

沿道における浮遊粒子状物質の特性

鎌 滝 裕 輝 秋 山 薫 渡 邊 武 春
朝 来 野 国 彦

1 はじめに

東京都における浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度は、全測定局で環境基準を越えている (平成4年度)。特に、自動車排出ガス測定局の高濃度が顕著である。当所では沿道周辺のSPM汚染機構を解明するための調査研究を行って来た。本報告は、その一環として、年始や盆の交通量が大幅に変化する非常常状態におけるSPM濃度と交通量を調査し、沿道におけるSPM汚染の特性を解析したものである。調査は、状況が異なる2幹線道路 (環状7号線：柿の木坂、国道4号線：梅島) と対照として環境科学研究所において、冬期 (1月) と夏期 (8月) に同時に行った。

2 調査方法

(1) 試料採取

SPMの採取¹⁾は、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段構成に替え、所定流量 (28.3ℓ/min) で粗大粒子 (1段でカット：粒径10~2μm) 及び微小粒子 (4段でカット：粒径2μm以下) の2段階の粒径別に行った。

(2) 採取期間

夏期1991年8月12~16日、19~23日、冬期は1992年1月1~6日、6~10日のそれぞれ4期間で行い、さらに、昼間 (8~18時)、夜間 (18~8時) として1日を2分割して行った。

(3) 測定地点

道路沿道 環状7号線：柿の木坂 (柿)
国道4号線：梅島 (梅)

対照地点 環境科学研究所 (環)

(4) 成分分析¹⁾

捕集フィルターとして、テフロン製フィルターと石英製フィルターを用い、それぞれを装着したアンダーセンサンプラーを各地点とも2台並行運転して、後述の分析

試料とした。

ア 金属等の分析

テフロンフィルター上に捕集した試料の4分の1を放射化分析法により分析した。分析は、立教大学原子力研究所において熱中性子照射を行い、ガンマ線スペクトルを測定した。分析した元素は、Na、Al、V、Mn、Ca、及びClの短寿命核種6種類について測定した。計測条件は、照射3分、冷却5分、測定5分で行った。

イ 水溶性成分 (陰イオン)

水溶性成分の分析には、Dionex社製4000iイオンクロマトグラフ分析装置を用いた。試料を捕集したテフロンフィルターの4分の1を0.5mlのエタノールで湿浸させた後に、20mlの蒸留水を加えて超音波抽出装置により20分間抽出し、0.45μm孔のろ紙でろ過した溶液について分析した。分離カラムはHPIC-AS4Aを用い溶離液は1.4mMのNa₂CO₃と0.7mMのNaHCO₃とを調製した溶液である。流速は1.5ml/min、リジェネラント溶液は、25mMのH₂SO₄を用い、その流速は3ml/minである。分析したイオンは、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻である。

ウ 炭素成分

炭素成分の分析は、加熱炉を増設した熱分解装置を用い、O₂気流中白金製ホルダー上の試料を一定温度に5分間保ち、揮発、燃焼、分解による生成物を酸化炉でCO₂にしたのち、定量した。

熱分解温度を350℃に設定し、生成したCO₂量から求めた炭素量を有機炭素 (C_{org}) とし、900℃で生成した

表1 各地点のSPM濃度

		(μg/m ³)			
8/12	粗大粒子	微小粒子	8/19	粗大粒子	微小粒子
環研-昼	10.2	22.2	環研-昼	11.6	16.1
環研-夜	11.4	18.7	環研-夜	17.4	13.9
柿木-昼	13.7	30.0	柿木-昼	19.5	27.3
柿木-夜	7.7	20.5	柿木-夜	19.3	44.2
梅島-昼	9.5	20.8	梅島-昼	18.1	34.5
梅島-夜	7.6	17.0	梅島-夜	19.5	27.3
1/1	粗大粒子	微小粒子	1/8	粗大粒子	微小粒子
環研	6.6	22.3	環研	10.4	41.6
柿木-昼	7.9	32.0	柿木-昼	16.0	68.9
柿木-夜	9.9	35.2	柿木-夜	11.9	44.8
梅島-昼	9.3	22.1	梅島-昼	15.8	38.9
梅島-夜	13.6	32.6	梅島-夜	22.8	61.2

