G-2 청주시 미세입자성분의 계절 변동 특성

A seasonal variation of fine particle components in Chongju

강병욱 · 이학성* · 김희강**

국립청주전문대학 환경공업과

*서원대학교 환경과학과

**건국대학교 환경공학과

Ⅰ. 서론

대기중에서 발견되는 입자상 물질은 매우 다양한 특성을 가지고 있다. 이러한 입자의 특성으로는 입자의 크기, 화학적 성분, 액적과의 친화력, 빛의 산란 및 흡수특성등이다. 입자의 특성중에서도 입자의 크기특성은 입자를 분류하는데 많이 이용되고 있으며, 일반적으로 입자상 물질은 2.5μm 보다 큰 입자를 조대입자(coarse particle)라 하고, 이 보다 작은 입자를 미세입자(fine particle)로 입자의 크기에 따라서 분류하고 있다. 이들의 발생원을 보면 조대입자는 주로 기계적인 과정이나 지질 기원 물질등이 기여하고, 2.5μm이하의 미세입자는 연소과정에서 직접 배출되거나 배출된 후 대기중에서 응집, 휘발성 물질의 응축, 가스에서 입자로의 전환등에 의해서 생성되는 이차 입자상 물질이 대부분이다.

미국의 대도시 및 도시지역에서 장기간 측정한 바에 따르면 미세입자와 황산염의 농도가 사망률과 강한 관련이 있는 것으로 밝혀졌다. 현대도시의 대기환경은 자동차의 급격한 증가로 인하여 0.2μm이하의 매우 작은 입자의 농도가 상대적으로 높은 도시환경으로 변하고 있기 때문에 미세입자에의 노출이 좀더 심각해질 수 있다. 아직까지 국내에서 미세입자에 대한 연구는 매우 미흡한 상태이며 더구나 미세입자의 장기적인 측정자료는 전무한 상태이다. 그러나 미국 EPA는 미세입자의 심각성을 인식하여 현재의 대기환경기준인 PM_{10}과 분리하여 좀 더 강화된 기준인 $PM_{2.5}$에 대한 새로운 기준을 고려하고 있다.

본 연구에서는 미세입자와 더불어 전구물질인 가스성분의 계절 변동 특성을 종합적으로 고찰하고자 한다.

Ⅱ. 실험방법

본 연구는 1995년 10월 9일부터 1996년 8월 25일 까지 1년간에 걸쳐서 수행하였으며, 기상조건을 고려하여 각 계절의 대표적인 기간을 선택하여 측정하였다. 측정은 가을, 겨울, 봄철과 여름철로 구분하여 계절별로 총 58회에 걸쳐서 이루어졌으며, 가을, 겨울 및 봄철은 각각 15회씩, 여름철은 잦은 강우관계로 13회 측정하였다. 측정장소는 주위에 장애물이 없고 청주시의 대기질을 대표할 수 있는 위치인 청주전문대학 옥상(지상에서 약 15m 높이)에서 측정 당일 오전 8시부터 다음날 8시까지 24시간 동안 포집하였다. 가스성분과 에어로졸 상태의 황산화물과 질소산화물인 산성오염물질들은 디누더 측정기(University Research Glassware)를 이용하여 10l/min의 유량으로 포집하였다. 디누더 측정기에 의하여 측정되어지는 가스성분은 HNO_3, HNO_2, SO_2 그리고 NH_3이고 미세입자 및 이온성분들은 $PM_{2.5}$(입경<2.5 μm)농도, SO_4^{2-}, NO_3^- 그리고 NH_4^+이다. 디누더에서 추출된 용액들과 여과지에서 추출된 용액들은 이온크로마토그래피(Dionex DX-100)를 이용하여 각 성분을 분석하였다. Teflon여과지에 포집된 미세입자의 무게는 포집되기 전과 포집된 후의 여과지를 항온,항습장치(Nikko auto dry desiccator)에 12시간 이상 보관하여 습기를 제거한 다음 화학천칭(AP201, Ohaus)을 이용하여 측정하였다.

Ⅲ. 결과

표 1은 청주시에서 측정된 미세입자성분들과 가스성분의 농도를 요약하였다. 측정된 $PM_{2.5}$의 농도범위는 13.42-95.43μg/m^3(연평균 44.22μg/m^3) 이었고, 연평균 44.22μg/m^3 이었다. HNO_3, HNO_2, SO_2, 그리고 NH_3의 평균농도는 각각 0.44μg/m^3, 3.38μg/m^3, 26.44μg/m^3, 그리고 3.82μg/m^{3}이었고 여과지에 포집된 SO_4^{2-}, NO_3^-, 그리고 NH_4^+의 평균농도는 각각 8.21μg/m^3, 3.62μg/m^3, 그리고 2.84μg/m^{3}이다. 온도와 상대

습도는 측정지점에서 1Km 떨어진 곳에 위치한 청주기상대의 자료를 이용하였다.

