

# PS25(CT) 생물활성탄과 부식토를 이용한 VOC가스 분해특성 연구

## A Study on the Dissociated Characteristics of VOC Using Bio-Activated Carbon and Mold

강 신 록 · 하 상 안<sup>1)</sup>

동의공업대학 환경시스템공학부, <sup>1)</sup>독일 파더본대학교 환경공정공학과

### 1. 서 론

산업사회의 발전에 따라 최근 우리가 살고 있는 생태계 및 산업현장에서는 수많은 화학물질들이 사용되고 있으며 더욱이 경제발전과 생활수준의 향상에 따른 화학제품의 수요증가와 새로운 제품의 개발 등에 의해 생산품의 다양화와 규모의 대형화가 이루어지면서 기하급수적으로 증가하고 있다. 대기오염물질 중에 최근에 활발히 연구되고 있는 VOC는 대기 중에는 배출되는 과정은 차량(주로 가솔린)의 배기관에 의한 배출가스와 증발배출에 의한 탄화수소 이외에 도장, 인쇄업과 세탁업, 유기합성공업, 석유정제공업 등 유기용제의 제조 사용공정 등에 의한 각종 휘발성 유기화합물의 성분이 많이 관측되는 것으로 보고되었다. 이러한 유기용제는 대부분 VOCs(Volatile Organic Compounds: 이하 VOCs라 약칭함)로 대기 중에 여러 반응에 참여한다(한화진, 1996). VOCs는 다수 화합물의 총칭으로 VOCs는 자체로 발암성 등의 유해물질, 지구온난화와 성층권 오존층의 파괴 원인물질, 대기 중 악취물질 등으로 알려져 있을 뿐만 아니라 대기 중에서 질소산화물(NOx)과 함께 광화학 반응에 참여하여 인체 및 동·식물에 유해한 오존 등 2차 오염물질인 광화학 산화물(Photochemical Oxidants)을 형성하는 전구물질로(precursor)로 작용한다. 이러한 원인에 의해 성층권 오존층의 파괴와는 반대로 오존은 증가되었고, 그 동안 산성비가 원인으로 주목된 산림피해에 관여하고 있다는 연구가 보고됨에 따라 전 지구적인 환경문제로 주목을 끌게 되었다. VOCs 관련법규를 준수하면서도 가장 경제적이고 효율적인 방지기술을 선택하기 위해서는 배출가스의 종류, 조성 및 농도, 공정의 변수, 각 오염 배출원수, 연간 운영시간, 장치의 위치, 보조 연료 및 에너지 비율, 전체 경제성 등을 고려하여 선정되어야 한다. 생물학적 처리공정은 운영비가 합리적이고, 장시간 운영에도 비용절감의 장점 때문에 VOCs가스를 제어하기 위해서 효율적으로 사용되어지나, 계절적 변화에 민감하고, 난분해성 물질을 제거하기 위해서는 어려움이 따른다. 이들의 운전상의 문제점 규명과 효율을 증가시키기 위해서 필요한 kinetics와 매개변수를 정확하게 규명하는 것이 주요 과제이고, Bio필터 공정에서 건조한 상태와 습한 상태의 운전조건에 따른 톨루엔 가스를 처리한 후에 폐여재의 재생 및 효율을 증가시키기 위한 필터재질의 특성과 분해특성을 규명하는 것이 주목적이다.

### 2. 연구방법

본 연구에 사용된 실험장치는 전체높이가 1.5m, 직경이 11.5cm, 충전층의 높이는 25cm로 3단으로 설치되었다. Bio필터의 Reactor 재질은 stainless-steel를 사용하였다. 물은 분사노즐을 통해서 공급하였고, 온도는 실험장치에서 전자식온도조절장치를 부착하여 조절하였다. 실험장치의 개략도는 그림 1에 제시하였다. 실험에 사용된 톨루엔 가스는 가스발생 장치에 톨루엔(日本 Junsei 社. 제품의 99%특급시약)을 유리용기에 넣고 공기를 주입하여 발생시켰다. 공기는 탄소필터에 통과시켜 수분과 불순물을 제거하여 장치에 공급하였다. 운전 조건중 온도는 전자식온도조절기를 통하여 12 °C-35 °C 범위로 일정하게 조절하였다.

