

## 한국 생태산업단지 구축사업의 개선방향

공형옥 · 고재철<sup>†</sup>

한국산업기술대학교 지식기반기술에너지대학원, <sup>†</sup>청정공정&소재연구소  
(2011년 11월 12일 접수 ; 2011년 12월 8일 채택)

### The Improving Direction of Korean Eco-Industrial Park Construction Project

Hyung-Ok Kong · Jae-Cheol Ko<sup>†</sup>

Graduate School of Knowledge-based Technology and Energy, Korea Polytechnic University,  
Siheung 429-793, Korea

<sup>†</sup>Research Center for Clean Technology, Korea Polytechnic University TIP425, Siheung  
429-793, Korea

(Received November 12, 2011 ; Accepted December 8, 2011)

**Abstract** : This study was conducted to provide an improving direction of K-EIP(Korean Eco-Industrial Park) construction project by company's voluntary participation. For this purpose, we investigated and analyzed the status of domestic eco-industrial park projects from various literatures, foreign EIP cases and FGI(Focus Group Interview). The key issues to construct a voluntary K-EIP are the lack of experts, the difficulties of commercialization financing, and so on. In this study, therefore, the programs to resolve these problems in K-EIP construction project were suggested at the level of government and corporation.

**Keywords** : K-EIP(Korean Eco-Industrial Park), FGI(Focus Group Interview), Investigation of EIP

### 1. 서론

21세기 환경과 관련한 최대 이슈는 환경보전과 경제성장을 지속적으로 달성하는 지속가능한 산업발전(SID, Sustainable Industrial Development)으로 정리할 수 있다. 이에 따라 기업활동의 목표도 자원소비와 생산의 극대화에서 자연계의 한계 내에서 생산과 삶의 질을 극대화하는 방향으로 전환되고 있다. 지속가능

한 산업발전을 위해서는 개별기업 차원에서 환경문제를 해결하는 것도 중요하지만 산업적 측면에서 접근하는 것이 바람직한데, 기업들이 상호 연계되어 하나의 생산시스템을 이루고 있는 것을 인식하면 자연의 순환시스템에서 얻는 교훈을 적용할 수 있다. 이와 같이 산업단지를 생태계와 유사하게 구축하려는 시도는 30년전부터 시작되었으며 최근에는 선진국은 물론 개도국에서도 정부의 적극적인 지원 하에 생태산업단지(EIP, Eco-Industrial Park)의 형태로 추진되고 있다[1].

<sup>†</sup>주저자 (E-mail : flyingko@kpu.ac.kr)

우리나라 생태산업단지 구축사업은 2005년 시범단지(포항, 울산, 여수, 반월·시화, 청주 등 5개소)를 대상으로 1단계 사업을 추진하였으며, 2010년 6월부터 2단계 사업이 진행되고 있다. 1단계 생태산업단지 사업은 5개 시범단지를 대상으로 생태산업단지 기반구축에 주력하였으며, 2단계에서는 3개 산업단지(대구, 부산, 군산 등)를 추가하여 총 8개 단지를 대상으로 자원순환 네트워크의 확산을 목표로 광역생태산업단지구축을 추진하고 있다[2]. 이에 따라 광역EIP사업단(경기EIP, 경북EIP, 대구EIP, 부산EIP, 전남EIP, 전북EIP, 울산EIP, 충북EIP)이 운영되고 있다. 생태산업단지 구축사업은 정부주도형과 기업주도형으로 나누어 볼 수 있는데, 우리나라의 경우 정부주도형으로 추진되고 있다. 그러나 많은 해외사례에서도 알 수 있듯이 생태산업단지의 지속성을 유지하기 위해서는 정부의 주도적인 추진체계보다는 참여하는 기업과 지역사회의 자발적인 참여가 매우 중요하다. 따라서 국내 생태산업단지 구축사업은 장기적으로 기업주도형으로 전환되어야 하며, 이를 위해서는 기업의 자발적 참여를 유도하기 위한 기반마련이 절실히 필요한 실정이다.

본 연구에서는 1단계 생태산업단지 사업추진 현황과 각종 연구문헌 및 전문가 인터뷰를 통해 국내 생태산업단지 사업의 문제점을 분석하고, 이를 극복하고 지속적이고 자발적인 한국형 생태산업단지 조성을 위한 개선방향을 기업과 정부의 역할을 중심으로 제시하고자 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 첫째, 친환경산업과 생태산업단지 등에 관한 서적, 선행연구와 최근 학술세미나 자료, 문헌 및 논문자료 등을 비교·분석하였으며, 둘째, 정부 관련기관의 통계자료, 문헌조사 및 인터넷 자료 등을 광범위하게 활용하였고, 셋째, 관련분야 전문가 및 이해관계자의 의견을 표적집단면접(FGI, Focus Group Interview) 방법에 의하여 수렴하였다. 특히 FGI에서는 한국형 생태산업단지 모델, 생태산업단지 사업의 문제점 및 개선점, 향후 추진방향 등에 대하여 집중적으로 관련분야 전문가 의견을 수렴하였다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1. 생태산업단지의 개념 및 특징

산업생태학은 “환경적으로 건전하고 지속가능한 개발(ESSD, Environmental Sound and Sustainable Development)”의 경제적 개념에 자연자원과 생산을 포함한 포괄적인 산업 및 기업활동 분야에 접목한 학문이며, Robert U. Ayres 등(1994)의 산업물질대사에 대한 연구로부터 시작되었다[3]. 이후 Raymond Cote는 산업생태학적 이해를 실제 산업단지에 적용한 사례를 연구하였다[4]. 생태산업단지의 개념은 미국의 인디고개발(Indigo Development)이 1993년 미국 환경보호청(EPA)에 소개하면서 사용되기 시작하였고, 미국 환경보호청은 생태산업단지의 개념을 환경기술계획(ETI, Environment Technology Initiative)에서 구체화시켰으며, 이후 1995년 미국의 대통령 직속 지속가능개발위원회(PCSD, The President's Council on Sustainable Development)가 생태산업단지를 시범사업으로 채택하면서 실천적 개념으로 발전·정착하게 되었다[5, 6]. 그러나 생태산업단지의 개념은 아직까지 명확하게 확립된 정의는 없으나, 관련 기관, 연구자 및 개발자들에 의해 정의되고 있는 생태산업단지의 공동적인 개념으로는 단순한 부산물의 교환에 따른 경제적 이익을 뛰어넘어 정보, 기반시설, 환경적 자원을 공유하고 협력적 체계를 구축함으로써 경제적, 환경적 이익을 추구하는 것이다. 이는 단순한 부산물 교환 네트워크조차도 참여 기업들의 신뢰와 포괄적인 협력적 관계를 통해서만이 가능하며, 협력 기반의 확대를 통해서 생태산업단지의 기업 공동체적 성격이 강화될 수 있음을 의미한다. 한국산업단지공단은 생태산업단지를 먹이사슬로 공생하는 자연생태계의 원리를 산업에 적용하는 산업생태학을 응용한 것으로서, 산업단지 내에서 발생하는 부산물, 폐기물, 미활용에너지 등을 다른 기업이나 공장의 원료 또는 에너지원으로 쓸 수 있도록 재자원화하는 것으로 오염물질 무배출을 지향하는 산업단지로 정의하고 있다[7, 8].

