



서울 삼성동 코엑스 인도양홀에서 열린 에너지 전시회에서 관람객들이 철소가스를 이용한 자기부상열차를 흥미롭게 살펴보고 있다.

연합모토

6 청정기술

환경 친화적 산업공정 개발 '2차오염 물질' 최소화한다

글_ 서동진 한국과학기술연구원 청정기술연구센터 djsuh@kist.re.kr

1992년 범지구적 환경 대응 방안을 논의하기 위해 브라질의 리우데자네이루에서 열렸던 지구정상회담(Earth Summit)에서 세계의 정상들은 지구환경문제와 자원문제를 해결하고 경제발전을 동시에 달성하기 위해 지속가능한 발전(sustainable development)이라는 새로운 발전 패러다임과 이를 위한 실천강령인 '의제 21(Agenda 21)'을 채택하였다. 그 후 10년이 지난 2002년 9월 남아프리카공화국의 요하네스버그에서 개최된 지속가능한 발전 세계정상회담(WSSD: World Summit on Sustainable Development)은 지구정상회담 이후 지난 10년간의 지속가능한 발전을 위한 각국의 의제 21 실천노력과 성과를 검토하고 향후 나아갈 방향을

재정립하는 자리였다. 이 회담에서 각국 정상들은 지속가능한 발전을 위해서는 경제성장, 사회발전, 환경보전이 서로 조화를 이루어야 한다는 원칙에 대하여 공감하고 이를 달성하기 위하여 빈곤퇴치, 지구온난화에 대한 대응, 유해물질 사용저감 등 다양한 실천방안에 대한 이행계획(Implementation Plan)을 수립하였다. 이제 지속가능한 발전은 선택이 아니라 작게는 국가의 번영, 크게는 모든 인류의 번영과 생존을 위해 반드시 실천해야 할 과업이 되었다.

이러한 지속가능한 발전의 중심에는 청정기술이 있다. 청정기술은 오염물질의 발생을 근원적으로 방지하는 사전오염예방기술로 이미 발생된 오염물질을 사후처리하는 기술보다는 원

션 어렵지만 미래지향적이다. 일단 배출된 오염물질을 처리하는 사후처리기술은 그 동안 국내·외적으로 꾸준히 개발되어 대기, 수질, 폐기물 등 모든 분야에 이미 효과적으로 적용되고 있다. 그러나 이 기술은 오염물질을 완전히 제거하는 것이 아니라 다른 오염물질로 전환하거나 2차 오염물질의 발생을 초래할 수 있다는 근본적인 문제를 안고 있다. 특히 향후 환경규제가 더욱 강화되면 사후처리에 더 높은 비용이 소요되거나 기술적으로 도저히 규제치를 맞출 수가 없는 한계에 도달할 수밖에 없다. 지금까지는 우리 사회가 고도성장을 위한 투자 경쟁에 몰두하다 보니 환경파괴가 심각한 수준에 이르렀고 우선은 단기적인 처방으로 사후처리 방식을 택하였다. 그러나 단순한 의식주 해결을 넘어 삶의 질적인 측면을 생각하기 시작한 이제야말로 청정기술을 근간으로 하여 지속가능한 발전의 길로 나아가야 할 때다.

식물 광합성 닮은 꿈의 청정공정기술

넓은 의미에서의 청정기술은 생산과 소비의 전과정에서 오염물 발생 최소화를 위한 기술을 총칭한다. 즉, 에너지 및 자원의 사용을 절감(reduce)하거나 폐기물을 재사용(reuse) 및 리사이클(recycle)하는 3R 기술과 원료, 생산, 유통, 폐기라는 상품의 전수명을 통하여 환경오염을 원천적으로 최소화하는 환경친화적인 과정과 상품 자체의 개발도 포함된다. 물을 예로 들면 우선 아끼고, 복용한 물을 청소하는데 또 쓰고, 오염된 물을 정화해서 다시 써야한다는 것이다. 청정화학공정은 유해한 원료 및 용매를 대체하거나 여러 단계의 반응을 거쳐야 하는 공정에서 효과적인 촉매를 사용하여 반응 단계를 줄이는 기술이 핵심이 되고, 폐수 발생이 큰 문제인 도금, 세정, 염색 분야에서는 건식공정의 개발이 대표적인 청정기술이라고 할 수 있다. 이미 반응에 사용되는 유기용매를 물로 대체하거나 용매를 사용하지 않는 정밀화학공정과 낮은 온도에서 작동하며 부산물의 발생을 최소화하는 새로운 촉매의 개발이 지속적으로 이루어지고 있다. 그러나 자연의 자정능력에서 보듯이 태양빛에너지를 이용하여 이산화탄소와 물로부터 유기물을 합성하는 식물의 광합성을 인공으로 모방할 수 있다면 가장 이상적인 청정화학공정이 될 것이다.

