

## FIA를 이용한 수처리 System 효율 측정연구

이재성 · 이 원\* · 장해종 · 이수원

한국과학기술연구원 수질환경연구센터, \*경희대학교 이학부 화학전공

### A Study of the Efficiency of Wastewater Treatment by Flow Injection Analysis

Jea-Seong Rhee, Won Lee\*, Hae-Jong Jang, Su-Won Lee and N.V. Tung

Environment & Process Technology Division, Korea Institute of Science and Technology,  
P.O. Box 131, Cheonryangri, Seoul 130-650, Korea

\*Department of Analysis Chemistry, The University of Kyung Hee, Tongdaemun-gu Hoegi-dong, Seoul 136-872, Korea

The wastewater treatment system with electrified media was operated to examine the nutrient removal efficiency of microorganism by small electric energy. The electrified media was made by stainless steel coated with electrolytic materials which shellfish and metals is added. And FIA is directly connected to clarifier by auto injection system and analyzes ammonia by the method of on-line system.

**Key words:** FIA, electrified media, nutrient removal, on-line monitor

#### 1. 서 론

도시하수나 축산폐수 등을 통하여 수중에 유입된 유기질소는 시간이 경과함에 따라 수중 미생물의 작용을 받아 암모니아성 질소로 무기화 되고, 암모니아성 질소는 호기성 조건 하에서 아질산화균에 의해 아질산성 질소로, 질산화균에 의해 질산성 질소로 산화되며, 질산성 질소는 다시 동식물에 흡수되어 유기질소로 순환된다.<sup>1)</sup>

수중에 존재하는 질소는 부영양화의 원인물질로서 수질을 악화시켜 생활용수로서의 가치를 크게 손상시키며, 특히 암모니아성 질소는 어류에 대하여 독성과 콘크리트 및 철재에 대한 부식의 원인이 되기도 한다.<sup>2)</sup>

암모니아성질소의 측정법으로는 주로 습식분석법인 인도페놀법과 이온크로마토그래피를 사용하는 방법이 사용되고 있는데<sup>3)</sup> 습식분석법은 상대적으로 많은 시료의 양과 긴 분석시간을 필요로 하며 실험자의 숙련도에 기인하는 오차의 유발요인이 있으며 이온크로마토그래피법은 적은 양의 시료와 빠른 시간 안에 매우 정밀한 결과를 얻을 수 있는 장점에도 불구하고 고가

의 장비를 구입, 유지하는데 어려움이 따르며 정량범위가 넓지 못하다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 직접 제작한 FIA(Flow injection analysis)를 이용하여 담체에 전류를 흘려주어 생물막 두께를 조절하는 반응조와 전류를 흘려주지 않은 반응조에서 처리한 폐수의<sup>4)</sup> 암모니아성질소를 신속하고 정확하게 측정하는 방법을 확립하였다. 확립된 분석법을 이용하여 오페수처리시스템 각각의 반응조 내의 처리과정에서 채취한 시료의 암모니아성질소를 측정함으로써 FIA를 이용한 환경오염물질의 분석 가능성을 확인하였다.<sup>5)</sup>

#### 2. 실험장치 및 실험방법

##### 2.1. 반응조

본 연구에서는 평판 담체를 반응조 내에 침지한 부착식 반응조를 사용하였다. Fig. 1에 제시된 바와 같이 반응조는 효율적인 유기물 제거를 위하여 유입조와 폭기조 및 침전조로 이루어져 있으며 침전조의 슬러지가 폭기조로 다시 일부 반송되고 있다. 폭기조 안에는 스

†To whom correspondence should be addressed.

