

한국형 생태산업단지 구축 및 자원화 순환망 구축에 관한 연구

A study for the design of EIP and by-product exchange network

임 창 호* 이 동 석**
Lim, Chang-ho Rhee, Dong-Seok

Abstract

Recently, SID (Sustainable Industrial Development) or green growth is the major concern of industries. EIP (Eco Industrial Park) is one of the important part of SID which aims to improve eco-efficiency of resources such as material, energy and water.

In this study, current status of Banwol & Sihwa industrial complex relating EIP was investigated and the plan to design of Banwol & Sihwa EIP was suggested.

키워드 : 생태산업단지, 자원효율성, 자원순환망

Keywords : *Eco-industrial park, Eco-efficiency, By-product exchange network*

1. 서론

지구 환경과 자원의 보전을 위한 자원 효율성 문제가 전 세계적인 관심사가 되면서 산업계에서는 '지속 가능한 산업발전(Sustainable Industrial Development; SID)'이 추구하고 있으며, 최근에는 기후변화와 같은 지구 환경의 변화에 대응하고, 대체 에너지 자원의 확보를 동시에 해결하기 위한 방법으로 '저탄소 녹색성장'이 세계 주요 국가들의 정책으로 추진되고 있다. 이와 관련하여 우리나라에서도 녹색성장을 국가적 명제로 선정하고, 4대 분야 49개 과제를 도출하였다. '09년 1월 발표된

환경부 보도자료에 의하면 녹색성장의 실천을 위한 과제는 저탄소, 녹색성장, 녹색 일자리 및 생활공감의 4대 분류 아래 자원과 에너지의 효율성 증대, 온실가스 및 오염물질 배출 최소화 및 관련 기술의 개발과 산업의 육성, 그린 뉴딜산업을 통한 환경 인프라 구축으로 국민 삶의 질 개선, 일자리 창출 등으로 지속 가능한 산업발전과 기본적인 패러다임을 공유하고 있다[1],[2].

지속 가능한 산업발전을 위한 청정생산체계 구축은 산업계의 노력과 함께 국가적인 지원과 제도 법령의 개선이 수반되어야 한다. 본 연구의 대상인 생태산업단지(Eco Industrial Park ; EIP) 구축은 국가 청정생산체계 구축의 중요한 한 부분으로, 지식경제부의 연구비 지원을 받아서 한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터 및 한국산업단지공단의 주도 하에 2004년부터 5개 지역(포항, 울산, 여수, 반월·시화, 청주)에 대한 시범 사업이 추진되고 있으며, 점진적으로 대상 지역을 확대하고 있다[3].

* 강원대학교 대학원 환경공학과 박사과정, 한국 산업기술시험원 수석연구원

** 강원대학교 환경공학과 교수, 교신저자

본 연구의 목적은 생태산업단지 구축에 가장 중요한 요소 중 하나인 자원의 생태 효율성을 높이고, 탄소 배출을 최소화하기 위한 자원 순환망 구축에 대하여 고찰하고, '반월·시화 생태산업단지'에 적합한 자원 순환망 구축 목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 구축 방안을 도출하는데 두었다.

2. 이론적 배경

생태산업단지는 공동의 토지에 위치한 기업 공동체로 각 기업들은 자원의 활용과 환경 문제에 공동으로 협력하여 경제적, 환경적, 사회적 성과의 향상을 도모한다. 생태산업단지는 참여 기업들의 경제적 성과를 향상시키는 동시에 주변 환경에 대한 부하를 최소화 시키는 것을 목표로 한다.

생태산업단지는 자원의 효율적인 활용과 생산과 소비 과정에서 발생하는 오염물질의 무배출(Zero-Emission)을 목표로 한다. 이를 위하여 청정생산체계를 갖추고, 생산 및 사용, 폐기과정에 투입되는 자원을 최소화 시키며, 단지 내 부산물과 폐기물을 재순환함으로써 자원의 효율성을 높인다.

생태산업단지 구축에 이론적 배경을 제공하는 것은 산업생태학(Industrial Ecology)으로서, 이 학문이 추구하는 것은 순환적이고, 폐기물의 발생이 없는 자연생태계의 원리를 모방하여 폐쇄적인 자원 순환망을 구축함으로써, 자원의 이용을 극대화하고, 환경에 미치는 영향을 최소화하는 것이다.