CO₂量から求めた炭素量を元素状炭素 (Cae) とした。

3 結果と考察

測定地点別に採取したSPM濃度を表1に示した。地点の環は東京都環境科学研究所（東京都江東区）で、一般環境の地点として示し、柿の木坂（環状7号線沿道）及び梅島（国道4号線沿道）との比較を行った。

ほとんどの地点のSPM濃度は、粗大粒子、微小粒子ともに交通量が減少する夏期の8/12の週及び冬期の1/1の週でそれぞれ第二週に比較して低いことがわかる。これらの週は、沿道環境の夏期、冬期のそれぞれのSPM濃度が低い状況を代表しており、一般環境の環境科学研究所の濃度に近くなっている。これに対して、通常の実社会活動が再開された第二週は、SPM濃度がかなり高くなっている。

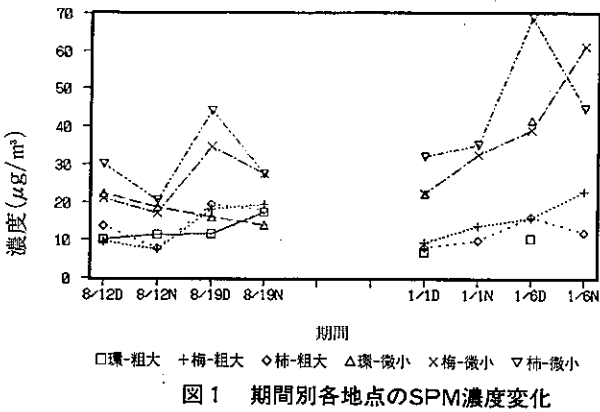


図1に、期間別の各地点のSPM濃度変化を示した。粗大は、夏期、冬期において各地点ともにほとんど同濃度であるが、それぞれ第二週の方が少し高くなっている。微小は、各地点ともに粗大よりも高く、夏期、冬期で第二週の方がかなり高く、さらに、冬期の方が高いことがわかる。冬期では、大気が安定するために拡散が妨げられ、主としてディーゼル車から排出された微小の濃度が高くなる。昼間と夜間の変化は交通量の相違によるものと考えられる。

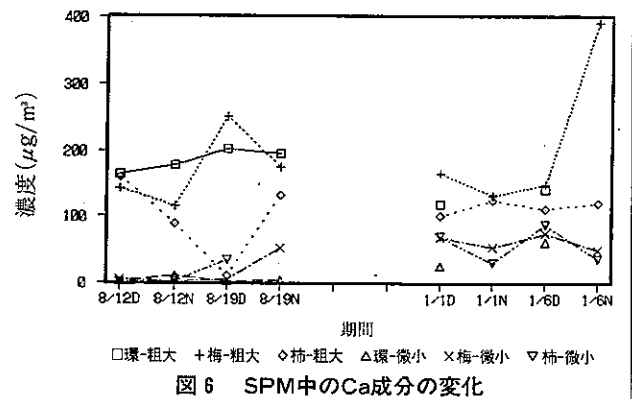
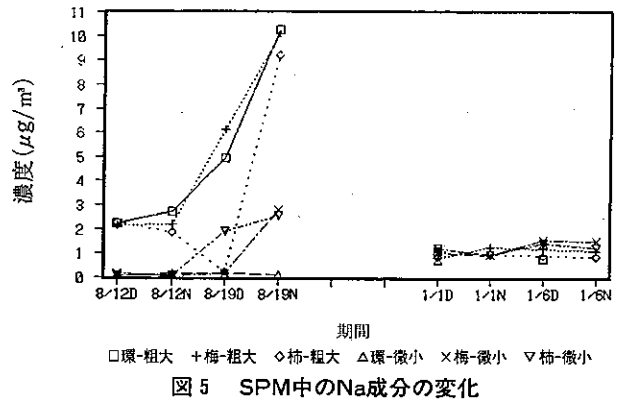
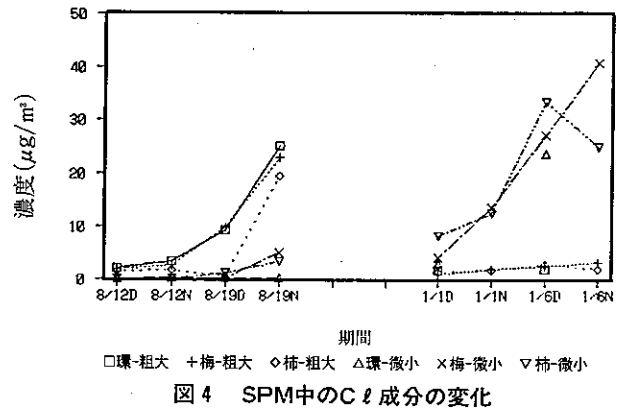
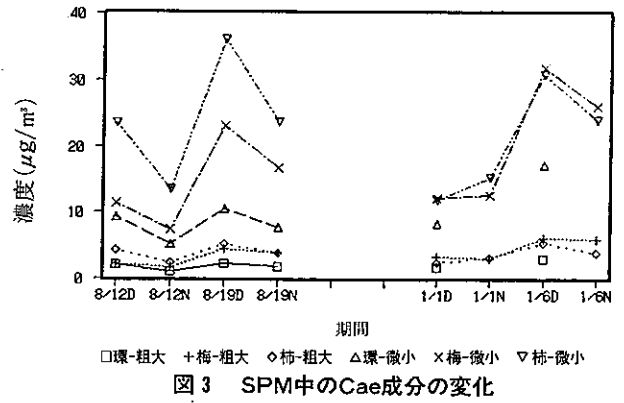
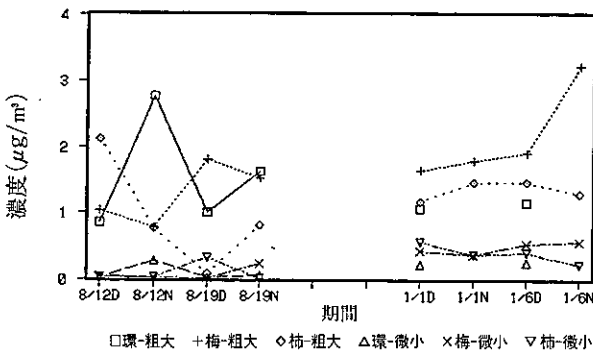


