하고, 이를 개선하기 위해 정부지원의 확대가 필요하다고 주장하고

있다.

한편, 환경산업을 둘러싼 정부의 규제 강화는 관련기업의 혁신을 유도하여 생산성 향상 등 장기적인 성장에도 기여할 수 있는 반면(Porter & Linde, 1995), 번거로운 규제와 인허가를 통한 비효율 발생, 규제를 통한 시장형성의 불확실성, 개도국과 신흥시장국가의 특허보호의 부재나 일관성 결여 등에 따라 사업활동을 제약받기도 한다.

이에 따라 본 논문은 한국 환경산업을 대상으로 SSI의 4요소인 기술체제, 시장수요, 네트워크, 제도 등과 5가지 혁신성과 요소인 제품혁신, 공정혁신, 조직혁신, 마케팅혁신, 환경혁신 간 영향을 분석하기로 한다.

3. 연구방법

3-1. 변수 정의

본 논문은 선행연구를 바탕으로 산업혁신체제 요소를 기술체제, 시장수요, 네트워크, 제도 등 네 가지로 구분하여 독립변수로 설정한다. 또한 혁신성과

Table 1. The definition of 4 nodes on SSI and innovations by type

variables		Definition
sectoral system of innovation	Technological regime	“The dynamic links between and complementarities to technologies, artefacts and activities”
	Market demand	“The sum of the individual demand for a product from buyers in the market”
	Networks	“The main conductors of sectoral changes, essentially describing the sectoral structure”
	Institution	“Various formal and non-formal rules established practices, laws and standards, which all shape cognitions and actions of agents”
innovation	Product	“Influence the company’s sales by launching products on the market that are completely different or significantly improved in performance or use compared to existing products”
	Process	“In the case of impacting the reduction of production and logistics costs and quality improvement by applying completely new or greatly improved methods in the logistics process such as production process, delivery and distribution”
	Organizational	“In the case of actually introducing a new organizational operation method such as new method of work performance, knowledge management method, external cooperation relationship”
	Marketing	“In order to increase the attractiveness of the product and consumer awareness, a very large change is introduced in the sales and marketing methods such as product design, packaging, product promotion, placement, and price”
	Environmental	“The production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business method that is novel to the organization and which results, through its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and other negative impacts of resources us pared to relevant alternatives”

Source : Recomposition of the variables utilizing Faber & Hoppe(2013), STEPI(2016) and Kemp & Pearson(2007)

를 종속변수로 설정하였는데, 제품혁신, 공정혁신, 조직혁신, 마케팅혁신 등 OECD에서 제시하는 기본 혁신성과 지표에, Li(2014) 등이 도입한 환경혁신 지표를 추가하였다(<Table 1.> 참조).

이어 위의 변수들에 대한 대리변수는 다음과 같다.

① SSI의 기술체제 중, 내부기술축적은 “귀사는 기술축적 및 학습수준, 즉 도전적 시행착오를 장려하는 문화가 어느 정도 이뤄져 있습니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주한다.

② SSI의 기술체제 중, 외부지식활용은 “혁신활동에 필요한 외부 지식·기술 정보를 어느 정도 활용하고 있습니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주한다.

③ SSI의 시장수요 중, 시장수요 대응정도는 “시장 수요에 대응하기 위한 귀사의 주력제품/서비스의 기술개발 정도는 어디에 해당합니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주한다.

④ SSI의 시장수요 중, 시장경쟁정도는 “귀사의 주력제품/서비스에 대한 국내 시장의 경쟁정도는 어떠합니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주한다.

⑤ SSI의 네트워크 중, 시장 네트워크는 “최근 3년간 시장주체(공급업체, 수요처, 협력업체 등)와 네트워크 정도는 어떠합니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주한다.

⑥ SSI의 네트워크 중, 비시장 네트워크는 “최근 3년간 비시장주체(기관, 대학, 연구소, 정부/지자체 등)와 네트워크 정도는 어떠합니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주한다.

⑦ SSI의 제도 중, 정부 지원 활용은 “최근 3년간 전반적인 정부 지원의 활용정도는 어떠합니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주한다.

⑧ SSI의 제도 중, 규제 제약은 “최근 3년간 전반적인 정부 규제의 제약정도는 어떠합니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주한다.

⑨~⑬ 제품·공정·조직·마케팅·환경혁신성과는 각각 “최근 3년간 제품·공정·조직·마케팅·환경혁신을 얼마나 도입·운영하였습니까?”라는 질문에 대한 응답을 대리변수로 간주한다.

또한 통제변수 중 지역은 수도권(=1)과 비수도권(=0)으로, 업력은 10년 초과(=1)와 10년 이하(=0)의 기업으로, 기업규모는 종업원 수 10인 이상(=1), 10인 미만(=0)을 기준으로 구분하였다. 이는 한국 환경산업에서 수도권과 지방으로 구분한 소재지역의 차이에 따라 지자체의 지원이 달라지는 등 혁신성과에 차이가 생길 수 있고, 기업 규모나 업력의 차이가 혁신에 영향을 미칠 수 있기 때문이다(Deeds & Hill, 1996; Hui, et al., 2013).

3-2. 연구모형 및 연구가설

이상의 선행연구와 변수 설정을 토대로 <Fig. 1.> 과 같은 연구 모형(Model 1~5)을 세우기로 한다.