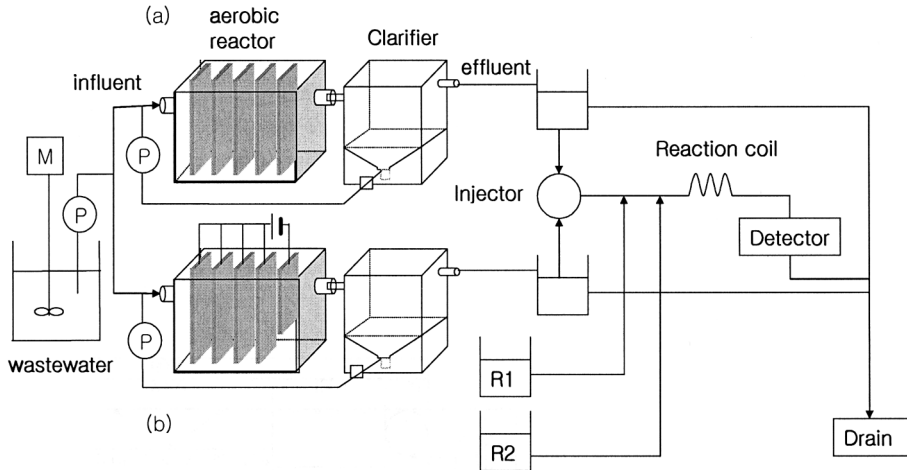


Fig. 1. The schematic diagram of two-type wastewater treatment process. (a) is composed of the only normal media and (b) is composed of the electrified media.

테인리스스틸에 패각과 전해금속 등을 이용하여 자체 제작된 특수 평판 담체를 5개 넣어 미생물의 효율적인 부착을 유도하였다. 반응조건과 사용되어진 하수는 Table 1에 제시된 바와 같다.

2.2. FIA의 구성

본 연구에서 사용한 FIA는 Gilson사의 Minipuls 3 Peristaltic pump, Gilson사의 UV/VIS-151 UV-visible

Table 1. The operation conditions of wastewater treatment process

Operating conditions	Value
The flow rate of influent	24 mL/min
The flow rate of return activated sludge	12 mL/min
Hydraulic retention time	12 hour
Electric energy (only electrified media)	About 2 watt
DO	More than 8 mg/L
pH	near 7

Table 2. The operation conditions of FIA

Operating conditions	Value
Total flow rate	2.25 mL/min
Reaction coil length/I.D	150 cm/0.8 mm
Wavelength	648 nm
AUFS	0.050
Cell vol./Path length	12 μL/5 mm
Injection volume	30 μL
Injection/Load time	20/60 sec
Attenuation	32
Water bath temperature	60°C

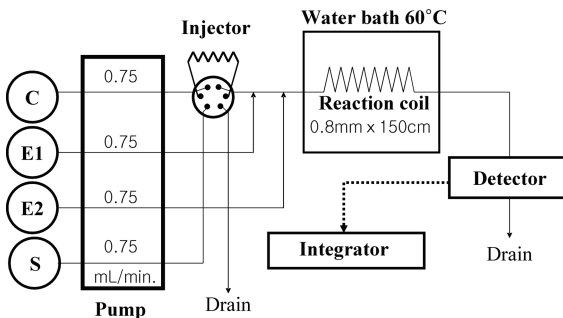


Fig. 2. FIA experimental setup for the determination of ammonium in water sample.

detector, Contec사의 IPC-PT/M300 computer 그리고 영인과학사의 D520A integrator로 구성되어있으며 pump tubing은 Gilson사의 PVC manifold tubing(I.D.: 1.2 mm)을 사용하였으며 흐름경로와 반응코일은 Gilson사의 teflon tubing(I.D.: 0.8 mm)을 사용하였다. FIA의 구성은 Fig. 2에 나타내었다. FIA의 작동조건은 Table 2에 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 담체에 따른 COD, TP 제거 효율

담체에 전류를 흘려주어 많은 미생물이 붙는 것을 억제하여 효율적인 생물막을 형성한 반응조의 경우 전류를 흘려주지 않은 반응조에 비해 유기물 제거 효율이 10% 정도 좋은 것을 알 수 있다. 특히 인의 제거 효율적인 면에서는 90%이상의 제거 효율을 보이는 것을 알 수 있다.

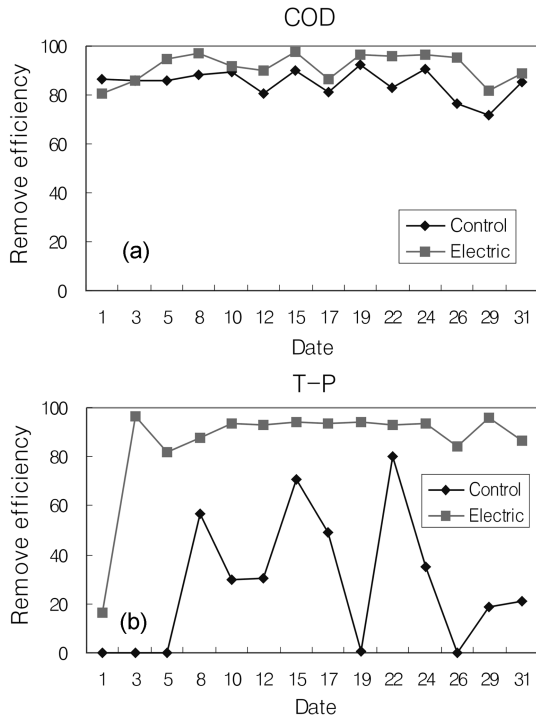


Fig. 3. The removal efficiency of COD(a) and TP(b) at both processes of electrified media and normal media.

