

# 클린텍 (Clean Technology) 의 국내외 동향 연재 II

이 화영 / 서울대학교 화학공학과 교수

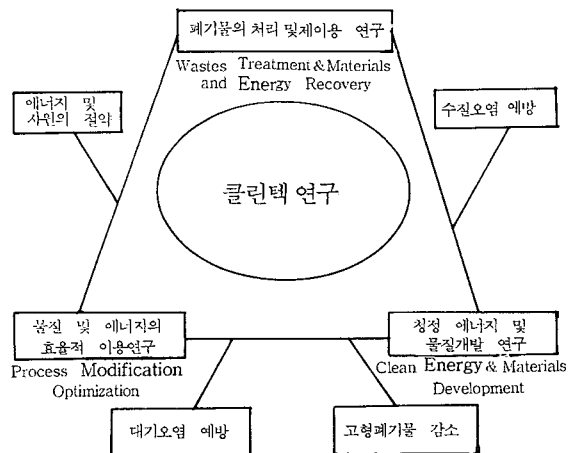
## 4. 클린텍의 주요 연구 분야

클린텍 연구의 지향하는 목표는 그림 1.3에서 보듯이 대기 및 수질오염물질의 발생을 근원적으로 없애거나 극소화하고(low and non wastes)고형폐기물의 발생이나 환경에 대한 유해성을 감소시키며 아울러 에너지 및 자원을 절약하는데 있다. 기존의 end of pipe technology처럼 이미 발생된 폐기물(기체, 액체, 고체)을 환경 기준에 맞게 처리하는 것 만으로는 앞절에서 언급한 바와 같이 이러한 목표를 달성하기가 불가능하다. 따라서 환경 보존의 과제를 보다 근원적이고 다각적인 방향에서 해결하기 위한 방안으로 다음과 같은 세가지 연구분야를 생각할 수 있다.

- 발생된 폐기물에서 에너지와 유용한 물질을 회수하여 이용할 수 있는 신기술을 개발하기 위한 폐기물(기체, 액체, 고체)의 처리 및 재이용 연구분야
- 산업체에 공정의 최적화나 신공정을 도입하여 에너지 및 원료를 절약하고 폐기물의 발생을 극소화시키기 위한 물질 및 에너지의 효율적 이용분야
- 공해 물질을 발생하지 않는 청정 에너지(Clean Energy) 및 물질 개발 연구분야

이러한 연구들이 효율적으로 진행되고 실효를 거두기 위해서는 환경 공학, 환경 화학, 생물 공학, 공정 최적화, 촉매 화학 및 공학, 공업유기합성, 표면 처리, 전기 화학, 반응 공학 등의 다양한 전공을 지닌 전문 연구원들로 구성된 학제적 연구(Interdisciplinary work)가 필요하다.

각 분야별 연구목적과 주요 연구과제들을 개략적으로 기술하면 다음과 같다.



#### 4.1. 폐기물 처리 및 재이용기술

(Waste Treatments Recovery of Energy and Materials)

폐기물(기체, 액체, 고체)에서 유용한 원료나 중간체 및 공업 용수등을 분리 회수하여 재이용하면, 폐기물 처리에 드는 운영비나 원료의 소비가 절약되며 아울러 여분의 에너지를 얻을 수 있고 배출되는 오염물의 양을 극소화시킬 수 있다. 다시 말하면 환경오염, 에너지, 경제성에 모두 이익이 되는 1석3조의 효과를 얻을 수 있게 된다. 따라서 에너지와 공업 용수 값이 상승하고 오염물 배출 기준이 보다 엄격해지고 있는 현재의 추세에서 폐기물의 재이용 연구를 시급히 추진할 필요가 있는 연구개발 분야라고 사료된다. 세계적으로도 이러한 기술을 채택하는 산업체의 수가 증가하고 있으며, 선진국에서는 수출 시장을 겨냥한 연구 개발도 활발히 진행되고 있다.

그러나 이러한 기술개발에는 몇가지 장애요소가 존재한다. 즉 폐기물의 구성 성분이 복잡 다양하여 유효성분의 선별적 분리가 쉽지 않고, 비교적 고도의 기술이 요구되므로 단기적 이윤추구를 기본목표로 하는 일반산업체에서는 연구개발에 투자를 꺼리는 경향이 있으며 또한 산업체의 관리인들에게는 기존의 처리법에 만족하려는 습성이 있기 때문이다.

