

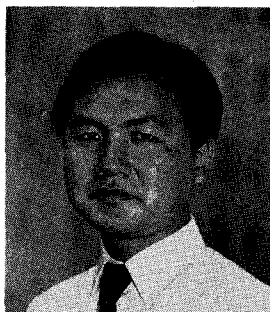
환경오염을 사전에 예방하는 “클린테크 (Clean Tech)”

지구환경을 보호하기 위한 클린 테크놀로지(Clean Technology) 개발에 세계적인 관심이 집중되고 있다.

서울대 환경안전연구소와 한국공업화학회는 최근 ‘클린테크에 의한 환경관리’라는 주제로 환경보전 심포지엄을 열어 클린테크의 중요성과 국내외동향 그리고 향후 연구개발 방향을 제시, 200여 참석자들의 관심을 끌었다.

클린테크이란 오염발생후의 환경관리가 아닌 사전예방 개념으로서 제품생산시 에너지와 자원의 소비를 줄이고 오염물질의 발생을 원천적으로 없애거나 최소화시키는데 그 목적이 있다. 최근까지는 오염물질이 발생한후 이를 처리하는 기술개발에 중점을 두어왔으나 이같은 기술은 투자비와 운영비가 많이 들고 오염물질 배출증가로 인해 환경기준을 달성하기 어려우며 에너지 및 자원절약이 곤란하다는 문제점이 제기된다. 유럽, 미국, 일본등의 선진국이나 인도, 브라질 같은 개발도상국에서 15여년전부터 클린테크의 연구, 개발에 관심을 갖고 산업체에 이를 적용하는 것도 이때문이다.

유럽공동체(EC)는 지난 73년부터 4차례에 걸쳐 발전적 환경정책을 채택한데 이어 79년엔 평의회에서 클린테크에 대한 정의를 내린 이후 클린테크의 연구, 개발에 깊은 관심을 가져오고 있다. EC는 그동안



徐炳基
(스포츠서울·과학부 기자)

ACE(Action by the Community relating to the Enviroment) 프로그램을 채택, 클린테크의 개발, 폐기물의 회수 및 재이용기술의 개발, 유해 폐기물에 의하여 오염된 지역의 정화, 자연환경의 질을 측정하고 추적할 수 있는 방법의 개발 등 4가지 연구과제에 대한 ‘Demonstration Projects’ (실험실에서의 연구결과는 성공적이었으나 실용화하기에는 아직 충분한 자료가 축적되지 못한 새로운 기술개발)에 연구비를 지원하고 있다.

미국은 환경청산하에 오염방지부(Pollution Prevention Office)를 설치해 클린테크의 연구, 개발을 가속화하고 있다. 일본의 경우는 상공부가 중요한 역할을 하고 있으며 83년부터 통산성 주관 아래 10개의 개인회사가 공동으로 100억엔 이상을 투자하여 도시쓰레기로부터 에너지와 자원을 회수하기 위한 연구를 수행하고 있다.

서울대 화학공학과 이화영교수에 따르면 클린테크의 목적을 달성하기 위한 방법은 ▲새로운 생산공정을 도입하거나 기존의 공정을 수정, 오염물의 발생 및 에너지, 원료, 물 등의 소비를 극소화하는 생산공정의 연구 ▲발생된 폐기물에서 에너지, 원료, 물등을 회수하여 재이용하거나 폐기물을 가공, 2차생산품을 만들어 경제성 및 환경보존의 효율성을 극대화하는 연구 ▲기존의 제품과 성능은 유사하지만 환경에 대한 유해성이 보다 적은 에너지 및 신물질의 개발연구등이 있다는 것이다.

이같이 클린테크에는 폐기물재활용(폐수로부터의 중수생산 농수산물, 폐기물로부터 메탄가스의 제조등), 생산공정최적화(열병합발전등), 청정에너지(Clean Energy) 및 무공해신제품개발(CFC 대체품개발 수소에너지의 저장 및 활용, 연료전지개발등)등이 모두 포함된다.

