

첨단분리막 반응조를 이용한 유기물-질소 동시제거 공정

김홍렬, 최윤, 김동휘, 신인환*

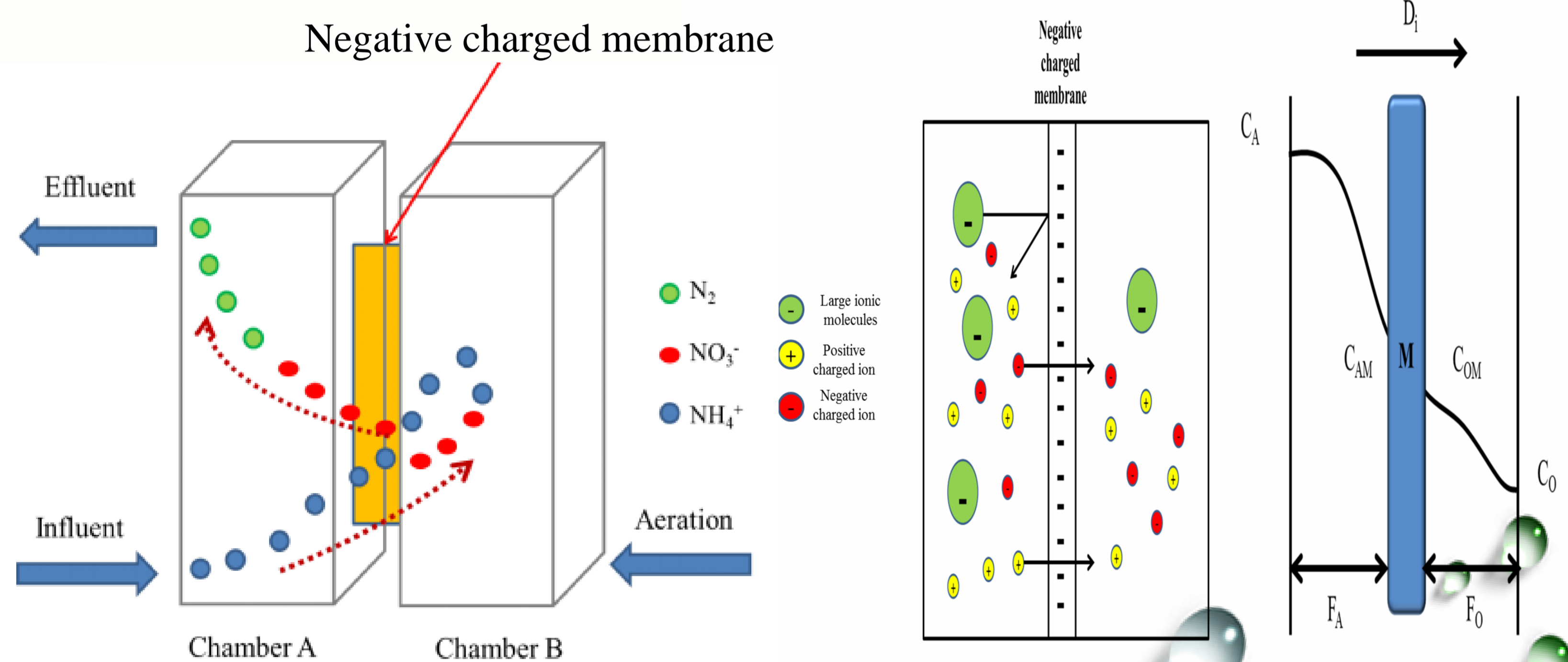
광주과학기술원 지구환경공학부

Introduction

축산폐수와 같이 고농도의 유기물과 영양염류를 포함하는 폐수들은 방류수처리 기준에 알맞은 수준의 유기물과 영양염류 등의 농도를 만족하기 위하여 막대한 비용과 대규모의 처리시설을 필요로 한다. 일반적으로 축산폐수의 경우 BOD 40000~150000 ppm에 달할 정도로 고농도의 유기물을 함유하고 있으며 대표적인 영양염류중 하나인 질소를 포함하는 암모니아의 경우 5000~50000 ppm을 함량을 보이는 반면 방류수의 수질기준은 BOD의 경우 30 ppm 그리고 총질소의 경우 120 ppm으로 방류수 수질기준에 적합한 처리효율을 가진 고효율의 공정이 필요하다. 일반적으로 축산폐수는 혐기성 소화를 통하여 메탄을 생성하여 유기물을 제거하고, 후폭기 공정을 통하여 잔존하는 유기물과 암모니아의 질산화를 진행한 후 반송을 통하여 탈질공정을 유도함으로써 유기물과 질소의 동시제거를 달성한다. 그러나 혐기성 반응조의 경우 일반적으로 운전시간이 20~30일이 소요되며 폭기조의 경우 7~15일의 체류시간이 필요로 하므로 반응조의 크기가 증가하게 된다. 본 연구에서는 유기물과 질소의 제거를 동시에 수행하며 단순화 공정을 통한 안정적인 처리수 획득과 처리시간을 절감하고자 하였다. 하나의 반응기를 분리막으로 분리하여, 분리막을 기준으로 무산소조, 질산화조를 분리하여 무산소조에서 유기물의 제거와 탈질이 일어나고 질산화조에서는 암모니아의 질산화를 유도한 후 이온확산을 통하여 질산염을 다시 무산소조로 이동시켜 탈질을 진행하여 하나의 반응기에서 유기물과 질소의 동시제거를 진행하였다. 