

都市大氣중 浮遊粒子狀物質, 鹽化物, 窒酸鹽 및 黃酸鹽의 濃度와 粒徑分布

Concentration and Size Distribution of Atmospheric Particulate
Matters, Chloride, Nitrate, and Sulfate Salts in Urban Air

孫 東 憲 *

許 文 寧 **

Dong-Hun Sohn, Moon-Young Heo

Abstract

Atmospheric particulate matter (A.P.M.) was collected and size-fractionated by an Andersen high-volume air sampler over 15 month period from Jan. 1985 to Feb. 1986 in Seoul. The concentration of chloride, nitrate and sulfate were extracted in an ultrasonic bath and were analyzed by ion chromatography.

The annual arithmetical mean of A.P.M. was $128.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$. The concentration of anions were $2.88\mu\text{g}/\text{m}^3$ for chloride, $3.86\mu\text{g}/\text{m}^3$ for nitrate, and $25.44\mu\text{g}/\text{m}^3$ for sulfate. The content of A.P.M. was lowest in the particle size range $1.1\sim 3.3\mu\text{m}$ and increased as the particle size increased or decreased. And the anions exhibited a seasonal variation in the size distribution. The contents of anions were higher in winter than summer.

The ratio of fine particles to the total particles defined by F/T for chloride, nitrate and sulfate. The F/T of these anion generally decrease with increasing air temperature. This tendency was prevalent in the chloride and nitrate.

1. 緒 論

大氣中에는 直接 粒子로서 放出되는 土壤粒子나 海鹽粒子以外에 自然 및 人間活動에 의하여 放出되는 유황, 질소산화물 및 유기물의 기체가 大氣中 反應에 의하여 粒子로 變換된 二次粒子가 混在되어 있다. Junge¹⁾에 의하면 大氣中 粒子 狀物質의 50%는 水溶性 無機化合物, 30%는 물에 不溶인 鑛物粒子, 20%가 有機化合物로 구성되어 있다고 하는 바 水溶性 無機化合物中 重

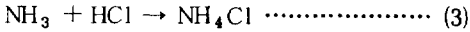
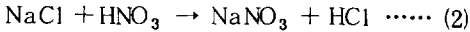
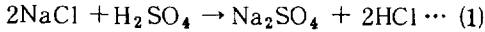
要한 無機成分은 Na^+ , Mg^{2+} , NH_4^+ 등의 양이온과 Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 등의 음이온으로서 이들 成分들은 酸性雨와 密接한 關聯이 있다.

SO_4^{2-} 는 化石燃料起源의 SO_2 가 酸化되어 H_2SO_4 가 生成된다든지, 生成된 H_2SO_4 가 NH_3 와 反應하여 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 로 되는 것 등 여러가지 大氣中 反應生成메커니즘이 밝혀지고 있으며, NO_3^- 는 NO_2 의 反應生成物인 HNO_3 가 NaCl 과 反應하여 生成되는 NaNO_3 , 또는 NH_3 와 反應하여 生成되는 NH_4NO_3 가 主要 存在形態로

* 中央大學校 藥學大學 : College of Pharmacy, Chung-Ang Univ.

알려지고 있다.²⁾

Cl⁻는 反應 (1)~(3)에서 나타난 것처럼 상호 작용하여 大氣環境中 중요한 역할을 하고 있다.



또한 Cl⁻의 發生源으로서는 海鹽粒子以外에 석탄, 연탄 등의 排氣가스나 쓰레기소각장의 排氣가스중에 염화수소(HCl)가 高濃度로 배출되며 염화수소는 쓰레기중 염화비닐계 플라스틱의 分解에 의해 生成되기도 하고 海水를 유조선탱크 부의 洗淨水로 쓰기 때문에 原油中에 Cl⁻가 混入되어 염화수소가 방출되기도 한다.³⁾

本 研究에서는 서울시 大氣中 浮遊粒子狀物質을 Andersen high-volume air sampler를 使用하여 捕集하고 浮遊粒子狀物質, Cl⁻, NO₃⁻ 및 SO₄²⁻의 粒徑分布를 조사하고 그 季節的 變動에 대하여 검토하였기에 報告하는 바이다.

