

국내산업동향과 청정생산기술개발의 필요성



생산기술연구원
청정생산기술개발사업단
김 상 용

1. 서론

지구환경보존에 대한 관심이 고조되기 시작한 1980년대 이래 환경파괴에 대처하기 위해서는 구속력있는 환경협약이 체결되어야 한다는 인식이 전세계적으로 급속히 확산되면서 몬트리올의정서, 바젤협약 등 각종 국제환경협약이 속속 체결되었다. 특히 최근에는 냉전종식에 따른 동서간 갈등이 해소되면서 환경문제가 국제간의 주요한 논제로 부상하여 1992년의 리우회담을 계기로 지구환경보존에 대한 본격적인 논의가 시작되었다.

국제환경협약의 체결과 선진국의 일방적인 환경규제 등 각종 환경규제로 인하여 국내산업에 미치는 영향이 가시화 되고 있으며, 특히 우리나라가 가입한 몬트리올의정서, 바젤협약, 기후변화협약 등의 국제협약의 발효로 인하여 CFC, 폐기물자원 및 에너지사용과 관련하여 국내산업

에 직접적인 영향을 미치고 있다. 앞으로의 국제환경규제가 단순히 오염물질의 사용제한 또는 금지의 수준에서 제품이 환경친화적인 방법으로 제조되고 소비되는지 여부에까지 규제수준을 높여 나갈 전망이므로 제조공정 및 기술수준면에서 선진국에 비해 전반적으로 뒤떨어져 있는 국내산업은 큰 타격을 받게 될 것이다.

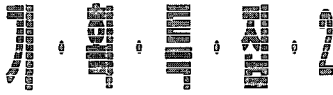
이러한 국내외적인 여건변화 속에서 최근까지의 환경오염 대책인 사후처리기술은 오염원을 환경에서 격리시킴으로써, 환경을 보호하고자 하는 것이다. 이러한 종류의 해결책들은 틀림없이 국지적인 오염문제에 단기간의 개선에는 도움이 되지만, 이러한 접근방법에는 다음과 같은 고려해야 할 문제점들이 있다.

한 매체에서의 환경오염 사후처리 기술은 다른 매체로의 오염물 전달위험성이 있으며, 그것은 동등한 양의 심각한 환경문제의 원인이 될 수도 있으며 또는 같은 매체로의 2차간접오염원으로 될 수도 있다.

환경재해의 치료책만큼 많은 비용이 들지는 않더라도 사후처리 저감설비의 작동은 생산공정 및 제품비용에 상당한 영향을 준다.

오염의 사후처리 기술은 종종 비용이 많이 들고 입법을 통한 범규를 필요로 하고, 잠재적으로 높은 비효율적인 규제 구조로 이르게 된다.

그러므로 '90년대에는 오염의 사후처리로부터 환경오염을 줄이는 노력으로서 오염물의 발생자체를 원천적으로 줄이는 오염사전예방(pollution



prevention)으로의 환경 패러다임의 전환이 이루어지고 있다. 국내산업의 경우, 국내시장 개발을 요구하는 UR협상과 GR이라는 선진무역장벽에 적극적으로 대처하고, 환경오염을 원천적으로 예방하기 위하여 원료의 입수부터 생산, 관리, 설계, 청정처리까지의 전공정에 대한 환경평가와 청정생산기술개발 노력이 필요한 시기이며, 원천적인 오염예방 기술인 청정생산기술의 연구개발을 통해 시장개방과 무역규제를 효과적으로 이용하는 정책이 필요한 시점이다.

이같은 생산기술연구원이 통상산업부로부터 위임받아 '95년 7월부터 수행중인 "청정생산기술개발 전략수립을 위한 연구기획"에 의거하고 있으며 여기서는 국내 14개 산업분야의 환경관련현황의 간략한 설명과 청정생산기술개발의 필요성에 대하여 언급하고자 한다.

II. 국내산업의 현황분석

1. 일반 현황분석

가. 에너지 다소비, 환경오염 유발적인 산업구조

우리의 산업구조에서 에너지를 많이 사용하고 환경오염 유발적인 업종(철강, 비철금속, 화학, 제지 등)이 차지하는 비중이 '90년에는 33.1%(부가가치액기준)이었던 것이 '93년에는 36.9%로 증가한 현실인데 반해 산업별 에너지소비구조는 낭비적이고 청정생산기술개발 등을 통한 공정개선이 부진한 상태이다.