이어 <Fig. 1.>의 Model 1을 식 (1)과 같이 표시할 수 있다.

$$PDI_i = \alpha_i + \beta_1 AT_i + \beta_2 UK_i + \beta_3 RD_i + \beta_4 MC_i + \beta_5 NM_i + \beta_6 NN_i + \beta_7 GS_i + \beta_8 RR_i + Re_i + Ag_i + Fs_i + e_i \quad (1)$$

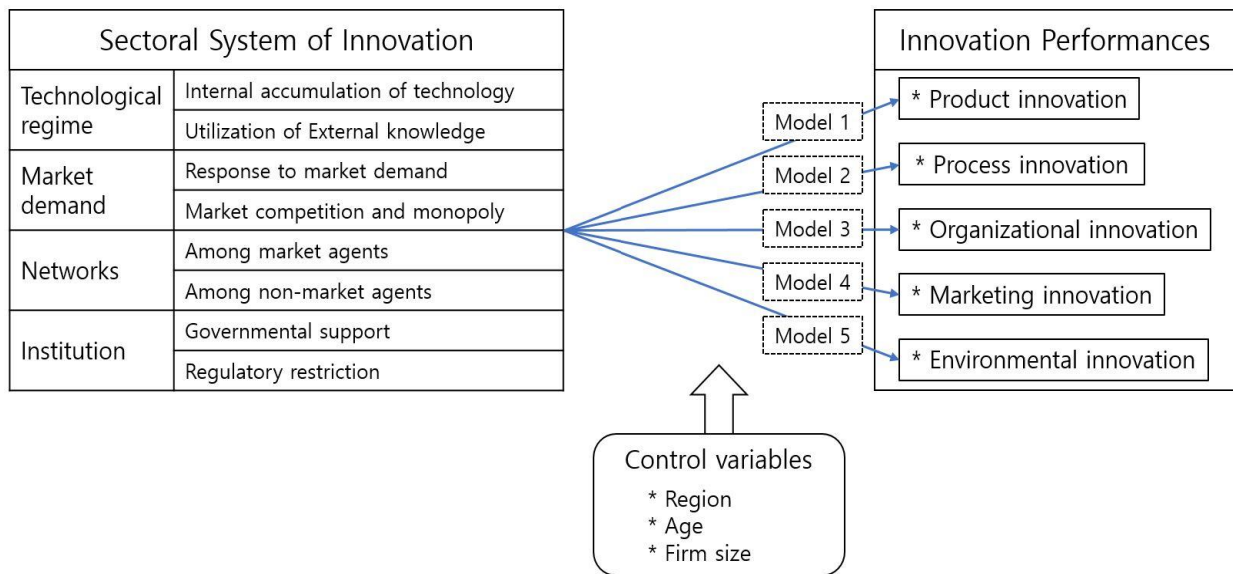


Fig. 1. Research model

여기서 PDI(product innovation)은 제품혁신이며 종속변수를 뜻한다. 독립변수로서 AT(accumulation of technological regime)는 내부기술축적, UK(utilization of external knowledge & technology)는 외부지식·기술정보의 활용, RD(Response to market demand)는 시장수요 대응정도, MC(market competition)은 시장경쟁, NM(networks among market agents)는 시장주체 간 네트워크, NN(networks among non-market agents)는 비시장주체 간 네트워크, GS(governmental support)는 정부지원활용, RR(regulatory restriction)은 규제 제약 정도 등을 의미한다. 그리고 i_1 은 상수, β_i 는 회귀계수이며, ε 는 오차항(error term)을 의미하며, 통제변수로서 Re(region)은 지역, Ag(age)는 업력, Fs(firm size)는 종업원 수를 나타낸다.

같은 방식으로 Model 2, 3, 4, 5 등은 각각 공정혁신, 조직혁신, 마케팅혁신, 환경혁신 등을 종속변수로 하여 구성되며, 독립변수 등 이외의 구조는 동일하므로 반복적인 언급을 생략하기로 한다.

이어서 연구모형을 검증하고자 제품혁신성과를 종속변수로 하는 Model 1에 대한 가설 1-1 ~ 1-8을 수립하였다.

- 가설 1-1 : 한국 환경SSI에서 내부기술축적 수준이 높을수록 환경기업의 제품혁신성과가 높다.
- 가설 1-2 : 한국 환경SSI에서 외부지식·기술의 활용정도가 높을수록 환경기업의 제품혁신성과가 높다.
- 가설 1-3 : 한국 환경SSI에서 시장수요 대응정도가 증가할수록 환경기업의 제품혁신성과가 높다.
- 가설 1-4 : 한국 환경SSI에서 경쟁적인 시장일수록 환경기업의 제품혁신성과가 높다.
- 가설 1-5 : 한국 환경SSI에서 시장주체 간 네트워크가 증가할수록 환경기업의 제품혁신성과가 높다.
- 가설 1-6 : 한국 환경SSI에서 비시장주체 간 네트워크가 증가할수록 환경기업의 제품혁신성과가 높다.
- 가설 1-7 : 한국 환경SSI에서 지원제도 활용 정도가 증가할수록 환경기업의 제품혁신성과가 높다.
- 가설 1-8 : 한국 환경SSI에서 규제 제약 정도가 증가할수록 환경기업의 제품혁신성과가 높다.

위와 동일하게 공정혁신이 종속변수인 Model 2는 가설 2-1 ~ 2-8 등을, 조직혁신이 종속변수인 Model 3는 가설 3-1 ~ 3-8 등을, 마케팅혁신이 종속변수인 Model 4는 가설 4-1 ~ 4-8 등을, 환경혁신이 종속변수인 Model 5는 가설 5-1 ~ 5-8 등을 수립하였다. 가설 2-1 ~ 5-8은 Model 1의 가설 구조와 동일하므로 반복적인 언급은 생략하기로 한다.

