

# 東京都における粒子状物質中のAl, Mn, V, Na及びClの粒径分布

吉岡 秀俊 芳住 邦雄 秋山 薫  
(共立女子大学)  
渡辺 武春 朝来野 国彦

## 1 はじめに

粒子状物質は、その生成起原との関連から直径 $2\mu\text{m}$ 付近を境にして、それ以上の粗大粒子と、それ以下の微小粒子とに分けて考察できる。すなわち、前者は粉碎、摩擦等の物理的機構によって発生したものであり、主として土壌粒子や海塩粒子等の自然起源に由来する。一方、後者は化学的機構によって発生したものであり、燃焼等の人為起源に由来すると考えられている。したがって、生成機構の異なる粗大粒子と微小粒子の実態を別個に把握することが不可欠であると考え、粒径別採取による検討を進めている。

前報<sup>1)</sup>では、7金属成分分析値を基にして、粗大粒子(粒径 $\geq 2\mu\text{m}$ )中の金属成分組成は、土壌そのものよりも、道路堆積物とよりよく一致していることを報告した。このことは、従来からいわれている土壌起源=自然起源では必ずしもなく、大都市域である東京都においては、自動車走行に伴う物理的発塵による影響が大きいことを示唆していると考えられる。本報告では、9段及び3段構成のアンダーセン・ローボリュウムエアサンプラーを用いて昭和63年度に採取した環境大気試料の短期放射分析結果に基づき、5種類の元素の粒径分布特性について、地域別及び季節別特徴を明らかにしながらとりまとめる。

## 2 実験方法

### (1) 試料採取

ア 9段構成アンダーセンサンプラーによる採取  
0~7段及びバックアップにテフロンフィルター(東洋 PF 050及び PF 020)を装着して、所定流量 $28.3\ell/\text{min}$ で粒子状物質を粒径別に採取した。

採取地点は、東京都環境科学研究所(環研)屋上(江東区新砂)、多摩測定局(多摩市愛宕)、小河内貯水池

管理事務所(奥多摩町)及び小笠原(小笠原諸島父島)の4地点である。

採取期間は、環研と多摩においては、1988年7月29日~8月5日(夏期)と12月5日~9日(冬期)、小河内では、8月23日~9月9日(夏期)と12月12日~26日(冬期)であり、小笠原では、9月19日~10月7日である。

採取地点の特性は、既報<sup>2)</sup>のとおりである。

イ 3段構成アンダーセンサンプラーによる採取  
アンダーセンサンプラーの段構成を1段、4段及びバックアップの3段構成に変え、1段目で50%カットオフ粒径 $7\mu\text{m}$ 以上の粒子をカットし、4段( $7\sim 2.1\mu\text{m}$ )に粗大粒子を、バックアップ( $\leq 2.1\mu\text{m}$ )に微小粒子をそれぞれまとめてテフロンフィルター上に採取した。

採取地点は、環研と多摩、練馬北(練馬区北町)及び大原(渋谷区笹塚)の各測定局の4地点である。

採取期間は、各採取地点とも1988年5月9日~13日(春期)、7月21日~25日(夏期)、11月21日~25日(秋期)及び1989年1月9日~13日(冬期)である。

### (2) 分析方法

採取済みのテフロンフィルターを $1/4$ に切断し、ポリエチレン製袋に封入して試料とした。これを、武蔵工業大学原子力研究所原子炉において3分間熱中性子照射し、数分後Ge半導体検出器によってガンマ線スペクトルを300秒間測定した。

## 3 結果及び考察

### (1) 9段構成アンダーセンサンプラーによる粒径分布

5元素の粒径分布を図1に示した。環研、多摩及び小河内の各元素ごとの縦軸は同一スケールであり、夏期を破線、冬期を実線で図示した。また、小河内は、他2地点の採取期間と若干ずれている為、やや離して表示した。

