

(資料)

道路周辺における浮遊粉じん汚染について (第1報) ——春日部市内, 国道16号周辺における実態調査——

Behavior of Suspended Particulates Alongside of a Road. (Part. 1) ——Measurement of Suspended Particulates Alongside of Rout 16 Roadways in Kasukabe City, Saitama Pref.——

小川和雄 石井達三 竹内庸夫

要 旨

道路周辺における浮遊粉じんの汚染レベルを明らかにするため, 春日部市内, 国道16号周辺において, ハイボリウムエアサンプラー及びアンダーセンサンプラーを用いて, 浮遊粉じんを採取した。調査期間中, 道路端から3m地点の浮遊粉じん濃度の平均値は, 昼間 $224 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 夜間 $226 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり, 一般環境にくらべかなり高かった。Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, SO_4^{2-} は道路に近い程高濃度であり, 明らかな距離減衰がみとめられた。これら重金属等の距離減衰の大きさを比較すると, $\text{Fe} > \text{Ni}, \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Pb}, \text{SO}_4^{2-}$ のとおりであった。

1. はじめに

近年自動車交通に伴う沿道の大気汚染のうち, 重金属や発癌性物質を含む浮遊粉じんによる汚染が注目を集めてきており, すでにいくつかの調査結果^{1)~3)}が報告されている。

沿道といってもその発生源は, 自動車排出ガスをはじめ, 土壌からの舞い上り, 固定発生源からの燃焼あるいは破碎にともなうもの, 二次生成物質等多岐にわたっており, 自動車の影響そのものを正確に把握することは, なかなか困難な課題である。

本稿では, 自動車交通と沿道の浮遊粉じん汚染の関係を解明するため, その第1歩として沿道での浮遊粉じんや重金属等による汚染レベルを把握することとし, 春日部市内, 国道16号周辺において実態調査を行ったので, その結果について報告する。

2. 調査方法

2・1 調査期間

1981年11月4日~11月27日

2・2 調査地点

春日部市増富 国道16号周辺 (交通量25,000台/日)

2・3 調査方法

浮遊粉じんの採取地点を図1に示す。主風向の風下側にあたるNo.1からNo.4の地点にハイボリウムエアサンプ

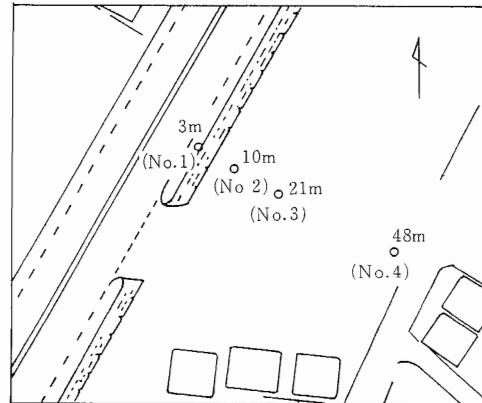


図1 調査地点略図

ラー (採取口の高さ2.5m) 及びアンダーセンエアサンプラー (同1m) を設置した。

ハイボリウムエアサンプラーには石英繊維ろ紙を装着し, 土曜日, 休日を除く連日, 午前9時から午後4時, 午後4時から翌朝9時までの1日2回浮遊粉じんを採取, 秤量して分析用試料とした。アンダーセンエアサンプラーは原則として月曜日から金曜日の4日間, 石英織

表1 調査期間中の気象条件

期 間	風 速 (m/s)	風向別出現頻度(%)			温 度 (℃)	日射量 (cal/cm ² /h)	湿 度 (%)	浮遊粉じん (μg/m ³)
		直角風	平行風	逆 風				
11月4～9日	1.3	26.3	28.8	38.9	9.4	12.1	83	52
9～13日	1.0	32.7	25.7	27.7	7.7	21.3	74	88
16～20日	1.1	52.4	19.8	17.8	9.6	20.1	64	87
24～27日	1.6	49.4	30.0	14.3	8.3	5.6	83	76

- 1) 日射量はAM 6:00～PM 5:00の平均値。
- 2) 風向、風速、浮遊粉じんは春日部監視局、その他は草加監視局のデータを用いた。

表2 浮遊粉じん量測定結果 (n=17 単位: μg/m³)

