

粗大粒子가 大氣浮遊粉塵에 주는 負荷

A Study on the Coarse Particles Burden to Aerosol in Seoul Area

이 윤 재 · 김 희 강*

고려대학교 의과대학 예방의학교실 및 환경의학연구소

* 건국대학교 산업대학원 환경공학과

Yoon Jae Lee, Hee Gang Kim*

Dept. of preventive Medicine & Institute for Environmental Health,
college of Medicine, Korea University

Dept. of Environmental Engineering Kon-Kuk University

ABSTRACT

The effect on the particulate matters in the atmosphere was investigated in Seoul area from March, 1984 to April, 1985. Aerosols were collected by filters on nine stages Andersen Air Sampler, and size distribution and total concentration of the aerosols, Fe and Pb were measured.

In spring with Yellow Sand the concentration of particles in aerosols was $185.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and CP/TA was 65.9%. But in spring without Yellow Sand those of particles was $135.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and CP/TA was 58.6%.

Accordingly the concentration of coarse particles with Yellow Sand was higher than without them in Spring. Above results indicate that in Seoul Area the main source of air pollution originated from natural burdens, especially from soil.

The concentration of Pb was similarly valued through both seasons in Seoul area but fine particles valued above coarse particles. On the other hand, in urban area, the natural and anthropogenic sources have influenced on the concentration of Pb.

With referred to particle size distribution for Fe, the concentration of coarse particles was $0.168 \text{ng}/\text{m}^3$ (CP/TA: 74.3%) in Spring with Yellow Sand, $0.096 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CP/TA: 71.6%) without Yellow Sand and $0.083 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CP/TA: 67.4%) in winter, respectively. Compared with fine particles, all of them were higher. It indicated that the origin of coarse particles in urban air was not related to anthropogenic source. The concentration of Fe was influenced by Yellow Sand and contributed to air pollution.

1. 緒 論

大氣汚染物質은 상태에 따라 氣體狀態의 汚染物과 粒子狀態의 汚染物로 分類하기도 하는데 분진 (particles), 먼지 (dust), 매연 (smoke), 검댕 (soot) 등이 粒子狀 汚染物質에 속하며, 이들은 大氣中에서 다른

物質과 物理·化學的 反應을 일으켜 여러가지 2次 汚染物質을 生成하기도 한다.

粒子狀物質들은 視程을 短縮시키며 不快感을 줄 뿐 만 아니라 太陽輻射熱 차단, 環境溫度, 植物成長의 生物學的率 (biological rate) 등의 變化¹⁾를 招來한다. 또 粒子狀物質은 自體의 부식성으로 금속을 부식시키고 각종 섬유, 의복의 미를 손상시킬 뿐 아니라 강도

를 약화시키는 등²⁾ 財産상의 손실을 가져오며 특히 0.5 μm ~5 μm 의 粒子狀物質은 姉胞에 침착되어 じん 폐증을 유발시키고 알레르기 및 암을 유발시키는 등³⁾ 人間の 健康에 害를 주고 있음은 잘 알려져 왔다.

大氣중에 存在하는 粒子狀物質은 飛散粉塵(風塵), 微生物, 火山재, 自然發生 放射線, 石粉 등의 自然發生源과 生産, 製造活動 및 暖房 그리고 自動車排氣, 煤煙 등으로 인한 人爲的인 發生源의 두 種類로 나눌 수 있다.⁴⁾

粒子狀物質의 크기는 0.001 μm 에서 1,000 μm 이상의 크기를 갖고 있는데 都市大氣에 存在하는 것은 0.01 μm ~100 μm 정도이다.⁵⁾ 粒子狀物質은 約 2 μm 이하의 粒徑을 境界로 人爲的인 活動에 그 發生源을 갖는 粒徑 2 μm 이하의 微細粒子(fine particles)와 自然活動에 發生源을 둔 粒徑 2 μm 보다 큰 粗大粒子(coarse particles)로 分類하여 생각할 수 있다.^{6,7)}

Fennelly는 各種 發生源에서의 粒子狀物質 總發生量 推定值를 自然粉塵 63 $\times 10^6$ ton/yr, 森林火災 56.4 $\times 10^6$ ton/yr, 交通機關 2.4 $\times 10^6$ ton/yr, 燒却 0.93 $\times 10^6$ ton/yr, 其他 1.28 $\times 10^6$ ton/yr로 報告하였다.⁸⁾

森林火災를 제외한 自然發生粉塵은 總發生推定量의 51.3%를 차지하며, 森林火災까지 포함한 自然發生源에서의 發生推定量은 97.2%로 人爲的인 發生源 2.8%에 비하여 엄청난 量으로 推定되고 있다.

自然發生源에 근거를 둔 土壤粉塵中에서 黃砂는 Asia 內陸인 華北, 蒙古, 南滿州의 黃土地域⁹⁾ 및 Or-dos와 Gobi 砂漠 등^{6,10)}의 內陸乾燥地域에서 強風에 의하여 일어나며 低氣壓의 活動이 旺盛한 봄⁶⁾에 高層氣流에 의하여 우리나라를 거쳐 멀리 北太平洋까지 운반된다.⁹⁾

黃砂가 發生되는 原因은 地表面의 눈이 녹은 후 黃土가 바람에 의해서 날리기 때문이며 주로 3~5月경에 3~5회정도 우리나라에 내습한다.^{6,7,9)} 飛行機觀測에 의하면 黃砂가 끼는 높이는 4,000 m까지 달한

다고 한다.⁹⁾

黃砂가 내습하면 視程을 惡化시키고 強風을 수반한 飛散粉塵으로 인하여 呼吸에도 支障을 주고 있다. 또한, 黃砂粉塵의 物理·化學的 性狀을 밝히는 것은 地球化學的 側面에서만 아니라 大氣汚染 研究의 側面에서도 우리나라에 있어서의 自然 background aerosol(粒子狀 浮遊粉塵)에 관한 知識을 얻는데 重要할 것으로 생각되나 우리나라에서는 이 分野에 關한 研究가 거의 進行되고 있지 않다.

粗大粒子가 大氣浮遊粉塵에 주는 負荷를 파악함으로써 主汚染源의 種類를 알고 汚染源에 對한 對策을 수립할 수 있으며, 大氣汚染으로 인한 被害를 줄이는데 도움이 되고자 본 研究에서는 黃砂時와 非黃砂時에 粗大粒子가 大氣浮遊粉塵에 주는 負荷에 關하여 檢討하였다.