에너지효율 측면에서보면 한국 제조업의 평균원단위는 0.827 TOE/백만원('91기준)인데 비해 일본 제조업의 평균원단위는 0.244 TOE/백만원으

로 상당한 차이를 보이고 있다.

나. 생산공정개선 및 청정생산기술개발의 초보단계

환경문제를 극복하기 위해서는 생산공정개선 및 청정생산기술개발 문제가 해결되어야 가능하다. 그러나, 청정생산기술의 경우 UN에서 개발도상국에 자금과 기술을 지원하고 있으나 우리나라는 지원대상에서 제외되어 자체노력으로 개선해 나가야 하는 실정인데 반해, 앞으로 생산공정에 대한 규제가 본격화 되면 영세한 중소기업은 지원이 없으면 경쟁력 유지가 어렵게 된다. 자금, 기술, 투자이익 등 모든면에서 취약한 중소기업에 대하여 정부의 적극적인 관심과 지원이 없이는 청정생산기술개발이 어려우므로 효율적인 지원체제 구축이 필요하다.

특히 염색, 도금, 열처리, 도장 등의 경우 3D업종으로 생산공동화, 인력부족에 직면하고 있어 생산공정개선에 의해 이를 극복할 수 있다.

다. 환경경영인증 실시를 위한

국내 제도적 장치 미비

환경경영규격은 기업의 경영활동 뿐만 아니라 제품의 생산에서부터 소비에까지 전과정을 대상으로 하고 있기 때문에 체계적인 대응이 필요하며, 국내기업이 국내에서도 인증취득이 가능케 하여 기업의 무역 환경을 개선시켜야 한다.

라. 환경설비 및 청정공정 장치산업의 경쟁력 취약

국내외의 환경규제 강화에 따라 환경설비 및 청정공정장치 산업시장의 규모는 급증하고 있으나 국내 환경설비산업은 기술수준의 낙후로 수입유발적인 구조를 띠고 있는 실정이다.

이밖에도 산업계의 환경경영주의 채택 및 확

산·유도의 미흡, 전문기술인력의 부족과 정부의 지원 미흡을 국내산업의 당면한 문제점으로 들 수 있다.

2. 산업별 현황분석

(1) 섬유

섬유산업의 청정생산기술 적용은 초보단계로서 국내의 섬유산업에서 발생되고 있는 폐수를 포함한 폐기물은 대부분 처리후 방류되는 수준이며 처리비용의 가중으로 인한 산업경쟁력을 유지하기 어렵고 에너지 소비도 매우 과다한 형편이다.

섬유제품의 생산시 발생하는 여러 가지 환경오염 물질의 특징상 섬유산업의 폐기물은 정상적인 방법으로 처리하기가 곤란하고 섬유산업의 폐기물은 방출되면서 광범위하게 확산되고 대부분 유해폐기물이며 그 부피가 크다. 섬유산업은 특히 에너지 다소비 업종으로 인한 이산화탄소 발생과 코팅가공시 대기중으로 비산되는 용제에 의한 대기오염이 심화되고 있다.

(2) 제지

환경부하측면에서 목재에서 용출된 리그닌 등에 기인하는 BOD, COD, 펄프, 고지의 처리, 초지의 각 공정에서 배출하는 섬유분이 수계에 가해지고, 펄프용해, 표백, 종이의 건조과정에서 에너지 소비에 수반되는 NOx, SOx, CO2, 폐진이 대기중으로 배출된다. 또한, 크라프트 펄프의 용해, 폐액 농축공정에서 발생하는 성분이 악취를 유발한다.

기존공해 대책과 문제점중에서는 생물처리 등 배수처리 설비의 설치, 배연 탈황장치나 전기집진기의 설치, 악취가스의 포집, 연소분해등 후처리 기술에 의존하고 있으며, 칩의 용해공정이

나 종이의 건조공정에 많은 에너지가 소비되고 있는 것을 들 수 있다. 그리고, 배수에 기인하는 악취대책, 표백 공정의 염소삭감 기술개발, 공업용수의 클로르드화 기술개발 등에 따른 수질오염 대책의 추진 강화가 필요함과 동시에 특히 고지의 리사이클의 추진 강화가 필요하다.

