

## PF13) 방사선조사에 의한 축산폐수의 질산화 효율 향상

김탁현\*, 김태훈, 이재광, 유승호, 이면주  
한국원자력연구소 방사선이용연구부

### 1. 서 론

2003년말 현재, 142천톤/일 규모로 축사폐수가 배출되고 있으며, 이러한 축산폐수는 제대로 관리되지 않고 수계에 유입되는 경우 심각한 오염원으로 작용하여 유기물에 의한 직접적인 수질오염은 물론 질소·인 유입으로 인한 호소 부영양화, 녹조 등을 유발하게 된다. 축산폐수는 특히, 발생량은 전체 오·폐수 발생량의 0.6%에 불과하나, 발생오염 부하량은 25.8%에 달할 정도로 그 영향이 크다는 특징을 가지고 있다. 축산폐수내 함유 오염성분중 가장 문제시되고 있는 질소 성분의 제거를 위하여 물리, 화학, 생물학적 공정 등을 이용한 여러가지 처리 공정이 개발되어 왔으며 처리효율과 처리비용 등을 최적화하기 위한 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 질소제거법으로 가장 많이 사용되고 있는 생물학적 질산화-탈질법의 경우, 암모니아를 질산성 질소( $\text{NO}_3^-$ -N)까지 산화시키기 위한 산소공급에 많은 에너지를 필요로 하고, 탈질반응시 탈질미생물의 에너지공급을 위하여 메탄올 등의 외부탄소원을 공급해주어야 하는 문제점이 있다. 최근에 질산화시 필요한 에너지를 저감시키기 위하여 질산화공정을 단축하거나 아질산에서 반응을 멈추고 직접 탈질시키는 공정 개발이 수행되고 있다.

본 연구에서는 생물학적 질산화-탈질반응에 있어서, 방사선조사 기술을 이용함으로써 질산화 효율을 향상시키는 연구를 수행하였다.

### 2. 재료 및 실험 방법

본 실험에 사용된 축산폐수는 G축산종합폐수처리장의 혐기소화를 거친 처리수를 사용하였다. 질산화반응은 폭기조 부피가 2.5L, 침전조 부피가 1.5L로 제작된 실험실규모의 활성슬러지 반응기를 사용하여 연속식으로 운전하였고, 질산화 미생물은 G축산종합폐수처리장의 질산화반응조의 침전조로부터 얻어진 슬러지를 식중하여 사용하였다. 반응기로 시료를 투입하기 전에 폐수를  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  선원을 이용하여 감마선조사후 투입하였다.

질산화반응후 침전조로부터 배출되는 처리수중의  $\text{NH}_4^+$ -N,  $\text{NO}_2^-$ -N,  $\text{NO}_3^-$ -N, T-N, COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub> 등의 수질항목들에 대하여 APHA, AWWA, WPCF의 Standard methods for the examination of water and wastewater에 근거하여 분석을 수행하였다.

### 3. 결과 및 고찰

방사선이 물에 조사되면 수화된 전자( $e_{aq}^-$ ), 수소원자라디칼( $\text{H}\cdot$ ), 수산화라디칼( $\text{OH}\cdot$ ) 등이 생성되어 이들이 수중의 오염물질과 산화 혹은 환원반응을 일으켜 분해반응을 일으키게

된다. 또한, 방사선의 효과중의 하나는 수중의 생분해가 어려운 고분자 유기물질을 저분자 화시킴으로써 생분해도(biodegradability)를 향상시켜줄 수 있다.

감마선조사에 의한 생분해도 향상 효율을 살펴보기 위하여, 혐기소화 축산폐수에 대하여 조사량에 따른 유기물의 성장변화(COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub>)와 이때의 BOD<sub>5</sub>/T-N비의 변화를 관찰하였다. 감마선 조사량을 25 kGy까지 증가시키에 따라 생분해도(BOD<sub>5</sub>/COD)가 0.03에서 0.09로 3배가량 증가하였으며, 이때의 BOD<sub>5</sub>/T-N비도 최초 0.11에서 0.32까지 증가하였다. 이는 감마선조사에 의해 난분해성의 유기물이 생분해가 용이한 물질로 분해되었음을 의미하며, 그 결과 BOD<sub>5</sub>/T-N비도 증가하게 되었다. BOD<sub>5</sub>/T-N비가 증가는 질산화 미생물의 질산화 반응시 공급되는 에너지원의 증가를 의미하게 된다.