2. 實驗裝置 및 實驗方法

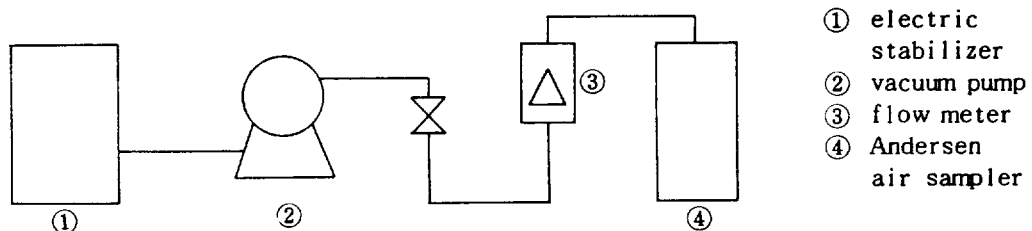
2.1 試料採取裝置

大氣中 浮遊粒子狀物質(aerosol)의 粒度分布測定을 爲해 分級捕集이 可能한 Andersen Air Sampler (a multistage impaction type size separation aerosol sampler)^{7,11,12)} [Dylec 社製 Model AN-200]를 利用하였다. 試料捕集裝置를 간략하게 그리면(그림 1)과 같다.

試料의 0부터 7 階段(stage)의 捕集用紙로서는 glass fiber filter^{13,14)} (Toyo GB 100 R) 및 Polyethylene sheet⁷⁾ (約 11.5 mg/cm²)를 使用하였으며 back up filter로서는 glass fiber filter(Toyo GB 100 R)를 使用하였다.

2.2 實驗方法

試料를 捕集하기 前에 glass fiber filter는 dry



〈그림 1〉 試料捕集裝置의 概略圖

oven에 넣고 105°C에서 4~5시간 乾燥시킨 후 desicator에 넣어 48時間 放置후 무게를 秤量하였다. polyethylene sheet는 desicator에서 48시간 放置後 무게를 秤量하였으며 試料捕集 後에도 똑같은 方法으로 무게를 秤量하였다.⁶⁾ 무게秤量은 Sartorius 社製 2006 MP Analytical Balance를 利用하였다.

試料를 採取한 filter paper는 무게를 粒度別(各 stage別)로 秤量한 後 Pb와 Fe를 分析하였다. 이 예 重金屬 分析方法은 環境汚染公定試驗法¹⁵⁾ 및 日本 公害關係의 분석법과 해설¹⁶⁾을 參考하였으며 그 方法은 다음과 같다.

秤量이 끝난 filter paper (또는 polyethylene Sheet)를 10% HNO₃ 90ml 및 30% H₂O₂ 10ml을 넣고 超音波로 約 20分間 洗淨한 後 水浴上에서 1時間 30分정도 加熱하였다. 다음 水浴에서 꺼내어 증류수로 200ml을 채운 後 이 液을 紙(Whatman 2)로 過하여 液 100ml을 水浴上에서 증발, 건조시켰다. 다시 여기에 10% HNO₃ 50ml을 넣어 15分間 水浴上에서 加熱한 後 꺼내어 식히고 증류수로 채워 100ml로 하였다. 여기에 Ammonium Citrate (25%) 10ml 및 BTB 指示藥 2~3滴을 넣고 Ammonia Water(1:1)로 液의 色이 黃色에서 靑色으로 變할 때까지 中和시킨 後 DDTC 10ml을 넣어 錯化合物을 形成시켜 MIBK 10ml로 抽出한 것을 試料로 하였다.

이들 試料를 原子吸光度計(Atomic Absorption Spectrophotometer) [Shimadzu 社製 AA 630-11]로 Pb 283.3 nm, Fe 248.3 nm에서 測定하였다. 實驗方法을 간략하게 나타내면 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 試料의 前處理 및 測定

2.3 實驗期間 및 場所

本 實驗의 試料採取 場所는 鍾路區 明倫洞에 所在한

<표 1> 試料採取期間 및 回數

	1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회
期 間	1984. 3. 28 ~ 4. 3	1984. 4. 10 ~ 4. 20	1984. 4. 22 ~ 5. 4	1984. 5. 27 ~ 6. 4	1984. 11. 21 ~ 11. 30	1984. 12. 3 ~ 12. 8	1985. 3. 14 ~ 3. 22	1985. 3. 26 ~ 4. 2
Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8

住居地域으로서 地上 約 7m 建物の 屋上에서 採取하였다. 試料採取는 1984年 3月 28日부터 1985年 4月 2日까지, 吸引空氣量 28.3 l/min (1 ft³/min)으로 5~8日間 연속 吸引시킨것^{6,7,10,11,17,18,19)}을 1回 採取期間으로 하여 전부 8회에 걸쳐 試料를 採取하였으며 그 內容은 <표 1>과 같다. 粒子狀物質의 Washout 效果¹⁶⁾를 피하기 위하여 降雨나 降雪期間을 피하였다.

3. 結果 및 考察

本 實驗期間인 1984年 3月 28日부터 1985年 4月 2日까지 8회에 걸쳐 試料採取를 한 結果 各 試料의 大氣浮遊粉塵의 粒度別 分布 및 量은 <표 2>와 같으며 黃砂가 있었던 期間은 3回째의 1984年 5月 1日, 2日²⁰⁾ 및 8回째의 1985年 3月 28日, 29日²¹⁾이었다.

<표 2>에서 春季에 冬季보다 浮遊粉塵 濃도가 높은 것을 알 수 있으며 總浮遊粉塵量의 平均値는 222.89 μg/m³로서 1982年度 서울市 大氣浮遊粉塵의 平均濃度 185 μg/m³²²⁾ 1984年度 서울市 大氣浮遊粉塵의 平均濃度 180 μg/m³²³⁾인 것에 비하여 높은 값으로 나타났으나 이것은 黃砂時의 浮遊粉塵量이 포함된 春季와 冬季에 試料採取가 限定되었기 때문인 것으로 풀이된다. <표 2>를 粗大粒子和 微細粒子로 나누어 보면 <표 3>과 같다.