(3) 화학

화학산업분야는 극히 광범위하여 유기화학, 무기화학분야 내에도 수많은 화학제품을 제조하는 세부분야를 포함하는데, 공해방지에 관련된 정보는 특정공정, 장비 또는 제품에 국한되거나 경쟁업체간의 경쟁과 보안유지로 노출되기 어려운 특징을 갖고 있다.

그동안 화학산업에서의 환경기술 개발은 주로 제품을 생산하고 난 후 수질, 대기오염물질 및 폐기물 처리의 사후처리기술 위주로 발달해 온 실정이며, 환경규제 강화로 처리기술이 한계에 도달하고 비용이 증가되어 커다란 부담을 갖고 있다. 국내에서는 에너지절약 및 효율향상을 위한 공정개선은 꾸준히 추진해왔으나 여기에 공해물질절감 개념이 포함된 청정기술은 현재 도입단계에 불과한 처리기술의 한계성을 나타내고 있다.

(4) 철강

주조산업폐기물로는 노 수리후의 보수재(벽돌 부스러기), NOx, SOx, CO2, 금속 부스러기, 폐주물사 등을 들 수 있고, 진동, 소음, 악취, 폐열 등도 발생시키며 각종 운송수단에서 NOx, SOx, CO2 등의 가스를 발생시킨다.

철강산업은 막대한 원료와 에너지를 소비하고 다양한 종류의 부산물과 폐기물을 발생하는 산업으로서, 슬래그 가공재이용 제품으로는 크링커 원료, 고로시멘트 등의 시멘트 제조용 원료,

도로용, 콘크리트용 골재, 토목용, 규산질 비료 등이 있다. 이 중 코크스 제조과정으로부터 유해가스 방출 및 에너지 소비가 다량으로 이루어진다.

(5) 비철금속

동, 연, 아연의 제련시 발생하는 각종 슬래크, 폐수 처리 슬러지, 더스트 등의 폐기물에 대한 매립, 고형화 등의 물리적인 처리에 한계점에 도달하였으며 공정 중 발생하는 폐산처리를 위해 석회석, 소석회처리에 의한 다량의 석고 슬러지가 매립되는 실정이다.

동 제련소에서는 Sb, Te은 동정광중의 불순물로서 유입되며 대부분 폐기물로 매립되거나 적치되어 있어 활용 가능한 자원의 낭비 및 환경오염의 원인이 되고 있다.

금속필터는 일부 황동제품만이 생산되나 용도가 더 많은 스테인레스강 필터는 전량 수입에 의존하고 있고, 디젤엔진의 오염물 배출량을 감소시키는 필터의 개발이 시급히 요구되고 있다. 또한 열교환기, 매설관, 화공설비등의 부식방지를 위한 인체에 무해한 새로운 부식억제제의 개발이 필요하며 전지회수, 무해화 및 재사용을 위한 방법에 많은 문제점을 노출시키고 있다.

수소저장 합금에 대한 핵심기술인 촉매전극에 대한 연구는 거의 전무한 실정이며 비철금속 관련 중소기업은 규모면에서 영세하기 때문에 환경오염 방지에 대한 대책이 전무한 상태한 상태이다.

(6) 도금

전기도금등의 습식도금공업은 그 기술 및 공정 특성상 엄격한 환경규제를 받고 있어 도금공업

이 무해화 처리를 위한 설비투자 및 처리운영경비가 타공업에 비해 배가적인 부담을 안고 있는게 사실이며 양산성이나 생산비용면에서 영세적이고 공해산업으로 인식되고 있는 점이 문제이다.

(7) 전자기기

전자 기기업종에서는 발포제, 프린트 기관조각, 프린트 배선기관의 세정폐액 등의 폐기물을 발생시키며 설비가동시 전력소비에 수반된 환경부하도 큰 편이다.

