

環境大気中浮遊粒子状物質の実態調査 研究業務結果報告書

(平成 16～18 年度)

平成 19 年 6 月

三重県科学技術振興センター 保健環境研究部

目 次

1 . 調査の概要	- - - - -	1
2 . 調査の内容	- - - - -	1
2.1 調査地点	- - - - -	1
2.2 試料採取方法	- - - - -	3
2.3 粒子状物質の成分分析法	- - - - -	5
3 . 結果と考察	- - - - -	6
3.1 粒径分布	- - - - -	6
3.2 微小粒子 (PM2.5)	- - - - -	9
3.3 成分分析結果	- - - - -	11
3.4 自動車排ガス低減対策効果の検証	- - - - -	18
3.5 発生源寄与率の推定	- - - - -	18
4 . まとめ	- - - - -	27

1. 調査の概要

自動車 NO_x・PM 法の対策地域（図 1）である北勢地域内において、環境大気中浮遊粒子状物質の実態を把握するため、平成 16～18 年度まで幹線道路近傍、一般住宅地、バックグラウンド地の 3 地点を選定し大気中の粒子を粒径別に捕集する装置や微小粒子（PM_{2.5}）を選択的に捕集する装置等を使って、粒径分布や微小粒子濃度、その粒子中の内容成分等の調査を実施した。また、これらのデータを使用して自動車 NO_x・PM 法施行による効果（現時点）の変遷を明らかにするとともに、各種発生源の寄与率算定率手法を検討し、粒子状物質への発生源の推定を行った。

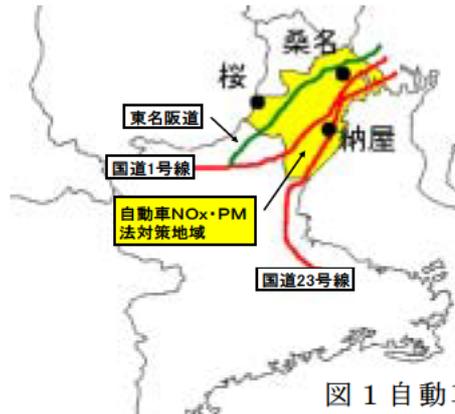


図 1 自動車 NO_x・PM 法の対策地域の対策地域

2. 調査の内容

2. 1 調査地点

調査地点を図 2～図 4 に示す。

(1) 幹線道路近傍 納屋（自動車排出ガス測定局）四日市市蔵町 4-17

この測定地点は、自動車排出ガス測定局で四日市市が管理している。

沿道道路は国道 23 号線（名四国道）で片側 2 車線となっており、平日に 1 日あたり約 63,000 台（平成 17 年度道路交通センサスより）の交通量がある。また、産業道路として使用されていることから大型貨物車の通行割合（約 60～65%）が多い。



図 2 - 1 納屋



図 2 - 2 納 屋 (測定地点)



図 2 - 3 納 屋 (国道 23 号線)

(2) 一般住宅地点 桑名上野浄水場 (一般環境局) 桑名市大字上野笠松
 一般住宅地にあり、直接には自動車排ガス等の近傍発生源の大きな影響は受けにくい位置にある。



図 3 - 1 桑 名



図 3 - 2 桑 名 (測定地点)

(3) バックグラウンド地点 桜 (保健環境研究部) 四日市市桜 3690-1

測定地点は、保健環境研究部屋上で鈴鹿山脈の麓にあり、近くには発生源はない。



図 4-2 桜(測定地点)

2. 2 試料採取方法

採取装置を図 5～図 8 に示す。

(1) 粒径別浮遊粒子状物質

粒径別浮遊粒子状物質は、アンダーセンエアサンプラーを用いて採取した。

アンダーセンエアサンプラーは、一定流量 (28.3L/min) で試料空気を吸引し、浮遊粒子状物質を分級採取板上 (8 段の慣性衝突式分級ステージと最終段のバックアップフィルター) に慣性衝突効果を利用して採取する。

分級範囲は、0.43～11 μm で フィルターは石英繊維フィルター (Pallflex 2500QAT-UP) を使用し、重量濃度、炭素成分、イオン成分等を分析した。

採取期間は、10～14 日間程度とした。

(2) 浮遊粒子状物質 (SPM) (粒径 $10\mu\text{m}$ 以下)

多段式ローボリウムエアサンプラーを用いて採取した。

フィルターは、石英繊維フィルター (Pallflex 2500QAT-UP) を使用し、重量濃度、炭素成分、イオン成分等を分析した。採取期間は、約 14 日とした。

(3) 微小粒子 ($2.5\mu\text{m}$ 以下の微小粒子 (PM_{2.5}))

採取サンプラーは、FRM-2000、R&P 社製を使用し、フィルターは重量濃度、炭素成分、イオン成分等を行うため石英繊維フィルター Pallflex 2500QAT-UP) を使用した。なお、このサンプラーは米国 EPA の採取装置の規格 (米国連邦規格) に基づくものである。

(4) 簡易サンプラー (PCI サンプラー)

簡易型の粗大粒子と微小粒子の捕集装置 (東京ダイレック製) で米国環境基準捕集装置の規格に準じていないが PM_{2.5} (微小粒子) と PM_{2.5}~10 (粗大粒子) を分けて簡易に採取する装置である。



図 5 アンダーセンエアサンプラー



図 6 ローボリウムエアサンプラー



図 7 FRM 採取装置



図 8 PCI 簡易サンプラー

2.3 粒子状物質の成分分析法

成分分析は、文献^{1,2)}を参考に表1に示した方法で分析を行った。

(1) 粒子状物質濃度の測定

ろ紙は湿度50%のデシケータ内で48時間以上放置し恒量にした後、マイクロ天秤で重量を計測し、試料採取に用いた。

各採取装置で捕集した試料は、捕集前と同様に恒量にした後、重量を計測し捕集前の重量との差から粒子状物質の量を測定した。

(2) 炭素成分

炭素成分は、CHNコーダを用いた。

分析は、不活性ガス(He)中、600 で加熱処理したときに揮発する成分を有機炭素(OC)、酸素とヘリウムガス(O₂+He)中、850 で加熱処理したときに揮発成分からOCを差し引いたものを元素状炭素(EC)とした。

