

청정생산기술 방향과 지역에코혁신 추진 전략

김재연^{1,*}, 김남규²

¹호서대학교 안전환경기술융합학과
31499 충남 아산시 배방읍 호서로 79번길 20
²KORUS Research Group, Minnesota, U.S.A
30118 세종특별자치시 한누리대로 402 12동

(2016년 8월 18일 접수; 2016년 9월 28일 수정본 접수; 2016년 9월 28일 채택)

The Future of Cleaner Production Technologies and Regional Eco-Innovation Strategy

Jae Youn Kim^{1,*}, and Namkyu Kim²

¹Department of Convergence Technology for Safety and Environment, Hoseo University
79-gil, Hoseo-ro Baebang-eup Asan-si Chungnam 31499, Korea
²KORUS Research Group, Minnesota, U.S.A
12th Building, 402 Hannuri-ro Chejong-si 30118, Korea

(Received for review August 18, 2016; Revision received September 28, 2016; Accepted September 28, 2016)

요 약

국내에 청정생산기술에 대한 개념이 도입된지 16년이 되었지만 아직도 청정생산기술에 대한 정의와 의미가 중소기업들에 확산이 되지 않은 상황이다. 본 연구에서는 청정생산기술에 대한 개념과 구분을 살펴보고, 환경기술과 녹색기술과의 관계 그리고 국내외에서 구분하고 있는 기술 종류 등을 비교분석하였다. 그리고 국내 중소기업들에 청정생산기술이 확산되기 위한 방안으로 현재 정부에서 지원하고 있는 지역에코혁신사업을 확대하는 정책 제안을 하였다.

주제어 : 산업환경, 생산안전, 청정생산, 환경기술, 지역에코혁신

Abstract : Ever since the concept of clean production technology was introduced to the Korea industry communities, 16 years has passed, but there is still some confusion regarding to the definition and the meaning. It ascribes that SMEs do not widely accepted the concept and therefore the dissemination is still not widen. This study has explored the definition and the categories of clean production technologies as well as compared the relationship between the environment technology and green technology. In addition, as a policy plan to disseminate cleaner production technologies to small and medium enterprises, several policies are suggested hoe to improve and expand eco- innovation projects that are currently supported by the government.

Keywords : Industrial Environment, Production Safety, Cleaner Production, Environment Technology, Regional Eco-Innovation

1. 서 론

우리나라에 청정생산기술이 본격적으로 도입이 되기 시작한 것은 ‘환경친화적 산업구조로의 전환에 관한 법률’이 제정되고 나서 부터이다. 이 법이 존재하기 전까지는 제조 기업들의 경우 사후처리, 즉 대기, 수질, 토양 등에 환경적으로 부정적 영향을 미치지 않도록 환경설비를 갖추거나 또는 환경기술을 가지고 있는 환경기업들의 도움을 받는 방식에 익숙해

있는 상황이었다. 그리고 일부 중소기업의 환경오염물질을 무단 방출 또는 방류하는 일들이 발생하여, 이를 환경에 대한 규제를 강화하는 방향으로 정책이 수립되어 왔다. 한편 EU를 중심으로 기업의 환경적 책무를 사후처리 방식으로 접근하는 것보다는 사전에 획기적으로 개선하는 방식이 기업과 자연에 더 효과적이라는 패러다임 전환이 일어났으며, 제조기업의 공정개선을 포함한 경영에 환경적 요소를 추가하는 청정생산 기법이 개발되어 보급되었다[1,2].

* To whom correspondence should be addressed.

E-mail: kimx1533@naver.com; Tel: +82-010-4024-6206

doi: 10.7464/ksct.2016.22.4.316 pISSN 1598-9712 eISSN 2288-0690

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2001년부터 본격적으로 지원이 시작된 청정생산기술보급은 그 이후로 여러 정권을 거치면서 녹색기술개발, 환경기술개발, 청정생산기반기술개발 등 다양한 지원사업의 핵심 요소로 자리를 잡게 되었다. 그러나 유사한 개념의 용어들이 관련 법의 정의에 포함이 되면서 각 개념의 범위가 서로 중첩이 되거나 또는 정권의 정책 우선순위에 따라 청정생산기술은 중복성 지원으로, 또는 다른 지원사업에 일부 내용이 포함되는 방식으로 축소되는 과정을 겪으며 현재에 이르고 있다. 수출주도형 경제구조를 가지고 있는 우리나라의 경우 국외에서 제정되거나 논의되고 있는 각종 환경규제, 특히 제품의 환경규제나 또는 기업 전체가 영향을 받는 환경규범/규제 등을 사전에 잘 대응하지 못한다면 기업의 경쟁력 저하뿐만 아니라 경제 전반적으로 침체를 겪을 수 밖에 없다. 중소기업의 경우 경쟁업체 또는 다른 업종의 기업들이 청정생산을 도입하여 환경개선과 동시에 생산성을 높인 사례가 존재하면 이를 도입하려는 움직임이 높다. 따라서 정부에서 지원하는 사업의 경우에도 개별 기업을 각각 지원하는 방식보다는 지역의 특성에 맞춘 20~30여개의 기업들을 동시에 지원하고 그 결과를 공유하여 청정생산이 확산되도록 추진하는 것이 더 효율적이다.

본 연구에서는 청정생산기술에 대한 개념과 구분을 살펴보고, 환경기술과 녹색기술과의 관계 그리고 국내외에서 구분하고 있는 기술 종류 등을 비교분석하고자 한다. 그리고 국내 중소기업들에 청정생산기술이 확산되기 위한 방안으로 현재 정부에서 지원하고 있는 지역예코혁신사업을 확대하는 방안을 논의하고자 한다.

2. 청정생산기술의 대한 분류

청정생산은 적용대상과 범위가 상당히 광범위하며 제조 중심의 산업계 뿐 만아니라 서비스업에 이르기까지 다양한 분야에서 적용가능한 방법이다. 청정생산기술은 기업에서 경제적 이득을 취함과 동시에 환경적으로 영향을 미치는 제반 요소를 동시에 줄일 수 있는 적용기술을 통칭하여 의미한다고 볼 수 있다. 청정생산이 포함하고 있는 주제는 크게 에너지, 자원, 환경 배출물로 구분될 수 있다[3-5].