3-3. 설문구성 및 분석방법

위에서 설정한 가설을 검증하기 위한 관련기업들의 실질 통계를 구하기가 어려운 것으로 드러났다. 한국기업혁신조사(KIS)가 매년 실시되고 있으나, 설문 대상 표본을 4,000개 기업 정도로 한정하고 있어 환경기업 데이터만을 구분하였을 때 표본수가 충분치 않다는 문제가 발생하기 때문이다. 또한 설문에서 SSI를 분석할 수 있는 문항은 고려되지 않았다. 이를 극복하기 위해 본 논문은 한국 환경산업에 종사하고 있는 기업들을 대상으로 별도의 설문을 구성하여 조사를 실시했다. 이에 앞서 설정한 독립변수, 종속변수에 대한 구조화된 설문을 구축하고자 KIS 등 정부승인통계의 원 척도를 활용하였고 개별 문항은 리커트 척도(Likert scale)로 정량화하여 오름차순으로 구성하였다. 특히 KIS에서는 혁신의 도입 및 운영에 대한 문항을 유무로서 확인하고 있는 반면, 본 연구에서는 보다 심도 있는 분석을 위해 5점 척도로 재구성하였다. 개발한 설문은 관련 기관 및 단체의 예비검토를 받아 델파이 방법을 적용하여 최종 완성하였다.

그리고 설문대상 환경기업 DB를 구축하기 위해 1차적으로 NICE평가정보, 환경산업통계조사, 환경기술실태조사 참여기업 등의 기업 리스트를 활용하였다. 이후 업종, 종업원 수, 신용등급의 일정 기준을 적용하여 2차 선별하였고, 특히 개별기업의 홈페이지 확인, 유선연락을 통해 환경분야 종사 여부를 최종적으로 확인하여 총 1,015개 환경기업 DB를 구축하였다. 조사방법은 전화를 통하여 사전 접촉한 후 이메일과 팩스를 보내어 설문을 회수하는 방식이었으며, 설문응답자는 CEO, 경영임원, 기획/경영부서 또는 중간관리자 이상 실무진으로 한정하였다. 조사기간은 2019년 1월과 2월 중으로, 약 5주간 진행하였다.

본 논문은 설문응답 자료를 대상으로 가설을 검증하기 위해 SPSS Statistics 25.0을 사용하였으며, 변수의 특성과 분석 목적에 맞추어 빈도분석, 상관관계분석, 다중회귀분석 등을 실시하였다.

4. 분석결과

4-1. 설문 결과

설문조사의 결과, 응답한 환경기업은 205개사로, 20.2%의 설문이 회수되었다. 본 논문은 결측값을 나타낸 4개사를 제외하고 201개사의 설문응답 자료를 활용하였다. Sekaran & Bougie(2016)의 설문 방법론을 고려하였을 때, 20% 이상의 설문 회수율은 분석을 진행하는데 무리가 없는 것으로 판단되었다.

우선, 기업의 일반사항에 대한 빈도분석의 결과(<Table 2.> 참조), 환경 매체별 분야는 자원순환관리가 49.3%(99개), 물관리는 18.9%(38개), 대기관리는 11.4%(23개), 그리고 기타¹⁾는 20.5%(41개)로 나타났다. 소재지는 수도권이 41.8%(84개), 설립년도는 1999~2008년이 44.3%(89개), 종업원 수는 20명 미만 규모가 53.6%(104개)로 높은 비율을 차지했다. 본 논문은 매체별 대상기업의 수가 작아 매체별 분석을 하지 않고 환경산업 전체를 대상으로 분석하기로 한다.

다음으로, 가설설정에 사용된 설문 문항별 빈도 분석 결과는 Table 3.과 같다.

4-2. 상관관계분석의 결과

설문응답 자료를 바탕으로 주요 변수에 대한 상관관계를 분석한 결과는 Table 4.와 같다. 일반적으로 설문 자료(survey data) 기반의 회귀분석에서는 다중공선성(multicollinearity) 문제가 흔히 발생한다. 다중공선성이 존재하면 추정량의 분산이 커져 회귀식의 추정치가 불안정하고 신뢰할 수 없게 되며, 추정오차가 커지므로 통계적 추정의 의미가 줄어든다. 이에 독립변수 간 상관계수를 ± 0.500 를 기준으로 하여 다중공선성을 확인한 결과, 독립변수들 간 다중공선성의 우려는 없는 것으로 판단하였다.

4-3. 다중회귀분석의 결과

다음으로, 환경SSI의 네 요소별 중요 독립변수 8개와 5개 혁신성과 간의 다중회귀분석 결과를 살펴보면(<Table 5.> 참조), 모형 적합성을 나타내는 F값은 Model 1~5 모두 1%의 통계적 유의수준에서 적합한 것으로 분석되었다.

