

### 3D4) 복합고분자 bead 담체 biofilter에서의 NH<sub>3</sub> 제거

## Removal of NH<sub>3</sub> in the Biofilter with Immobilized Microorganisms in Complex Polymer Beads

함은이 · 송지현

세종대학교 토목환경공학과

#### 1. 서론

기존 바이오필터 담체의 문제점들을 보완하고 미생물에 의한 악취제어 효율을 극대화시킬 수 있도록 sodium alginate과 poly vinyl alcohol(PVA)을 혼합한 새로운 복합 고분자 담체를 개발하고, 악취 제거 미생물이 효과적으로 오염물질을 분해할 수 있는 담체 형성 조건을 연구하였다. PVA+sodium alginate bead를 제조해 보고, 실험을 통해 악취의 주성분인 암모니아 제어에 복합 고분자 담체를 적용시켜 보았다.

#### 2. 연구 방법

미생물은 하수처리장의 활성슬러지를 선택 배양하여 우수 균주를 분리해 낸 후 복합고분자 bead 제조 시 사용하였다. 복합 고분자 담체는 PVA 용액에 sodium alginate 을 혼합한 후 이 용액과 같은 부피만큼 분리 농축한 미생물을 넣고 함께 혼합하여 제조하였다. Boric acid와 CaCl<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>가 혼합된 용액에 고분자·미생물 혼합액을 peristaltic pump를 이용해 직경 3mm가량의 bead모양으로 떨어뜨려 넣고 1시간가량 stirer에서 혼합시켜가며 굳히면 bead 모양의 담체가 형성된다. 이를 1L 아크릴 column에 넣고 유입농도 50~400ppm 범위에서, EBCT를 달리 하며 처리효율을 조사하였다. 또한, 퇴비를 담체로 사용한 biofilter를 같은 조건에서 운전하고, 복합고분자 담체를 사용한 biofilter와 비교·분석하였다. 그리고 bead가 건조되는 것을 방지하기 위해 뿌려준 nutrient solution의 침출수와 bead 를 증류수에 넣고 vortex mixer로 섞은 것의 NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>3-</sup> 등을 측정해 미생물에 의한 제거가 아닌 습식세정과 단순 물리적 흡착에 의해 제거된 양을 구하였다. EC(Elimination capacity)test 및 실제공정 적용 가능여부를 알아보기 위한 dynamic loading test 도 수행하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

50여일간의 반응기 운전결과를 다음 그림 1에 나타내었다. 그림에서와 같이 유입농도 50ppm에서 운전 4일 만에 100%의 암모니아 제어 효율을 보였고 100ppm 운전 시 6일, 200ppm 운전 시 7일, 400ppm으로 운전 시 11일 만에 각각 100%의 효율을 보였다. 각 유입농도별 제거 효율이 100% 효율을 나타내기 까지 걸리는 시간은 유입농도를 증가시킬수록 길어졌다. EBCT를 변화시켜 유입 부하량을 2배로 한 결과 제어 효율이 소폭 감소하는 경향을 보이기도 했으나 이를 만에 90% 이상의 제어효율을 나타냈다. 반면, 퇴비를 담체로 이용한 실험에서는 저농도(50~100ppm)에서 bead를 담체로 이용한 경우보다 짧은 시간안에 높은 효율을 보였으나 유입농도를 증가 시킬수록 높은 효율을 나타내지 못했다. 이를 통해 복합고분자 bead가 기존에 담체로 사용하던 물질들에 비해 장기간 고농도 운전 시 유리함을 알 수 있었다.