- 에너지 분야 : 공정에너지의 효율적 사용, 타 에너지원으로서의 교체, 신재생에너지 도입, 에너지 회수 등 세부 유형으로 구분될 수 있으며, 대체로 공정에너지의 효율적 사용, 에너지회수에 대한 사례가 많은 부분을 차지하고 있다.
- 자원 분야 : 대체로 투입 원부자재의 사용량 절감, 재사용 및 재활용 등으로 구분된다.
- 환경배출물 분야 : 대기배출물, 수계배출물, 폐기물, 토양오염, 유해화학물질, 소음 및 악취 등 주로 환경규제에서 다루는 범주를 다루고 있으며, 환경규제 대응 뿐 만 아니라 가장 효과적으로 규제 수준을 상회하는 수준으로 관리하는 것을 추구한다.

2.1. 국가분류 체계

2.1.1. 산업기술분류표에 의한 분류체계

산업기술혁신촉진법에 의한 산업기술혁신사업을 효율적으로 시행하기 위하여 필요한 세부 사항을 정한 「산업기술혁신사업 공통 운영요령」 제 16조(산업기술분류체계)에 따라 매년 산업통상부장관은 사업의 기획·평가·관리에 관한 업무를 효율적으로 추진하기 위해 산업기술분류체계를 수립하였다. 산업기술혁신사업은 산업기술 분야의 기술혁신을 촉진하기 위하여 정부 및 기술혁신주체 등이 참여하여 추진하는 사업으로, 7개의 대분류, 65개의 중분류, 542개의 소분류로 구성되었으며, 대분류는 기계·소재, 전기·전자, 정보통신, 화학, 바이오·의료, 에너지·자원, 지식서비스로 분류되어 있다. Table 1에 산업기술혁신촉진법을 포함한 각종 법에서 추진하고 있는 사업의 종류와 적용범위를 나타내었다. 산업기술분류표에서 정의하고 있는 청정생산의 범위는 다음과 같다.

Table 1. Laws and R&D Classification [6]

Law	R&D
- 산업기술혁신촉진법	- 산업기술개발사업 - 산업기술기반조성사업 - 국제산업기술협력사업 - 산업기술인력의 활용 및 공급을 위한 사업 - 산업기술진흥 및 사업화촉진기금 사업
- 민·군겸용기술사업촉진법	- 민·군겸용기술사업
- 국가균형발전특별법 - 산업발전법 - 산업집적화 및 공장설립에 관한 법률	- 광역경제권선도산업육성 - 광역경제권거점기관지원사업 - 지역특화산업육성사업 - 산업집적경쟁력강화사업
- 산업기술단지 지원에 관한 특례법	- 산업기술단지조성사업 (테크노파크사업)
- 전자거래기본법	- 전자상거래지원센터사업
- 소재·부품전문기업 등의 육성에 관한 특별조치법	- 부품·소재기술개발사업
- 산업교육진흥 및 산학협력 촉진에 관한 법률 - 근로자직업능력개발법 - 국가정보화기본법	- 산학협력확산사업
- 환경친화적 산업구조로의 전환촉진에 관한 법률 - 에너지법	- 자원순환 및 산업에너지기술개발 보급사업
- 기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률	- 기술이전·사업화촉진사업
- 항공우주산업개발촉진법	- 항공우주부품기술개발사업
- 산업디자인진흥법	- 산업디자인기술개발사업
- 엔지니어링기술진흥법	- 엔지니어링기술진흥사업
- 전기사업법	- 전력산업 관련 기술개발사업
- 에너지법	- 에너지기술개발사업
- 방사성폐기물 관리법	- 방사성폐기물 관련 연구개발사업
- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용 보급촉진법	- 신·재생에너지기술개발사업

- 청정생산 공정설계
- 공정개선기술
- 공정 및 생산관리기술
- 유해 원부재료 대체기술
- 환경친화적 제품설계기술
- 환경친화제품 제조기술
- 자원재활용 기술

2.1.2. 국가과학기술표준분류에 의한 분류체계

한국연구재단에서 국가과학기술의 기획 평가·관리의 기본체제로 활용하고 있는 분류체계로서, 과학기술예측조사, 국가기술지도, 기술수준평가, 과학기술연구활동 조사 등의 분류기준으로 과학기술지식·정보 관리와 유통에 활용하고 있다. 이 분류에서는 청정생산/설비관련 기술을 다음과 같이 구분하고 있다.

- 청정생산 공정설계
- 공정개선기술
- 공정/생산관리기술
- 유해 원부재료 대체기술
- 환경친화적 제품설계기술
- 환경친화제품 제조기술
- 환경설비기술
- 환경산업 부품소재기술
- 달리 분류되지 않는 청정생산/설비

2.1.3. 미래유망 신기술(6T) 분류에 의한 분류체계

6T는 2001년 국가경제자문위원회에서 21세기 차세대 성장산업으로 채택하여 집중 육성되기 시작하였으며, IT(정보기술), BT(생명공학기술), NT(나노기술), ST(우주항공기술), ET(환경·에너지기술), CT(문화기술)로 구분하고 있다. 이 중에서 ET(환경·에너지기술)은 환경오염을 저감·예방·복원하는 기술로 환경기술, 청정기술, 에너지 기술 및 해양환경기술을 포함하는 것으로 되어 있다. 즉, 국민 삶의 질 향상을 위한 환경 분야 핵심기술 확보를 목적으로 하며 다음의 3가지 세부 기술로 분류된다.

- ① 대기오염물질 저감 및 제거기술, 폐기물 처리 및 활용 기술 등 쾌적한 환경국가 건설을 위한 환경기반 핵심기술 개발
- ② 에너지 소재 기술, 미활용 에너지이용 기술, 연료전지 기술, 수소생산 이용 기술 등 에너지 분야 핵심 기술 개발
- ③ 청정원천공정기술 등 청정생산 핵심기술 개발과 해양환경관리기술, 연안 생태계복원기술 등 해양환경기술 개발

Table 2에 중분류로 구분되어 있는 청정생산이 5가지 소분류로 나누어 구분되어 있음을 나타내었다.

