

〔報告〕

## PM<sub>2.5</sub> 大気環境調査について

三好 猛雄 秋山 薫 上野 広行 横田 久司  
石井 康一郎 石井 真理奈 伊藤 雄一\* 樋口 幸弘\*  
(\*東京都環境局環境改善部)

### 1 はじめに

大気中の粒子状物質については、人の健康への影響が懸念されることから、粒径が 10 $\mu$ m より大きい粒子を 100%カットしたものを浮遊粒子状物質 (SPM) と定義して環境基準を定め、常時監視を行っている。一方、粒径が 2.5 $\mu$ m 以下の微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) は、粒径が小さく呼吸器系の奥まで入り込みやすいため、健康への影響が大きいとされている<sup>1)</sup>。このため、2009 年 9 月 9

日付けで PM<sub>2.5</sub>に係る環境基準

(1 年平均値が 15 $\mu$ g/m<sup>3</sup>以下であり、かつ 1 日平均値が 35 $\mu$ g/m<sup>3</sup>以下であること) が環境省より告示された。

今後は環境基準を達成するためにさまざまな対策が必要となるが、まずは大気中の PM<sub>2.5</sub>、およびそれらの発生源に関する実態を把握する必要がある。東

京都では 2008 年度に PM<sub>2.5</sub>、SPM の大気環境調査、発生源調査を行ったが、このうち大気環境調査について報告する。

### 2 調査概要

#### (1) 調査地点

表 1、図 1 に調査地点を示す。都内 17 地点 (一般環境 9 地点、道路沿道 8 地点) において調査を行った。

表 1 調査地点一覧

一般環境		道路沿道	
地点名	所在地	地点名	所在地
①中央区晴海	中央区晴海 3-6-1	⑩永代通り新川	中央区新川 1-3-1
②港区白金	港区白金 2-4-4	⑪京葉道路亀戸	江東区亀戸 7-42-17
③練馬区練馬	練馬区練馬 2-27-28	⑫中原口交差点	品川区西五反田 7-25-1
④足立区綾瀬	足立区綾瀬 6-23	⑬甲州街道大原	渋谷区笹塚 1-64-19
⑤江戸川区鹿骨	江戸川区鹿骨 1-15-1	⑭北本通り王子	北区王子 5-20
⑥青梅市東青梅	青梅市東青梅 1-11-1	⑮連雀通り下連雀	三鷹市下連雀 7-15
⑦町田市市中町	町田市市中町 1-20-23	⑯甲州街道国立	国立市谷保 6208
⑧小金井市本町	小金井市本町 6-6-3	⑰青梅街道柳沢	西東京市柳沢 2-18 先
⑨多摩市愛宕	多摩市愛宕 1-65-1		