(3) イオン成分

超純水で超音波抽出を行った後、イオンクロマトグラフにて分析を行った。

(4) 金属成分

圧力分解容器を用いた酸抽出法によりICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析計)にて分析を行った。

表1 粒子状物質中の成分分析を実施した項目と分析方法

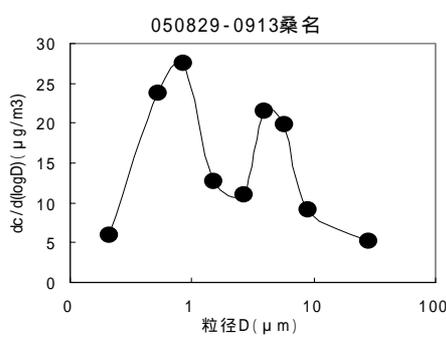
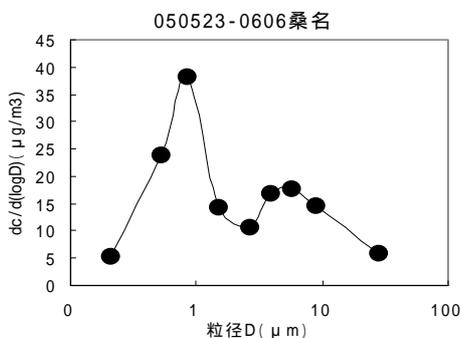
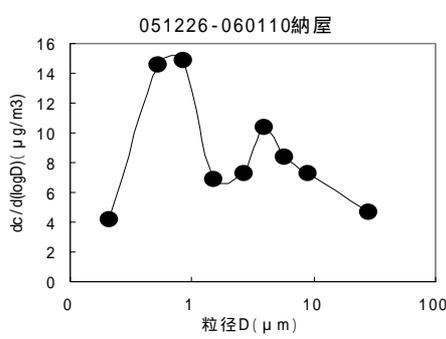
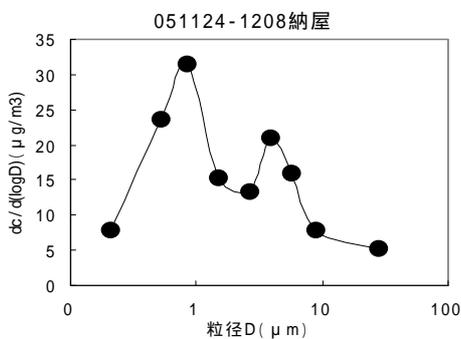
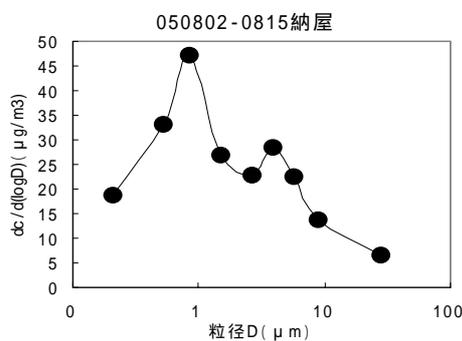
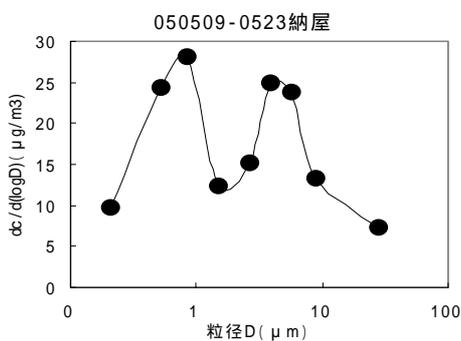
成分	項目	分析方法	
		前処理	分析装置
炭素成分	元素状炭素	850 (O ₂ +He) (有機炭素濃度との差)	CHN計 (元素分析計CHNコーダ)
	有機炭素	600 (He)	
イオン成分	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻) 硝酸イオン(NO ₃ ⁻) 塩素イオン(Cl ⁻) アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)	超純水で超音波抽出	イオンクロマトグラフ
金属成分	Na Cr As La Al Mn Se Ce K Fe Rb Sm Ca Co Ag Pb Sc Ni Cd Th Ti Cu Sb V Zn Ba	圧力分解容器を用いた酸抽出法	ICP-MS (誘導結合プラズマ質量分析計)

3. 結果と考察

3.1 粒径分布

アンダーセンエアサンプラーを用いて大気中の粒子を捕集し、粒径分布を求めた結果を図9（各図の上段には測定地点と採取期間を示した。）に示した。図の横軸には粒径を、縦軸には粒径分布関数 $dc/d(\log D)$ （頻度）³⁾を示している。

図からみられるように、およそ粒径 $0.8 \mu m$ と $4 \mu m$ 付近にピークをもつ2山分布を示している。また、この2山分布はどの測定地点も年間を通じてみられる。（なお、図の地点名とともに示した数値は、測定の開始と終了の年月日を示している。以下同じ）