Table 2. Clean technology sub-categories of environment technology [9]

기술명	분류기준
청정원천 공정기술	- 미생물전환공정·건식세정·초임계활용공정 기술 - 청정생산체제구축을 위한 공정진단 및 관리 개선 기술 - 청정생산을 위한 공정모사 및 제어기술 - 환경친화형생산체제구축을 위한 생산공정의 전과정 평가기술 등
환경친화형소재 (Eco-material) 개발기술	- 난분해성 플라스틱 대체소재(천연소재 포함) - 장수명 부품소재개발 - 유해 납이 포함되지 않은 납땀 등
유해성 원부재료 대체기술	- 염소·phosgene 등 대체기술, 유해용매 대체 기술 - 수용성 용매·페인트·무기질시멘트, 산·알칼리 대체공정기술 등
공정내 재자원화 (internal recycle) 기술	- 멤브레인을 활용하여 폐수 중의 염료회수 및 재사용 - water pinch 기술을 사용한 공정 폐수 재사용 - 재사용을 위한 시스템 구축 등
기타 청정생산기술	- 달리 분류되지 않는 기술

2.1.4. 청정생산기술에 대한 분류체계 비교

환경친화적 산업구조로의 전환촉진에 관한 법률 (이하 ‘환경친법’으로 지칭), 제2조 1항에 의하면 “청정생산기술”이란 설계·생산공정 등 생산과정에서 환경오염을 제거하거나 줄이기 위한 기술과 녹색제품을 생산하기 위한 기술을 말한다. 즉, 국내에서 기술개발 지원의 방향에서 청정생산기술에 대한 분류는 대체로 공정개선, 원부재료대체 및 자원순환 그리고 환경친화 제품설계 등으로 되어 있음을 알 수 있다. 제조업의 경쟁력 향상과 국내외 각종 환경규제에 대응할 수 있는 능력제고 등을 위해서 생산시 활용할 수 있는 기술개발을 지원하는 것은 타당하다고 볼 수 있다. 한편 UNEP (United Nations Environment Programme (<http://www.unep.org>))/UNIDO (United Nations Industrial Development Organization (<http://www.unido.org>))에서 정의한 청정생산에 대한 구분을 아래 나타내었는데 이를 보면 국내에서는 공정기술 측면에만 과도하게 지원하고 있음을 알 수 있다[7].

- 생산 공정 : 에너지와 원재료의 사용을 저감하고 독성물질 사용을 제거하며, 모든 배출물과 폐기물들이 생산 공정 밖으로 나가기 이전에 발생량과 독성물질을 저감시키는 것
- 제품 : 원료채취, 생산, 유통과 제품의 최종폐기에 이르기까지 제품 생산과 소비의 전과정(Life cycle)에서 자원 및 환경영향을 최소화
- 서비스 : 제품생산에서 최종폐기에 이르기까지의 전 과정에서 제공되는 서비스관련 활동에서의 환경영향을 최소화하는 것

즉, 제품의 생산과 소비 전과정에 대한 해석을 바탕으로 하는 기업의 환경경영전략(또는 지속가능 전략)을 포함하여, 환경친화 제품·서비스 융합기술을 포함한 청정생산기술건설 등의 서비스 기술도 청정생산의 범위로 포함시키고 있음을 볼 수 있다. 이에 반해 국내에서는 제조업종의 현안을 중점으로 지원하는 생산공정기술 개발과 보급에 초점이 맞추어 있다. 산업통상자원부에서 2001년부터 지원하기 시작한 청정생산기술 사업은 15년 정도의 기간 동안에 개발한 각종 청정생산공정기술과 이에 대한 기업에의 적용 능력이 국내에 축적되어 있는 만큼 이 분야의 서비스산업, 예를 들어 청정생산 지식기반 서비스 산업 등의 개발과 육성에 앞으로 더 지원을 확대할 필요가 있음을 알 수 있다. 김성덕[8]은 청정생산기술분야의 전문가들을 대상으로 하는 설문조사 결과를 바탕으로 청정생산의 개념 확장 방안으로 청정생산 3.0을 다음과 같이 제안하였다.

- 제품의 설계·생산공정 등 생산과정에서 환경오염을 제거하거나 줄이기 위한 기술과 지속가능한 소비와 생산의 순환을 기반으로 녹색제품을 생산하기 위한 기술을 포괄하는 청정기술 시스템

UNEP/UNIDO의 구분을 더 확대하여 지속가능한 소비와 생산을 청정생산의 범주에 포함시키자는 의견으로, 일반적으로는 지속가능한 생산 영역에 청정생산(특히 생산공정 부분)을 포함시키는 상황에서 국내의 특수성을 감안하여 이를 역으로 제안한 것으로 생각할 수 있다. 이는 제품 및 서비스 융합과 환경경영·환경경제 측면을 포함하는 기업의 지속가능 발전을 지원하기 위해 필요한 각종 청정생산 방법론이나 Tool 개발이 국내에서 지원하는 기술개발 사업에 미흡하게 포함되어 있는 현실을 어느 정도 반영한 제안으로 볼 수 있기 때문이다. 그러나, 녹색제품으로 그 내용을 확대한다고 하면 청정생산기술과 녹색제품 기술간 영역과 개념이 매우 혼동되고 모호해지는 상황이 발생한다.

2.2. 기타 분류 체계

2.2.1. 환경기술과의 관계

환경부의 「환경기술 및 환경산업 지원법(환경기술산업법)」 제2조 제1항에 이하면 “환경기술”이란 환경의 자정능력(自淨能力)을 향상시키고 사람과 자연에 대한 환경피해 유발 요인을 억제·제거하는 기술로서 환경오염을 사전에 예방 또는 감소시키거나 오염 및 훼손된 환경을 복원하는 등 환경의 보전과 관리에 필요한 기술을 말한다. 환경오염을 사전에 예방 또는 감소시키거나 오염 및 훼손된 환경을 복원하는 등 환경의 보전과 관리에 필요한 기술로 6가지의 항목으로 분류하고 있다.

- 환경오염물질의 감소·처리 기술과 소음·진동 방지 기술
- 환경오염의 사전 예방·감소 기술, 오염 유발 억제 제품의 개발 기술, 재활용 및 회수기술
- 자연환경의 보전·복원 및 개선 기술, 환경위해성평가 및

그 관리기술, 환경영향평가 기술

- 환경오염물질이나 소음·진동 또는 환경상태의 측정·분석 기술
- 상수도의 정수처리 및 오염방지 기술
- 환경기술의 응용·활용(실용화 기술)

이 중에서 청정생산기술과 유사한 내용은 ‘환경오염의 사전예방·감소 기술’로 볼 수 있는데, 이를 세부 분류한 구분에 의하면 ‘친환경 소재제품’, ‘친환경 공정’ 그리고 ‘청정생산설비’ 등이 유사한 개념이라고 할 수 있다. 이 세 가지 분야의 2012년도 투자 비중은 13.7%로 적지 않은 지원을 한 것으로 나타나고 있다. 이렇듯 그 범주만 보면 청정생산기술이 환경기술의 한 영역으로 볼 가능성을 배제할 수 없으나, 환경기술과 청정생산기술은 추진전략이 근본적으로 다른 개념으로 개별적으로 추구하는 방향에 맞춰 달리 추진할 필요가 있다. 환경기술은 대부분 사후처리 개념을 바탕으로 하고 있으며, 즉 대기, 물, 토양 등에 환경적으로 부정적 영향을 미치는 제반행위에 대해 그 영향을 최소화 또는 제로화하는 기술개발에 초점이 맞추어 있고, 청정생산기술은 제품의 생산이나 설계 이전 단계부터, 즉 사전대응 개념을 바탕으로 환경친화 제품이나 생산을 하도록 미리 대비하는 기술을 개발하는데 주안점이 있는 기술이다. 따라서 환경기술과 청정생산기술개발을 지원하는 것은 각각 추진하는 것이 더 효과적인 결과를 도출할 수 있다고 할 수 있다.