① Model 1에서 한국 환경기업의 제품혁신은 환경SSI 요소 중 내부기술축적과 시장수요 대응정도 등에 의해서 긍정적인(+) 영향을 받으며, 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이에 가설 1-1, 1-3 등은

Table 2. The results of frequency analysis (general information of companies)

(N=201)

Location	Frequency	%	Environmental media	Frequency	%
Seoul	17	8.5	Resource circulation	99	49.3
Metropolitan area (Gyeonggi-do, Incheon)	84	41.8	Water	38	18.9
Jungbu area	33	16.4	Air	23	11.4
Honam area	19	8.5	Other	41	20.4
Yeongnam area	50	24.9			
Firm size (number of employee)	Frequency	%	Age (Establishment year)	Frequency	%
1~9	50	25.8	≤ 10 (2009~2018)	66	32.8
10~19	54	27.8	>10 (1999~2008)	89	44.3
20~49	59	30.4	>20 (1989~1998)	26	12.9
50~299	30	15.5	>30 (~1988)	20	10.0
300~	1	0.5			

1) 기타는 환경복원 및 복구, 기후대응, 환경안전 및 보건, 지속가능환경 및 자원, 환경지식/정보/감시 등 5개 분야를 포괄함

Table 3. The results of frequency analysis

(N=201)

Technological regime 1	Internal accumulation of technology/Learning culture		Technological regime 2	Utilization of External knowledge & technology						
	Frequency	%		Frequency	%					
① very low	12	6.0	① very low	15	7.6					
② slightly low	42	21.1	② slightly low	26	13.2					
③ similar to industry	87	43.7	③ similar to industry	104	52.8					
④ slightly high	49	24.6	④ slightly high	50	25.4					
⑤ very high	9	4.5	⑤ very high	2	1.0					
Market demand 1	Response to market demand		Market demand 2	Domestic market competition						
	Frequency	%		Frequency	%					
① No method	30	15.3	① very monopolistic	4	2.0					
② Technology push	43	21.9	② slightly monopolistic	15	7.5					
③ Market pull	86	43.9	③ normal	74	36.8					
④ Management portfolio	20	10.2	④ slightly competitive	86	42.8					
⑤ Collaborative R&D Management	17	8.7	⑤ very competitive	22	10.9					
Networks 1	Among market agents		Networks 2	Among non-market agents						
	Frequency	%		Frequency	%					
① very uncooperative	4	2.0	① very uncooperative	9	4.5					
② slightly uncooperative	18	9.0	② slightly uncooperative	21	10.5					
③ similar to industry	98	48.8	③ similar to industry	103	51.5					
④ slightly cooperative	70	34.8	④ slightly cooperative	59	29.5					
⑤ very cooperative	11	5.5	⑤ very cooperative	8	4.0					
Institution 1	Governmental support		Institution 2	Regulatory restriction						
	Frequency	%		Frequency	%					
① very low	33	16.5	① very low	11	5.5					
② slightly low	43	21.5	② slightly low	20	10.0					
③ similar to industry	78	39.0	③ similar to industry	98	49.0					
④ slightly high	43	21.5	④ slightly high	57	28.5					
⑤ very high	3	1.5	⑤ very high	14	7.0					
Level of innovations	Product		Process		Organizational		Marketing		Environmental	
	Frequency	%	Frequency	%	Frequency	%	Frequency	%	Frequency	%
① very low	17	8.6	12	6.2	9	4.5	29	14.7	16	8.0
② slightly low	24	12.2	22	11.3	29	14.5	34	17.3	30	15.1
③ similar to industry	93	47.2	89	45.6	108	54.0	103	52.3	97	48.7
④ slightly high	63	32.0	68	34.9	49	24.5	29	14.7	53	26.6
⑤ very high	-	-	4	2.1	5	2.5	2	1.0	3	1.5

Table 4. The results of correlation analysis among the variables

(N=201)

Variable	Mean	s.d.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
①	3.005	0.9401	1							
②	2.990	0.8571	.455**	1						
③	2.750	1.1065	.185**	.263**	1					
④	3.532	0.8603	.009	.063	.240**	1				
⑤	3.328	0.7948	.321**	.340**	.347**	.189**	1			
⑥	3.180	0.8433	.361**	.417**	.306**	.055	.480**	1		
⑦	2.700	1.0321	.254**	.411**	.378**	.088	.317**	.389**	1	
⑧	3.215	0.9181	-.013	.089	.163*	.160*	.122	-.010	.191**	1

Note 1: *, **, *** imply statistical significances of 10%, 5% and 1%, respectively.

Note 2: ① Internal accumulation of technology/Learning culture, ② Utilization of External knowledge & technology, ③ Response to market demand, ④ Domestic market competition, ⑤ Networks among market agents, ⑥ Networks among non-market agents, ⑦ Governmental support, ⑧ Regulatory restriction

Table 5. The results of regression analysis

(N=201)

Independent variables		Expected sign	Dependent variable (type of innovation)				
			Model 1 (Product)	Model 2 (Process)	Model 3 (Organizational)	Model 4 (Marketing)	Model 5 (Environmental)
Technological regime	①	+	H1-1 0.240***	H2-1 0.155**	H3-1 0.228***	H4-1 0.204***	H5-1 0.112
	②	+	H1-2 0.101	H2-2 0.073	H3-2 0.186**	H4-2 0.084	H5-2 0.246***
Market demand	③	+	H1-3 0.132*	H2-3 0.074	H3-3 0.088	H4-3 0.064	H5-3 0.042
	④	+	H1-4 -0.093	H2-4 0.078	H3-4 0.079	H4-4 -0.033	H5-4 -0.138**
Networks	⑤	+	H1-5 0.060	H2-5 0.015	H3-5 -0.066	H4-5 -0.042	H5-5 0.013
	⑥	+	H1-6 0.006	H2-6 0.184**	H3-6 0.098	H4-6 0.195**	H5-6 0.067
Institution	⑦	+	H1-7 0.123	H2-7 0.077	H3-7 0.094	H4-7 0.183**	H5-7 0.104
	⑧	+	H1-8 0.064	H2-8 0.199***	H3-8 0.216***	H4-8 0.103	H5-8 0.294***
Control variables	Re	+	-0.043	-0.147**	-0.048	-0.087	-0.116*
	Ag	+	0.001	-0.139*	-0.167**	0.018	-0.104
	Fs	+	-0.123	0.061	0.137*	-0.055	0.045
F-value			4.725***	6.093***	7.529***	5.919***	7.495***
R ²			0.234	0.285	0.325	0.278	0.325
adj R ²			0.185	0.238	0.282	0.231	0.282
Durbin-Watson			2.014	1.841	1.880	1.933	2.031

Note 1: *, **, *** imply statistical significances of 10%, 5% and 1%, respectively.

