

Biofilter를 이용한 천연피혁제조공장의 악취성분 제거

김종우, 문종혜, 박진수, 오광중¹, 김동욱

인제대학교 화학공학과, 부산대학교 환경공학과¹
전화 (055) 320-3396, FAX (055) 327-4955

Abstract

Hydrogen sulfide, ammonia and benzene which are generated from natural leather industry were simultaneously removed using biofilter including benzene degrading microbial consortia and sulfur oxidizer *Thiobacillus* sp.IW. The removal efficiency of benzene was maintained 90% in average for single and mixed gas treatment and that of ammonia was 99%, whereas that of hydrogen sulfide was relatively lower 85%.

서론

국민들의 생활수준이 향상됨에 따라 가죽을 소재로 한 의복, 가방, 구두 등의 고급제품에 대한 수요가 크게 증가하고 있다. 본 연구에서는 천연피혁제조공장에서 발생하는 대표적인 악취성분인 황화수소, 암모니아 및 benzene(1)을 생물막반응기를 이용하여 효과적으로 제거하고자 한다. Benzene은 부산 용호동 하수처리장의 활성슬러지에서 획득한 혼합균주를 이용하여 제거하였으며, 황화수소는 *Thiobacillus* sp.IW(2)를 이용하여 SO₄²⁻로 산화하였고, 암모니아는 생성된 산과 반응하여 황산암모늄으로 제거하였다. 양 균주가 함유된 biofilter에 총 기체유량 180 L/h, benzene 35-40 ppm, 황화수소 30-35 ppm, 암모니아 30-35 ppm을 주입하여 각 성분의 제거효율을 측정하였다.

재료 및 방법

Benzene을 제거하는 균주는 부산시 용호동 하수처리장에서 얻어진 활성슬러지에 기본배지(3)를 주입하여 2개월간 계대배양을 실시하여 혼합균주를 획득하였으며, 동정결과 주된 균주는 *Rhodococcus ruber*로 밝혀졌다. 황화수소의 제거를 위해 이산화 등에 의해 전남 화순의 폐탄광수에서 분리된 *Thiobacillus* sp.IW를 선택하였다. 본 연구에서 혼합균주와 *Thiobacillus* sp.IW의 동시배양을 위해 양 배지성분을 적절히 혼합한 배지가 사용되었다. 본 연구에서 황화수소, 암모니아와 benzene을 효과적으로 제거하기 위해 Fig.1과 같은 biofilter를 사용하였다. Biofilter내 담체는 다공성이고 수분의 함량이 높은 biosand를 사용

하였으며, biosand의 물리적 특성이 Table 1에 나타나 있다.

결과 및 고찰

혼합균주와 *Thiobacillus* sp.IW를 30°C, pH7.0에서 동시배양하였을 때 benzene의 분해도와 $S_2O_3^{2-}$ 의 산화결과 생성되는 SO_4^{2-} 의 농도가 Fig. 2에 나타나 있다. 액상농도 670 mg/L의 benzene은 22시간동안에 완전히 분해되었으며, SO_4^{2-} 의 농도는 17시간까지 계속 증가하다가 정상상태에 도달함에 따라 균의 생장이 억제됨으로 인하여 이후 감소하였다. 위의 결과를 단일성분의 처리와 비교해보면 혼합배양의 경우 황화수소와 benzene은 그 분해속도가 조금씩 느려진 것을 알 수 있다(2,3).

Biofilter에 황화수소와 암모니아가 동시주입됨에 따라 용액내 황산암모늄의 농도가 증가하게 된다. Fig. 3은 플라스크내 황산암모늄의 농도변화에 따른 *Thiobacillus* sp.IW의 24시간 배양시 흡광도의 변화를 보여준다. 초기 배지내 황산암모늄이 존재하지 않을 때와 비교하면 황산암모늄의 농도가 15 g/L 까지는 황산암모늄이 균성장에 긍정적인 역할을 하며, *Thiobacillus* sp.IW는 5 g/L의 황산암모늄농도에서 최적성장을 보이며, 이후 황산암모늄의 농도가 증가할수록 균성장이 감소하였다.

Biosand가 함유된 biofilter에 혼합균주를 접종하고 7일간의 적응기간을 거친 후 기체유량 78 L/h, 40-130 ppm의 benzene을 주입하여 20일 동안 그 처리효율을 측정할 결과가 Fig. 4에 나타나 있다. 이 기간 동안 benzene의 처리효율은 평균 90%로 양호한 처리를 보여주었다. 이후 연속적으로 반응기에 *Thiobacillus* sp.IW를 접종하고 기체유량을 180 L/h, 35-40 ppm의 benzene, 30-35 ppm의 황화수소와 30-35 ppm의 암모니아를 주입하였을 때 그 처리효율이 Fig.4에 동시에 나타나 있다. Benzene은 90%의 제거효율을 유지하였으며, 암모니아는 99%의 아주 우수한 제거효율을 나타내었으나, 황화수소의 경우 처리효율은 85%정도로 다른 성분에 비해 낮았다.

요약

본 연구에서는 천연피혁제조공장에서 발생하는 대표적인 악취성분인 황화수소, 암모니아 및 benzene을 활성슬러지에서 획득한 혼합균주와 황산화균인 *Thiobacillus* sp.IW가 동시에 접종된 생물막반응기를 이용하여 효과적으로 제거하고자 하였다. Benzene의 경우 단일 및 복합성분의 악취에 대해 90%의 제거효율을 유지하였고, 암모니아는 99%의 아주 우수한 제거효율을 나타내었으나, 황화수소의 경우 처리효율은 85%정도로 다른 성분에 비해 낮았다.

