

1 幹線道路沿道大気中での浮遊粉じんの特徴について

Characterization of Airborne Particulates near the Main Road in Kawasaki City

早坂孝夫	Takao	HAYASAKA
小池順一	Junichi	KOIKE
井上康明	Yasuaki	INOUE
林久緒	Hisao	HAYASHI
黒沢芳則	Yoshinori	KUROSAWA

1. はじめに

道路沿道における浮遊粉じんの濃度及び構成成分は、自動車走行に起因し発生する舞い上がり粉じん、タイヤ摩耗粉じん及び車の排ガス中の粒子状物質等の影響を直接受ける。また、道路沿道大気中の浮遊粉じん汚染は、自動車交通量の増加にともない助長される恐れがある。

そこで、道路構造の異なる市内主要幹線道路沿道大気及び地域特性の異なる一般環境大気中の浮遊粉じんについて通年調査を実施した。それら浮遊粉じんの濃度及び構成成分を対比することによって、道路沿道大気中での浮遊粉じんによる汚染実態の特徴について知見を得たので報告する。

2. 調査方法

2.1 調査地点及び期間

調査地点は、図1に示す市内道路沿道（池上・新川通・多摩の3地点）及び一般環境（田島・中原・生田の3地点）の6地点である。各調査地点の概要は、表1・表2に示す。

調査期間は、昭和57年5月から59年12月までである。

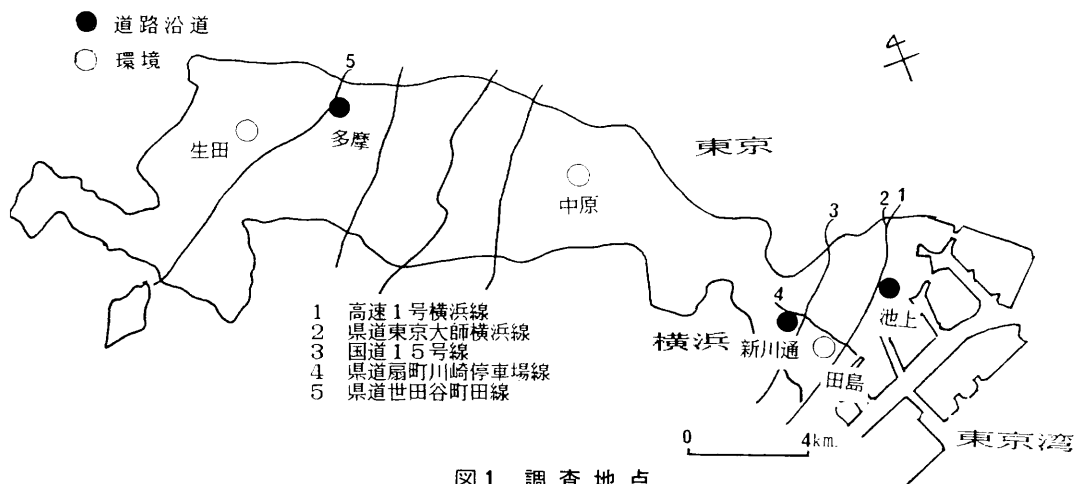


図1 調査地点

表1 道路沿道調査地点の概要

調査地点	* No.	道路名	** 全交通量 台/12hr	** 大型車 混入率	道路端 距離	道 路 種 類	道路幅	周囲建物 の 状 況	サンプラー 設置場所
池 上	1	高速1号 横羽線	49,622	27.8%	14.5m	2階建	15.2m	低層密	池上新田 公園前 地上より3m
	2	県道東京 大師横浜線	33,421	32.6%	8.5m		43.0m		
新 川 通	3	国道15	32,547	22.0%	8.5m	交差点	49.7m	中層密	川崎警察 地上より3m
	4	県道扇町 川崎停車	21,293	14.0%	15.5m		40.0m		
多 摩	5	県道世田 谷町田線	15,708	13.0%	5.0m	単一	11.0m	低層密	多摩区役所 地上より3m

* : 図1の道路No.