項 目	昼 間				夜 間			
	3 m	10 m	21 m	48 m	3 m	10 m	21 m	48 m
平 均 値 (x)	224	163	142	145	226	176	163	156
相対値(3m地点=100)	(100)	(73)	(63)	(65)	(100)	(78)	(72)	(69)
標 準 偏 差 (σx)	91	66	60	63	91	71	66	66
最 高 値	410	314	293	308	392	328	310	306

縦ろ紙を装着して粒径別に浮遊粉じんを採取し、秤量した。

分析項目は、硫酸塩及びPb, Ni, Zn, Fe, Cd, Mnの重金属で、前者はグリセリンアルコール法⁹⁾により、後者は低温灰化後塩酸、過酸化水素で酸抽出を行い、原子吸光光度法により定量した。

3. 調査結果及び考察

3・1 調査期間中の気象条件

調査期間中の主な気象条件を表1に、風配図を図2に示す。

なお、対象道路はSSWからNNEの方向につくられていることから、WSW～W～NNWを直角風、NE～E～Sを逆風、その他を平行風としてその出現頻度を表中に示した。

主風向が道路を横断する頻度は、平行風を含めると、55.1%～79.4%とかなりの高率であった。また、風速は1.0～1.6 m/sと平均的には弱風傾向にあった。

3・2 浮遊粉じん濃度及び粒径分布

ハイボリュームエアサンプラーによる浮遊粉じん濃度の測定結果を表2に示す。

調査期間中の最高濃度は、道路端から3mの地点で昼

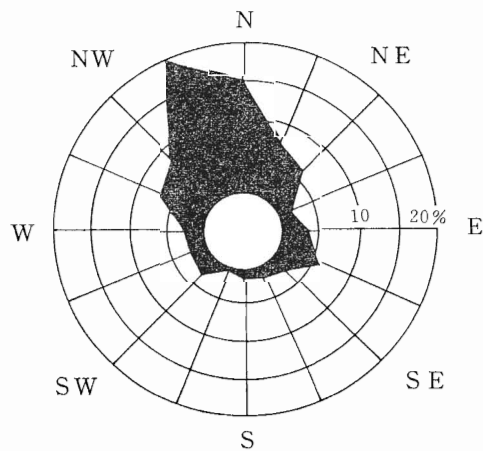


図2 風配図

間410 μg/m³、夜間392 μg/m³であった。平均値は同地点で昼夜それぞれ224 μg/m³、226 μg/m³であり、最も低かった地点との濃度差は、昼間82 μg/m³、夜間70 μg/m³であった。また、この調査地点に比較的近い越谷の昭和56年度環境重金属調査結果¹⁰⁾(毎月1回24時間採取)では、最高濃度203 μg/m³、年平均値141 μg/m³であり、道路近傍の浮遊粉じんによる汚染が一般環境にくりべ、相当高レベルにあることが明らかとなった。

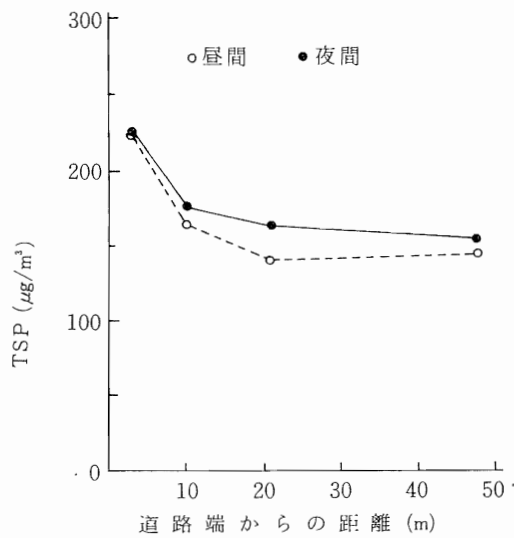


図3 浮遊粉じん濃度の距離減衰

道路端からの浮遊粉じん濃度の距離減衰を図3に示す。夜間は10m地点まで急激に低下したあととんだらかな減衰カーブを描くのに対し、昼間は21m地点まで減衰率が大きく、以後48m地点までは後述するとおり後背地の影響を受け、横ばいであった。

浮遊粉じんの距離減衰を測定する場合、NOx等のガス

状物質と同様、発生源とモニタリングの位置、それを結ぶ風向の関係が大きく影響すると考えられる。そこで、浮遊粉じん採取地点を道路に対して風下とする、道路横断風の出現頻度別浮遊粉じん濃度の距離減衰を、昼夜及び晴雨に区分して図4に示す。

