

청정기술과 생산기술

서울대학교 환경안정연구소 소장

이화영

청정기술에 대하여 관심을 갖게 된 것은 1970년대 후반부터라고 할 수 있다. 청정기술은 영어로 clean technology로 시작되었으나 최근에 와서는 생산기술에 보다 중점을 두어 cleaner production으로 더 많이 이해되고 있다. 글자 그대로 보다 깨끗한 생산을 한다는 뜻을 나타내는 말로서 이를 좀더 구체적으로 설명하면 “생산공정에서 원료와 에너지를 적게 쓰고 제품의 생산이 끝난 시점에서 폐기물의 양을 최소화하며 생산된 제품이 환경친화적이어야 함”을 말한다.

환경오염문제는 이제 온 국민들의 관심이 되고 있을 뿐 아니라 실제 이상으로 그 심각성이 일반국민에게 인지된 경우가 많아 제조업에 어려움이 가중되고 있는 것이 사실이다. 지구를 있는 그대로 보존해서 인간의 생존에 지장을 없게 하기 위해서는 환경오염을 방제해야 한다는 데에는 누구나 인식을 같이하고 있다. 지구상에 인류가 적었던 원시사회에서는 자연환경과 자연자원만으로도 인간의 생존할 수 있었으나 인구의 증가와 인간문명의 발전에 따른 산업의 고도화 및 다양화로 인하여 천연자원의 물리, 화학, 및 생물학적 가공에 의해 인간이 필요로 하는 새로운 물질을 만드는 것은 불가피하게 되었고 이는 곧바로 환경의 변화를 가져오고 오염원을 유발시키는 결과를 가져오고 있다.

그렇다고 해서 이제 인류가 다시 원시사회로 돌아가 자연에만 의존해서 생활할 수는 없는 일이다. 지금까지의 과학발전에 의해 인공물질이 개발되고 이로 인하여 환경이 파괴되었다면 미래의 과학발전은 파괴된 환경을 제자리로 돌려놓는 쪽으로 발전해야 하는 것이 환경문제를 해결하는 방법이다. 지금까지의 환경문제 해결방법은 주로 오염물질이 발생한 후에 이를 처리하는 기술 즉, “종말처리기술 (End of Pipe Technology)”에 의존하여 왔다. 그러나 배출되는 오염물의 종류가 다양해지고 그 양이 증가하는 반면 환경규제가 보다 엄격해지고 있어 종말처리기술로는 환경기준에 맞추기 어렵고 이 기술에 의한 환경문제 해결은 제품의 생산원가를 증가시키는 커다란 요인이 되고 있어 경쟁력에 바탕을 둔 기업경영에 어려움을 가중 시켜 온 것이 사실이다. 따라서 발생된 오염물을 단순히 처리하는 치유법(Curative Action)으로 부터 에너지와 자원의 소비를 줄이면서 오염물의 발생을 원천적으로 없애거나 극소화시키는 예방법(Preventive Action)으로 환경문제를 처리해야겠다는 인식전환이 자연스럽게 이루어져 왔다. 이러한 맥락에서 나온 대안이 청정기술이며 영어로는 Clean Technology 이외에 Pollution Prevention, Waste Minimization, Waste Reduction, 및 Low and Non-waste Technology(LNWT) 등 여러 가지 말로 표현되고 있으며 최근에는 Cleaner Production으로 널리 통용되고 있다.

이러한 기술은 모두 생산공정의 개선에 의해 이루어지는 in-process technology로서 제품의 생산과정에서 생성된 산업폐기물(On-site Wastes)을 최소화하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 언

식에서 1970년대부터 유럽, 미국, 일본 등의 선진국이나 인도, 브라질 같은 개발도상국들은 청정 기술을 환경정책의 기본골격으로 삼고 연구개발 및 교육홍보에 적극적인 노력을 기울이고 있다. 이러한 공동목표가 응집되어 1987년에 국제청정기술협회 (International Association for Clean Technology)가 발족되었으며 현재 오스트리아의 비엔나에 본부를 두고 있다.

UNEP (United Nations Environmental Programme)에서는 산업발달과 자연환경 보존을 양립시키기 위해서는 전세계적으로 무오염물기술(LNWT)이나 폐기물의 회수 및 재이용기술을 확대 보급해야 한다는 인식하에서 1977년부터 유럽경제위원회(Economic Commission for Europe)와 공동으로 LNWT기술을 개발하고 있으며 또한 "CLEANER PRODUCTION"이란 Newsletter를 발간하는 한편, National Cleaner Production Center(NCPC)를 설립하여 전세계적으로 청정기술 보급에 힘쓰고 있다.

유럽공동체 (EC)는 1979년 평의회에서 청정기술에 대한 정의를 내리고 기존의 오염처리방식에서 탈피하여 청정기술의 개발에 깊은 관심을 가지고 연구개발과 기술이전을 촉진하고 있다. 1985년에는 청정기술 개발에 관한 12종의 과제에, 그리고 1987년에는 청정기술 개발과 폐기물 재이용에 관해 모두 24종의 과제에 각각 연구비를 지급하였다. 또한 프랑스 환경처와 유럽연합은 청정기술상을 제정하여 무오염/저공해 기술을 개발한 기업에 매년 청정기술상을 시상하고 있다. 그 밖에도 EUREKA Environment Project가 유럽의 19개국에 의해 공동으로 연구되었다.

미국 환경청은 오염방지 및 유해물질국(Office of Pollution Prevention & Toxics)을 설치하여 청정기술의 연구개발을 가속화시키고 있으며, 1990년에는 오염방지법(Pollution Prevention Act)이 의회의 승인을 받은 것을 계기로 미국 환경청에서는 청정기술을 환경정책의 최우선 순위로 결정하고 이 분야에 연구개발비를 적극 지원하고 있다.