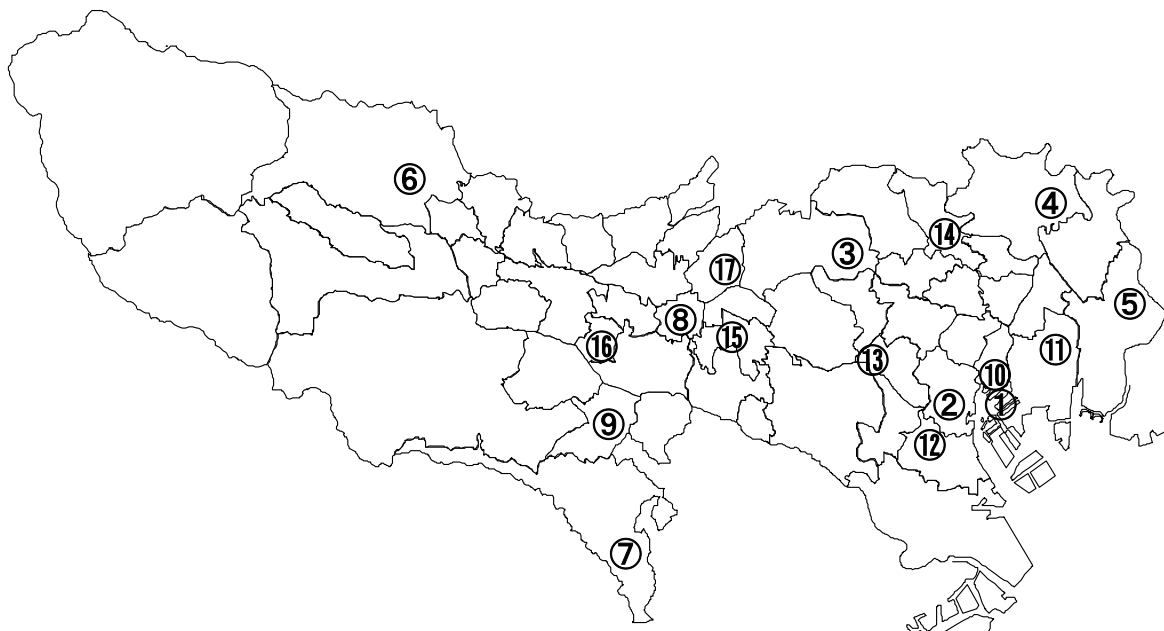


図 1 調査地点 (図中の番号は表 1 に対応している)

表2 PM<sub>2.5</sub>およびSPM 大気環境調査結果一覧

粒子種類	項目	春季	夏季	秋季	冬季	一般環境 (A)	道路沿道 (B)	B/A	平均	標準偏差	相対 標準偏差	
PM <sub>2.5</sub>	質量濃度	18.8	20.1	23.4	21.9	20.1	22.1	1.10	21.0	1.22	5.8	
	炭素成分	元素状炭素	1.50	1.88	2.21	1.89	1.47	2.32	1.58	1.87	0.52	27.6
		有機炭素	3.58	3.19	4.62	3.81	3.65	3.96	1.08	3.80	0.24	6.2
	イオン成分	アンモニウムイオン	2.00	2.33	2.02	2.40	2.13	2.25	1.05	2.19	0.14	6.3
		ナトリウムイオン	0.14	0.17	0.12	0.21	0.16	0.16	1.01	0.16	0.03	19.0
		カリウムイオン	0.11	0.15	0.17	0.21	0.16	0.16	1.04	0.16	0.01	5.3
		マグネシウムイオン	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.95	0.02	0.00	9.4
		カルシウムイオン	0.11	0.10	0.11	0.14	0.12	0.11	0.96	0.11	0.02	21.5
		塩化物イオン	0.07	0.02	0.59	0.45	0.25	0.31	1.25	0.28	0.09	32.6
		硝酸イオン	1.53	0.41	3.65	3.46	2.09	2.46	1.18	2.27	0.36	16.0
		硫酸イオン	4.65	6.69	2.60	4.08	4.51	4.50	1.00	4.50	0.16	3.5
その他	5.14	5.09	7.31	5.19	5.52	5.87	1.06	5.68	0.42	7.4		
SPM	質量濃度	28.0	27.1	32.3	33.1	28.8	31.7	1.10	30.1	1.94	6.4	
	炭素成分	元素状炭素	1.62	2.08	2.46	2.07	1.61	2.56	1.59	2.06	0.58	28.2
		有機炭素	4.31	3.95	5.41	4.43	4.38	4.69	1.07	4.52	0.30	6.7
	イオン成分	アンモニウムイオン	2.23	2.36	2.45	2.71	2.35	2.54	1.08	2.44	0.16	6.6
		ナトリウムイオン	0.57	0.72	0.56	0.75	0.63	0.67	1.06	0.65	0.11	16.7
		カリウムイオン	0.15	0.21	0.23	0.27	0.21	0.22	1.06	0.21	0.01	4.8
		マグネシウムイオン	0.08	0.10	0.07	0.09	0.08	0.08	1.06	0.08	0.01	15.9
		カルシウムイオン	0.28	0.29	0.31	0.39	0.32	0.31	0.97	0.32	0.06	19.9
		塩化物イオン	0.25	0.14	1.28	1.22	0.66	0.79	1.20	0.72	0.20	27.0
		硝酸イオン	2.92	1.49	5.29	4.96	3.41	3.94	1.16	3.66	0.50	13.7
		硫酸イオン	5.41	7.65	3.21	4.82	5.24	5.31	1.01	5.27	0.17	3.3
その他	10.2	8.17	11.1	11.4	9.89	10.6	1.07	10.2	0.61	5.9		

単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ただし、相対標準偏差は%)。検出下限値未満のデータについては検出下限値の 1/2 を計算に使用した。  
 成分濃度は炭素成分とイオン成分のみを示した。その他は質量濃度から炭素成分とイオン成分の濃度を差し引いたものである。  
 春季、夏季、秋季、冬季は各季節すべてのデータの平均、一般環境と道路沿道はそれぞれ一般環境 9 地点、道路沿道 8 地点すべてのデータの平均、平均はすべてのデータの平均である。また、標準偏差 (各地点の平均の標準偏差)、相対標準偏差 (標準偏差/平均 $\times 100$ ) は地点間のばらつきを示す。