昼間の場合、道路端から3m地点の浮遊粉じん濃度は、道路横断風の頻度100%で330 μg/m³、86~43%で233 μg/m³、29%以下で194 μg/m³であり、道路横断風頻度の高いほど高濃度であった。夜間でも同様な傾向がみとめられた。

距離減衰の大きさは、昼間の場合、道路横断風頻度が高い程大きく、道路端3m地点を100とする48m地点の相対値は、道路横断風頻度100%で46、86~43%で67、29%以下で73であった。雨天の場合は晴天時に比べ、浮遊粉じん濃度及び距離減衰の大きさともに小さかった。

なお、昼間で晴天の場合、道路横断風頻度86~43%及び29%未満のケースでは、21m地点と48m地点の濃度が逆転しており、しかも道路横断風頻度の小さい方がこの傾向が顕著であった。このことは、調査地点の後背地が計画道路として工事中であったことと考え合せると、逆風による土壌の舞い上り等の影響を受けたものと思われる。

アンダーセンエアサンプラーを用いて11月4日から

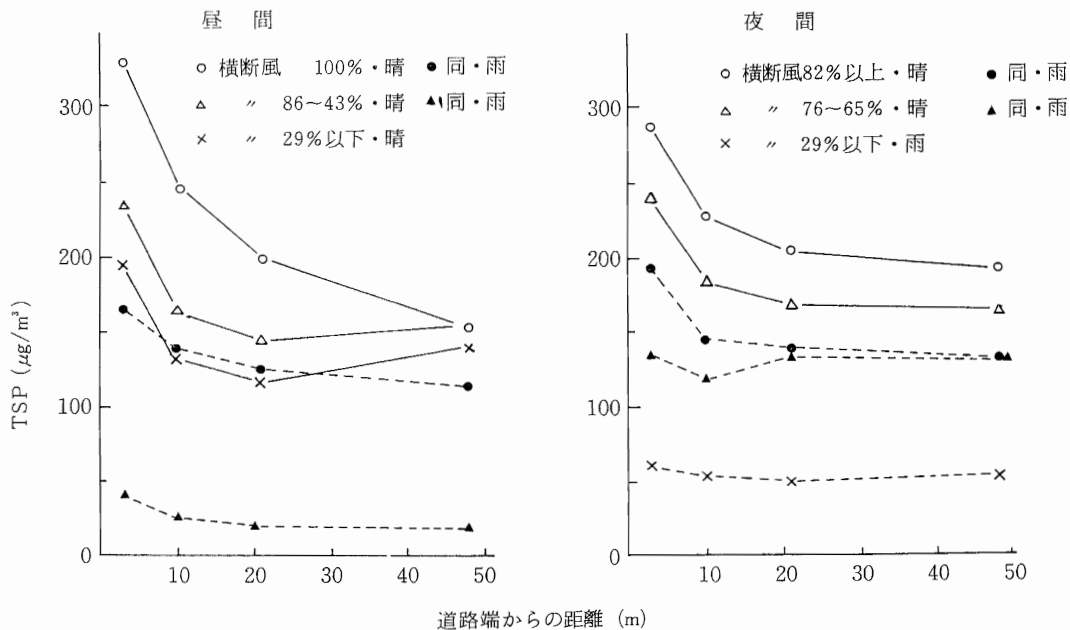


図4 浮遊粉じんの道路横断風出現頻度別、晴雨別距離減衰

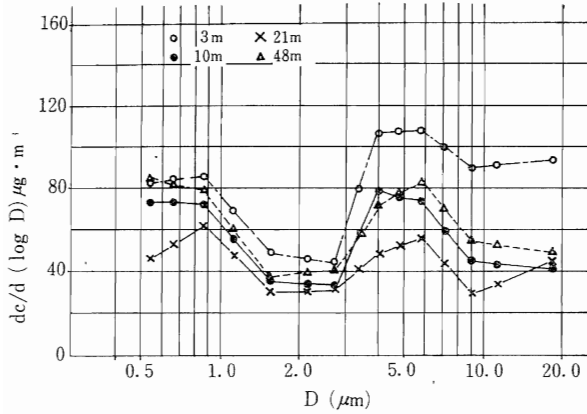


図5 道路近傍における浮遊粉じんの粒径分布

20日までの間、3回13日間採取した粒径別浮遊粉じん濃度の平均値を用いて、道路端からの距離別粒径分布を図5に示す。各地点とも粒径 $2\mu\text{m}$ 付近を谷とし、 $0.85\mu\text{m}$ 付近及び $3.9\sim 5.7\mu\text{m}$ 付近にピークを持つ二山型のパターンを示した。後背地の影響を受けたと思われる