산업생태학에서는 자연 생태계의 공생과 같은 산업공생(Industrial Symbiosis)을 추구하는데, 이는 생산 과정에서 폐기물을 발생하는 기업과 발생된 폐기물을 이용하여 제품을 생산하는 기업 간의 폐기물 교환을 통하여 상호 경제적 이익과 환경개선 효과를 거두는 것을 의미하며, 생태산업단지 구축의 출발점이 된다. 이와 같이 생태산업단지에서는 생산 과정에서 발생한 폐기물을 단순한 폐기대상으로 파악하는 것이 아니라, 용도를 찾지 못한 부산물로 파악하며, 이를 사용할 수 있는 기업체를 찾아서 연결하는 자원의 순환망 구축을 추구한다. 자원 순환망을 산업단지에 적용하여, 산업단지가 직면한 환경 문제에 대처하면서, 자원의 효율적 이용도 달성하는 것이 생태산업단지이다. 아래 표에는 생태산업단지와 기존 산업단지를 비교하였다.

생태산업단지를 구성하는 주요 구성 요소는 단지의 기반시설 및 인프라, 환경친화적 설계와 청정생산체계, 기업 간 구축된 자원 순환망 등이다. 개별 기업은 이러한 구성 요소를 활용한 기업 간 협력을 추진한다. 생태산업단지는 이러한 협력을 통하여서 개별 기업의 최적화를 통하여 실현되는 개별적 이익의 총합을 넘어서는 집단적 편익을 도모하는데, 이 과정에서 수반되는 위험성도 함께 고려

하여야 한다[2],[4].

표 1. 기존 산업단지와 생태산업단지의 비교

항 목	기존 산업단지	생태산업단지
선정기준	경제성	경제성+환경성
연계성	원료 및 제품 위주	원료, 제품, 부산물, 폐기물 등
폐기물 처리	자체 또는 공동 처리	원료로 재사용
관리 주체	산업단지공단	산업단지공단 + 자치조직
폐기물 발생	대량 발생	최소화
구성원	입찰 방식	자발적 참여
사회적 이미지	공해 배출원	환경, 사회와 조화
지역사회와의 관계	민원 발생	지역사회와 동참

(자료 인용 : 참고문헌 [2])

생태산업단지 구축 시 고려하여야 할 요소는 다음과 같다.

o 기업적 편익

생태산업단지의 구축이 단지 내 기업들에 미치는 경제적 편익을 고려하여야 한다. 자원 순환망 구축을 통하여 입주 기업들 간 폐기물 및 폐 에너지의 교환을 통하여 자원과 에너지 이용의 효율성을 높이고, 생산과 환경비용을 줄이고, 아울러 환경오염물질의 저감을 통하여 환경친화 기업으로 이미지를 제고 시킬 수 있다.

o 환경적 편익

생태산업단지는 오염원과 폐기물 발생을 줄이며, 환경오염물질에 대한 공동 처리, 수질의 공동 관리를 통하여 단지 내 환경부하를 저감 시킨다. 아울러 개별 기업의 청정생산체계 구축으로 개별 기업 뿐만 아니라, 단지 내 환경부하를 줄일 수 있다.

반면에 폐기물 또는 부산물을 원료로 투입할 경우 생산 공정 중 환경 부하가 증가하거나, 생산된 제품의 사용 시에도 환경적인 문제와 함께 인체 위해성에 대한 우려가 발생 할 수 있으므로, 이에 대한 검토가 선행되어야 한다.

o 사회적 편익

생태산업단지의 개발로 인한 경제적, 환경적 이점을 지역 사회로 환원 할 수 있으며, 제고된 기업 이미지와 지역 주민과의 협력 프로그램 개발 등을 통하여 지역 사회와 대립이 아닌 협력 관계를 증진 시킬 수 있다.

o 생태산업단지 개발에 따른 위험성

생태산업단지의 구축을 위해서는 정부 및 해당 지방자치단체, 지역 내 인프라와 관련된 공공기관, 단지 설계자, 단지 내 기업 등 이해 당사자 간 유기적인 협력이 전제 되어야 한다. 이들 각각의 그룹 간, 또는 그룹 내 이해에 따른 분열은 생태산업단지 구축에 가장 큰 위험 요소이다.