3.2. FIA를 이용한 실시간 암모니아 분석

암모니아성 질소(NH<sup>4+</sup>-N) 표준용액의 FIA spectrum 과 검량곡선을 Fig. 4에 나타냈다. 암모니아성질소용액 농도범위는 0.5~20 ppm에서 매우 우수한 직선성 (R<sup>2</sup>>0.996), 상대표준는 0.62부터 9.37 사이의 값을 나타내었다. 또한 검출한계를 측정 한 결과 0.15 ppm(S/N>2)였다. 자동화된 FIA는 체류시간을 고려하

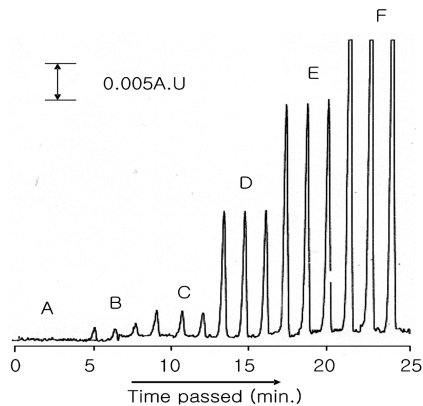


Fig. 4. FIA signals of ammonium-nitrogen standard solutions and calibration curve. A : 0.1 ppm B : 0.5 ppm C : 1.0 ppm D : 5.0 ppm E : 10 ppm F : 20 ppm.

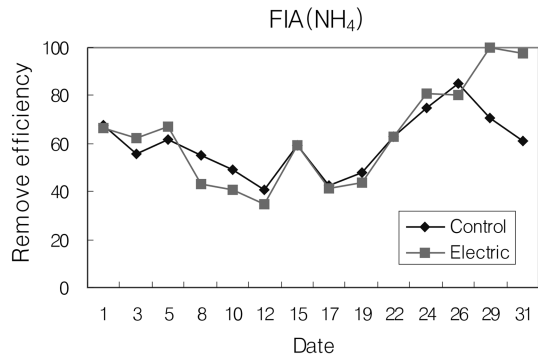


Fig. 5. Remove efficiency of ammonium by electric media reactor.

여 12시간마다 한번씩 자동으로 측정함으로써 실시간 분석과 하나의 시료를 분석하는데 약 1분정도 짧은 시간이 소요되고 auto injection system에 의해 따로 유출수를 채취할 필요가 없다. FIA를 이용한 반응기에서의 암모니아성 질소 제거효율을 Fig. 5에 나타내었다.

4. 결 론

전류를 흘려주는 담체를 이용한 경우 활성 생물막의 두께를 조절할 수가 있었으며 유기물 제거뿐만 아니라 T-P 제거 효율이 좋은 걸 알 수 있다. FIA를 이용하여 암모니아를 측정 할 경우, 실시간에 분석을 함으로써 많은 시간과 인력을 절약할 수 있었다. 따라서 펌프와 디텍터의 간편화를 통하여 좀 더 간단한 FIA를 구성하고 더 많은 수질 오염물질을 실시간으로 분석할 수 있도록 FIA에 적용하는 연구가 필요하겠다.

**참고문헌**

1. Sedlak, R. I., 1991, Phosphorus and Nitrogen Removal From Municipal Wastwater, Lewis Publishers, 2nd. ed. NY, 240.
2. Semmens, M. J., A. C. Booth, and G. W. Tauxe, 1978, Clinoptilolite column ammonia removal model, J. Environ. Eng. Div., EE2 231-244.
3. 김종택, 1992, 환경오염공정시 험방법해설(수질분야), 264, 신광출판사.
4. 이재성, 박두현, 이수원, 한국환경분석학회지, 2001, 4, 251-254.
5. 김용준, 2002, FIA를 이용한 주요 환경지표성분의 분석에 관한 연구, 5-6.