최근에는 청정공정기술과 함께 생산, 유통, 폐기 전과정에서의 환경오염 측면을 고려하여 제품을 설계하는 청정제품기술



요하네스버그 세계정상회담 로고



청정생산 로고

도 청정기술의 핵심적인 부분을 차지하게 되었다. 단순히 사용 시 또는 사용 후 독성을 저감 또는 무해화하는 제품과 수명 연장이나 사용 후 재사용 및 분해가 가능하도록 하는 제품의 설계에 이르기까지 기술의 영역은 다양하다. 환경오염자가 환경개선 비용을 부담해야 한다는 논리가 국내외적으로 점차 확산되면서 폐기물을 고려한 청정제품의 중요성이 강화되고 있는데 특히 고분자 제품, 세제, 염료, 농약 등에서 개발이 눈에 띄고 있다.

최근 플라스틱의 사용량이 많아지고 포장재, 일회용 제품으로 사용 후 폐기되는 플라스틱 폐기물이 급증함에 따라 자연계에서 분해되지 않고 반영구적으로 남아 환경오염 문제를 야기하는 페플라스틱이 새로운 문제점으로 대두되게 되었다. 선진 각국에서는 이미 이에 대한 규제에 들어갔으며 앞 다투어 분해성 수지라는 청정제품의 개발에 매진하여 상당부분 실용화 단계에까지 이르렀다. 분해성 수지에는 토양·수중 등의 자연환경에서 미생물에 의해 분해되는 생분해성 수지와 태양광에 의해 분해되는 광분해성 수지, 진분 등 분해물질을 범용 플라스틱에 첨가하여 만든 생분괴성 수지, 그리고 이들의 특성을 혼합한 생·광분해성 수지 등이 있다. 천연원료와 미생물을 이용한 생분해도가 높은 세제, 무해 염료 및 농약 등과 표면 코팅에 의하여 방출을 조절하는 지효성의 비료, 농약, 의약 등도 대표적인 청정제품의 예다.

'환경 전과정 평가'로 환경 영향 평가

제품의 환경친화 정도를 파악하기 위해서는 단순히 생산공정이나 제품의 특성만을 고려하는 것만으로는 충분하지 않고 제품 시스템의 전과정인 원료채취 및 가공, 제조, 수송, 사용, 폐기 단계에서 야기되는 환경부하를 모두 통합적으로 고려하여야 한다. 이를 위하여 환경 전과정 평가(LCA: Life Cycle

친환경 기업만이 살아남는다

환경 경영 문제가 21세기 기업 경영에서 화두로 떠오르고 있다. 이에 제대로 대처하지 못하면 기업의 신뢰성에 치명상을 입는 것은 물론 생존 자체가 위협받을 상황이 전개되고 있다. 1995년 다국적 기업인 셸(Shell)은 북해 원유채굴 시설물의 폐기 처리문제로 그린피스를 비롯한 환경단체와 마찰을 빚었다가 유럽 소비자들의 불매운동에 부닥쳐 위기에 빠지기도 하였다. 반면에 영국의 화장품업체인 더 바디숍(The Body Shop)

이나 한국의 유한킴벌리와 같이 친환경적이라는 이미지가 소비자에게 어필해 시장점유율이 늘거나 인재를 확보하는데 도움이 되는 경우도 많다. 더 나아가 이제 글로벌 기업들은 부품의 공급네트워크를 친환경적으로 바꿔 점차 강화되는 환경규제에 보다 효과적으로 대응하려고 하고 있다. 최근 핀란드의 노키아(Nokia)가 부품을 공급하는 한국 업체에 대해 물질 환경정보를 요구하는 것이나 일본 소니(Sony)가 전세계 부품업체에 대한 환경 감사를 강화하는 것은 서막에 불과하다.

