

부유상의 Batch식 배양에서의 암모니아 및 아질산염의 제거특성

조순자, 정용주, 이나은, 손형식, 차미선, 이상준
부산대학교 자연과학대학 미생물학과
전화 (051) 510-2193, FAX (051)514-1778

Abstract

Using acclimated sludges with inorganic nitrogen medium for three months and raw sludges, we investigated characteristics of biological nitrogen removal. As results, the acclimated sludges accomplished nitrification efficiently. But raw sludges have hardly done ammonium-nitrification and there was a increasing of ammonium concentration in flask with raw sludges for established experimental period of 72 hrs.

서 론

우리 나라의 물 부족 현상은 사용량의 증가¹⁾로 인하여 갈수록 심화될 전망이며, 수원을 늘려나가는 것 또한 한계가 있다. 즉 물부족 현상을 해결하기 위한 양위주의 수원확보는 한계성이 있으며, 생활수준의 향상과 함께 물사용량은 갈수록 증가하며, 또한 수원의 오염현상은 가속화될 것으로 예상되므로 이의 해결방안의 하나로서 하수처리율을 증가시켜 처리된 방류수를 재활용하여 새로운 수원으로 개발하여야 할 것이다. 이러한 관점에서 하수처리 방류수 내의 유기물질과 영양염류를 제거하는 기술개발은 시급한 실정이며, 특히 국내 하·폐수의 경우에는 대부분 과다한 영양염류 특히 질소분의 과다가 문제시 되고 있다.

ammonium의 제거는 현대의 하·폐수 처리에 있어 중요한 부분으로 이것은 크게 질화(nitrification)와 탈질(denitrification)이라는 두 과정을 거쳐 행해지는데 이 과정에는 다양한 미생물들이 관여²⁾하고 있다. 다시 말하면, ammonia, nitrite, nitrate는 화학적으로 안정하여 그들의 자연계에서의 변환은 생물학적으로 촉진³⁾되어야 한다는 것이다. 그러나 실지로 이러한 BNR공정개발에 있어 유럽 쪽에서는 균주탐색 및 효소, 잘 알려진 경로외의 방식에 의한 연구 등 다양한 각도로 연구가 활발하게 진행되고 있는 반면 국내에서는 질산화관련 슬러지 자체에 대한 연구는 거의 전무한 수준이다. 이에 본 연구는 무기 질산염으로 순화를 시킨 슬러지와 순화를 시키지 않은 슬러지를 이용한 반응기를 통한 생물학적 질소제거 및 그 특성을 파악함으로써 향후 생물학적 질소제거를 위해 기존의 하·폐수처리 설비를 개조한다든지, 혹은 신설시 관련 슬러지의 확보 및 각종 이화학적 자료를 통한 운전요인의 변화에 있어 생물학적 요소의 중요성을 확인해보고자 한다.

재료 및 방법

슬러지의 순화

영양염류가 다량 유입되고 있는 부산광역시 장림환경시설공단으로부터 슬러지를 약 4 l의 부유성 호기반응조에서 무기 질산염배지⁴⁾로 약 3개월간 순화시켰다.

순화된 슬러지와 생슬러지의 군집비교

반응을 시작하기전 각 반응기의 슬러지를 채취하여 시료를 고정하고, 균 특이적으로 반응을 하는 rRNA-targeted oligonucleotide를 형광물질로 표지한 probe로 사용하여 FISH(Fluorescence *in situ* hybridization)⁵⁾를 통해 슬러지의 군집을 비교분석하였다.

Batch식 배양반응액의 조제

250 ml의 삼각플라스크에 무기질산염배지 40 ml와 슬러지 농축액을 MLSS(Mixed Liquid Suspended Solid)로 약 3,000 mg/L가 되도록 10 ml씩 혼합한다. 이 때 반응기의 수는 각각의 슬러지마다 혼합후 0, 1, 3, 6, 12, 24, 48, 72시간대별로 수거를 할 수 있도록 8개씩 준비한다.

반응조건 및 시료준비

Batch식 배양반응기를 30 °C로 온도, 200 rpm의 진탕배양기에서 각 시간대별로 반응을 시킨 후, 반응기에서 꺼내어 즉시 pH를 측정후, 반응액 전부를 12,000 rpm, 30분간의 원심분리를 통해 균체와 처리수로 분리를 한다. 다음 처리수에서 슬러지를 구성하는 질소성분의 영향에 의한 실험결과의 오차를 최대한 줄이기 위해 구경 0.22 μm 의 여과지를 이용하여 filtration한 것을 반응결과의 시료로 사용하였다

시료분석

준비된 시료는 반응이 종결된 72시간까지 여과 후 즉시 4°C에서 냉장 보관하였으며, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- 의 농도는 Auto Analyzer 3 (Bran-Luebbe사)을 이용하였다.