48m地点を除いて、道路に近いほどピークが相対的に高まっているが、粗大粒子側では道路端3m地点から10m地点の間に急激に低下するのに対し、微小粒子側では21m付近までゆるやかな低下を示している。

一般に、微小粒子は燃焼にともなって発生し、粗大粒子は土壤あるいは機械的発生といわれており¹¹⁾¹²⁾本調査結果でも明らかな道路端からの距離減衰を示していることから、粒径 $0.85\mu\text{m}$ 付近に分布する微小粒子は主に自動車排出ガスに起因し、 $3.9\sim 5.7\mu\text{m}$ 付近に分布する粗大粒子は自動車走行等による土壤の舞い上りに起因するものと考えられる。

3・3 浮遊粉じん中の重金属、 SO_4^{2-} 濃度

浮遊粉じん中の重金属等の分析結果を表3に、同じく道路端から3m地点の濃度を100として正規化した重金属等の距離減衰パターンを図6に示す。

Cdを除き、Fe、Mn、Ni、Pb、Zn、 SO_4^{2-} は道路端が最も高濃度となっており、自動車走行による影響を受けていることが推察される。昼夜別では各物質とも大きな濃度差は見られなかったが、Niが昼間やや高く、Zn、 SO_4^{2-}

表3 重金属等の分析結果

(n=11 単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

金属名	区分 項目	昼				夜			
		3 m	10 m	21 m	48 m	3 m	10 m	21 m	48 m
Fe	平均値	5.97	4.07	3.47	3.87	6.02	4.55	4.23	4.27
	標準偏差	2.37	1.67	1.38	1.54	2.75	2.00	1.82	1.96
	Fe/TSP(%)	2.93	2.70	2.57	2.71	2.70	2.59	2.58	2.67
Mn	平均値	0.152	0.114	0.103	0.115	0.153	0.120	0.117	0.118
	標準偏差	0.053	0.039	0.035	0.049	0.064	0.052	0.051	0.054
	Mn/TSP(%)	0.075	0.076	0.076	0.080	0.069	0.068	0.071	0.074
Ni	平均値	0.029	0.019	0.021	0.021	0.021	0.016	0.016	0.016
	標準偏差	0.011	0.005	0.008	0.012	0.007	0.005	0.005	0.005
	Ni/TSP(%)	0.014	0.013	0.015	0.015	0.009	0.009	0.010	0.010
Cd	平均値	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	標準偏差	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	Cd/TSP(%)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002
Pb	平均値	0.135	0.120	0.114	0.106	0.135	0.122	0.121	0.111
	標準偏差	0.074	0.071	0.064	0.065	0.066	0.057	0.057	0.051
	Pb/TSP(%)	0.066	0.080	0.084	0.074	0.061	0.069	0.074	0.069
Zn	平均値	0.46	0.37	0.34	0.30	0.54	0.48	0.43	0.40
	標準偏差	0.17	0.17	0.14	0.14	0.27	0.23	0.23	0.21
	Zn/TSP(%)	0.224	0.244	0.253	0.211	0.240	0.273	0.265	0.251
SO_4^{2-}	平均値	7.7	6.5	6.4	6.2	9.2	8.2	7.9	7.4
	標準偏差	2.36	1.94	2.00	1.88	3.23	3.04	2.65	2.60
	SO_4^{2-} /TSP(%)	3.8	4.3	4.7	4.3	4.2	4.7	4.8	4.6