2.2.2. 녹색기술과의 관계

저탄소 녹색성장 기본법, 제2조 3항에 의하면 “녹색기술”이란 온실가스 감축기술, 에너지 이용 효율화 기술, 청정생산기술, 청정에너지 기술, 자원순환 및 친환경 기술(관련 융합기술을 포함한다) 등 사회·경제 활동의 전 과정에 걸쳐 에너지와 자원을 절약하고 효율적으로 사용하여 온실가스 및 오염물질의 배출을 최소화하는 기술을 말한다. 2009년도에 수립된 녹색기술 연구개발 종합대책(안)에 따르면 녹색기술에 포함된 27개 세부기술은 다음과 같다.

- 기후변화 예측 및 모델링개발 기술
- 기후변화 영향평가 및 적응기술
- 실리콘계 태양전지의 고효율 저가화 기술
- 비실리콘계 태양전지 양산 및 핵심원천 기술
- 바이오에너지 생산요소기술 및 시스템 기술
- 개량형 경수로 설계 및 건설 기술
- 친환경 핵비확산성 고속로 및 순환 핵주기시스템 개발 기술
- 핵융합로 설계 및 건설 기술
- 고효율 수소제조 및 수소저장 기술
- 차세대 고효율 연료전지 시스템 기술
- 친환경 식물성장 촉진기술
- 석탄가스화 복합발전 기술
- 고효율 저공해 차량 기술

- 지능형 교통, 물류 기술
- 생태공간 조성 및 도시재생 기술
- 친환경 저에너지 건축 기술
- 환경부하 및 에너지 소비 예측을 고려한 Green Process 기술
- 조명용 LED · 그린 IT 기술
- 전력 IT 및 전기기기 효율성 향상 기술
- 고효율 2차 전지기술
- CO₂ 포집, 저장, 처리기술
- Non-CO₂(이산화탄소제외 온실가스) 처리기술
- 수계수질평가 및 관리기술
- 대체수자원 확보기술
- 폐기물 저감, 재활용, 에너지화 기술
- 유해성물질 모니터링 및 환경정화 기술
- 가상현실 기술

위의 구분과 비교해 볼 때 청정생산기술과 유사한 부분으로는 ‘환경부하 및 에너지 소비 예측을 고려한 Green process 기술’이라고 할 수 있다. 즉, 녹색기술은 기후 변화에 대비하며 에너지 저감을 포함한 제반 기술개발에 초점을 맞추고 있다고 보인다.

한편, 녹색제품은 “에너지 · 자원의 투입과 온실가스 및 오염물질의 발생을 최소화하는 제품을 말한다(저탄소 녹색성장 기본법, 제2조 5항)”라고 법적 정의가 되어 있다. 이는 일부 지식기반서비스 기업이나 연구자들에 의해 사용되는 용어인 청정생산기술을 응용 또는 개발 · 적용하여 제품을 만들어 내는 환경친화적 제품과 의미가 유사한 면이 있다. 따라서 법적 인 정의를 우선으로 하는 녹색제품으로 용어를 통일할 필요성이 제기된다.

2.2.3. 청정기술과의 관계

한국청정기술학회에서는 청정기술에 대한 정의를 다음과 같이 하고 있다.

- 청정기술이란 제품생산과정에서 오염물질의 발생을 사전에 예방하거나 최소화함으로써 제품의 생산, 사용, 폐기의 전 단계에 걸쳐서 자연환경에의 부담을 최소화하고 자원과 에너지의 효율성을 극대화하는 생산기술을 말한다.

위의 정의는 환친법에서 정의하고 있는 청정생산기술에 대한 부분과 그 의미가 대부분 일치함을 알 수 있다. 즉, 청정기술과 청정생산기술은 그 내용이 같은 것으로 보이기 때문에 법적 정의에 따라 향후에는 청정생산기술로 통일할 필요가 있다고 본다.

청정기술학회에서 구분한 청정기술의 종류는 다음과 같다.

- 청정생산공정기술(Cleaner production processes)
- 청정소재제품기술(Cleaner materials and products)
- 청정부품/제품설계(Cleaner parts/products design)
- 재자원화기술(Recycle and reuse of waste materials)

- 청정환경기술(Cleaner environments)
- 청정(대체)에너지기술(Cleaner/alternative energy)
- 산업생태학(Industrial ecology)
- 지속가능경영(Sustainable management)

지속가능경영 부분과 같은 사회과학적 연구와의 융합을 통한 청정기술의 보급과 개발적용이 매우 필요하다는 부분을 이 구분에서 강조하고 있다고 볼 수 있다.

2.2.4. 청정생산기반전문기술과의 관계

한국산업기술평가관리원(KEIT)에서 주관하고 있는 R&D 사업 중에 청정생산기반전문기술 지원 부분이 있다. 여기에서 정의하고 있는 청정생산기반전문기술은 “제품설계 및 생산단계에서 오염물질의 발생을 사전에 제거 감축하는 청정기반기술 개발 및 비관세 무역 장벽화되는 국제환경규제에 대응하기 위한 기술”로 되어 있다. 이 경우에는 청정생산기술에 EU를 중심으로 규제를 하고 있는 REACH, ErP, WEEE2 등 각종 국제환경규제에 신속히 대처할 수 있는 기술의 개발을 지원하는 것으로 볼 수 있다[10].

KEIT에서는 청정생산기반전문기술을 다음과 같이 구분하고 있다.

