

## OA14)           활성탄/폴리우레탄 복합 담체를 충전한 Biofilter에서 기상 스티렌의 제거

강경호\*, 허철구, 감상규, 이택관<sup>1</sup>, 이민규<sup>2</sup>  
제주대학교 토목환경공학전공, <sup>1</sup>홍산환경건설(주),  
<sup>2</sup>부경대학교 화학공학부

### 1. 서   론

최근 다양한 산업활동에 의해 유해 대기오염물질이 방출되고 있는데, 이들 대부분이 휘발성 유기화합물(VOCs; Volatile organic compounds)로서, 배출된 VOCs는 스모그현상 등을 일으켜 대기질을 오염시키고, 잠재적인 독성 및 발암성을 가지고 있어서 이들에 의한 환경오염 및 인간에 미치는 영향에 특별한 관심을 집중시키고 있는 실정이다.

스티렌(styrene)은 무색, 휘발성의 강한 냄새를 유발하는 방향족 화합물로, 고농도에서는 호흡기, 신경계 등에 영향을 미치며 또한 발암독성 및 배아독성 등의 생식독성을 일으키고, 낮은 농도에서도 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 유발한다. 이러한 이유로 스티렌은 US EPA에 의해 우선적인 환경독성물질로 인용되고 있으며, 국내에서도 대기환경보전법에 악취물질로 지정되어 있다(Ragule, 1974; Zilli 등, 2001).

이처럼 스티렌을 포함한 VOCs는 환경보건상 유해성으로 이에 대한 관리 및 규제가 강화되고 있으며 더불어 VOCs 물질의 제거의 중요성과 필요성 또한 증가됨에 따라 다양한 종류의 제거기술이 개발되고 있다. 최근에는 기존의 전통적인 VOCs 제거 기술보다 저 비용으로 운전할 수 있는 장점을 가진 새로운 제거 기술인 biofilter가 많은 관심이 집중되고 있는데, biofilter의 처리 성능을 향상시키기 위해서는 충전 담체의 선택과 미생물의 선택이 중요하다.

이에 본 연구에서는 흡착능이 우수하여 흡착제로 널리 사용되고 있는 활성탄과 폴리우레탄을 접목하여 활성탄/폴리우레탄 복합담체를 개발하였고, 이 복합담체를 biofilter의 담체로 하여 기상 스티렌에 대한 제거특성을 살펴보았다.

### 2. 재료 및 실험방법

실험장치는 biofilter, 스티렌 기화장치, mixing chamber 및 nutrient pump 등으로 구성하였다. Biofilter는 내경 5 cm, 높이 75 cm인 아크릴을 사용하여 제작하였으며, 1L의 부피에 담체인 활성탄을 충전하였다. 미생물은 하수처리장의 반송 슬러지를 순응시켜 담체에 접종하였다. 기화기에서 기화된 styrene 가스는 일정량의 air와 mixing chamber에서 혼합시켜 biofilter 내로 유입시켰다. 시료가스의 분석은 FID(Flame Ionization Detector)를 장착한 GC(HP 5890 series II)를 이용하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 스티렌의 유입농도에 따른 유출농도의 변화를 살펴본 것으로 EBCT를 200 sec로 고정하여 저농도 조건인 50 ppm으로 기상 스티렌을 공급함으로써 운전을 시작하였는데, 단계적으로 EBCT를 120, 60 sec로 낮추면서 스티렌의 유입농도를 변화시켰다. 그 결과 EBCT 200 sec일 때 유입농도를 200 ppm까지 높였을 경우 스티렌의 유출농도는 검출되지 않아 100%의 제거율을 보였으며, 400 ppm에서는 78%의 제거율을 나타내고 있다. 또한 EBCT를 120, 60 sec로 낮추어 운전하였을 경우에도 각각 유입농도 100, 50 ppm에서 100%의 제거율을 나타냈다.

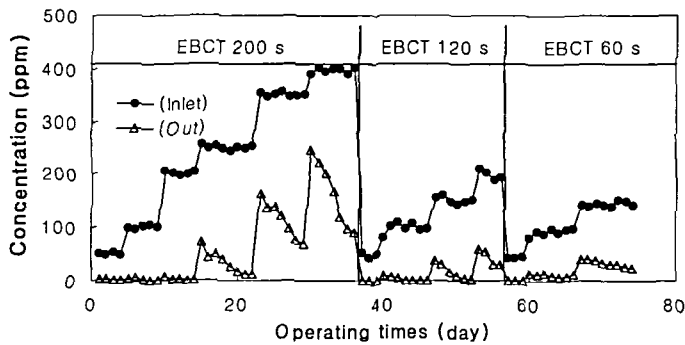


Fig. 1. Inlet and outlet styrene concentration profiles at different EBCT (empty bed contact time) during the operating time.