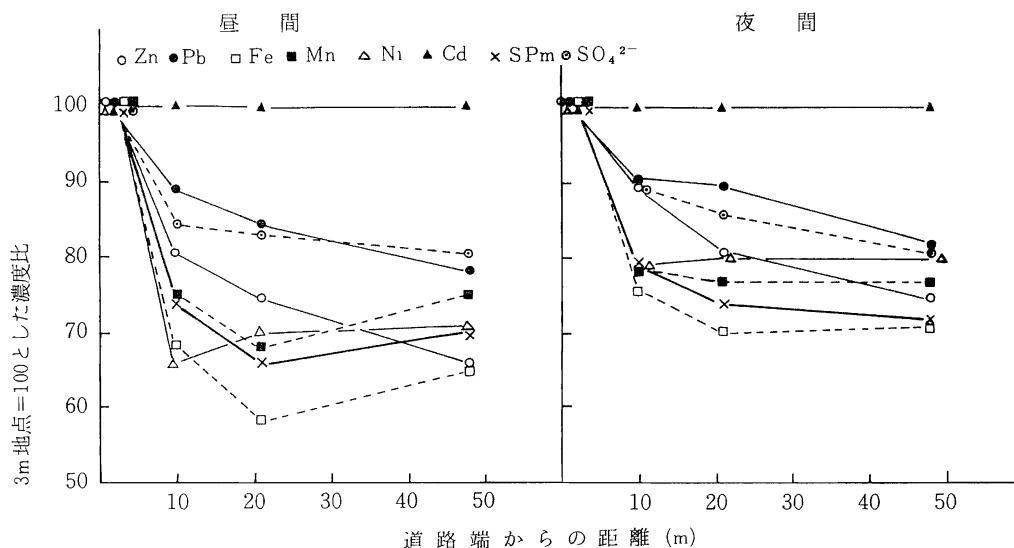


図6 重金属等の距離減衰パターン

が夜間やや高い傾向が見られた。

昼夜別の道路端3m地点から48m地点までの重金属等の距離減衰の大きさは、浮遊粉じん濃度の場合と同様に、昼間が夜間を上回った。Pb, Zn, SO₄²⁻は昼夜とも48m地点まで漸減したが、Fe, Mnは48m地点で逆に増加した。Niは10m地点まで急激に低下し、以後48m地点までわずかに増加か横ばいの傾向を示した。

距離減衰のパターンは浮遊粉じんとFe, Mnが類似しており、その大きさはFeが浮遊粉じんを上回り、Mnがこれを若干下回った。Pb, SO₄²⁻も互いに類似の減衰パターンを示し、浮遊粉じんにくらべ距離減衰の大きさは約2分の1程度であった。Znの距離減衰は昼間の48m地点を除き、Pb, SO₄²⁻と浮遊粉じんの中間程度であった。Cdは道路端から48m地点までほぼ一点の濃度レベルにあり、距離減衰はみとめられなかった。

これら重金属等の距離減衰の大きさを、後背地の影響を受けた48m地点を除いて比較すると、Fe>Ni, Mn>Zn>Pb, SO₄²⁻のとおりであった。粒径分布調査の結果によれば、粗大粒子ほど早く減衰していることから、距離減衰の大きさの順位は、各重金属等の主として分布する粒径の大きさの順位と推察することもできよう。

浮遊粉じんを含む重金属等の相互の関係について、統計的に検討するために、昼夜別、距離別に相関分析を行った。この場合、距離による相関係数の変化は、粒径のちがいによる減衰率の差に起因し、昼夜による変化は、交通量や、風向のちがいによる土壌の舞い上り等の要因

表4 昼夜別、距離別重金属等濃度の相関分析結果の要約

(n=11)

- (1) 昼夜とも距離に無関係に有意なもの(危険率1%)
Zn-Pb Fe-TSP Mn-TSP
Mn-Fe
- (2) 夜間は距離に無関係に有意(同1%)で昼間は道路端3m地点のみ有意なもの(同5%)
TSP-Zn TSP-Ni Ni-Fe
Ni-Zn Ni-Mn Mn-Zn
- (3) 夜間だけ距離に無関係に有意なもの(同1%), (*印5%)
Fe-Zn Pb-TSP Pb-Fe
Pb-Mn Pb-Ni Pb-SO₄²⁻
SO₄²⁻-TSP SO₄²⁻-Zn Mn-Ni
Cd-Fe* SO₄²⁻-Mn*
- (4) 昼間だけ距離に無関係に有意なもの(同1%)
Cd-Zn Cd-Pb
- (5) 昼夜、全地点とも無相関
Cd-TSP Cd-Mn Cd-Ni
Cd-SO₄²⁻ SO₄²⁻-Fe