따라서 본 연구를 원활하게 추진하기 위해서는 국내외 산업체나 연구소들과 유기적인 협력아래 폐기물의 재이용을 위한 고도의 기술(Advanced Technology)을 개발하여 환경보존에의 기여는 물론 연구개발된 기술의 해외수출도 목표로 해야 하리라고 본다.

여기서 추진할 주요 연구과제는 다음과 같다.

- 폐고분자 수지의 열분해 및 monomer 회수에 관한 연구
- 폐고분자 수지의 노화 현상 및 물성 변화에 관한 연구
- CFC 회수 및 Plasma법을 이용한 CFC분해 기술 개발
- 배기 가스 폐축매로부터 귀금속 회수에 관한 연구
- 자동차 배기가스정화용 귀금속 3원 촉매의 대체촉매 개발연구
- 배기가스정화용 촉매반응에서 금속 담체 상호작용연

구

- Stack gas로부터 Nox, Sox 제거 연구
- 농산림 폐기물의 알코올 전환 연구
- 역삼투에 의한 도금폐수처리 및 도금액과 세척수의 회수
  - 투과증발에 의한 폐수처리 및 도금액과 세척수의 회수
  - 역확산에 의한 폐 cheese-whey의 고부가 가치화
  - 난분해성 물질의 생물학적 처리를 위한 신기술 개발
  - 세라믹 막에 의한 주정폐수의 혐기성 처리 효율 증진
  - 섬유폐수에서 호제의 회수 및 재이용
  - 한외 여과기술을 도입한 빌딩하수로부터 중수의 제조
  - 분리막에 의한 폐유처리 및 용해성 오일회수
  - 활성 슬러지 공정에서 분리막에 의한 2차 침전조의 대체

#### 4.2. 에너지 및 물질의 효율적 이용연구

(Process Modification and Optimization)

화학공정은 대규모 에너지 및 물질 소모 공정으로 알려져 있으며 화학공정에서의 에너지 및 물질의 효율적 이용은 경제적 생산공정 뿐 아니라 공해물질의 최소화공정을 포함하는 공정최적화 기술로서 이미 오래 전부터 관심의 대상이 되어왔다. 에너지와 물질의 절약 및 이용기술의 습득은 공정의 열역학적 분석능력은 물론 설계 및 제어와 합성 등의 능력을 필요로 한다.

이러한 기술은 전반적인 공정기술과 함께 발전해 왔으며 공정기술과는 뿔수 없는 관계를 가지고 있다. 또한 최근의 중동지역에서의 분쟁으로 인한 원유의 안정적 공급이 불안정해질 때 에너지 및 물질의 효율적 이용기술은 더욱 중요하게 된다.

선진 기술국의 경우 이미 축적된 공정의 설계와 제어기술을 바탕으로 에너지 절감형 공정 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이의 이론적 배경은 일류대학으로 지칭되는 MIT, CMU, Univ. of Texas, Cal. Tech (미국), Imperial College, Univ. of Manchester (영국), Kyoto Univ., Tokyo Institute of Technology(일본) 등이 이끌어 가고 있다.

현재 연구는 최적 열교환망의 합성과 분리공정의 에

너지 절감형 구조설계 그리고 엑서지를 이용한 공정분석은 물론, 보다 진보된 제어기술을 이용한 에너지의 효율적 이용 및 오염물질 방출의 최소화에 집중되고 있다.

최근에 상당한 속도로 발달한 computer 이용기술은 위에 상술한 연구내용을 전산화 시키기에 이르렀으며 설계는 물론 제어와 조업차원에 있어 computer의 역할이 상당히 강조되고 있다. 특히 인공지능을 이용한 에너지 절감형 공정의 설계 및 조업지원 기술은 클린텍의 새로운 응용분야로 관심을 모으고 있다.

이 분야에서 추진해야 하는 주요 연구과제는 아래와 같다.

- 엑서지 해석을 통한 에너지 및 물질의 효율적 이용에 관한 연구
- 공정 설계, 제어 및 조업지원 시스템 연구
- 초임계 유체 추출공정의 최적화 연구
- 특수공정의 제어에 관한 연구
- 안전조업을 위한 공정진단에 관한 연구
- 화학공정 동적모사기 개발
- 실시간대 최적화에 관한 연구
- 열교환망 합성에 의한 에너지의 효율적 이용에 관한 연구
- 열펌프 및 연료전지에 관한 연구

#### 4. 3. 청정에너지 및 물질개발 연구 (Clean Energy and Materials)

오염물질을 유발하지 않는 에너지 및 물질의 개발연구는 지구환경보존과 생물체의 건강을 위해 더 바랄 수 없는 이상적인 연구과제이다.