한편 기존 산업단지는 원료와 제품위주로 연계되는 반면, 생태산업단지는 Fig. 1에서 보여 주듯이 기존 산업단지에서 고려하지 않은 부산물이나 폐기물의 연계를 통해 네트워크가 구성되는 점이 가장 큰 차이점이라고 할 수 있다.

즉 생태산업단지는 경제적 측면에서 생산과정에 투입되는 물질 및 에너지의 효율 증대를 통한 생산비용 절감은 물론 폐기물 관리, 구매, 환경정보 등의 공유를 통한 경제적 효율성 증대가 가능하며, 환경적 측면에서 오염물질의 원천 감소 및 배출 최소화로 환경부하 역제는 물론 기후변화의 원인인 온실가스감축 효과 등의 이점이 있다.

## 2.2. 해외 생태산업단지의 시사점

해외 생태산업단지는 미국(Fairfield, Chattanooga EIP), 유럽(캐나다 Burnside EIP, 덴마크 Kalundborg EIP) 및 아시아(일본 Kawasaki, Kitakyushu, Kobuko, Fujisawa, 중국 Guitang Group) 지역의 9개 선진 개발사례로부터 다음과 같은 시사점을 제공하고 있다 [9~12].

아시아 지역의 생태산업단지의 개발은 유럽이나 북미지역의 생태산업단지 개발사례 보다 유형적으로 다양하며, 행정당국의 지원이 사업 추진에 상당한 영향력을 발휘했다고 평가될 수 있다. 즉 정부차원의 강력한 환경규제가 기업들에게 산업생태학적 물질연계를 추구할 동기를 제공하였으며, 이에 기업은 강력한 리더십을 바탕으로 생태산업단지의 개발을 추진하였다. 특히 아시아 지역 생태산업단지의 산업생태학적 물질연계는 초기부터 의도적으로 계획된 것보다는 기업들이 환경오염의 저감 및 경제성 확보를 동시적으로 고려하는 과정에서 만들어지는 경향이 많았으며 이런 산업생태학적 연계관계가 더욱 발전적으로 확대되어가는 모습이 많았다. 반면 유럽 지역은 환경 문제를 가장 앞서 인식하여 생태산업단지의 효시인 Kalundborg 산업공생체가 발달한 지역으로서 특히 북유럽 지역에 생태산업단지가 많이 발달하였다. Kalundborg나 Styria와 같이 망상 구조가 자생적으로 발달한 후 이 구조가 생태산업단지 개념에 일치한다는 것이 나중에 밝혀진 것이 그 대표적인 예이다. 환경 문제에 대한 인식과 더불어 유럽지역에 생태산업단지 구축사업이 발전하기에 상대적으로 유리한 요인은 생태산업단지 개발에 필요한 자금을 확보하기에 비교적 용이하고, 또한 일찍이 산업이 발전하여 지역 내 기업간의 관계가 정립되고 경영자간의 인간관계가 유지되어 기업간 네트워크 구축을 위한 기반이 조성되었다는 점이다. 또한, 북미

지역에서 미국은 정부가 정책적으로 강력히 추진했음에도 불구하고 현재 큰 실효를 거두지 못하고 있는 반면, 유럽 지역의 높은 환경규제로 인하여 자생적으로 나타난 기업 간의 산업공생은 현재까지 계속 발전적인 모습을 보이고 있는데, 이처럼 생태산업단지가 아무리 미래지향적이라 하더라도 강제적으로 생태산업단지를 구축하기는 어렵다는 것을 알 수 있었다. 즉 생태산업단지의 산업공생을 지속적으로 확대·발전시키기 위해서는 사업과 관련된 이해 관계자의 적극적 참여유도 및 협력관계가 반드시 필요하다.

## 2.3. 국내 생태산업단지 관련 연구동향

국내에서는 1990년대 후반부터 생태산업단지 관련 연구가 진행되기 시작하였으며, 생태산업단지 관련 연구는 Han[13]의 “환경보전형 공업시설입지를 위한 제도개선 연구 - 충북 청원군을 중심으로”, Choi[14]의 “생태산업단지 개발사례와 우리나라 산업단지 개발에의 함의” 등을 시작으로 2000년 이후 본격적으로 시작되었다고 해도 과언이 아니다. 2000년대 초중반에는 한국생산기술연구원의 국가청정산업지원센터(KNCPC)가 해외의 생태산업단지 구축사례를 집중 소개하면서 생태산업단지의 개발전략, 구축 방안 및 정책적 연구가 주를 이루었으며, 2000년대 후반 들어 국내 생태산업단지의 구축 사례연구 및 세부적인 물질흐름 네트워크 구성 등에 관한 연구가 집중적으로 진행되었다[2]. 한편 Kim 등[15]은 지방산업단지의 환경문제 및 생태산업단지로의 개발에 대한 주민의식조사를 연구하였다.

그러나 아직까지 한국형 생태산업단지 구축을 위한 정책 및 방향성에 대한 보고서 및 논문은 거의 찾아볼 수 없으며, 한국산업단지공단 광역생태산업단지사업단별로 발표하고 있는 지역별 장기 비전 및 추진전략에 대한 보고서에 의존하고 있는 실정이다.

