

沿道地域における局地的発生源寄与について

伊瀬 洋 昭 小野塚 春 吉 渡 辺 武 春
 (助成指導部)

菅 邦 子 福 岡 三 郎 飯 田 靖 雄
 (大気保全部)

舟 島 正 直 梅 原 秀 夫 泉 川 碩 雄

青 木 一 幸 栗 田 恵 子

1 はじめに

大都市幹線道路沿道における大気汚染は、自動車排ガス測定局のNO₂濃度が依然として横ばい傾向にあり、多くの測定局においてNO₂及び浮遊粒子状物質の濃度がともに環境基準を上回る状況にある。沿道住民の健康影響については最近、東京都衛生局「複合大気汚染調査報告書」によっても明らかにされたところであり、実態及び汚染寄与の把握ならびに影響に関する知見を基礎に今後有効な対策の確立が求められている。また沿道環境の快適さの阻害要因である「物のよごれ」などについても、生活実感に根ざした指標としてその定量化と発生源寄与に関する知見の蓄積が必要とされている。

我々は、未規制汚染物質の研究的モニタリングの一環として、従来から比較的単純な構造を持つ道路について沿道環境実態調査を行ってきたが、今回、交通量が多く複雑な道路構造を持つ板橋・大和町交差点の周辺地域を対象に調査を実施し、NO₂、NO_x濃度の面的分布、粒子状物質濃度、降下ばいじん量等についての面的分布ならびに発生源からの寄与を検討したので報告する。

2 調査方法

(1) 調査期間

調査は1984年12月12日から21日まで10日間実施した。なお降下ばいじんについては1985年1月18日まで継続した。

(2) 調査地域の概要

調査は、東京都板橋区にある大和自動車排ガス測定局(大和自排局)を中心とする半径約600m以内の地域に測定機器等を配置して実施した。

大和自排局は、環状7号線(日交通量約62,000台)国道17号線(日交通量約90,000台)、高速5号線(日交通量約78,000台)が三重に立体交差する交差点付近の住居地域にあり、幹線道路に面する平屋建物屋上に位置している。昭和60年度のNO₂濃度は、日平均値の98%値が0.096ppm、年平均値が0.57ppmと全国でも屈指の高濃度測定局として知られている。図1に示すように環状7号線は最高7%の勾配をもつ陸橋と1.5~3.0%勾配をもつ側道からなり、自排局が面する国道は0.82~3.35%の勾配をもち、また交差点を右左折する大型車両が多いなど、登坂や加速に伴う局地走行排出量が大きいたことが予想される。また、交差点付近には病院や銀行等の建物があるのに加え、地上30m付近に高架構造の高速道路があるため、複雑な局地風や排気ガスの大気拡散阻害が予想される。(写真)

一方、後背地として用いた中根橋小学校は、幹線道路から400m以上離れ、局地的な道路からの影響を受けにくい地点にある。

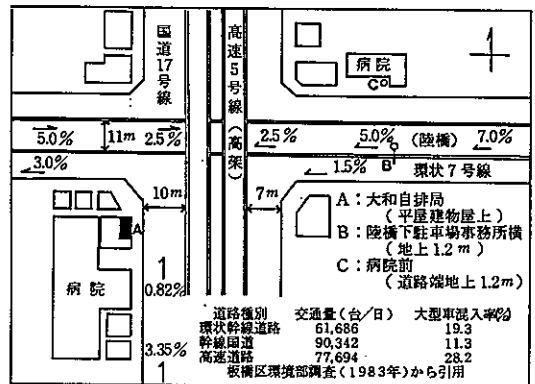
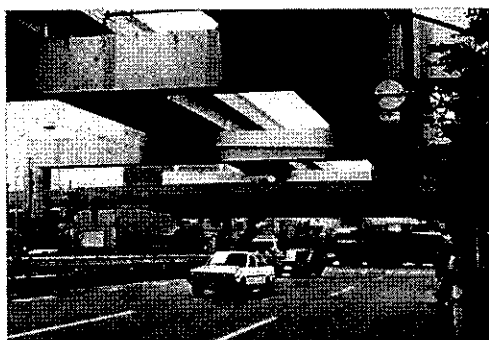


