

## 4E4) 서울지역 1990년대 중반 및 2000년대 초반 산성오염물질 변화 특성

### Characteristics of Acidic Air Pollutants between the Middle of 1990s and the Early of 2000s in Seoul

강충민<sup>1)</sup> · 이학성<sup>1)</sup> · 강병욱<sup>2)</sup> · 이상권<sup>3)</sup> · 선우영 · 최영민<sup>4)</sup>

건국대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>서원대학교 환경과학과, <sup>2)</sup>청주과학대학 환경공학과,

<sup>3)</sup>한국의국어대학교 환경생명공학부, <sup>4)</sup>한국산업안전공단

#### 1. 서 론

대기중 인위적 및 자연적 발생원에 기인하는 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 및 HCs는 균일반응과 불균일반응을 통해서 산화되어 산성가스와 에어로졸을 형성한다. 대부분의 산성물질은 대기중 구름, 안개, 에어로졸 액적중에서 균일반응을 통해 생성되며, 입자표면에서 가스상 물질의 불균일반응은 에어로졸 농도가 높은 배출원 근처에서 국한된다. 이와 같은 반응을 통해 생성된 산성오염물질 및 전구물질은 건성 및 습성침적(dry and wet deposition)을 통해 지표면에 침강되어 생태계에 직·간접적인 영향을 줄 뿐만 아니라 산성우 및 동식물의 호흡기 질환에 중요한 영향을 미친다(강충민 등, 1999; Petros et al., 1989). 또한 최근 연구에 의하면, 산성오염물질은 대도시지역에서 시정장에 뿐만 아니라 인체의 호흡기 질환과 매우 밀접한 관련성을 가지는 것으로 보고 되고 있으며, 실내 대기질에도 중요한 영향을 끼치는 것으로 보고 되었다(Lee et al., 1997; Pope et al., 1995).

본 연구의 측정지점인 서울시는 2000년 후반을 기준으로 인구 1,030만명(남한 전체인구의 25%), 가구 수 350만가구, 자동차 등록대수는 240만대(남한 전체등록대수의 20%)인 반면, 서울시 전체면적은 605.5 km<sup>2</sup>으로서 전체 남한면적의 약 0.6%에 해당하는 거대도시이다. 또한 대기오염측면에서 볼 때, 대기오염 물질이 확산되기 어려운 분지형태이고, '88~'92년 동안의 대기안정도를 산출한 결과, 약한 안정 및 안정 상태가 45% 정도로 대기오염 확산이란 측면에서 매우 불리한 특성을 지니고 있다(어수미 등, 1997).

본 연구에서는 2001년 여름철과 2002년 겨울철 기간중에 서울시 대기중의 기체상 오염물질((HNO<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> 및 NH<sub>3</sub>)과 미세입자(PM<sub>2.5</sub>)중 주요수용성 이온성분(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 및 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)을 측정·분석하여, 그 특성을 평가하였다. 또한 1997년 여름철과 겨울철 기간중에 동일한 측정지점에서 측정된 기체상 오염물질과 미세입자 성분농도와 비교함으로써 서울시의 대기오염도를 평가하고자 하였다.

#### 2. 연구방법

본 연구를 위하여 미세입자와 산성오염물질을 동시에 측정할수 있는 Annuar Denuder System(ADS)을 사용하였다. ADS는 절단입경이 2.5μm인 싸이클론에 의해서 분리된 미세입자를 포집하기 위한 테프론 필터(1μm pore size; Gelman Science사제)와 테프론필터에서 휘발되는 질산염(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)를 포집하기 위한 나일론 필터(1μm pore size; Gelman Science사제), 산성오염물질을 포집할 수 있는 3단의 디누더(각각 0.1% NaCl용액, 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>용액 및 1% citric acid용액으로 코팅)로 이루어져 있다.