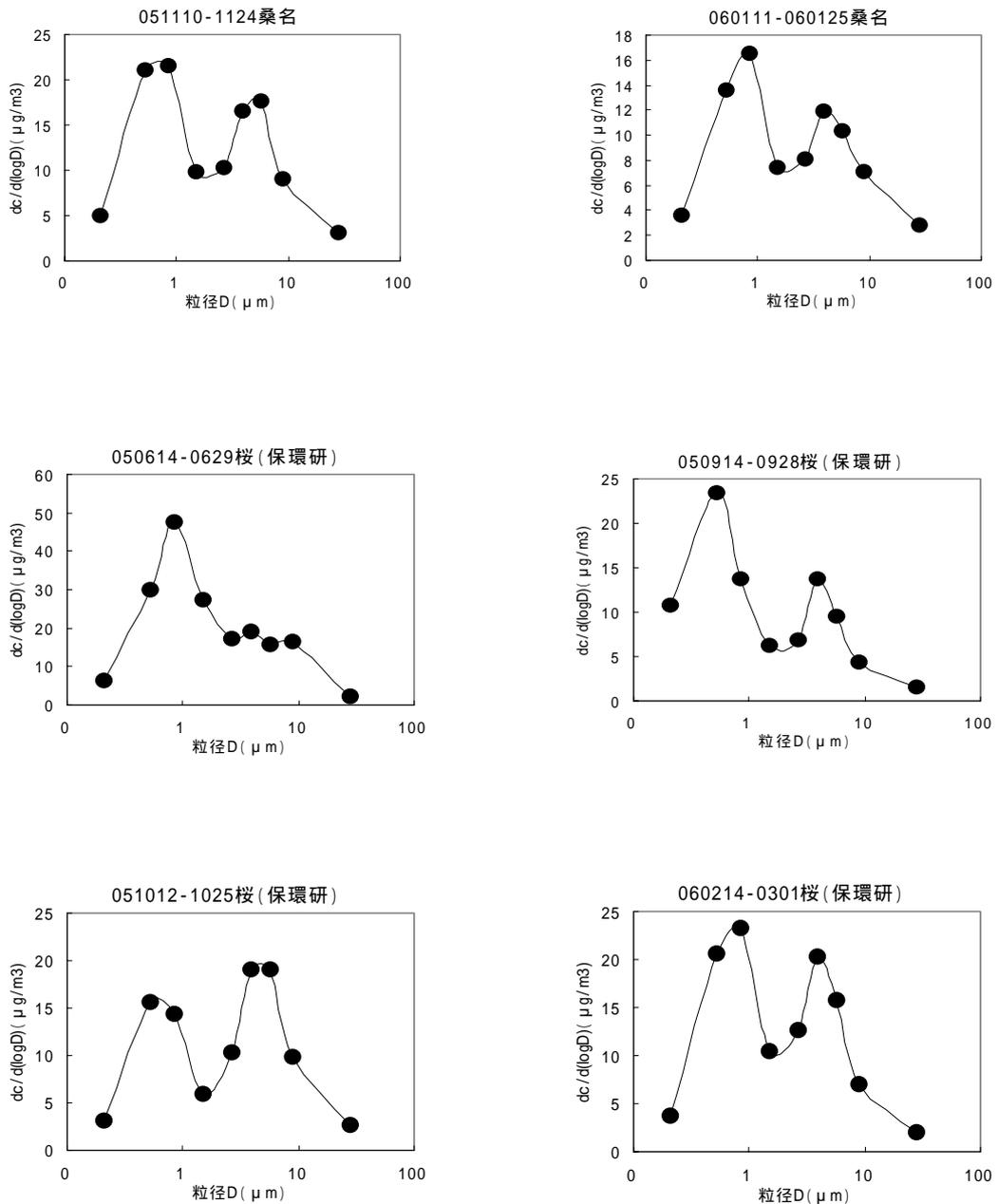


図 9 粒径分布

また、図 9 のアンダーセンエアサンプラーによる粒径分布から粒子径 2.1 μm を境に以上のものを粗大粒子、以下のものを微小粒子として区分した場合の存在の状況を図 10 - 1 ~ 10 - 3 (図中の数値は、濃度を示す。) に示した。

測定期間が同時期でないため一概には言えないが、3 地点 (幹線道路沿道、一般住宅地、バックグラウンド地) の粗大、微小粒子濃度の比率に顕著な差がみられなかった。

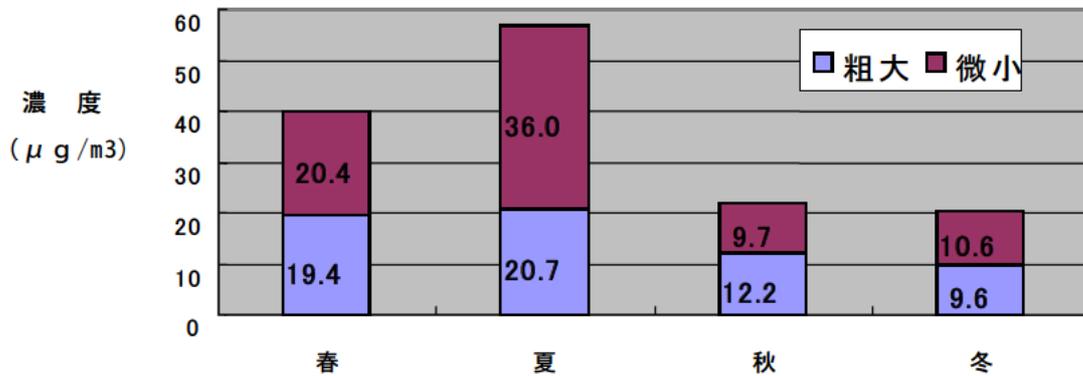


図10-1 納屋における微小粒子と粗大粒子別濃度(アンダーセンエアサンプラーによる)