** : 昭和58年度道路交通量調査報告書(川崎市)から引用

表2 一般環境調査地点の概要

地 点	田 島	中 原	生 田
設置場所	公害研究所屋上 川崎区田島20-2	中原区役所屋上 中原区小杉町3-245	生田浄水場 多摩区生田1-1
採取口高さ	地上より17m	地上より14m	地上より3.5m
	臨海工業地域に隣接している。県道東京大師横浜線、首都高速道路横羽線とは、約400mの距離にある。周辺は、住宅が密集している住居地域である。	東京湾より約13Km内陸にある。県道川崎府中線とは、約150mの距離にある。周辺は、駅を中心とする商業地域である。	東京湾より約23Km内陸にある。県道世田谷町田線とは、約0.8Kmの距離にある。周辺は、畑地や丘陵が広がり、比較的緑の多い住居地域である。

2.2 試料捕集方法

各調査地点の建物屋上にシェルター付ハイボリューム・エアーク・サンプラーを設置し、毎月2回、吸引流量 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ で、1回につき24時間連続してサンプラーを稼働させ浮遊粉じんを捕集した。ろ材は、石英繊維ろ紙(Pallflex 2500 QAST, $8\times 10\text{inch}$)である。

2.3 測定項目及び分析方法

(1) 浮遊粉じん濃度(TSP濃度)

捕集前後のろ紙は恒温恒湿(温度 25°C 、湿度50%)の秤量室に48時間以上放置したのち秤量した。秤量差を吸引流量で除してTSP濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)を求めた。

(2) 重金属成分

Fe・Mn・Ni・Zn・V・Pb・Cdの分析は低温灰化-湿式抽出(塩酸-過酸化水素)-原子吸光度法によった¹⁾。

(3) 水溶性成分

SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、Clの分析はイオン交換水を用いて超音波抽出したのち、イオンクロマトグラフ法によった。 NH_4^+ は、比色法(インドフェノール法)によった²⁾。

(4) 炭素成分

炭素成分(C_o :有機炭素, C_{el} :元素炭素, C_{Total} :総炭素)の分析はCHN分析を用いて

行った³⁾。

(5) 多環芳香族炭化水素成分

ベンゾ（a）ピレン（BaP）の分析はエタノール：ベンゼン（1：3）を用いた超音波抽出液体クロマトグラフ法によった⁴⁾。

3. 調査結果及び考案

3.1 TSP濃度

TSPの調査期間中の平均濃度は表3に示すように道路沿道の多摩、池上、新川通、続いて一般環境の田島、中原、生田の順に低くなっていた。一般環境地点の各平均濃度は、 $90\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で濃度差が小さかった。道路沿道地点の各平均濃度は、約 $140\sim 260\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり一般環境地点の各平均濃度と比べて約1.5～3倍と高くなっていた。道路沿道での各TSP平均濃度は、表1に示す交通量（池上：8万3千台/12h，新川通：5万4千台/12h，多摩：1万6千台/12h）とは対応せず、3地点の中で最も交通量の少ない多摩でTSP平均濃度が高かった。

表3 浮遊粉じん濃度測定結果

地名	道路沿道大気			環境大気		
	池上	新川通	多摩	田島	中原	生田
TSP平均濃度	199	139	256	97	94	87
範囲	467～49	355～35	855～69	237～24	239～19	190～19

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

n = 61

3.2 TSP濃度の経月推移

調査期間中の各調査地点でのTSP濃度の経月推移を図に表わした（付図1～付図6）。TSP濃度の年内変動を把握するため、調査期間中の各月平均値を求めた。その経月推移を図2に示した。道路沿道・一般環境大気と共にTSP濃度は大気安定度が不安定な夏期に比べ安定な冬期に高い値をしている。特に、道路沿道大気にその傾向が強い。最高濃度と最低濃度月の差は、一般環境が約 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに比べ、道路沿道では約 $100\sim 300\mu\text{g}/\text{m}^3$ と大きかった。最低濃度月は、全測定地点で梅雨時の6月であった。

