

B-17

珪素を一指標とした沿道浮遊粒子状物質の成分分析

国土交通省国土技術政策総合研究所

○松下 雅行

同 上

大城 温

同 上

並河 良治

1. はじめに

道路に関係する浮遊粒子状物質 (Suspended Particulate Matter ; SPM) については、自動車からの排気管一次粒子以外にも、二次生成粒子、土壌・タイヤ摩耗等に由来するものが考えられており、沿道における調査から排気管一次粒子以外の実態を把握して、SPM の予測手法を充実すべく検討を重ねてきている。

これまで、土壌由来の SPM の指標成分として鉄・アルミニウム(以下、「鉄等」と称す)を用いて検討してきたが、周辺土壌に占める鉄等の含有比率が低いこと、鉄等については土壌以外の他の発生源の可能性も否定できないことなどの問題が明らかになった。そこで、石英ろ紙とテフロン製のろ紙を併用することで、土壌由来の指標成分として、これまでの鉄等に珪素を加え、その他タイヤ摩耗の指標としてゴム、路面摩耗の指標としてアスファルトそれぞれを対象とした成分分析を実施した。

2. 調査内容

2.1 実測調査の概要

これまでの沿道実態調査では、実測精度や冬季のかつ郊外部のみのデータである等の不十分な点があり、精度向上を図るため追加調査が必要となった。そこでこれまでの郊外部調査に加え、周辺の土地利用形態が異なる都市部も対象とし、石英ろ紙及びテフロンろ紙をそれぞれ設置した2台のローボリュウムエアサンプラー (LV) で SPM を補集した。補集時間としては24時間を1単位とし、7日間連続で実測を行った。また、郊外部においては、車道部近傍で成分別の発生量を把握するため、風速の鉛直分布とともに、成分別鉛直分布も測定した。調査対象と考えた道路は、関東・中部・近畿の各地域に存する原則として平面4車線の一般国道である。測定点の配置の概要と、調査地点の概要・調査時期等を図-1及び表-1に示す。

2.2 成分分析の概要

補集した SPM 及び周辺土壌・路面堆積物の成分分析は、前述の成分を含め15成分を対象とした。表-2に対象とした成分を示す。これらの成分分析は、それぞれの地域で、実測を行った7日間の中から、風向が道路直角方向に近い3日分を選定して行った。

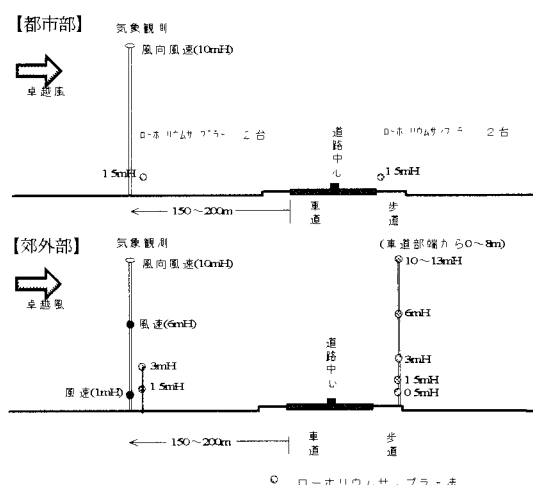


図-1 測定点の配置の概要

表-1 調査地点の概要

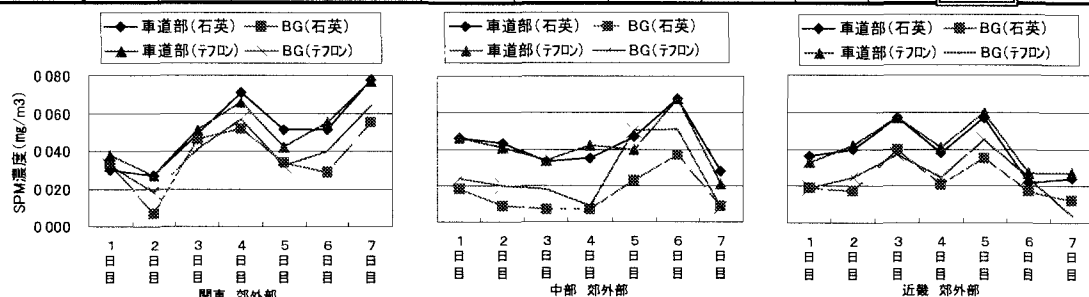
地域	地点	日交通量 (台/日)	大型車 混入率	調査時期
関東	A(都市)	約4.2万	約26%	H14.1 ~ 2
	B(郊外)	約5.1万	約23%	
中部	C(都市)	約4.0万	約16%	H14.2
	D(郊外)	約4.8万	約48%	
近畿	E(都市)	約2.4万	約6%	H14.2 ~ 3
	F(郊外)	約4.8万	約32%	

表-2 成分分析対象

補集法	対象成分
L V	有機性炭素(Corg)元素炭素(Cele)アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)カルシウムイオン(Ca ²⁺)カリウムイオン(K ⁺)硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)硝酸イオン(NO ₃ ⁻)塩素イオン(Cl ⁻)鉄(Fe)アルミニウム(Al)バナジウム(V)、珪素(Si)、アスファルト、ゴム(合成ゴム、天然ゴム)