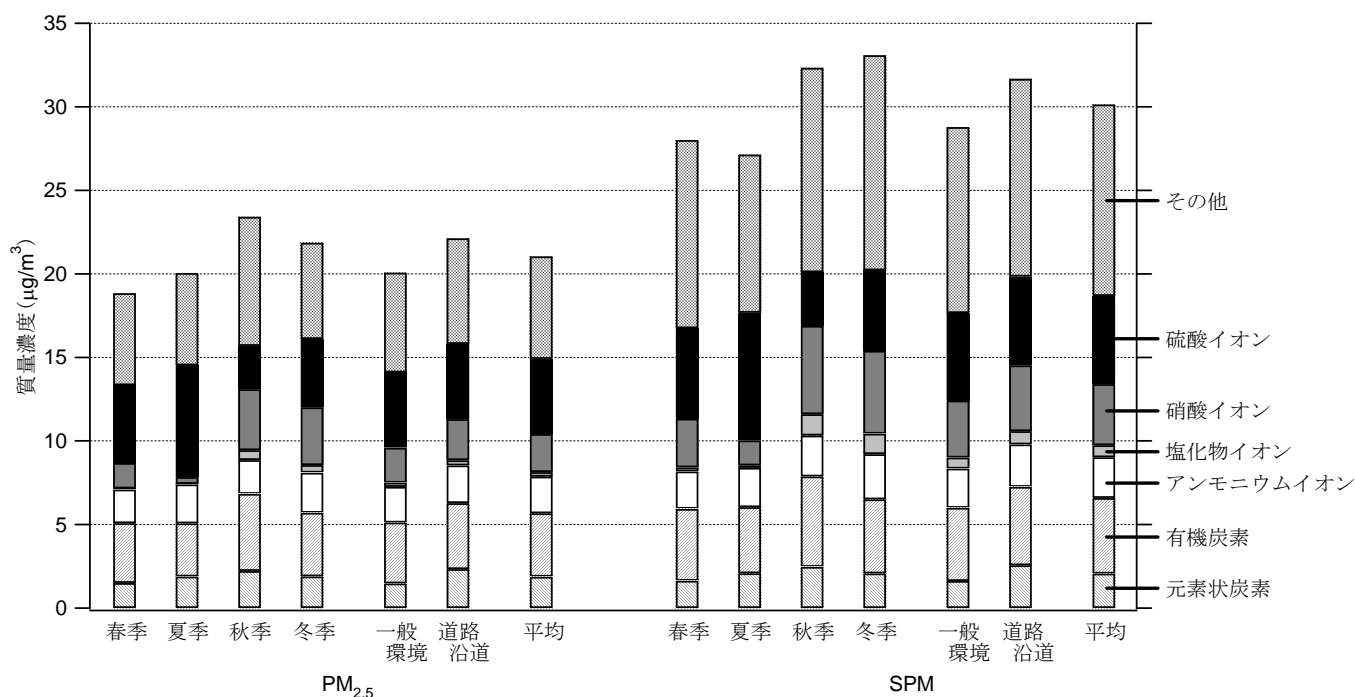


図2 PM<sub>2.5</sub>およびSPM 大気環境調査結果 (ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウムの各イオン濃度はその他に含まれる)

## (2) 調査期間

各季節 2 週間ずつ調査を行った。春季が 2008 年 5 月 19 日 (月) から 6 月 1 日 (日) まで、夏季が 2008 年 7 月 28 日 (月) から 8 月 10 日 (日) まで、秋季が 2008 年 11 月 4 日 (火) から 11 月 17 日 (月) まで、冬季が 2009 年 2 月 2 日 (月) から 2 月 15 日 (日) までであった。

## (3) 調査方法

調査方法は環境省で定める方法とした<sup>2)</sup>。

調査項目は PM<sub>2.5</sub>、SPM 濃度、ならびにそれらに含まれる成分濃度 (炭素成分 2 項目、イオン成分 8 項目、金属成分 32 項目) とした。測定および分析は、質量濃度は秤量により、炭素成分はサーマルオプティカル・リフレクタンス法、イオン成分はイオンクロマトグラフ法、金属成分は中性子放射化分析法によりそれぞれ行った。

