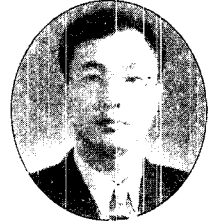


청정기술과 고도산업사회에서의 환경보전

<연재>

신규식

한양대학교대학원 토목환경공학과



(1) 국내 환경산업의 현황

(가) 성장배경 및 배경

우리 나라 환경산업은 선진국에서 본격적으로 환경산업이 성장하기 시작한 때인 1970년대 후반에 환경오염문제가 가시화되고 정부의 규제노력이 시작되면서 비롯되었다. 환경오염의 증가와 악화로 비약적으로 성장, '80년대의 성장기를 거치면서 전문산업으로 자리를 잡아갔고, 1991년에 비로소 표준산업분류에서 '환경산업'으로 명시화되었다. 과거의 환경산업은 단순히 쓰레기와 분뇨와 같은 오염을 수집·운반하여 매립 등의 단순방법으로 처리하는 3D업종 중의 하나였으나, 지금은 시장의 규모 및 처리물질, 기술수준도 높이 향상되어 최첨단 하이테크(High-Tech)산업이면서 고부가가치 산업으로 각광받고 있는 실정이다.

우리 나라 환경산업은 제조업, 서비스업, 건설업 등의 특성을 갖춘 총 17개 업종에 '96년대말 기준으로 총 11,742개의 업체가 등록되어 있으며 연간 총매출 규모는 '95년 기준으로 약 4조원으로 추정된다.[21, 27] '92년부터 '96년사이의 연도별 환경산업체 등록 현황을 살펴보면 해마다 평균 7.7%의 성장을 하고 있는 것으로 보이는데 이는 환경산업발달 초창기에는 기업이 정부의 규제에 의한 강제적인 요구에서 이제는 기업 스스로가 생존하기 위한 선택으로 탈바꿈하여 대기업을 중심으로 환경오염방지설비 및 시설 등의 수요가 증가하였기 때문이라고 여겨진다. 그러나, 우리의 현실을 면밀히 살펴보면 환경산업의 핵이라할 수 있는 적용기술이 선진국에 비해 상대적으로 낮아 환경오염

사후처리가 제대로 안되고 있고, 선진국의 환경규제기준의 달성을 위해서는 많은 비용이 요구되고 있어 이에 대한 대안마련이 필요하다고 생각된다.

선진국들의 환경산업을 살펴보면 다른 산업에 비해 고부가가치 산업으로 밝은 전망을 보이고 있으며, 성장가능잠재성이 높은 산업으로 각광받고 있다. 다음의 표 15는 세계환경시장의 규모현황 및 전망을 나타낸 것으로 '94년 기준 세계환경시장의 규모는 4,080억달러로 미국이 단일국가로서 전세계 시장의 40%이상을, 일본이 16%, 서유럽이 31%, 아시아가 35%를 차지하고 있어 환경시장의 최근 구도를 잘 나타내주고 있다. 환경산업은 2000년까지 약 5%의 성장이 예측되며, 선진국들을 중심으로 청정기술과 같은 첨단기술로 국제적인 환경규제동향에 저촉되는 신흥기술개발국들의 시장을 잠식할 것으로 분석된다.[21] 따라서, 우리 나라의 환경산업도 '사후처리기술' 중심에서 오염물의 저감 및 재활용등을 통한 '사전오염예방'으로 신속히 전환하여야 하며 환경산업에 대한 국제적인 경쟁력 확보하고 우리의 환경시장은 물론, 세계의 시장으로 진출하기 위해서 청정기술과 같은 첨단환경기술을 개발·확보가 필수선행결과제로 예상된다.