이교수는 국내의 경우 클린테크라는 용어조차 생소하게 받아들일 정도로 연구개발 및 보급이 미미한 실정이지만 단지 클린테크이란 용어를 사용하지 않고 있을뿐 폐기물의 재활용, 에너지 및 물질의 효율적 이용, 기술의 개발 및 청정에너지의 개발에 대한 기초 및 실용화연구가 부분적으로 이뤄지고 있다고 밝혔다. 이어서 그는 우리나라에서 클린테크가 효과적으로 적용되기 위해서는 화학생물, 환경공학, 화학

공정기술등에 대한 전문지식을 가진 연구자들의 공동연구가 활성화되어야 하며 새로운 제조공정등도 함께 도입되어야 할 것으로 지적했다.

실제 산업현장에서 클린텍을 활용하고 있는 미국 듀폰사의 안전 및 환경부문 이사인 리차드 로마넬리박사는 듀폰사에서 이미 실시하고 있는 여러가지 클린텍을 소개한 뒤 클린텍의 적용에 따른 경제적인 효과를 설명했다.

듀폰은 제품의 제조에서부터 사용과 폐기까지 환경적으로 안전하지 않으면 생산하지 않으며 폐기물량은 최소화해야 한다는 것을 신조로 삼고 있다는 것이다. 듀폰은 87년 휴스턴공장의 황산칼슘폐기물을 토양안정제로 활용하는데 성공, 건축업계에 판매해 오고 있으며 현재는 연간 수요가 생산량을 초과하고 있다. 멕시코 마타모로스 공장에서는 재순환과정을 채택, 공업용수 사용량을 감소시키는 한편 이곳에서 생산되는 황산칼슘의 일부를 마타모로스시에 기증하기도 한다. 이렇게 해서 가뭄이 심한 리오그란데강에서 물을 끌어올 필요가 훨씬 줄었다.

또한 테프론 생산공장에서 나오는 염산은 공정을 거쳐 염화칼슘으로 재생산된후 다른 공장으로 보내져 케블라섬유생산에 사용되고 있다. 케블라는 중량단위당 인장강도가 강철의 5배나 되는 초강력 섬유로 최근 뉴욕에서 학생들이 케블라로 만든 방탄조끼를 입고 있다고 해서 화제가 된 섬유이다.

듀폰은 고객사의 폐기물 처리에 대해서도 협력하고 있다. 일례로 루이지애나주에 있는 번사이드 공장에서는 가솔린의 옥탄가를 높이는데 쓰이는 황산을 생산, 정유회사에 공급하고 그들이 사용하고 난 폐황산을 회수하여 다시 재생 공급하는 연속적 시스템을 적용하고 있다. 뿐만 아니라 듀폰은 환경과 안



**‘사후약방문’으로는
하나뿐인 지구를
살릴 수 없다. 생산단계에서
오염물질을 제거하는
클린텍의
광범위한 도입이
국내에도 시급한 실정이다.**

전에 관한 상담 및 서비스를 제공하고 있으며 화학비상대처시스템인 ‘SAFER’은 곧 아시아 태평양지역에도 도입할 예정이다.

로마넬리박사에 따르면 듀폰은 폐기물을 제거하거나 최소화한다는 개념이 환경적으로도 필요할뿐 아니라 경제적으로도 유망하다는 것을 널리 알리기 위해 ‘유독성폐기물자문위원회’를 구성·운영하고 있다.

산업계는 이제 일반대중의 욕구와 기대에 부응할 만한 수준으로 기업활동이 이뤄지도록 헌신하는 태도와 실천력을 갖춰야 한다. 로마넬리박사는 “이를 기업환경보호주의라고 정의하고 있는 듀폰은 어

느 간부가 환경적으로 얼마나 많이 기여했느냐에 따라 그 급여액을 결정하는 획기적인 평가방식의 채택을 고려하고 있다”고 말했다.

듀폰의 각 공장 책임자들은 매년 자기 공장의 폐기물 감소목표를 서면으로 작성한 프로그램을 실천한다. 이 프로그램에는 ‘5R의 요소’ 즉 Reduce(폐기물 발생량 감소), Reuse(자원의 순환 재사용), Recycle 또는 Rework(불합격 생산품을 완성품으로 재작업), Recover(사용된 화학제나 원재료에서 사용가능한 자원을 회수) 및 Research(연구개발)가 포함된다.