<표 3>에서 春季(No. 1, 2, 3, 4, 7, 8)와 冬季(No. 5, 6)의 總浮遊粉塵에 對한 粗大粒子的 比率인 CP/TA의 平均値를 보면 春季의 CP/TA는 59.5%, 冬季의 CP/TA는 29%로 春季에 粗大粒子的 比率이 훨씬 높은 것을 알 수 있다. 즉 春季에는 粗大粒子가 微細粒子보다 훨씬 많으며 이것은 自然界의 活動에 그 發生源이 있기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 冬季가 春季보다 大氣浮遊粉塵의 粗大粒子 發生이 적은 것은

〈표 2〉 粒度別 농도 및 總浮遊粉塵 농도

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Stage No.	Size range (μm)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
0	(30)-11	38.64	38.62	69.45	36.49	14.51	7.51	14.71	26.76
1	11-7.0	20.36	34.10	49.44	25.51	11.24	2.14	7.92	11.21
2	7.0-4.7	27.42	35.14	59.65	33.66	14.14	6.97	13.02	20.98
3	4.7-3.3	38.64	31.32	56.90	35.78	18.13	10.19	13.58	25.32
4	3.3-2.1	30.33	26.10	41.60	30.82	9.07	6.97	9.62	9.76
5	2.1-1.1	29.91	29.92	41.60	30.11	15.96	13.41	10.19	3.62
6	1.1-0.65	30.74	14.96	39.63	32.95	20.31	5.90	15.28	6.87
7	0.65-0.43	24.51	29.23	27.47	27.99	9.07	8.04	4.53	4.34
BU*	0.43-(0.08)	20.36	18.09	25.11	24.80	82.68	49.33	39.62	43.04
Total		260.91	257.48	410.85	278.11	195.11	100.27	128.47	151.90

BU* ; Back up filter

〈표 3〉 粗大粒子和 微細粒子的 농도

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
Coarse Particles conc. $\Delta m(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	155.39	165.28	277.04	162.26	67.09	23.59	58.85	94.03
fine particles conc. $\Delta m(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	105.52	92.20	133.81	115.85	128.02	76.68	69.62	57.87
Total aerosols conc. ratio of C.P ¹⁾ /T.A ²⁾ (%)	59.4	64.2	67.4	58.3	34.4	23.5	45.8	61.9

1) C.P : Coarse Particles (0~4 Stage)

2) T.A : Total aerosols

동계에는 燃燒 등에 기인한 微細粒子가 많다는 것을 보여 준다.

〈표 2〉를 粒度分布曲線으로 나타내기 위한 effective cutoff diameter는 〈표 4〉와 같으며 〈표 2〉의 粒度分布曲線은 〈그림 3〉의 No. 1 ~ No. 8 과 같다.

〈그림 3〉에서 $2\mu\text{m}$ 이하의 微細粒子和 粗大粒子的 양쪽에 peak 를 갖고 있으며 黃砂가 있었던 No. 3 와 No. 8 에서는 粗大粒子側의 peak 가 월등하게 높음을 알 수 있다. No. 1 ~ No. 4 의 粒度分布曲線이 bimodal(二山型) 한 형태¹⁾를 보이는데 반하여 No. 5 ~ No. 8 은 bimodal 한 형태에서 벗어 나고 있다. No. 5 ~ No. 8 의 曲線이 우리나라에서만 보이는 特異한 型인지는 이번 實驗結果만으로는 알 수 없고 長期間 추적, 研究하여야 될 것으로 보인다.

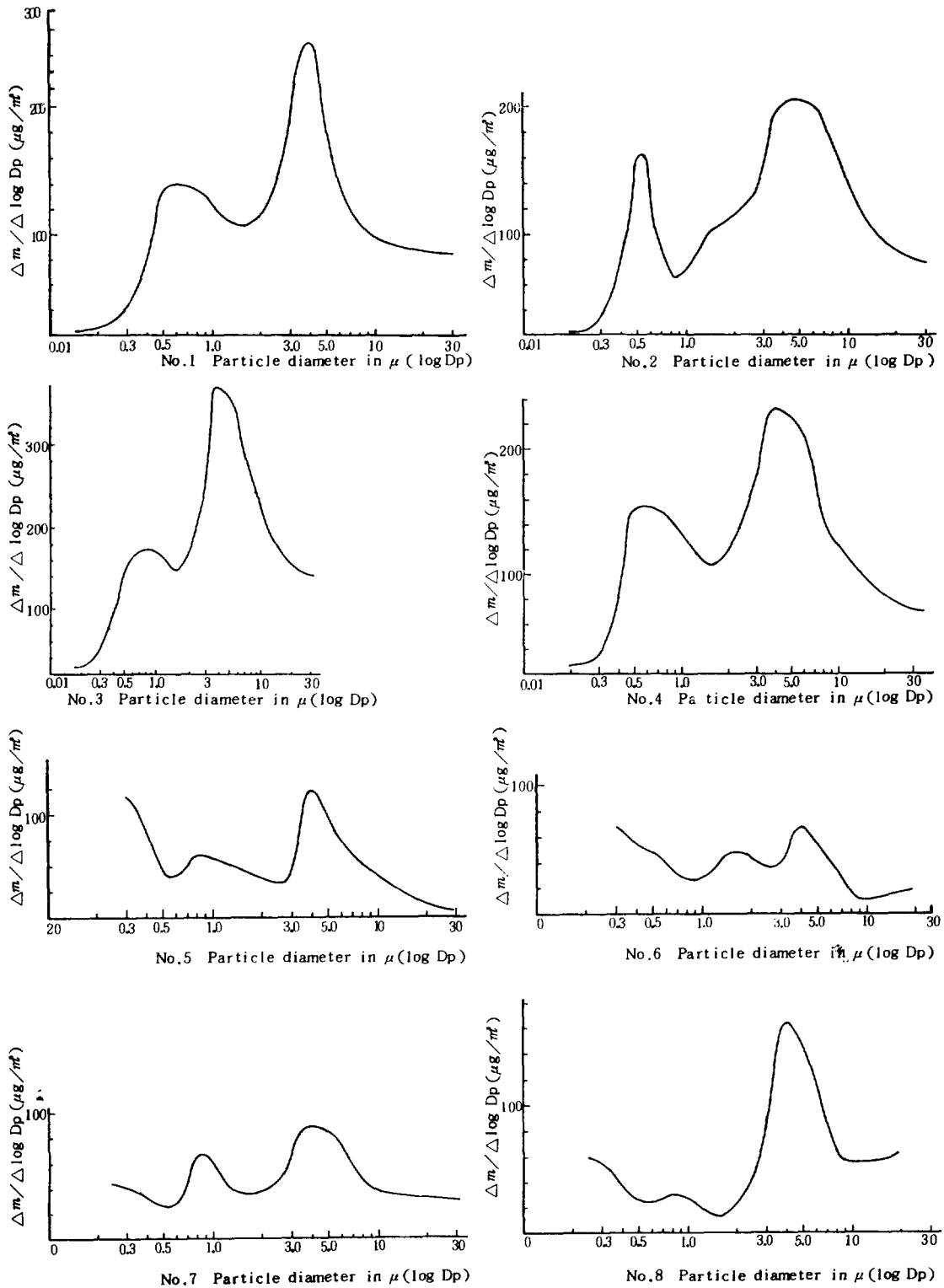
〈표 4〉 Effective cutoff diameter (e. c. d)