2. 實驗方法

大氣浮遊粒子狀物質을 서울시 동작구 흑석동 중앙대학교 약학대학 4層 屋上에서 1985年 1월부터 1986年 2月까지 47회에 걸쳐 Andersen high-volume air sampler(Dylec, model AH600 - 柴田化學 model HVC1000)을 使用하여 捕集하였다. 포집여지는 石英纖維濾紙(Pall-flex product 製, 圓型 filter ϕ 30cm, back up filter 20 × 25cm)을 使用하였다. 捕集期間中 35회는 24時間동안 2段分別捕集 [$>2\mu\text{m}$ (S-3) filter, $<2\mu\text{m}$ (back up filter)] 하였고 12회는 48時間동안 5段分別捕集 [$>7.0\mu\text{m}$ (S-1), 3.3~7.0 μm (S-2), 2.0~3.3 μm (S-3), 1.1~2.0 μm (S-4), $<1.1\mu\text{m}$ (back up filter)] 하여 Na₂SO₄ 飽和水溶液의 恒溫 恒습데시케이터(25℃, 50%)를 利用하여 浮遊粒子狀物質量을 算出하였다. 測定한 이온성분은 Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻로서 Small 등⁴⁾이 개발한 ion chromatography에 의해 定量하였다. 使用한 기기는 Dionex社製 model 2010이였으며 溶離液으로서 0.003M-NaHCO₃/0.0024-Na₂-CO₃를 使用하였고 分離 column으로서 HPIC-

AS4, 除去 column으로서 HPIC-AG4, 溶離液 流量은 1.7 ml/min으로 설정하여 分析하였다. 分析試料의 前處理는 (S-1)~(S-4)까지의 濾紙는 1/8을 절취하고 back up filter는 두겹으로 접고 ϕ 40mm의 belt punch로 잘라내고 細切하여 100ml 삼각플라스크에 넣고 IC用 溶離液 30ml중에 침운시킨 후 기포를 제거후 초음파로 10분간 추출하고 재차 기포를 제거후 다시 10분 초음파 추출한다. 추출액을 0.22 μm millipore filter로 여과하여 여액을 陰이온의 檢液으로 使用하였다.

3. 實驗結果

표1에 各 成分의 大氣濃度를 나타내었다. 浮遊粒子狀物質의 大氣濃度는 年中 33~395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이였으며 冬期(12~2月)와 春期(3~5月)에 높았다. 鹽化物은 0.91~7.85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이였고 특히 夏期가 가장 낮았다. 窒酸鹽은 0.63~14.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로서 鹽化物과 마찬가지로 春·冬期에 높은 경향을 나타냈다. 한편 黃酸鹽은 7.88~63.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이였으며 冬期에 높았으나 季節的 變動은 鹽化物과 窒酸鹽처럼 크지 않았다. 各 成分의 年 算術平均値는 浮遊粒子狀物質 128.54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 鹽化物 2.88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 窒酸鹽 3.86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 黃酸鹽 25.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. 표1에서 5段으로 捕集한 試料는 12회(85年 1月~3月中 3회, 85年 3月~85年 12月中 9회)로서 나머지 35회는 2段으로 捕集하였다. 5段으로 捕集한 試料中 各 成分의 粒徑分布와 濃度는 다음과 같았다.

3.1 浮遊粒子狀物質

그림 1은 浮遊粒子狀物質의 季節別 粒徑分布를 나타내었다. 대부분 2.0 μm (S-3)를 중심으로 微細粒子側과 粗大粒子側의 濃度가 증가하는 分布는 많은 研究報告^{5)~8)}와 마찬가지로 였다. 微細粒子(fine particle)는 人工起源의 一次粒子나 大氣中 가스로부터 粒子化된 二次粒子들이며 粗大粒子(coarse particle)는 自然,半自然起源의 粒子들로 알려져 있다.⁹⁾ 微細粒子側과 粗大粒子側의 季節變動이 觀察되며 특히 人爲發生源에서 유래된 微細粒子側의 濃度는 春·冬期에 높았으며 이는 人爲發生源에서 유래되는 微細粒子가 化

Table 1. Concentration of A. P. M. and particulate Cl^- , NO_3^- and SO_4^{2-} in the atmosphere in Seoul.

Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$						Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Sampling Temp.-----						Sampling Temp.-----					
Date	℃	A.P.M.*	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Date	℃	A.P.M.*	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
850109		135.47	3.73	7.12	38.27	850821	37	86.56	0.99	1.15	35.73
850116		179.81	6.81	8.79	66.80	850828	28	70.18	1.22	0.75	10.84
850221		166.40	1.77	2.63	22.15	850904	27	33.36	1.83	0.63	12.13
050306	6	395.34	2.38	5.15	19.74	850911	25	179.45	2.17	2.86	32.22
850313	10	155.77	2.49	2.79	19.06	850918	26	47.54	3.08	2.22	33.85
850320	19	216.41	5.39	10.58	31.60	850925	24	128.87	1.75	2.03	17.12
850327	9	142.69	0.79	2.73	10.94	851002	23	99.61	3.20	3.85	23.33
850403	10	49.04	1.00	1.42	12.61	851011	24	121.05	3.66	3.48	24.68
850410	21	268.11	3.90	9.36	29.89	851030	19	147.09	3.04	6.78	30.86
850417	10	144.57	1.57	7.10	30.96	851106	15	59.50	0.91	1.03	14.02
850424	22	154.56	4.19	4.21	19.24	851113	2	83.63	2.49	1.49	22.52
850501	27	169.30	2.43	1.65	15.75	851120	10	98.11	4.75	2.31	29.05
850515	32	189.62	4.36	10.43	35.59	851127	10	81.68	1.66	1.87	24.81
850522	29	213.77	2.19	5.57	21.46	851204	5	118.27	3.74	4.60	23.51
850605	32	158.08	1.42	3.47	16.07	851211	7	121.22	2.54	4.92	26.13
850612	31	88.12	1.77	1.28	7.88	851221	0	222.56	5.07	14.47	63.67
850619	39	146.80	0.92	2.75	21.17	851224	0	148.67	4.42	5.53	54.51
850626	34	80.77	0.98	2.44	12.35	851229	0	301.21	5.49	6.12	50.45
850703	34	61.52	1.36	2.58	15.49	860108	-4	69.32	5.77	9.64	22.69
850710	26	57.23	2.61	2.17	24.41	860115	-4	166.43	7.85	5.24	37.03
850717	26	96.74	3.36	3.37	34.38	860205	-5	88.99	5.26	2.47	24.62
850724	37	37.47	2.31	1.19	13.68	860221	-1	89.82	3.37	1.79	28.43
850727	40	57.04	1.19	2.14	24.36	860227	-4	148.92	4.61	1.67	41.90
850807	40	60.54	1.03	0.86	18.30	(85.3-86.2)					

* A. P. M. : Atmospheric Particulate Matter. ○ : 5 stage sampling dag

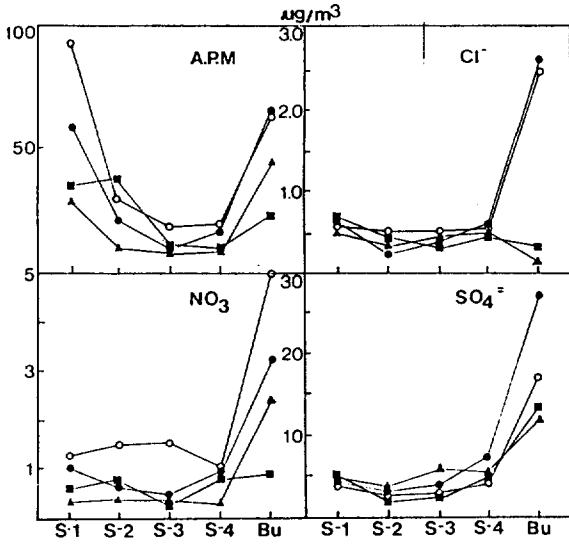


Fig.1 Seasonal variation of particle size distribution of atmospheric particulate matter, Cl^- , NO_3^- and SO_4^{2-} (S-1: $>7.0\mu m$, S-2: $3.3\sim 7.0\mu m$, S-3: $2.0\sim 3.3\mu m$, S-4: $1.1\sim 2.0\mu m$ Bu(Backup filter); $1.1\mu m >$) (○ spring ■ summer ▲ autumn ● winter).