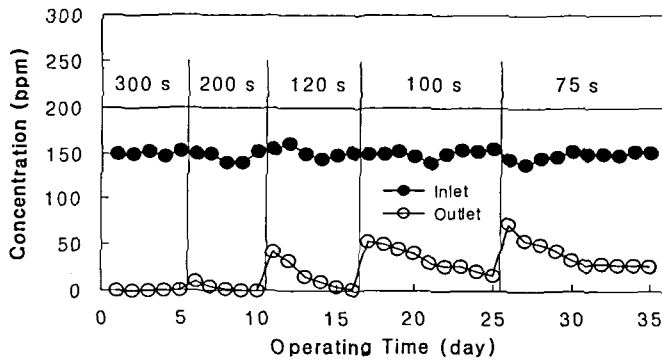


Fig. 2. Inlet and outlet styrene concentration profiles with different EBCT during the operating time.

Biofilter의 운전에서 유량변화, 즉 EBCT의 변화는 중요한 연구인자인데, EBCT가 감소할수록 유입속도는 증가하여 충전물질 표면과의 접촉이 이루어지지 않아 제거대상가스에 대한 제거효율의 감소를 초래할 수 있으므로 적절한 EBCT를 찾아내는 것이 중요하다. 이에 Fig. 2에 EBCT 변화에 따른 기상 스티렌의 제거 특성을 나타냈는데, 스티렌의 유입농도를 150 ppm으로 고정하고 EBCT를 300, 200, 120, 100, 75 sec까지 감소시키면서 실험을 수행

한 결과, EBCT 120 sec까지는 100%의 제거율을 보였다.

Fig. 3은 활성탄/폴리우레탄 복합담체를 충전한 바이오필터에서 EBCT를 200, 120, 60 sec로 운전할 때 스티렌의 유입부하량과 제거용량간의 관계를 나타낸 것으로, 각각 23.5, 20.4, 30.4 g/m<sup>3</sup>/hr의 제거용량을 나타내었다. 이 결과 본 연구에서 EBCT가 60 sec일 경우 스티렌의 유입부하가 37 g/m<sup>3</sup>/hr에서 최대 제거용량 30.4 g/m<sup>3</sup>/hr이 산정되었다.

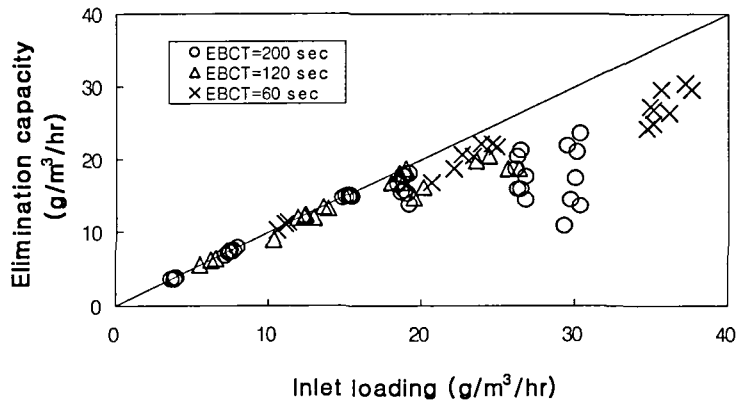


Fig. 3. Relationships between inlet loading and elimination capacity with different EBCT.

#### 4. 요약

활성탄/폴리우레탄을 접목하여 복합담체를 개발하고 이를 biofilter 담체로 충전하여 기상 스티렌의 제거 특성을 살펴본 결과, EBCT 200 sec일 때 유입농도 200 ppm의 고농도에서도 100%의 제거율을 보일 뿐만 아니라 스티렌의 유입농도를 150 ppm으로 공급하여 EBCT를 75 sec 까지 낮추어 운전하여도 80% 이상의 높은 제거율을 보였다. 또한 본 연구의 활성탄/폴리우레탄 복합담체를 사용한 biofilter 운전에서 최대제거용량이 30.4 g/m<sup>3</sup>/hr로 산정되어 비교적 높은 제거용량을 보여주었다. 이에 활성탄/폴리우레탄 복합담체를 충전한 biofilter 기술이 스티렌을 효과적으로 제거할 수 있음을 보였다.

#### 감사의 글

본 연구는 2005년도 제주지역환경기술개발센터의 지원에 의해 수행되었으며, 이의 지원에 감사드립니다.

#### 참고 문헌

- Ragule, N., 1974, Embryotoxic action of styrene, *Gigiene i Sanitarii*, 11, pp. 85-86.  
 Zilli, M., E. Palazzi, L. Sene, A. Converti and M. D. Borghi, 2001, Toluene and styrene removal from air in biofilters, *Process Biochemistry*, 37, pp. 423-429.