F-3 화산석을 이용한 Biofilter에서 기상 Toluene의 제거특성

박홍기*, 빈정인[1], 이병헌[1], 김중균[2], 감상규[3], 이민규

부경대학교 화학공학부, [1]환경시스템공학부, [2]식품생명공학부,

[3]제주대학교 환경공학과

1. 서 론

VOCs(Volatile Organic Compounds)는 미국 EPA(Environmental Protection Agency)에서 지정한 129종의 priority pollutant 중에 31종를 차지하고 있다(Leson 등, 1991). 미국의 Clean Air Act에서 190여종의 대상물질(Hazardous Air Pollutant., HAP)을 규제하는 개정법안이 통과된 이후에 대기중으로 VOCs의 방류는 엄격한 규제 대상이 되었으며, 현재 VOCs 제거기술의 개발이 활발하게 추진되고 있다(Ruddy 등, 1993). 또한 국내의 경우에도 정부를 비롯한 민간 기업 등이 대기 오염의 원인이라고 할 수 있는 VOCs 처리대책을 강구하고 있으며, 법령으로 그 배출과 처리를 규제하고 있어 날로 엄격해지고 있는 실정이다(박광진 등, 1999).

이러한 VOCs의 처리방법은 소각, 흡착, 세정 등의 물리·화학적 처리방법과 미생물의 산화반응을 이용한 생물학적 처리방법이 있다. 먼저 고전적 방법인 물리·화학적 처리법은 낮은 처리효율, 막대한 에너지소비, 운전비용의 증가, 2차 오염물질의 발생 등의 문제점들이 발생한다. 반면에 생물학적 처리법은 비용면에서 매우 유리할 뿐만 아니라 다양한 적용분야와 운전이 용이하여 현재 이에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

그러나 미생물 반응 시스템의 설계 및 운전조건들에 대한 연구가 미흡하여, 시스템의 수행특성이 쉽게 예측되어지지 않고 요구되는 제거효율을 얻을 수 있는 최적 조건으로 운전되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 화산석을 메디아로 하여 기상 toluene 제거를 위한 biofilter 시스템의 운전 특성을 규명하기 위하여, inlet loading, EBCT (Empty Bed Contact Time) 등의 운전인자에 대한 연구 결과의 일부를 소개하고자 한다.

2. 실험 장치 및 방법

본 실험에서 사용한 반응장치는 pilot-scale로 증습기 (ID : 160×1500mm), 기화기 (ID : 50×300mm), 혼합기 (400×200×80mm), 반응기 (ID : 100mm×2000mm, 4조) 등의 네부분으로 구성되어졌다. Biofilter의 메디아로는 제주도에 다량 산재해있는 화산석을 이용하였으며, 반응기에 유입되는 기질로써는 일반적인 공업공정에서 많이 사용되고 있는 대표적인 유기용제인 toluene을 VOCs 대상 물질로 선정하여 사용하였다. 기화기에서 기화시킨 toluene은

증습기에서 증습된 공기와 혼합하여 각 반응기의 상부로 유입시켰다. 화산석이 충진된 biofilter에는 본교 생물 공학과에서 분리배양한 *Bacillus* 혼합 균주을 식종하였다.

미생물을 순응시키기 위하여 1주일간 toluene을 40ppmv로 공급하면서 미생물 배양액을 재순환시켜 반응기내의 미생물을 고농도로 유지하였다. 1주일후에는 재순환을 제거하고 toluene의 유입부하를 서서히 600ppmv까지 높혀나갔다. EBCT의 영향을 살펴보기 위하여 EBCT를 2min에서 10sec까지 변화 시켰다.

항온시설을 설치하여 온도를 27~30℃로 유지시켰으며, 각 반응기에 설치된 sampling port를 이용하여 가스 및 메디아 시료 채취와 온도, 습도, 압력 등을 측정하였다. Toluene의 기상 분석은 FID (Flame Ionization Detector)를 장착한 GC (Donam, DS 6200)를 이용하였으며, 드레인수의 pH는 pHmeter (ORION model 420A)를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

운전기간에 따른 toluene의 유입 및 유출 농도를 Fig. 1에 나타내었다. 유입농도는 40~600ppmv 범위로 변화시켰으며, 그림에서 R1, R2는 각각 EBCT를 45초와 60초로 운전한 결과이다. 유입농도를 100ppmv이상에서 증가시킬 경우에 순응기간은 2~3일 정도였으며 실험한 모든 농도 범위에서 99%이상의 제거효율을 나타내었다. biofilter 시스템에서 toluene 제거 부하량은 대체로 기타 문헌 등의 자료에 의하면 20~80 $g/m^3 \cdot hr$였으나, 본 실험에서는 이보다 높은 294 $g/m^3 \cdot hr$의 제거 부하량을 얻었을 수 있었다. 또한 EBCT를 변화시킨 실험 결과 30sec에서도 99%이상의 높은 제거율을 보였다.

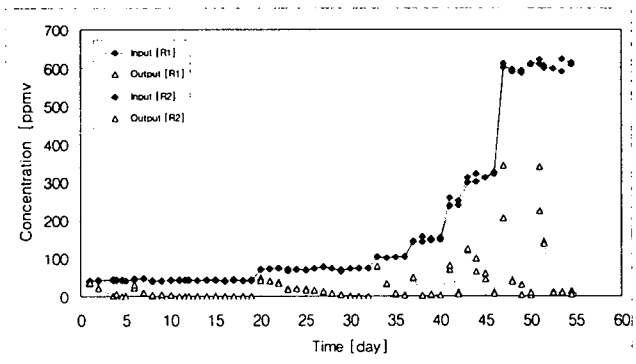

Fig. 1. Removal patterns of toluene in the biofilter.

참 고 문 헌

Leson, G. and A.M. Winner, 1991, Biofiltration an innovative air pollution control technology for VOC emissions, *J. Air Waste Management Assoc.* **41**(8), 1045-1054.

Ruddy, E.N. and L.A. Carroll, 1993, Select the best VOC control strategy, *Chem. Eng. Prog.*, **89**(7), 28-35.

박광진, 염종성, 1999, 미생물 담체 및 간헐식 순환용액을 이용한 악취 및 VOCs 제거장치 (BIOCAT) 첨단환경기술, Apr., 102-109.