図1 大和自排局付近の状況と縦断勾配



大和自排局付近の道路構造

(3) 調査方法

ア NO₂ 及びNO_x濃度の調査は、青木らが開発したディフュージョンサンプラーを用いて、交差点周辺15地点で行った。(図2) サンプラーは下向きに水平につるすか、雨があたらないような条件下で上向きに設置した。NO₂用吸収液にはトリエタノールアミン・DMSO-H₂O溶液、NO_x用吸収液には亜塩素酸ソーダ、メタホウ酸ソーダ、ピロリドン⁵⁾を溶解したスルホラン溶液を使用した。

暴露時間は午前10時から翌朝の10時までとした。

イ 浮遊粒子状物質濃度の調査は、交差点から約600m離れた中根橋小学校3階と大和自排局にβ線吸収法浮遊粒子状物質自動測定機を設置し、1時間値を連続測定した。大和自排局では地上からの高さ7.3mにある採気口から導入した試料空気を分配管から流量18ℓ/分で吸引した。ろ紙の通気抵抗の増大による流量の低下が予想

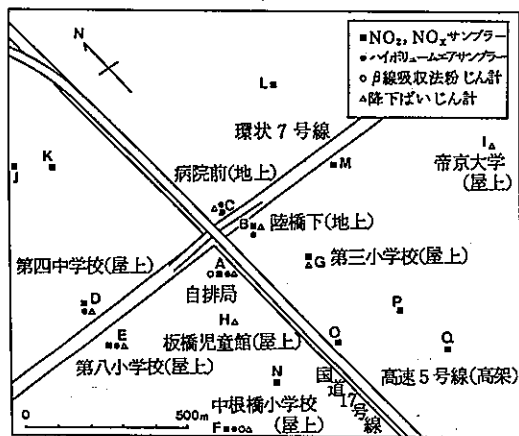


図2 測定機器配置

されるため、差圧が一定値以上になると自動的にろ紙送り再度採取・測定する機能をもった測定機を配置した。テープろ紙はミリポア社製AP-20を使用した。

ウ 浮遊粉じんの調査は、大和自排局を含む6地点にハイボリュームエアサンプラー(10μmカット装置をつけず)を設置し、24時間試料空気を採取した。ろ紙は、石英繊維ろ紙(Pallflex QAST 2500)を使用し、20℃、50%で24時間以上恒量したのち秤量した。

エ 降下ばいじんは、大和自排局を含む9地点に簡易降下ばいじん計(ポリエチレン製、口径15cm、容積6ℓ)を2台ずつ1ヶ月間設置し、降下物を捕集した。設置面から約1mの高さに口がくるよう架台にのせ、再飛散防止用に蒸留水2ℓを入れた。

オ 路面堆積物は、環状7号線陸橋下の道路面から、屋根堆積物は、同陸橋下にある駐車場管理事務所の屋根の上から、またフェンス付着物は、同陸橋下のビニール被覆金網製フェンスに付着した物質をかき落とすようにして、それぞれ採取した。試料は風乾後、147及び350メッシュのふるいを用いて105~44μm及び44μm以下に粒度をそろえ、分析に供する試料とした。

カ 調査期間中の気象データは最寄り的一般測定局である板橋測定局のものを使用した。なお、板橋測定局の風速計設置高さは地上29mである。

(4) 分析方法

ア 炭素成分の分析は、加熱炉を増設したCHN計(MT-II型)を用い、He-O₂気流下、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・分解生成物を酸化炉でCO₂にしたのち、熱伝導法により定量した。標準試料にはp-ニトロアニリンを使用した。熱的分離温度を350℃に設定し、350℃で生成したCO₂量から求めた炭素量を有機炭素(Cao)、850℃で生成した炭素量を元素炭素(Cae)とした。炭素の分析手法及び条件については、未だ統一的方法が確立されていないが、本方法は炭素成分分析法の精度等に関する調査においておおむね良好な測定値が得られている。