- 국제환경규제 대응기술
- 녹색제품생산기술
- 청정공정기술
- 제품서비스화기술

이 구분에 따르면 다른 기관에서 사용하는 정의나 구분과 비교하여 ‘제품서비스화기술’의 개발지원을 좀 더 명확히 하고 있다는 점이 특색이다. 제품서비스화에 대한 정의는 환친법 제2조 4항에 의하면 “제품서비스화”란 제품의 사용으로 발생하는 환경오염을 줄이고, 제품의 이용 효율성을 높이기 위하여 제품의 품질 · 기능 등을 서비스 형태로 제공하는 것을 말한다.”라고 정의가 되어 있다. IBM, Google 등 다국적 회사들이 하드웨어적인 제품 생산에서 제품에 서비스를 포함시키는 방향으로 수익을 극대화하는 현재의 상황에 맞춰 국내 기업들이 환경적인 규제요소를 모두 충족시키면서, 제품서비스의 경쟁력과 수익을 창출할 수 있는 기술을 개발하는 데 지원을 하겠다는 정부의 의지가 반영된 사업이라고 평가할 수 있다.

2.2.5. 국외 유사 개념과의 관계

일본의 경우 아시아생산성본부(APO)를 주축으로 ‘녹색생산성(Green productivity)’에 대한 개념을 지속적으로 아시아에 전파하고 있다. APO에서 정의하고 있는 개념은 다음과 같다.

- “a holistic strategy whereby nations can leverage the dynamism of productivity to achieve a better quality of life for all people, with social justice and fairness for their citizenry, and enhanced prosperity for their enterprises“

Table 3. Green productivity implementation methods [11]

<p>Good housekeeping 정리정돈 및 환경개선</p>	<ul style="list-style-type: none"> • GP기법은 의식개선 프로그램, 5S관리 기법 포함 - 공정과 장비, 작업환경을 정리정돈하고 깨끗이 유지 - 표준과 규율에 맞게 관리 • 또 다른 하우스키퍼 기법으로 - 원료손실의 예방과 폐기물 최소화, 에너지 유지와 절약 - 조직 관리상의 절차를 개선
<p>Design change 설계변경</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 제품의 환경에 미치는 영향은 그 디자인에 따라 크게 결정 • 제품의 기획, 설계, 개발을 하는 동안 환경적 요소를 고려하여 환경 친화적 제품을 개발 • 제품과 공정의 환경에 대한 부정적 영향을 최소화
<p>Process modification 공정변경</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 오래되거나 비효율적인 공정을 완전히 바꿔 새로운 기술로 교체 • 단순한 방법과 복잡한 방법 모두 아울러 적용 • 효율적인 기기의 사용 • 열의 재활용, 재사용과 같은 에너지 절약 기술을 포함
<p>Waste management 폐기물관리</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물 흐름의 분리와 재활용, 재사용, 회복의 증진은 회사가 만들어 내는 폐기물의 양을 줄이고 폐기물 처리를 개선하는 두 가지 광의적 기술을 포함 • 원료 투입의 대체 혹은 정제로 상당량 생성되는 폐기물의 특성과 양의 개선

녹색생산성은 생산성을 향상시킴과 동시에, 모든 환경·경제적 발전을 위한 환경성과를 위한 전략으로, 목적은 인간 삶의 질의 지속적인 개선을 이끄는 사회경제적 발전의 균형에 있다. 이는 이윤과 경쟁적인 이점을 강화시키는 중에 적절한 생산성과 환경관리 도구, 기법 그리고 조직의 활동, 제품과 서비스의 환경적 영향을 줄이는 기술이 결합된 방법으로, 더 나은 환경성과 생산성의 결과를 가져오는 데 사용되며, 그 범위로 간단하게 Housekeeping부터 녹색제품 디자인까지 포함하고 있다. 즉, 그 개념적 접근은 청정생산기술과 유사하며 방법론이나 사용하는 각종 tool도 매우 흡사함을 알 수 있다. 청정생산기술은 생산공정에 있는 기술자들이 이해도를 높이는데 유용한 반면, 유사한 개념인 녹색생산성은 생산성 향상과 같은 의미가 내포되고 있는 것으로 이해할 수 있는 관계로 경영자들의 이해도를 높이는데 유용하다고 볼 수 있다.

3. 지역예코혁신 정책의 확장 방안

청정생산기술은 기업의 환경보호와 생산성 향상을 통한 경쟁력 확보를 동시에 달성하는데 매우 유용한 기술임을 살펴 보았다. 미국의 경우에는 각 개별기업의 경쟁력 강화를 위한 기업지원의 개념보다는 기업이 스스로 환경을 보호한다는 의미가 매우 큰 오염예방(Pollution Prevention) 용어를 주로 사용하고, 일본의 경우는 기업에서 환경을 보호하는데 국제적으로 앞장서고 있다는 의미를 내포하는 녹색생산성에 대한 용어를 전파하고 있다. 국내에서는 제조업이 국가 경제를 견인

하는 주요 산업인 만큼 기업의 생산공정에서 환경을 보호하는 제반 활동을 하고 있다는 의미가 큰 청정생산 용어를 더 선호하는 추세이다. 따라서 국내 기관이나 학회, 전문가 등에 의해 세분화되고 혼선이 되는 각종 용어들이 많이 회자되고 있지만 큰 의미로 법에서 정의한 내용을 수용하여 환경과 관련한 기술에 대한 구분을 다음과 같이 제안한다.

- 사후 처리 부분 관장 - 환경기술
- 사전 예방 부분 관장 - 청정생산기술
- 기후변화 및 에너지 부분 관장 - 녹색기술

한편 청정생산기술은 제조업체의 환경규제 대응 능력 향상과 기업의 생산성 배가에 많은 도움을 줄 수 있는 기술/방법론인데 반하여, 국내의 중소기업들을 살펴보면 청정생산기술이 확산되고 적용 및 응용이 되고 있다고 보기에는 많은 아쉬움이 존재한다. 그 이유는 다양하게 존재할 수 있으나, 가장 큰 이유는 국내 기업들의 경우 경쟁회사 또는 유관기업에서 청정생산기술을 개발하였거나 적용한 사례가 있으면 추진하겠다는 생각이 더 크기 때문이다. 즉, 개별기업 한 두 곳에서 청정생산기술을 개발하는 것을 정부에서 지원하는 것 보다는 업종이 다르더라도 20-30개 기업들이 동시에 그 내용에 대한 교환이나 적용사례에 대한 벤치마킹을 할 수 있는 형태로의 지원이 더 효과가 클 수 있다는 것을 의미한다고 할 수 있다 [12]. 이에 따라 산업통상자원부에서는 2007년 이후로 지역의 지자체와 중앙정부, 그리고 지식기반서비스기업과 제조업체가 참여하는 민관 협동 프로젝트(Public-Private partnership 형태)인 지역예코혁신사업을 추진하고 있다.

