

PA28) 대도시 암모니아 농도의 일변화 특성

Characteristics of Diurnal Concentration for Ammonia in Seoul City

전의찬 · 윤석경 · 김옥현 · 김진수 · 사재환

세종대학교 지구환경학과

1. 서 론

우리나라의 대기질은 정부의 지속적인 개선 노력으로 SO₂, CO 등 1차 대기오염물질은 지속적인 감소 추세를 보이고 있으나, O₃, 미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5}) 등 2차 대기오염물질은 2000년 이후 증가하는 추세를 보이고 있다. 특히, 서울시를 포함한 수도권지역의 대기질은 더욱 악화되고 있다. 비점오염원에서 배출되는 대기오염물질들 중 암모니아(NH₃)는 우리나라의 규제대상 악취물질 중 하나로서 악취로서의 영향 뿐만 아니라 대기 중의 2차적인 미세먼지 형성에 기인하는 물질로 알려져 있다. 서울시와 같은 대도시 지역에서 암모니아는 수~수십 ppb 수준의 낮은 농도로 존재하기 때문에 암모니아의 특성 중 하나인 악취물질로서의 영향보다는 대기오염물질로서의 영향이 더 중요하다. 특히, 암모니아는 여러 대기오염물질 중 인체위해성이 가장 높은 미세먼지 생성에 관여를 하기 때문에 미국과 같은 선진국에서는 많은 연구를 통한 결과를 이용하여 암모니아 및 미세먼지를 관리하고 있다. 암모니아는 대기 중의 황산화물, 질소화합물 등과 반응하여 황산암모늄, 질산암모늄 등의 2차 대기오염물질을 생성하는데, 생성되는 대부분은 PM_{2.5} 이하의 미세입자로서 시정거리감소의 주요 원인물질 중 하나이다. 선행 연구(환경부, 2005)에 의하면, 수도권에서 측정된 PM₁₀과 PM_{2.5}의 구성성분은 황산암모늄과 질산암모늄이 전체 미세분진 농도의 25.9~35.2%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 대기 중의 가스상 암모니아와 암모니아 이온성분 및 미세입자를 측정하여 대기 중에서의 가스상 암모니아에 의한 입자상 암모니아화합물과의 관계 규명을 위한 기초자료를 확보하고자 한다.

2. 연구 방법

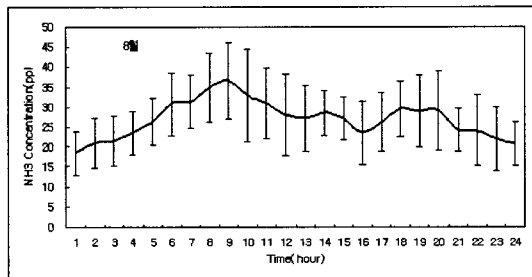
1차 측정기간은 2007년 8월 6일부터 8월 12일까지 7일간 실시하였으며, 측정지점은 세종대 영실관 옥상(6층)이었다. 2차 측정기간은 9월 3일부터 9월 9일까지 1차 측정과 같은 지점에서 실시하였으며, 요일별 특성을 살펴보기 위하여 월요일부터 시작하여 일요일까지 동일하게 측정하였다. 가스성분과 에어로졸 상태의 황산화물과 질소산화물인 산성오염물질들을 디누더 측정기(University Research Glassware)를 이용하여 16.7 l/min의 유량으로 포집하였다. 측정을 위하여 디누더를 코팅(coating)하였으며, 분석은 미국 EPA 실험보고서(1989) 방법을 이용하였다. 디누더를 이용한 가스상 및 이온성분의 측정시간은 24시간을 기준으로 하였다. 포집된 필터 시료에 대한 수용성 이온성분의 정성 및 정량분석을 수행하기 위한 전처리 과정으로 미세먼지가 포집된 여지를 마개가 있는 필터추출용기(polyethylene 재질)에 넣고 적당량의 탈이온교환수(DI water)를 가해 미국 Branson사의 초음파추출기(ultrasonic cleaner 5510DTH)를 사용하여 60℃에서 20분간 초음파 추출을 하였다. 초음파 추출된 시료는 하루 정도 냉장보관한 후 시료액 중의 불용성 성분을 제거하기 위하여 여과하였으며, 수용성 이온성분의 농도 분석시까지 4℃의 냉장고에 보관하였다. 시료용액 중 수용성 이온성분의 농도는 이온크로마토그래프(DX-100 IC, Dionex Inc., USA)를 사용하여 분석하였다. 양이온 분석에는 CG 12와 CS 12 칼럼(IonPac Column, Dionex Inc.) 및 4mm CSRS-Ultra Suppressor를 사용하였으며, 음이온의 경우 AG 12A와 AS 12A 칼럼(IonPac Column, Dionex Inc.) 및 4mm ASRS-Ultra Suppressor를 사용하였다. 용리액은 양이온의 경우 20mM MSA(methanesulfonic acid) 용액을 사용하였으며, 음이온의 경우 2.7mM Na₂CO₃/0.3mM NaHCO₃ 용액을 사용하였다. 검량선 작성에 사용된 표준용액은 음이온의 경우 AccuStandard사의 Multi-Component Anion 표준용액(IC-MAN-18-1, USA)을 사용하여 조제하였으며, 양이온의 경우 Multi-Component Cation 표