ろ紙は20φベルトポンチで打ち抜き、試料とした。

イ 降下ばいじんは、炭素成分分析用と金属分析用と同時に採取し、炭素成分分析用は予め熱処理した47φ石英繊維ろ紙上に水溶性成分をろ過捕集し、金属分析用には全量を蒸発乾固した。

表1 調査時の気象条件

期間	13~14	14~15	17~18	18~19	19~20	20~21日
風配図						
Calim%	4.2		4.2			
平均風速 (m/秒)	2.2	4.5	1.5	3.0	3.4	1.3
湿度%	52	57	81	77	51	62

板橋一般測定局データ(風速計地上高さ29m)

ウ Al成分の分析は、フッ酸分解・酸抽出・原子吸光光度法によって行った。

3 結果及び考察

(1) 調査期間中の気象条件

表1のとおり、北風が卓越し3.0~4.5 m/秒の風が吹く日と、静穏で南風が一時吹き込むような気象の日とが前後して見られた。

湿度は、51~81%であった。

(2) NO₂・NO_x濃度

NO₂・NO_x濃度の経日変化を図3に示す。交差点付近の道路端5m以内にある3地点では、NO₂の平均濃度が0.057~0.089 ppmと高く、500m以上離れた後背地(中根橋小学校屋上)との濃度差は0.022~0.047 ppmであった。後背地との濃度差を当該道路からの寄与分とみなし求めたΔNO₂/ΔNO_x比率は、従

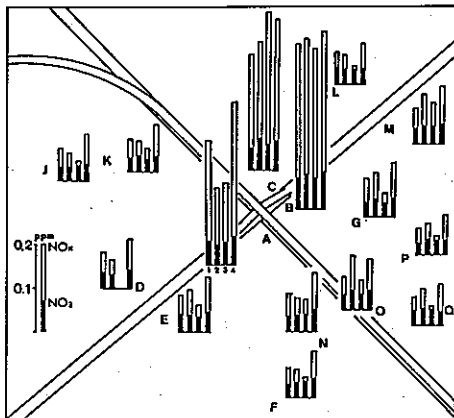


図3 NO₂、NO_x濃度分布(24時間値)

1: 12月17日~18日 2: 18日~19日
3: 12月19日~20日 4: 20日~21日

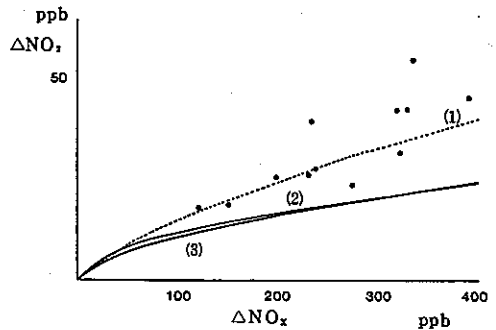


図4 道路からのNO₂、NO_x寄与濃度の関係と転換式(A, B, C地点)

- (1) 環境庁自排局データ⁸⁾ $Y = 0.6245 X^{0.6983}$
- (2) 建設省NO₂変換式 $Y = 0.016 X + 0.0389 \sqrt{X}$
(但し、X, Yの単位はppm)
- (3) BGNO_x ≥ 40 ppbのときの足立らの式⁹⁾
 $Y = 0.5674 X^{0.6856}$

来のNO₂転換統計モデル⁸⁾に比べて若干大きくなる傾向がみられた(図4)。三重立体交差という道路構造及び周辺構造物により、排気ガスの滞留時間が長いことや、NO₂/NO_x比率のやや高いディーゼルの排気ガスの寄与が増加していることなどが影響しているものと思われる。

(3) 浮遊粒子状物質濃度

浮遊粒子状物質濃度の経時変化及び日平均値を図5及び表2に示す。交差点付近にある自動車排気ガス測定局(自排局)と後背地との間には平均43 μg/m³、最高147 μg/m³の濃度差がみられた。後背地との濃度差を当該道路からの寄与分とした場合、自排局における浮遊粒子状物質濃度の当該道路からの寄与割合は、平均40%、24~73%(日平均値)の範囲であった。