생태산업단지의 개발과 관련하여 생태산업단지 구축을 위한 소요 비용, 폐기물 또는 부산물을 원료로 투입할 경우 환경적 문제 발생 소지, 폐기물 또는 부산물을 원료로 투입할 경우에 기업의 의존도 증가에 따른 연쇄 영향 등의 위험 요소를 고려하며, 정부 정책 방향과의 합치성도 고려한다 [2],[4].

3. 연구방법

생태산업개발 구축과 관련된 외국의 선행사례와 구축 대상인 반월·시화 산업단지의 현황을 조사, 비교하여 반월·시화 생태산업단지 구축에 가장 적합한 모델을 정립하고, 이에 따른 추진계획을 수립하였다.

3.1. 선행 사례조사

생태산업개발(Eco-industrial Development)은 생태 산업네트워크(EIN; Eco-industrial Network), 산업공생(IS; Industrial Symbiosis), 재순환 네트워크(RN; Recycling Network)와 같은 다양한 방법으로 이루어지고 있으며, 구축되는 단지의 양상도 전형적인 생태산업단지(EIP) 이 외에도 폐기물과 환경오염물질의 배출 최소화를 지향하는 무배출(Zero-emission) 단지, 재순환 지역단지나 산업공생단지과 같이 다양하고, 특정 분야가 강조되는 형태로 구축되고 있다.

세계 각 국의 생태산업개발의 유형을 살펴보고, 반월·시화 생태산업단지 구축에 가장 적합한 모델을 정립하고자 하였다.

o 칼룬버그 산업공생체

덴마크의 칼룬버그는 생태산업단지의 효시로 알려졌다. 지역 내 기업들의 자발적인 참여로 구성된 제조업 네트워크 및 폐기물, 용수, 에너지 등의 부산물 교환망으로 구성되었다.

칼룬버그 산업공생체는 다수의 협력에 의하여 개별적인 프로젝트가 독립적으로 수행된 특징을 갖는데, 공생체라는 개념이 전파된 계기가 되었다.

- 용수 재순환

Asnaes발전소는 Tisso호수에서 공급되는 지표수와 Stat oil 정유소의 냉각수와 처리 폐수를 사용

하여 지하수 사용량의 90%를 절감하였으며, 발전소 자체 폐수의 재사용 시스템을 구축하였다.

-에너지 교환망

Asnaes 발전소는 난방열과 공정 수증기를 생산하여 연료 사용 효율을 높였고, 발전소에서 나오는 냉각수는 연간 인근 송어 양어장에서 사용된다.

- 폐기물 재순환

Asnaes발전소의 배연탈황 공장에서는 공정 부산물 석고를 생산하고, 이를 원료로 건축용 석고보드가 생산된다. Novo Nordisk/Novozymes은 감자가루나 옥수수 전분을 발효시켜 효모를 생산하는데, 발효공정에서 발생하는 바이오매스는 질소, 인, 석화를 포함하고 있으므로, 합성비료를 대체하는 비료 원료로 사용된다. Stat oil의 배연공정에서는 부산물로 Ammonium thiosulphate를 생산하며, 이를 활용하여 액체 비료를 생산한다. Asnaes발전소에서 발생하는 비산재(flyash)는 Aalborg Portland로 보내져 시멘트 생산에 사용된다.

칼룬버그 공용 수처리 공장에서 나오는 슬러지는 생물학적 복원의 영양소로 사용된다.

칼룬버그 산업 공생체의 성과는 환경과 경제의 두 가지 측면에서 생각할 수 있다. 환경적인 측면의 혜택은 자원 소비 절약, 폐기물 배출 저감, 폐기물 재활용 등의 양상으로 나타난다. 경제적인 효과는 1998년 기준으로 18개의 프로젝트에 모두 900억원을 투자하여 1,900억원의 비용 절감 효과를 얻었으며, 투자회수 기간은 평균 5년 미만인 것으로 나타났다[3]~[7].

o 오스트리아 스티리아(Styria) 재순환 네트워크

오스트리아의 스티리아 산업단지는 칼룬버그보다 훨씬 크고 다양한 기업 간 산업 재순환 네트워크가 구성되어 있는데, 식료품 및 농산물 가공업, 플라스틱 제조업, 섬유, 금속 가공 등 다양한 업종에서 gypsum, 철근 스크랩, 폐유, 타이어, 종이 등 다양한 부산물에 대한 교환 및 재순환 네트워크가 구축되어 있다.