준용액(IC-MCA-02-1, USA)을 사용하여 조제하였다. 시료의 전처리 및 IC 용리액(eluent) 제조 등 실험에 사용된 물은 비저항(specific resistance)이 18.2 megohm-cm인 탈이온교환수를 사용하였다.

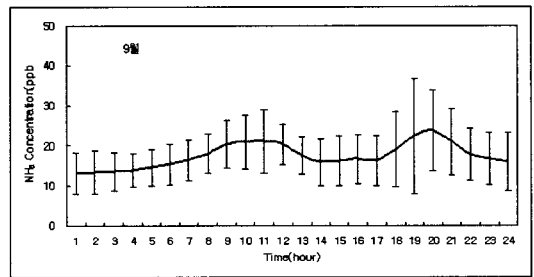
3. 결과 및 고찰

1차 측정기간 동안 대기 중 암모니아 농도를 시간별로 살펴본 결과, 대기 중 암모니아 농도는 새벽시간대에 서서히 증가하다가 오전 9시에 최고 농도를 보였다. 그리고 이후 서서히 감소하다가 오후 8시에 다시 농도가 소폭 증가하는 특성을 보였다. 2차 측정기간 동안 암모니아의 시간별 평균 농도 특성은 암모니아 농도는 1차 측정기간과 같이 오전 시간대에 증가하는 경향을 보인다. 하지만 1차 측정기간보다는 낮은 증가폭을 보였다. 오후 시간에는 1차 측정과 같이 20시경에 29.8ppb로서 가장 높은 경향을 보였다. 1, 2차 측정 모두에서 오전시간대에 암모니아 농도가 증가하다가 감소한 후, 오후시간대에 다시 증가하는 경향을 보여, 출퇴근 시간대에 대기 중 암모니아 농도가 높음을 알 수 있다.

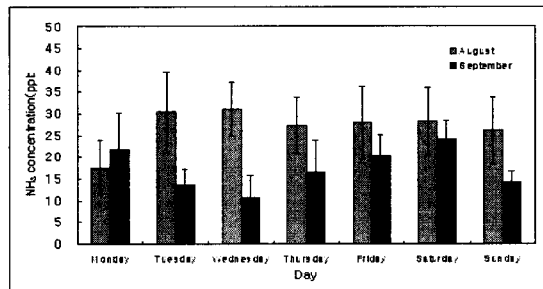
Kirchner et al.(2005)는 독일의 대도시의 교통혼잡지역에서 도로의 교통량과 대기 중 암모니아 농도의 관계를 분석하였으며, Perrino et al.(2002)도 이탈리아 로마에서 측정된 시간별 대기 중 암모니아 농도와 교통량과의 관계를 규명하였다. 이들 선행연구에서는 교통량 증가에 따른 암모니아농도와 상관관계를 분석한 결과, 암모니아 농도는 교통량이 증가하는 오전 8시부터 서서히 증가하다가 오전 11시에 최고농도를 기록하며, 이후 서서히 감소하다가 퇴근시간대에 암모니아 농도가 다시 증가하는 경향을 보였다. 이런 경향은 본 연구에서 측정된 서울시의 시간별 농도 변화와 유사한 결과임을 확인하였다. 따라서 서울시와 같은 도시에서는 자동차가 주요 배출원 중 하나로 판단되며, 출퇴근 시간대에 대기 중 암모니아 농도가 높게 측정된 것은 자동차에 의한 영향으로 추정된다. 따라서, 서울시 대기 중 암모니아 변화 경향을 정확히 규명하기 위해서는 보다 많은 측정자료를 확보하여 심도 깊은 연구를 할 필요가 있는 것으로 판단된다.



(a) 8월 암모니아 일변화 농도분포



(b) 9월 암모니아 일변화 농도분포



(c) 1, 2차 암모니아 농도 비교

참 고 문 헌

- Kirchner, M., G. Jakobi, and E. Feicht. Eneveated NH_3 and NO_2 air concentration and nitrogen deposition rates in the vicinity of a high in Southern Bavaria, *Atmospheric Environment*, 39, 4531-4542.
- Perrino, C., M. Catrambone, A. Di monno Di Bucchianico, and I. Allegrini (2002) Gaseous ammonia in the urban area of Rome, Italy and its relationship with traffic emissions, *Atmospheric Environment*, 36, 5385-5394.