(4) 陸橋下路面堆積物、屋根堆積物、交差点付近フェンス付着物の成分分析結果を表3に示す。交差点のフェンスに付着した粒子状物質には、炭素成分の割合が16.9%と大きいこと、総炭素成分に占める有機炭素の割合が51.9%と浮遊粉じんや降下ばいじんに比べ高い傾向にあることが認められた。

(5) 浮遊粉じん濃度

浮遊粉じん濃度の日平均値の分布を図6に示す。浮遊粉じん濃度では、自排局(地上5m)と後背地との間に平均153 μg/m³、最高185 μg/m³の濃度差がみられた。当該道路からの寄与割合は、平均56%、51~63%(日平均値)の範囲であった。

道路からの寄与のうち、自動車排気粒子と路面堆積物

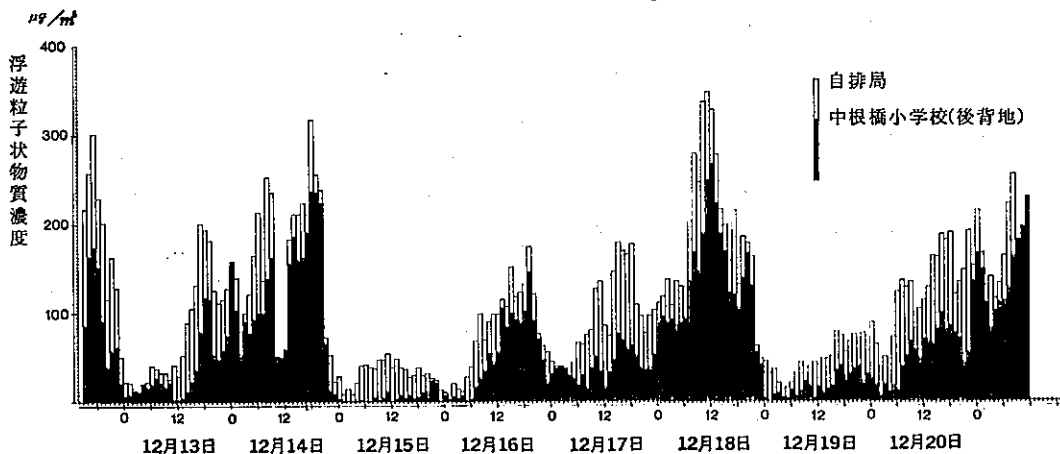


図5 浮遊粒子状物質濃度経時変化(自排局/後背地)

表2 浮遊粒子状物質濃度(午前11時~翌日午前10時)

調査期間 1984年 12月	大和自排局		中根橋小学校		濃度差 µg/m³
	平均値	µg/m³ (σ)	平均値	µg/m³ (σ)	
13~14日	130.1	(60.7)	72.3	(47.1)	57.8
14~15日	99.7	(96.6)	75.7	(88.1)	24.0
15~16日	35.3	(21.1)	9.6	(8.9)	25.7
16~17日	85.9	(39.6)	59.0	(34.2)	26.9
17~18日	139.3	(49.7)	73.7	(37.4)	65.6
18~19日	130.9	(110.4)	94.4	(87.5)	36.5
19~20日	71.7	(30.5)	26.5	(14.9)	45.2
20~21日	156.7	(40.6)	94.9	(34.6)	61.8
平均	106.2		63.3		42.9

表3 路面堆積物; フェンス付着物の組成

	組成 (%)			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Cae	Cao
路面堆積物				
4.4µm以下	41.7	10.3	5.90	2.51
4.4~105µm	48.9	10.4	5.26	2.59
フェンス付着物				
4.4µm以下	27.7	8.6	10.36	6.55
屋根堆積物	38.6	10.9	7.52	2.25