Stage No.	50% e. c. d. (μ)	$\Delta \log_e D_p^{1)}$	$\Delta \log D_p^{2)}$
0	11 (<30)	1.00	0.430
1	7.0	0.451	0.196
2	4.7	0.398	0.173
3	3.3	0.350	0.154
4	2.1	0.451	0.196
5	1.1	0.646	0.281
6	0.65	0.525	0.228
7	0.43	0.412	0.179
BU	(0.08)	1.68	0.730

1) $\Delta \log_e D_p n = \log_e D_p n - 1 - \log_e D_p n$

$D_p n$: Value of 50% e. c. d. of No. n stage

2) $\Delta \log D_p = 1/2.30 \Delta \log_e D_p$

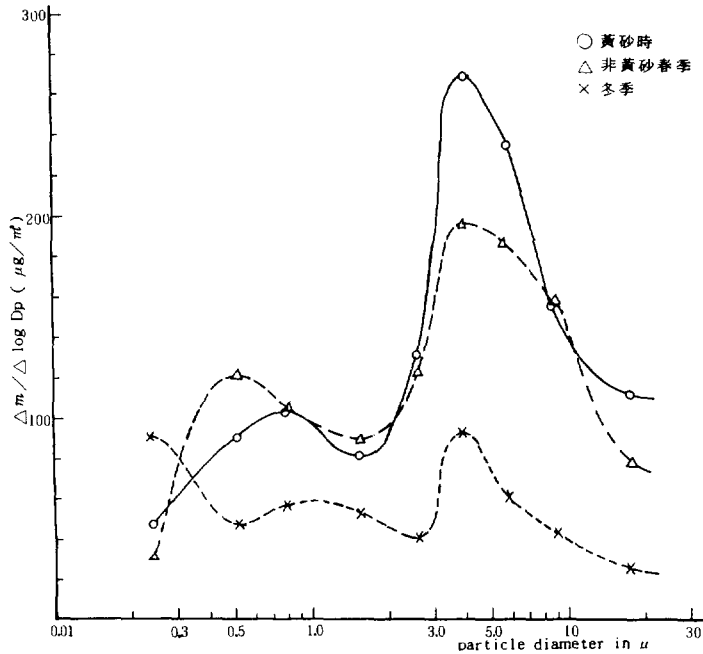


〈그림 3〉 各 試料의 粒度分布曲線

〈표 5〉 黃砂時 및 그밖의 기간의 평균값

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Stage No.	conc. of coarse and fine particles	黃 砂 時			非 黃 砂 春 季			冬 季		
		ave. conc.	S.D.	conc. Δm	ave. conc.	S.D.	conc. Δm	ave. conc.	S.D.	conc. Δm
0	coarse particles	48.11	21.35	185.55 (65.9%)	32.12	10.09	135.45 (58.6%)	11.01	3.50	50.3 (32.9%)
1		30.33	19.12		21.97	9.48		6.69	4.55	
2		40.32	19.34		27.31	8.74		10.42	3.72	
3		41.11	15.79		29.83	9.74		14.16	3.97	
4		25.68	15.92		24.22	8.63		8.02	1.05	
5	fine particles	22.61	18.99	95.85 (34.1%)	25.03	8.57	95.90 (41.4%)	14.69	1.28	102.37 (67.1%)
6		23.25	16.38		23.61	8.27		13.11	7.21	
7		15.91	11.57		21.54	9.97		8.56	0.52	
BU		34.08	8.97		25.72	8.38		66.01	16.68	
Total		281.40			231.35			152.67		



〈그림 4〉 Aerosol의 黃砂時 및 그밖의 기간의 평균값에 대한 입도분포곡선

다시 이들 結果를 春季의 黃砂時와 非黃砂時 및 冬季로 나누어 보면 그 平均值 및 粗大粒子和 微細粒子的 分布狀態는 〈표 5〉 및 〈그림 4〉와 같다.

〈표 5〉 및 〈그림 4〉에서 黃砂時的 CP/TA 가 65.9%로 높은 값을 나타낸 반면 非黃砂時的 CP/TA

가 58.5%로 다소 낮은 값을 나타내는 것은 黃砂時에 大氣浮遊粉塵이 黃砂에 의하여 粗大粒子側에 약간의 寄與가 있음을 나타낸 것으로 보여진다. 또 冬季의 CP/TA는 32.95%로서 微細粒子側의 peak가 높아진 것은 人爲的인 發生源에 의한 大氣浮遊粉塵이 훨씬 많

〈표 6〉 Fe의 粒度別 分布量 및 總量

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

stage No.	size range(μm)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
0	(30) - 11	0.018	0.020	0.037	0.021	0.017	0.021	0.039	0.037
1	11 - 7.0	0.010	0.014	0.028	0.013	0.014	0.014	0.032	0.031
2	7.0 - 4.7	0.012	0.019	0.040	0.019	0.021	0.019	0.016	0.041
3	4.7 - 3.3	0.017	0.021	0.034	0.021	0.021	0.022	0.006	0.042
4	3.3 - 2.1	0.019	0.026	0.020	0.026	0.011	0.013	0.012	0.027
5	2.1 - 1.1	0.010	0.012	0.015	0.011	0.008	0.012	0.016	0.017
6	1.1 - 0.65	0.013	0.007	0.010	0.010	0.005	0.012	0.014	0.018
7	0.65 - 0.43	0.008	0.007	0.009	0.007	0.004	0.012	0.013	0.019
BU	0.43 - 0.08	0.007	0.006	0.007	0.006	0.011	0.016	0.003	0.022
Total		0.114	0.132	0.200	0.134	0.105	0.141	0.151	0.254