참고문헌

1. 한광동, 김명웅, 한환수, 피혁공업화학, 선진문화사, 1999.
2. 차진명, 박열, 이인화, "폐탄광수에서 분리한 황화수소 분해세균 *Thiobacillus* sp.IW의 성장조건"(1994), 한국생물공학회지; 9, 287-293.
3. 오광중, 방향성 VOC처리용 biofilter의 개발, 부산대학교 환경기술·산업개발 연구센터 1차년도 보고서, 2000.3.31.

Table 1. Biosand의 물리적특성

Composition	15% SiO ₂ , 85% H ₂ O
Media size (mm)	2.0-3.0
Density (g/m ³)	1.27
Specific surface area (m ² /g)	539
Total pore area (m ² /g)	589
Pore volume (m ³ /g)	740

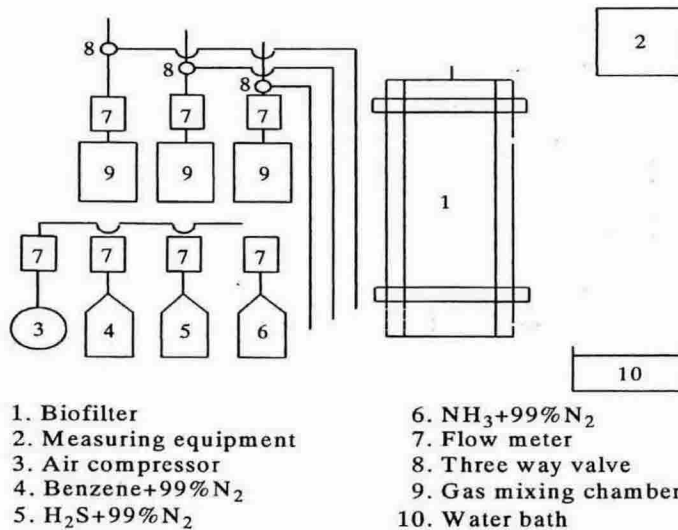


Fig. 1. Schematic diagram of the biofilter.

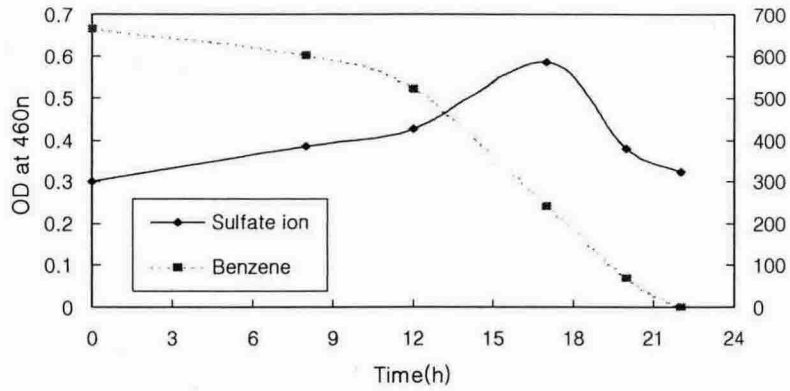


Fig.2. Degradation of benzene and production of SO_4^{2-} in microbial consortia and *Thiobacillus* sp.IW.

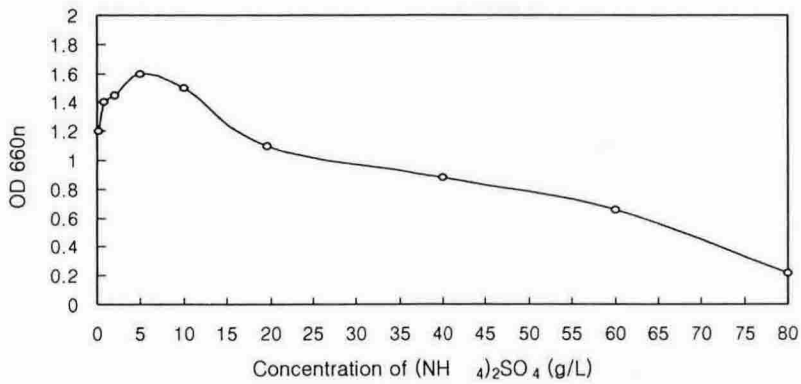


Fig. 3. Variation of optical density of solution in 24 h flask culture of *Thiobacillus* sp. IW with respect to $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ concentration

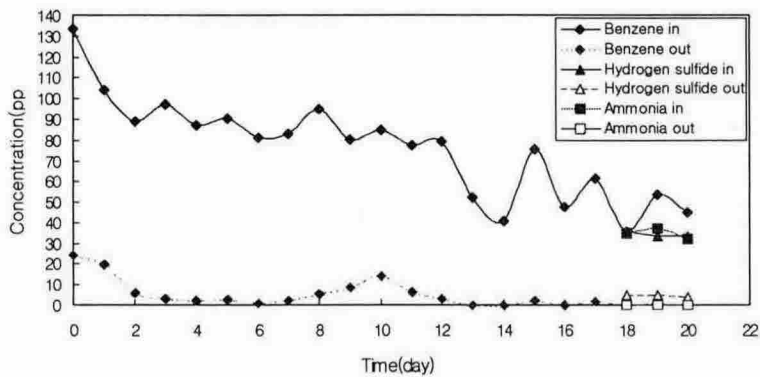


Fig. 4. Inlet and outlet concentration of benzene, H_2S and NH_3 in continuous operation of biofilter.