(2) 국내 산업환경의 문제점

날로 심각해지는 환경오염문제와 이에 따른 대중의 관심과 정부의 노력, 또 국제적인 환경규제 움직임 등으로 환경산업의 전망은 아주 밝은 편이다. 하지만 우리 나라의 환경산업이 선진국 수준에 이르기까지는 여러 가지 문제점이 산재해 있는

표15. 세계환경시장 규모현황 및 전망

(단위 : 억달러)

국 가 명	1994		2000	연평균 증가율(%)
미 국	1,660	40%	2,094	4
캐 나 다	108	2.6%	145	4
라틴아메리카	66	1.6%	130	12
서 유 럽	1,274	31.2%	1,612	4
동유럽 및 러시아	64	1.6%	102	8
일 본	653	16%	817	4
아 시 아	142	3.5%	364	17
오세아니아	62	1.5%	83	5
중동아시아	38	0.9%	54	6
아프리카	18	0.4%	32	10
계	4,080	100%	5,430	5

자료 : Environmental Business International, Inc.(1996)

데 이러한 문제점들을 지적해보면 크게 다음과 같이 네 가지로 요약할 수 있다.

(가) 환경친화적인 산업구조로의 개편이 미흡

최근 들어 정부의 환경규제강화와 'Green Round'의 대두 등으로 인한 수요증대로 인해 환경설비산업의 경우 지난 10여년동안 연평균 11% 이상의 신장율과 매년 100여개 이상의 신규업체가 참여하고 있으나 지난해말 방직시설업체의 경우 자본금 5억미만의 중소기업체가 전체의 57%로, 대부분 환경업체가 영세하고, 업체간 과다경쟁으로 '94년의 경우 111개사가 도산하였다. 표 16은 환경설비산업의 국민 경제적 비중을 나타낸 것인데 전체제조업중 환경설비산업이 차지하는 비중은 1991년의 경우 업체수로는 0.81%, 생산측면에서는 7.84억달러로 0.29%에 불과하였고, 수·출입 측면에서도 각각 0.1%, 0.39%로 낮은 수준이며, 기술부족으로 인해 수입의존도가 상대적으로 높은 실정임을 보여준다. 또한 환경설비 전문업체의 경우, 지금까지의 건설공사 관행상 정부발주 대형환경설비공사에 건설업

체로부터 하청을 받아 설비를 공급하는 형태로 참여하고 있어 기술축적이 어려운데 이는 환경설비산업의 발전기반에 결정적 장애요인으로 작용하고 있다.

(나) 환경기술의 낙후와 전문성 부족

현재 우리 나라의 환경기술은 발생된 오염물질의 처리에 치중하고 있으며, 전반적인 환경기술수준은 표 11에 나타내었다. 환경설비분야의 기술수준을 비교해보면 단순설비의 경우 선진국과 거의 대등한 수준이며, 중급설비의 경우도 선진국을 100으로 놓았을 때 60~70선에 도달하고 있으나, 고급설비의 경우는 15~20의 수준에 불과해 청정기술과 같은 고급기술은 막대한 기술료를 지불하면서 도입하고 있어 무역역조에 큰 영향을 주고 있다.

대부분의 환경설비업체들이 토목·건축분야를 겸업하고 있고, 순수제조업 분야의 전문설비업체수는 전체의 10% 수준인 10여개사에 불과해 전문성이 부족하다. 또, 17개 업종중 한 업종분야만 전문적으로 하기보다는 몇 가지를 겸업함으로써 전문

표16. 환경설비산업의 국민 경제적 비중(1991)

	총업체수 (개사)	종업원수 (천명)	생산 (억달러)	수출 (억달러)	수입 (억달러)
제조업(A)	72,213	2,918	2,665	685	598
환경설비산업(B)	631	13	7.84	0.66	2.33
B/A(%)	0.81	0.45	0.29	0.10	0.39

주 : (B)는 환경오염방지 시설업체의 현황 및 공사실적임(폐기물 분야 제외)

자료 : 경제기획원, 광공업 통계조사보고서, 1993

적인 기술 및 Know-how를 얻지 못해 이에 대한 대책이 필요한 실정이다.

(㉔) 환경에 대한 투자미흡과 정부의 지원부족

환경시장의 수요는 국민복지향상이란 차원에서 추진하는 정부투자과 정부의 규제에서 창출되는 민간투자과 구분될 수 있다. 이중 정부의 환경투자과는 점진적으로 확대되고 있으나 GNP대비 비중은 0.2% 내외로 선진국의 0.5~1%에 비해 아직도 매우 낮은 수준이다. 민간부문에서도 환경설비에 대한 투자과도 극히 저조한 실정인데 환경투자과가 원가 부담을 초래하고, 생산적보다는 소비적이라는 인식이 강해 정부의 행정규제를 회피하기 위한 수단으로서만 소극적으로 투자하고 있다.