図2に、土壌粉じんの指標であるアルミニウム (Al) 濃度の変化を示したが、ほとんど粗大側に含まれていることがわかる。

図3の元素状炭素 (Cae) 濃度の変化は、夏期、冬期とも、全体的にディーゼル車が多い昼間の方が高い。

図4に塩素 (Cl) 濃度の変化を、図5にナトリウム (Na) 濃度の変化をそれぞれ示した。ClとNaともに各期間の挙動から、夏期の第一週は安定して、粗大、微小ともに低いが、第二週は、粗大が各地点ともに徐々に濃度が高くなり、海塩等自然からの影響の変化がわずかにあった。これに対して、冬期の粗大は安定して低く海塩等自然からの影響は一定しており、微小は第一週から第二週にかけて濃度が高くなり、道路活動等人為的な影響の変化がうかがえる。

図6のカルシウム (Ca) 濃度の変化は、夏期、冬期ともに粗大の濃度が高いため、道路粉じんからの影響が大きいことが分かった。また、一般環境では、昼間、夜間ではほぼ一定であるが、沿道では、道路の種類によって変化の相違がある。

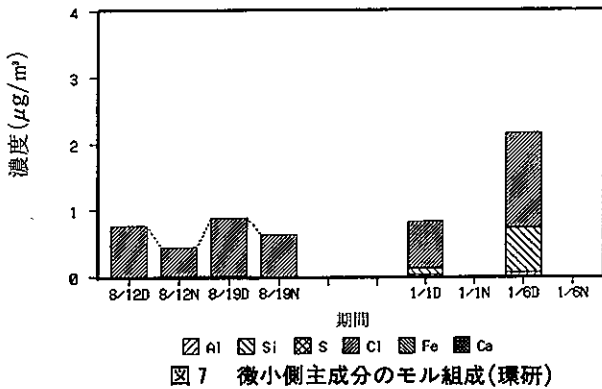


図7 微小側主成分のモル組成(環研)

