

OA2 화산석을 충전한 Biofilter에서 Ethyl acetate와 2-Butanol 제거특성에 관한 연구

임진관*, 주창식, 감상규¹, 이동환², 이민규
부경대학교 화학공학부, ¹제주대학교 환경공학과,
²동의대학교 물질과학부

1. 서 론

휘발성 유기화합물(VOC, volatile organic compound)은 화학, 제약, 기계, 전기 제품의 생산 및 세정등의 공정에서 뿐만 아니라 생활주변의 하·폐수처리장, 음식물 퇴비화시설 등에서 배출되며 이러한 VOC 물질들은 그것 자체로 악취를 일으켜 심각한 감각공해의 원인이 되며 심지어는 발암물질로 분류되어 인간에게 건강상의 문제를 야기시키기도 한다. 고전적인 VOC 처리방법은 소각과 같은 열에 의한 처리, 화학적 산화 등의 방법이 있으나. 최근에는 VOC 물질의 효율적인 제거 및 제어가 가능하며 처리능력이 뛰어난 생물학적처리 기술인 biofilter가 이용되고 있다.

Biofilter에 의한 제거효율의 극대화를 위해서는 무엇보다도 미생물을 고정화 할 수 있는 담체의 선정이 가장 중요하다. Biofilter의 충전되어지는 담체의 요건으로써는 높은 공극율, 적절한 공극크기, 저밀도, 높은 함수율 등의 물리적 특성을 필요로 한다. 높은 공극율은 유입가스의 흐름과 담체내의 미생물과의 접촉을 최대로 해주고 가스흐름의 고 큰 분산을 가능하게 한다. 적절한 공극크기는 압력손실이나 공극폐쇄 등의 문제를 줄여 주며 낮은 밀도는 충전담체의 무게로 인한 압착현상이 발생하는 것을 최소화 시켜준다. 일반적으로 biofilter의 담체로 사용되는 compost, peat, soil, wood bark 등은 장기간의 운전시에 압력손실이 증가함으로써 담체를 교체해 주어야 하므로 운전비의 증가를 초래 하는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 다공성 세라믹 등의 다양한 합성담체들의 개발이 많이 연구되어지고 있으나 이런 합성담체들은 자연담체보다 가격이 비싸다는 단점이 있다. 제주도 화산석은 풍부한 천연자원으로 경제적인 면에서 비용절감의 효과를 얻을수 있으며, 특성상 미생물의 부착성장을 보장하고 또한 공극율이 높고 비교적 강도가 크므로 장기간 연속 운전에서 변형 및 압밀에 의한 압력강화와 단회로 현상 등의 문제점을 유발하지 않는 장점을 가지고 있다. 또한 본 연구자들의 선행연구에서 화산석을 충전한 biofilter에서 황화수소를 제거시 EBCT 30 sec에서 황화수소의 유입농도가 700 ppm일 때 99.9%의 제거효율을 얻었다.(이 등, 2001)

본 연구에서는 화산석을 충전한 biofilter를 이용하여 음식물 쓰레기의 소각시 많이 발생하는 ethyl acetate와 2-butanol의 혼합가스에 대한 유입농도의 대한 제거특성을 살펴 보기 위하여 유입농도와 공탑접촉시간(EBCT)의 영향을 평가하고 최대제거용량 산정을 위한 다양한 실험을 수행하였다.

2. 실험방법

실험장치는 biofilter column, nutrient 순환부 및 실리지 펌프로 구성되어 있으며, 실리지 펌프에 의해 주입된 액은 기화되어 일정유량의 air와 혼합되어 biofilter column의 상부로 유입되도록 하였다.

Biofilter는 내경 4 cm, 높이 60 cm의 아크릴관으로 제작하였으며, 본 실험에 사용한 담체는 화산석을 체분리하여 일정크기의 입경을 가지는 것을 biofilter에 충전하여 사용하였다. 미생물은 부산 S 하수처리장의 반송슬러지를 가져와 알콜류와 BTX류로 일정기간 순용시킨 다음 biofilter 내의 복합담체에 접종시켰다. 실험실 온도는 28-30℃로 유지하였으며, biofilter에는 일정간격으로 sample port를 설치하였다. 시료가스 채취는 gas-tight syringe(Hamilton, 1750)를 이용하여 시료채취구로 부터 직접 시료 채취 후 FID(Flame Ionization Detector)를 장착한 GC(Donam, DS-6200)를 이용하여 분석하였다.

3. 결론

3.1. 유입농도 변화

Fig. 1은 EBCT를 30 sec로 일정하게 하고, 혼합가스의 유입농도를 60~550 ppm로 변화 시켰을 경우에 운전시간에 따른 ethyl acetate와 2-butanol의 혼합가스의 유입농도와 유출농도 변화를 나타낸 것이다. 운전시작 초기 3일동안은 유출가스가 검출되었으나 3일 후에는 유출가스가 검출되지 않았다.

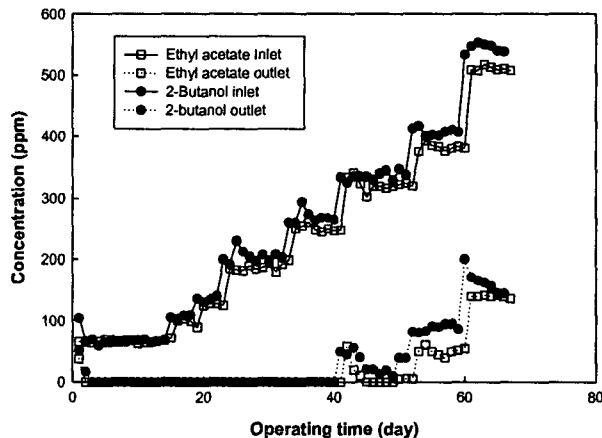


Fig. 1. Inlet and outlet concentration profiles during operating time.