선진각국은 환경산업에 대한 적극적인 정부지원을 통하여 최근의 환경오염문제에 대응하고, 기술개발을 통한 해외시장의 진출에 역점을 두고 있음에도 불구하고, 국내 현실은 환경산업에 대한 인식의 부족과 세제혜택과 같은 정부차원의 지원이 부족한 형편이다. 통상산업부에서는 현재 항공, 신소재 등 17개 산업분야 67개업종을 첨단기술산업으로 지정·고시하여 각종의 세제, 금융지원, 기술개발자금 등 정부지원을 하고 있으나 환경산업분야는 제외되어 있고, 환경설비 전문업체에 대한 금융지원이 매우 미흡하여 기술개발이나 신기술적용은 엄두도 내지 못하고 있다.

(㉕) 전문인력 및 환경정보의 부족

흔히들 교육은 국가의 미래를 책임지는 가장 핵심적인 요소로 구분하고 있는데 환경분야에서도 그 비중이 크고, 중요하다고 말할 수 있다. '96년 환경부의 보고서에 따르면 현재 우리 나라에는 전문대 43개교, 개방대학교 11개교, 일반대학교 63개교, 대학원 43개교에 환경관련 학과를 운영하고 있고, 졸업하는 학생의 수가 해마다 약 9,000여명 이상인 것으로 보고되었다. 산업 및 정부에서의 수요 부족으로 환경기술인력의 공급은 과포화상태가 되었고, 따라서 대부분의 환경전문인력들은 비전공분야로 내몰려지고 있는게 현재의 상황이다.

그리고, 환경공학이라는 학문 자체가 토목공학

(상·하수도), 건축공학(조경 및 실내환경), 기계공학(소음·진동방지기계 및 설비), 미생물학(생물학적 폐수 및 폐기물처리), 화학(공)학(유해물질 처리)등의 다양한 학문이 융합된 응용학문이기 때문에 현 교과과정으로는 졸업하는 학생들 대부분이 수박 겉핥기식의 교육을 받을 수밖에 없고, 일반대학교의 교과과정중 오염분석 실험 및 환경설계등에 관한 수업시간과 학점이 전체의 20%를 넘지 않아, 기업체에서는 졸업생들을 환경기술자로서의 역할을 수행할 수 있기까지는 최소한 1년 이상의 재교육기간이 필요하다는 이야기가 나오고 있다. 환경기술을 개발하고 보급하는데 있어 무엇보다 그 기술을 개발하고 응용하여 산업에 적용시키기 위해 환경전문인력의 필요성이 절실하고, 환경교육의 문제점들이 첨단환경기술개발에 큰 방해물로 지적된다.

환경관련 기술정보제공의 경우 환경부내의 행정자료실과 국립환경연구원의 국제환경정보원 조회제도(INFOTERRA)등을 통해 이루어지고 있으나, 특성상 정부나 기업의 이미지에 영향을 크게 미치고, 기밀사항으로 취급되고 있어 이에 대한 대책마련이 필요한 실정이다.

3. 산업부문에서의 환경오염 사전예방의 필요성

우리 나라는 1960년대에 시작된 경제개발계획을 바탕으로 급속한 경제성장과 산업의 고도화를 이루게 되었다. 그러나 국내 주요 산업구조를 분석해보면 생산현장에서 사용되는 산업공정기술의 대부분이 생산의 극대화에 주안점을 두었기 때문에 산업시설의 가동에 따른 환경오염물질의 배출에 대해서는 전혀 고려하지 않았고, 이 때문에 누적된 오염물질이 오늘날 심각한 사회문제로 떠오르게 되었다.