## 3. 연구방법

국내 생태산업단지 구축사업은 KNCPC가 기획연구사업을 추진한 결과로부터 2005년부터 1단계 시범사업이 한국산업단지공단의 EIP 사무국이 전담기관으로서 2010년까지 생태산업단지

Table 1. Ratio of Respondents

Items	Business	Institution			Total
		Education	Research	Public	
Numbers	10	9	5	6	30
Ratio(%)	33.3	30.0	16.7	20.0	100.0

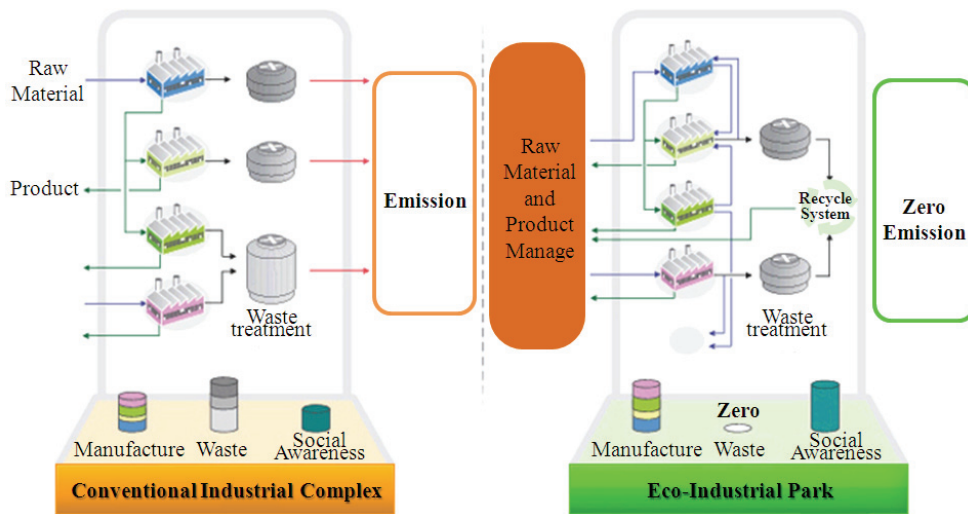


Fig. 1. Concept of EIP[2].

구축 시범사업이 완료되었다. 본 연구는 시범사업의 실태분석을 위해서 1단계 사업의 결과보고서 및 본사업 추진 계획보고서를 활용하였으며[2, 16], 생태산업단지 구축사업의 개선방향은 경험자 대상의 설문조사 결과를 토대로 연구를 수행하였다.

특히, 이때 수행한 설문조사는 생태산업단지 구축사업 경험자를 대상으로 한 표적집단면접(FGI, Focus Group Interview) 방법을 채택하였으며, 설문문의 주요 내용으로는 한국형 생태산업단지의 모델, 향후 생태산업단지 구축사업의 추진방향, 생태산업단지 구축사업의 추진과정에서 발생한 개선과제 도출, 개선과제의 우선순위 등이다. FGI 분석을 위한 전문가 그룹으로는 생태산업단지 사업과 연관성이 높은 산업단지 내 기업체 담당자, 교육기관, 연구소 및 생태산업단지 사업의 관리기관 등으로 구성하였으며, 응답자의 구성은 Table 1과 같다. 전문가의 선정기준은 생태산업단지 구축사업의 세부과제를

추진경험이 있거나 현재 과제를 진행하고 있는 기관의 담당자를 우선 대상으로 선정하였으며, 전문가 방문 인터뷰와 E-mail 조사를 병행하여 실시하였다. 설문조사분석은 통상적으로 조사결과와 일반화가 가능하도록 충분한 표본수[일반적으로 표본의 수(N)은  $(\lambda/\epsilon)^2 \cdot s^2$  계산]를 확보하는 것이 필요하다[17]. 그러나 본 연구의 조사대상 전문가는 생태산업단지에 대한 연구, 조성, 운영, 행정 등에 직접적으로 관계가 깊은 전문가들로 한정하였기 때문에 표본의 수가 적지만 연구의 목적상 충분한 유의성을 지니고 있는 것으로 판단된다.

#### 4. 국내 생태산업단지 구축사업의 실태조사

##### 4.1. 국내 생태산업단지 구축사업의 추진현황

국내 생태산업단지 구축사업은 지식경제부 지원사업인 「청정생산기술 개발보급사업」의 일

환으로 시작되었으며, 시범사업 추진을 위해 반월·시화 국가산업단지, 울산미포·온산 국가산업단지, 여수 국가산업단지, 청주 일반산업단지, 경남지역(진해·함안·진주) 산업단지 및 포항 국가산업단지 등 6개 산업단지를 대상으로 기획연구사업을 착수하였다. KNPC는 기획연구사업 결과로부터 2005년 11월 경북(포항), 전남(여수), 울산 등 3개 지역을 시범단지로 선정하고 1단계 생태산업단지 구축사업을 추진하였으며, 2006년 3월 경기(반월·시화), 충북(청주) 등 2개 지역을 추가하여 본격적인 생태산업단지 구축사업을 추진하였다. 이와 같이 시작된 생태산업단지 구축사업은 2006년부터 2025년까지 3단계로 산업단지 내 기업 또는 주변지역의 기업과 기업을 연계하여 오염물 무배출(Zero-emission)을 최종목표로 하고 있으며, 1단계는 생태산업단지 구축 시범사업('06~'09), 2단계는 광역 생태산업단지 구축('10~'14), 그리고 3단계는 한국형 생태산업단지 모델 완성('15~'25)이란 목표로 추진 중이다. 2단계 생태산업단지 구축사업은 각 지자체에 허브(Hub)단지와 스포크(Spoke or Sub)단지를 선정하여 광역 생태산업단지로 확산하는 것을 핵심개념으로 민간의 자발적 참여확대, 자립적 운영기반 구축 등의 세부목표로 진행되고 있으며, 대상 산업단지의 지정 현황은 Table 2와 같다[2].

한편 국내 생태산업단지 구축사업의 추진체계는 Fig. 2에 나타난 바와 같으며, 지식경제부 산하의 한국산업단지공단 사무국에서 최종적인 지원 및 관리업무를 담당하고 있고, 지역별 광

역EIP사업단(8개 사업단)에서 대상 산업단지를 범위로 생태산업단지 구축 세부과제의 발굴 및 관리를 담당하고 있다. 추진 조직별 주요 업무 내용을 보면, 지식경제부는 제도운영, 기본방향 수립, 시범단지 선정 및 재정지원 등의 업무지원을 하고 있으며, 한국산업단지공단 사무국은 기본계획 수립·운영, 세부과제 확정, 지역생태단지사업단 관리 등 총괄 기획조정기능을 맡고 있고, 지역별 광역EIP사업단은 단지별 마스터플랜 수립, 물질흐름 분석 및 세부사업 발굴, 지역운영위원회의 구성·운영, 지역 DB 구축 등의 업무를 담당하고 있다. 사무국내 평가위원회는 생태산업단지의 지정, 물질교환사업 심의, 세부과제 심의·평가, 지역사업단 평가 및 사후관리 심의 등의 업무를 담당하며, 광역EIP사업단내 지역운영위원회에서는 과제발굴 추천, 포럼활동 지원 및 사업운영 자문 등의 역할을 수행하고 있다[2, 16].

