

PE3)

생물여과를 이용한 휘발성 유기화합물의 제거특성

Removal Characteristics of VOCs Using Biofiltration

윤인길 · 박찬열 · 박창호

경희대학교 산학협력기술연구원, 환경응용화학부

1. 서론

생물여과 (biofiltration)로 알려진 기술은 오염물을 gas stream이나 liquid stream을 사용하여 생물학적으로 처리할 수 있다. 주요 방법으로 생물세정 방법과 생물여과의 두 방법을 사용하고 있다. 오염물질 제거효율에 영향을 미치는 인자로는 오염물질의 종류와 특징, 오염물질의 유입농도, 충전물의 종류와 형상, 오염물질이 충전물에 머무름 시간 등이 있다. 일반적으로 생물 여과에 있어서 반응기의 충전물로 compost, peat, wood chips와 토양을 이용하거나 또는 활성이 없는 합성 매체를 이용하기도 한다 (Leson and Winer, 1991). 생물학적 여과 방법은 기존의 접근 방법과 달리 비용이 적게드는 효율적인 처리 방법으로 안전하게 완전히 제거되며, 더욱 생물학적분해는 운영상의 많은 탄력성을 제공하여, 자연 환경의 오염 물질에 의존적이며 물리적, 화학적 과정과 결합, 작용하여 오염물질을 생분해 시킨다 (Gómez-Lahoz *et al.*, 1994). 따라서 대상물질의 특성에 따라 휘발성 물질도 biofiltration에 의해 물질의 분해가 가능하며, 또한 넓은 범위의 대상물질 혼합체를 biofiltration에 적용 가능하다.

따라서 본 연구에서는 휘발성 유기화합물을 효율적으로 분해할 수 있는 최적 운영조건을 확보하고자 VOCs의 유입농도와 유량변화에 따른 분해효율을 생물여과 시스템을 이용하여 조사하였다.

2. 연구 방법

원통형의 glass (ϕ 5.6 cm \times L 62 cm)로 제작한 칼럼에 매체가 균일하게 혼합된 compost (Kellogg's, Co)와 peat를 채워 사용하였다. Mass flow controller (Tyran, Co)를 사용하여 휘발성 유기화합물 일정량을 칼럼하부로부터 생물여과기에 주입하였다. 시료의 분석은 Aldrich Co.에서 구입한 isoprene, Dimethyl sulfide (DMS), chloroform, benzene, Trichloroethylene (TCE), toluene, *m*-xylene, *o*-xylene, styrene을 표준시료로 하여 나타난 결과와 비교하여 분석하였다. 시료의 정성 분석은 머무름 시간 (retention time)으로, 정량 분석은 피크 면적 (peak area)을 측정하여 HP 3398A program을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

휘발성 유기화합물의 평균 유입농도를 변화시켜 각 화합물의 분해효율을 비교하였다. 적용기 후 40일까지 peat와 compost 칼럼에 의한 isoprene과 *m*-xylene, toluene의 분해율은 각각 92~96, 86~95, 82~92%이었다 (Fig. 1). Chloroform과 TCE는 평균 유입농도가 각각 2.26, 3.42 mg/m³일 때 각각 77~90, 60~85% 정도의 분해효율을 유지하였다. Benzene, toluene, *m*-xylene의 성분별 분해속도는 *m*-xylene이 가장 빠른 분해능을 (85~95%)나타냈으며, toluene (81~93%), benzene (70~90%) 순서로 분해되어 Hutchins (1991)의 보고와 동일한 양상을 보였다. 이러한 분해속도의 차이는 물질의 화학적 특성과 동조대사 (comatabolism), 화합물과 화합물이 호기성 분해 동안 기질로서의 상호작용에 의해 분해를 촉진하거나 억제하는 현상의 결과로 사료된다 (Alvarez and Vogel, 1991). Todds 등 (1996)의 보고에 의하면 화합물의 분해도는 hydrogen sulfide > aromatics > aldehydes, ketone > chlorinated hydrocarbons 순으로 낮은 분자량, 높은 용해도, 덜 복잡한 구조를 가진 물질의 분해도가 높았다. 본 연구에서도 isoprene이 분해효율이 가장 높았으며, TCE와 chloroform의 분해율이 낮은 결과가 나타났다. Peat와 compost칼럼에 총 휘발성 유기화합물의 총유입농도를 30에서 90 ppm으로 증가시켜 운전 (27~40일)하더라도 휘발성 유기화합물의 분해효율은 90%이상으로서 유입농도가 증가하여도 효율적인 처리가 가능함을 보였다. 이상의 휘발성 유기화합물 중 일부는 심각한 환경문제를 야기 시키므로 이들 휘발성 유기화합물을 완전 제거하거나 최소화시킬 수 있다면 생물학적 분해시스템은 안정성과 경제적 측면에서 매우 바람직하겠다.

