

PE13)

시화호의 질소성분 침착량 산정

Atmospheric Nitrogen Depositions to Lake Sihwa

정진영 · 장유운 · 이강웅

한국의국어대학교 환경학과 대기화학 연구실

1. 서 론

대기로부터의 침착되는 질소성분 중 대부분이 무기질소성분, 즉 NO_3^- 와 NH_4^+ 이다(Valigura et al., 2000). 대기중의 NO_3^- 는 광화학반응, 화석연료의 연소로부터 배출된 NO_x , 자연적인 질소고정 과정의 최종산물이다(Seinfeld and Pandis, 1998). 또한 NH_4^+ 는 동물의 분뇨, 비료, 토양, 산업배출에 의한 NH_3 의 heterogeneous 반응에서부터 생성된다(Dentener and Crutzen, 1994). NO_3^- 와 NH_4^+ 의 중요성은 이것들이 수생생물에게 쉽게 이용되어질 수 있기 때문이다. 따라서 대기로부터의 NO_3^- 와 NH_4^+ 의 침착량을 정량화하는 것이 수환경에서의 질소부하량 평가에 중요하다고 할 수 있다. 또한 대기 중 성분들의 침착은 생태계에서 식물, 토양, 표층수, 영양분의 순환에 관한 화학작용에 영향을 미친다(Richter and Lindberg, 1988). 그 중 질소성분의 침착은 삼림 생태계의 질소포화현상, 호수나 지류의 산성화, 해수의 부영양화 등에 기인하는 중요한 요소로 인식되어져 왔다. 질소성분은 특히 연안환경에서 플랑크톤의 생산성을 제한하는 중요한 영양분으로서, 질소성분의 과다 유입으로 인한 플랑크톤의 과다 증식은 빛의 투과율을 떨어뜨리고, 용존산소의 고갈과 수생생물들의 사멸을 초래한다(Paerl, 2001). 대도시지역과 산업지역의 풍하지역에 있거나 인접한 연안환경의 대기는 배출된 오염물질에 의해 심한 영향을 받을 수 있다(Gao, 2002). 연구대상 지역인 시화호는 연안환경으로서 국지적 오염원의 영향이 클 것으로 사료되는 지역이다. 따라서 본 연구의 목적은 대기로부터 유입되는 시화호 유역의 질소성분 침착량(dry deposition + wet deposition)을 정량화하는 것이다.

2. 연구 방법

시료 채취 장소는 시화호 주변 유역의 대표성을 가질 수 있는 장소 세 곳(화성초등학교, 중앙일보 사옥, 대부도)을 선정하였다. 화성초등학교는 내해의 상류에 위치해 있으며 주변은 주거지역이고, 중앙일보 사옥은 시화호와 인접한 두 개의 공단 중 반월공단에 위치하고 있어 공단지역으로부터의 영향을 많이 받을 것으로 추정되며, 대부도는 서해와 가장 인접한 지역으로 바다로부터의 영향이 예상되는 지역이다.

시료 채취 장치는 산성 강우 채집기(Anderson, USA)를 이용하였다. 산성 강우 채집기는 직경 약 29.5cm, 높이 27cm의 2개의 테프론 재질의 양동어로 구성되어 오염물질의 흡착을 방지하며, 각각 dry deposition과 wet deposition의 시료를 채집할 수 있는 장치이다. 시료 채취는 1주일 간격으로 1회 실시하였고, 건식시료를 채취하는 양동이에는 18.2 MΩ의 고 순도 증류수 2L를 넣어서 건식시료를 채취하였다. 채집된 시료는 이동 중 오염되는 것을 방지하기 위해 테프론 재질의 덮개로 막고, 다시 PE비닐로 밀폐하여 운반하였다. 실험실 이송 후 바로 전도도와 pH를 측정하고 시료분석을 위한 시료는 HDPE(High Density Polyethylene)30ml 병에 채집하여 시료전용냉동고에 -20℃로 보관하였다. 시료의 이온분석은 채집 후 1~4주일 내에 실시하였다. 양이온은 Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} 의 총 5개의 시료를 분석하였고, 음이온은 Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 의 총 3개의 성분을 분석하였다. 분석장비로는 Waters 626 LC system의 이온크로마토그래피를 사용하였고, 양이온 column은 CS14 4mm column과 CG14 4mm Guard column을 이용, eluant는 10mM MSA 용액을 사용하였으며, 음이온 column은 AS14 4mm column과 AG14 4mm Guard column을 이용, eluant는 1.8mM Na_2CO_3 + 1.7mM NaHCO_3 용액을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

습식침착량을 산정하기 위해 강수시료를 채취한 후 이들의 이온성분들을 분석하여 질소성분(NO_3^- -N,

$\text{NH}_4^+\text{-N}$)의 월별 침착량을 계산하여 나타내었다. 습식침착량은 강수량이 많은 여름철에 높은 값을 보였으며, 강수량의 형태와 유사한 분포를 보였다. 각 성분의 침착량 중 최고값은 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 가 대부도지역에서 04년 7월 120 $\text{mg/m}^2/\text{month}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 가 05년 6월 화성지역에서 252 $\text{mg/m}^2/\text{month}$ 의 침착량을 나타내었다.

