

PF12) PEG에 고정화된 *Pseudomonas aeruginosa*를 이용한 NH₄-N, NO₃-N 동시제거에 관한 연구

박경훈*, 정경훈¹, 최형일, 송원종, 강영주²

조선대학교 환경공학부, ¹조선대학교 환경공학과 BK21 바이오 가스기반 수소생산 사업팀, ²광주광역시 보건환경연구원

1. 서 론

하수 중에 함유되어 있는 질소 성분은 2차 처리만으로는 제거되지 않고 방류수중에 다량 함유되어 배출되며, 질소가 함유된 배출수가 수역에 유입되면 부영양화의 원인이 될 뿐만 아니라 수생식물이나 농작물 등에 악 영향을 미친다.

일반적인 활성슬러지 프로세스에서는 암모니아성 질소 또는 아질산성 질소를 산화하는 질산화 세균이 차지하는 비율이 매우 적기 때문에 활성슬러지법에서 생물학적으로 질소를 제거하기 위해서는 질산화 미생물을 반응조내에 충분히 유지시킬 필요가 있으며, 이러한 문제를 해결할 수 있는 하나의 방법으로서 질산화 박테리아의 고정화방법을 들 수 있다.

본 연구에서는 질소함유 폐수를 효율적으로 처리하고자 고분자 물질인 PEG에 질소제거 능력이 있는 *Pseudomonas aeruginosa*를 고정화 하였으며, 고정화 미생물을 사용하여 NH₄-N 와 NO₃-N를 동시 제거하는데 따른 C/N비, 탄소원, 초기 질소농도 및 비드 충진율 등의 영향을 조사하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1. 미생물의 고정화

고정화 미생물은 Sumino 등²⁾의 방법에 따라 제작하였으며, 제작된 고정화 미생물은 합성폐수를 사용하여 2주간 순환시킨 다음 실험에 사용하였다.

2.2. 실험장치

실험장치는 Fig. 1과 같이 원통형의 투명 아크릴을 이용하여 제작하였으며 반응조 부피는 1ℓ 이다. 반응조내에 고정화 활성슬러지 비드를 20% 충진하였고 Table 1과 같은 조성의 합성폐수를 사용하였으며 반응조 아래부분에 산기관을 설치하여 공기를 주입하였다.

2.3. 분석방법

COD_{Mn}, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N는 수질오염 공정시험법에 따라 분석하였다.

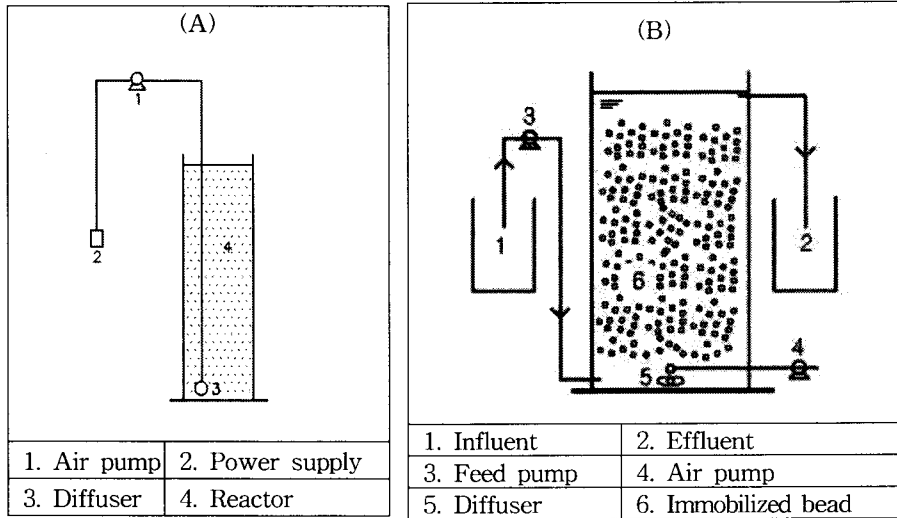


Fig. 1. Schematic diagrams of the batch(A) and continuous reactor(B).

3. 결과 및 고찰

3.1. C/N비 변화에 따른 NH₄-N 와 NO₃-N 제거

Fig. 2에는 고정화 *Pseudomonas aeruginosa*를 사용하여 NH₄-N 와 NO₃-N를 제거하는데 있어서의 C/N비 영향을 나타내었다. C/N비 10과 20에서는 NH₄-N 와 NO₃-N이 12시간과 18시간안에 제거되었지만, C/N비 5와 25에서는 완전히 제거되지 않았다. 따라서 *P. aeruginosa*를 고정화하여 NH₄-N 와 NO₃-N를 동시에 제거하기 위해서는 C/N비 10이상으로 하는것이 바람직 할 것으로 사료된다.