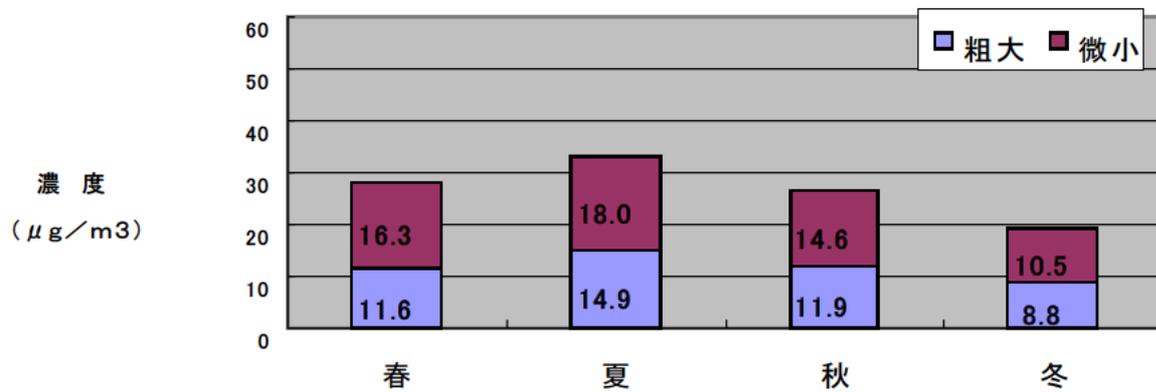


図10-2 桑名における微小粒子と粗大粒子別濃度(アンダーセンエアサンプラーによる)

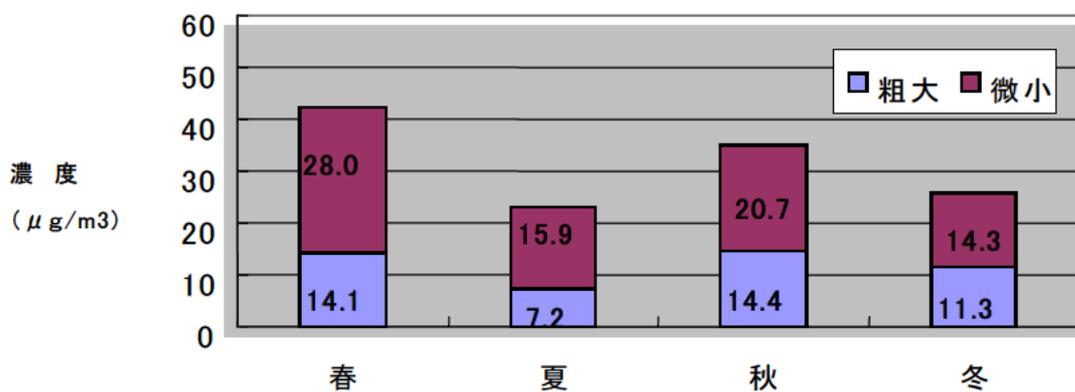


図10-3 桜における微小粒子と粗大粒子別濃度(アンダーセンエアサンプラーによる)

3.2 微小粒子(PM2.5)

(1) 採取法の比較

浮遊粒子状物質(粒径10 μ m以下の粒子)は、2山分布をしめすことがわかったが、近年、2山分布を示す粒子のうち粒径の小さい粒子を微小粒子(PM2.5)と称し、発生原因が人為的な汚染源によることが多く、人体への健康影響の観点から注目されている。

環境省では、「ディーゼル排気微粒子リスク評価委員会」の中間報告(H14.3月)⁴⁾として、ディーゼル排ガスの人に対する発がん性は強く示唆されるとし、

また、東京都ではディーゼル車排出微粒子がヒトのスギ花粉症症状の発現や悪化へ影響を及ぼすとしている。(2003年.5月)⁵⁾

表2に、FRM採取装置によるPM2.5の測定結果を、表3には、簡易測定機器であるPCIサンプラーによるPM2.5の測定結果を示した。

なお、図11にはFRM採取装置と簡易サンプラー(PCIサンプラー)による同時採取時の粒子濃度の関係について示した。

図から両者はよい相関を示していることからPCIサンプラーをFRM採取装置とともに今調査に使用した。

表2 FRM採取装置によるPM2.5の測定結果

測定地点	期 間	濃 度
幹線道路沿線(納屋)	2005.5~2006.12	22.6 μ g/m ³ (n=8、最大 33.5 最小 14.1)
住宅地(桑名)	2005.5~2006.1	16.6 μ g/m ³ (n=4、最大 21.2 最小 11.3)
ハックラウンド地(桜)	2005.9~2006.5	13.7 μ g/m ³ (n=4、最大 16.8 最小 9.3)

表3 PCI簡易採取装置によるPM2.5の測定結果

測定地点	期 間	濃 度
幹線道路沿線(納屋)	2005.5~2006.12	20.9 μ g/m ³ (n=20、最大 35.3 最小 8.9)
住宅地(桑名)	2005.5~2006.12	17.0 μ g/m ³ (n=13、最大 23.8 最小 9.9)
ハックラウンド地(桜)	2005.6~2006.12	12.1 μ g/m ³ (n=12、最大 23.7 最小 6.6)

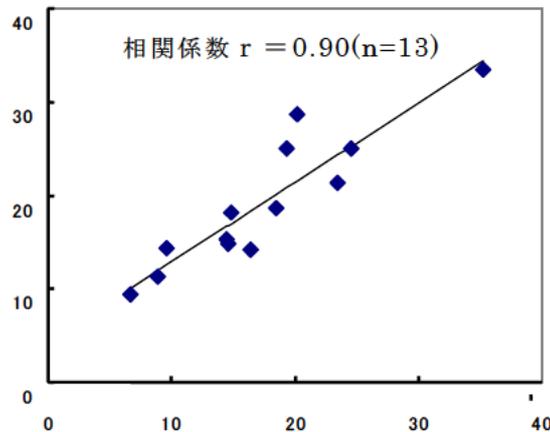


図 1 1 FRM 採取装置と PCI 簡易サンプラーとの関係

FRM 採取装置と PCI サンプラーによる微小粒子 (PM_{2.5}) の測定結果から幹線道路沿道 (納屋) は、平均して FRM 採取装置で 22.6、PCI サンプラーで 20.9 であり、一般住宅地 (桑名) では平均して FRM 採取装置で 16.6、PCI サンプラーで 17.0 であり、バックグラウンド地 (桜) では FRM 採取装置で 13.7、PCI サンプラーで 12.1 であった。