측정지점 및 기간은 서울시 광진구에 위치하고 있는 건국대학교 공과대학 옥상(지상 15m)에서 수행되었으며, 여름철 측정기간은 2001년 7월 26일부터 9월 5일 동안, 겨울철 측정기간은 2002년 1월 2일부터 2월 8일 동안이었다. 각 계절별 총 15회씩 측정되었으며, 측정당일 오전 9시부터 다음날 오전 9시까지 24시간 동안 16.7 l/min으로 시료채취 하였다. 또한 1997년 겨울철 측정기간은 1월 3일부터 2월 7일, 여름철 측정기간은 7월 17일부터 9월 11일 동안이었으며, 자세한 측정방법 및 기간은 Lee 등(1999)의 논문 에 제시하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

표 1은 2000년대 초반과 1990년대 중반에 여름철 및 겨울철 동안 측정된 기체상 오염물질, 미세입자

질량농도 및 주요 수용성 이온성분농도를 정리하여 나타낸 것이다. 2001년 여름철과 2002년 겨울철을 비교해 보면, HNO<sub>3</sub>와 NH<sub>3</sub>의 평균농도는 겨울철에 비해 여름철에 더 높은 농도를 보인 반면, 이를 제외한 성분농도들은 겨울철에 더 높은 농도를 보였으며, 1997년 측정결과와 동일한 결과를 나타내고 있다 (Lee et al., 1999). 이는 대기중 기온에 따른 기체-입자상 전환의 결과로 추정될 수 있을 것이다.

Table 1. Summary statistics of seasonally averaged chemical species.

(Unit :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Season		HNO <sub>3</sub>	HNO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Temp <sup>a</sup>	RH <sup>b</sup>
Summer (2001)	Mean	2.17	2.63	3.10	5.08	22.9	2.20	2.91	0.96	27.1	63.7
	SD	1.24	1.34	2.07	1.10	9.3	1.61	1.47	0.63	1.5	7.2
	Max	5.69	5.20	7.32	6.78	40.3	6.10	6.28	2.41	29.1	73.9
	Min	1.03	0.88	0.91	3.59	12.0	0.55	1.12	0.21	25.0	49.3
Winter (2002)	Mean	0.32	6.61	10.54	2.69	51.6	7.48	6.10	3.62	0.7	58.9
	SD	0.06	3.25	5.23	1.85	26.5	6.40	4.88	2.47	4.7	10.2
	Max	0.42	14.22	18.51	6.57	115.6	21.20	19.85	9.61	6.4	76.7
	Min	0.20	0.20	2.13	0.08	21.5	1.80	1.53	1.33	-9.8	45.8
Summer (1997)	Mean	2.34	4.52	7.32	7.61	38.6	3.43	8.35	2.94	27.0	72.0
	SD	1.28	1.60	3.89	2.02	17.7	2.64	4.22	1.38	1.5	7.5
	Max	4.57	8.16	16.9	10.5	82.6	10.5	17.5	6.22	29.2	80.0
	Min	0.56	2.64	3.05	3.69	20.7	1.13	3.64	1.59	23.9	59.0
Winter (1997)	Mean	0.62	7.30	25.9	0.66	81.6	8.85	11.4	6.52	-3.2	53.8
	SD	0.10	3.31	10.7	0.64	32.8	5.81	7.38	2.90	3.5	12.5
	Max	0.82	14.3	47.9	2.01	136.4	22.1	28.0	11.3	1.4	71.0
	Min	0.48	2.22	10.7	0.15	31.3	1.35	1.37	1.35	-11.0	34.0

<sup>a</sup>Ambient temperature in °C.

<sup>b</sup>Relative Humidity in %.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-00340)지원으로 수행되었음.

### 참고 문헌

- 강중민, 이승일, 조기철, 안준영, 최민규, 김희강 (1999) Annular Denuder System을 이용한 수도권지역의 산성오염물질 및 PM<sub>2.5</sub> 성분농도 특성, 한국대기환경학회지, 15(3), 305-315.
- 어수미, 김광진, 이규남 (1997) 기상인자가 대기오염에 미치는 영향, 한국환경위생학회지, 23(4), 104-114.
- Lee, H.S., B.W. Kang, J.P. Cheong, and S.K. Lee (1997) Relationships between indoor and outdoor air quality during the summer season in Korea, Atmospheric Environment, 31(11), 1689-1693.
- Lee, H.S., C.M. Kang, B.W. Kang, H.K. Kang (1999) Seasonal variations of acidic air pollutants in Seoul, South Korea, Atmospheric Environment, 33, 3143-3152.
- Petros, K. and P.K. Mueller(1989) Atmospheric Acidity: Chemical and Physical Factors, Air and Waste Management, For Presentation at the 82nd Annual Meeting and Exhibition Anaheim, California, June 25-30, 1989.
- Pope III, C.A., D.A. Bates, M.E. Raizenne (1995) Health effects of particulates air pollution; Time for Reassessment?, Environmental Health Perspectives, 103(5), 472-480.