기존의 산업에서 환경오염물의 처리방식은 산업 활동을 통하여 오염물이 발생된 다음 처리하는 사후처리(EOP)방식으로 현재 우리 나라 산업(환경산업 포함)에서도 대부분의 기업이 채택하고 있는

데, 과거에는 산업에서 발생하는 환경오염물의 양이 상대적으로 적었고, 이 방식으로도 발생된 오염물의 처리에도 큰 무리가 없었으나 산업이 고도화되고, 발전하면서 발생하는 오염물의 종류가 다양해 처리가 어려워지고, 오염물의 양 또한 폭발적으로 증가하면서 선진국에서는 이미 사후처리기술의 단점, 즉 발생된 오염물질이 환경에 위협요소로 작용하고, 지구환경보호에는 더 이상 큰 역할을 못할 뿐더러 산업부문에서도 강화되고 있는 환경규제를 만족시키지 못한다는 사실과 생산공정의 개선없이 사후처리로는 산업의 환경비용부담이 크고, 원가 상승의 주된 요인으로 작용하고 있어 경쟁력 상실을 가져올 수도 있다는 사실로 점차 사전오염예방기술이 새로운 환경보전 전략으로 떠오르게 되었다.

사전예방기술이란 원료로부터 제품을 생산하고 이를 소비자가 사용후 폐기되기까지의 전과정에 걸쳐 자원과 에너지의 효율성을 높이고 환경위해성을 저감하기 위한 종합적인 기술로서 앞에서 설명한 사후처리방식의 한계를 극복할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

산업활동은 필연적으로 오염물질을 배출하게 되어 있고, 산업이 고도화되고 발전하면서 배출되는 오염물이 다양해지고 양적으로도 증가하기 때문에 산업계에서는 오염물 발생 후의 사후처리기술과 같이 투자에 따른 손실이 아닌 새로운 이익을 창출할 수 있는 청정기술과 같은 사전오염예방기술에 중점을 두어야 하겠다. 또한, 날로 강화되고 있는 환경오염에 대한 규제와 무역과 환경의 연계로 인한 무역분쟁의 본격화에 대비한다는 측면에서 청정기술은 경쟁력 확보를 위한 유효한 수단의 하나로 인식되고 있다.

제3장 청정기술과 환경보전

1980년대 이후 선진국에서부터 '삶의 질'에 대한 욕구가 증가되면서 환경오염 및 오염물 처리에 대한 관심과 투자로 말미암아 파생된 환경기술의 발전과정을 살펴보면, 먼저 환경기술의 초창기 시절인 1세대 기술로 오염물질을 발생시킨 후 처리

하는 사후처리기술(End-of pipe Technology)이 있고, 두 번째로 현재 주로 개발·적용되고 있는 2세대 기술로 오염물이 아예 발생하지 않거나 적게 발생하는 공정 및 대체연료와 같은 청정제품의 개발, 그리고, 자원의 효율적인 활용을 위한 재활용기술등과 같은 '청정기술', 마지막으로 생명공학과 우주과학기술들이 접목될 미래 기술인 3세대 첨단기술로 발전하고 있다.[27]

여기에서 앞장에서 살펴보았던 국내 환경오염 및 산업의 문제점들을 해결할 수 있는 해결 방안의 하나로 '청정기술(Clean Technology)'에 대한 전반적인 내용과 특징, 그리고 기술개발동향과 청정기술을 적용함에 있어서 예상되는 문제점과 해결방안등에 대하여 소개하고자 한다.

1. 청정기술의 정의와 역할

대중들의 '환경'에 대한 관심이 높아지면서 대두된 '환경산업'과 '환경기술'은 지금까지 각 가정과 공장에서 발생된 오염물, 즉 폐기물들을 처리하고, 줄여서 재사용하는 기술로 변천해왔다. 하지만, 그 처리한계에 비해 폭발적으로 늘어나는 인구와 그로 인한 각종 오염물질의 증가는 이미 자연의 자정능력을 넘어서고 있고, 현재의 처리 시설로는 감당하기 어려운 상황에 도달했다. 기존의 사후처리(End-of-treatment)와 오염저감(Pollution Reduction) 기술 등은 오염물들을 다른 형태로 바꾸어 줄이는데 노력해왔지만 그마저도 우리에게는 또다른 오염요소로 작용하고 있기 때문에 1980년대 이후로 선진국에서는 '청정기술(Clean Technology)' 개념을 본격적으로 도입·개발해오고 있다. 청정기술은 원래 산업체를 대상으로 적용되어 왔으며, 가장 좁은 의미의 크린텍(Clean Technology)은 프랑스에서 주로 사용된 용어로 산업체의 전생산공정내에서 오염물을 발생원에서 저감할 수 있는 한 개의 단위공정을 의미한다.