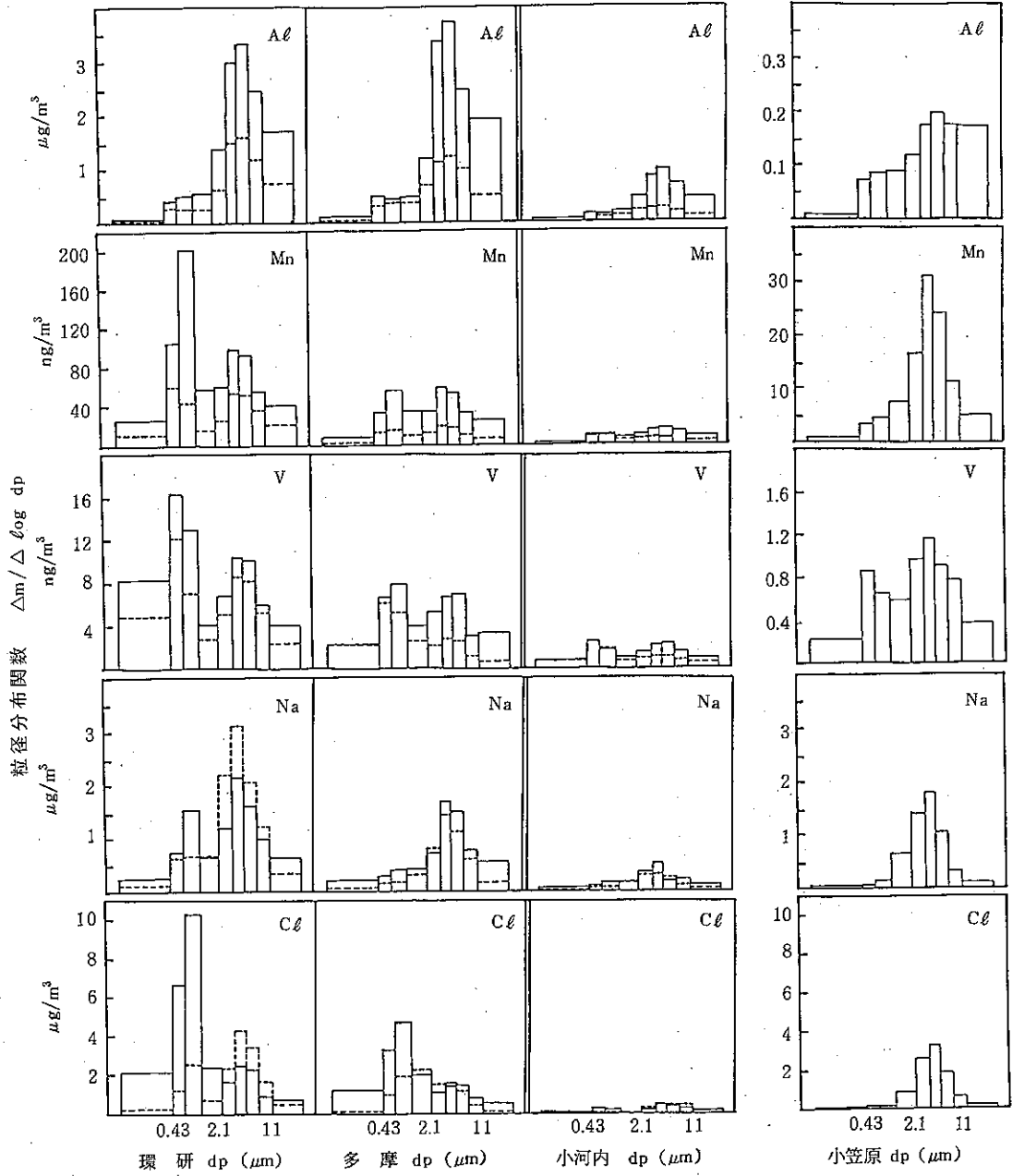


図1 環研, 多摩, 小河内及び小笠原における5元素の粒径分布  
破線……夏期 実線——冬期

小笠原の縦軸のスケールは、NaとCℓは前記3地点と同一であるが、Mnは5.5倍に、AlとVは10倍に拡大している。

Alは、地域、季節に関係なく粗大側にピークを持つ一山型であり、冬期に高濃度になっており、従来知られている結果と類似している。

鉄鋼業の指標元素とされているMnは、粗大側と微小側にそれぞれピークを持つ二山型である。前者は、道路堆積物を含む広義の土壌に由来する。夏期には、全体に濃度は低下するが、両ピーク高は同程度の高さであった。冬期には、環研において微小側のピークが著しく高くなる傾向を示した。清浄地である小笠原は、粗大粒子側のみピークを持つ一山型であった。

重油燃焼の指標元素といわれているVも、二山型であるが、季節、地域に関係なく微小側のピークのほうが高い傾向を示した。粗大側はMnの場合と同様に広義の土壌由来である。小笠原では、今回あげた元素の中で唯一微小側にもピークが認められ、興味深い。また、微小側のピークが他の元素に較べて小粒径側にシフトしている点も特徴的である。

Naは、海塩粒子の主要成分であるが、環研の冬期のみ微小側にもピークがあった。粗大側は、これまでの3元素に較べて、海風の卓越する夏期のピークが高くなっており、特に東京湾にごく近い環研において顕著である。また、小笠原の濃度も環研の冬期や、多摩と同レベルであった。

表2 (微小側+粗大側) に対する (微小側) の割合

季節	地点	微小/(微小+粗大) %				
		Al	Mn	V	Na	Cℓ
春	環研	26	71	71	39	2
	多摩	16	51	61	31	4
	練馬北	18	53	66	25	8
	大原	—	—	—	—	—
夏	環研	18	64	76	23	12
	多摩	22	59	71	29	12
	練馬北	23	75	78	31	11
	大原	21	54	69	36	13
秋	環研	17	75	76	56	85
	多摩	14	61	60	61	87
	練馬北	10	69	62	63	88
	大原	12	61	64	48	89
冬	環研	19	68	81	26	56
	多摩	14	62	69	16	72
	練馬北	17	78	71	20	71
	大原	14	59	70	19	61