**4.2. 국내 생태산업단지 구축사업 1단계 추진 실적 분석**

국내 생태산업단지 1단계 구축사업의 대한 실적분석을 위해서 생태산업단지 구축사업의 전담기관인 한국산업단지공단에서 발간한 “생태산업단지 구축사업 5차년도 연차보고서”[2]를 참고하였으며, 이로부터 1단계 구축사업의 결과에 대하여 경제적, 환경적, 기반구축 측면을 계량적 사업목표 대비 사업성으로 분석하여 Table 3에 나타내었다.

사업화 성과는 사업화가 완료된 과제와 현재

Table 2. Status of Target Industrial Complexes for 2nd Step EIP Building Projects

Province	Industrial complex	
	Hub	Spoke or Sub
Gyeonggi-do	Banwol·Sihwa	Poseung·Songtan, Geomjun, Anseong #1·#2·#3
Daegu	Seongseo	Dalseong #1·#2, dyeing, west Daegoo
Busan	Myongji·Noksan	Sinpyeong·Jangrim, Sinho, Sasang
Ulsan	Mipo·Onsan	Maegok, Gilcheon, Sin, Hi-tech valley
Gyeongsangbuk-do	Pohang steel	Goomi, Goryeong Dasan #1·#2, Gyeongju Waedong, Waegwan
Jeollanam-do	Yeosoo	Gwangyang, Ocheon, Daebul, Hwayang
Jeollabuk-do	Gunsan·Gunjang	Iksan #1·#2, Wanju, Jeongeup #1·#2·#3, Jeonju #1·#2 etc.
Chungcheongbuk-do	Ochang Scientific	Cheongju, Soi, Gwanghyewon, Jeungpyeong

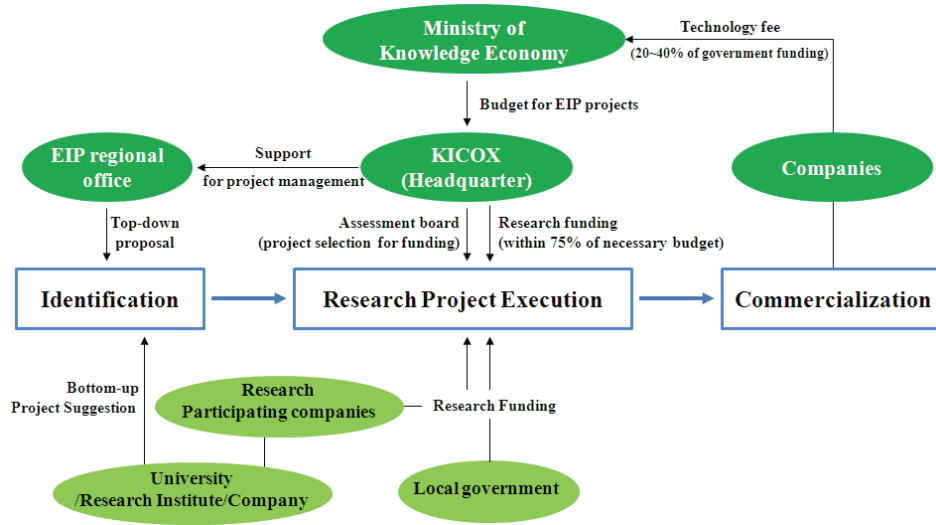


Fig. 2. Organization for EIP building projects.

Table 3. Quantitative Goals of EIP Development Project Phase I

Items(Unit)		Amount	Goal	Performance	
Economic	No. of commercialization(EA)	-	47	39	
	No. of companies participating commercialization(EA)	-	393	189	
	Economic Effect(10 <sup>8</sup> won/year)	-	1,246	1,455	
Environmental	By-product(kilo-ton/year)	22,365	361	389	
	Water, Waste water(kilo-ton/year)	720,700	14,695	45,593	
	Energy(kilo-ton/year)	20,099	123	201	
	Air(kilo-ton/year)	132,206	411	708	
Establishing infrastructure	No. of companies involved(EA)	-	741	593	
	No. of forums(EA)	-	29	27	
	No. of forum members(Persons)	-	804	969	
	DB	Recycling DB(EA)	-	8,227	22,053
		Companies/Personnel/Equipment(EA)	-	1,396	7,133

추진 중인 것으로 2012년까지 사업화가 완료되는 총 39개 과제를 중심으로 분석하여 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

사업화에 참여한 기업의 수는 목표대비 약

48.1 %로 매우 저조한 달성율을 나타내는데 이는 부산물이 폐기물로서 배출되던 것을 원료로 재활용하면서 발생하는 부산물 원료화의 책임 소재 문제, 자원순환 효과의 불신, 추가적인 공



정개선 등 다양한 이유에 의하여 기업의 참여가 부진한 것으로 판단된다. 이는 궁극적으로 이미 정립된 청정기술을 바탕으로 한 기업간의 상호 신뢰를 통하여 극복될 수 있을 것으로 사료된다. 또한 사업화의 건수는 목표대비 약 83.0 %로 비교적 높았으며, 사업화시 추가적인 설비 투자 등 이해당사간의 원활한 협의에 소요되는 시간을 감안할 시 사업화 건수는 더욱더 증가할 것으로 판단된다. 반면 생태산업단지 구축사업의 경제적 효과는 목표대비 약 116.8 %로 분석되었는데, 이는 정부지원 이외에 참여기업의 공정개선, 시설투자 등 적극적 참여에 기인한 것으로 사료된다.

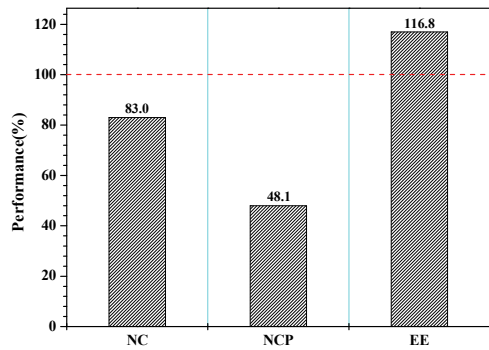


Fig. 3. Economic performance against goals (red line).

(NC : No. of Commercialization, NCP : No. of Companies Participating commercialization, EE : Economic Effect)

환경적 목표 대비 성과는 부산물, 용·폐수, 에너지 및 대기 등에 대하여 목표대비 처리량 및 저감(감소)량으로부터 달성율을 분석하였으며, Fig. 4와 같다.