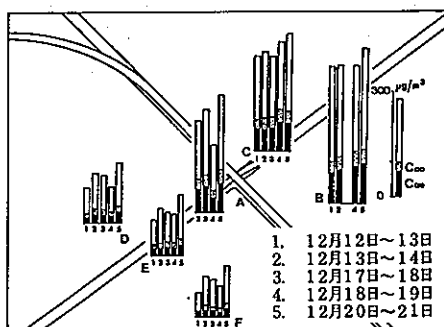


図6 浮遊粉じん及び炭素成分濃度
(Cao有機炭素濃度 Cae元素状炭素濃度)

表4 浮遊粉じん濃度 炭素成分濃度及び道路からの炭素の寄与濃度の推定

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (%)

期間	測定点	浮遊粉じん濃度	Cae成分濃度	全C成分濃度	道路からの炭素寄与濃度 ΔCae	自動車排気粒子の寄与率(%)
12月12日	自排局	—	—	—	—	—
	陸橋下	395	95	128	82(26%)	34
	病院前	277	68	94	55(27%)	32
	第四中	101	17	25	4(15%)	—
13日	第八小	107	21	30	8(25%)	—
	中根橋小	75	13	18	—	—
12月13日	自排局	267	68	95	45(31%)	43
	陸橋下	391	100	138	77(28%)	39
	病院前	289	69	95	46(27%)	37
	第四中	143	28	39	5(22%)	—
14日	第八小	142	29	42	6(27%)	—
	中根橋小	120	33	34	—	—
12月17日	自排局	295	78	107	57(31%)	43
	陸橋下	—	—	—	—	—
	病院前	273	70	95	49(30%)	42
	第四中	142	27	39	6(19%)	—
18日	第八小	135	28	40	7(28%)	—
	中根橋小	110	21	30	—	—
12月18日	自排局	198	44	63	26(26%)	34
	陸橋下	396	111	154	93(31%)	43
	病院前	315	81	115	63(29%)	40
	第四中	102	21	29	3(60%)	—
19日	第八小	131	29	40	11(32%)	—
	中根橋小	97	18	27	—	—
12月20日	自排局	331	85	120	59(33%)	47
	陸橋下	441	112	158	86(30%)	41
	病院前	336	80	114	54(30%)	41
	第四中	173	31	47	5(25%)	—
21日	第八小	182	32	50	6(21%)	—
	中根橋小	153	26	40	—	—

注1 ΔCae は、中根橋小の濃度との差

注2 自動車排気粒子の寄与率は、道路からの成分に対する比率

(%)は ΔCae (中根橋小学校との浮遊粉じん濃度の差)

の舞い上がり粒子の比率を検討するため、元素状炭素成分濃度を用いて、次式によりそれぞれの寄与率を試算した。

$$\text{自動車排気粒子の寄与率} = \frac{1}{C_1 - C_2} \left(\frac{\Delta\text{Cae}}{\Delta\text{Total}} - C_2 \right)$$

路面堆積物舞い上がり粒子の寄与率

$$= \frac{1}{C_2 - C_1} \left(\frac{\Delta\text{Cae}}{\Delta\text{Total}} - C_1 \right)$$

C_1 : 自動車排気粒子にしめるCae成分比率

C_2 : 路面堆積物(44 μm 以下)にしめるCae成分比率

ΔCae : 道路からの元素状炭素の寄与濃度

ΔTotal : 道路からの浮遊粉じんの寄与濃度

なお、 C_1 には54年規制ディーゼル貨物車(直噴車)の実走行時における排気粒子にしめるCae成分として福岡¹⁰⁾らが報告している値の平均64%を用いた。 C_2 には、路面堆積物(44 μm 以下)のCae成分比率5.9%を用いた。

表5 降下ばいじん, Al_2O_3 降下量及び路面堆積物の寄与の推定

単位: t/㎏月

測定点	降下ばいじん量	Al %	Al_2O_3 降下量	ΔAl_2O_3	路面堆積物寄与量 指標 Al_2O_3
自排局	17.2	4.40	1.43	0.93	9.0 (80%)
陸橋下	46.8	4.64	4.11	3.61	35.0 (86%)
病院前	53.2	4.47	5.07	4.57	44.4 (94%)
第四中学校	6.2	4.99	0.59	—	—
第八小学校	6.0	4.79	0.55	—	—
中根橋小学校	7.1	4.83	0.65	—	—
第三小学校	5.7	3.97	0.43	—	—
板橋児童館	4.4	3.41	0.29	—	—
帝京大学	5.0	4.70	0.45	—	—