Note 2: ① Internal accumulation of technology/Learning culture, ② Utilization of External knowledge & technology, ③ Response to market demand, ④ Domestic market competition, ⑤ Networks among market agents, ⑥ Networks among non-market agents, ⑦ Governmental support, ⑧ Regulatory restriction

Note 3: H1-1 ~ H5-8 represent relating hypotheses, respectively.

채택되었다. 그러나 내부기술축적과 시장수요 대응 정도 등을 제외한 요소들, 즉, 외부지식활용, 시장경쟁, 시장주체 간과 비시장주체 간 네트워크, 정부의 지원과 규제 등은 제품혁신성장에 모두 유의한 영향을 주지 못하였다. 따라서 가설 1-2, 1-4 ~ 1-8 등은 기각되었다.

이러한 제품혁신에 대한 분석결과는 주시형(2012)이 한국 제조업 기업을 대상으로 한 연구에서 특허, 의장, 시장선점, 복잡설계 등과 같은 기업내부 기술 보호전략 활용이 제품혁신에 영향을 미치고 있다고 분석한 내용과 유사하다. 최종민(2018) 역시 기업 내 부설연구소 설치 여부가 제품혁신에 영향을 미치고 있음을 분석하여, 기업내부기술축적이 제품혁신에 직접적인 영향을 미치고 있음을 방증하고 있다. 그러나 고기술, 저기술 산업에 관계없이 기업 간 네트워크를 강화하는 것이 기술혁신활동에 긍정적인 영향을 미친다는 분석(성태경, 2005)과 공급업체와의 긴밀한 협력이 제품생산에 필요한 부품의 품질향상과 안정적 공급을 기반으로 비용절감과 경쟁력 강화를 통해 혁신에 기여한다는 Belderbos 등(2004)의 분석결과와는 다른 것으로 나타났다. 그리고 한국 환경기업의 제품혁신은 지역, 업력, 기업 규모 등에 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다.

② Model 2에서 한국 환경기업의 공정혁신은 환경SSI 요소 중 내부기술축적, 비시장주체 간 네트워크, 규제 등에 의해서 긍정적인(+) 영향을 받으며, 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다. 이에 가설 2-1, 2-6, 2-8 등은 채택되었다. 그러나 외부지식 활용, 시장수요 대응정도, 시장경쟁, 시장주체 간 네트워크, 정부지원 등은 공정혁신성장에 모두 유의한 영향을 주지 못하였으며, 이에 따라 가설 2-2 ~ 2-5, 2-7 등은 기각되었다.

이러한 공정혁신에 대한 분석결과, 특히 비시장주체 간 네트워크는 공정혁신에 영향을 미치는 반면, 시장주체 간 네트워크는 영향을 미치지 않았다는 점에서 김찬용 등(2015)이 한국 제조기업에 있어서 공동연구개발활동이 공정혁신에 긍정적인 영향을 미친다고 분석한 결과와 다르다. 또한 김근우 등(2019)이 한국 환경기업을 대상으로 제품출시 이후 지속적으로 전개되는 공정혁신에 있어서 관행적이고 폐쇄적인 방식으로는 성과창출에 한계가 있다고 분석한 내용과는 유사하다.

그리고 한국 환경기업의 공정혁신은 통제변수인 지역, 업력 등에서 유의미한 차이를 나타냈다. 즉 비수도권이 수도권보다 공정혁신성고가 높다는 결과가 통계적으로도 유의미하게 나타났다. 환경산업에서 기술개발을 위한 연구소가 주로 비수도권에 위치하고 있고 지역거점 특화단지 조성 등 비수도권을 중심으로 이루어지고 있는 것을 반영하고 있

다고 할 수 있다. 또한 업력 10년 이하의 기업이 10년 초과 기업보다 공정혁신성고가 높은 것으로 분석되었는데 이는 업력이 길수록 공정혁신성과 달성에 유리하다고 분석한 Deeds & Hill(1996)의 분석결과와는 다른 것으로 나타났다.

③ Model 3에서 한국 환경기업의 조직혁신은 환경SSI 요소 중 내부기술축적, 외부지식활용, 규제 등에 의해서 긍정적인(+) 영향을 받으며, 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이에 가설 3-1, 3-2, 3-8 등은 채택되었다. 그러나 시장수요 대응정도, 시장경쟁, 시장주체 간 및 비시장주체 간 네트워크, 정부지원 등은 조직혁신성장에 모두 유의한 영향을 주지 못하였다. 따라서 가설 3-3 ~ 3-7 등은 기각되었다.

이러한 조직혁신에 대한 분석 결과는 Simao 등(2016)이 포르투갈 제조업을 대상으로 경쟁업체, 공급업체, 고객, 연구소, 대학 등이 조직혁신에 영향을 미치고 있고 네트워크 활용을 통해 상호 간에 조직혁신 아이디어를 공급하고 있는 분석결과와는 다르다.

