

## PF11) 부직포 여과막 생물반응조를 이용한 질소제거 연구

김선미\*, 최형일, 정경훈<sup>1</sup>, 김현웅, 김영주<sup>2</sup>

조선대학교 환경공학과, <sup>1</sup>조선대학교 환경공학과 BK21 바이오  
가스기반 수소생산 사업팀, <sup>2</sup>제주하이테크산업진흥원

### 1. 서 론

일반적으로 생물학적 질소제거 반응을 위해서는 질산화를 위한 호기조와 탈질을 위한 무산소조를 따로 구분하여 설계하나 한 반응조안에서 질소 제거가 일어나는 동시질산화 탈질의 원리를 적용할 경우, 반응조 부피와 소요되는 산소 공급량을 줄일 수 있다는 이점이 있다.

따라서 본 연구에서는 질소 제거에 새로운 방법을 개발하고자 김 등이 분리한 질소제거 박테리아 *Pseudomonas aeruginosa*를 단일 부직포 여과막 생물반응조에 이용하여 활성슬러지와 미생물의 관계 및 질소제거, 질소원에 따른 질소제거율, 호기·무산소 조건에서의 질소제거 및 C/N비에 따른 질소제거 변화를 검토하고자 한다.

### 2. 실험장치 및 방법

#### 2.1. 실험장치

본 실험에 사용한 균주는 토양에서 분리한 *Pseudomonas aeruginosa*이며, 활성슬러지는 하수처리장 반송슬러지이다. 부피가 5 L인 반응조에 유효면적 0.02 m<sup>2</sup>인 부직포를 2단 설치하고, 합성폐수를 유량 5 L/day로 HRT 24시간, 일정한 유속(3.47 mL/min)으로 연속 공급하였다. 반응조 내부를 호기성상태로 유지하기 위하여 산기관을 설치하였으며, 무산소 조건에는 교반기를 설치하였다.

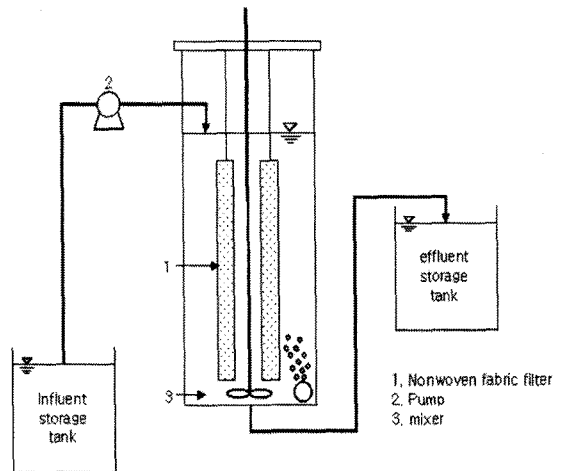


Fig. 1. Schemetic diagram.

#### 2.2. 실험방법

본 실험은 질소원별 및 동일 질소원의 조건 변화별로 총 6개의 반응조를 대상으로 수행하였으며 사용한 질소원은 NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, NaNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl이며 Table 1에 나타낸 실험조건 하에서 운전하였다. 활성슬러지에 *P. aeruginosa*를 혼합한 것과 *P. aeruginosa* 단독일 때의 질소제거 효과를 비교하였고, 다양한 질소원을 사용하여 기질에 따른 제거율도 검토 하였

고 또한 호기/ 무산소 조건에 따른 상태변화 등도 검토하였다.

Table 1. Operation conditions

Reaction tank	I	II	III	IV	V	VI
aerobic/anoxic	aerobic					anoxic
Nitrogen Source	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>		NaNO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> Cl		NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
activated sludge	used	unused	used	used	unused	unused
<i>P. aeruginosa</i>	used	used	used	used	used	used
HRT	24hr					
T-N	100 mg/L		50 mg/L			100 mg/L
COD	800 mg/L		400 mg/L			800 mg/L

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1. 활성슬러지와 미생물, 미생물에 따른 NH<sub>4</sub>-N과 NO<sub>3</sub>-N 제거

반응조 I, II에 C/N비 5, 초기 T-N농도 100 mg/L인 NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>를 폐수로 주입시켜 실험하였다. 반응조 I의 37, 40일의 경우 기기고장으로 분석결과에서 제외시켰으며, NH<sub>4</sub>-N의 경우 각각 83% 와 75%만 제거되었으나 NO<sub>3</sub>-N는 93%와 92%로 비슷하게 제거되었다. NH<sub>4</sub>Cl를 사용하여 Table 1의 반응조IV, V 조건으로 운전하였다. 초기 NH<sub>4</sub>-N과 NO<sub>3</sub>-N의 농도가 각 50mg/L일 때, NH<sub>4</sub>-N과 NO<sub>3</sub>-N 모두 활성슬러지가 함께 사용된 반응조가 질소 제거가 더 잘 이루어졌다.(Fig. 2) 이와 같이 *P. aeruginosa*만 이용하는 것보다 활성슬러지에 *P. aeruginosa*를 함께 이용하는 것이 질소제거에 더 효과적인 것으로 판단된다.