청정에너지로서는 태양에너지, 수력, 풍력, 조력, 지열 등 부산물들을 발생시키지 않는 에너지원이 포함되며 청정물질이란 화학적, 생물학적 반응에 의해 자연 생태계에 변화를 주지 않는 인공제조물질을 뜻한다. 그러나 여기서 목표로 하는 청정에너지 및 물질의 정의와 연구범주는 화학 및 생물학적 반응에 의해서 제조되거나 처리되는 에너지 및 물질로서 오염물질을 방출하지 않거나 감소시키는 처리공정 연구를 포함한다.

소프트 에너지는 환경보호와 에너지 절약 및 에너지 공급원의 다양화란 측면에서 그 필요성이 크게 대두되고 있다. 즉 전세계적으로 경제규모의 확대와 인류생활

수준의 향상에 따라 에너지 수요량은 날로 증가하는 반면 부족한 에너지자원은 한계가 있으며 특히 한국과 같이 에너지 공급상의 불안요인을 항상 지니고 있는 나라에서는 보다 안정적이고 경제적이며 자주적인 에너지 공급책 마련이 시급하다는 사실 또한 에너지 수요량에 비례하여 환경에는 비가역적인 악영향을 미치므로 이를 최소화할 수 있는 이상적이고 청정한 에너지의 개발이 요구된다는 사실등이 소프트 에너지의 필요성을 설명해 준다.

전세계적으로 소프트 에너지 개발에 대한 필요성은 시급한 과제로 인식되어 이에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. 그러나 이에 막대한 자금과 인력, 장시간의 lead time이 필요하며 국제 에너지 상황에 따라 타 에너지와의 가격경쟁이 유동적이고 기술개발의 필요성 및 경제성이 수시로 변동되기 때문에 대부분의 연구가 단편적이고 일시적인 경우가 허다하였다.

국내의 경우도 적지만 1978년부터 대체에너지 개발을 위한 투자가 시작되어 한국동력자원 연구소 등을 중심으로 개발연구를 수행해 왔다.

그러나 이에 투자한 지원액은 극히 적었다. 이는 근래에 계속된 유가인하에 따라 상대적으로 경쟁력이 약해졌기 때문으로 풀이될 수 있는데 위에 언급한 바와 같이 에너지 공급상의 불안요인을 해소하기 위해서는 보다 효율적인 에너지 이용과 에너지원의 다변화가 요구되며 환경문제가 날로 심각해 지므로 이를 최소화할 수 있는 청정에너지의 개발이 시급히 요구된다. 청정에너지는 미래에너지의 핵심이며 차세대 산업의 원동력은 부인할 수 없으며 또한 덜 오염된 생활환경을 물려 주어야 한다는 사실은 현세대에게 주어진 기본적인 의무이기도 하다.

청정에너지 연구분야는

- 연료전지
- 물로부터 수소의 제조
- 수소의 저장 및 활용기술
- CO<sub>2</sub>의 고정화(Fixation)에 의한 대체연료
- 석탄의 오염물질 제거
- 석유 및 천연가스의 오염물질 제거
- 생화학 반응에 의한 폐기물로부터 대체연료 합성
- 에너지 절약 소재의 개발(고온 초전도체 등)

-에너지 저장 소재의 개발(축열제 등)  
등을 예로 들 수 있으며, 청정물질의 연구분야로서는  
다음과 같은 것들이 있다.  
-CFC의 대체품 개발 및 회수  
-광분해 및 생화학적 분해 고분자 수지 개발

-분해성 세제  
-기타 무해성 식품 첨가제  
(이 자료는 서울대 환경안전연구소와 한국공업화학회가  
주최한「제2회 환경보전 심포지움」자료에 수록했던  
것을 발췌·게재한 것입니다.)

## 21세기를 향한 국민환경인식의 전환방향

- 환경보전을 위한 민간의 역할 -

# 공 개 토 론 회

○사 회 : 노유희 박사(서울대 환경대학원)

○주제발표

안기희 박사(국제환경문제연구소)

○지명토론

최석진 실장(한국교육개발원 사회과학교육실)

손희만 과장(환경처 홍보지도과)

정광모 회장(소비자연맹회장)

최 열 공동의장(공해추방연합)

김수복 사장(한국종합수기공업<주>)

일시 : 1990. 12. 10(월) 14 : 00

장소 : 상공회의소 중회의실(2층)

사단  
법인 환경보전협회