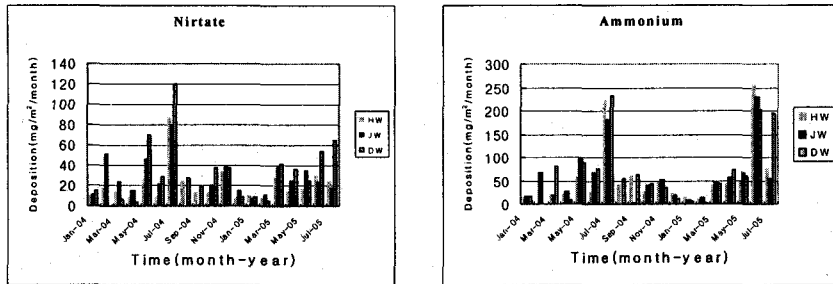


Fig. 1. Wet deposition rate of $\text{NO}_3^-\text{-N}$ and $\text{NH}_4^+\text{-N}$ in the sites

건식침착에 의한 질소성분($\text{NO}_3^-\text{-N}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$)의 침착량은 습식침착에 의한 침착량보다 낮은 값을 나타내었다. 각 성분의 침착량 중 최고값은 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 가 화성지역에서 05년 4월 47 $\text{mg/m}^2/\text{month}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 가 05년 3월 반월공단지역에서 164 $\text{mg/m}^2/\text{month}$ 의 침착량을 나타내었다. 또한 건식침착량은 강수가 많은 여름철에는 낮은 침착량을 보였는데, 이것은 강수에 의한 wash out에 의해 대기중 물질들이 씻겨 내렸기 때문이다.

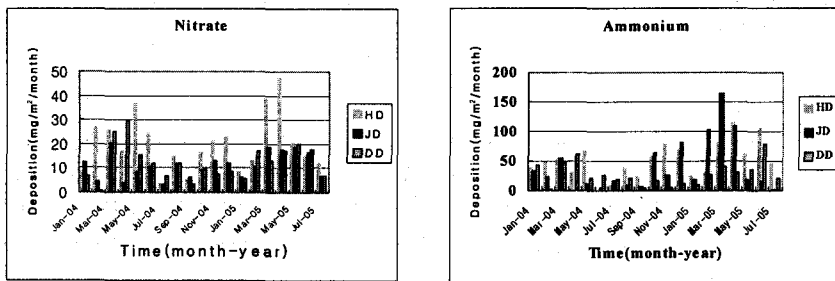


Fig. 2. Dry deposition rate of $\text{NO}_3^-\text{-N}$ and $\text{NH}_4^+\text{-N}$ in the sites

강수량이 많은 달에는 습식침착에 의한 침착량은 많았고, 건식침착량은 강수의 wash out 작용으로 습식침착량에 비해 낮았다. 2004년 N성분의 총 침착량은 6.568 ton/month 였으며, 2004년 1월~7월의 N성분의 침착량과 2005년 1월~7월의 N성분의 침착량을 비교한 결과, 2005년도 N성분의 침착량이 1.02 ton/month 더 높았다.

참고 문헌

- Yuan Gao (2002) Atmospheric nitrogen deposition to Barnegat Bay, Atmospheric Environment 36 (2002) 5783-5794
- Gregory B. Lawrence, Donald A. Goolsby, William A. Battaglin, Gary J. Stensland (1999) Atmospheric nitrogen in the Mississippi River Basin-emission, deposition and transport, The science of the Total Environment 248 (2000) 87-99

- Valigura et al. (2000) Nitrogen Loading in Coastal Water Bodies an Atmospheric Perspective, American Geophysical Union, Washington. DC, 254
- Seinfeld and Pandis (1998) Atmospheric Chemistry and Physics, Wiley. New York, 1326
- Dentener and Crutzen (1994) A three-dimensional model of the global ammonia cycle, Journal of Atmospheric Chemistry 19, 331-369