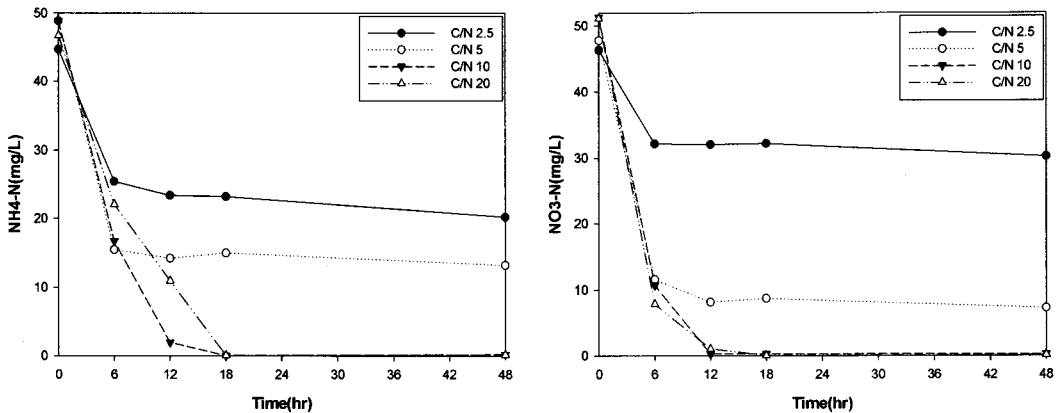


Fig. 2. Effects of C/N ratios on NH₄-N, NO₃-N removal.

3.2. 탄소원 변화에 따른 NH₄-N 와 NO₃-N 제거

Fig.3에는 탄소원으로 Acetate와 glucose 및 methanol을 사용하였을 때의 NH₄-N 와

NO₃-N의 제거 경향을 나타내었다. methanol을 탄소원으로 사용하였을 경우 NH₄-N와 NO₃-N가 제거 되지 않았으나 glucose를 탄소원으로 사용하였을 때에는 NH₄-N와 NO₃-N 모두 18시간 정도에서 제거되었다. Acetate를 탄소원으로 사용한 경우에는 NO₃-N는 30시간만에 완전히 제거되었으나 NH₄-N은 약 60%만 제거되었다. 이처럼 고정화 *P. aeruginosa*를 이용한 NH₄-N와 NO₃-N 동시제거에 있어서는 methanol을 탄소원으로 사용할 수 없었으며 glucose를 탄소원으로 사용하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

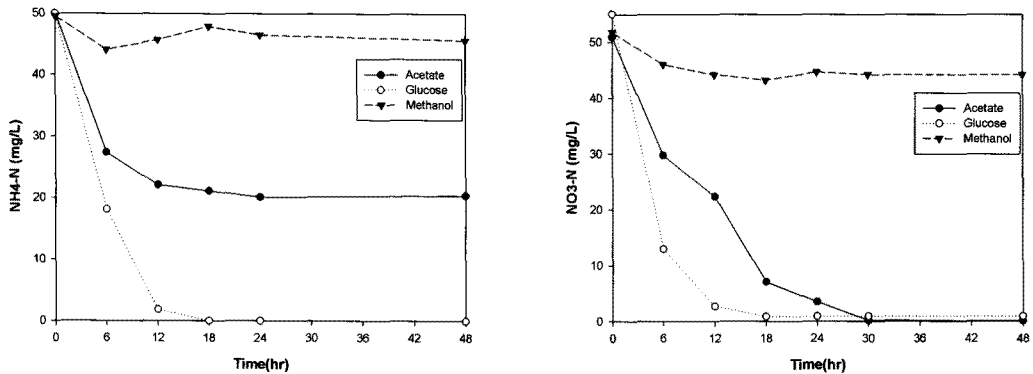


Fig. 3. Effects of different carbon sources on NH₄-N and NO₃-N removal.

3.3. 초기 질소 농도에 따른 NH₄-N와 NO₃-N 제거

초기 NH₄-N 및 NO₃-N 농도는 각각 25~200 mg/L 이다. NH₄-N의 제거변화를 보면 NH₄-N농도 50 mg/L 까지는 실험12시간만에 완전히 제거되었으나 NH₄-N농도 100 mg/L 이상에서는 완전히 제거되지 않았다. 48시간 기준으로 NH₄-N농도 100 mg/L와 150 mg/L 및 200 mg/L 일 때 제거율은 각각 80%, 86% 및 84% 이었다. NO₃-N 역시 NO₃-N농도 50 mg/L까지는 12시간만에 완전히 제거되었으나 NO₃-N농도 100 mg/L 이상에서는 제거 되지 않았으며 NO₃-N농도 100 mg/L 이상에서는 NH₄-N제거율보다 낮았다.