表－3 調査地点周辺の土壌の成分分析重量比

調査地点	Corg (%)	Cele (%)	NH ₄ ⁺ (%)	Ca ²⁺ (%)	K ⁺ (%)	SO ₄ ²⁻ (%)	NO ₃ ⁻ (%)	Cl ⁻ (%)	Fe (%)	Al (%)	Si (%)	その他 (%)
A(関東)	1.28	1.22	0.0002	0.0046	0.0043	0.0010	0.0065	0.0005	6.11	7.61	22.7	61.0
B(〃)	1.54	0.95	0.0004	0.0091	0.0033	0.0105	0.0010	0.0021	5.61	7.08	21.3	63.5
C(中部)	0.22	0.23	0.0004	0.0008	0.0016	0.0010	0.0010	0.0006	1.37	4.71	34.1	59.3
D(〃)	0.23	0.15	0.0001	0.0067	0.0021	0.0168	0.0002	0.0016	1.99	5.63	29.4	62.6
E(近畿)	0.64	0.39	0.0007	0.0075	0.0034	0.0034	0.0075	0.0013	2.67	6.06	29.4	60.8
F(〃)	0.89	0.48	0.0001	0.0032	0.0011	0.0091	0.0014	0.0013	2.05	6.04	31.0	59.5
全平均	0.80	0.57	0.0003	0.0053	0.0026	0.0070	0.0029	0.0012	3.30	6.19	28.0	61.2



図－2 ろ紙の種類によるSPM補集濃度の比較（郊外部の例）

3. 調査結果と考察

表－3に示すように、周辺土壌の成分分析結果から土壌中の珪素の成分比率は鉄等のそれより1オーダー大きい30%近くを占めており、土壌由来のSPMの指標成分として珪素の適用可能性が高いことが確認できた。

捕集したSPMの成分分析結果の検討を行う前に、異なるろ紙(石英、テフロン)で捕集したSPMについて、ろ紙による特性がないかどうかを検証した。図－2に郊外部で得られたデータの比較例を示す。これは、車道部側及びバックグラウンド(BG)側それぞれで地上から1.5mの高さで捕集したSPMの濃度を示している。異なるろ紙で捕集したデータを車道部側・BG側それぞれで比較してみると、多少のバラツキは見られるものの、石英ろ紙から得られたデータと、テフロンろ紙から得られたデータの間には、際立った傾向は見られない。そこで、異なるろ紙で捕集されたSPMであっても違いはないものとして、補正等は考慮せずに成分分析結果の検討を行うこととした。

成分分析はそれぞれの調査地点で3日分を選定して実施した。図－3及び表－4にSPMの成分分析結果の例として関東地域でのデータを示す。郊外部のデータは地上からの高さ3mのものを、都市部は1.5mのものを、車道部側とBG側と並べる形で整理した。これは郊外部のBG側は1.5mと3mで測定しているが、1.5mの値には設置箇所の裸地からの影響が含まれている可能性が高いデータが存在したため、郊外部は3mをBG側の代表値とした。これらの図表から、今回着目した成分が一部のデータを除き、SPM全体の70～80%程度を説明できること、また不明成分もあるものの道路影響分としては炭素成分が支配的であることが確認できた。さらに、今回調査の範囲内では、車道部側においても、路面・タイヤ及び土壌由来の指標として用いた成分比は、数%に過ぎず、SPMへの寄与度が低いことをうかがわせる。

また、図－4に、同じく関東地域郊外部(B地点)で成分分析を実施した3日間のSPM濃度の鉛直分布及びBG濃度のデータを示す。形状に多少のバラツキはあるが、BG側と比較して車道部側の値が概ね大きいこ

●炭素成分(Corg,Cele) ●イオン成分(SO₄²⁻-NO₃⁻-NH₄⁺-Cl⁻) □路面摩耗系(As) ■タイヤ摩耗系(SBR,NR) □土壌巻上分(Fe,Al,Si) □その他