그리고 한국 환경기업의 조직혁신은 업력, 기업 규모 등에서 유의미한 차이를 나타냈다. 즉 업력이 낮고 기업 규모가 클수록 조직혁신성고가 높은 것으로 분석되었다. 이는 Hui 등(2013)이 중국, 대만, 말레이시아 등 아시아 국가들의 식품제조회사를 대상으로 기업규모가 클수록 조직혁신성고가 높다고 분석한 결과와는 유사한 반면, 업력에 대해서는 반대되는 결과로 나타났다.

④ Model 4에서 한국 환경기업의 마케팅혁신은 환경SSI 요소 중 내부기술축적, 비시장주체 간 네트워크, 정부지원 등에 의해서 긍정적인(+) 영향을 받으며, 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다. 이에 가설 4-1, 4-6, 4-7 등은 채택되었다. 그러나 외부지식활용, 시장수요 대응정도, 시장경쟁, 시장주체 간 네트워크, 규제 등은 마케팅혁신성고에 통계적으로 유의한 영향을 주지 못하였다. 따라서 가설 4-2 ~ 4-5, 4-8 등은 기각되었다.

이러한 마케팅혁신에 대한 분석결과는 Abdu & Jibir(2018)가 나이지리아 기업을 대상으로 R&D투자, 교육 등이 마케팅혁신에 긍정적인 영향을 미치고 있다고 분석한 결과와 유사하다.

그리고 한국 환경기업의 마케팅혁신은 지역, 업력, 기업 규모 등에 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다. Abdu & Jibir(2018)의 나이지리아 기업분석에서는 회사규모가 마케팅혁신에 영향을 미치고 있는 반면, 본 논문에서는 영향을 미치지 못하고 있어 차이가 있는 것으로 나타났다.

⑤ Model 5에서 한국 환경기업의 환경혁신은 환경SSI 요소 중 외부지식활용과 규제 등에 긍정적인

(+) 영향을 받고 있으며, 시장경쟁에는 부정적인(-) 영향을 받는 것으로 밝혀졌으며 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다. 이로써 가설 5-2, 5-4, 5-8 등은 채택되었다. 그러나 내부기술축적, 시장수요 대응정도, 시장주체 간 및 비시장주체 간 네트워크, 정부지원 등은 환경혁신성과에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 못하였다. 따라서 가설 5-1, 5-3, 5-5 ~ 5-7 등은 기각되었다.

이러한 환경혁신에 대한 분석 결과는 Ying 등 (2017)이 프랑스 제조업을 대상으로 외부지식활용이 환경혁신에 긍정적인 영향을 미치고 있다는 분석과 유사하다. 그리고 시장경쟁이 심할수록 환경혁신에 부정적인 영향을 미치고 있다는 분석은 곽대중(2015)이 한국 환경기업들은 내수중심으로 관련 중소·중견기업 등과 경쟁하고 있으나, 해외기업과는 경쟁하지 않고 있어 대외적인 요인에 의해 영향을 받지 않는다는 분석과 궤를 같이 한다.

그리고 한국 환경기업의 환경혁신은 지역에서 유의미한 차이를 나타냈다. 즉, 비수도권이 수도권보다 환경혁신성도가 높다는 결과가 통계적으로도 유의미하게 나타났다.

5. 요약 및 정책적 시사점

본 논문은 한국 환경기업을 대상으로 환경SSI의 네 요소인 기술체제·시장수요·네트워크·제도 등이 제품·공정·조직·마케팅·환경혁신 등의 성과에 미치는 영향을 설문조사를 기반으로 분석하였다.

분석의 결과를 종합하면, 한국 환경기업들의 혁신은 환경혁신을 제외하고는 주로 내부기술축적에 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 이는 조직혁신과 환경혁신을 제외한 다른 혁신들이 외부기술개발로부터, 그리고 제품혁신을 제외한 다른 혁신들이 시장수요나 시장경쟁에 의해 영향을 받지 않고 있다는 분석의 결과와 궤를 같이 한다. 이러한 분석 결과는 한국의 환경기업들이 중앙정부나 지방정부가 설정하고 있는 국내환경시장에서 고립적으로, 경쟁적으로 사업을 수행하고 있다는 것을 방증하고 있다. 나아가 모든 혁신들이 시장주체 간 네트워크에 의해, 그리고 공정혁신과 마케팅혁신을 제외한 다른 혁신들이 비시장주체 간 네트워크에 의해 영향을 받지 않고 있다는 분석의 결과는 한국 환경산업의 생태계가 구축되지 않고 있다는 현실을 반영하고 있다고 할 수 있다. 이는 특히 정부의 지원이 국내 환경시장에서 마케팅혁신에만 영향을 미치고 있는 반면, 제품, 공정, 조직, 환경혁신 등에 영향을 미치지 못하고 있는 분석결과와 연관되어 있다고 할 수 있다. 이러한 정부지원에 비해 정부규제는 공정, 조직, 환경혁신에는 영향을 미치는 반면, 제품혁신

과 마케팅혁신에는 영향을 미치지 못하고 있는 것으로 분석되었다.

이러한 분석결과로부터 한국 환경SSI의 혁신성과 제고를 위한 정책적 시사점을 살펴보기로 한다. 시장측면에서 국내시장의 확대뿐만 아니라 해외시장의 개척을 지원하는 한편, 기술 융·복합화에 따른 시장의 확대와 새롭게 강화되는 규제에 창출되는 시장의 개척을 지원할 필요가 있다. 그리고 규모의 경제를 달성하기 어려운 국내시장 속에서 시장경쟁이 극심함에 따라 기업내부기술축적에만 의존하고 있는 현실을 극복하는 정책적 대안이 필요할 것으로 생각된다. 이는 수요연계형 공동연구개발 등 환경시장주체 간 생태계 구축이 절실한 상황을 고려할 필요가 있으며, 이러한 노력이 해외시장을 개척하는데 기여할 것으로 생각된다. 또한 정부의 정책이 규제 외에 지원을 더욱 강화할 필요가 있다. 특히 마케팅혁신 뿐만 아니라 세계적으로 융합 환경기술이 개발되고 있는 추세에 대응하여 제품, 공정, 조직, 환경혁신 등을 달성할 수 있도록 세심한 지원정책을 시도할 필요가 있다.