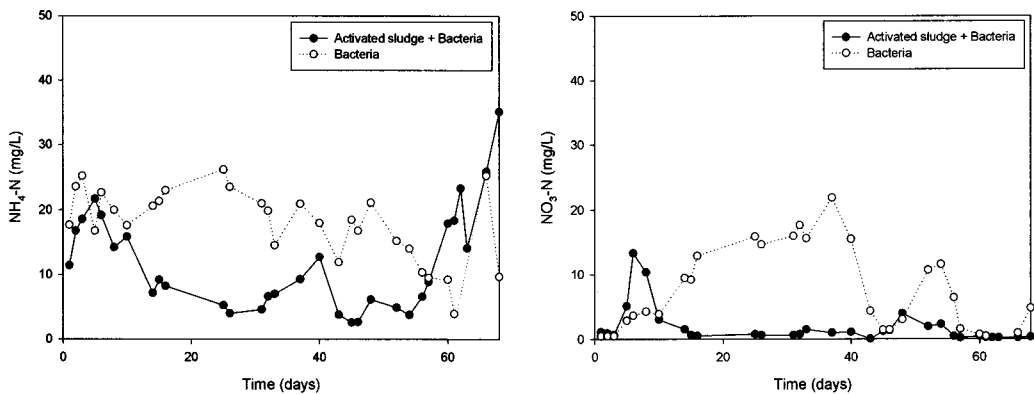


Fig. 2. Effects of Activated sludge on NH<sub>4</sub>-N and NO<sub>3</sub>-N removal.

Nitrogen Source : NH<sub>4</sub>Cl

#### 3.2. 질소원에 따른 NH<sub>4</sub>-N과 NO<sub>3</sub>-N 제거

질소원의 영향을 검토하기 위해 NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, NaNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl를 사용하였으며 Table 1의 반응조 I, III, IV 조건으로 운전하였다. NH<sub>4</sub>Cl을 사용한 경우 43일부터 C/N 10으로 운전하였

다. 초기농도 50 mg/L인  $\text{NH}_4\text{-N}$ 는  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 의 경우 83%,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 의 경우 77% 제거되었으며  $\text{NO}_3\text{-N}$ 은  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 에서 각각 93%, 82%, 95% 제거되었으나,  $\text{NaNO}_3$ 를 사용하였을 경우 다른 질소원에 비해  $\text{NO}_3\text{-N}$  제거효율이 다소 낮음을 알 수 있었다.

### 3.3. 호기, 무산소 조건에 따른 $\text{NH}_4\text{-N}$ 과 $\text{NO}_3\text{-N}$ 제거

Table 1에 나타낸 반응조Ⅱ과 Ⅵ을 대상으로 호기, 무산소 상태에 따른 질소제거 변화를 검토하였다. 사용한 질소원은  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 이며, 무산소조건의 경우 34일부터는 C/N비 10으로 운전하였다. C/N비 5일 때  $\text{NH}_4\text{-N}$  제거율은 호기 조건의 경우 75%, 무산소 조건의 경우 22%로 호기 조건일 때의  $\text{NH}_4\text{-N}$  제거율이 무산소 조건일 때보다 현저하게 높았다. 또한 호기 조건의  $\text{NO}_3\text{-N}$  제거율은 92%였으며 무산소 조건의 경우는 98%로 비슷한 제거율을 보였다. (Fig. 3)

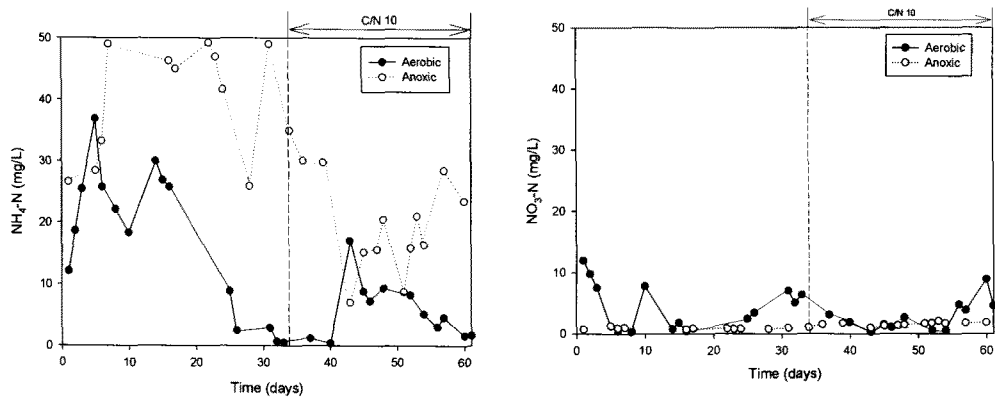


Fig. 3. Effects of Aerobic/Anoxic on  $\text{NH}_4\text{-N}$  and  $\text{NO}_3\text{-N}$  removal.