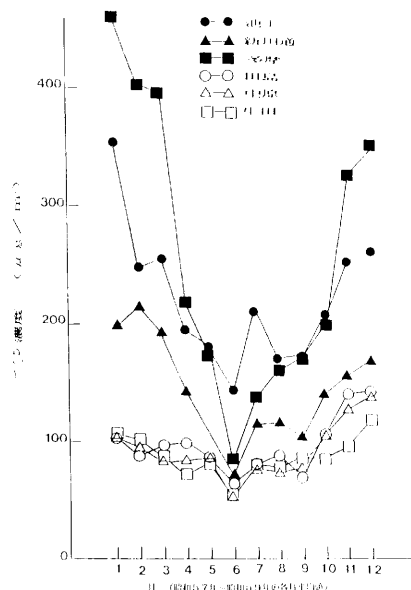


図2 TSP濃度の経月推移

3.3 各調査地点での成分濃度

各測定地点でのTSP中の成分別年平均濃度（昭和58年）を図3～図5に示す。なお、以下の記述では、道路沿道地点の池上・新川通・多摩の濃度と一般環境とを比較する際、各道路沿道地点に近い一般環境の田島・中原・生田の濃度を各々対応させた。調査した重金属の全てが最も高い年平均濃度を示した測定点は、道路沿道の池上である。池上の各重金属濃度は、他の道路沿道地点のそれと比べて約2倍以上高くなっていた。池上は田島と同様に臨海工業地帯の近傍に位置するために固定発生源の影響で中原・生田よりも重金属濃度が高いものと考えられる。一般環境の田島・生田の濃度と比べて道路沿道の池上・多摩の方が2倍以上高い重金属成分は、Fe・Mn・Znである。前回の調査⁵⁾でFe・Mnは、浮遊粉じん中の粗大粒子側（ $> 2 \mu\text{m}$ ）に多分に存在していることが確認されている。Fe・Mnは、土壤中に多く含まれている。したがって、道路沿道でのFe・Mnの高濃度要因は、自動車走行による土砂の舞い上がりの影響と考えられる。道路沿道でのZn濃度は一般環境地点と比べて高くなっており、表1に示した交通量と対応のとれている元素である。Znは、タイヤゴム（ZnO: 1～1.5%）に含まれており、道路沿道でのZn濃度は、タイヤ摩耗物の影響を受けていると推察される。池上を除く各地点間の濃度差の比較的小さい重金属は、Cd・Pbである。

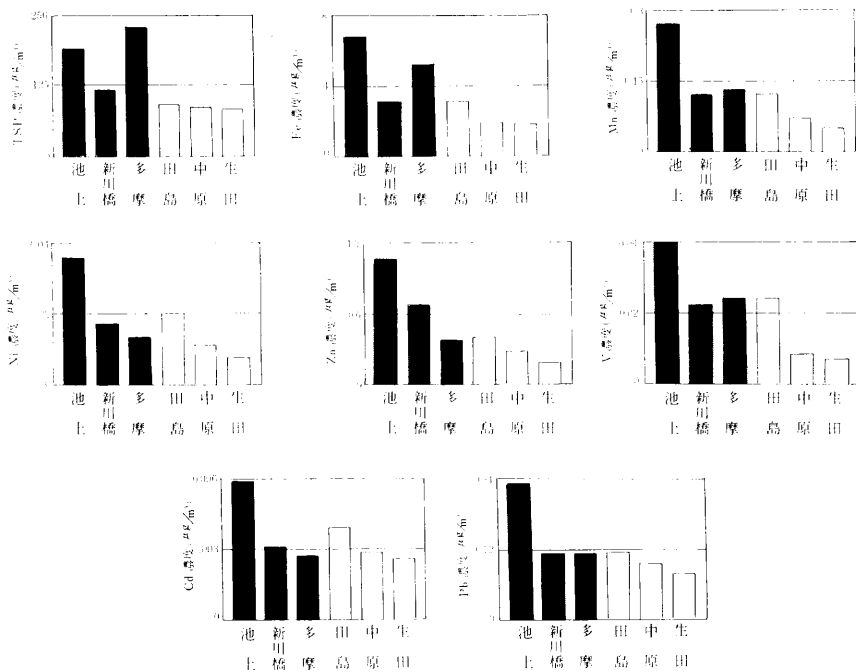


図3 浮遊粉じん濃度及び金属成分の年平均濃度（昭和58年）

道路沿道および一般環境大気の水溶性成分の Cl^- 濃度は、臨海部から内陸部に入るに従い低くなっていた。反対に濃度が高くなるのは、 NH_4^+ である。両成分とも道路沿道のほうが一般環境よりも高濃度であった。 SO_4^{2-} は、池上で最も濃度が高く、重金属同様に固定発生源からの一次粒子の影響を受けていると思われる。