회분식반응조 운전결과 유기물과 질소를 동시에 90% 이상 제거되는 것으로 나타났다. 본 연구결과는 향후 인제거공정과 연계하여 영양염류와 유기물을 동시에 처리하는 첨단 하수시스템을 구축하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Methodology

-Schematic diagram of membrane reactor



Experimental set-up

- 분리막 반응조 내에서 양이온과 음이온 이동 확인을 위하여 반응조 A에 암모니아성 질소 2000 mg/L와 염소이온 3600 mg/L를 주입하였다.
- 암모니아성 질소의 분리막 투과 flux 실험을 위하여 암모니아성 질소를 각각 200, 1200, 2000 mg/L를 주입하여 시간에 따른 이온 거동을 확인하였다.
- 질산화 공정진행 후 질산성질소의 거동확인을 위하여 200 mg/L의 암모니아성 질소를 반응조 A에 주입하였고, 반응조 B에는 질산화 미생물과 공기를 주입하였다.

Results and discussion

Ion transport between chamber A and B

암모니아 이온과 염소이온을 이용하여 첨단분리막 반응조 내에서 음이온과 양이온의 거동을 24시간동안 추적 관찰하였다. Fig. 1은 시간에 따른 시료주입 반응조 A에서의 암모니아 이온과 염소이온의 거동을 보여주고 있다. 암모니아 이온과 염소이온은 8시간까지 빠르게 저감되는 것을 보여주고 있으나 8시간 이후의 감소량은 크지 않은 것을 확인할 수 있다. 그 이유는 반응조 B에서의 암모니아 이온과 염소이온이 6시간 이후부터 서서히 시료주입 반응조 A의 암모니아이온과 염소이온 농도에 수렴해감에 따라 이동속도가 줄어들기 때문이다.