$PM_{2.5}$는 통계분석한 결과 뚜렷한 계절변동을 나타내지 않았고, 이온성분농도의 경우 NO_3를 제외하고는 계절변동을 나타내지 않는 반면에 가스성분은 입자상물질과는 달리 확실한 계절변동을 나타내었다. $PM_{2.5}$와 SO_2의 계절에 따른 농도변화는 그림 1에 나타낸바와 같다.

Table 1. Statistical summary of 24-h $PM_{2.5}$ and gases

Seasons		HNO_3	HNO_2	SO_2	NH_3	SO_4^{2-}	NH_4^+	NO_3^-	PM_{25}	Tem.	R.H
Fall	Average	0.39	4.89	35.87	3.89	7.55	2.64	4.36	43.64	10.62	62.88
	Max.	1.78	9.43	48.46	7.39	21.31	7.96	15.92	93.16	16.30	74.80
	Min.	0.08	2.44	19.76	1.98	2.31	0.30	0.97	13.42	1.40	45.90
Winter	Average	0.18	3.94	31.80	1.28	5.80	3.20	5.05	44.07	-2.42	64.70
	Max.	0.36	10.95	46.59	3.66	16.30	7.17	15.59	95.43	8.10	91.50
	Min.	0.07	1.10	22.40	0.12	2.30	1.04	1.50	20.83	-9.50	44.80
Spring	Average	0.49	2.31	25.53	2.89	9.85	2.42	3.65	45.90	12.18	54.54
	Max.	1.11	4.58	38.50	5.29	33.59	6.24	7.54	76.28	20.00	81.10
	Min.	0.20	0.79	8.13	1.13	4.26	0.74	0.95	22.08	4.00	37.50
Summer	Average	0.75	2.25	10.43	7.74	9.87	3.13	1.10	43.12	27.76	70.06
	Max.	1.33	3.72	21.90	11.26	20.07	6.31	2.49	78.67	30.20	80.30
	Min.	0.22	0.29	1.10	0.16	1.08	0.29	0.22	15.88	24.00	54.50
Annual	Average	0.44	3.38	26.44	3.82	8.21	2.84	3.62	44.22	11.49	62.80
	Max.	1.78	10.95	48.46	11.26	33.59	7.96	15.92	95.43	30.20	91.50
	Min.	0.07	0.29	1.10	0.12	1.08	0.29	0.22	13.42	-9.50	37.50

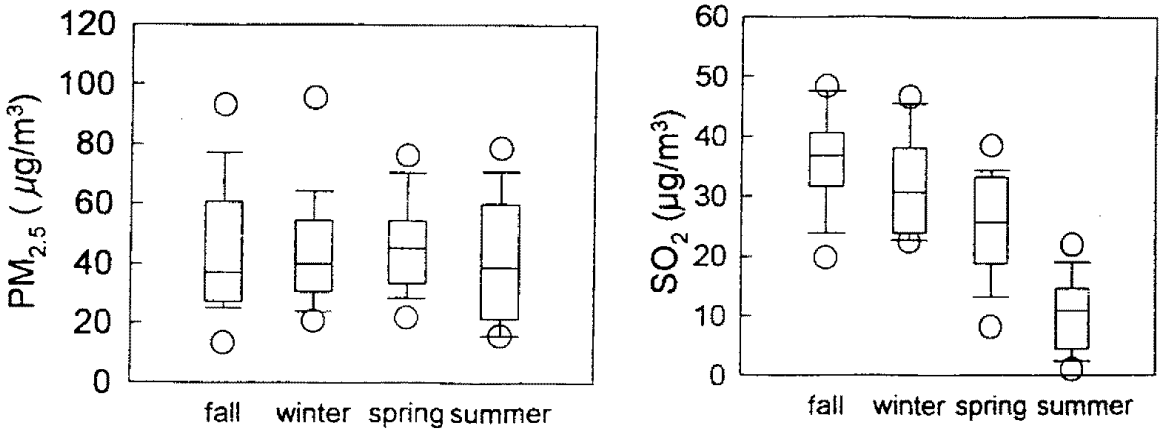

Fig. 1 Seasonal variation of $PM_{2.5}$ and SO_2

참 고 문 헌

Lee, Hak Sung, R.A. Wadden, and P.A. Scheff (1993) Measurement and evaluation of acid air pollutants in Chicago using an annular denuder system, Atmos. Environ., 27A(4), 543-553.

Spengler, J.D., G.J.Keeler, P. Koutrakis, P.B. Ryan, M. Raizenne, and C.A. Franklin (1989) Exposures to acidic aerosols, Environ. Health Perspect., 24, 43-51.

Suh, H.H., G.A. Allen, B. Aurian-B, P. Koutrakis, and R. Burton (1994) Field method comparison for the characterization of acid aerosols and gases, Atmos. Environ., 28(18), 2981-2989.

U.S.EPA (1989) Determination of reactive acidic and basic gases and particulate matter in indoor air, U.S. Environmental Protection Agency Compendium Chapter IP-9, Atmospheric Research and Exposure Assessment Laboratory, Research Triangle Park, NC.