〈표 7〉 Pb의 粒度別 分布量 및 總量

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

stage No.	size range(μm)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
0	(30) - 11	0.005	0.006	0.009	0.005	0.005	0.004	0.003	0.007
1	11 - 7.0	0.008	0.004	0.006	0.009	0.007	0.008	0.007	0.005
2	7.0 - 4.7	0.070	0.005	0.020	0.009	0.004	0.006	0.007	0.008
3	4.7 - 3.3	0.007	0.006	0.007	0.008	0.008	0.009	0.002	0.015
4	3.3 - 2.1	0.006	0.016	0.010	0.010	0.011	0.007	0.014	0.013
5	2.1 - 1.1	0.012	0.024	0.020	0.016	0.023	0.012	0.020	0.028
6	1.1 - 0.65	0.012	0.011	0.022	0.018	0.018	0.014	0.021	0.015
7	0.65 - 0.43	0.012	0.007	0.009	0.018	0.009	0.011	0.012	0.011
BU	0.43 - 0.08	0.014	0.024	0.023	0.029	0.036	0.068	0.034	0.035
Total		0.148	0.103	0.126	0.122	0.121	0.139	0.120	0.137

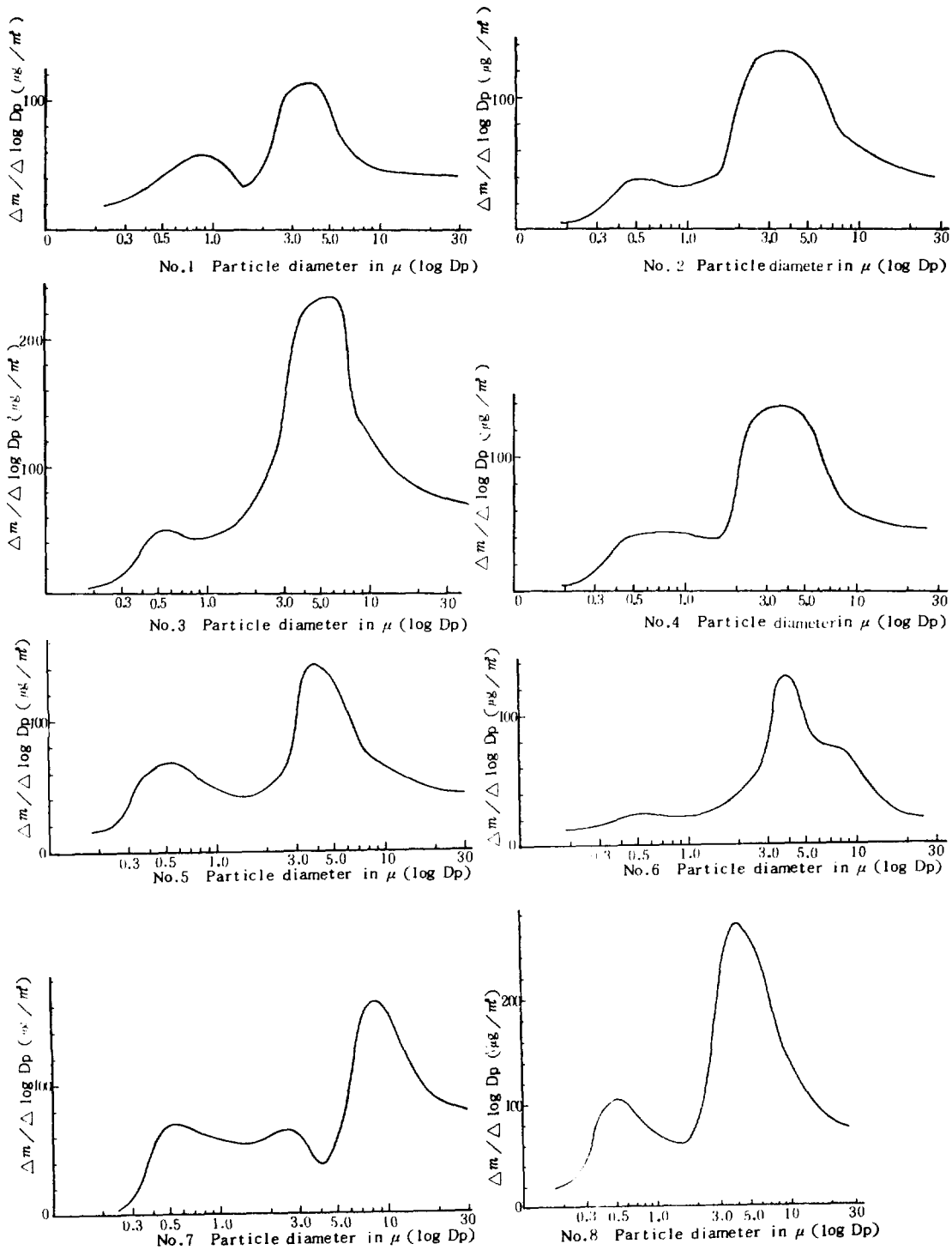
음을 보여주고 있다.

이상의 結果에서 黃砂가 粗大粒子에 미치는 影響을 檢討하기 위하여 Fe와 Pb의 粒度別 分布量 및 總量을 〈표 6〉(Fe), 〈표 7〉(Pb)과 〈그림 5〉(Fe) No. 1~No. 8, 〈그림 6〉(Pb) No. 1~No. 8에 나타내었다. 〈표 6〉 〈그림 5〉에서 黃砂時의 採取分인 No. 3과 No. 8의 Fe의 總濃度는 $0.200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 $0.254 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 Fe의 다른 期間의 平均 $0.130 \pm 0.016 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 높은 값을 나타내고 있어 No. 3와 No. 8의 粗大粒子는 黃砂에 의한 影響을 받고 있는 것으로 推定된다.