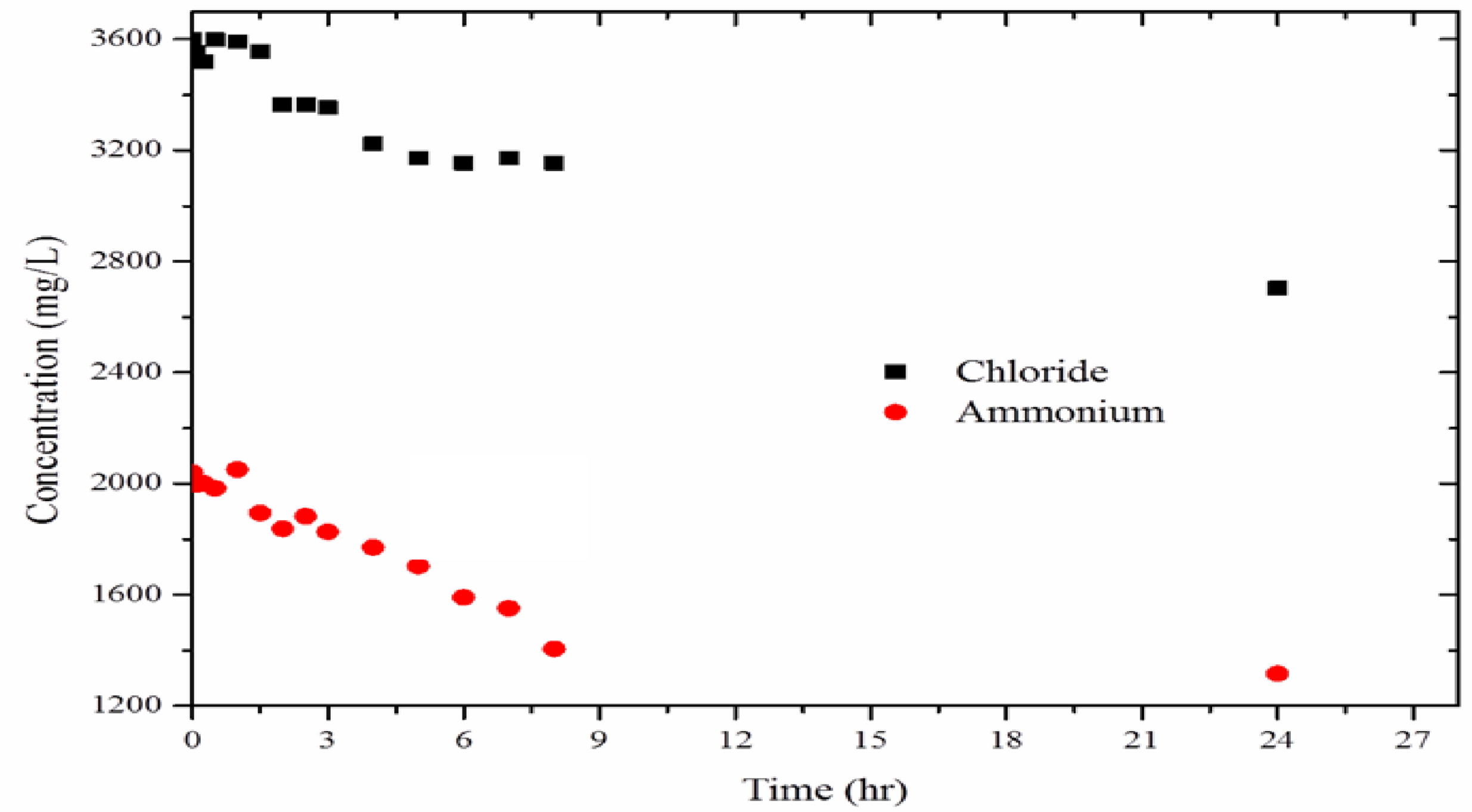


Figure 1. 시료 주입반응조내 암모니아이온과 염소이온 농도

Ammonium flux of advanced membrane process

암모니아 flux 실험을 위하여 반응조 A에 각각 200, 1200, 2000 mg/L의 암모니아성 질소를 주입하여 시간에 따른 암모니아 농도변화를 추적하여 분리막을 통과하는 암모니아 flux를 계산하였다. 암모니아 flux는 암모니아성 질소의 농도가 증가할수록 급격히 증가하는 것을 확인할 수 있으며, 이는 첨단 분리막 반응조 공정의 구동력이 농도구배에 기인하기 때문이다.