부산물, 용·폐수, 에너지 및 대기 등 환경적 목표는 모두 초과 달성하였으며, 특히 폐수처리장 등 대규모로 발생하는 방류수의 재활용 사업으로 용·폐수 분야의 성과가 우수한 것으로 조사되었다. 분야별 산업단지내 연간 총발생량은 부산물 22,365천톤, 용·폐수 720,700천톤, 에너지 20,099 ktoe 및 대기 130,206천톤이며, 발생량 대비 처리(감소)량은 각각 1.7 %, 6.3 %, 1.0 % 및 0.5 %로 기여도는 낮은 것으로 조사되었다.

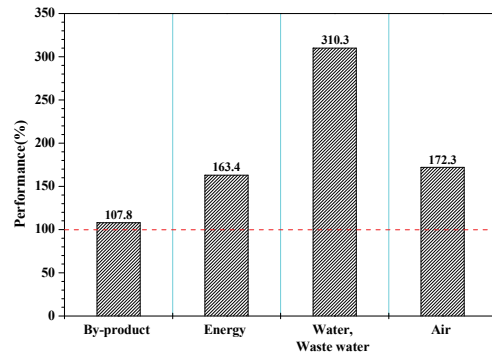


Fig. 4. Environmental performance against goals (red line).

기반구축 성과는 과제 참여기업 수, 포럼 수, 포럼회원 수, 자원순환DB 구축 및 기업·인력·장비 등 5개 분야로 구분하여 분석하였으며, 분석결과는 Fig. 5와 같다.

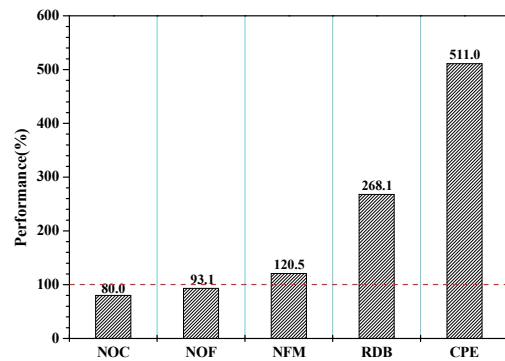


Fig. 5. Establishing Infrastructure performance against goals(red line).

(NOC : No. of Companies involved, NOF : No. of Forums, NFM : No. of Forum Members, RDB : Recycling DB, CPE : Companies/Personnel/Equipment)

과제 참여기업 수는 달성률이 80.0 %로 타 기반구축 목표와 비교하여 성과가 미흡한 것으로 조사되었으며, 이는 산업단지에 다수 입주되어 있는 중소기업에서는 정보, 인력 및 자금이 부족하고 네트워크의 지속성에 대한 불신을 가지고 있기 때문에 중소기업의 과제 참여에 한계가 있었기 때문으로 판단된다. 한편 포럼 수

및 포럼회원 수는 목표대비 달성률이 각각 93.1 % 및 120.5 %로 조사되었으며, 자원순환 DB와 기업·인력·장비 DB구축 분야는 달성률이 각각 268.1 % 및 511.0 %로 나타났으며, 이는 지방자치단체와 사업단의 적극적인 노력에 기인한 것으로 판단된다.

### 5. 생태산업단지 구축사업의 개선을 위한 설문분석 결과

본 연구의 주요 이슈 도출을 위해 관련분야 민·관·학 전문가를 대상으로 FGI(Focus Group Interview) 설문조사를 수행하였다. 한국형 생태산업단지의 모델, 향후 생태산업단지 구축사업의 추진방향, 생태산업단지 구축사업의 추진과정에서 발생한 개선과제 도출, 개선과제의 우선순위 등의 설문내용으로 교육기관, 연구소, 기업체 담당자 및 생태산업단지 구축사업의 관리기관 등 약 30여명을 대상으로 면접 인터뷰와 E-mail 조사를 병행하여 실시하였다. 우리나라 생태산업단지 구축사업의 구축 모델은 국가주도형, 기업주도형, 네트워크방식, 및 단순교환방식을 교차 융화시키는 방안으로 조사하였으며 그 결과는 Fig. 6과 같이 기업체 주도형 네트워크 방식과 국가주도형 네트워크 방식이 각각 63.3 %와 36.7 %로 나타났다. 현 생태산업단지 구축사업은 기업간 네트워크 구축을 위한 세부분석 자금만을 지원하고 있기 때문에 기업체간 자발적 네트워크 구축을 위해서는 공정개선, 시설투자 등 실질적인 자금지원에 대한 한계를 가지고 있다. 따라서 부산물의 효율적인 자원화를 위하여 기업체간 자발적 네트워크를

구축함과 동시에 정부에서는 이의 지원을 위한 시설자금 지원방안을 마련해야 할 것이다. 특히 산업체의 응답자는 100 %가 기업체 주도형 네트워크 방식을 나타낸 반면, 생태산업단지 구축 세부과제의 관리자로는 응답자의 75 %가 국가 주도형 네트워크 방식으로 응답한 것으로 나타났는데, 이는 응답자 대부분이 주어진 여건에서의 생태산업단지를 조성의 필요성을 인식하는 것으로 판단된다.

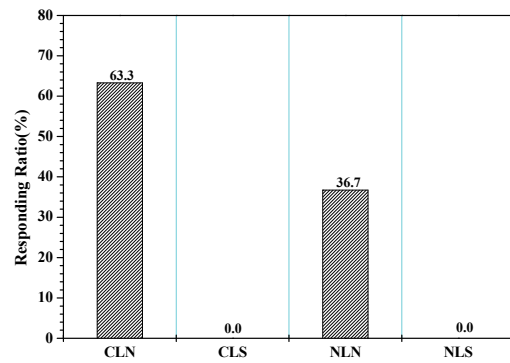


Fig. 6. Model for EIP building projects.  
(CLN : Company Leading + Network type, CLS : Company Leading + Simple exchange type, NLN : National Leading + Network type, NLS : National Leading + Simple exchange type)

한편 지금까지 추진된 생태산업단지 구축사업에서 개선되어야 할 문제점은 Table 4에 나타난 바와 같이 폐기물이나 부산물 교환을 위한 데이터베이스(DB) 기반 구축이 가장 우선순

Table 4. The Improvement Priority in EIP building projects

Ranking	Improvement issues
1st	DB building for exchange by-product, waste
2nd	Management systems (skilled people, information system, funding source, communities etc.)
3rd	Relevant law, policy
4th	Voluntarily participate in EIP building projects of companies
5th	Cooperative system with local communities