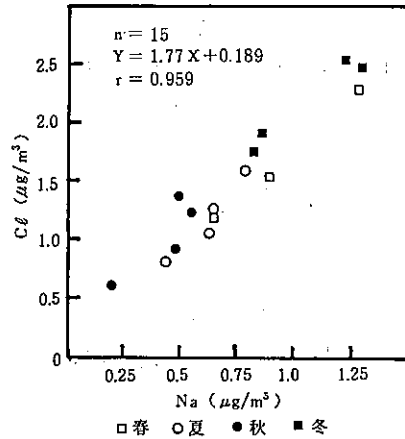


図2 粗大粒子中のNaとCℓ濃度の相関

表1 都内4地点における測定結果

季節	地点	Al μg/m³		Mn ng/m³		V ng/m³		Na μg/m³		Cℓ μg/m³	
		粗大	微小	粗大	微小	粗大	微小	粗大	微小	粗大	微小
春	環研	0.51	0.18	25	60	3.6	9.1	1.28	0.82	2.30	0.06
	多摩	0.50	0.10	12	13	2.2	3.5	0.65	0.29	1.20	0.04
	練馬北	0.45	0.10	13	15	2.1	4.2	0.89	0.29	1.55	0.13
	大原	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
夏	環研	0.25	0.06	8	14	1.5	4.6	0.78	0.23	1.60	0.22
	多摩	0.33	0.09	9	13	1.4	3.6	0.44	0.18	0.82	0.11
	練馬北	0.30	0.09	12	36	1.6	5.5	0.64	0.29	1.27	0.16
	大原	0.43	0.11	13	16	1.9	4.3	0.63	0.35	1.07	0.16
秋	環研	0.90	0.19	34	106	4.8	14.9	0.49	0.62	1.39	8.13
	多摩	1.01	0.16	22	34	3.4	5.1	0.19	0.31	0.61	4.17
	練馬北	1.51	0.17	37	85	6.3	10.2	0.55	0.93	1.24	9.24
	大原	1.23	0.16	35	55	5.4	9.5	0.48	0.44	0.92	7.74
冬	環研	0.44	0.11	16	34	2.3	9.5	1.22	0.44	2.56	3.23
	多摩	0.48	0.07	12	20	2.0	4.6	0.82	0.16	1.76	4.43
	練馬北	0.53	0.11	15	52	2.5	6.2	0.86	0.21	1.93	4.65
	大原	0.84	0.14	21	30	3.3	7.7	1.29	0.31	2.49	3.85

Clは、小笠原を除いて、いずれの地点季節とも二山型であった。粗大側はNaに似ており、海塩起源と考えられた。微小側は、冬期、環研、多摩において著しく高いピークとなっており、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ によるものと思われる<sup>3)</sup>。

(2) 3段構成アンダーセンサンプラーによる粒径分布  
粗大側と微小側の存在割合を調べるため、4季節、都内4地点で粒径別に採取した結果を表1に示した。また、(粗大側+微小側)に対する(微小側)の割合を表2に示した。Alの微小側の割合は10~26%、Mnは51~78%、Vは60~81%であった。これらと比較して、NaとClは季節変動が大きかった。Naについては、春夏冬期では16~39%であったのに対して秋期には48~63%と微小側の負荷が増し、燃焼起源も無視できないことが示された。Clについては、春夏期では1割強以下であった微小側の割合が、秋期には85~89%にも達し、冬期では56~72%となっており、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 生成の温度依存性が顕著なことがうかがえる。

粗大側のNaとClの関係を図2に示した。NaとClの比は、海水の $\text{Cl}/\text{Na}=1.8$ とよく一致する。小笠原の9段構成アンダーセンの結果について、粗大側の $\text{Cl}/\text{Na}$ を求めると1.8であった。これらの結果は、粗大側のNa及びClが海塩起源であることを示していると考えられた。なお、春夏期では、秋冬期に比較してNaに対するClの比率が低くなっている。これは、 $\text{NaCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{HCl}$ の反応によるCl成分のガス化がおこる、いわゆるchlorine lossに起因すると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 吉岡秀俊 芳住邦雄：環境大気における粒子状物質中の金属成分への土壌寄与，東京都環境科学研究所年報1989，p. 75.
- 2) 石井康一郎ら：浮遊粒子状物質中の炭素成分の粒径分布，東京都環境科学研究所年報1989，p. 79.
- 3) 一都三県公害防止協議会：昭和62年度南関東浮遊粒子状物質合同調査結果報告書（平成元年3月）