선진국에 비하여 우리 나라는 제조업이 차지하는 비중이 계속 증가하고 있기 때문에 에너지의 소비량은 물론 오염물의 배출량도 증가하여 자연환경의 수용능력을 감안할 때 환경기준을 더욱 강화할 수밖에 없다. 따라서 생산과 소비과정에서 에너지와 자원의 효율적 이용을 통하여 자원의 보존과 폐기물의 배출량을 최소화시켜야 될 형편이다.

우리 나라에서 청정기술에 대한 개념이 도입된 것은 1990년 8월 서울대학교가 "공학우수연구센터 (Engineering Research Center)"로서 "클린텍 연구센터 (Clean Technology Research Center)"를 한국과학재단에 신청한 것이 계기가 되었으며 청정기술에 대한 인식부족으로 비록 ERC로 선정되지는 못하였지만 이것을 계기로 1991년에는 "클린텍연구회"가 결성되고 이후 각종 세미나와 연구발표회를 가져왔다. 클린텍(이후 청정기술로 바꿈)의 개념이 무오염기술로서 오염물질을 회수하여 재 이용하는데 있음이 밝혀지자 매스컴에서는 마치 모든 환경문제를 해결할 수 있는 청정기술이라는 "요술방망이"가 있었는데 이것을 모르고 지금까지 딴 짓을 하고 있었다는 식으로 많은 관심을 보였다. 어느 한 분야에서 청정기술이 개발되면 그것이 환경문제를 해결할 뿐만 아니라 경제적 이익도 줄 수 있다는 점에서 요술방망이 입에는 틀림이 없으나 이 요술방망이는 주워 오는 것이 아니라 스스로 만들어야 한다는 점을 유의하지 않으면 안된다. 환경문제를 해결하고 경제적 이익까지 줄 수 있는 기술이 있다면 이것을 마다할 사람, 기업, 더 나아가 국가가 어

디 있겠는가? 그러나 앞으로의 환경문제의 해결은 앞에서 잠깐 언급한 여러 가지 이유로 종말처리기술 보다는 청정기술 쪽으로 접근방법을 바꾸지 않으면 안된다.

청정기술은 주로 산업체 on-site에서의 in-process technology 임으로 생산기술과 직결되어 있다. 현재 우리 나라는 석유화학산업이 양적으로 세계 제5위에 해당한다고 하지만 우리의 기술력은 30%밖에 되지 않고 있어 대부분의 핵심기술을 모두 도입에 의존하고 있어 생산력 향상을 위한 공정개선 등은 당분간 기대하기 어려운 것이 사실이나 생산에 관계되는 기업경영인과 모든 종업원이 환경오염물질을 최소화하겠다는 일념으로 항상 환경문제를 유념하는 자세로 임하면 점차적으로 그 공정에 대한 청정기술이 얻어지게 될 것이 틀림없다. 청정기술이 cleaner production으로 표현되는 것이 더 바람직한 이유는 비교급으로 표현되어 있어 어느 공정에 적용되는 현재의 청정기술이 완벽한 것이 아니라 앞으로 계속해서 보다 나은 기술을 지향한다는 뜻을 지녔기 때문이다. 따라서 한번에 완벽한 기술을 개발하는 것을 목표로 하지 않고 하나 하나씩 고쳐 나간다면 어느 회사나 지금보다는 더 좋은 방향으로 공정을 개선하고 오염물질을 재 이용하여 경제적 이익을 얻을 수 있을 것으로 확신한다.

한가지 예로서 Dow Chemical의 WRAP(Wastes Reduction Always Pays)운동을 들 수 있다. Dow Chemical사는 청정기술을 개발하기 위하여 매 프로젝트당 \$200,000의 예산으로 폐기물 발생량 Zero를 목표로 하는 WRAP 운동을 전개한 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 Pittsburgh 공장에서 1984년부터 1989년까지의 6년동안 위해성 폐기물의 양을 무려 95%나 감축시킬 수 있었다. Dow의 WRAP 운동은 다음과 같은 지침을 갖고 수행되었다. 즉

- 폐기물의 발생을 없애거나 최소화한다.
- 재 이용하거나 재순환 시킨다.
- 가연성 폐기물은 되도록 소성 처리한다.
- 마지막 수단으로 매립 처리한다.

TABLE 1 HAZARDOUS WASTE HISTORY AT DOW'S PITTSBURGH PLANT SITE

| YEAR | TREATMENT ONSITE | DISPOSAL OFFSITE | TOTAL GENERATED |
|------|------------------|------------------|-----------------|
| 1984 | 58,086 | 8,097 | 66,183 |
| 1985 | 55,117 | 4,454 | 59,571 |
| 1986 | 31,397 | 5,188 | 36,567 |
| 1987 | 15,690 | 5,256 | 20,946 |
| 1988 | 0 | 4,627 | 4,627 |
| 1989 | 0 | 3,268 | 3,268 |

다행히 우리 나라에서도 청정기술이 G7 연구과제의 일부로 선정되어 1992년부터 국가적 차원에서 체계적인 연구가 시작되었으며 1994년에는 환경부 장관이 수여하는 "청정기술상"이 제정

되어 제1회 수상자가 결정되었음은 청정기술개발을 촉진시키는 계기가 될 것으로 생각된다. 또한 이번에 청정기술학회가 발족됨으로서 산학연이 일체가 되어 청정기술의 발전에 협력의 기틀을 마련하게 된 것은 뜻깊은 일이라 할 수 있다.