注1 Al_2O_3 は、第四中学校～帝京大学の平均値 0.50 t/㎏月との差注2 路面堆積物(44 μ m以下) Al_2O_3 含有率 10.3%

注3 採取期間 1984年12月11日～1985年1月18日

表6 降下ばいじん量, 炭素成分降下量及び道路からの寄与量(総降下物)

単位: t/㎏月

測定点	降下ばいじん量	Cae 降下量	Cae 含有率	Δ Cae	路面堆積物からのCae量	排気粒子由来の降下ばいじん量
自排局	17.2	1.56	9.07%	1.24	0.53 (3.1%)	1.11 (9.8%)
陸橋下	46.8	2.66	5.68%	2.34	2.07 (4.4%)	0.42 (1.0%)
病院前	53.2	4.45	8.36%	4.13	2.62 (4.9%)	2.36 (5.0%)
第四中学校	6.2	0.36	5.81%	—	—	—
第八小学校	6.0	0.33	5.50%	—	—	—
中根橋小学校	7.1	0.30	4.22%	—	—	—
第三小学校	5.7	0.30	5.26%	—	—	—
板橋児童館	4.4	0.31	7.05%	—	—	—

注1 Δ Caeは中根橋小学校～板橋児童館のCae降下量の平均 0.32 t/㎏月との差

注2 ・路面堆積物からのCae量

 Al_2O_3 を指標に推定した路面堆積物の寄与量と路面堆積物のCae含有率 5.90%から算出。

・排気粒子由来降下ばいじん量の推定

自動車排気粒子由来の降下ばいじん量に占めるCae量の割合を6.4%と仮定して, Δ Caeから路面堆積物の寄与を減じた値を用いて試算した。従って路面堆積物経由のものは含まず。

交差点近傍3地点においては, 当該道路からの寄与のうち32～47%が自動車排気粒子, 53～78%が路面堆積物の舞上がり等によるものと推定された。

自排局における当該道路からの自動車排気粒子の寄与は平均43%と推定された。(表4)

一方, 病院前(地上1.2m道路端)や陸橋下では自排局に比べ道路からの寄与濃度が若干大きい, 風速が弱い条件下で高濃度が出現する際には道路端と自排局の濃度がほぼ同一になり, 自動車排気粒子の寄与割合がやや

増大する場合があることが認められた。

(6) 降下ばいじん量

降下ばいじん量を表5に示す。

降下ばいじん量では, 自排局と後背地との間に11.3 t/㎏, 道路端と後背地との間に47.3 t/㎏の濃度差がみられた。当該道路からの寄与割合は, 自排局では66%, 道路端地上では89%であった。

自動車排気粒子の指標となる元素炭素成分の濃度差から, 当該道路からの寄与のうち自排局では9.8%, 道

路端では5.0%が自動車排気粒子、A1成分の濃度差から、自排局では80%、道路橋地上では94%が路面堆積物の舞い上がりと推定された。(表6)

(7) 沿道にある校舎屋上等では、地上付近に比べると寄与濃度が減少するが、その傾向は、降下ばいじん中の舞い上がり路面堆積物の寄与量において顕著であった。また、道路端から100m以内にある木立に囲まれた2階建建物(板橋児童館)の屋上では、後背地の校舎屋上に比べ降下ばいじん量が少なかった。

調査にあたり、板橋区環境部公害課の皆様にご協力いただいたことを記し、謝意を表します。

4 ま と め

(1) 交通量が多く複雑な道路構造を持つ板橋・大和町交差点の周辺を対象に、NO₂、NO_x濃度、粒子状物質濃度、降下ばいじん量の面的分布等を調べ、それらの組成と路面堆積物・自動車排気ガスの組成との関係からそれらの発生源寄与について検討を加えた。