3.1. 지역예코혁신사업의 현황과 문제점

지역예코혁신사업은 지자체와 전문 컨설턴트, 중소기업의 산업환경팀이 프로젝트에 공동 참여하여 기업의 환경개선과 경제적 효과를 동시에 추구할 수 있도록 청정생산 진단지도, 기술의 적용 및 성과분석, 대내외 환경규제대응 등을 통합 지원하여 지속가능산업 발전을 위한 민·관(public-private partnership) 협력프로그램으로, 유럽의 ECOPROFIT 프로그램을 벤치마킹하여 2005~2006년 동안 인천, 대구, 부산 지역에 대해 국내시범사업을 진행한 결과를 바탕으로 기획이 된 프로젝트이다. 지역예코혁신사업에서 추진하고 있는 주요 내용은 다음과 같으며, 일부 지원사항은 녹색기술에서 지원하는 범위도 포함하고 있음을 알 수 있다.

- 청정생산 및 에너지 진단
 - 원부자재/용수 및 에너지 낭비요인 도출
 - 부산물 및 폐기물의 재사용, 재활용 방법 도출
- 기후변화협약 대응체계 구축
- 환경규제 준수 : REACH, RoHS, WEEE 대응 등
- 산업환경보고서 작성
- 국내·외 환경관련 인증취득 지원 : ISO14001, 탄소라벨링 등
- 기업내 환경/청정생산 전문인력 양성

Table 4. The achievement of regional eco-innovation project ('07~'14) [13]

지자체	참여기업 (개·누적)	사업 기간		총투입 자본	경제적 직접효과	경제적 간접효과	환경적 효과	총 개선 효과	경제적 ROI	총 ROI
부산	182	2007.7~ 2012.6	'07년	15.7	44	2.3	0.1	46.4	2.8	3.0
			'08년	7.8	27	0.9	-	27.9	3.5	3.6
			'09년	27.6	219	0.7	3.6	223.3	7.9	8.1
			'10년	12	59	0.7	0.1	59.8	4.9	5.0
			'11년	30.6	67.8	11.0	0.5	79.3	2.2	2.6
			'12년	33.8	179.2	1.5	0.4	181.1	5.3	5.4
			'13년	31	156.5	0.4	0.3	157.2	5	5.1
		'14년	47.3	181.6	0.4	0.5	182.5	3.8	3.9	
인천	103	2007.7~ 2012.6	'07년	6.3	18.8	3.2	-	22.0	3.0	3.5
			'08년	6.6	18.8	3.2	-	22.0	3.0	3.5
			'09년	5.2	17.6	1.8	-	19.4	3.4	3.7
			'10년	5.1	20.5	4.5	-	25.0	4.0	4.9
			'11년	6.3	49.0	-	-	49.0	7.8	7.8
대구	182	2007.7~ 2012.6	'07년	12.4	64.3	2.3	0.2	66.8	5.2	5.4
			'08년	10.8	67.5	1.1	0.6	69.2	6.3	6.4
			'09년	7.1	34.4	1.8	0.1	36.3	4.8	5.1
			'10년	10.2	49.0	4.6	0.1	53.7	4.8	5.3
			'11년	18.8	71.0	4.9	0.2	76.1	3.8	4.0
			'12년	17.8	108.4	2.2	0.8	111.4	6.1	6.2
			'13년	26.8	162.4	3.3	0.9	166.6	6.1	6.2
		'14년	21.3	110.4	2.0	1.4	113.8	5.2	5.3	
울산	162	2008.10~ 2013.9	'08년	5.7	54.2	13.1	0.4	67.7	9.5	11.9
			'09년	8.4	82.8	5.0	-	87.8	9.9	10.5
			'10년	58	169	7.7	0.3	177	2.9	3.1
			'11년	28.5	241.1	3.0	-	244.1	8.5	8.6
			'12년	6.5	122.9	2.5	-	125.4	18.9	19.3
			'13년	32.7	137.2	6.1	-	143.3	4.2	4.4
			'14년	24.2	127.4	1.3	-	128.7	5.3	5.3
대전	102	2009.6~ 2014.7	'09년	4.2	10.6	7.8	-	18.4	2.5	4.4
			'10년	6.4	34.5	1.8	0.1	36.4	5.4	5.7
			'11년	7.7	48.3	1.3	0.1	49.7	6.3	6.5
			'12년	5.9	11.1	1.0	0.1	12.2	1.9	2.1
			'13년	6.1	11.2	0.6	-	11.8	1.8	1.9
안산	80	2007.7~ 2014.7	'12년	4.5	23.8	0.5	1.0	25.3	5.3	5.6
			'13년	4.2	18.9	13.4	0.8	33.1	4.5	7.9
			'14년	4.3	186.3	0.1	0.2	186.6	43.3	43.4
광주	40	2014.8~ 2016.2	'14년	4.4	53.8	3.2	2.2	59.2	12.2	13.5
계	851			572.2	3,053.6	120.4	15.0	3,189.0	5.3	5.6

2011년 이 사업으로 97.8억 원을 투입하여 공정혁신 등 경제적 효과, 환경적 개선으로 543.6억 원의 성과를 달성한 것으로 보고되고 있다. 그러나 국내 중소기업에서 청정생산기술을 받아들이고 개발하기 위한 동력으로서 이 사업은 다음과 같은 문제점을 안고 있다.