石燃料의 소비가 많은 春·冬期에 大氣中으로 많이 방출되기 때문이라 본다.

3.2 鹽化物이온

그림 1에서 鹽化物이온은 春·冬期에서 粗大粒子和 微細粒子側에서 높은 含量을 보여주는 浮遊粒子狀物質과는 달리 微細粒子側에만 높은 含量을 보이며, 특히 春·冬期에는 $1.1\mu m$ 미만인 微細粒子側의 濃度가 夏期보다 매우 높았다. 鹽化物은 春·秋·冬期에 높은 濃度를 나타내고 夏期를 除外하고 粗大粒子側보다 微細粒子側에 많이 分布하는 것으로 보아 人爲發生源에서 유래되는 要因이 큰 이온으로 생각된다. 鹽化物의 發生源으로서 海鹽粒子에 큰 비중을 차지하고 있으나, 석탄, 연탄배기가스중에 다량의 염화수소가 방출되므로 특히 冬期에 微細粒子側의 濃度가 높은 것으로 판단된다. 原宏³⁾, 田中¹⁰⁾들도 鹽化物의 경우 冬期가 夏期보다 2~3배 높았고, 夏期에는 粗大粒子, 冬期에는 微細粒子側의 濃

도가 높은 경향을 나타내었다고 한 바 본 조사의 결과와 일치하는 것 같다.

3.3 窒酸鹽이온

窒酸鹽의 粒徑分布는 鹽化物과 유사한 分布를 나타내었으며 季節變動도 觀察되었다. 夏期보다 春·冬期에 濃度가 높으며 특히 微細粒子側의 濃度가 春·冬期에 높았다. 春·冬期에 窒酸鹽의 濃度가 높은 것은 化石燃料의 연소에 의해 발생하는 질소산화물로부터 전환된 窒酸鹽때문인 것으로 추정된다.

3.4 黃酸鹽이온

黃酸鹽의 粒徑分布는 주로 微細粒子側에 偏重되어 있고 浮遊粒子狀物質, 鹽化物, 窒酸鹽처럼 季節變動은 크지 않았다. 夏期보다는 冬期에 大氣濃度가 높으나 이는 주로 微細粒子側에서의 영향을 많이 받고 있는 것 같다.

4. 考 察

4.1 鹽化物, 窒酸鹽의 季節變動 原因

粗大粒子和 微細粒子는 기원이 다르므로 이들의 기여도의 대소가 分布의 形을 결정한다고 생각되어 F/T(fine particle/total particle)를 식(4)로 정의하였다.

$$F/T = \frac{[\text{微細粒子의 濃度}]}{[\text{粗大粒子의 變動}] + [\text{微細粒子의 濃度}]} \dots\dots\dots(4)$$

여기에서 粗大粒子는 Andersen sampler의 1~3段($2.0\mu m$ 以上), 微細粒子는 4段과 backup filter($2.0\mu m$ 미만)이며 표2와 표3에 각 化學種의 月別, 季節別 粗大粒子和 微細粒子의 濃度 및 F/T를 나타내었다.