위인 것으로 나타났으며, 차순위로는 생태산업단지 구축사업의 효율적 추진을 위한 전문인력, 정보, 자금 및 커뮤니티 등을 포함하는 관리체계로 조사되었다. Ban[16]이 생태산업단지 시범사업의 SWOT 분석시 폐기물, 부산물에 대한 기업별 DB의 부족을 약점요인으로 언급한 바와 같이 한국형 생태산업단지 조성을 위해서는 DB 기반구축이 우선적으로 개선되어야 할 것으로 판단된다. 1순위로 선정된 폐기물·부산물 교환을 위한 DB인 '올바로스시스템'의 활용성에 대해서는 보통이거나 실효성이 없다는 의견이 전체 의견의 83.3 % 이상을 차지하였고, 개선을 위해서는 성분자료, 위치(GIS), 생산원료를 기반으로 DB구축이 이루어져야 하는 것으로 조사되었다. 기업체 참여확대와 관련하여 기업의 자발적 참여에 우선적으로 필요한 것은 1순위로 인센티브 부여, 2순위로 인증서 등의 제도 도입이 필요한 것으로 나타났다. 또한 사업의 확대를 위해 기업의 인식전환이 필요하며 그 방법으로는 기존 교육프로그램과 연계한 교육활동, 법·제도적 의무화, 지속적인 홍보활동 순으로 나타났다.

사업의 초기 과제제안의 형태는 통합형, 기업제안형, 관리기관 제안형 순으로 분석되었으며, 이는 기업과 관리기관, 연구기관 등에서 통합적으로 제안하는 형태가 가장 효율적인 것으로 조사되었다. 생태산업단지 구축사업의 관리체계에 있어서 먼저 기업체의 자발적 사업발굴을 위해 필요한 요소들에 대한 우선순위를 조사한 결과 법·제도적 제약개선, 정보, 자금, 전문인력, 기업간 커뮤니티 순으로 나타나 현재의 기존 법률 및 제도의 제약성을 모두 인지하고 있는 것으로 조사되었다. 사업추진에 필요한 기업체의 자금조달 방안으로는 Fig. 7에 나타난 바와 같이 정부 및 금융권의 지원이 필요하고, 구체적인 방법으로는 정부보증과 금융권 대출 프로그램 개발이 가장 효율적인 것으로 조사되었다. 기업체 사업발굴을 담당할 전문인력 확보 방안으로는 정부 주도하에 전문 교육기관 설립을 통해 전문인력을 양성하는 방안이 가장 효율적인 것으로 조사되었다. 또한 생태산업단지 구축사업 관계자의 활동성 강화를 위해 필요한 요소로는 Fig. 8과 같이 연구워크숍의 활성화 방안이 가장 필요한 것으로 조사되었다. 관련 법·제도의 개선 방안으로는 관련된 법 조항을 개정하는 방안보다 생태산업단지 구축사업

을 위한 특별법 제정이 효율적인 것으로 나타났다. 지역사회와의 협력증진에 대한 조사 결과로서 지역사회의 참여요소는 커뮤니티 활성화가 가장 필요한 것으로 나타났고, 다음으로는 공동사업추진 활성화에 우선순위가 있다고 응답하였다. 또한, 참여주체로서는 관공서와 기업체가 전체 응답자의 각각 43.3 %, 36.7 %를 차지하였다.

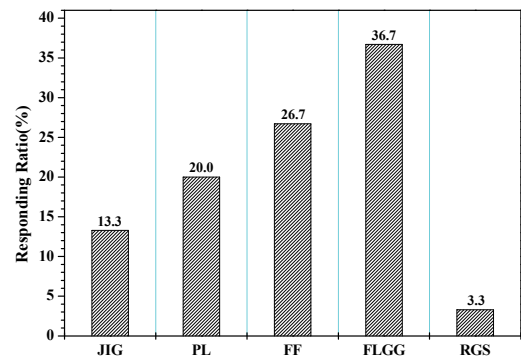


Fig. 7. Financing methods.

(JIG : Joint investment Government, PL : Private loan, FF : Financial fund, FLGG : Financial loan after Government guarantee, RGS : Repayment after Government supporting)

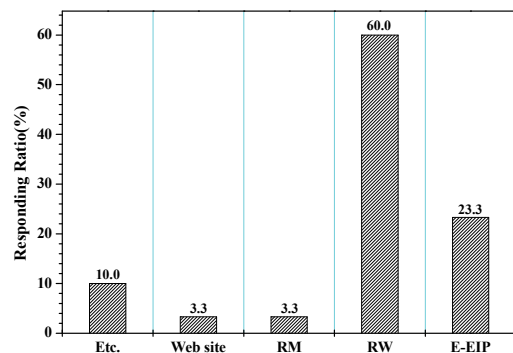


Fig. 8. Activities buildup elements.

(RM : Relevant Material, RW : Research Workshop, E-EIP : Expansion EIP)

우리나라 생태산업단지 구축사업과 관련된 다양한 문제점은 기존의 많은 연구자들에 의해

언급되었다. 따라서 본 연구에서는 기존에 도출된 문제점들 중 FGI 분석을 통하여 향후 생태산업단지 구축사업 추진시 우선적으로 해결해야 할 과제를 중점 선정하여 논의하는 방법을 채택하였다. 설문조사 결과에 나타난 바와 같이 현재 생태산업단지 구축사업의 활성화를 위해 가장 필요한 것은 폐기물 및 부산물 교환이용 사업도출을 위한 DB기반 구축과 관리체계 구축이다. DB기반 구축의 경우 선행 연구자들에게 의해 진보된 결과가 다수 도출되었으며, 국가차원의 DB시스템인 '올바로시스템'과 EIP사업단의 자체 DB시스템이 구축되어 운영되고 있다. 따라서 본 연구에서는 한국형 생태산업단지의 지속가능한 발전을 위한 생태산업단지 구축사업의 개선방향을 Ban[16]의 연구와 본 연구의 설문조사에서 중점적으로 대두되었던 전문인력 양성 및 사업화 지원자금에 대하여 개선방향을 살펴보고자 하였다.

### 5.1. 사업개발을 위한 전문인력 양성

생태산업단지 구축사업의 실무진행을 담당하고 있는 지역사업단의 인력은 3~5명인데 이 중에서도 생태산업단지 구축 세부과제 발굴에는 2명정도만이 전담하고 있으며, 과제발굴을 위한 인력을 보완하기 위하여 지역사업단별로 비상근 전문 코디네이터를 위촉하여 활용하고 있는 실정이지만 대부분의 코디네이터가 겸직으로 활동성에 제약이 있다[2]. 따라서 생태산업단지 구축사업의 자발적 추진을 위해서는 우선적으로 지역사업단의 사업개발 담당 인력을 산업단지 규모 및 특성에 맞게 효율적으로 배치하고 기업의 경우 정부 차원에서 기존의 인력을 교육할 수 있는 프로그램 개발 및 제도적 지원이 요구된다. 이를 정부와 기업의 역할로 구분하여 정리하면 다음과 같다.