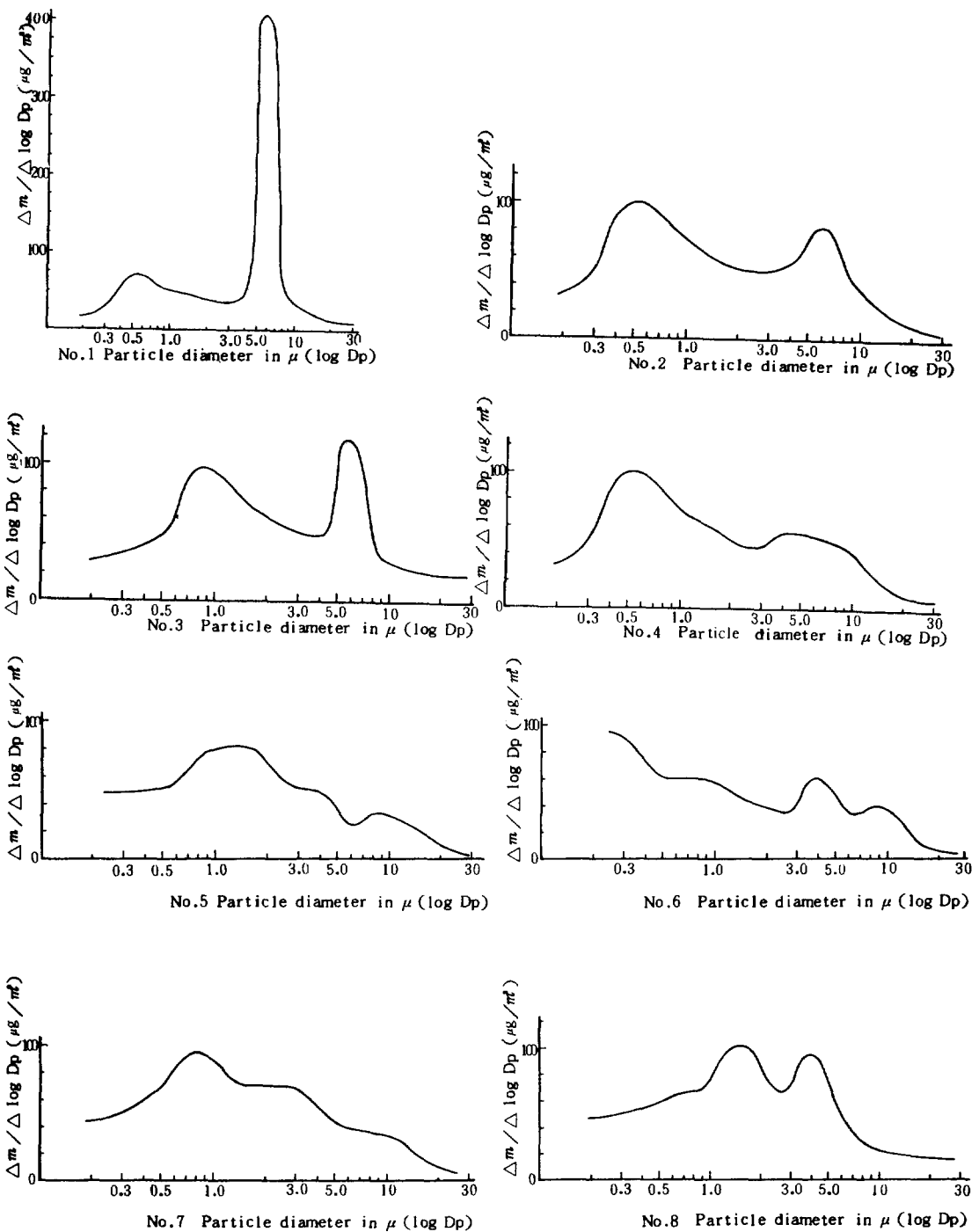
大氣浮遊粉塵에 對한 發生源 物質의 寄與率은 自動車 Pb, Cement 製造 Ca, 石炭燃燒 및 Cokes 製造 Al, 石油燃燒 V, 製鍊·製鐵의 放出物 Mn, 土壤 Se·Fe, 海鹽 Na 등¹⁸⁾이다. 地球上層部(大氣圈에서 地下 16 km까지를 大氣 0.03%, 水 6.91%, 地 93.06

%의 重量比에 依함)에서 各 元素의 存在比를 百分率로 나타낸 Clarke 數²⁴⁾에서 47,000ppm으로 4번째 順位에 위치하고 있는 Fe는 土壤成分에 많이 存在함을 나타내고 있다. 따라서 〈표 6〉 및 〈그림 5〉中 No. 3과 No. 8에서 粗大粒子側에 Fe가 많은 것은 黃砂時 土壤成分에 의한 寄與가 있는 것으로 推定할 수 있다.

〈표 7〉에서 Pb의 濃度는 黃砂時(平均 $0.132 \pm 0.006 \mu\text{g}/\text{m}^3$)를 통하여 濃度에 차이가 별로 없는 것으로 나타났다. 또한 〈그림 6〉에서 Pb의 粒度分布曲線을 보면 No. 1의 特異한 曲線을 제외하고는 대부분 微細粒子쪽의 peak가 높게 나타나 Pb는 自然發生源 特히 黃砂現象에 의한 影響은 거의 받지 않고 人工發生源 特히 自動車의 排氣가스중에 함유된 납化合物에 의한 것으로 사료된다.