これらの値を米国の PM_{2.5} に係る環境基準⁶⁾や日本国内の大都市における値と比較すれば、米国の環境基準値 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (年平均値) を満足できるのはバックグラウンド値 (桜) であり、一般住宅地 (桑名) においては基準値線上に、幹線道路沿道 (納屋) は基準を超えている可能性がある。また、幹線道路沿道 (納屋) では東京都、横浜市、名古屋市等の測定結果と同程度の濃度であった。

表 4 に国内の大都市の PM_{2.5} の値と米国の基準値を示す。

表 4 PM_{2.5} の他県の状況と米国 EPA の基準値

		自排;自動車排出ガス測定局 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
東京都	一般環境	21.0 , 22.5(H15)
	自排	21.3 , 25.8(H15)
横浜市	一般環境	20.0 (1999年~2003年)
名古屋市	一般環境	18~30(2002年)
	自排	29 (2002.10)
兵庫県	自排	19 (2003~2006年)
米国の環境基準		
年平均値 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (日平均値を年算術平均した値の3年平均値)		

(2) 同時採取による地点間比較

3地点(幹線道路近傍、一般住宅地、バックグラウンド地)でPCIサンプラーを使用して同時に微小粒子(PM_{2.5})を採取した結果を図12に示した。

図からほとんどの場合、幹線道路近傍の納屋地点で一般住宅地の桑名地点やバックグラウンド地点の桜に比べて微小粒子濃度が高く、その濃度の差は2倍~3倍であった。なお、冬季の(2.14-3.1)のケースについて納屋局の微小粒子濃度が他の地点より低かったが、当時の気象では北西風が卓越しており、納屋地点は自動車排ガスの影響から見て風上に位置していることによる。

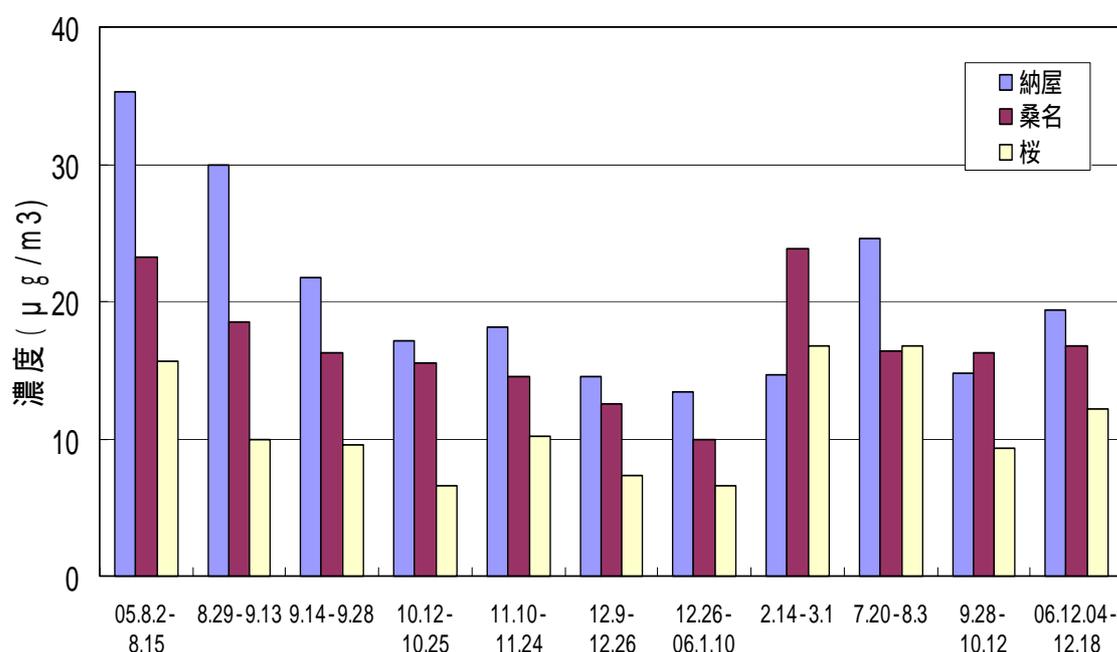


図12 同時採取した3地点の微小粒子濃度

3.3 成分分析結果

(1) 浮遊粒子状物質(SPM; 粒径が10µm以下のもの)

浮遊粒子状物質中の主要な内容成分を図13-1~13-3に示した。

図から元素状炭素(EC)や有機炭素(OC)

の濃度が最も高いのは、幹線道路近傍の納屋であり、特に元素状炭素(EC)の濃度が他の地点に比べて高かった。

これは、主にディーゼル車から排出される黒煙粒子(元素状炭素(EC))によるものと推定される。その他の主要金属(ナトリウム、アルミニウム、鉄、カルシウム、亜鉛等)の濃度や全イオン(硫酸イオン、硝酸イオン、塩素イオン、アンモニウムイオン)については地点間に大きな差はみられない。