이 프로그램의 적용으로 각 공장은 자체 폐기물량 발생을 줄일수 있었다. 텍사스주 뷰몬트공장은 이 프로그램을 실제 적용한 대표적인 케이스. 여기에서는 프로그램에 따라 공정을 변경한 결과 폐기물량이 최소화되면서 연간 1백만 달러의 비용절감을 가져왔다. 또한 뉴저지주에서는 연간 운영비가 1백만 달러나 소요되는 2백만 달러짜리 조각료를 구입하는 대신에 25만여달러의 투자와 엔지니어링공정의 변경을 통해 문제가 되어 오던 대기방출량을 80%나 적감시킬수 있었다.

듀폰은 현재 웨이스트 매니지먼트사와 합작으로 세운 시카고와 필라델피아 쓰레기 처리공장을 통해 페플라스틱류로부터 고가의 폴리머를 회수하는 사업에 성공을 거두고 있다. 또한 이산화티타늄공장의 고품 폐기물로부터는 환경적으로 안전한 시에라-크리트 기층용 골재를 재생산해 도로건설용과 해안 매립재로 판매, 수익을 올리고 있다. 따라서 로마넬리박사는 “환경보호야 말로 유망한 사업분야”라고 결론짓는다.

프랑스 식품가공연구소의 벤 아임박사는 오염처리 및 유효물질 회수와 관련된 막분리(MEMBRAN-

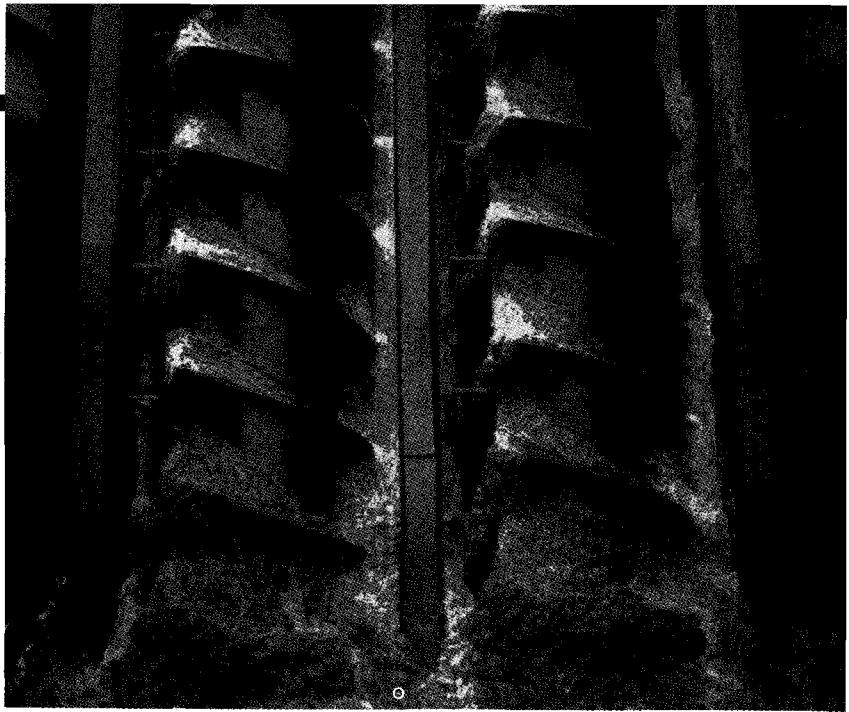
ES) 공정기술에 대하여 자세히 설명했다. 정밀여과, 한외여과, 역삼투, 전기투석 기체분리, 투과증발 등을 포함하는 막분리공정은 연속적으로 정화, 농축, 분리시키는 특성을 갖고 있기 때문에 기존 또는 신규 생산공정에 쉽게 도입할 수 있는 클린텍의 중요한 분야라고 설명했다. 현재 막분리공정을 이용, 자원을 절약하고 오염물질 발생을 감소시키고 있는 분야는 표면처리 공정을 비롯, 피혁직물, 제지, 광산업 및 화학산업등이다.