칼룬버그가 업체 간 자발적인 부산물 교환 네트워크인데 비하여 스티리아 지역의 업체 간 공생관계 구축은 정부와 학계와 공동 프로젝트를 통하여 기획되고 확장되었다. 소도시인 칼룬버그는 지역적 협소성과 경쟁 업종이 없고, champion 역할을 담당할 수 있는 Asnaes 발전소의 존재에 의하여 자발적인 산업 공생이 이루어졌지만, 스티리아는 인구가 약 120만에 이르는 오스트리아의 두 번째 큰 주이며, 그라츠(Gratz) 등 배후 도시와 기존 산업단지가 구축되어 있다는 차이가 있다.

재순환을 위하여 각 기업의 산업 부산물과 폐기물 발생에 대한 정보를 수집, 공유하기 위한 정보시스템이 구축 되어 있으며, 이를 통하여 기존에 형성된 기업 간 재순환 네트워크를 확대, 발전시키

고자 하였다. 다만, 스티리아의 재순환 네트워크는 칼룬버그에 비하여 규모가 큰 만큼 전자의 경우처럼 닫힌 순환구조를 구축하지는 못하였다[8].

o 영국 NISP의 국가 산업공생 프로그램

영국의 NISP (National Industrial Symbiosis)는 국가 규모의 산업공생 프로그램으로 국가적 규모의 자원교환 네트워크를 통하여 기업 간 불용 자원 또는 부산물들을 상호 교환하여 타 기업의 원료로 사용하고 있다. NISP 프로그램에는 산업계가 광범위하게 참여하고 있으며 여러 공공기관과 산업 관련 기관들이 지원하고 있다. 광범위한 산업분야에서 수 천개 기업이 참여하고 있고, 통상산업부(DTI), 환경식품농업부(DEFRA), 환경청, 지방정부연합 및 각 지역개발국 등의 정부 기관들과 영국산업연맹(CBI), 엔지니어링 연합회 등 산업체 관련 기관들이 이 프로그램을 지원하고 있다.

또한, 산업공생을 위해 새로운 기술과 공정의 필요성이 증가하면서, Resource Efficiency Knowledge Transfer Network (RE-KTN)가 NISP에 전문지식을 지원하고 있는데, RE-KTN을 통해 전국 단위의 과학기술 파트너십을 맺어 영국 내 많은 대학 및 연구기관과의 협력을 유도하며, 학회와 연계하여 학술 네트워크를 구축하고 학술회의를 개최하여 전문성 교류를 활성화함으로써 산업공생에 필요한 전문적인 환경을 조성하고 있다.

NISP는 산업간 물질 연계 및 기업 간 시너지 효과를 공간적으로 광범위하게 추구하고 있다. NISP는 기업 간 네트워크를 단일 산업단지로 제한하기 보다는 광역에 걸친 산업지역 단위로 하고, 전국의 광역 산업지역들을 네트워크 함으로써, 전국 규모의 산업공생 네트워크를 구축하고 있는데 이것이 NISP의 대표적인 특징이다. NISP의 자원개념은 폐기물이나 부산물뿐 아니라, 제반 물질, 에너지, 토지, 운송/물류, 생산 설비, 교육 설비 및 서비스(인력)까지 포함하는 광의의 개념을 택하여 기업들 간의 공생기회를 보다 실질적이고 다양하게 확산시키는 데 주력하고 있다[9].

o 일본의 에코타운(Eco town)과 산업군집

일본은 생태산업단지의 유형을 크게 세 가지로 구분하고 있다. 첫째는 생태산업단지이고, 둘째는 에코타운, 셋째는 산업군집이다.

에코타운 프로젝트는 1997년부터 경제산업성이 추진한 것으로서 환경산업(폐기물처리 및 재활용 산업 등)유치와 산업공생을 통한 지역경제 활성화를 목표로 여러 프로젝트가 추진 중이다. 구체적으로 가와사키시의 경우 민간 기업은 환경친화적이고 생태적으로 건전한 생산 및 운영체계를, 지역사회는 환경적으로 건전한 생태적인 커뮤니티 건설

을, 그리고 지속가능한 개발과 추진을 위한 R&D 및 정보체계 구축을 실행계획으로 수립하였다.