결과 및 고찰

각 시간대 별로의 시료분석의 결과에 의하면 수개월의 순화과정을 거친 슬러지의 조성이 질산화 박테리아가 우점하는 순화슬러지의 경우(Fig. 1) pH의 결과면에서나 암모니아 제거율 및 질산염의 변화추이로 볼 때 순화되지 않은 슬러지(Fig. 2)와 비교 시 현저한 차이를 나타내었다. 이 때 암모니아 제거율은 $7.9 \text{ mg/l} \cdot \text{g MLSS} \cdot \text{day}$ (초기 48시간)이었으며, 아질산염의 제거율은 $12.1 \text{ mg/l} \cdot \text{g MLSS} \cdot \text{day}$ (초기 24시간)으로 아질산염의 제거가 암모니아 제거율보다 빠른 속도이었다. 한편, 순화과정을 두지 않은 생슬러지의 경우에는 비록 속도는 느리나 $\text{NO}_2^- \cdot \text{N}$ 의 질산화는 부분적으로 일어났으며, $\text{NH}_4^+ \cdot \text{N}$ 은 12시간이 지남에 따라 서서히 증가하는 것을 볼 수 있는데 이는 무기염배지만을 줌으로써 종속영양세균이 더 이상 성장을 하지 못하고 사멸함으로 인한 슬러지의 분해로 인한 결과로 사료된다. 그러므로 기존 하수처리장에서 생물학적

질소제거 슬러지의 초기 확보시에는 일정시기동안에는 불가분하게 처리장으로 유입되는 질소성분의 농도보다 과도한 질소성분의 증가를 예상하여야 할 것이다.

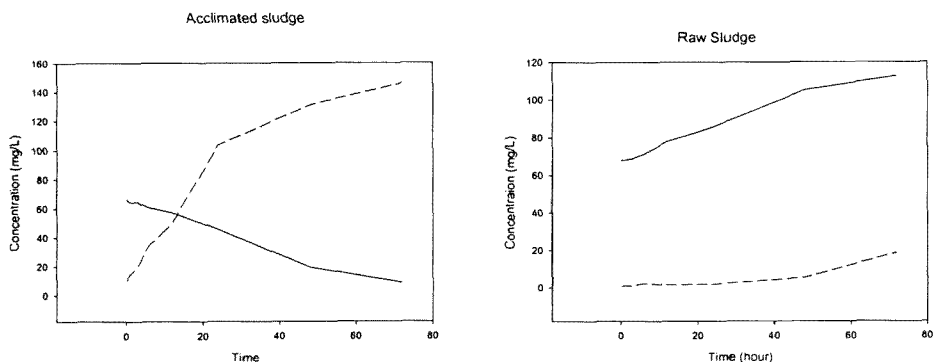


Fig. 1, Fig. 2. The changes of N compound in culture with acclimated sludge and raw sludge.
 _____ concentration of $\text{NH}_4^+\text{-N}$, ----- concentration of $\text{NO}_2^-\text{-N}$, concentration of $\text{NO}_3^-\text{-N}$

요 약

무기질산염배지로 순화된 슬러지와 순화되지 않은 슬러지의 두 종류 슬러지를 이용한 Batch식 배양을 통해 질소제거의 특성을 살펴보면 순화된 슬러지의 경우는 질산화가 잘 진행되었으나 순화가 되지 않은 생슬러지의 경우에는 질산화가 거의 일어나지 않았다. 그러나 두 반응기 모두 아질산염의 제거가 암모니아의 산화보다 빠른 속도로 일어남을 확인할 수 있었다. 또한 순화되지 않은 슬러지의 경우 슬러지의 사멸로 인한 암모니아성 질소성분의 증가도 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. 환경부, 환경백서(2001), pp. 65
2. David J. R., N. J. Watough, "Inorganic nitrogen metabolism in bacteria"(1999), Current Opinion in Chemical Biology, pp. 207-219
3. Elisabeth V. M., P. Lant, J. Keller, "Simultaneous nitrification and denitrification in bench-scale sequencing batch reactors"(1996), Water Research, Vol. 30, pp. 2107-2111
4. Komad E., U. Fanger, P. J. J. Alvarez, H. Siegrist, J. R. Meer, A. J. B. Zehnder, "Enrichment and characterization of an anammox bacterium from a rotating biological contactor treating ammonium-rich leachate"(2001), Archives of Microbiology, Vol. 175, pp. 198-207
5. Yoshiteru. A., T. Miyoshi, T. Okamoto, S. Tsuneda, A. Hirata, A. Kitayama, T. Nagamune, "Microbial ecology of nitrifying bacteria in wastewater treatment process examined by fluorescence in situ hybridization"(2000), Journal of Bioscience and Bioengineering, Vol. 90, 234-240