

대기-9 Biofilter를 이용한 H₂S 및 NH₃ 제거 특성

빈정인¹, 이병헌¹, 김종균², 권성현³, 최혁⁴, 이민규

부경대학교 화학공학부, ¹환경시스템공학부, ²식품생명공학부,
³경상대학교 해양환경공학과, ⁴조이엔택(주)

1. 서 론

악취는 소음, 진동과 같은 감각공해로서, 인간의 근무조건 및 위생환경을 저해할 뿐만 아니라 인근 지가 하락 등 인간의 생활환경에 큰 피해를 주고 있으며, 이에 대한 주민들의 민원도 다른 환경 민원에 비해 높은 실정이다. 악취는 특성상 유기성 악취와 무기성 악취로 분류된다. 무기성 악취는 H₂S, NH₃, (NH₄)₂S 등이 있고 나머지 대부분은 유기성 악취이다. 특히, H₂S, NH₃는 하수처리장 및 분뇨처리장에서 발생하는 악취성분의 대부분을 차지하며 그 취기강도도 크다. 또한 무색의 유독가스로서 인체에 매우 유독하며, 시설물의 수명을 단축시키는 강한 부식성 등의 특성을 갖는다.(정연규 등, 1994).

이러한 악취물질은 물리·화학적 탈취법으로 처리되고 있으나, 최근에는 경제성과 안정된 처리효율 등의 장점을 가진 생물학적 탈취법이 주목을 받고 있다. 생물학적 산화작용으로 H₂S와 NH₃는 각각 황산과 아질산이나 질산 등으로 산화된다. 그러나 H₂S와 NH₃를 동시에 제거할 시 H₂S는 미생물에 의하여 SO₄²⁻으로 산화되고 NH₃는 수중에 녹아 (NH₄)₂SO₄을 형성하여 제거됨으로써 황산화 미생물을 이용하여 H₂S와 NH₃를 동시 처리할 경우 생물학적 처리뿐만 아니라 부가적인 약품 투입이 없더라도 약액 세정과 같은 화학적인 처리의 장점을 동시에 이용할 수 있는 효과적인 처리방법이다(안정호 등, 2000).

본 연구에서는 물리적 강도가 뛰어나고 기공율과 함수율이 비교적 우수한 제주도 화산석을 충전담체로 하였으며, 탈취 미생물 균주로 *Bacillus* sp.를 채택한 biofilter를 이용하여 환경기초시설 등에서 대표적인 악취 유발물질로 알려져 있는 황화수소와 암모니아에 대한 제거 특성을 살펴보았다.

2. 재료 및 실험 방법

실험장치는 가스유입장치, 생물탈취탑, nutrient 순환장치로 구성된다. 먼저 유입되는 악취가스는 air-pump로 공급된 후 증습된 실내공기와 H₂S 가스(>99%)를 일정 비율로 혼합기에서 혼합하여 공급하였다. 특히 증습은 탈취탑의 수분유지와 온도조절 그리고 불순물제거 등의 기능을 가지는 전처리 시설로써 채택하였다. 생물탈취탑은 내경 9 cm, 높이 150 cm의 아크릴관에 화산석을 충전하였으며, 가스와 담체 시료채취구를 설치하였다. 악취가스와 nutrient가 생물탈취탑의 상부로 유입되는 하향류 시스템으로 운전하였다.

H₂S와 NH₃ 가스는 검지관(GASTEC, Japan)과 FPD가 장착된 Gas Chromatography (HP6890, USA)를 이용하여 분석하였으며, drainage의 pH 및 SO₄²⁻에 대한 분석은 각각 pH-meter(ORION, 420A)와 Ion Chromatography(DX-120, USA)를 이용하였다. 생물탈취탑의 압력손실은 Manometer(DWER, USA)를 이용하여 주기적으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 암모니아 유입농도 변화에 따른 제거 특성

먼저 황화수소만 200 ppm의 유입농도로 공급하여 미생물이 순응된 후에 암모니아를 주입하였으며, 유입유량을 30 L/min으로 일정하게 유지하고 암모니아 유입농도를 50, 100, 200, 300 ppm으로 단계적으로 증가시키면서 황화수소와 암모니아의 제거특성을 살펴보았다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 암모니아 유입농도 200 ppm까지는 황화수소와 암모니아 모두 유출가스 내에서 검출되지 않아 제거효율 100 %를 유지하였다. 황화수소의 경우 암모니아가 저농도로 유입되면서 순응과 함께 반응기 중간부에서의 제거효율이 증가하는 경향이 나타났으며, 암모니아가 고농도로 유입되면서 전체적으로 제거효율이 점차 감소하였다. 암모니아 유입농도 300 ppm에서는 계속되는 암모니아의 유입으로 인하여 반응기 내에 고농도의 NH_4^+ 가 축적되고 이로 인한 저해작용으로 황화수소와 암모니아의 제거효율이 각각 68, 62 %로 급격히 떨어졌다.

3.2. 드레인수의 SO_4^{2-} 농도 및 pH 변화

Fig. 2에 하루에 제거된 H_2S 및 생성된 SO_4^{2-} 양과 pH의 변화를 나타내었다. 암모니아 유입되지 않는 경우 제거된 H_2S 와 생성된 SO_4^{2-} 양이 유사하지만 암모니아의 유입으로 인하여 생성된 SO_4^{2-} 는 NH_4^+ 와의 중화반응으로 인하여 소비됨으로써 그 양이 점차 감소하였다. 최종적으로 암모니아 유입농도 300 ppm에서도 생성된 SO_4^{2-} 의 50 % 이상이 잔류하는 것으로 보아 완전 중화반응은 일어나지 않음을 알 수 있었다. 또한 pH는 약 1.3에서 점진적으로 증가하다가 반응기 내에 축적된 NH_4^+ 에 의해 급격히 증가하였으며, 최종적으로 pH 8이상까지 증가하는 결과를 나타내었다.

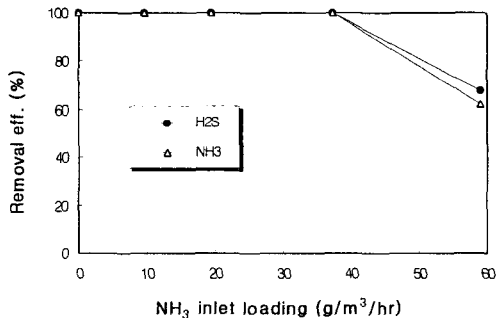


Fig. 41. Removal efficiency profiles with the different NH_3 loading.

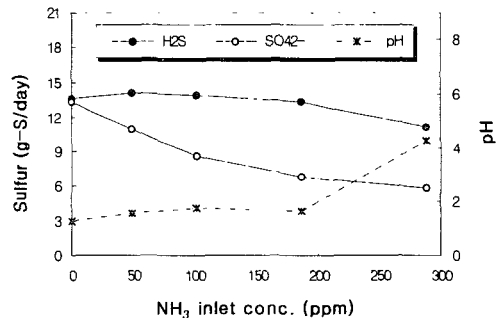


Fig. 42. SO_4^{2-} and pH variation with the different NH_3 loading.

참고문헌

- 정연규, 안준성, 1994, 미생물 활성토탄을 이용한 암모니아 제거에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 14(3), 655~668.
- 안정호, 임주원, 김동욱, 오광중, 2000, 삼상 유동층 생물막 반응기를 이용한 황화수소/암모니아 동시처리, 대한환경공학회, 2000 추계학술연구발표회논문집, 227~228.