#### 5.1.1. 정부의 역할

전문인력 양성을 위해 정부에서는 생태산업단지 구축사업의 이해도를 증진하고 관련된 사업발굴을 위한 인력양성 방안 마련에 재정적, 제도적 지원이 필요하다.

지역별 사업단의 경우 관리대상 산업단지의 특성에 따라 과제발굴 전문인력을 배치해야 한다. 즉, 관리대상 산업단지에 입주한 기업체수와 지리적 여건을 고려해서 전문인력을 배치할 필요가 있다. 현재 대부분의 사업단에서는

top-down 방식에 의해 과제를 발굴하고 있으며[2], 이는 기업체간 효율적인 의사결정을 위해서 중재적 입장으로 지역별 사업단 담당자가 공급-수요기업간 매개역할을 담당하고 있기 때문이다. 따라서 사업발굴에 가장 선두적 역할을 할 수 있는 전문인력이 지역사업단에 적절히 배치되어 DB검토와 함께 기업체 방문이 필수적으로 이루어져야 원활한 사업발굴이 이루어질 수 있다. 기업체 인력문제를 해결하기 위해서는 기업체 스스로 인력을 충원하는 방법도 있으나 기업체 관련인력의 능력배양을 위한 지원이 더 효율적일 것으로 사료된다. 구체적인 지원방법으로는 전문대학원 개설, 지역별 사업단 인근대학과의 연계를 통한 관련학과나 강의 프로그램 개설 등을 통해 교육의 장을 마련하고, 기업체 담당자의 교육비 지원 등을 통해 활성화하는 등 사업 참여를 희망하는 기업의 인력에 대하여 전문교육이 이루어질 수 있도록 교육체제를 마련하여야 한다. 이와 더불어 인력양성에 필요한 재정적 지원방안 마련도 필요하다. 일반적으로 기업체에서는 특별한 경우를 제외하고 직원에 대한 교육비 지원은 매우 소극적이다. 특히 규모가 작은 중소기업의 경우 더욱 열악한 실정이다. 따라서 생태산업단지 구축사업을 위한 기금을 조성하고, 이중 일부를 관련된 인력양성에 투자함으로써 기업의 동참을 유도할 수 있다. 양성된 인력은 일정기간 동안 의무적으로 코디네이터 등의 활동을 하도록 함으로써 사업의 이해도를 증진할 수 있기 때문에 생태산업단지 조성을 위한 생태산업단지 구축사업의 목적에 부합되도록 사업의 확산에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 5.1.2. 기업의 역할

정부의 지원과 더불어 기업체에서도 생태산업단지 구축사업 활성화를 위한 적극적 참여가 필요하다. 인력문제에 있어 기업체에서는 기존 방식과 같이 단순히 환경관리 인력에 의존하여 소극적으로 대응하기 보다는 역량 있는 전문인력의 보강, 기존 인력의 전문교육 지원 등을 통해 적극적인 사업발굴 및 대응이 요구된다. 일반적으로 생태산업단지 구축사업을 추진하는 기업에서는 사업을 통해 수익을 창출하게 되는데, 이때 발생하는 수익의 일부를 전문인력의 보강, 기존 인력의 재교육비 지원 등의 재투자를 통해 생태산업단지 전문인력을 자체적으로

양성함으로써 효율적으로 생태산업단지 구축사업을 관리하고 확대 추진할 수 있도록 여건을 마련할 필요가 있다. 또한, 정부의 제도적 지원 방안 마련이 이루어질 경우 적극적으로 검토하여 활용함으로써 기업의 실익을 추구하고 동시에 장기적인 발전방안을 모색하는 것이 바람직하다.

## 5.2. 사업화를 위한 자금지원제도 강화

현재 우리나라의 경우 생태산업단지 구축사업을 위한 자금지원 프로그램은 전무한 실정이고, 정부에서 운영되고 있는 자금지원제도는 대부분 환경개선 및 에너지와 관련된 지원제도이다. 그러나 이마저도 중소기업이 활용하기에는 여러 가지 이유로 인해 무리가 따르고 있다. 따라서 정부주도하에 중소기업의 투자여건 개선을 위한 제도마련을 포함하여 현재의 자금운영체도를 개선함으로써 기업체의 적극적 투자유치를 유도하여야 한다. 중소기업의 투자여건을 개선하기 위한 방안으로는 크게 3가지로 요약할 수 있다.

### 5.2.1. 정부자금의 운용기준 마련

현재 정부자금지원 프로그램의 평가기준에 사업의 효과, 투자비 회수기간 및 성공 가능성 등을 고려할 수 있는 평가항목을 추가하여 기관 차원에서 신용보증을 해주는 방안을 마련함으로써 제도활용에 가능성을 높일 수 있다.

예를 들어, 현재 기술평가 기관인 기술신용보증기금에서 생태산업단지 구축사업을 위한 운용기준을 마련하여 정부자금지원 프로그램과 연계할 경우 평가의 객관성을 유지할 수 있고 지원폭을 넓일 수 있어 중소기업의 자금조달에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

### 5.2.2. 사업화를 위한 기금 조성

사업화를 위한 기금을 조성하여 지원하는 방법이 있다. 현재 추진되고 있는 생태산업단지 구축사업에서는 지원된 사업비에 대하여 약 20% 내외에서 기술료를 징수하고 있다. 지식경제부에서 지원되고 있는 생태산업단지 구축사업 자금은 5년간 약 450억원에 이르며, 이중 순수하게 과제 지원비로 집행되는 자금은 약 350억 원으로 70억원의 자금운영이 가능하다[2]. 그러나 한국산업단지공단 EIP사무국에서는 현재까지 이 자금을 대하여 활용방안이 마련되지 않

아 구체적인 징수 및 관리가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 지금까지 지원된 과제를 대상으로 운영기준을 마련하여 기술료를 징수하고 이를 사업화 가능성이 높은 기업에 자금을 지원하는 방식으로 운영할 필요가 있다. 다른 한편으로는 탄소펀드와 같이 생태산업단지 구축사업에서도 별도의 펀드를 조성하여 신규 자금지원 프로그램으로 운영하는 방안도 고려할 수 있다.