- 각 지역별 지역산업육성사업 등과의 연계 미흡
 - 지역별로 산업구조 차별화에 맞춘 중소기업의 산업환경경쟁력 강화 방안으로의 연계 지원이 부족
 - 산업부의 지역산업육성사업은 기술개발, 기술사업화 등에 초점이 맞춰있어 산업환경 및 안전 부분의 역량 강

화는 상대적으로 지원이 소외되어 있는 상황

- 국외 환경규제 및 국내 환경법 위반 제조업체 혁신화 미약
 - 지역별 국외 수출과 관련이 있는 중소기업의 국외 환경 규제 관계 분석과 이에 따른 예코혁신 지원 패키지 특화가 부족
 - 환경법 위반 제조업체를 대상으로 한 청정생산 컨설팅 추진으로 환경성과 경제성을 동시에 개선하는 방식 도입 미흡
- 최근 빈번하게 발생하는 사업장 안전사고 등을 고려한 환경·안전통합지원 미미
 - 여건이 열악한 중소기업에 안전관리 시스템 구축, 위험물질 운송관리의 강화 그리고 화학물질 사고 예방 교육·훈련 및 전문성 제고 시급
 - 7개 사업단의 상대적 효율성 분석을 통해 벤치마킹 사업의 발굴과 자원 배분 극대화보다 사업단별 성과 분석에 치중

3.2. 지역예코혁신사업의 확대 방안

현재 내포하고 있는 문제점을 극복하고 청정생산기술에 대한 혁신을 이루기 위해서는 많은 기업들이 참여하도록 유도하는 것과 동시에, 각 지역별로 특화되어 있는 산업군에 맞춘 산업환경·생산안전(ES) 혁신화와 정부의 지원프로그램 연동을 통한 통합지원 체계를 만드는 것이 매우 중요하다고 보인다. 정부에서는 시·도 단위 육성으로 지역 내 부가가치와 고용을 창출하고 지역경제활성화에 기여할 수 있는 핵심중추산업(지역별 주력산업분야) 지원을 목표로 하는 지역주력산업육성사업과 14개 시·도간 자율협의를 통해 산업생태계를 반영한 총 16개의 경제협력권(시·도별 3개 이내) 산업 지원을 목적으로 하는 경제권협력육성사업을 추진 중에 있다.

따라서 지역에 분포하고 있는 중소제조업체의 환경규제 대응과 경쟁력 확보를 위해 다음과 같은 정책방안을 제시하고자 한다.

3.2.1. 지역산업 연계한 기업의 환경·안전 기반 확충

- (연계목적) 지역의 핵심중추산업과 산업생태계 소속 기업들의 환경 및 안전 경쟁력 강화를 지원
- (추진방식) 기업군 별 기술개발과 기술사업화 등의 지원에 환경규제 대응과 산업안전의 공고화를 위한 지식기술 컨설팅 패키지 포함하는 방식으로 확대
 - * 사업의 기획에서부터 사업계획서 작성시 산업환경·안전 부분의 기업군 별 경쟁력 강화 과제 포함
- (추진체계) 기존 사업에 지역에 기반을 두고 있는 산업환경·안전 컨설팅 기업이 참여하는 형태로 지역사업평가단에서 평가
- (지원예산) 현행 지역산업육성사업 예산과 지역예코혁신사업 예산을 병합하여 지원

3.2.2. 산업환경·생산안전에 대한 민·관 협력 생태계 강화

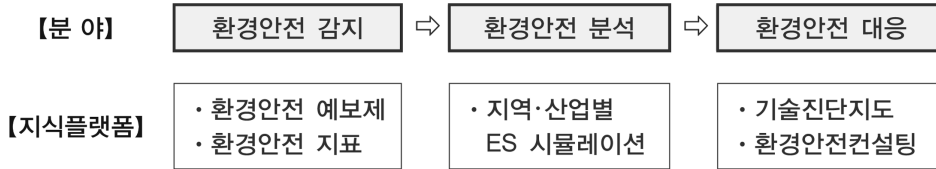
- 청정생산 및 산업안전 공고화를 위한 진단·지도 분야 참여 인력의 전문성 강화
 - * (환경성 진단·지도) 기업의 생산공정 과정에서 발생하는 오염물의 생성원인에 대해 진단·분석하는 기법
 - ** (안전성 진단·지도) 공정운전, 화학물질 사용·관리, 환경안전경영 등에서 취약부분에 대해 진단·분석하는 기법
- 국가청정생산지원센터에 진단·지도 인력 교육(기술지원, 교육, 평가 등)과 전문성 품질 관리 기능 부여
 - * 제조업 사업장의 산업환경·안전 강화와 사전예방을 위해서는 진단·지도를 해주는 외부 인력의 전문성과 역량 제고가 필수
 - * 중소기업에서 사용하는 산업용 가스안전 부분의 안전 진단·지도 기능 전문화에 더 중점을 두고 추진

3.2.3. 산업환경·생산안전 민·관 전문네트워크 구축

- 산업환경 및 산업안전 전문가 풀을 구성하여 지역특화 미니 네트워크를 구축
 - * 산업환경·생산안전 Value-chain 맵을 작성하고, 환경규제 및 산업안전 순응도 등을 제시
- 안전·환경 분야 융합전문대학원의 지역 확대 설치 및 ES 지식 포럼 운영
 - * 환경규제 및 산업안전 관련 규제·별치사항 분석 및 정책 개발
 - * 산업안전보건법, 위험물질안전관리법, 소방시설 설치·유지 및 안전관리 관련 법률, 고압가스 안전관리법, 환경오염피해 배상책임 및 구제에 관한 법률, 잔류성유기오염물질 관리법 등 규제요구 사항 논의
- 지역산업에 특화된 중소중견 협력업체들과 지자체 담당자의 ‘산업환경·생산안전 Happy Day’ 및 Roundtable 정례 개최

3.2.4. 산업환경·생산안전 지식기반산업 창출

- 청정 서비스, 환경기반 지식서비스 산업을 ‘산업환경·생산안전’ 지식기반산업으로 확대 추진
 - * 현재 환진법에 근거한 ‘청정서비스(제품서비스) 산업육성’사업을 바탕으로 ‘산업환경·생산안전 지식서비스산업 활성화 정책’방향 도출
 - * 청정서비스란 제조기업이 제품과 함께 진단·운영관리·대여 등 서비스를 제공하여, 환경오염예방, 자원·에너지 저감을 유도하는 사업유형을 의미
- 한국표준산업분류표의 지식기반서비스업종 범위에 산업환경·생산안전 지식서비스산업을 ‘엔지니어링 서비스업’에 포함시키는 방안 마련
- 제조 기업에 영향을 미치는 환경규제 법제도와 산업안전 강화를 지원하기 위한 환경·안전 공통 지식플랫폼 구축 투자 확대