청정생산(Cleaner Production)은 유엔환경계획(UNEP)에서 만들어낸 용어로서 산업체에서 전생산공정에 적용되는 저오염기술을 뜻하나 원료 및

제품의 제고관리에 의한 오염물의 배출저감과 종업원에 대한 청정생산교육 등의 비기술적인 환경관리도 포함되어 쓰이곤 한다.

이에 반하여 오염예방(Pollution Prevention)은 미국 EPA에서 주로 사용하는 용어로 적용대상이 산업체만이 아니라 그림 1에서 보듯이 자연계 전체내에서의 환경오염물의 저감에 그 목적을 두고 있으며, "오염예방(Pollution Prevention)이란 오염물 또는 폐기물의 발생을 원천적으로 줄이거나 저감시키는 물질, 공정, 관행의 사용"으로 정의하고 있으며, 영국에서는 "경제적으로 경쟁적인 대체방법보다 전반적으로 자원을 적게 사용하고 환경적인 피해를 최소화하면서 인간에게 유익을 제공하는 기술"로 정의하고 있다.[1~4] 앞에서 설명한 개념들을 종합해보면 다음과 같은 정의를 내릴 수 있다.

"청정기술(Clean Technology)이란 최소한의 에너지와 자원을 사용하여 환경에 피해를 최소화하면서 발생하는 오염물을 사전에 줄이거나 억제하는 기술"로 정의 된다.

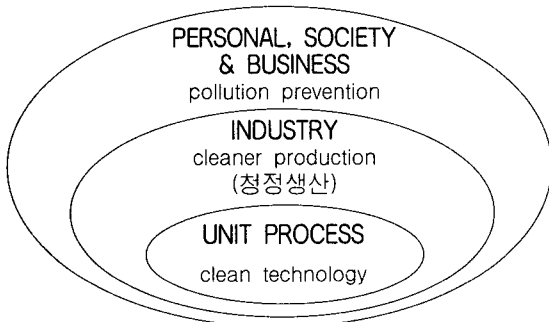


그림1. 청정기술의 범위

가. 청정기술의 분류

청정기술은 환경기술중의 한 분야이고, 크게 세 가지 분야로 세분화할 수 있다.

(1) 저오염 또는 제로(Zero)오염 공정기술

이 기술은 오염 발생공정을 개선하여 오염물 발생을 최소화하도록 하는 기술로 예를 들면 기존의 공정에서 나오는 폐수 발생공정을 유가금속 및 물

질을 회수하는 공정과 회수후 발생된 폐수를 재활용하는 공정으로 개선하여 유가금속을 회수하고 더 나아가 기존에 발생한 폐수량과 폐기물의 양을 줄여 일석이조 이상의 효과를 거둘 수 있는데 이러한 기술을 말한다.

(2) 재이용(재사용) 기술

공정개선 등으로 공정용수등을 재활용(재이용)하고, 공정내에서 발생하는 부산물들을 다시 가공하는 등의 처리를 거쳐 재이용하는 기술이다. 현재 미국에서는 "Material Exchange" 라는 기술을 개발하고 있는데 이는 A공장에서 발생한 폐기물을 B공장에서는 제품생산원료로 사용하도록 하여 발생폐기물을 다시 자원화하도록 하고 있는 것으로, 이것 또한 폐기물을 줄여서 경비절감 뿐만 아니라 환경오염방지도 큰 역할을 할 수 있다.

(3) 청정제품 개발기술

제품을 생산하는 과정에서나 폐기과정에서 오염물질이 많이 발생하는 제품을 오염이 거의 발생하지 않는 제품으로 대체하는 기술로 예를 들면 오존층 파괴 물질로 알려져 있는 냉매제인 염화불탄소(CFCs)를 제로오염·저오염 물질인 새로운 물질로 대체·개발하는 기술을 말한다.

나. 청정기술의 특성

청정기술의 특성을 크게 일반적인 특성과 경제적 특성, 그리고 적용 및 응용에 있어서의 특성으로 나누어 기술하면 내용은 다음과 같다.