〈그림 5〉 Fe의 粒度分布曲線



<그림 6> Pb의 粒度分布曲線

〈표 8〉 Fe의 黃時 Fe의 黃砂時 및 그밖의 기간의 평균값

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

stage No.	conc. of coarse and fine particles	黃 砂 時			非 黃 砂 春 季			冬 季		
		ave. conc.	S.D.	conc. Δm	ave. conc.	S.D.	conc. Δm	ave. conc.	S.D.	conc. Δm
0	coarse particles	0.037	0		0.025	0.008		0.019	0.002	
1		0.029	0.002		0.017	0.009		0.014	0	
2		0.040	0	0.168	0.017	0.003	0.095	0.016	0.003	0.083
3		0.038	0.004	(74.3%)	0.016	0.006	(71.6%)	0.022	0.004	(67.4%)
4		0.024	0.004		0.021	0.006		0.012	0.001	
5	fine particles	0.016	0.001		0.012	0.002		0.010	0.002	
6		0.014	0.004	0.058	0.011	0.003	0.038	0.009	0.004	0.040
7		0.014	0.005	(25%)	0.009	0.002	(28.4%)	0.008	0.004	(32.6%)
BU		0.014	0.008		0.006	0.002		0.013	0.003	
Total		0.226			0.134			0.123		

〈표 9〉 Pb의 黃砂時 및 그밖의 기간의 평균값

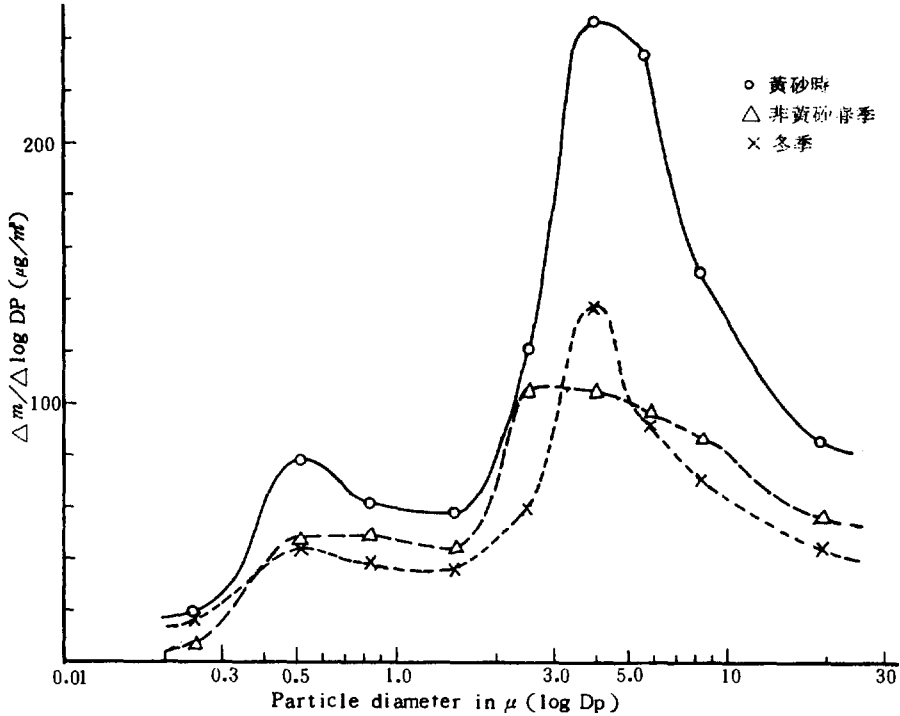
(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

stage No.	conc. of coarse and fine particles	黃 砂 時			非 黃 砂 春 季			冬 季		
		ave. conc.	S.D.	conc. Δm	ave. conc.	S.D.	conc. Δm	ave. conc.	S.D.	conc. Δm
0	coarse particles	0.008	0.001		0.005	0.001		0.004	0.001	
1		0.006	0.001		0.007	0.002		0.007	0.001	
2		0.014	0.006	0.051	0.023	0.023	0.052	0.005	0.001	0.032
3		0.011	0.004	(38.3%)	0.006	0.003	(42.3%)	0.009	0.001	(25.0%)
4		0.012	0.002		0.011	0.004		0.007	0.002	
5	fine particles	0.024	0.004		0.018	0.004		0.018	0.005	
6		0.019	0.003	0.082	0.016	0.004	0.071	0.016	0.002	0.096
7		0.010	0.001	(61.7%)	0.012	0.004	(57.7%)	0.010	0.007	(75.0%)
BU		0.029	0.006		0.025	0.007		0.052	0.016	
Total		0.133			0.123			0.128		

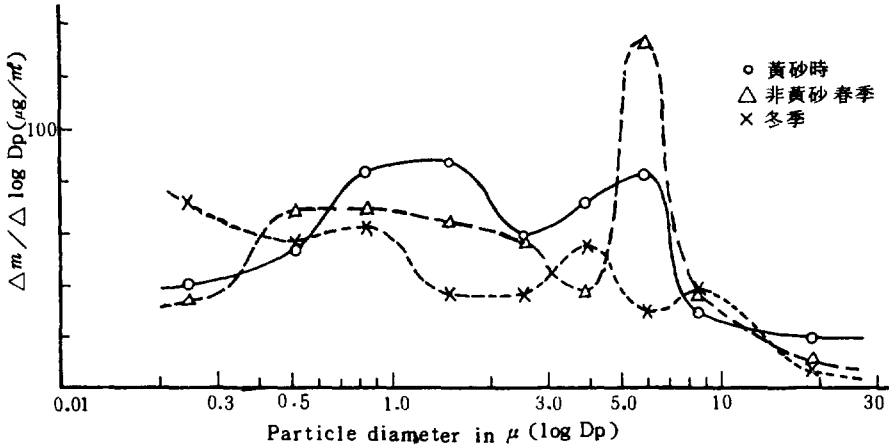
이상의 結果로 春季의 黃砂時와 非黃砂時 및 冬季의 平均値, 粗大粒子和 微細粒子的 分布狀態를 〈표 8 (Fe)〉, 〈표 9 (Pb)〉 및 〈그림 7 (Fe)〉, 〈그림 8 (Pb)〉에 나타내었다.

〈표 8〉에서 黃砂時 Fe의 平均濃度가 $0.226 \pm 0.027 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 다른 期間의 $0.134 \pm 0.013 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0.123 \pm 0.018 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비하여 뚜렷하게 많음을 보여주며 그림 3.5에서 粗大粒子的 peak가 훨씬 높아 自然發生源에 의한 壤土粒子가 그 主成分임을 알 수 있다.

반면 〈표 9〉에서 Pb濃度는 黃砂時와 그밖의 全測定期間을 통하여 별 차이가 없는 것으로 나타났으며 CP/TA가 黃砂時 38.3%, 非黃砂時인 春季 42.3%, 冬季 25.0%로 微細粒子가 뚜렷하게 많음을 알 수 있다. 또 〈그림 8〉에서도 黃砂時와 非黃砂時의 CP:FP를 보면 黃砂時 $0.051 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 非黃砂時 春季 $0.052 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 冬季 $0.071 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0.032 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0.096 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 汚染源이 人爲的인 發生源이 主가 된다고 볼 수 있다. 단 非黃砂時 春季에서의 粗大粒子側 peak가 높게 나타난 것은 〈그림 6〉 No.1의 特異한 曲線



〈그림 7〉 Fe의 黃砂時 및 그밖의 기간의 평균값에 대한 입도분포곡선



〈그림 8〉 Pb의 黃砂時 및 그밖의 기간의 평균값에 대한 입도분포곡선

때문이며 이 특이한 曲線의 原因은 究明하지 못하였다.