### 5.2.3. 기관투자의 활성화

기관투자를 활성화 할 필요가 있다. 사업화 가능성이 높은 과제에도 불구하고 중소기업의 자금조달 여력이 부족하여 투자가 어려운 사업에 대해서는 충분한 검토를 통해 기관투자가 가능하도록 제도를 개선할 필요가 있다.

좋은 예로, 경기EIP사업단에서는 지난 2010년에 시화염색조합에서 배출되는 고온의 폐수열을 회수하여 재활용하는 염색폐수열원 이용 재생에너지 공급사업을 추진하였으며, 이 과정에서 산업단지공단은 총 78억원의 자금을 투자하였고 이중 80%인 62.4억원을 ESCO자금을 활용하여 조달하였다. 한국산업단지공단에서는 본 사업을 추진함으로써 연간 약 4천톤의 원유 대체효과와 더불어 16천톤의 온실가스 저감효과, 열판매에 의한 21억원의 수익을 기대하고 있다. 이 같은 사례는 장기적으로 수익사업 모델을 제시함과 동시에 투자여력이 부족한 소규모 기업들을 대표하여 사업을 성공시킨 모범사례로 남게 되었다[18].

이와 같이 영세사업장이 밀집한 산업단지의 경우 자금조달에 문제가 있어 사업화에 성공하지 못한 사례가 다수 있으며, 이런 사례를 성공적으로 이끌어 내기 위해서는 정부의 제도개선을 통해 기관투자를 활성화시킬 필요가 있다.

## 6. 결론

우리나라의 생태산업단지 구축사업은 2005년도에 시작되어 1단계사업이 종료되고 2단계 사업이 국가주도형으로 추진되고 있다. 지속적이고 자발적인 한국형 생태산업단지 구축을 위해 국내 생태산업단지 추진사업의 실태분석과 관련된 전문가 FGI 분석을 통한 우리나라 생태산업단지 구축사업의 추진 과정에서의 문제점과 개

선해야 할 방향을 다음과 같이 도출하였다. 한국형 생태산업단지를 구축하기 위한 모델로는 기업체 주도형 네트워크방식이 적합한 것으로 분석되었으며, 이를 위하여 EIP 구축사업에 있어서 향후 개선해야 할 과제로는 ① 폐기물·부산물 교환을 위한 DB 기반조성, ② 생태산업단지 구축사업의 관리체계(전문인력, 정보, 자금 등) 개선, ③ 생태산업단지 구축사업 관련 법·제도·정책의 개선, ④ 기업의 자발적 참여, 그리고 ⑤ 지역사회와의 협력체계 구축 순으로 분석되었으며, 이 중에서 전문인력 및 사업화 자금에 대한 개선방향은 다음과 같다.

첫째, 국내 생태산업단지 구축사업 관련 전문인력의 부족이다. 정부에서는 산업단지 특성을 고려한 사업단 인력배분과 함께 기업체 인력양성을 위해 지역내 교육기관과 연계한 교육프로그램 개발 및 교육비 지원제도 수립하여야 하고, 기업에서는 정부제도에 대응하여 인력개발에 적극적으로 투자하여야 한다.

둘째, 중소기업 중심의 국내 산업단지 여건상 사업화에 필요한 자금조달 방안이 미흡한 점이다. 중소기업의 정부자금지원 프로그램 활용도 증진을 위해 기관차원에서 보증을 해주는 방안을 도입할 필요가 있으며, 기술료 수입이나 기금을 활용하여 사업화에 필요한 자금지원제도를 개발하여야 한다.

마지막으로 사업화 성공가능성이 높으나 중소기업의 투자여력이 약한 사업성과에 대해서는 기관투자를 활성화시킴으로서 적극적으로 생태산업단지를 조성해야 한다.

### 참고문헌

1. T.E. Graedel, B.R. Allenby, "Industrial Ecology", 2nd ed., Prentice Hall(2002).
2. Korea Industrial Complex Corp., Eco-industrial park development project - 5th year annual report, (2010).
3. Robert U. Ayres and Udo E. Simonis, "Industrial Metabolism : Restructuring for Sustainable Development", Tokyo & New York, United Nations Univ. Press, (1994).
4. Raymond Cote, Developing and Transforming Industrial Parks into EIPs in Canada : Some Experiences, (2008).
5. Korea National Cleaner Production Center, "Handbook of Eco-Industrial Park", Ministry of Commerce, (2004).
6. Mari Morikawa, Eco-industrial Developments in Japan, Indigo Development Working Paper #11. Indigo Development Center, (2000).
7. Korea National Cleaner Production Center, Understanding of Eco-Industrial Park, Ministry of Commerce, (2004).
8. Raymond Cote, Robert Ellison, Jill Grant, Jeremy Hall, Peter Klynstra, Michael Martin and Peter Wade, Designing and Operating Industrial Parks as Ecosystems, Dalhousie Univ., Halifax, Nova Scotia, Canada, (1994).
9. J. S. Choi, Cases of EIP development and implications to industrial complex development of Korea, *Environ. Policy*, 6(2), 131 (1998).
10. S. J. Lee, Environmental friendly model of regional development : American eco-industrial park, *Planing and Policy*, 219, 55 (2000).
11. K. H. Lee, S. W. Moon, T. Y. Lee, H. Y. Cho, J. S. Choi, S. D. Kim and M. J. Kwon, Construction of eco-industrial park to lay the foundation of clean production, Korea National Cleaner Production Center, (2004).
12. Chungbuk National University Industrial Academic Cooperation Foundation(Y. U. Ban), EIP development strategies in Korea, Korea Industrial Complex Corp., (2008).
13. K. H. Han, A Study on the Systems Improvement for the Location of Environmentally Stabled Industrial Facilities, Master thesis, University of Chungbuk, (1998).
14. J. S. Choi, Cases of EIP Development and Implications to Industrial Complex Development of Korea, *Environ. Policy*, 6(2), 131 (1998).
15. J. K. Kim and H. S. Kim, Residents' Consciousness about Environmental

- Problems Caused by a Local Industrial Park : In Connection with the Eco-industrial Park Project of the Chilseo Industrial Park in Haman, Gyeongnam, *Research of Regional Development*, **5**(1), 187 (2005).
16. Y. U. Ban, EIP pilot project evaluation and capital project propulsion plan, Korea Industrial Complex Corp., (2009).
  17. J. J. Lee, J. S. Choi, S. M. Lee, and C. S. Park, A Study on Driving Strategies and Directions for Development of Eco-Industrial Park in Korea, *J. of Kor. Planners Ass.*, **38**(3), 203 (2003).
  18. Smart & Company, Issue & Topic, *Energy Saving Technology*, **1**(9), 73 (2010).