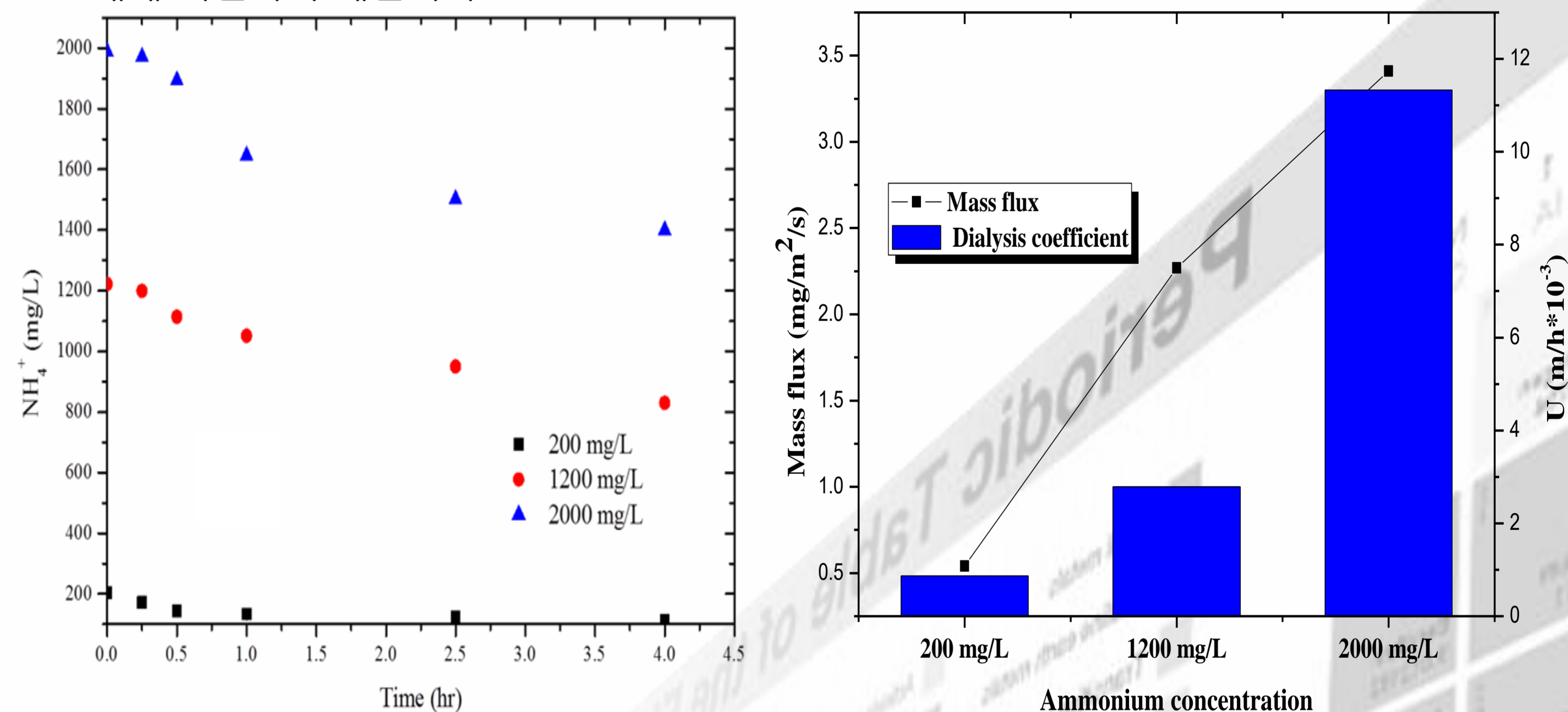


Figure 2. 각각 200, 1200, 2000 mg-N/L 주입에 따른 반응조 A내 농도변화 및 flux 변화

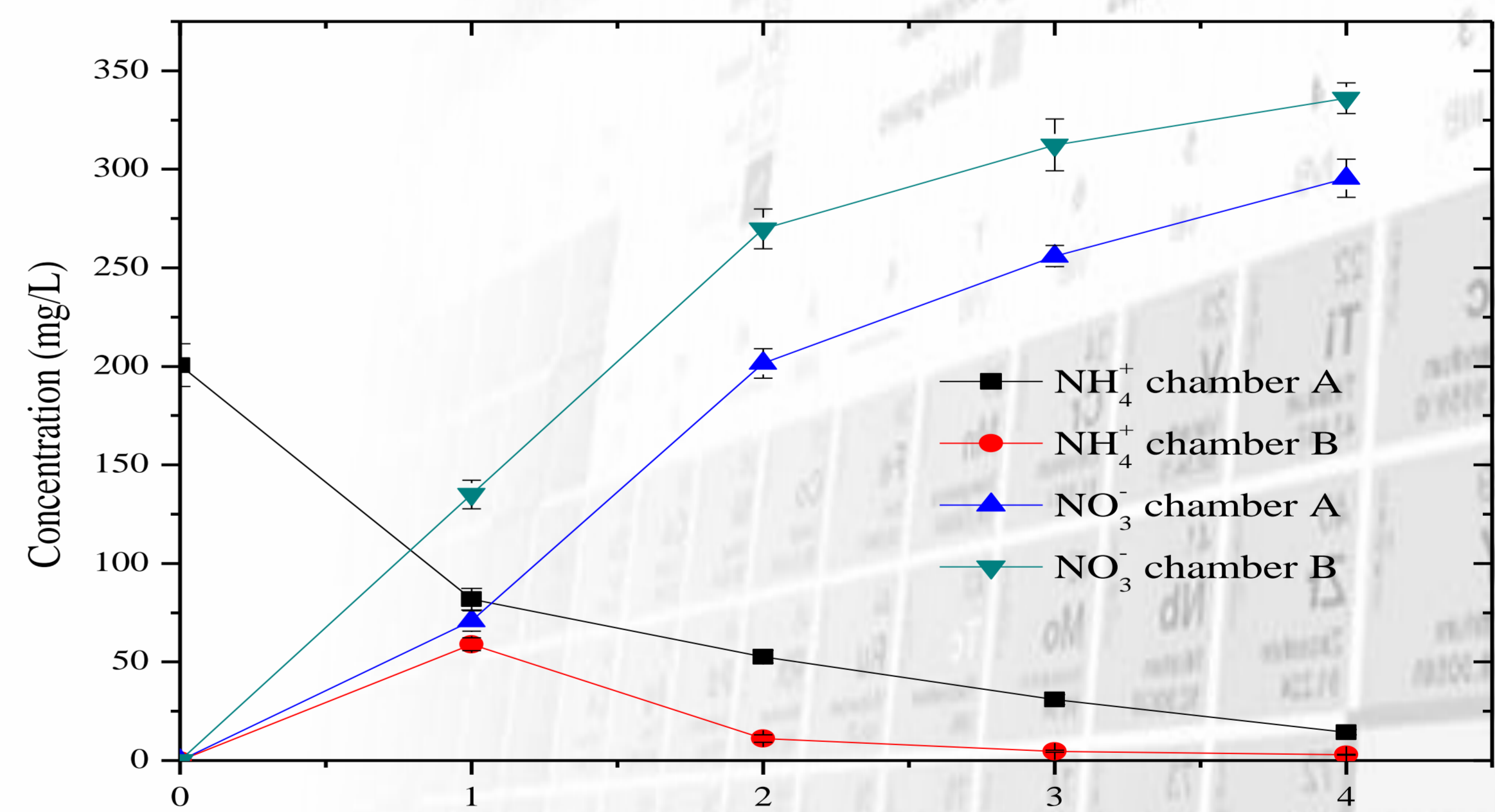


Figure 3. 200 mg-N/L 주입 후 첨단분리막 반응공정 내 이온성 물질 거동

Conclusions

- 첨단분리막 반응조 내에서의 음이온과 양이온의 거동이 자유롭게 이루어지는 것을 확인하였다.
- 암모니아 flux 실험을 통하여 첨단분리막 반응조의 공정 구동력은 농도구배임을 확인하였고, 농도가 증가할수록 flux가 증가하는 것을 확인하였다.
- 회분식운전을 통하여 첨단분리막 반응조에 유입된 암모니아성 질소가 효과적으로 질산성질소로 변화하는 것을 확인하였고, 생성된 질산성 질소가 반응조A로 역확산 되는 것을 확인하였다.