浮遊粒子狀物質의 경우, 夏期 $83.42\mu g/m^3$, 冬期 $147.54\mu g/m^3$ 으로서 F/T는 夏期 0.48 冬期 0.56 으로서 冬期가 濃度도 높고 F/T도 컸다. 鹽化物은 夏期 $1.60\mu g/m^3$, 冬期 $7.68\mu g/m^3$ 으로서 冬期에 약 4배나 높았으며 F/T는 夏期 0.43, 冬期 0.87 로서 濃度도 높고 F/T도 컸다. 한편 粗大粒子中 鹽化物은 夏期 $0.91\mu g/m^3$, 冬期 $1.08\mu g/m^3$ 으로 차이가 적으나

Table 2. Monthly concentrations and F/T of A.P.M., Cl^- , NO_3^- and SO_4^{2-}

month	particle	A.P.M.	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	month	particle	A.P.M.	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
3	* coarse	97.26	0.69	1.37	5.37	9	coarse	49.39	1.08	0.66	10.11
	** fine	130.30	2.08	3.95	14.96		fine	49.92	1.13	1.27	13.72
	total	227.56	2.77	5.32	20.33		total	97.31	2.21	1.93	23.83
	F/T	0.57	0.75	0.74	0.74		F/T	0.49	0.51	0.66	0.58
4	coarse	74.71	0.65	1.33	6.19	10	coarse	55.56	0.81	0.67	9.12
	fine	79.36	2.02	4.20	16.98		fine	67.02	2.49	4.04	17.17
	total	154.07	2.67	5.53	23.17		total	122.58	3.30	4.71	26.29
	F/T	0.52	0.76	0.76	0.73		F/T	0.55	0.75	0.86	0.65
5	coarse	97.78	1.35	2.09	7.66	11	coarse	38.19	0.77	0.41	8.57
	fine	93.12	1.65	3.79	16.61		fine	42.54	1.69	1.27	14.03
	total	190.90	3.00	5.88	24.27		total	80.73	2.46	1.68	22.60
	F/T	0.49	0.55	0.64	0.68		F/T	0.53	0.69	0.76	0.62
6	coarse	62.35	0.43	0.79	3.74	12	coarse	80.20	6.51	2.33	10.41
	fine	56.10	0.84	1.69	10.63		fine	102.18	3.48	4.80	33.24
	total	118.45	1.27	2.48	14.37		total	182.38	9.99	7.13	43.65
	F/T	0.47	0.66	0.68	0.74		F/T	0.56	0.35	0.67	0.76
7	coarse	33.45	1.38	1.15	8.01	1	coarse	30.32	2.57	4.66	6.28
	fine	28.55	0.78	1.14	14.45		fine	87.56	4.25	2.79	23.59
	total	62.00	2.16	2.29	22.46		total	117.87	6.81	7.44	29.86
	F/T	0.46	0.36	0.50	0.46		F/T	0.74	0.62	0.38	0.79
8	coarse	34.30	0.76	0.60	6.00	2	coarse	60.86	0.65	0.21	17.85
	fine	38.13	0.32	0.32	15.63		fine	48.38	3.58	1.77	13.80
	total	72.43	1.08	0.92	21.63		total	109.24	4.25	1.98	31.65
	F/T	0.53	0.30	0.35	0.72		F/T	0.44	0.84	0.89	0.44

* coarse : $> 2\mu m$, ** fine : $< 2\mu m$

微細粒子中 鹽化物은 夏期 $0.69\mu\text{g}/\text{m}^3$, 冬期 $3.73\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 주로 微細粒子에서 濃度差異가 컸다.

窒酸鹽은 夏期 $2.01\mu\text{g}/\text{m}^3$, 冬期 $5.65\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로서 鹽化物처럼 冬期에 높고 夏期에 낮았다. F/T는 夏期 0.56, 冬期 0.62 로서 비슷하였다. 粗大粒子中 窒酸鹽의 濃度는 夏期 $0.89\mu\text{g}/\text{m}^3$, 冬期 $2.16\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며 微細粒子中 窒酸鹽의 濃度는 夏期 $1.12\mu\text{g}/\text{m}^3$, 冬期 $3.49\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로서 鹽化物처럼 冬期和 夏期の 濃度 차이는 컸으나 微細粒子側의 濃度差異는 鹽化物에서 보다 적었다.

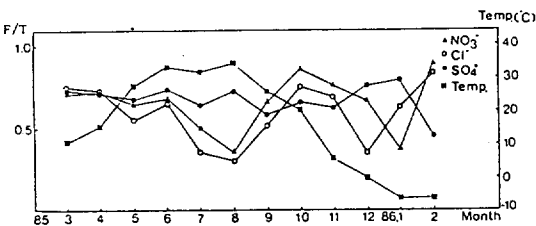


Fig.2 Monthly F/T of Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} and Temperature.