침출수 및 bead 표면에 흡착된 NO<sub>2</sub><sup>2-</sup>과 NO<sub>3</sub><sup>3-</sup> 농도 측정결과 암모니아 제어 효율이 100%를 보일 때 함께 100% 제어 효율을 보였는데 이는 NO<sub>2</sub><sup>2-</sup>과 NO<sub>3</sub><sup>3-</sup>가 축적되지 않고 제어 되고 있음을 나타내는 것이다. 또한, 유입농도를 높일 때마다 NO<sub>3</sub><sup>3-</sup> 농도와 NH<sub>3</sub><sup>3-</sup>는 같이 증가하는 추세를 보여 습식세정 및 bead 겉 표면 물리적 흡착에 의한 처리가 어느 정도 일어나고 있음을 알 수 있었다. 침출수의 NH<sub>3</sub><sup>3-</sup>농도가 꾸준히 증가하는 이유는 반응기 구조상 유입되는 암모니아 기체가 침출수 저장소에 들어있던 침출수에 일부가 녹기 때문 인 것으로 추정 된다.

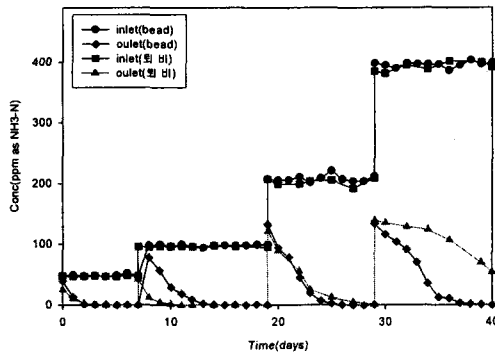


Fig. 1.  $\text{NH}_3\text{-N}$  inlet and outlet concentration during a biofilter operation (EBCT=30sec)

그 밖에 최대 분해능을 알아보기 위한 EC test 결과 EBCT가 30초(유입유량 2L/min) 일 때 유입 부하량  $30.49\text{g N/m}^3 \cdot \text{hr}$ 에서 99% 이상의 처리 효율을 보였고, 최대 분해능은  $46\text{g N/m}^3 \cdot \text{hr}$ , EBCT 15초 (유입유량 4L/min) 에서는 유입 부하량  $15.24\text{g N/m}^3 \cdot \text{hr}$ 에서 99% 이상의 처리 효율을,  $32.31\text{g N/m}^3 \cdot \text{hr}$ 에서 89% 이상의 처리효율을 보였으며, 최대 분해능은  $31\text{g N/m}^3 \cdot \text{hr}$  가량을 나타내 비교적 고부하에서도 높은 효율을 낼 수 있을것으로 보인다.

Dynamic loading test에서는 유입농도를 갑작스럽게 변하시켜주었을 때에도 빠르게 정상 처리 효율 (90%이상 제어 효율)을 보이며 안정적 제거 기작을 나타냈다. 이는, 유입 부하량을 단계적으로 증가시켜 주지 않아도 미생물 활성 저하 등의 현상을 보이지 않고 안정적인 처리효율을 나타내는 것을 뜻하며, 유입 부하량 변동이 큰 실제 공정에 적용이 가능할 것으로 보인다.

#### 참 고 문 헌

- M, An., K, V, LO. (2001) Activated sludge immobilization using the PVA-alginate-borate method, *J. Environ. Sci. Health.*, A36, pp. 101-115
- Susumu Hashimoto., Kenji Furuokawa. (1987) Immobilization of activated sludge by PVA-boric acid method, *Biotech Bioeng* 1, pp. 52-59
- Anna C., Jen, M, Conley Wake., Antonios G, Mikos. (1996) Review: Hydrogels for cell immobilization, *Biotech Bioeng* 50, pp. 357-364
- 김정훈, 박승한, 박철휘, 박홍석 (2004) 유기고분자로 포괄 고정화된 Biomedia를 충전시킨 Biofilter에서  $\text{NH}_3$  와  $\text{H}_2\text{S}$  처리 특성 연구, *한국폐기물학회지*, 21, pp. 288-295
- 서근학, 김병진, 오창섭, (2001) PVA에 고정화된 질산화세균에 의한 암모니아성 질소 제거 I.충진을 및 공기 유입량이 암모니아성 질소제거에 미치는 영향, *한국생물공학회지*, 16, pp. 314-319