Fe와 Pb의 平均濃度는 Fe $0.160\mu\text{g}/\text{m}^3$, Pb $127\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 1982年度 國立環境研究所 研究報告書²²⁾의 Fe $1.091\mu\text{g}/\text{m}^3$, Pb $0.293\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비하여

차이가 많이 나는 것은 本 實驗이 住居地域에서 봄·겨울의 두季節만 試料를 採取하였고, 本 試料는 粒徑 $30\mu\text{m}$ 이하의 浮遊粉塵에 局限된 反面 國立環境研究所 研究報告書의 경우에는 總浮遊粉塵을 試料로 하였

기 때문인 것으로 판단된다.

4. 結 論

1984年 3월부터 1985年 4월까지 8회에 걸쳐 黃砂時와 그밖의 期間의 大氣浮遊粉塵濃度, 粒度分布 및 Fe와 Pb의 濃度, 粒度分布에 關한 實驗結果로 粗大粒子가 浮遊粉塵에 미치는 影響을 檢討한 結果는 다음과 같다.

1) 浮遊粉塵中 粗大粒子의 濃度는 春季의 黃砂時와 非黃砂時 및 冬季에 各各 $185.55\mu\text{g}/\text{m}^3$, $135.45\mu\text{g}/\text{m}^3$ 및 $50.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 CP/TA는 各各 65.9%, 58.6% 및 33.0%로서 總浮遊粉塵에 對한 寄與度는 33.0%~65.9%인 것으로 나타났다.

2) 冬季에 浮遊粉塵濃度가 $152.67\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 春季의 $281.40\mu\text{g}/\text{m}^3$ (黃砂時), $231.35\mu\text{g}/\text{m}^3$ (非黃砂時 春季)보다 훨씬 적은 것은 冬季에 地表面 등이 結氷되어 浮遊粉塵의 飛散이 적고 $0.5\mu\text{m}$ 이하 微細粒子의 濃度가 높아진 것은 暖房 등의 人爲的인 污染源에 의한 것으로 보인다.

3) Pb는 季節的으로 별 차이가 없고 粗大粒子와 微細粒子에 모두 分布되어 있어 自然發生源과 人爲的인 污染源이 함께 寄與하는 것으로 나타났다.

4) Fe의 粒度分布別 濃度를 보면 粗大粒子의 濃度가 春季의 黃砂時 $0.168\mu\text{g}/\text{m}^3$, CP/TA 74.3%, 非黃砂時 $0.095\mu\text{g}/\text{m}^3$, CP/TA 71.6% 및 冬季 $0.083\mu\text{g}/\text{m}^3$, CP/TA 67.4%로 모두 微細粒子 濃度보다 높게 나타나 自然發生源이 主污染源인 것으로 나타났다.

5) Fe의 濃度는 黃砂時 平均 $0.226\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 非黃砂時 春季 $0.134\mu\text{g}/\text{m}^3$, 冬季 $0.123\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 훨씬 높은 값을 보여 Fe가 黃砂時 大氣污染에 寄與하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Kenneth Wark/Cecil F. Warner, Air pollution-Its Origin and Control-, Harper & Row,(1976)
2. 趙光明, 大氣污染, 清門閣. (1978)
3. 尹明照外, 産業衛生管理, 新光出版社. (1984)
4. August T. Rossano, Jr., Air Pollution Control-Guidebook for Management, Mc-

- Graw Hill, (1974)
5. 車喆煥, 公害와 疾病, 最新醫學社, (1975)
6. 角協怡, 浮遊粉塵による 都市大氣にしめる 自然發生源からの 負荷, 大氣污染學會誌, 13(6), 252 - 257, (1978)
7. 溝畑明・眞室哲雄, 黃砂エアゾルに 關する 二三の 知見, 大氣污染學會誌, 13(7), 289-290(1978)
8. P.F.Fennelly, J.Air poll.Control Assoc., 25, 697(1975)
9. 金光植外, 韓國의 氣候, 一志社, 81(1976)
10. 角 協, 大氣浮遊粉じん中の イ素 かんび アルミニウムの 粒度分布と 濃度比, 日本化學會誌, 12.1911~1916(1977)
11. 藤村 滿, 橋本芳一, フソダーロソ・サソプラーレニ によるエアロゾルの 粒度分布の 解析, 分析化學 24, 36-41(1975)
12. D.C.Richard, The measurement of Air-borne Particles, John Wiley & Sons, 289 (1975)
13. 藤村 滿, エアロゾルの 粒度と 化學成分に 關する 研究(測定方法の 檢討と 粒度分布 調査), 慶應大學工學部 應用化學科 橋本研究室, (1980)
14. Methods of Air Sampling and Analysis, Interdisciplinary Books & Periodicals, (1977)
15. 環境廳, 環境污染公定試驗法(大氣篇), (1983)
16. 公害關係の 分析法と 解説, 神奈川 公害對策事務局, (1973)
17. 橋本芳一, エフロゾルの 粒度と 化學成分に 關 研究, 慶應義塾 大學工學部, 44-47(1980)
18. 鈴木武夫, 大氣污染の 機構と 解析-環境科學 特論-産業圖書, 126-138(1980)
19. S.Kadowaki, Size distribution of Atmospheric Total Aerosols, Sulfates, Ammonium and Nitrate Particulates in the Nagoya Area, Atmos. Environ., 10, 39-43 (1976)
20. 國立中央氣象臺, 氣象月報 (1984)
21. 國立中央氣象臺, 日氣象統計表 (1985.3~4)
22. 國立環境研究所, 大氣中 浮遊粉塵의 成分에 關한 調査研究, 國立環境研究所報, 4, 27-47(1982)
23. 朝鮮日報社, 朝鮮日報(日刊紙), (1985.3.6)
24. 大氣污染-安全工學特論-, 海文堂, 2-3(1982)