

EB7) 화산석을 이용한 Biofilter에서 VOCs 및 악취저감 Treatments of VOCs and Odor in Biofilter using Lava Stone

이학성 · 박진도¹⁾

울산대학교 화학공학부, ¹⁾한국알콜(주)

1. 서 론

현재 우리 나라는 공단지역에서 발생하는 VOCs(휘발성 유기화합물) 및 악취의 처리에 대한 연구개발 및 기존기술이 매우 취약한 실정이며, 일부 화학공장에서는 축열식 연소장치나 촉매연소장치를 설치하여 운전하고 있지만, 유지비(보조연료비)가 많이 소요되어 제대로 가동하지 못하는 경우가 있다. 대부분 제조업체의 경우, 활성탄 흡착탑을 설치하여 운영하지만, 화학공장에서 발생하는 포름알데히드, 스티렌 등과 같은 일부 물질은 흡착탑 내부에 타-르 같은 물질이 침적하고, 활성탄에 의한 흡착율이 낮다.

따라서 본 연구에서는 물리·화학적 공정에 비해서 경제적으로 유리한 생물학적 공정을 적용하였으며, 화산석을 여재로 한 biofilter를 이용하여 저농도에서도 악취가 심한 스티렌, methyl acetate 및 아민류 등에 대한 처리 효율과 실험조건 및 효율적인 분석방법에 대해서도 조사하였다.

2. 연구방법

본 연구에서는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이, 폭기조를 세부분으로 나누어 각 조에서 용존산소의 농도를 달리하여 *bacillus spp.*을 우점·배양하여 배양액을 2 L/day(MLSS: 약 10,000ppm)로 biofilter에 간헐적으로 공급하였다. Biofilter의 여재로서는 일본 미쯔비시 화학에서 가공한 화산석(직경 8~13mm)을 사용하였으며, filter에서의 온도는 조절이 용이하도록 장치하였으며, 대부분의 실험은 28~32°C, pH 6.8~7.2에서 수행하였다. 실험변수로서는 filter 온도(저온 및 중온), pH 변화에 따른 우점 미생물의 종류, 체류시간, loading rate 등이며, filter내에서의 상대습도는 습도조절기를 사용하여 항상 90% 이상을 유지하였다. 폭기조에서 배양한 *bacillus spp.*을 biofilter에 순환시키면서 약 1주일 동안 filter에서 성장시켰으며, 성장기간에는 저농도(약 1ppmv)의 스티렌에 적용시켰다. 처리 전후의 VOCs 분석은 악취측정기(일본 KALMOR사 제품), Gastec, 농축기를 장착한 GC/MS 및 GC/FID를 사용하여 동등한 시료에 대해 비교분석과 syringe pump에 의한 VOC 주입량을 유입기체의 유량으로 나누어 계산하여 비교하였으며, 대부분의 시료는 에탄올 및 메탄올에 흡수시켜 GC/FID(Varian STAR 3400CX)로 분석하였다.

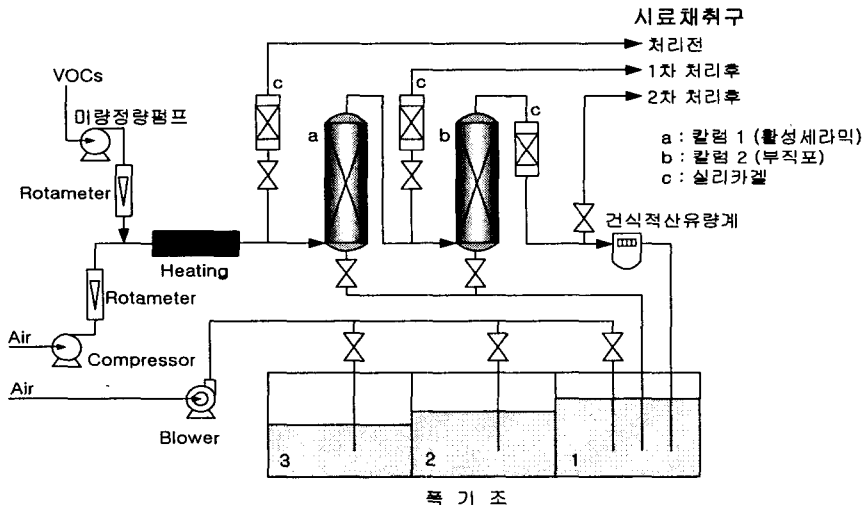


Fig. 1 Bench 규모 Biofilter의 VOCs 및 악취처리 공정도

3. 결과 및 고찰

저농도에서도 악취가 심하고 중합성이 높은 styrene에 대한 처리실험을 유입유량(혹은 체류시간: 43~86초)에 따른 처리효율을 조사하였으며, 모두 90% 이상의 처리율을 나타내었다(Fig. 2). 이 때의 미생물은 *bacillus* spp. 및 *bacteria*가 biofilter에서 주로 관찰되었으며, biofilter의 온도는 35°C, pH는 6.7~7.3의 범위를 나타내었다. Fig. 3에는 온도 및 loading rate의 변화에 따른 styrene의 처리효율을 조사하였으며, 35°C에서 10 g/m³·hr 이하의 낮은 loading rate에서는 약 90% 이상의 높은 제거율을 나타내었지만, loading rate가 증가할수록 100% 제거율 직선으로부터 급격하게 멀어짐을 알 수 있다.