3.2. 유입유량 변화

오염가스는 충전물질 표면과의 충분한 접촉이 있어야만 확산 흡착/흡수 등이 일어나며 이들은 생물학적 분해단계를 거치면서 분해된다. 가스체류시간이 감소할수록 유입속도는 증가하여 충전물질 표면과의 접촉이 이루어지지 않아 제거효율의 감소를 초래할 수 있으므로 biofilter의 운전조건에서 적절한 가스유입속도를 찾아내는 것은 중요한 연

구인자가 된다. 본 연구에서는 초기 유입농도를 150 ppm로 고정하고서 EBCT를 60, 30, 15, 10, 7.5, 까지 감소시키면서 살펴본 결과 EBCT 15 sec까지는 99.9% 이상의 제거율을 보였다.

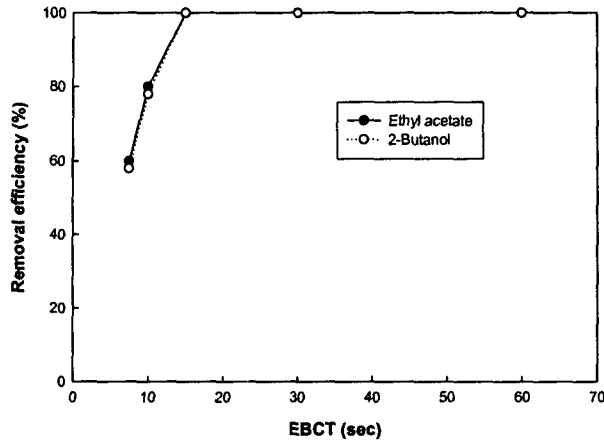


Fig. 2. Effect of EBCT on removal efficiency.

3.3. 최대제거용량

최대 제거용량의 산정은 동일 조건의 biofilter의 성능을 알아보기 위한 필수적인 요소이기 때문에 biofilter 설계시 고려해야 할 중요한 변수이다. 본 실험에서 화산석 담체를 충전한 biofilter에서의 ethyl acetate의 최대제거용량은 180 g/m³/hr, 2-butanol의 최대제거용량은 171 g/m³/hr로 산정되었다. 이러한 결과는 타연구자들(Stefan, 1989; Deshusses et al., 1999; Eitner, 1989)에 의해 수행된 ethyl acetate의 제거용량은 79 ~ 170 g/m³/hr, butanol의 제거용량은 70 ~ 76 g/m³/hr인 것과 비교할 때 본 연구결과는 2 ~ 3배 정도 높은 제거용량을 나타내었다. 따라서, 화산석은 biofilter의 충전 담체로 적합하며 우수한 제거능을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

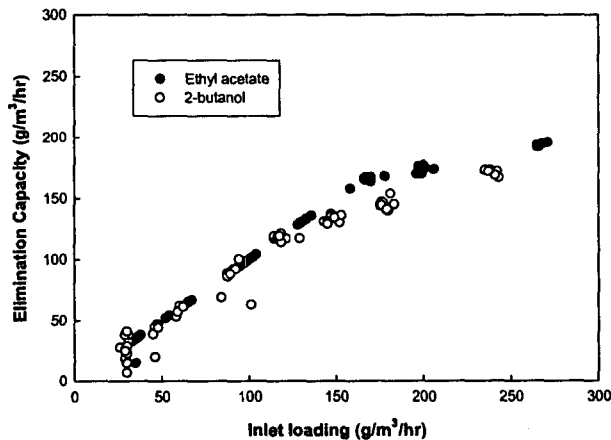


Fig. 3. Relationship between inlet loading and elimination capacity.

4. 요 약

화산석 담체를 충전한 biofilter에서의 ethyl acetate와 2-butanol의 혼합가스의 제거특성에 관한 실험결과는 다음과 같았다.

유입농도 변화 실험에서 EBCT를 30 sec로 유지한 채 혼합가스의 유입농도를 50 ~ 550 ppm 까지 단계적으로 농도를 증가시키면서 살펴본 결과 ethyl acetate는 300 ppm 까지 99.9%의 제거효율을 보였으며, 2-butanol은 250 ppm까지 99.9%의 제거효율을 보였다. 유입유량 변화 실험에서 혼합가스의 유입농도를 150 ppm로 일정하게 하고서 EBCT를 60, 30, 15, 10 및 7.5 sec로 단계적으로 감소시킨 결과, EBCT가 15 sec로 유지하여 운전하더라도 99.9%의 높은 제거효율을 보였다. 또한 ethyl acetate 및 2-butanol의 최대제거용량은 각각 $180 \text{ g/m}^3/\text{hr}$ 및 $170 \text{ g/m}^3/\text{hr}$ 로 산정되었다. 이러한 결과들은 화산석이 biofilter의 충전 담체로 우수함을 보여주었다.

참 고 문 헌

- 이민규, 빈정인, 이병현, 김중균, 최혁, 권성현, 2001, 화산석을 담체로 한 Biofilter에서 황화수소 제거 특성, HWAHAK KONGHAK, 39(3), 379~384.
- Deshusses, M. A., Johnson, C. T. and Leson. G, 1996, Journal of Air waste Manage Assoc, 49, 2383~2391.
- Eitner, D., 1989, In Proceedings of Biologische Abgasreinigung, Berichte 735, VDI Verlag, Duesseldorf, Germany, 191~213.
- Stefan, K. 1989, Ph.D. Thesis, Technical University. Wien, Austria.