산업군집은 에너지, 물, 원료, 부산물의 물리적 교환에서 지리적인 측면을 배제한 것으로서 개별 기업의 폐기물이나 부산물을 다른 기업에서 활용하여 어떤 유형의 폐기물도 발생하지 않는 통합적 과정을 강조한다. 이러한 산업군집에 의한 무배출의 달성을 위해서 물질흐름의 분석과 자원이용 및 생산공정의 재검토를 기초로 ①재활용 가능한 재료로의 대체, ②폐기물 저배출 공정으로의 전환, ③엄격하고 철저한 폐기물의 분리, ④폐기물을 다른 산업의 재료로 활용할 수 있도록 하는 기술 개발 등의 4가지 기본 전략을 제시하였다. 이와 같이 일본은 생태산업단지나 에코타운, 산업연합과 같은 여러 유형의 사업들이 진행되고 있지만, 이들 사업의 최종적인 목표는 '무배출'(Zero Emission)을 위한 폐기물 통합적 관리이다.

대표적인 산업군집 사례로는 타이헤이요 시멘트(Taiheiyo Cement)를 중심으로 구성된 시멘트 산업군집과 아사히 맥주 등을 중심으로 구성된 맥주 산업군집 등이 있다[3],[10].

3.2. 국내 생태산업단지 추진 현황조사

국내에서는 지식경제부가 주관이 되어서 2004년부터 울산, 포항, 여수, 청주 및 반월·시화 산업단지 등 5개 단지의 생태산업단지 구축에 대한 기획연구를 수행하였다. 5개 각 단지는 나름대로 특성을 가지고 있는데, 여수 산업단지는 석유화학단지로서 대규모 정유 및 석유화학공장과 단지에 전력과 증기를 공급하는 화력발전소가 EIP 구축의 핵심 역할을 담당하며, 에너지와 용수의 재순환 네트워크의 구축, 환경오염 배출량을 줄이기 위한 청정생산체계의 수립을 목표로 한다[11].

포항 생태산업단지는 포항제철을 중심으로 구성 되어 있는데, 철강 산업의 특성 상 에너지 사용량과 폐열의 발생이 크다. 따라서 에너지 순환망 구축과 철강 부산물의 재활용 네트워크 구축에 초점을 맞추고 있다.

울산 산업단지는 기획연구에 SK(주), LS-니꼬동제련(주), 현대자동차(주), SK케미칼(주) 등 자동차, 금속 및 에너지 관련 대기업이 참여하였는데, 단지 내 기업과 하수처리장과 폐기물 소각장 등의 공용 인프라가 참여하는 부산물 교환 네트워크의 구축과 교환을 기획하고 있으며, 현재까지의 성과로 상암소각장과 유성소각장에서 발생하는 폐열을 인근 공장에 스팀 형태로 공급하여 약 97억원의 경제적 효과와 이산화탄소 70,000톤과 이산화황 115만톤을 저감시키는 효과를 거두었고, 하수처리장 방류수의 처리 후 재이용 등을 추진하고 있다.

청주 산업단지는 시범 단지 중 유일한 지방 산업단지로서 하이닉스 반도체가 중심이다. 업종 특

성 상 폐수와 폐산의 발생이 크므로 폐산과 폐수의 재이용에 초점을 맞추고, 아울러 하이닉스 반도체 협력업체에 대한 환경경영체계 구축과 진단지도 등을 통한 청정생산체계 구축을 목표로 한다. 이 밖에 사업장에서 발생하는 폐열을 활용하여 하수 슬러지를 열풍 건조시켜서 시멘트 원료로 활용하는 방안도 추진하고 있다.

반월·시화 산업단지는 사업을 주도할 대형 업체가 없고, 국내 중소기업의 최대 밀집단지인 다양한 업종이 혼재하고 있다. 단지 배후 지역인 안산시와 시흥시, 인접 지역인 안양시와 군포시 등에 대단위 아파트 단지가 조성되어 많은 인구가 거주하고 있는 지역 특성 상 환경 친화적인 단지로 탈바꿈이 시급한 실정이다[8],[9].