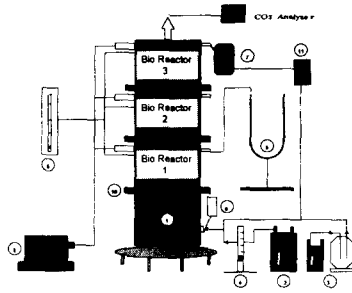


Fig. 1. Schematic diagram of the biofilter unit.

먼저 건조한 필터층에 톨루엔 가스가 흡착되는 관계를 실험하였고, 필터재질에 수분이 함유된 운전조건에서 흡수과정에 따라 제거되는 양을 실험하여 비교하였다.

여재에서 생물학적 특성은 온도, 수분량 및 영양염류인  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 를 첨가하여 제거율을 G.C를 이용하여 농도측정에 따라 비교 실험하였다. 미생물 분해특성은 수분의 변화량과 온도의 변화 및 톨루엔의 산화분해 촉진을 위한 유도체 p-cresol을 첨가하여  $\text{CO}_2$  분석장치를 이용하여 이들의 발생량을 분석하여 추정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

수분을 함유한 운전 조건에서 톨루엔의 안정한 상태의 조건을 빠르게 하기 위해서 0.05% 에탄올을 첨가한 결과 유도체에 의해서 최종운전 기간에서 통과율이 40%에서 10% 정도로 저감할 수 있었다.

미생물분해 특성을  $\text{CO}_2$  발생량으로 추정한 결과 온도조건은  $12^\circ\text{C}$  보다  $32^\circ\text{C}$  일 때 미생물 분해속도가 높았고, 함수율의 조건에 의한 결과에서는 0-12% 보다 23-32% 일 때가 높았다. 미생물 활성이 좋은 온도와 함수율의 조건에서 농도가 350ppm-400ppm 에서 가장 높게 나타났고, 농도가 높은 조건에서 *Pseudomonas* 속과 *putida*종이나 혼합종에서 우성종으로 나타나는 *Bacillus*속들이 사멸되어지거나 톨루엔이 최종 부산물로 전환되는 과정에서  $\text{CO}_3^{2-}$  나  $\text{HCO}_3^-$  염으로 변환거나 다른 부산물로 전환됨을 추정할 수 있다(By Marrc A, 1997). 방향족 물질의 산화반응을 촉진시키기 위한 유도체인 p-cresol의 첨가에 따른  $\text{CO}_2$  발생량의 결과는 운전시간이 100 h 빠르게 활성화적으로 발생하였다.

재질의 특성에 따라 함수율의 최적조건은 활성탄은 w= 25.7% 일 때 부식도는 23-32%, pH 6.85-7.8, 온도조건은  $28-32^\circ\text{C}$ 일 때 제거율이 효과적인 것으로 나타났다. 톨루엔 분해과정에서 여러 미생물의 혼합종중 *Pseudomonas*속과 *Putida*종이 우성으로 나타났고, 부식도에 함유된 미생물 밀도는  $6.5 (\text{CFU TIMES } 10^6 \text{ g dry soil})$ 와 활성탄에 적용된 미생물 밀도는  $4.3 (\text{CFU TIMES } 10^4 \text{ g dry soil})$ 으로 나타났다.

### 참 고 문 헌

- 환화진 (1996) 대기오염물질 VOC대책, Journal of Environmental Hi-Technology, 제4권 6호, 1-29.  
 By Marc A.(1997) Transient Behavior of Biofilters : Start-Up Balances, and Interactions Between Pollutants, J. of Environmental Engineering, June, 563 ~568.