표 3의 결과는 鹽化物과 窒酸鹽이 夏期보다는 冬期에 微細粒子側의 發生源으로부터 방출량이 많다는 것을 나타내 주고 있다. 微細粒子側의 鹽化物, 窒酸鹽은 化石燃料의 연소나 자동차, 공장 등으로부터 방출되는 염화수소와 질소산화물이 大氣中으로 방출되어 微細粒子로 생성된 것으로서 이들 發生源의 성격으로 보아 冬期에 방출량이 크다는 것은 타당하다고 생각되나 鹽化物, 窒酸鹽의 大氣濃度는 蒸氣壓과도 關連이 있기 때문에 간단하게 설명되지 않는 것 같다.

Okita¹¹⁾, Appel¹²⁾ 등은 微細粒子側의 窒酸鹽 농도가 夏期和 冬期에 큰 차이를 나타내는 이유는 窒酸鹽의 大氣中 存在狀態의 차이와 密接한 關連이 있다고 보았다. 기온이 높은 夏期에는 粒子보다도 gas 狀 HNO_3 로 存在하고 기온이 낮은 冬期에는 粒子狀 窒酸鹽으로 存在하기 때문이라 생각되어서 鹽化物的 경우도 窒酸鹽처럼 大氣中에서 粒子 또는 gas 狀의 存在量 變化에 의해 夏期和 冬期에 濃度차이를 생기게 하는 것 같다. 이와 같은 氣溫依存性은 鹽化物

과 窒酸鹽이 비교적 蒸氣壓이 높은 물질이기 때문으로 보인다. 그림 2에 月平均氣溫과 각 陰이온의 F/T를 月別로 나타내었다. 기온이 상승하면 鹽化物, 窒酸鹽의 F/T는 감소되고 기온이 하강하면 F/T는 증가하는 경향을 보여주고 있다. 즉 기온이 하강하는 冬期에 粒子로 存在하는 鹽化物和 窒酸鹽의 F/T는 크다.

Table 3. Seasonal concentrations and F/T of A.P.M., Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} (85.3~86.2)

season	particle	A.P.M	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
Spring (Mar.~ May.)	coarse	89.20	0.85	1.55	6.29
	fine	101.64	1.94	3.99	16.15
	total	190.84	2.79	5.54	22.44
	F/T	0.53	0.70	0.72	0.72
Summer (Jun.~ Aug.)	coarse	43.29	0.91	0.89	6.08
	fine	40.13	0.69	1.12	13.47
	total	83.42	1.60	2.01	19.55
	F/T	0.48	0.43	0.56	0.69
Autumn (Sep.~ Nov.)	coarse	47.00	0.89	0.57	9.28
	fine	51.17	1.70	2.03	14.78
	total	98.17	2.59	2.60	24.06
	F/T	0.52	0.66	0.78	0.61
Winter (Dec.~ Feb.)	coarse	64.42	1.08	2.16	11.82
	fine	83.12	3.73	3.49	25.48
	total	147.54	4.31	5.65	37.30
	F/T	0.56	0.87	0.62	0.68
Annual	coarse	60.50	0.93	1.26	8.24
	fine	68.04	1.95	2.60	17.20
	total	128.54	2.88	3.86	25.44
	F/T	0.53	0.68	0.67	0.68

4.2 黃酸鹽의 季節變動

黃酸鹽은 夏期 $19.55\mu\text{g}/\text{m}^3$, 冬期 $37.30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로서 冬期에 높았으며 F/T는 夏期 0.69, 冬期 0.68 로서 비슷하였다. 粗大粒子中 黃酸鹽은 夏期 $6.08\mu\text{g}/\text{m}^3$, 冬期 $11.82\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며 微細粒子中 黃酸鹽은 夏期 $13.47\mu\text{g}/$

m^3 , 冬期 $25.48 \mu g/m^3$ 으로서 冬期에 높은 농도를 보이며 미세입자모드를 나타내고 있다. 그러나 그림 2에서 기온과 황산염의 F/T와의 관계는 역상관을 보여주고 있으나 염화물과 질산염보다 季節變動이 적은 편이었다. 人爲發生源에서 유래되는 SO_x 가 酸化되어 生成되는 황산염은 冬期에 많이 방출된다. 황산의 蒸氣壓은 염화물과 질산염보다 낮아서 기온에 따른 季節變動 要因은 적고 대기중 SO_x 방출량의 대소에 따라 大氣濃度를 나타낸다고 보여진다.

