

## AD5) Haze Episode중 산성오염물질과 미세입자의 특성 Characteristics of Acidic Air Pollutants and Fine Particles during the Haze Episode

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>한국외국어대학교 환경생명공학부, <sup>4)</sup>한국산업안전공단

### 1. 서 론

2000년 후반을 기준으로 서울시는 인구 1,030만명(남한 전체인구의 25%), 가구수 350만가구, 자동차 등록대수는 240만대(남한 전체등록대수의 20%)인 반면, 서울시 전체면적은 605.5 Km<sup>2</sup>으로서 전체 남한 면적의 약 0.6%에 해당하는 거대도시이다. 또한 대기오염측면에서 볼 때, 대기오염물질이 확산되기 어려운 분지형태이고, '88~'92년 동안의 대기안정도를 산출한 결과, 약한 안정 및 안정상태가 45% 정도로 대기오염 확산이란 측면에서 매우 불리한 특성을 지니고 있다(어수미 등, 1997). 이러한 도시에서 빈번하게 일어날 수 있는 대기오염현상이 Haze(or smog)이며, 시정장애가 동반된다.

입자의 크기가 빛의 파장과 비슷한 에어로졸, 즉 0.1~1.0  $\mu\text{m}$ 범위의 미세입자들은 가시광선을 가장 잘 산란시키므로 시정장애를 일으킨다고 알려져 있다. 또한 이 범위의 미세입자들의 수는 조대입자들보다 매우 많기 때문에 가시광선의 산란은 이들 입자에 의해 지배되며, 이러한 입자들에 의한 산란을 Mie 산란이라 한다. 한편 빛의 파장보다 작은 0.1 $\mu\text{m}$  미만의 에어로졸 입자들에 의한 산란을 Rayleigh 산란이라 한다. 자연대기중에서는 가시광선의 산란과 관계있는 이러한 미세입자는 극히 드물기 때문에 시정장애를 유발하지 않지만, 도시대기에서는 연료연소 및 자동차 배출원에 기인하는 미세입자들에 의해서 시정장애현상이 매우 빈번하게 일어나는 실정이다. 또한 Stevens et al.(1988)은 도시 대기중 미세입자와 산성오염물질은 도시지역에서 일어나는 Haze와 깊은 관계가 있다고 보고하였다. 본 연구에서는 2001년 가을철에 빈번하게 일어났던 Haze기간중에 서울시 대기중의 미세입자(PM<sub>2.5</sub>)와 산성오염물질(HNO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> 및 NH<sub>3</sub>)를 측정, 분석하였다. 또한 1996년 가을철에 동일한 측정지점에서 측정된 미세입자 및 산성오염물질 농도와 비교하고 기상요인(대기안정도 등)을 동시에 분석함으로써 Haze기간중의 대기오염도를 평가하고자 하였다.

### 2. 연구방법

본 연구를 위하여 미세입자와 산성오염물질을 동시에 측정할수 있는 Annuar Denuder System(ADS)을 사용하였다. ADS는 절단입경이 2.5 $\mu\text{m}$ 인 싸이클론에 의해서 분리된 미세입자를 포집하기 위한 테프론필터(1 $\mu\text{m}$  pore size; Gelman Science사제)와 테프론필터에서 휘발되는 질산염(NO<sub>3</sub>)를 포집하기 위한 나일론 필터(1 $\mu\text{m}$  pore size; Gelman Science사제), 산성오염물질을 포집할수 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, 2001년 10월 12일부터 11월 23일동안 측정당일 오전 9시부터 다음날 오전 9시까지 24시간 동안 16.7 L/min으로 포집하였다.

### 3. 결과 및 고찰

2001년 가을철동안 총 15회가 측정되었으며, 이중 목적 관측에 의해 Haze가 확인된 날은 총 6일이었다. 또한 1996년 가을철동안에 동일한 측정지점에서 동일한 측정장치를 이용해 측정된 자료(Lee et al., 1999; 이학성 등, 1999)와 비교·분석하였다.

표 1은 2001년과 1996년 가을철 동안에 측정된 미세입자, 수용성 이온성분 및 가스상 오염물질의 농도

를 정리하여 나타낸 것이다.

Table 1. Summary of the data

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

Y2001	HNO <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	PM <sub>2.5</sub>
Mean	0.626	6.542	5.057	2.196	12.982	9.056	0.197	5.210	0.446	69.7
S.D. <sup>a</sup>	0.331	2.369	1.772	1.880	12.178	9.375	0.092	4.551	0.192	40.1
Median	0.522	6.199	4.861	1.447	5.982	4.349	0.198	3.243	0.363	55.9
Max	1.310	12.480	8.240	7.384	41.585	30.065	0.437	17.540	0.958	131.0
Min	0.310	3.981	2.520	0.378	3.463	0.998	0.086	0.410	0.252	20.1

  

Y1996	HNO <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	PM <sub>2.5</sub>
Mean	0.392	13.627	4.818	0.951	4.489	5.624	0.252	2.949	0.555	50.3
S.D. <sup>a</sup>	0.260	5.964	2.679	0.751	3.291	4.643	0.444	2.045	0.675	19.2
Median	0.283	11.518	4.589	0.976	3.662	4.095	0.082	2.250	0.326	45.9
Max	1.126	31.141	10.471	2.477	11.369	18.869	1.455	7.036	2.754	82.7
Min	0.142	6.281	0.148	0.084	0.650	1.738	0.007	0.764	0.191	25.4

S.D.<sup>a</sup> : standard deviation

### 감사의 글

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

### 참고 문헌

- 어수미, 김광진, 이규남 (1997) 기상인자가 대기오염에 미치는 영향, 한국환경위생학회지, 23(4), 104-114.
- 이학성, 강충민, 강병욱, 김희강 (1999) 서울지역 여름철과 겨울철 산성 오염물질의 농도 특성에 관한 연구, 한국대기환경학회지, 15(2), 113-120.
- Lee, H.S., C.M., Kang, B.W., Kang, and H.K., Kim (1999) Seasonal variations of acidic air pollutants in Seoul, South Korea, Atmospheric Environment, 33, 3143-3152.
- Stevens, R.K., F. King, J. Bell, and J. Whitfield (1988) Measurement of the chemical species that contribute to urban haze, Presentation at the 81st Annual Meeting of Air Pollut. Control Assoc., Dallas, Texas.