본 논문은 기업의 실질통계 확보가 어려워 설문조사를 활용한 분석이라는 점에서 한계를 가진다. 또한 물, 대기, 폐기물 등 환경분야 매체별 특징을 고려하지 않고 환경산업 전체로 분석한 한계가 있으며, 향후 세부 매체별로 추가적인 연구를 진행할 필요가 있다. 그리고 정부의 환경산업정책 중 개별 정책들을 구분해서 혁신성과에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다. 마지막으로, 본 논문은 SSI 이론에 근거하여 환경SSI와 혁신성과 간 관계를 분석하고 있는데, 향후 환경SSI 요소들 간의 상호영향관계를 분석하는 추가적인 연구가 필요하다.

References

1. Abdu, M., & Jibir, A., 2018, Determinants of Firms Innovation in Nigeria, *Kasetsart Journal of Social Sciences*, Vol. 39, pp. 448-456
2. Angela, G. M., et al., 2019, Many or Trusted Partners for Eco-innovation? The Influence of Breadth and Depth of Firms' Knowledge Network in the Food Sector, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 147, pp. 51-62
3. Belderbos, R., et al., 2004, Cooperative R&D and Firm Performance, *Research Policy*, Vol. 33, pp. 1477-1492
4. Bong, G. H., et al., 2018, The Study on the Performance and Determinants of Product Innovation in Machinery Industry, Vol 19, No. 9, pp. 427-434
5. Choi, J. M., 2018, A Study of the Effects of

- Government R&D Support on Product Innovation in Small and Medium-sized Enterprises (SMEs): Focusing on the Moderating Effect of Firm Characteristics, *Journal of Public Administration*, Vol. 56, No. 2, pp. 213-248
6. Cooke, P., 2002, Knowledge Economies: Clusters, Learning and Cooperative Advantage, Routledge
 7. Damanpour, F., 2010, An Integration of Research Findings of Effects of Firm Size and Market Competition on Product and Process Innovations, *British Journal of Management*, Vol. 21, 996-1010
 8. Deeds, D. L., & Hill, C. W.L., 1996, Strategic Alliances and the Rate of New Product Development: An Empirical Study of Entrepreneurial Biotechnology Firms, *Journal of Business Venturing*, Vol. 11, pp. 41-55
 9. Environmental Protection Agency (U.S.), 2018, Working Together FY 2018-2022 U.S. EPA Strategic Plan
 10. European Commission, 2014, A Policy Framework for Climate and Energy in the Period from 2020 to 2030
 11. _____, 2016, State of the Union 2016: Strengthening European Investments for Jobs and Growth
 12. European Union, 2018, Commission Implementing Decision (EU) No 2018/210 of 12 February 2018 on the Adoption of the LIFE Multiannual Work Programme for 2018-2020, *Official Journal of the European Union*
 13. Faber, A., & Hoppe, T., 2013, Co-constructing a Sustainable Built Environment in the Netherlands: Dynamics and Opportunities in an Environmental Sectoral Innovation System, *Energy Policy*, Vol. 52, pp. 628-638
 14. Freeman, C., 1987, Technical Innovation, Diffusion, and Long Cycles of Economic Development, *The Long-Wave Debate*, pp. 295-309
 15. Godoe, H., & Nygaard, S., 2006, System failure, innovation policy and patents: Fuel cells and related hydrogen technology in Norway 1990-2002, *Energy Policy*, Vol. 34, No. 13, pp. 1697-1708
 16. Gomes, C. B., 1994, Group Versus Group: How Alliance Networks Compete, *Harvard Business Review*, Vol. 72, No. 4, pp. 62-66
 17. Hemmelskamp, J., 2000, Innovation-Oriented Environmental Regulation: Theoretical Approaches and Empirical Analysis, *ZEW Economic Studies*, Vol. 10, pp. 303-329
 18. Heo, M. G., 2004, Regional Cluster Trends and Implications in Japan, *KIET Industrial Economy*, Korea Institute for Industrial Economics & Trade
 19. Hojnik, J., & Ruzzier, M., 2016, Drivers of and Barriers to Eco-innovation: a Case Study, *International Journal of Sustainable Economy*, Vol. 8, No. 4
 20. Horbach, J., et al., 2013, Determinants and Specificities of Eco-Innovations Compared to Other Innovations: An Econometric Analysis for the French and German Industry Based on the Community Innovation Survey, *Industry and Innovation*, Vol. 20, No. 6, pp. 523-543
 21. Hui, H., et al., 2013, The Impact of Firm Age and Size on the Relationship among Organizational Innovation, Learning, and Performance: A Moderation Analysis in Asian Food Manufacturing Companies, *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, Vol. 5, No. 4, pp. 166-174
 22. Joo, S. H., 2012, Innovation Appropriation Strategies : Focusing on Product Innovation of Korean Firms, *Innovation studies*, Vol. 7, No. 1, pp. 3-28
 23. Jung, S. Y., et al., 2000, Technology Innovation System of Major Industries: Focusing on Environment, Biology and Automobile Industry, *Science & Technology Policy Institute*
 24. Kang, M. O., & Cho, I. H., 2015, Effects of Environmental Policies on the Creation of Jobs in Korea, *Korea Environment Institute*
 25. Kemp, R., & Pearson, P., 2007, Final Report MEI Project about Measuring Eco-innovation, *European Commission*
 26. Kesidou, E., & Demirel, P., 2012, On the Drivers of Eco-innovations: Empirical Evidence from the UK, *Research Policy*, Vol. 41, pp. 862-870
 27. Kim, B. G., 2014, A Study on the Process of Niche Formation and the Role of Organizational Learning in the Technology Planning: The Approach of Strategic Niche Management, *Korea University*, Ph. D. Dissertation
 28. Kim, C. Y., et al., 2015, The Effects of Collaborative R&D Activity on Product and Process Innovation: A Negative Binomial Modeling Approach, *Journal of the KRSA*, Vol. 31, No. 4, pp. 107-128
 29. Kim, G. U., et al., 2019, The Effects of Resource Inputs on Business Performances in Korean