(2) 交差点付近の道路端5m以内にある3地点では、NO₂の平均濃度が0.057~0.089ppmと高く、500m以上離れた後背地との濃度差は0.022~0.047ppmあった。後背地との濃度差を当該道路からの寄与分とみなし求めた $\Delta\text{NO}_2/\Delta\text{NO}_x$ 比率は、従来のNO₂転換統計モデルに比べやや大きくなる傾向がみられた。

(3) 浮遊粒子状物質濃度では、交差点付近にある自動車排気ガス測定局(自排局)と後背地との間に平均4.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最高14.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の濃度差がみられた。後背地との濃度差を当該道路からの寄与分とした場合、自排局における浮遊粒子状物質濃度の当該道路からの寄与割合は、平均40%、2.4~7.3%(日平均値)の範囲であった。

(4) 浮遊粉じん濃度では、自排局(地上5m)と後背地との間に平均15.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最高18.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の濃度差がみられた。自排局における当該道路からの寄与割合は、平均56%、51~63%(日平均値)の範囲であった。自動車排気粒子の指標となる元素炭素成分の濃度差から、当該道路からの寄与のうち43%が自動車排気粒子、残りが路面堆積物の舞い上がり等と推定された。

また、道路端(地上1.2m)や陸橋下では自排局に比べ道路からの寄与濃度が若干大きい、高濃度が出現する際には道路端と自排局の濃度がほぼ同一になり、自動

車排気粒子の寄与割合がやや増大する場合があることが認められた。

(5) 降下ばいじん量では、自排局と後背地との間に11.3t/km²、道路端と後背地との間に47.3t/km²の濃度差がみられた。当該道路からの寄与割合は、自排局では6.6%、道路端地上では8.9%であった。自動車排気粒子の指標となる元素炭素成分の濃度差から、当該道路からの寄与のうち自排局では9.8%、道路端では5.0%が自動車排気粒子、A1成分の濃度差から、自排局では8.0%、道路端地上では9.4%が路面堆積物の舞い上がりと推定された。

(6) 沿道にある校舎屋上等では、地上付近に比べると寄与濃度が減少するが、その傾向は、降下ばいじん中の舞い上がり路面堆積物の寄与量において顕著であった。また、道路端から100m以内にある木立に囲まれた2階建建物の屋上では、後背地の校舎屋上に比べ降下ばいじん量が少なかった。

(7) 交差点のフェンスに付着した粒子状物質の成分分析から、自動車排気由来の炭素成分の割合が大きいこと、総炭素成分に占める有機炭素の割合が浮遊粉じんや降下ばいじんに比べ高い傾向にあることが認められた。

参 考 文 献

- 1) 福岡三郎他：道路沿道付近における粒子状物質の濃度分布，東京都公害研究所年報，11(1985)
- 2) 伊瀬洋昭他：粉じん発生源寄与に関する調査，東京都公害研究所年報，67(1985)
- 3) 伊瀬洋昭他：自動車排出汚染物質の排出実態に関するトンネル調査 — 第一報，東京都公害研究所年報，3(1983)
- 4) 福岡三郎他：自動車排出汚染物質の排出実態に関するトンネル調査 — 第二報，東京都公害研究所年報，49(1984)
- 5) 青木一幸：分子拡散を利用したサンプリング法について(5)，第24回大気汚染学会講演要旨集，458(1983)
- 6) 青木一幸：分子拡散を利用したサンプリング法(1)，大気汚染学会誌，20,5,394(1985)
- 7) 大気汚染研究協会：エアロゾル中の炭素成分分析法の精度等に関する調査(1986)
- 8) 足立義雄，阪井清志：沿道地域におけるNO酸化反

- 応について，環境問題シンポジウム講演論文集，13，
44(1985)
- 9) 福岡三郎他：ディーゼル車排ガス中の NO_2/NO_x
比について，第26回大気汚染学会講演要旨集，381
(1985)
- 10) 福岡三郎他：ディーゼル車からの粒子状炭素の排出
実態について，第25回大気汚染学会講演要旨集，
578(1984)