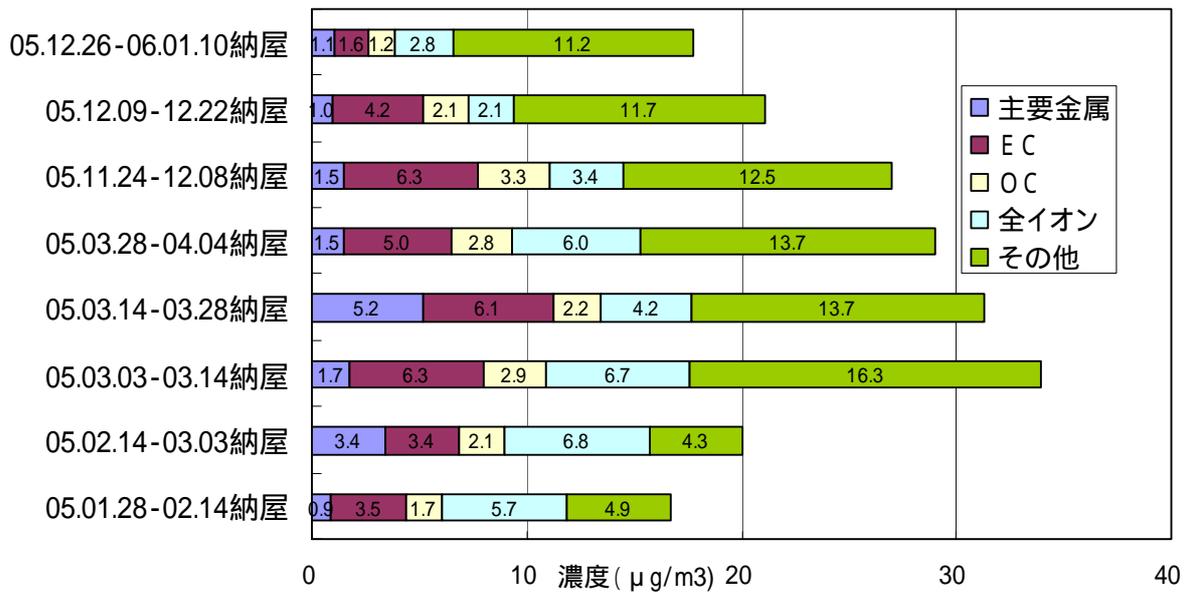


図 13-1 納屋の浮遊粒子状物質 (SPM) 中の内容成分

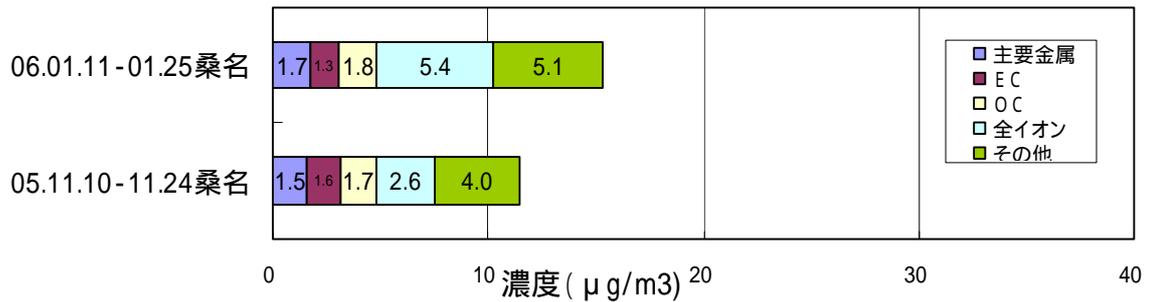


図13-2 桑名の浮遊粒子状物質 (SPM)中の内容成分

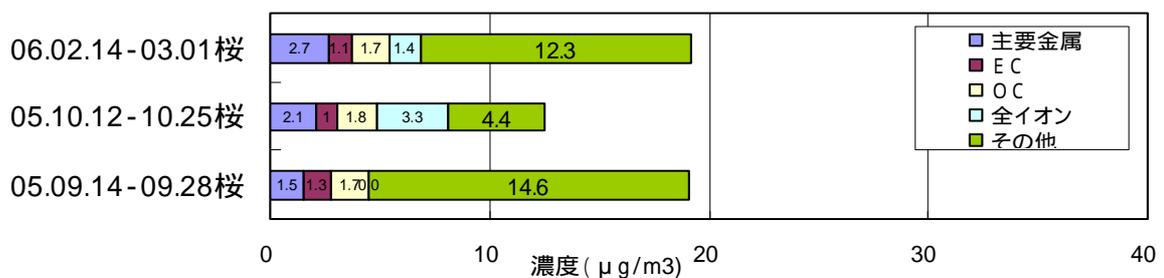


図13-3 桜の浮遊粒子状物質 (SPM) 中の内容成分

(2) 粗大粒子 (粒径 2.5 ~ 10 μ m)

PCI 簡易サンプラー (PCI - 2) により採取される浮遊粒子状物質中で粒径の比較的大きい粒子である粗大粒子の内容成分について図 14 - 1 ~ 14 - 3 に示した。