(備考) 危険率1%水準 r=0.73以上
危険率5%水準 r=0.60以上

が関与するものと考えられる。これらのことを考慮して相関分析結果の要約を表4に示す。

逆風の少ない夜間はCdを除く他の重金属等が互いに高い相関を示し、ZnとPbのグループ及び、FeとMn、浮遊粉じんのグループはそれぞれ昼夜や道路端からの距離に関係なく相関が高いこと等から、Fe、Mn、Pb、Zn、Ni、 SO_4^{2-} は自動車走行の影響を受けており、特にそのうちPb、Znは主に自動車排出ガス中の微小粒子に、Fe、Mnは主に自動車走行や風による土壌の舞い上りに起因する、粗大粒子側に多く分布する可能性の強いことがあらためて示された。また SO_4^{2-} はディーゼル排出ガス中に含まれるが、後背地濃度が比較的高いため、風向に影響されて逆風の頻度の比較的高い昼は、各重金属との相関が低く、逆風の少ない夜間に、自動車排出ガス中に含まれると思われるPb、Znと高い相関を示したものと考えられる。

4. ま と め

1981年11月4日から11月27日まで、沿道の浮遊粉じんによる汚染レベルを把握するため、春日部市内国道16号沿いでハイボリウムエアサンプラー及びアンダーセンエアサンプラーをそれぞれ道路端から3m、10m、21m、48mの位置に設置して浮遊粉じんを採取し、秤量、分析した。その結果は以下のとおりである。

- (1) 調査期間中の道路端から3m地点の浮遊粉じん濃度は、最高値が昼間 $410 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、夜間 $392 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均値が昼間 $224 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、夜間 $226 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、一般環境にくらべかなり高かった。
- (2) 浮遊粉じんは一部逆風による影響を受けたが、道路から離れるにしたがって減少する距離減衰を示した。また、道路横断風の頻度の高いほど道路端3m地点の濃度が高かった。雨天の時は濃度は低く、距離減衰も小さかった。
- (3) 浮遊粉じんの粒径分布は、各地点とも粒径 $2 \mu\text{m}$ 付近を谷とし、 $0.85 \mu\text{m}$ 付近及び $3.9 \sim 5.7 \mu\text{m}$ 付近をピークとする二山型を呈し、道路に近いほどピークが相対的に高まった。また粗大粒子側のピークは、道路端3mから10mの間で急激な低下がみられた。
- (4) 浮遊粉じん中のFe、Ni、Mn、Pb、Zn、 SO_4^{2-} は道路端が高濃度でかつ明らかな距離減衰を示すことから、自動車走行の影響を受けているものと思われる。各重金属等の距離減衰の大きさは、後背地の影響を受けた48m地点を除き、 $\text{Fe} > \text{Ni}, \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Pb}, \text{SO}_4^{2-}$ のとおりであった。

(5) 浮遊粉じんそのものを含む距離減衰の比較及び昼夜別、道路端からの距離別の相関分析結果から、沿道におけるZn、Pb、 SO_4^{2-} は主として自動車排出ガス中の微小粒子に分布し、Fe、Mnは主に自動車走行及び風による土壌の舞い上りに起因する粗大粒子に多く分布することが推察された。

なお、本調査は昭和56年度、大気保全課「道路交通公害対策総合調査事業」の一環として公害センターが実施したものである。

文 献

- 1) 鳥橋義和他：自動車道周辺における重金属の分布、兵庫県公害研究所報告 8 (1976)
- 2) 広野富雄他：自動車専用トンネル、交差点および走行自動車内空気中のベンゾ(a)ピレンおよび重金属について、大気汚染研究 12 (4) (1977)
- 3) 山田豊他：道路近傍における浮遊粉じん金属の挙動 (I) 京都府衛生公害研究所年報 23 (1978)
- 4) 山田豊他：同上 (II) 同上 24 (1979)
- 5) 鈴木正雄他：自動車排気ガスによる道路周辺での大気汚染に関する研究、(No.3) 横浜市公害研究所報 3 (1978)
- 6) 新井久雄他：同上 (No.5) 同上 6 (1981)
- 7) 林久緒他：幹線道路周辺の粒径別浮遊粒子状物質中の重金属、多環芳香族炭化水素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 (1979)
- 8) Jerry A. Bullin 他：Measurement and Analysis of Aerosols along Texas Roadways. Environ. Sci. Technol., 16 (4) (1982)
- 9) 「昭和50年度湿性大気汚染調査報告書」環境庁大気保全局、湿性大気汚染検討委員会 (1976)
- 10) 「昭和56年度環境重金属調査結果」埼玉県公害センター(大気保全課委託) (1982)
- 11) 藤村満他：粒度分布測定による大気エアロゾル微量元素の発生源の推定、日本化学会誌 (6) (1977)
- 12) 角脇怜：浮遊粉じんによる都市大気汚染にせめる自然発生源からの負荷、大気汚染学会誌 13 (6) (1978)