부품으로써 이용되는 반도체와 프린트 기관의 제조에는 많은 화학공정이 포함되는데 제조단계에 있어서 에너지소비에 수반된 NOx, SOx, CO₂ 등이 발생되고, 식각(etching), 도금처리 공정에서 수반된 오니 및 폐수가 발생되며 프린트 배선기관 조립과정에서도 납 및 할로겐 폐기물질이 배출된다.

현재 프레온 세정액의 생산전폐 예정에 따라 공정상 세정작업의 개선을 이루려는 노력이 한창 진행중이다.

(8) 가전제품

가전제품과 관련한 환경 부하로는 각 공정운전을 위한 전력소비, 열처리, 도장·판금·용접공정에서의 폐수와 각 공정에서의 폐기물(폐플라스틱, 폐금속, 폐유, 오니 등)을 들 수 있으나, 현재 대부분의 기업체들은 청정생산기술에 대한 인식도도 낮을 뿐만 아니라, 그 필요성에 대해서도 심각함을 느끼지 못하고 있는 실정으로서 정부의 환경규제에 의한 오염물의 배출허용 기준치만을 만족시키기 위한 노력만을 경주하고 있다.

(9) 자동차

자동차산업의 경우 제조공장의 규모가 크고 다 단계의 제조공정을 거쳐 생산되므로 에너지 소비에 따른 NO_x, SO_x, CO₂ 등의 유해가스, 생산공장의 각 공정에서 배출되는 고형폐기물 또는 고형발생물인 금속 Slag, 도료가스, 주물폐사, 폐플라스틱, 먼지 및 자동차의 이용시 발생하는 배출가스, 소음과 폐차시 발생하는 다양한 재질의 구성부품 및 윤활유 등과 같은 OIL류를 발생시킨다.

(10) 피혁

국내 대부분의 피혁용 약품업체들은 모두 기업 규모가 영세하여, 제조기술이 부족하고 생산제품의 종류가 적은데다 제품품질이 수입제품보다 훨씬 떨어지며 신탄, 가지제, 바인더 등의 피혁용 약품들은 그 사용량이 많은 반면, 피혁산업의 규모에 비해 피혁가공시 생기는 부산물의 활용방안에 대한 기술개발은 거의 진행되지 않고 있다. 특히 몰박업과 탈모석회 작업 등 준비작업시 많이 발생하는 등 피혁산업에서의 환경오염 발생은 제조공정에서 거의 대부분을 차지한다고 할 수 있으나, 피혁에 대한 전문연구기관이나 교육기관이 전무한 실정이다.

(11) 의약

의약산업에서는 의약품 생산하는 기술 및 설비가 다양하여 일률적으로 환경오염물질 배출기준을 정하기는 어렵다. 대부분의 의약들은 화학합성법에 의해 만들어지는데 반응 정제하는 과정에서 유기용매, 무기용매 등으로부터 나오는 폐수, 휘발성 용매를 사용할 경우에는 오염된 대기, 폐기물 등 환경오염 물질들이 배출시키며, 생물공정 발효를 이용하는 경우에는 고농도의 유기물로 인해 BOD가 높고 질소, 인 등이 포함

되어 부영양화에도 영향을 미치는 등 그대로 배출될 경우 심각한 생태계의 파괴가 예상된다. 의약산업 분야에 공통적으로 적용될 수 있는 청정기술로는 용제나 원료의 회수 및 재사용과 공정수의 재활용 또는 폐수의 절감을 들 수 있다.

(12) 시멘트

시멘트산업과 관련된 환경부하로는 석회석 및 원부재료 개발을 위한 산림훼손과 분진, 소음에 의한 환경파괴, 화석연료 및 석회석 사용으로 인한 CO₂가스발생 등을 들 수 있다.

(13) 석유화학

원유를 가공하여 생산 소비하는 과정에서 NO_x, SO_x, CO₂, 폐유, 먼지 등의 환경오염물질 발생하는데 저유황 연료의 사용, 에너지 절감형 장치의 도입, 고성능 촉매사용 등에 의한 최종처리물질 발생량 감소를 통한 대책이 필요하다. 또한 유분회수 및 재사용, 공정개선을 통한 환경친화적 공정시스템 개발 및 공정상의 오염물질 유출이 없는 기술개발이 요구된다.