### 3.4. C/N비에 따른 $\text{NH}_4\text{-N}$ 과 $\text{NO}_3\text{-N}$ 제거

Fig. 4는 질소원  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 과 *P. aeruginosa*를 이용하여 C/N비에 따른 질소제거 변화를

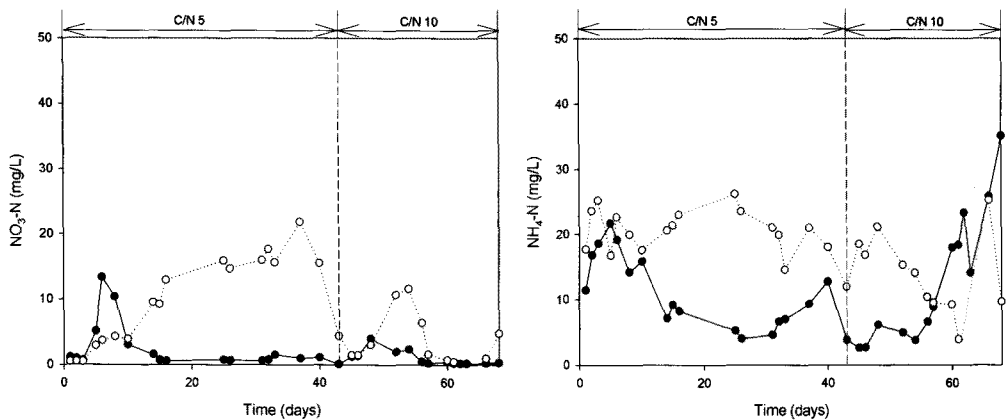


Fig. 4. Effects of C/N ratios on  $\text{NH}_4\text{-N}$  and  $\text{NO}_3\text{-N}$  removal.

Symbols : ●  $\text{NH}_4\text{Cl}$  + bacteria + activated sludge, ○  $\text{NH}_4\text{Cl}$  + bacteria

나타낸 것이다. 두 가지 경우 모두 C/N비 5보다 C/N비 10일 경우  $\text{NH}_4\text{-N}$ 과  $\text{NO}_3\text{-N}$  제거 효율이 더 높음을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

질소제거 박테리아 *Pseudomonas aeruginosa*를 단일 부직포 여과막 생물반응조에 부착시켜 활성슬러지와 미생물의 관계, 질소원, 호기·무산소 조건 및 C/N비에 따른 질소제거 변화를 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 호기성조건에서 질소원  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 와  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 은 활성슬러지와 *P. aeruginosa*을 함께 이용하는 것이  $\text{NH}_4\text{-N}$ 과  $\text{NO}_3\text{-N}$  제거에 효과적이다.
- 2) 질소원  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 의  $\text{NH}_4\text{-N}$ 과  $\text{NO}_3\text{-N}$  제거율은 비슷하며,  $\text{NaNO}_3$ 의 경우 다른 질소원에 비해  $\text{NO}_3\text{-N}$  제거효율이 다소 낮았다.
- 3) C/N비가 5인 질소원  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 는 호기 조건보다 무산소 조건 일 때  $\text{NH}_4\text{-N}$  제거율이 현저하게 높았으며  $\text{NO}_3\text{-N}$  제거율은 비슷하였다.
- 4) 질소원  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 의 경우, C/N비 5보다 C/N비 10일 경우  $\text{NH}_4\text{-N}$ 과  $\text{NO}_3\text{-N}$  제거효율이 더 높았다.

#### 참 고 문 헌

- 박종일, 이태진, 2006, 단일 반응조 내 동시 질산·탈질 반응에 관한 연구, 대한환경공학회 춘계학술연구발표회 논문집, pp. 1708-1714
- 김택수, 배민수, 조윤경, 조광명, 2005, 부직포 여과막 생물반응조의 혐기성 폐수처리에 관한 기초연구, 한국물환경학회, Vol. 21, NO. 5, pp. 464-469
- 정경훈, 김세영, 임병갑, 최형일, 박상일, 김영주, 2006, *Pseudomonas aeruginosa*에 의한  $\text{NH}_4^+$  및  $\text{NO}_3^-$ 의 동시제거, 대한상하수도학회 · 한국물환경학회 공동추계학술지, pp. 68-73