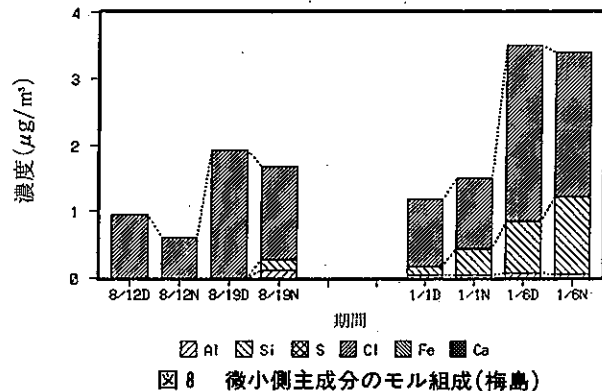


図8 微小側主成分のモル組成(梅島)

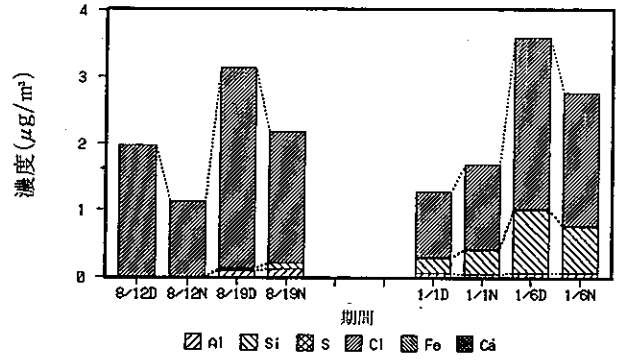


図9 微小側主成分のモル組成(柿の木坂)

図7～9に各地点別の主な成分であるNa、Cl、Al、Caeの各成分の微小側のモル組成を示した。各地点、特に沿道では、Cae成分がかなりの割合を占めていることがわかり、ディーゼル車の影響がうかがわれる。

柿の木坂では、道路活動等の影響を時間ごとに観測するために、従来の試料分析法より高感度の微量試料分析ができるピクシー (PIXE) 分析法を利用して短時間の濃度変動をみた。その各成分の分析結果を図10 (夏期)、図11 (冬期) に示した。図10の夏期は、第一週初期の道路の高活動時から低活動時 (高活動時の4分の1倍程度) への推移が示されている。また、図11の冬期では逆の道路活動変化の状況が示されている。

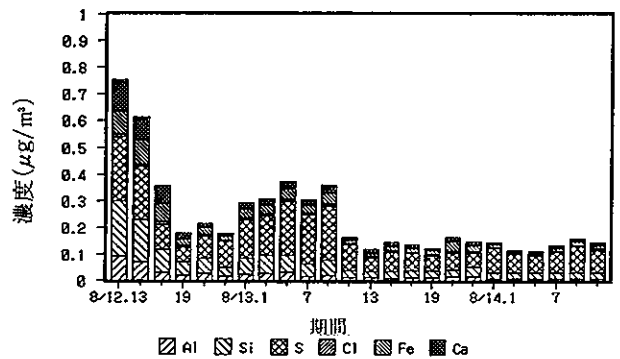


図10 2時間ごとのSPM成分(夏期、柿の木坂)

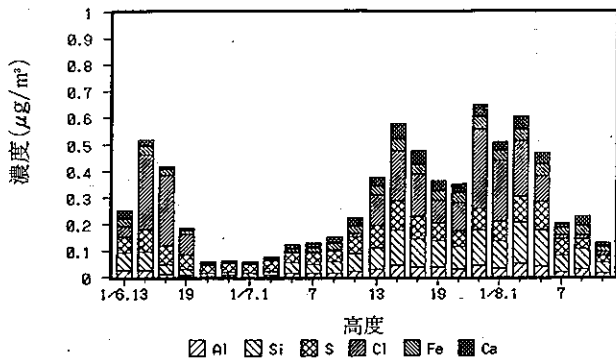


図11 2時間ごとのSPM成分(冬期、柿の木坂)