그리고, 원유의 정제, 탈황, 열분해 과정에서 효율을 높이기 위한 혁신적인 신촉매를 이용한 NCC 공정 개발능력과 중유, 경유, 등유, 가솔린 및 기타 C₄유분의 연소공정에서의 에너지절감 및 Off-Gas 재사용 그리고 폐열 활용을 위한 고효율 장치 설비의 개발능력이 부족한 실정이다.

(14) 인쇄

인쇄공정 중 발생하는 오염물질로는 사진처리 공정에서의 현상액, 은성분과 제판과정의 현상액, 세척액 및 인쇄공정의 용제류, 기타 쓰레기 등이 있는데 인쇄과정에서 발생하는 폐기물의 양은 인쇄기계의 성능과도 밀접한 관계를 갖고 있다. 당면한 문제점으로서 인쇄업체들의 영세

성, 환경문제에 대한 무관심과 필요한 재활용 기술등의 미개발 등을 들 수 있다.

III. 청정생산기술개발의 필요성

최근의 국제환경규제는 기업의 생산공정과 관련된 「청정기술」의 무역장벽화로 나타나고 있으며 '92 UN 리우회의 이후 점차 가시화되고 있다. EU 의「포장 및 폐기물관리지침」에서는 유해폐기물 유통을 금지 (LCA 의무화)하고 있으며, 몬트리올의정서에서는 정밀기계, 반도체칩 등 생산공정에서의 CFC 사용을 규제하는 한편, OECD에서는 '95년 5월 생산공정에 대한 무역규제에 대해 합의하고 채택하였다. 또한, 워싱턴 선언에서는 육지로부터의 해양오염방지를 위한 대체물질의 개발을 요구하고 있다. 이처럼 최근에는 국제환경규제가 생산공정에까지 확대되고 있는데 이에 원천적인 대처가 필요하다.

한편, 국내환경규제도 강화되어 환경오염처리지출비용이 상승되고 있어 이에 대한 대책이 필요하다. 국민의 환경에 대한 욕구의 증대로 환경규제기준이 높아지고 규제방식도 종래의 농도규제에서 총량규제방식으로 전환 ('96~'97년까지 단계적 실시)되었다.

생산공정개선 등 청정생산기술의 개발없이 기존 사후처리수단으로는 기업의 환경비용부담이 무한히 증가할 수 밖에 없고, 중소기업의 경우 염색, 도금, 피혁, 도장 등 많은 업체들이 환경오염지출비용이 크게 상승하게 되어 경쟁력이 상실될 우려마저 있다.

이에 대해 염색·도금·열처리 등 3D 업종은 산업공동화 및 인력공동화에 적극 대응할 필요가 있는데, 청정기술로 생산공정을 개선하면 자동화로 인한 생산성 향상, 오염저감, 작업 환경개

선, 에너지 및 자원 절감 등이 현저히 향상되므로 공동화에 대해 원천대처가 가능할 것이다.

또한, 예상되는 생산공정에 대한 국내의 환경규제가 실시되기 이전에 중소기업에 대해 관련기술을 보급할 필요가 있다.

가시화되고 있는 환경과 무역에 관한 국제적 다자간 협상인 환경라운드(Green Round)에 대처해야 하는 시점에 와 있으며 서구 선진국가들은 지구환경의 보호를 위한 기술적 노력을 추진하며 이를 무역규제와 연결함으로써 자국의 상품과 자연을 동시에 보호하는 효과적인 무역장벽으로 이용하려 하고 있다. 이에 대처하기 위해 국내에서도 관련 정부부처와 기업에서 환경비투자 및 첨단 환경 및 청정생산 기술개발에 적극적인 관심이 요구된다.

환경보전을 위한 무역규제 대상이 종래에는 제품 자체가 대상이었으나, 원료의 채취에서부터 완제품이 생산되어 출하될 때까지의 모든 생산행위에 대해 규제를 실시하여 그 범위를 확대하는 논의가 전개되고 있으며, 제품의 환경적 특성에 대한 규제만으로 환경정책을 효율적으로 추진할 수 없기 때문에 공정 및 생산방식 (PPMs: Process and Production Methods) 규제가 불가피하다고 판단하고 있다. 이처럼 환경관련 무역조치를 확대하려는 움직임에 신속히 대처할 필요가 있다.