(1) 일반적인 특징

(가) 사전예방기술(Pollution Prevention)적 특성

청정기술의 특성중 일반적으로 다른 환경기술과 비교되는 것은 '사전예방기술'이라는 것인데 기존의 1세대 기술인 사후처리기술의 경우에는 일단 환경에 오염물이 발생한 다음 처리하지만 청정기술은 오염물이 발생되기 이전에 오염원을 억제하거나 제거하는 기술이다.

(나) 현실성

현실적으로 최근에 논란의 대상이 되고 있는 환경보호와 경제 및 자원개발과의 연관성을 이해하고 '92년 리우선언이후 환경적으로 지속가능하게 발전(ESSD)을 뒷받침하는 기술이다.

(대) 안전성

사후처리기술은 이미 발생된 환경오염물질로 인해 환경에 위험요소로 작용하지만 청정기술은 저오염 및 제로오염으로 환경에 위험요소가 거의 없다.

(라) 생산기술적 특성

청정기술은 대체로 순수한 환경기술의 범위를 넘어서 제품을 생산하는 생산기술적인 요소를 가지고 있다.

(2) 경제적 특성

(가) 처리비용절감 및 생산원가의 절감성

장기적인 관점에서 청정기술은 사후처리에 비해 발생하는 부산물이 적기 때문에 그 처리비용 또한 적게 소요되며, 청정기술기법중의 하나인 전과정분석(LCA)을 이용하면 생산에 소요되는 원료, 에너지, 용수등 공정에 필요한 원료 및 비용을 절감할

수 있다.

(나) 새로운 수요의 창출성

청정기술은 장기적인 관점에서 또다른 수요, 즉 청정제품(Cleaner Production)을 만들어내기 때문에 환경오염물질 처리와 환경보호 이외에도 새로운 수요를 창출한다.

(3) 적용 및 응용에 있어서의 특성

(가) 기술의 다양성

생산 또는 공정라인에서 환경오염물질을 제거하거나 억제하고, 더 나아가 재활용하는 기술로부터 첨단기술인 청정제품을 생산하는 기술까지 다양한 기술을 포함한다.

(나) 기술의 호환성

단일 기술이라 하더라도 업종 또는 공정에 따라 다양한 응용이 가능하여 업종간의 기술호환이 가능하다.

(다) 기술의 복합성

개별 기술의 적용보다는 여러 가지 기술이 복합된 형태로 적용되어진다.

'98년도 환경담당자 실무실습 교육안내

환경담당자의 현장실무 및 관리능력을 배양시키고자 '98년도 실무실습교육을 아래와 같이 실시할 예정이오니 궁금하신 사항에 대하여는 『환경보전협회 개발부』로 문의하여 주시기 바랍니다.

▶ 교육일정

월별	기수	대 기 반	수 질 반	소음진동반
3	제1기	9일 ~ 14일(1주간)	9일 ~ 14일(1주간)	9일 ~ 11일(3일간)
4	제2기	20일 ~ 25일(1주간)	20일 ~ 25일(1주간)	20일 ~ 22일(3일간)
5	제3기	11일 ~ 16일(1주간)	11일 ~ 16일(1주간)	11일 ~ 13일(3일간)
6	제4기	15일 ~ 20일(1주간)	15일 ~ 20일(1주간)	15일 ~ 17일(3일간)
7	제5기	6일 ~ 11일(1주간)	6일 ~ 11일(1주간)	6일 ~ 8일(3일간)
9	제6기	14일 ~ 19일(1주간)	14일 ~ 19일(1주간)	14일 ~ 16일(3일간)
10	제7기	12일 ~ 17일(1주간)	12일 ~ 17일(1주간)	12일 ~ 14일(3일간)
11	제8기	23일 ~ 28일(1주간)	23일 ~ 28일(1주간)	23일 ~ 25일(3일간)
12	제9기	7일 ~ 12일(1주간)	7일 ~ 12일(1주간)	7일 ~ 9일(3일간)

※ 교육개시 → 09:30, 교육종료 → 17:00

환경보전협회

개발부 : 우편번호. 130-035 주소. 서울시 동대문구 답십리5동 497-66
Tel. 248-6893 ~4, Fax. 248-6892