採取装置として、PM<sub>2.5</sub> 用には PM<sub>2.5</sub> サンプラー (SIBATA LV-250 型 (インパクター方式); 分粒特性は 2.5 $\mu$ m 50%カット; 吸引流量は 16.7L/min) を、SPM 用には、ローボリュームエアサンプラー、および分離装置 (SIBATA C-20 型 (重力沈降方式); 分粒特性は 10 $\mu$ m 以上 100%カット; 吸引流量は 20L/min) を使用した。PM<sub>2.5</sub>、SPM とともに、石英繊維フィルター、およびテフロンフィルター (いずれも 47mm $\phi$ ) で採取した。採取時間は、午前 9:30 から翌日の午前 9:00 までの 23 時間 30 分であった。

## 3 調査結果

表 2、図 2 に大気環境調査の結果を示す。成分濃度については、主要な成分である炭素成分とイオン成分のみを示した。全データの平均は PM<sub>2.5</sub> が 21.0 $\mu$ g/m<sup>3</sup>、SPM が 30.1 $\mu$ g/m<sup>3</sup> と、PM<sub>2.5</sub> の濃度は SPM の 70%程度であった。また、成分濃度はその他の成分を除くと、PM<sub>2.5</sub>、SPM とともに、硫酸イオン、有機炭素、硝酸イオン、アンモニウムイオン、元素状炭素の順に濃度が高かった。その他の成分は SPM で特に高く、質量濃度の 1/3 を占める。

### (1) 季節変動

質量濃度について、SPM では秋季と冬季が高く、春季と夏季が低かった。一方、PM<sub>2.5</sub> では同様の傾向がみられるが、秋季にはっきりとしたピークが現れている。成分濃度について、炭素成分は PM<sub>2.5</sub>、SPM とともに秋

季が高い。季節変動が大きい成分は塩化物イオン、硝酸イオン、硫酸イオンで、変動が小さい成分はアンモニウムイオンであった。塩化物イオンと硝酸イオンは、塩化アンモニウムや硝酸アンモニウムの揮発性が比較的高いため、気温が低い秋季と冬季が高かった。一方、硫酸イオンは夏季にピークが現れているが、夏季は光化学反応が活発であるため、二次生成に由来する成分が増加したためと考えられる。

### (2) 調査地点による違い

地点間のばらつき (標準偏差) は、主要な成分では元素状炭素や硝酸イオンが大きく、アンモニウムイオンや硫酸イオンは小さかった。この傾向は PM<sub>2.5</sub>、SPM 共通であった。相対標準偏差については硫酸イオンが特に小さく (PM<sub>2.5</sub> で 3.5%、SPM で 3.3%)、都内の各地点における硫酸イオン濃度の差が非常に小さいことを示している。この結果は、都内およびその周辺地域における二酸化硫黄の排出量が少なくなっており、硫酸イオンが近傍由来ではなく、遠方由来の成分である可能性を示唆している。一般環境濃度に対する道路沿道濃度の比を調べたところ、地点間のばらつきが大きかった元素状炭素や硝酸イオンで大きく、これらの成分は自動車に由来すると考えられる。また、濃度は低いが、塩化物イオンも比が大きい。

## 4 まとめ

都内 17 地点において、PM<sub>2.5</sub>、SPM の大気環境調査を実施した。その結果、PM<sub>2.5</sub> の濃度は SPM の 70%程度であることがわかった。各成分の季節変動について、塩化物イオンや硝酸イオンが秋季と冬季に高かったのに対し、硫酸イオンは二次生成由来であることを反映して、光化学反応が活発な夏季にピークが現れた。調査地点による違いでは、元素状炭素や硝酸イオンが一般環境に比べて道路沿道で高く、これらの成分が自動車由来であることを示している。また、硫酸イオンは地点間における差が非常に小さく、この結果は硫酸イオンが遠方由来の成分である可能性を示唆していた。

## 5 おわりに

大気環境調査は、規模は縮小されるものの、2009 年度も都内 4 地点 (足立区綾瀬、町田市中町、京葉道路亀戸、甲州街道国立) において引き続き行われる。

なお、本調査は微小粒子状物質検討会の委員の助言を受けながら行った。

参考文献

- 1) 環境省：微小粒子状物質健康影響評価検討会報告書  
(2008)
- 2) 環境省：大気中微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 測定方法 暫定マニュアル 改訂版 (2007)