表2 主な発生源負荷率の推定

地点	発生源	高度 (m)							
		8/12-昼	8/12-夜	8/19-昼	8/19-夜	1/1-昼	1/1-夜	1/6-昼	1/6-夜
藤原SPM	自動車	0.7	2.0	0	2.0	3.1	—	2.3	—
	海塩	9.7	14.5	0	50.6	9.3	—	5.6	—
	自動車	52.5	30.6	67.7	46.5	51.2	—	58.4	—
	土壌	17.2	19.6	32.3	0.9	16.8	—	13.8	—
柿木SPM	自動車	0.9	0.7	0	5.0	0	1.6	7	1.9
	海塩	11.3	13.6	0	15.5	0	6.4	7	4.3
	自動車	68.0	55.7	78.7	68.6	57.4	50.7	10.0	57.2
	土壌	15.2	13.5	21.3	12.9	32.6	14.1	9	20.7
柿木SPM	自動車	0	1.7	0	0	7.7	6.1	4.5	5.1
	海塩	0	0.3	0	0	1.6	1.9	1.2	1.2
	自動車	84.0	85.0	96.9	87.2	53.6	61.8	64.8	74.8
	土壌	15.0	13.0	3.1	12.8	14.6	11.6	7.8	9.3

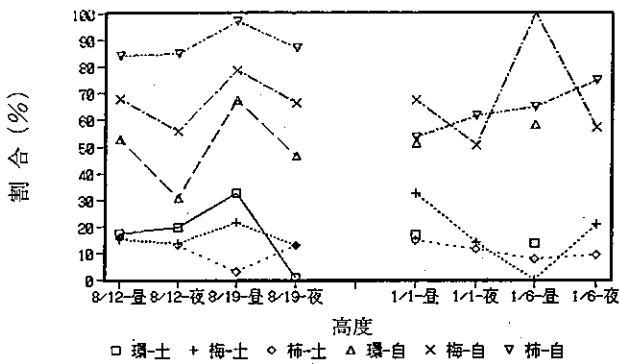


図12 土壌と自転車の負荷率

さらに、CMB法²⁾³⁾による各地点の主な発生源負荷率を推定した(表2)。そのうち、影響の大きい土壌(道路巻き上げ粉じん等含む)と自動車の負荷率について図12に示した。一般環境における自動車、土壌の負荷率は高いが、さらに、沿道の方が負荷率が大きく、道路種類によって違っていることもわかった。一般都市域におけるSPM中の自動車(主にディーゼル車)の負荷率は、30~40%といわれているが、沿道ではさらに高く、微小粒子ではそのほとんどがディーゼル車からの負荷であることがわかった。また、夏期、冬期ともに第二週の方が相対的に負荷率が高く、社会活動の大きさ分かった。

4 まとめ

幹線道路沿道におけるSPM濃度を、交通量の変動が大きい盆、年始から次週にかけて測定した。

その結果、

①自動車走行量が少ない場合には、夏期(盆)、冬期(年始)とも土壌、巻き上げ粉じんが主成分である粗大は10(μg/m³)前後であった。

一方、ディーゼル車の黒煙が主成分である微小粒子は、20~30(μg/m³)であった。

②通常の社会活動や産業活動のある夏期、冬期第二週の粗大粒子は、ともに10~20(μg/m³)、微小粒子は、30~40(夏期)、40~60(冬期)(μg/m³)で、交通量の増加による影響が、微小粒子側に顕著に認められた。

③柿の木坂の調査結果から、SPM濃度は昼間、夜間ともに高濃度を示し、産業道路的な傾向がうかがわれ、梅島の調査結果から、SPM濃度は夜間に比べて昼間の方がより高濃度を示すことから、生活道路的な傾向がうかがえた。

④SPM濃度及びその成分の変化から、沿道における汚染はかなり大きいことが示された。さらに、時間ごとによる調査で道路によるSPM汚染状況の相違が示された¹⁾⁴⁾⁵⁾。また、都市域の産業活動等の小さい場合は、平常時に比べて排出量が4分の1前後であると推定された。

参考文献

- 1) 鎌滝裕輝ら：道路沿道における浮遊粒子状物質の高濃度要因の解析、東京都環境科学研究所年報1992, p54~61(1992)。
- 2) 芳住邦雄ら：リセプターモデルによる浮遊粒子状物質発生源寄与の算定、東京都環境科学研究所年報1988, p58~60(1988)。
- 3) 芳住邦雄ら：東京都における浮遊粒子状物質へのリセプターモデルによる発生源寄与の評価、東京都環境科学研究所年報1989, p3~10(1989)。
- 4) 千葉県公害研究所編：浮遊粒子状物質発生源寄与率調査(中間報告)、昭和61年9月、昭和62年7月。
- 5) 横浜市公害研究所編：浮遊粉じんの発生源推定に関する調査研究報告書, p69~125, 1989年3月。