

## 바이오필터에 의한 VOC 분해에 미치는 온도와 유입농도의 영향

유인길, 박창호

경희대학교 산학협력기술연구원, 환경응용화학부

전화(031) 201-2975 FAX (031) 202-1946

### ABSTRACT

Biofilter operating parameters such as incoming VOCs concentrations, temperature, and packing materials were studied. The performance of a lab-scale biofilter in the treatment of air contaminated with mixtures VOC has been evaluated in this study. The biofilter was operated for 80 days packed with compost. Empty bed residence time (EBRT) was 3 to 1.5 min. After 80 days of operation, the removal efficiency was 94% and 73% at 25°C and 45°C, respectively. Removal efficiencies of *m*-xylene (93%), *o*-xylene (92%) and toluene (92%) were better than that of benzene (84.7%).

### 서론

휘발성 유기화합물은 유해 대기오염물질로 오존 등 광화학 스모그 원인 물질일 뿐만 아니라 성충권 파괴와 환경 및 건강에 악영향을 초래하는 물질이다. 휘발성 유기화합물 중 benzene과 chloroform, TCE, isoprene, toluene, styrene, *m*-xylene은 발암성과 중추신경계 마비, 간과 신장 등의 독성을 나타내는 것으로 알려져 있다.<sup>1)</sup> 휘발성 유기화합물 오염을 경감시키기 위한 생물학적 방법은 물리, 화학적인 방법에서 나타나는 슬러지 발생 또는 유해 부산물 발생 등 2차 환경오염의 문제점이 없는 환경친화적인 기술로 평가받고 있다.<sup>2)</sup> 바이오필터의 성공 여부는 반응기내의 수분함량, 온도, pH 같은 환경조건과 체류시간, 대상물질과 유입농도 등의 운전매개변수에 따라 영향을 받는다. 그러나 바이오필터에 관한 기존의 논문들은 환경조건과 운전조건들을 함께 고려한 포괄적인 연구가 되지 않아 많은 연구와 개발이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 휘발성 유기화합물 제거효율에 미치는 온도와 휘발성 유기화합물의 유입농도의 영향을 바이오필터 시스템을 이용하여 연구하였다.

### 재료 및 방법

본 실험에 사용된 미생물 균체는 낙동강 하구 장림천에서 채취하였다. 총 세균수의 측정에는 Acridine Orange 방법에 의거하여 측정하였다. 본 실험에서 사용된 생물반응기는 5.0 cm 직경에 그 높이가 62 cm인 원통형의 유리관으로 제작하였다. Table 1은 실험에 사용된 운전조건을 요약하여 나타내었다. 실험에 사용된 휘발성 유기화합물의 농도는 GC-FID(HP 5890 Series II)를 사용하여 측정하였다. 사용한 column은 Ultra-I capillary column이었다.

### 결과 및 고찰

운전 초기 4주 동안 낮은 분해율을 가지는 적응기가 나타났으며 적응기를 거친 후

35일부터 휘발성 유기화합물 평균 유입 농도를  $63 \text{ g/m}^3$ 으로 증가시켰을 때 분해율은 서서히 증가하여 90% 이상이 되었다. 45일 이후 휘발성 유기화합물 유입 농도를  $85.5 \text{ g/m}^3$ 으로 증가시켰을 때  $25^\circ\text{C}$ 와  $45^\circ\text{C}$ 에서는 분해율은 각각 93%, 73%로 큰 차이를 보였다. 휘발성 유기화합물 유입 농도가  $63 \text{ g/m}^3$ 이었을 때  $45^\circ\text{C}$ 에서도 88%의 분해율에 도달한 것으로 나타나 생물 여과기가 고온의 현장 조건에서도 사용될 수 있는 가능성을 보여 주었다. 휘발성 유기화합물의 농도 변화에 따른 각 화합물의 제거정도는  $25^\circ\text{C}$ 조건에서 *m*-xylene (93%)과 toluene (92%)이 benzene (72%)에 비해 많은 제거를 보였다. 바이오필터의 구간별 잔류 휘발성 유기화합물량은 11주 후 각 구간에서의 잔류 VOC의 양은 각각 38%, 26%, 17% 및 9%로 나타나 분해된 휘발성 유기화합물이 62%로 증가하였다. VOC의 유입속도 증가와 체류시간을 감소시킴에 따라 제거속도가 증가하였으며, 한계농도에 이르렀을 때 제거속도는 일정하게 유지, 감소하였다.

#### 요약

80여일 운전 후 수분함량은 상부 (53%)보다 하부(66%)가 다소 높게 나왔다. 34일의 적응기가 나타났으며 34일 경과 후 VOC의 분해율은 90%에 이르렀다. 총 세균수 측정 결과, 37일 운전 후 총개체수는  $25^\circ\text{C}$ 에서  $1.08 \times 10^8 \text{ cells/g}$ 로 최고치를 기록하였다. 9가지 휘발성 유기화합물의 성분별 제거는 isoprene(95~99%)과 *m*-xylene (93%)의 제거율이 가장 높았으며, chloroform (62%)이 가장 낮은 제거율을 보였다.

#### 감사

본 연구는 경기지역환경기술개발센터 지원 (과제번호 1-1)으로 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

#### 참고문헌

1. Martin, H. A., Keuning, S. and Janssen, D. B., "Handbook on Biodegradation and biological treatment of hazardous organic compounds,"(1998), Academic Press, Dordrecht, 2nd Ed., p191-257.
2. Leson, G. and Winer, A. M., "Biofiltration: an innovative air pollution control technology for VOC emissions,"(1991), J. Air and Waste Mgmt. Assn, 41, 1045~1052.

Table 1. Design and operation parameters

Parameters	Values
Height of the packing	52 cm
Diameter of column	5 cm
Gas flow rate	320 mL/min
Temperature	25, 45°C
Average VOC concentration	10~85 $\text{g/m}^3$
Moisture content of packing material	53~66%