3.3. 반월·시화 생태산업단지 추진현황 조사

반월시화 EIP와 관련하여 2008년 말 현재까지 수행되었거나, 진행되고 있는 자원화 순환망 구축 관련 사업의 내용 및 실적은 표 2와 같다[12].

표 2. 반월·시화 생태산업단지 추진사업 현황

사업명	주관기관	사업내용 및 실적
산/알칼리 교환망 구축	한양대학교	-폐산과 폐알카리의 재생방법 확립 -단지 내 재활용 활성화 및 교환망 구축 -처리비용 및 발생량 저감
염색 슬러지의 자원화 교환망 구축	한국산업기술시험원	-단지 내 염색슬러지의 자원화 추진 -교환네트워크 구축
제지/도금 슬러지의 재활용 네트워크 구축	한국산업기술대학교	- 단지 내 제지 및 도금슬러지의 자원화 - 교환 네트워크 구축
산업폐수 처리수의 타 산업 공정 용수로의 재이용 네트워크 구축	한양대학교	-단지 내 산업폐수 처리수의 활용방안 수립 - 식품 및 제지산업 공정수의 재활용 모색
염색 폐수열원을 이용한 재생에너지 공급 네트워크 구축	한국생산기술연구원	- 염색폐수를 열원으로 활용 - 타 산업에 재생에너지원으로 공급

4. 연구결과 및 분석

선행 구축 사례조사와 반월·시화 산업단지의 현황자료에 대한 분석과 함께 아래와 같이 SWOT 분석을 실시하고, 반월·시화 산업단지 구축에 대한 추진 전략을 수립하였다.

표 3. 반월·시화 생태산업단지 구축 SWOT 분석

내부환경	강점	약점
외부환경	-다양한 업종 -수도권 소재 -인프라 발달	-중소기업 중심 -중심산업 및 대표기업 부재 -인프라 구축 비용 과다 -공해 배출업종
기회요인	SO 전략 -지자체와 국가 재정지원 확보 -지역주민의 참여 확대 -지역 내 대학, 연구소가 key player 역할	WO 전략 -EIP 구축으로 환경오염물질 배출 최소화 -자원순환망 구축으로 자원 효율성을 높여 수도권 환경규제 대응
위협요인	ST 전략 -EIP 구축을 통한 기업의 경쟁력 제고 -기존 인프라를 활용하여 EIP 구축비용 절감 -자원순환망 구축에 따른 기업의 경제적 이득 홍보	WT 전략 -자원 효율성을 제고하여 지역 사회와 상생 -기업의 환경 비용 절감 -무배출 지향

도출된 추진전략을 바탕으로 정부의 정책 방향과 지자체의 needs, 해외 생태산업단지의 구축 사례, 이들 해외 생태산업단지 구축에 참여하고 있는 전문가와의 교류, 반월·시화 산업단지의 현황조사 단지 내 물질흐름 분석(MFA; Material Flow Analysis) 조사 결과 등을 종합적으로 검토하여 생태산업단지를 구축하기 위한 세부 실행과제를 도출한다.

추진 전략 중 가장 우선적으로 제기된 자원순환망 구축과 관련하여 아래 그림 1에는 슬러지의 자원화 순환망 구축을 추진할 지원센터의 조직을 구성하여 보았다. 그림과 같이 지원센터는 슬러지 배출원, 자원화 플랜트를 갖춘 자원화 기업, 자원화 네트워크 구축과 자원화 기술에 대한 개발과 자문을 담당할 연구소와 대학이 참여하며, 시험평가 장비와 시설을 보유한 시험기관이 참여하여 자원화 시제품에 대한 성능과 환경성을 평가하고, 생산 공정에서 환경성을 평가하여 자원화 가능성을 함께 타진한다. 지자체와 지역 시민단체 등이 참여하는

정책자문위원회는 자원화 제품의 활용과 제조공정에서 현행 법령, 규제와 상충되는지와 정부의 정책방향과 지원제도에 대한 자문 및 지역 주민과의 민원 가능성 등도 함께 검토한다