5. 結 論

서울시 동작구 소재 中央大學校 4層 屋上에서 1985年 1月~1986年 2月까지 Andersen

high-volume air sampler를 사용하여 大氣浮遊粒子狀物質을 粒徑別로 捕集하고, Ion chromatography에 의한 鹽化物, 窒酸鹽 및 黃酸鹽의 濃度와 粒徑分布를 測定하였다.

大氣中 浮遊粒子狀物質은 年算術平均値가 $128.54 \mu g/m^3$ 이었으며, 鹽化物 $2.88 \mu g/m^3$, 窒酸鹽 $3.86 \mu g/m^3$ 및 黃酸鹽 $25.44 \mu g/m^3$ 이었다. 浮遊粒子狀物質의 粒徑分布는 粗大粒子側과 微細粒子側에서 含量이 증가하는 分포를 나타내었다. 각 陰이온의 F/T[微細粒子/(微細粒子+粗大粒子)]와 기온과의 관계에서 鹽化物과 窒酸鹽은 기온이 하강하면 F/T가 증가하고 기온이 상승하면 F/T가 감소하는 경향을 나타내었다. 黃酸鹽도 유사한 경향을 나타내었으나 鹽化物과 窒酸鹽보다 變動幅이 적었다.

(原稿接受 '86.10.17)

참 고 문 헌

1. Junge C.E., (1972), The cycle of atmospheric gas-natural and man made, Quart. J.R.Met. Soc., 98, 711-721.
2. 磯野謙治編, (1979), 大氣汚染物質의 動態, 東京大學出版會, 85-141.
3. 原 宏外 3人, (1983), 大氣中の 鹽化物イオンおよび硝酸イオンエアロゾルの 粒度分布의 季節變動, 日本化學會誌, 8, 1221-1225.
4. Small H., Stevens T., Bauman W.C., (1975), Novel ion exchange chromatographic method using conductimetric detection, Anal. chem, 47, 1801-1809.
5. 溝畑 郎, 眞室哲雄, (1978), 黃砂エアロゾルに關する二, 三의 知見, 大氣汚染學會誌, 13, 7, 289-297.
6. 藤村滿外 3人, (1978), 粒子狀物質および微量元素의 粒度別舉動, 大氣汚染學會誌, 13, 7, 280-288.
7. 孫東憲, (1984), 서울시 大氣浮遊粉塵中 Benzo[a] pyrene, 無機陰이온 및 重金屬의 濃度, 中大論文集, 28, 59-76.
8. 申相殷, 金承學, 金熙江, (1986), 都市大氣中 黃酸鹽과 질산염의 粒度分布에 關한 研究, 大氣保全學會誌, 2, 1, 33-39.
9. 笠原三紀夫, 高橋幹二, 島田學, (1984), 大氣中粒子狀物質의 同定と寄與率의 推定, 大氣汚染學會誌, 19, 5, 337-358.
10. 申中茂, 吉耕孝幸, 橋本芳一, (1984), 都市大氣中における 粒子狀物質, 鹽化物, 硝酸鹽의 大氣濃度および 粒度分布의 季節的變動, 大氣汚染學會誌, 1982, 104-113.
11. Okita T., Morimoto S., Izawa M., (1976), Measurement of gaseous and particulate nitrates in the atmosphere, Atmos. Environ., 10, 1085-1089.
12. Appel B.R., Yokiwa Y., Haik M., (1981), Sampling of nitrates in ambient air, Atmos. Environ., 15, 283-289.