3.4. NH₄-N와 NO₃-N의 연속 제거

Fig. 6에서는 고정화 *P. aeruginosa*를 이용한 연속적으로 처리하였을 때의 유출수 NH₄-N와 NO₃-N농도변화를 나타내었다. 유입수 NH₄-N와 NO₃-N 농도는 50 mg/L 이며 운전초기 HRT는 24시간이며 운전101일째 부터는 C/N비를 10으로 하였다. NH₄-N의 경우 HRT 24시간에서 6시간으로 낮추어도 유출수 농도변화는 크지 않았으나 운전 101일째부터 C/N비를 10으로 증가시켰을 때 NH₄-N는 10 mg/L 이하까지 제거되었다.

NO₃-N의 경우도 위와 마찬가지로 HRT의 변동에도 불구하고 유출수 NO₃-N농도 변화는 크지 않았으나 C/N비를 10으로 증가시켰을 때 NO₃-N는 10 mg/L이하로 제거되었다. 이와 같이 고정화 *P. aeruginosa*를 이용하여 NH₄-N과 NO₃-N를 동시에 제거하는데 있어서는 적어도 HRT를 6시간 이상 유지시켜주고 특히 C/N비를 10이상으로 하여 운전할 필요가 있을 것으로 사료된다.

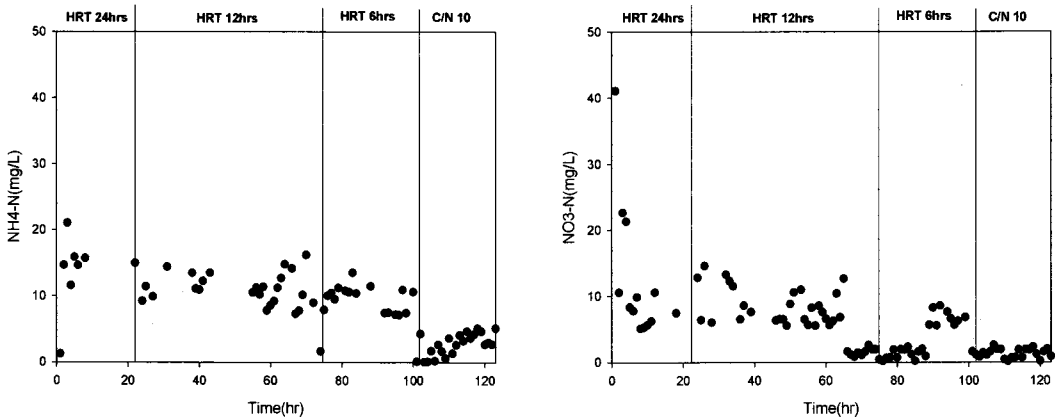


Fig. 6. Variation of $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ with continuous reactor by immobilized *Pseudomonas aeruginosa*.

4. 요약

질소제거 능력이 있는 *Pseudomonas aeruginosa*을 고분자물질인 PEG 에 포괄고정화 하였으며 제조된 고정화 미생물을 이용하여 질소제거에 미치는 C/N비, 농도, 충진율, 탄소별 제거율을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) C/N비 10이상이면 $\text{NH}_4\text{-N}$ 와 $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 동시 제거가 가능하였으며
- 2) 탄소원으로는 glucose를 사용하였을 때 $\text{NH}_4\text{-N}$ 와 $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 동시 제거가 가능하였으나 methanol은 탄소원으로 사용할 수 없었다.
- 3) 저농도의 $\text{NO}_3\text{-N}$ (50 mg/L)는 완전히 제거 가능하였으나 $\text{NH}_4\text{-N}$ 인 경우에는 초기 $\text{NH}_4\text{-N}$ 100 mg/L에서 60%정도만 제거되었다.
- 4) 연속처리 결과 $\text{NH}_4\text{-N}$ 는 HRT 변동에도 불구하고 유출수 농도 변화가 거의 없었으나, 오히려 C/N비를 증가시키면 $\text{NH}_4\text{-N}$ 제거 효율이 높았고, $\text{NO}_3\text{-N}$ 인 경우도 마찬가지로 C/N비를 증가시키면 $\text{NO}_3\text{-N}$ 제거 효율이 높았다.

참 고 문 헌

- 정경훈, 최형일, 정오진, 2003, "고정화 활성슬러지에 의한 폐수중의 질소제거 가능성 평가." 한국물환경학회지,19(1), pp 17-24.
- Sumino, T. Nakamura, H. and Yukio, K., 1992, Immobilization of Nitrifying bacteria by polyethylene glycol prepolymer, J. Ferment. Bioeng., 73, pp37-42.
- 원찬희, 이문형, 윤재성 1997, 고정화 질산균, 탈질균을 이용한 정화조 유출수중의 질소와 유기물 동시제거, 대한환경공학회지, 19(5), pp.683~692.
- 이영대, 최용수, 신응배, 이정욱, 1995 "생물학적 질소제거 신공정", 대한환경공학회지, 17(4), pp.387~397.