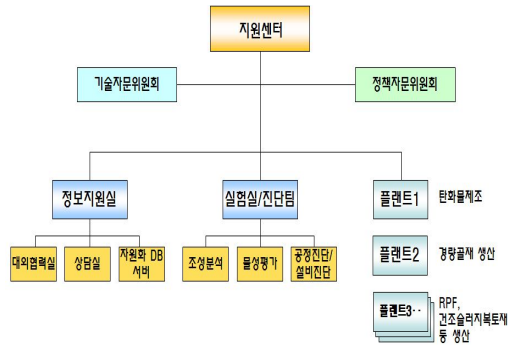


그림 1. 자원화 순환망 구축센터(슬러지의 사례)

5. 결론

반월·시화 산업단지의 현황 분석과 선진 사례에 대한 벤치 마킹을 통하여 반월·시화 생태산업단지 구축 방안을 도출하였다. 먼저 유럽, 북미, 일본 등 선진 사례와 산업공생체, 재순환 네트워크, 국가 산업공생 프로그램 등 생태산업단지 구축의 유형을 살펴보았다. 다음으로는 반월·시화 산업단지의 현황을 살펴보고, 아울러 반월·시화 생태산업단지 구축에 대한 SWOT 분석을 실시함으로써 반월·시화 생태산업단지 구축의 전체적인 방향을 도출하였는데, 이를 요약하면 다음과 같다.

- 지자체와 국가적 지원에 의한 지속발전 가능한 생태산업단지 구축
- 다양한 업종의 자원순환망 구축 및 기업의 생태산업단지 참여 유도
- 자원화 제품에 대한 수도권 수요처 개발
- 산, 학, 연, 관 컨소시엄을 통한 네트워크 구축
- 기존 인프라의 효율적인 활용을 통한 생태산업단지 구축 비용 최소화

반월·시화 생태산업단지는 우리나라의 중소기업 최대 밀집단지로서 다양한 분야의 다양한 업종이 밀집되어 있으므로, 물질과 용수, 에너지 자원의 순환을 통하여 단지 내 자원의 효율성을 효과적으로 높일 수 있다. 반월·시화 생태산업단지 구

축은 이러한 자원 순환망 구축을 출발점으로 하는 것이 가장 효과적이라고 판단된다.

단지 내 물질 흐름에 대한 분석과 산업공생 현황 등에 대한 조사와 자원 순환망 구축에 따른 경제성, 환경성에 대한 타당성 조사를 통하여 자원화 순환망 구축 대상이 선정되면, 대상 업종의 기업의 참여를 유도하여 함께 사업을 추진한다.

이때 사업의 효율적 추진을 위하여 자원화 대상 물질의 공급원(배출 기업)과 자원화 제품의 예상 수요기업, 자원화 기술 보유 기업 또는 대학 및 연구소, 자원화 제품의 성능과 환경성을 평가할 수 있는 시험기관이 참여하는 추진 조직을 구성하는 것이 필요하며, 가능하다면 '(가칭)자원화 순환망 구축지원센터'와 같은 전담조직을 구성하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

- [1] 환경부, 보도자료(09.1), *환경분야 녹색성장 실천계획*, 2009.
- [2] 산업자원부 국가청정생산지원센터, *산업단지 핸드북*, 2004.
- [3] 산업자원부 국가청정생산지원센터, *제2회 국제생태산업단지 컨퍼런스 발표집*, pp.411-4, 2004.
- [4] 산업자원부 국가청정생산지원센터, *생태산업단지의 이해*, 2005.
- [5] 반영운, "친환경생태산업단지 구축방안", *산업입지*, vol. 32, 2008.
- [6] 유창규 외, "청정생산을 위한 생태산업단지 구축과 주요기술", *Korean Chem. Eng. Res.*, Vol 43, No. 5, 2005
- [7] 이재준 외, "생태산업단지 개발전략 및 정책방향에 관한 연구", *국토계획*, 제38권, 제3호, 2003.
- [8] 반월·시화 생태산업단지 추진협의회, *제1회 반월·시화 생태산업단지추진협의회 워크샵 자료집*, 2005.
- [9] 반영운, *해외 생태산업단지 추진사례 분석 및 시사점*, 산업입지, vol.33, 2009.
- [10] Building Environment-friendly towns, JFE Environmental Report 2003, pp 41-42.
- [11] 산업자원부 국가청정생산지원센터, *우리나라 생태산업단지 구축을 위한 워크샵 자료집*, 2003.
- [12] 산업자원부, *반월·시화 생태산업단지 구축 보고서*, 2007.