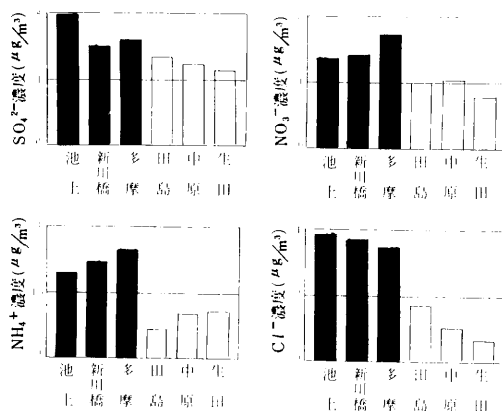


図4 浮遊粉じん中の水溶性成分年平均濃度（昭和58年）

炭素成分濃度は、各一般環境測定地点より各道路沿道測定地点の方が約2～3倍高くなっている。ディーゼル車排ガス中の粒子状物質は70～80%の炭素成分で構成されており⁶⁾、道路沿道大気中のTSP中炭素成分が高濃度を示したことは、これら地点がディーゼル車排ガス中の粒子状物質の影響を強く受けていることを示唆している。

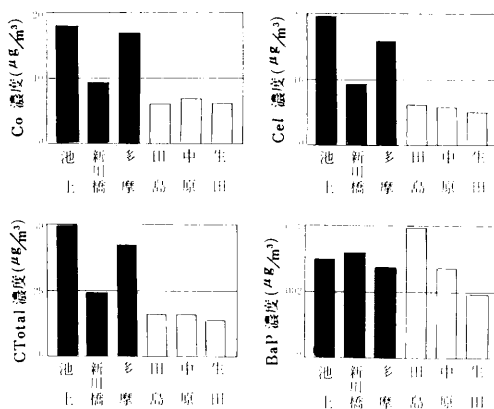


図5 浮遊粉じん中の炭素成分及びBaPの年平均濃度（昭和58年）

今回測定した重金属成分・水溶性成分・炭素成分濃度の年平均が最も高かったのは池上であるが、TSP濃度の年平均が最も高かったのは、多摩である。多摩ではFeが高い濃度を示しており、周辺にFe関連の発生源が考えられないことから、多摩でのTSP高濃度の主な原因は、土壌によるものと考えられる。

3.4 一般環境地点に対する道路端の大気中濃度比(R_C)とTSP中含有率比(R_A)

道路沿道大気と一般環境大気とのTSP成分の差異を明らかにするため、池上に対して田島、新川に対して中原、多摩に対して生田を対照地点として、各道路沿道地点でのTSP成分（昭和58年年平均濃度）ごとに大気中濃度比(R_C)とTSP中含有率比(R_A)を求め図6～図8に示した。ある成分のR_CとR_Aの値が1より大きいことは、大気中濃度とTSP中含有率が一般環境地点よりも道路沿道地点で高いことを意味する。道路沿道大気全ての地点で、R_CとR_Aの値が共に1より大きい

成分は、 $\text{Fe} \cdot \text{Cl}^- \cdot \text{NH}_4^+ \cdot \text{C}_{\text{el}} \cdot \text{C}_{\text{Total}}$ である。これらの成分が道路沿道大気中のTSP濃度を高くする要因に関係していると考えられる。前述したようにFeは、自動車走行による土砂の舞い上がり、 $\text{C}_{\text{el}} \cdot \text{C}_{\text{Total}}$ の炭素成分は、ディーゼル車排ガス中の粒子状物質要因と結び付けられる。道路沿道での水溶性成分 $\text{Cl}^- \cdot \text{NH}_4^+$ については、自動車走行によって生じるTSP汚染とどのように関与しているか、また、別の要因によるものかの検討を含め今後の課題である。