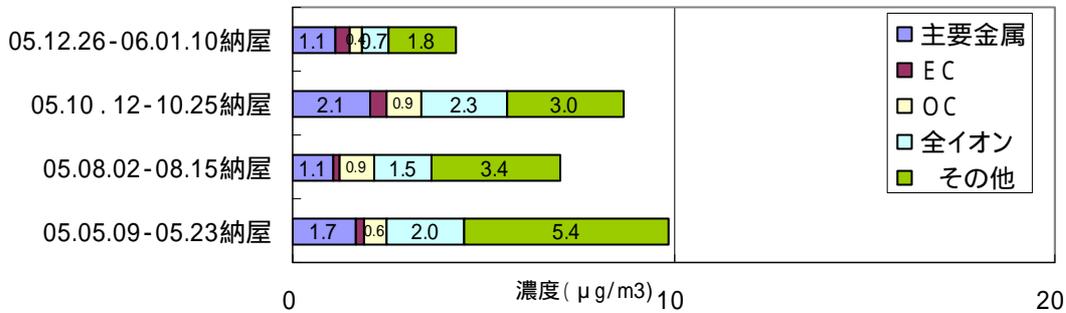


図 14-1 納屋の粗大粒子 (2.5-10 μ m) 中の内容成分

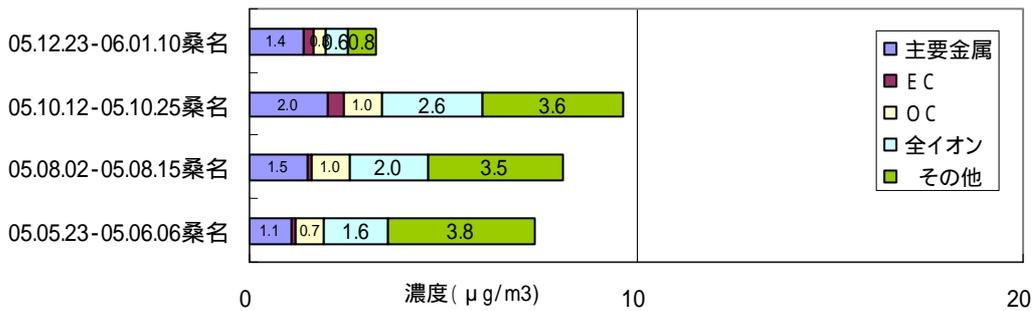


図 14-2 桑名の粗大粒子 (2.5-10 μ m) 中の内容成分

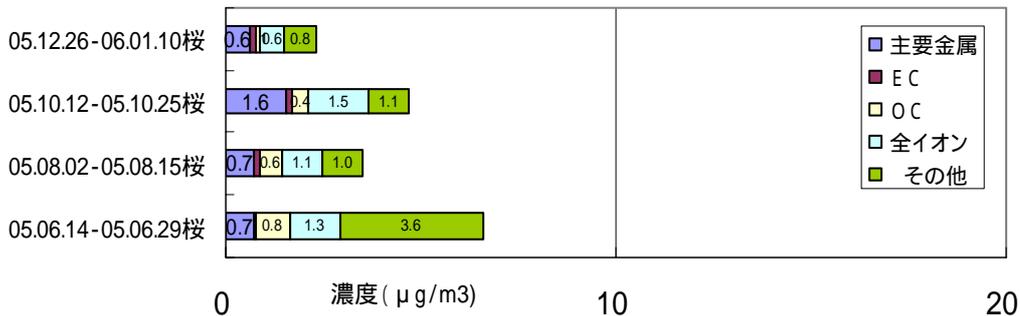


図 14-3 桜の粗大粒子 (2.5 - 10 μ m) 中の内容成分

図から、3地点における主要金属、炭素成分（EC、OC）、全イオンは、地点別には顕著な違いが見られなかった。特に、EC、OCの濃度は小さくかつ濃度差がみられないことから、粗大粒子内よりも微小粒子内に多く含まれることが推測される。