막분리공정의 적용으로 폐기물이 부가가치가 높은 제품으로 둔갑, 유용하게 사용되는 것중의 하나로 우유의 유장을 들 수 있다. 얼마전까지만 해도 유장은 악성폐기물로서 호기성 또는 혐기성같은 생물학적 처리를 했으나 막분리 기술의 적용으로 이 유장은 이제 폐기물이 아닌 제품으로 간주되게 되었다.

환경처의 고온화 산업폐기물과장은 폐기물의 자원화 및 감량화는 처리과정중 발생하는 환경위생상의 문제점을 근원적으로 해결할 수 있는 바람직한 방안임을 강조했다.

폐기물의 자원화란 일단 폐기물로 배출된 것을 다시 유용한 자원으로 이용하는 것을 말하며 감량화는 폐기물로 배출되기 이전에 제품생산공정의 개선, 원료물질의 대체 등을 통하여 폐기물의 발생량을 원천적으로 줄이는 것이다. 현재 폐기물의 자원화는 물질회수(Material Recovery), 물질전환(Material Conversion), 에너지회수(Energy Recovery)등을 통하여 비교적 활발하게 이뤄지고 있으나 공정 개선등을 통한 발생원의 감소(Source Reduction)는 산업체의 인식부족, 구체적인 기술개발의 부진등으로 인하여 그리 활발하지 못하다.

철강생산시 원광석을 사용하는 대신 고철을 사용하면 에너지소비량은 74%, 대기오염물질의 발생은



▲ 국내에 도입된 클린텍 사례, 하수를 번기용수로 재사용하는 롯데월드 중수처리시설.

86%, 수질오염물질의 발생은 76%나 줄어드는데 이러한 사실은 폐기물의 자원화 및 감량화가 환경보전을 위해 얼마나 중요한지를 잘 설명하고 있다.

현재 우리나라의 자원화실태는 공병이 92%로 가장 높고 폐지가 42.5%, 고철이 34.2%, 폐타이어가 45%를 보이고 있으나 전체적으로 매우 미미한 상태이다. 그 원인으로서는 폐기물을 자원화하는데 드는 비용외에도 자원화에 대한 촉진시책이 미흡하고 자원화에 대한 사회적인 인식이 그리 높지 못하다는 점등이 지적될 수 있다. 또한 재활용되어 생산된 재생제품의 시장이 매우 불안정하다는 점도 들 수 있다.

감량화의 한 방법으로는 소각에 의한 것이 있는데 소각을 하면 폐기물의 종류에 따라 다소 차이는 있지만 원래의 폐기물에 비해 90~95%의 양적 감소를 기대할 수 있다. 그러나 현재의 소각처리율은 생활쓰레기의 1.9%, 산업폐기물의 3.8%에 지나지 않는다.

따라서 폐기물 관리에 있어서 자원화 및 감량화를 효과적으로 달성하려면 ▲폐자원 유통체계의 확립 ▲보조금 지급, 조세감면, 금융지원등을 통해 폐기물회수 및 이용자

에 대한 경제적 유인시책의 마련 ▲제품출고시 상품가격에 가산하였다가 제품을 회수할 때에 되돌려주는 보증금제의 실시 ▲처녀원료(Virgin Material)에 대한 수입관세를 인상 ▲저수요기에 폐자원을 비축해 두었다가 고수요기에 방출하는 폐자원 비축제도의 실시등의 대응방안이 필요하다.

그러나 무엇보다 중요한 것은 폐기물의 자원화가 에너지와 자원의 절약, 오염물질발생량의 감소 및 그에 따른 각종 운반 저장 처리의 비용절감으로 연결되므로 각 가정이나 기업가들을 포함한 국민 모두의 유기적인 협조가 절실히 요청된다.

클린텍은 일반에게는 낯선 개념이지만 학계일각에서는 이미 수년 전부터 그 중요성에 대해 주목해왔다. 특히 클린텍은 오염물 발생의 사후처리기법보다 그 적용범위가 넓고 보다 근원적인 해결방안을 제시할 수 있다는 점에서, 환경보호 측면에서도 우리가 한층 관심을 기울여야 할 분야다. 이번 심포지엄은 다소 늦은 감이 있으나 환경관리의 기본개념을 광범위하게 소개했다는 점에서 의의가 크다고 하겠다. ◻