참고 문헌

- Alvarez, J.J., and T.M. Vogel. (1991) Substrate interaction of benzene, toluene, *para*-xylene during microbial degradation by pure cultures and mixed culture aquifer slurries, *Appl. Environ. Microbiol.* Vol. 57, 2981-2985.
- Gómez-Lahoz, C., J.M. Rodríguez-Maroto, and D.J. Wilson. (1994) Biodegradation phenomena during soil vapor extraction, *Sci. Technol.* Vol. 29, 429-463.
- Hutchins, S.R., G.W. Sewell, D.A. Kovacs, and G.A. Smith (1991), Biodegradation of aromatic hydrocarbons by aquifer microorganisms under denitrifying conditions, *Environ. Sci. Technol.* Vol. 25, 68-76.
- Leson, G., and A.M. Winer (1991), Biofiltration: an innovative air pollution control technology for VOC emissions, *J. Air Waste Mgmt. Assn.* Vol. 41, 1045-1054.

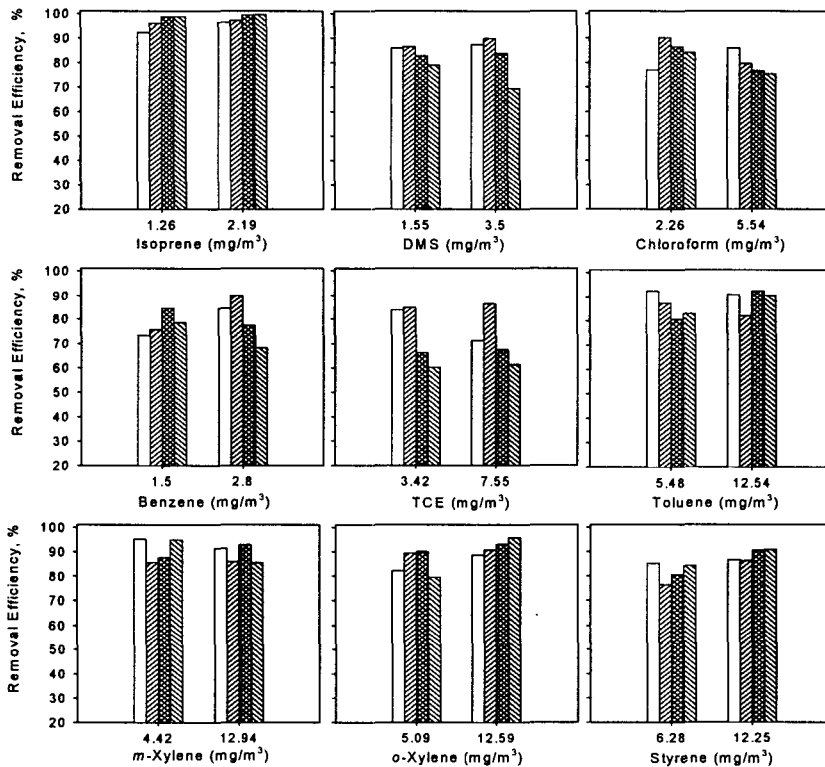


Figure 1. Performance of peat and compost columns for the removal of individual VOC.
 — Peat 25°C ▨ Peat 45°C ▩ Compost 25°C ▤ Compost 45°C
 The two numbers in the x-axis are average inlet concentrations of each VOC.