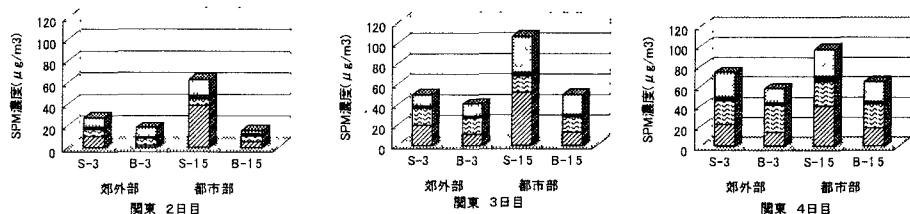


図-3 関東(郊外部、都市部)でのSPM成分分析結果の例

表-4 関東(郊外部、都市部)での成分分析比の例

		炭素成分		イオン成分	路面摩耗	タイヤ摩耗	土壌巻上	その他	SPM全体	SPM全体
		SOF/NO ₃		Cl/Br	As	SBR/NR	Si,Fe,Al	Ca ²⁺ ,K ⁺ ,V	(%)	(μg/m ³)
1日目	都市部	S-15	61.6	10.0	0.014	4.2	1.3	22.9	100.0	62.706
(1/31)	(A)	B-15	33.0	34.3	0.169	3.9	3.6	25.1	100.0	15.848
~2/1)	郊外部	S-3	39.1	24.0	0.067	2.1	3.3	31.5	100.0	26.730
	(B)	B-3	12.3	31.9	0.076	1.9	2.9	50.9	100.0	18.224
2日目	都市部	S-15	48.0	15.3	0.009	1.6	1.0	34.1	100.0	106.124
(2/1	(A)	B-15	25.3	28.8	0.019	3.0	2.2	40.7	100.0	50.061
~2/2)	郊外部	S-3	38.6	34.4	0.014	2.3	2.2	22.5	100.0	49.576
	(B)	B-3	26.0	38.3	0.023	2.8	1.9	30.9	100.0	39.709
3日目	都市部	S-15	40.8	26.5	0.012	3.3	0.9	28.4	100.0	96.799
(3/2	(A)	B-15	28.9	36.7	0.021	1.7	1.7	31.1	100.0	64.431
~2/3)	郊外部	S-3	29.8	32.6	0.013	2.3	1.8	33.5	100.0	73.453
	(B)	B-3	23.9	46.9	0.021	2.5	2.0	24.6	100.0	57.650

※「S-15」は車道部側の高さ15mを、「B-3」はBG側高さ3mをそれぞれ指す。

■ 2日目車道部 ▲ 3日目車道部 ● 4日目車道部
□ 2日目BG △ 3日目BG ○ 4日目BG

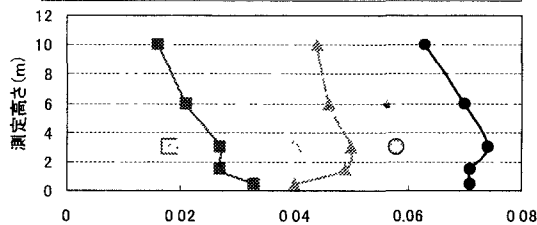


図-4 関東(郊外部)でのSPM濃度鉛直分布(mg/m³)

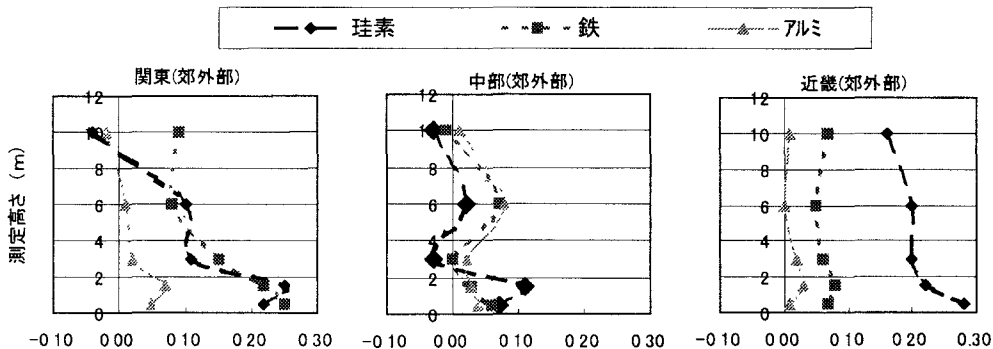


図-5 SPMに含まれる珪素(Si)成分等の対象道路影響分濃度鉛直分布(三日分平均)(μg/m³)

と、測定高さが10mの値はBG側の値に近くなることから、車道部側の成分分析値からBG側のそれを差し引いたものを対象道路の影響分として考えた。郊外部のBG濃度については、前述の理由で地上3mの値を用いることとした。対象道路の影響分のうち、土壌由来の指標として着目した珪素及び鉄等について3日分の平均を取ったものを、図-5及び表-5に示す。図-5には3地域の郊外部での鉛直分布を、表-5には地上高さ1.5mの値を、郊外部及び都市部ともに比較した。図-5からわかるように、地表近くのデータでは、概ね珪素が鉄等よりも大きい値を示していること、表-3にも示したように周辺土壌中の含有率が高いこと、また沿道大気中の珪素と鉄等の成分濃度比が土壌のそれ(表-5及び3参照)と大きく異なっているため、鉄等については他の発生源からの寄与が示唆されること等をあわせて考えると、土壌由来の指標としては珪素を活用の方が精度向上に資すると考えられる。今後、さらに調査結果を蓄積し、排気管一次粒子以外の実態を把握して、SPMの予測手法の充実を図りたいと考えている。

表-5 珪素及び鉄等の沿道大気中の成分濃度(地上高さ1.5m)(単位: μg/m³)

	関東		中部		近畿	
	都市	郊外	都市	郊外	都市	郊外
珪素	0.01	0.25	0.07	0.11	0.32	0.22
鉄	0.00	0.22	0.23	0.03	0.20	0.08
アルミ	0.03	0.07	0.03	0.03	0.07	0.03

注)対象道路影響分のみを対象とした3日間平均値で、負は0とした