- 지역별, 산업별 산업환경·안전 경쟁력 강화지원을 위해 국내 대학에 ‘산업환경·안전 융합 기술정책연구소’를 지정·운영

4. 결론

청정생산기술이 국내에 도입된 지 16년이 지나가고 있는 현재의 시점에서 아직도 청정생산기술에 유사한 용어들이 혼재되어 사용되고 있으며, 또한 정부에서 지원하는 각종 제도 및 법에서도 용어에 대한 정의가 포함되어 있어서 이에 대한 연구를 하는 연구자들도 용어가 내포하고 있는 의미에 대한 혼선이 큰 상황이다. 본 연구에서는 이에 따라 청정생산기술의 국제적 정의와 국내 각종 법에서 정의하고 있는 유사 용어와 청정생산기술과의 관계 등에 대해 분석하였다. 이를 바탕으로 환경기술, 청정생산기술 그리고 녹색기술이 주력으로 의미하는 기술영역에 대한 제안을 하였다. 그리고 국내에서 청정생산기술이 중소기업에 확산이 되기 위해서는 개별적으로 기업을 지원하는 것보다는 업종이 다르더라도 여러 개의 기업들이 동시에 청정생산기술을 개발 또는 도입하여 적용하는 방식으로 지원하는 것이 더 효과적이기 때문에, 이에 대한 제안으로 지역예코혁신사업의 확대 정책방안에 대해 제시하

였다. Figure 1에 나타난 것과 같이 앞으로는 환경규제 대응이나 환경 한 부분만을 대상으로하는 기술보다는 환경과 안전, 더 나아가서는 환경과 안전 그리고 보건을 아우르는 EHS 융합기술에 대한 요구가 더 강화될 것이다[14-17]. 그리고, EU 등에서 현재 시범사업으로 추진하고 있으며 향후 규제를 할 가능성이 높은 Organization Environmental Footprint 등[18]에서 살펴볼 수 있듯이, 멀지 않는 미래에는 기업이 단순히 기술적 적용을 하는 것뿐만 아니라 기업 및 협력사를 모두 포함하는 영역에서 기획, 구매, 영업, 생산 등 전체적으로 환경친화적인 활동과 개발을 하고 있는지를 명확히 보여주지 못한다면 제품을 수출하지 못하는 상황이 발생할 수 있다. 따라서 지역에 코혁신 정책을 이런 부분에 초점을 맞춰 확대 지원하는 것은 매우 중요하며, 국내 제조업의 경쟁력을 한단계 더 높일 수 있는 계기가 될 것이며 또한 이들을 위한 지식기반서비스산업이 육성될 수 있는 시발점을 만들어 줄 수 있다고 판단한다.

감 사

이 논문은 2014년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술평가원의 ‘청정생산기반전문 기술개발사업’(과제번호: 10052157)으로부터 지원을 받아 수행한 결과로 작성되었습니다. 지원에 감사드립니다. 관련 자료 조사와 표를 만드는 데 도움을 준 호서대 안전환경기술융합학과 가정희 대학원생, 조혜연대학원생에게 감사를 표합니다.

References

1. Kim, J. Y., “Cleaner production: International Status and its Future,” *FA J.*, **8**, 76 (2005).
2. Kim, J. Y., Lee, K., and Byon, K., “Cleaner Production and Sustainable Development of Chemical Industry,” *Prospectives of Ind. Chem.*, **5(6)**, 2 (2003).
3. Jo, J., Min, T., On, G., and Choi, J., “Advancing Europe-Advanced Manufacturing for Clean Production,” *J. KSME*, **55(2)**, 56-60 (2015).
4. Kim, J. Y., “The development Strategy of Cleaner production Technologies,” *Green Samsung*, **65**, 26 (2003).
5. Kim, J. Y., “Overview and Future Direction of Cleaner Production System,” *J. Korean Soc. Precision Eng.*, **20(8)**, 12 (2003).
6. <http://www.law.go.kr/main.html> - Korea Law Information Center
7. UNEP, “Energizing Cleaner Production: A Guide for Trainers,” Guidebook (2007).

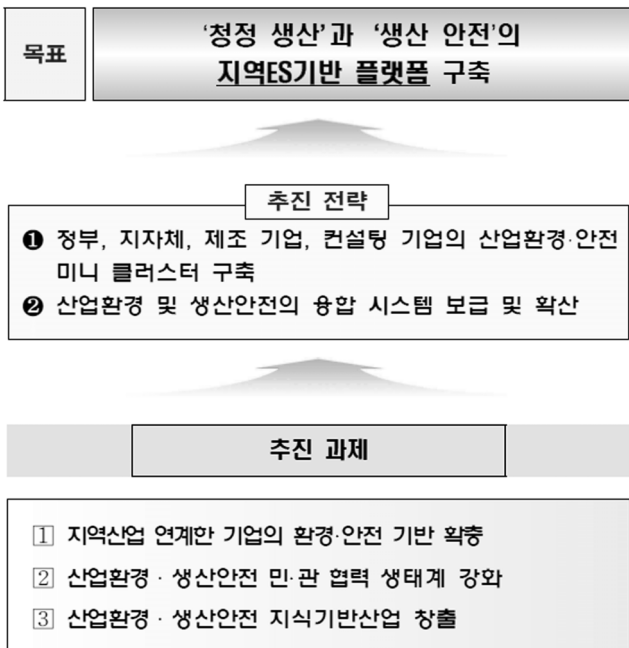


Figure 1. Mission and Strategies of the enhanced Regional Eco-Innovation.

8. Kim, S. D., "Cleaner Production 3.0 - the Future of Revolutionized Cleaner Production Technologies," *PD Issue Report, KEITI*, **13**(2), 29-48 (2013).
9. Korea SMBA, 2012 R&D Management Directive - Six Future Technologies (2012).
10. KNCPC, Compliance in Advance and Supporting System - Environmental Regulations (<https://www.compass.or.kr/known.do>).
11. APO, Assessment of Green Productivity Implementation and Needs of Member Countries (2014).
12. KBIZ, "Survey for SME's Responses of Environmental Regulations," (2014).
13. KNCPC, The Performance of Regional Eco-Innovation Projects, 2015 Annual Report (2015).
14. Kim, J. Y., and Lee, H., "Value Chain Network of Environment and Safety for the Industry : Its Necessity and Disclosure," *Clean Technol.*, **22**(1), 62 (2016).
15. Kim, J. Y., "Value Chain Network of Environment and Safety for the Industry," Internal Report, Hoseo University (2015).
16. Chae, I., Seong, J., Jeong, S., Ga, J., and Kim, J. Y., "A Study on the Efficiency Analysis of Semiconductor · Display Companies using DEA," *Korean J. Hazard. Mater.*, **3**(2), 45 (2015).
17. Jeong, S., Chae, I., Seong, J., Ga, J., and Kim, J. Y., "An Efficiency Analysis of the Regional Chemical Emissions using DEA," *Korean J. Hazard. Mater.*, **3**(2), 54 (2015).
18. Europa.eu, Organisation Environmental Footprint (OEF) Guide (2012).