국제표준화기구(ISO)에서는 환경경영규격의 제정을 '97년까지 완료하여 '98년부터 시행한다는 목표하에 표준규격 제정을 추진중이며 일부 구주 연합국가를 중심으로 강제 규격화를 하려는 움직임도 있다.

미국 등 일부 선진국에서는 국가간 환경기준의 격차에 따른 생산비 차이를 환경덤핑 (Environmental Dumping) 또는 생태적 덤핑 (Ecological Dumping)으로 간주하여 이에 대해

관세를 부과하는 환경상계관세를 부과해야 한다고 주장하고 있으며, 우리나라가 가입한 몬트리올 의정서, 바젤협약, 기후변화협약 등의 국제협약의 발효로 인하여 CFC, 폐기물자원 및 에너지 사용과 관련하여 국내산업에 직접적인 영향을 미치고 있다.

국내산업의 경우 환경오염을 원천적으로 예방하기 위하여 원료의 입수부터 생산, 관리, 설계, 청정처리까지의 전공정에 대한 환경평가와 청정생산기술개발 노력이 절실한 시기이며 원천적인 오염예방 기술인 청정생산기술의 연구개발을 통해 시장개방과 무역규제를 효과적으로 이용하는 정책이 필요한 시점이다.

IV. 결론

청정생산기술의 개발 및 확대보급을 위하여는 환경개선에 대한 정부, 기업, 소비자의 강력한 의지와 호응이 절대적으로 필요하며 현재까지의 End-of-pipe 환경기술로는 국제적인 환경오염규제를 따라갈 수 없다는 것을 인식하고 청정생산기술로의 전환에 대한 추진을 강화하여야 한다. 청정생산기술을 위한 초기투자비는 종래의 환경설비기술을 이용한 사후 처리시설 투자비보다 크나, 총비용적인 측면에서는 오히려 경제적이라 하겠다.

이에 따른 경쟁력 강화방안으로서 다음과 같은 것을 들 수 있다.

(1) 종합적인 지원체제의 구축

환경친화적 산업구조로의 전환추진에 관한 법률 제정에 따라 환경설비 및 청정생산기술개발, 부품 국산화, 품질인증제, 공제사업 등을 종합적으로 연계하여 추진하고, 환경산업협의회, 업종

별 사업자단체, 청정기술학회, 전문연구소 등과 산·학·연의 종합적인 연계 및 지원체제의 구축이 필요하다.

(2) 기술력의 강화

정부투자에 의한 공정, 제품, 재이용, 기반기술 개발 등의 청정생산기술개발을 본격화하고 기존 관련연구소 위주의 기술지원방식에서 탈피하여 산업현장 엔지니어로 기술지원단 구성하여 실질적인 기술지원이 이루어 지도록 하여 중소기업 기술지원의 내실화를 추구해야 겠다.

한편, 청정생산기술개발 및 환경설비투자의 위험부담을 최소화하고 산업화의 효율적 추진 등을 위해 선진국 핵심기술의 국내보급을 추진하고, 현장인력의 청정생산기술 재교육 등을 통해 연구인력 및 산업현장인력의 양성 등 전문기술인력의 양성을 추진해야 한다.

(3) 산업기반의 구축

전문 대형환경설비 업체를 육성하고 정부의 지원강화로 부품, 재활용 등 중소기업육성을 강화해야 할 필요가 있다. ISO-14000 등 국제환경기준의 국내적용 등으로 청정생산 및 환경설비의 내수기반을 확충하고, 수입 기자재의 국내합작생산, 공정엔지니어링업체의 육성 등을 통해 국내 생산기반을 강화해야 한다.

(4) 세계화의 적극 추진

선진국과의 국제공동개발을 추진하고, 시장잠재력이 풍부한 중국 및 동남아국가와의 산업협력을 강화하여 핵심기술 확보 및 안정적인 시장진출을 도모할 수 있으리라 본다. 또한, UNDP(환경개발계획), CSD(지속개발위원회) 등 국제기구의 논의에 능동적으로 대처해야겠다.