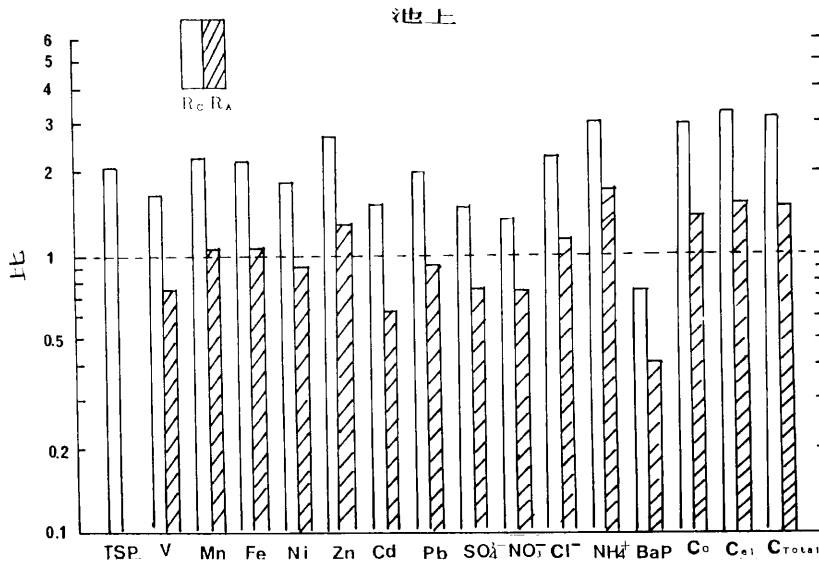


図6 浮遊粉じん及び成分の大気中濃度比(R_C)とTSP中含有率比(R_A) (田島の値を1にした時)

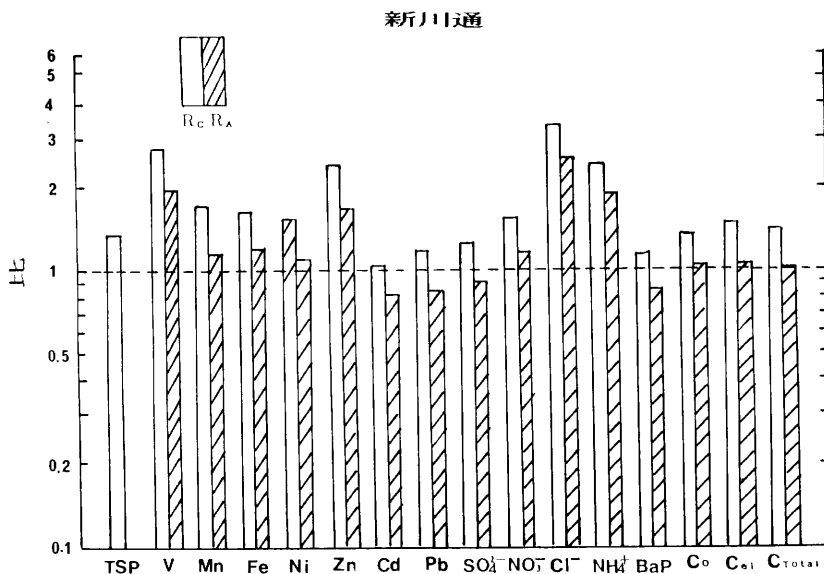


図7 浮遊粉じん及び成分の大気中濃度比(R_C)とTSP中含有率比(R_A) (中原の値を1にした時)

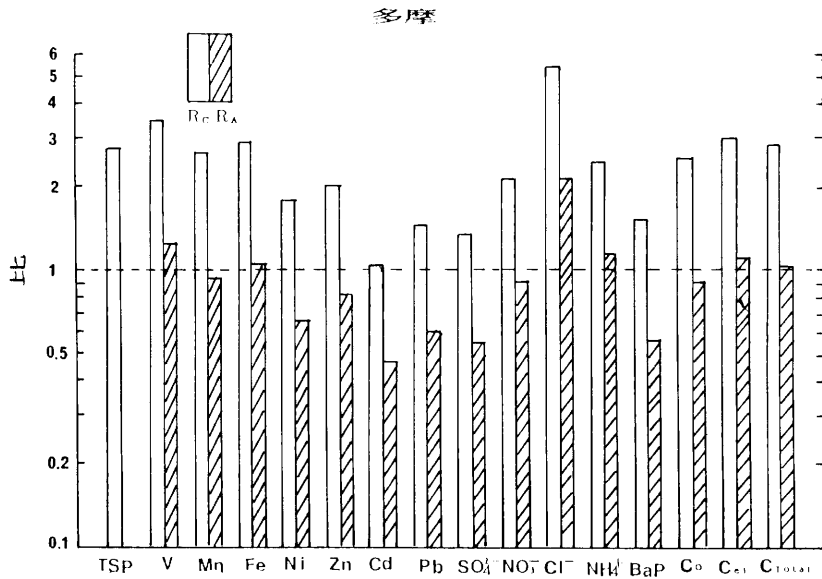


図8 浮遊粉じん及び成分の大気中濃度比(R_C)とTSP中含有率比(R_A)
(生田の値を1にした時)