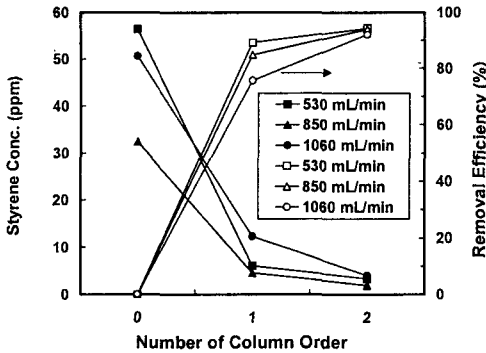


Fig. 2. Treatment of styrene by bench biofilter

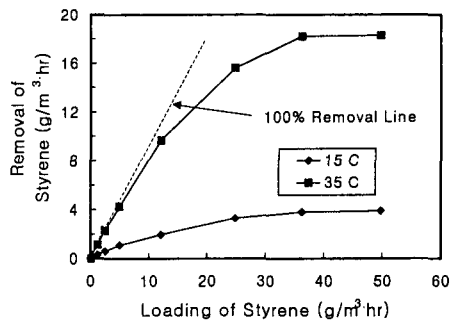


Fig. 3. Styrene removal efficiencies in trickling biofilter with lava stone packin after 7 days.

Fig. 4에는 스티렌의 유입농도를 4일 정도 일정하게 유지한 다음, 증가시키고 다시 일정하게 유지시키고, 다시 증가시키는 과정을 17일 동안 반복하여 농도 증가에 따른 미생물의 적응 정도를 시험하였다. 일정한 체류시간(66초)에서 스티렌의 유입농도를 증가(동시에 loading rate도 증가)시키면서 수행한 장기간의 처리실험에서 90% 내외의 양호한 처리효율을 나타내고 있으나, 농도를 증가시킨 후, 1일간 동안 미생물이 완전하게 적응하지 못하여 처리율이 다소 낮아지는 현상을 발견할 수 있다. 또한, 9일 정도 경과하면서 filter에 슬러지가 많이 생성되기 시작하여 biofilter에서의 channeling 현상이 발생하고 체류 시간도 짧아지므로 시료채취 직후에 역세를 하여 슬러지를 제거하였다.

Fig. 5에는 triethyl amine의 유입농도를 4일 정도 일정하게 유지한 다음, 증가시키고 다시 일정하게 유지시키고, 다시 증가 후 감소시키는 과정을 18일 동안 반복하여 농도 증가 혹은 감소에 따른 미생물의 적응 정도를 시험하였다. 일정한 체류시간(66초)에서 triethyl amine의 유입농도를 증가 혹은 감소(동시에 loading rate도 증가 혹은 감소)시키면서 수행한 장기간의 처리실험에서 90% 내외의 양호한 처리효율을 나타내고 있다. 또한, 9일 정도 경과하면서 filter에 슬러지가 많이 생성되기 시작하면 역세를 하여 슬러지를 제거하였다.

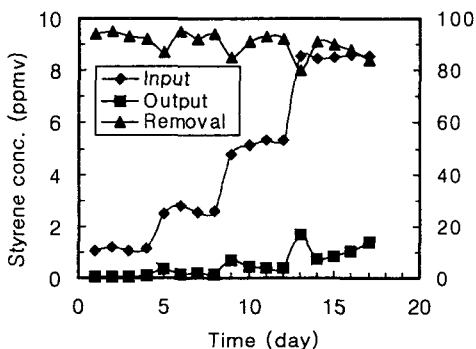


Fig. 4. Treatment of styrene by bench scale biofilter. (Residence time : 66 sec.)

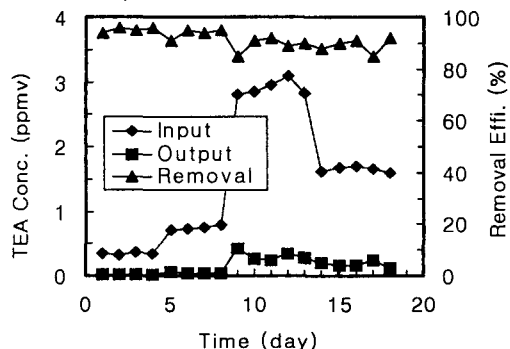


Fig. 5. Treatment of ethyl acetate by bench scale biofilter. (Residence time : 66 sec.)