- Environmental Companies Conducting R&D: Focusing on the Mediating Effect of Innovation, *Journal of Energy Engineering*, Vol. 28, No. 4, pp. 61~75
30. Kim, S. H., & Kim, J. H., 2011, An Exploratory Study on the Performance of Open Product Innovation: Product Innovation Strategy, Source and Partner Contribution Perspectives, *Korea Journal of Business Administration*, Vol. 24, No. 2, pp.685-703
 31. Korea Environment Institute, 2017, Chinese Environmental Briefs, Vol. 2017-01
 32. Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2018, Technology Level Assessment 2018
 33. Kwak, D. J., et al., 2007, A Study for Establishment of Environmental Industry Promotion Plan, Korea Institute for Industrial Economics & Trade
 34. _____, 2015, Policy Issues and Recommendation for Korean Environmental Industry's Global Market Penetration, Korea Institute for Industrial Economics & Trade
 35. Lee, H. K., et al., 2015, A Study on Environment Market Creation and Environment Industry Development Plan, Ministry of Environment
 36. Lee, J. S., et al., 2016, A Study on the Cross Environmental Investment of Korea, China, and Japan, and the Facilitating Strategy of Environmental Cooperation for Those Countries, Korea Environment Institute
 37. Li, Y., 2014, Environmental Innovation Practices and Performance: Moderating Effect of Resource Commitment, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 66, pp. 450-458
 38. Malerba, F., 2005, Sectoral Systems of Innovation: a Framework for Linking Innovation to the Knowledge Base, Structure and Dynamics of Sectors, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 14, pp. 63-82
 39. Ministry of Environment, 2011, Medium to Long-term Basic Plan for Environmental Industry Overseas Expansion
 40. _____, 2019, Environmental White Paper
 41. _____, 2019, Report on the Environmental Industry Survey as of 2017
 42. Ministry of Environment (Japan), 2019, Promotion Strategies for Environmental Research and Environmental Technology Development: Decarbonization · SDGs to Achieve Regional Recycling Symbiosis Integrated Promotion of Society 5.0
 43. Nelson, R. R., 1993, *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press
 44. OECD, 1999, *Managing National Innovation Systems*
 45. _____, 2005, *Oslo Manual (3ed): Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, A Joint Publication of OECD and Eurostat
 46. Park, J. G., 2004, Japanese Cluster Formation Cases and Implications: Focusing on Kitakyushu and Kobe, *KIET Industrial Economy*, Korea Institute for Industrial Economics & Trade
 47. Park, T. H., & Park, K. H., 2012, A model study on the effect of technological innovation factors in IT Industry, *Journal of Digital Convergence*, Vol. 10, No. 5, pp. 177-183
 48. Porter, M. E., & Linde, C., 1995, Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9, No. 4, pp. 97-118
 49. Related Ministries, 2018, 4th Environmental Technology, Environmental Industry, Environmental Technical Manpower Development Plan (2018~2022)
 50. _____, 2019, 5th National Environment Comprehensive Plan (2020~2040)
 51. Schmidt, T., & Rammer, C., 2007, Non-Technological and Technological Innovation: Strange Bedfellows?, *ZEW - Centre for European Economic Research Discussion Paper*, No. 07-052
 52. Science & Technology Policy Institute, 2016, Report on the Korean Innovation Survey 2016: Manufacturing Sector
 53. Sekaran, U., & Bougie, R., 2016, *Research Methods Business: A Skill Building Approach (7ed)*, WILEY
 54. Shin, J. K., & Jung, B. S., 2007, Sectoral Innovation System Analysis: Focusing on the LCD, Automotive, and Mobile Phone Industries, Korea Industrial Technology Foundation
 55. Simao, L. B., et al., 2016, External Relationships in the Organizational Innovation, *RAI Magazine of Administration and Innovation*, Vol. 13, pp. 156-165
 56. Sung, T. K., 2005, The Determinants of Firm's Innovative Activity: A Comparison of High Tech-

- nology Industries and Low Technological Industries, *Journal of Industrial Economics and Business* Vol. 18, No. 1, pp. 339-360
57. Triguero, A., et al., 2013, Drivers of Different Types of Eco-innovation in European SMEs, *Ecological Economics*, Vol. 92, pp. 25-33
58. Utterback, J. M., & Abernathy, W. J., 1975, A Dynamic Model of Process and Product Innovation, *Omega*, Vol. 3. No. 6, pp. 639-656
59. Ying, J. L., et al., 2017, Linking Forms of Inbound Open Innovation to a Driver-based Typology of Environmental Innovation: Evidence from French Manufacturing Firms, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 135, pp. 51-63