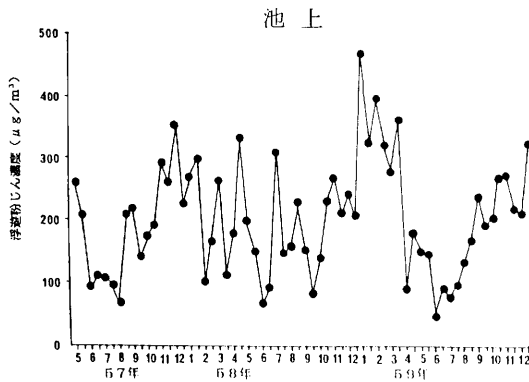
4. まとめ

川崎市内の道路沿道大気(池上・新川通・多摩)・一般環境大気(田島・中原・生田)中の浮遊粉じんの調査を実施し、浮遊粉じんの濃度とその成分(V・Mn・Fe・Ni・Zn・Cd・Pb・SO₄²⁻・NO₃⁻・Cl⁻・NH₄⁺・BaP・Co・Cel・CTotal)分析を行い、以下のことが明らかになった。

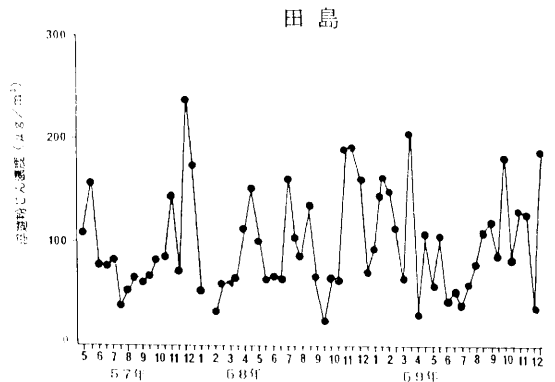
- (1) 調査期間(昭和57年5月から59年12月)中のTSP平均濃度は、道路沿道の多摩256 μg/m³、池上199 μg/m³、新川通139 μg/m³、続いて一般環境の田島97 μg/m³、中原94 μg/m³、生田87 μg/m³の順に低くなっていた。各一般環境地点と比べて各道路沿道地点のTSP平均濃度は、約1.5～3倍と高くなっていた。
- (2) 各調査地点のTSPの各月平均濃度は、夏期に低く、冬に高い傾向がみられた。特に、道路沿道でその傾向が著しかった。
- (3) 池上の各重金属(Fe・Mn・Ni・Zn・V・Cd・Pb)濃度の昭和58年の年平均は、他の道路沿道測定地点のそれと比べて約2倍以上と高くなっていた。これは、自動車走行の影響だけでなく、池上に隣接する臨海工業地帯からの移流による重金属の濃度と関係していると考えられる。
- (4) 道路沿道大気と一般環境大気とのTSP成分の差異を明らかにするため、池上に対して田島、新川通に対して中原、多摩に対して生田を対照地点として、各道路沿道地点でのTSP成分毎に大気中濃度比(R_C)とTSP中含有率比(R_A)を調べた。今回測定した成分の中で、全道路沿道地点で両値が1より大きく、かつ、道路沿道大気中のTSP濃度を高くする要因に関連づけられる成分は、Fe・Cel・CTotalであった。Feは、自動車走行による土砂の舞い上がり、Cel・CTotalの炭素成分は、ディーゼル車排ガス中の粒子状物質に関係していると考えられる。