Fig. 1에서는 축산폐수에 감마선을 조사한 후, 생물학적 질산화 반응시 이때의 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 및 T-N 성분농도를 보여주고 있다. 통상 생물학적 질산화반응에 필요한 수리학적 체류시간(HRT)인 5일에서는 정상적으로 질산화반응이 일어나, 모든 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N가 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N로 전환되었으나(Fig. 1(a)), HRT를 3일로 줄여준 경우 일부 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N가 산화되지 않은 상태로 남아 있고, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N도 존재하였다(Fig. 1(b)). HRT는 3일로 유지하였으나 유입 축산폐수를 감마선 조사후 시료를 유입시킨 경우에는 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N가 공존하나, 완전한 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N의 산화가 이루어졌다(Fig. 1(c)). 이는 생물학적 질산화-탈질시, 완전한 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N로의 전환후 탈질과정을 거치지 않고, 아질산 및 질산 형태에서 바로 탈질반응으로 진행될 수 있음을 의미한다.

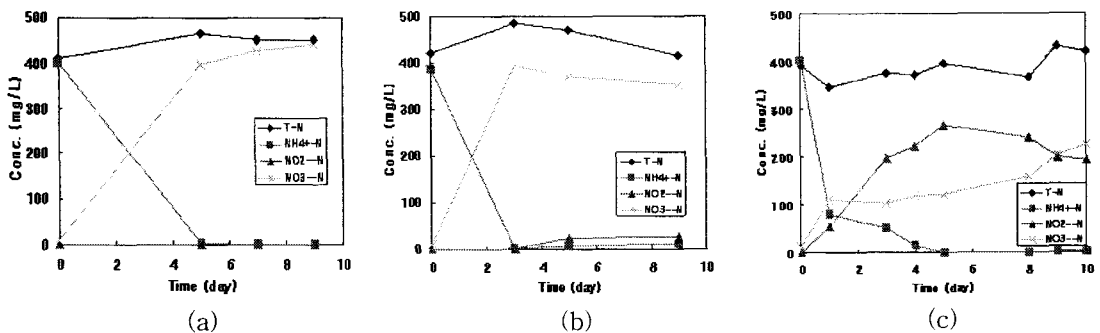


Fig. 1. Effects of gamma radiation on the nitrification of livestock wastewater. (a) HRT 5 day, non-irradiated, (b) HRT 3 day, non-irradiated, (c) HRT 3 day, irradiated.

#### 4. 요약

축산폐수내의 질소 성분의 효율적인 처리를 위하여 생물학적 질산화반응과 방사선조사기술을 결합시키는 연구를 수행하였다. 축산폐수에 방사선을 조사하여 줌으로써 생성되는 라디칼들에 의하여 폐수내 난분해성 유기물들의 생분해도가 향상되어 짧은 HRT에도 불구하고 완전한 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N의 산화가 이루어졌다.

## 참 고 문 헌

- B. U. Bae, E. S. Jung, Y. R. Kim, H. S. Shin, 1999, Treatment of landfill leachate using activated sludge process and electron-beam radiation, *Water Research*, 33(11), 2669-2673.
- 최익소, 호재호, 2001, NO<sub>2</sub>-N 질산화를 통한 돈사폐수의 질소제거, *한국물환경학회지*, 17(2), 273-281.
- 이상민, 정진영, 신정훈, 안대회, 정윤철, 2001, 축산폐수의 질소제거 효율향상을 위한 복합형 공정, *대한환경공학지*, 23(4), 681-687.