이와 같이 공급받는 부품에서의 환경오염 요인을 제거한 다음 제품 개발과 설계 단계에서 환경성을 고려하는 친환경 설계(DfE: Design for Environment)를 통하여 보다 더 경쟁력을 높이려 하고 있다. 소니에서는 24인치 TV 한 모델의 설계를 변경하는데 2천100만 엔이 들었지만 에너지, 포장재, 납땜 등의 양을 줄여 1억8천900만 엔의 이익을 창출했다고 한다. 제록스(Xerox)는 '폐기물 없는 공장, 폐기물 없는 제품'을 만든다는 목표를 갖고 복사기와 프린터 등의 폐부품을 새로운 제품 생산에 이용하도록 설계했다. 사용한 토너 카트리지는 회수해 재사용하거나 재활용할 수 있게 한 것이다.

이러한 청정제품 개발은 낡은 청정생산 기술의 도입도 초기 투자비를 높일지는 모르나 최종적인 원가 절감 효과를 기대할 수 있다. 미국의 화학회사인 듀폰(DuPont)은 1991년부터 2년간 '오염예방(P2: Pollution Prevention)' 프로젝트를 이용하여 생산공정을 친환경적으로 바꾸는 모험을 감행하였다. 43억 원의 비용이 들었지만 결과적으로는 오염물을 절반 이상 줄일 수 있어 폐기물 처리 비용과 공정 개선에 따른 원가 절감 등을 통해 연간 180억원의 비용을 줄이고 있다. 세계 최대의 반도체 업체인 인텔(Intel)은 공장 안에서 사용하는 반도체 웨이퍼 상




소니의 환경 경영 비전



친환경으로 설계된 제록스의 프린터/복사기

자 완충제를 환경친화적으로 바꿨다. 한 번 쓰고 버리던 것을 100% 재생 폴리에틸렌으로 만들어 수십 번 반복해서 사용할 수 있게 했다. 이를 통해 연간 45톤의 플라스틱 원료를 줄이고 있다. 이제 환경규제가 더욱 강화될수록 청정기술을 활용하는 기업만이 경쟁력을 갖출 수 있으며 이미 글로벌 기업들은 이를 인식하고 규제에 앞서 대응하는 환경 경영, 지속가능 경영에 나서고 있다.

이제 더 이상 환경오염을 담보로 경제발전을 추구하는 시대는 지났다. 21세기를 살아가는 우리 인류가 풀어야 할 최대의 과제는 바로 환경보전과 경제발전을 함께 추구하는 지속가능한 발전이며 그 중심에 청정기술이 있다. 선진국에서는 정부의 체계적이고 지속적인 정책지원하에 기업이 청정기술의 중요성을 인식하고 개발에 매진하여 이미 환경규제에 능동적으로 대응하고 있다. 우리나라도 1995년 환경 친화적 산업구조로의 전환 촉진법을 제정하였고 1999년에는 국가청정생산지원센터를 설립하여 청정생산기술의 개발 및 보급을 지원하고 있다. 그러나 선진국에 비하면 단기간의 폐기물의 절약, 재사용, 재활용에 관한 기술이 대부분이고 청정제품의 개발을 포함한 청정원천기술의 개발은 미흡한 실정이다. 멀지않아 환경친화적이지 못한 제품, 기업, 조직, 그 어느 것도 지구 상에서 존재하지 못할 것이라는 것은 누구도 부인할 수 없는 사실이 되어가고 있다. 이제 우리도 청정기술로의 근본적인 발상의 전환과 함께 이를 뒷받침할 만한 혁신적인 기술개발이 수반되지 않는다면 국제 환경규제의 파고를 극복하고 나아가 기업의 국제 경쟁력 확보는 기약할 수 없을 것이다. 



글쓴이는 서울대학교 화학공학과를 졸업 후 한국과학기술원 화학공학과에서 석사 학위와 박사 학위를 받았다.