文 献

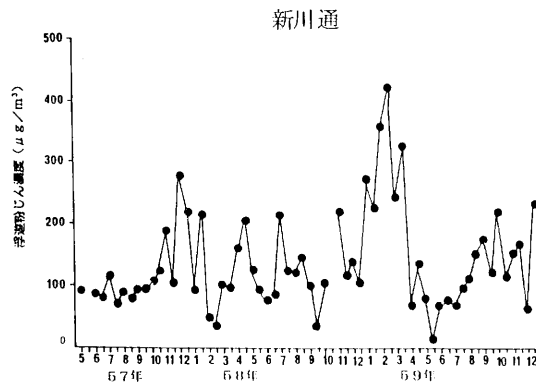
- 1) 早坂孝夫, 井上康明, 林久緒, 黒沢芳則: 浮遊粉じん中の金属分析法について, 川崎市公害研究所報, 12, 5 ~ 11 (1985)
- 2) 昭和59年度ディーゼル排ガス影響調査(排出実態及び環境大気調査)報告書: 昭和59年度環境庁委託業務報告書, 83 ~ 104 (1985)
- 3) 林久緒, 井上康明, 早坂孝夫, 黒沢芳則, 佐藤静雄: 元素分析法を用いた浮遊粉じん中の炭素等の分析法, 大気汚染学会誌, 20, 349 ~ 361 (1985)
- 4) 塩崎卓哉, 田辺潔, 松下秀鶴: 高速液体クロマトグラフィーによる大気浮遊粉じん中の多環芳香族炭化水素多成分分析法, 大気汚染学会誌, 19, 300 ~ 307 (1984)
- 5) 林久緒, 石田哲夫, 島田ひろ子, 永田正信, 市橋正之: 幹線道路周辺の粒径別浮遊粒子状物質中の重金属, PAH及び水溶性成分の挙動について, 川崎市公害研究所年報, 7, 56 ~ 62 (1979)
- 6) Springer, K. J. Stahaman RC: Diesel Car Emission Emphasis on Particulate and Sulfat SAE paper



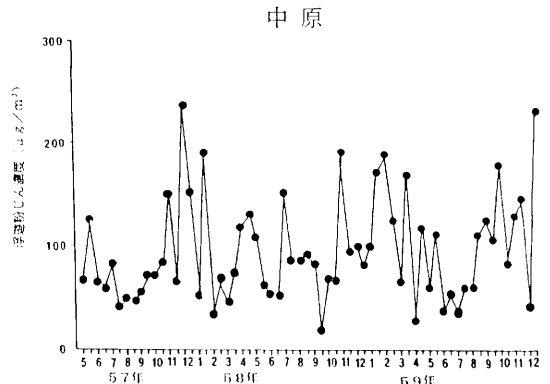
付図1 池上での浮遊粉じん濃度経月推移(月)
(昭和57年5月～59年12月)



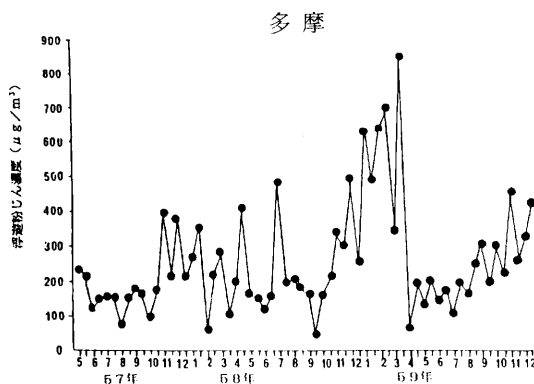
付図4 田島での浮遊粉じん濃度経月推移(月)
(昭和57年5月～59年12月)



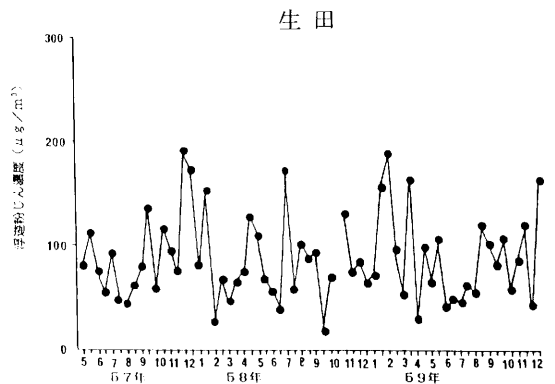
付図2 新川通での浮遊粉じん濃度経月推移(月)
(昭和57年5月～59年12月)



付図5 中原での浮遊粉じん濃度経月推移(月)
(昭和57年5月～59年12月)



付図3 多摩での浮遊粉じん濃度経月推移(月)
(昭和57年5月～59年12月)



付図6 生田での浮遊粉じん濃度経月推移(月)
(昭和57年5月～59年12月)