(3) 微小粒子（PM2.5）

微小粒子中の内容成分について、FRM採取装置によるデータを図15-1～15-3に、PCI簡易サンプラーによるデータを図16-1～16-3に示した。

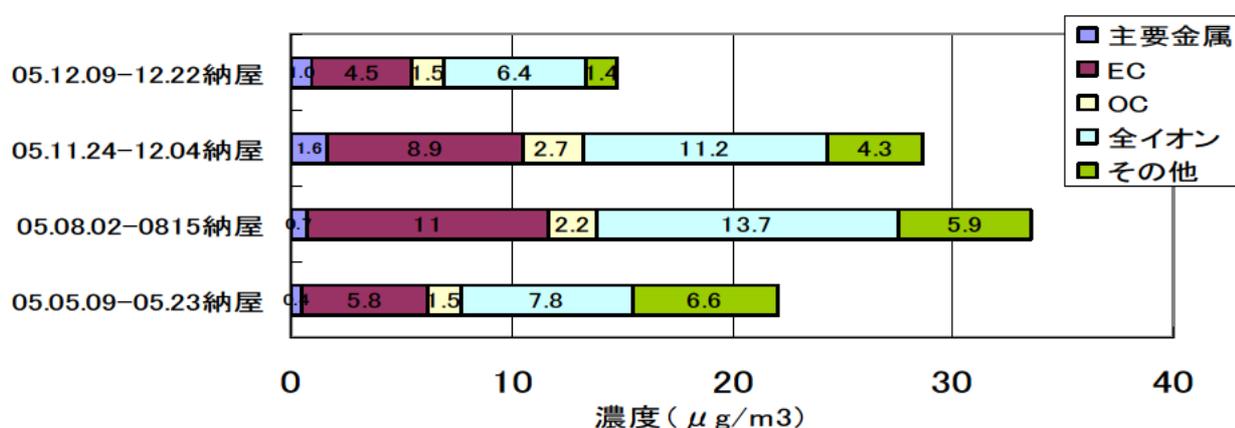


図15-1 納屋の微小粒子(FRMによる)中の内容成分

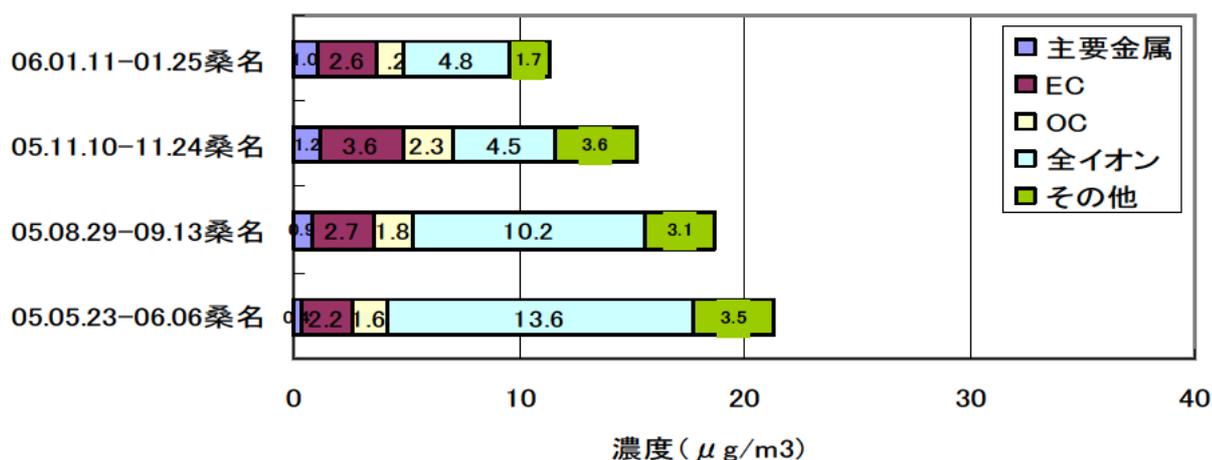


図15-2 桑名の微小粒子(FRMによる)中の内容成分

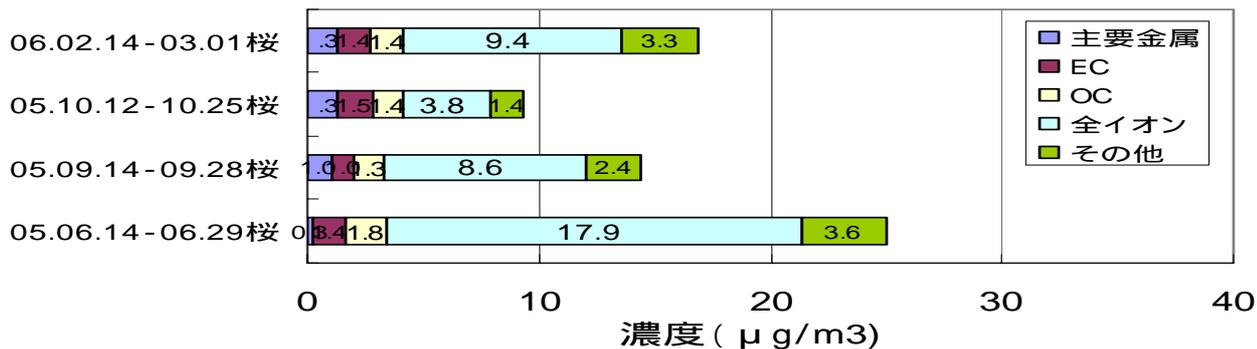


図15 - 3 桜の微小粒子 (FRMによる) 中の内容成分

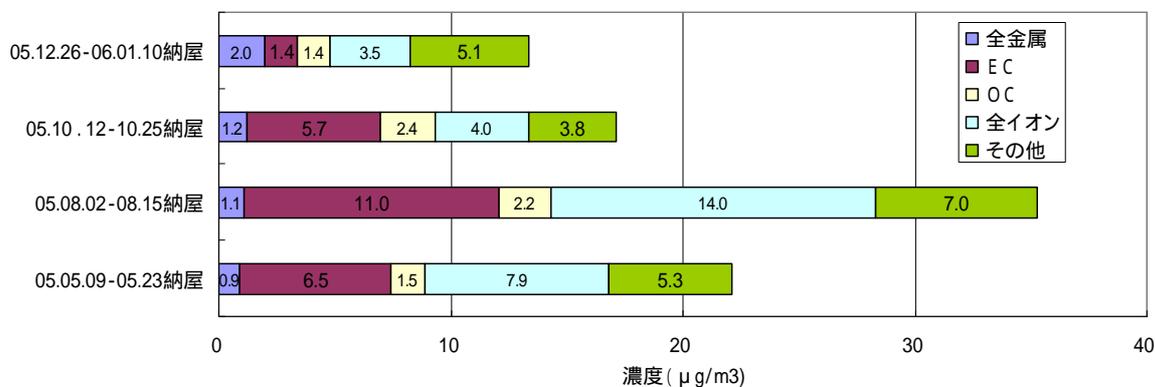


図16 - 1 納屋の微小粒子 (PCIサンプラーによる) 中の内容成分

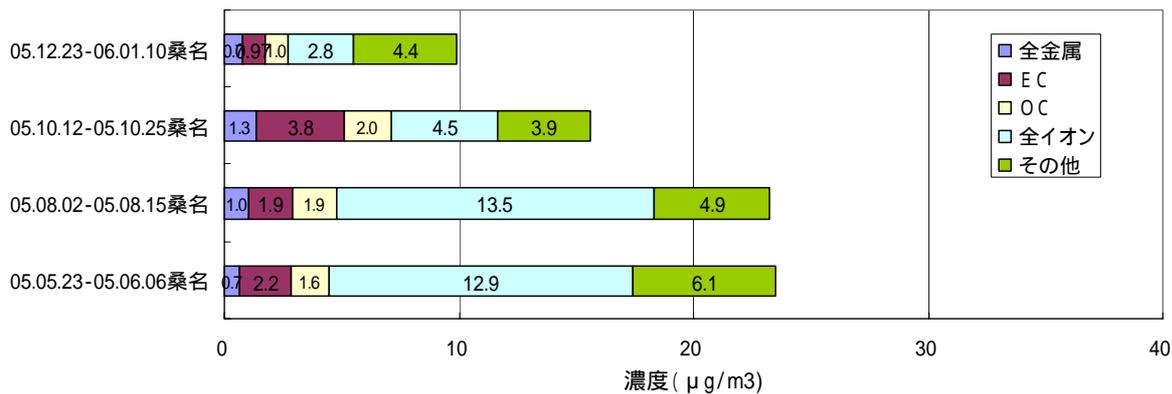


図16 - 2 桑名の微小粒子 (PCIサンプラーによる) 中の内容成分

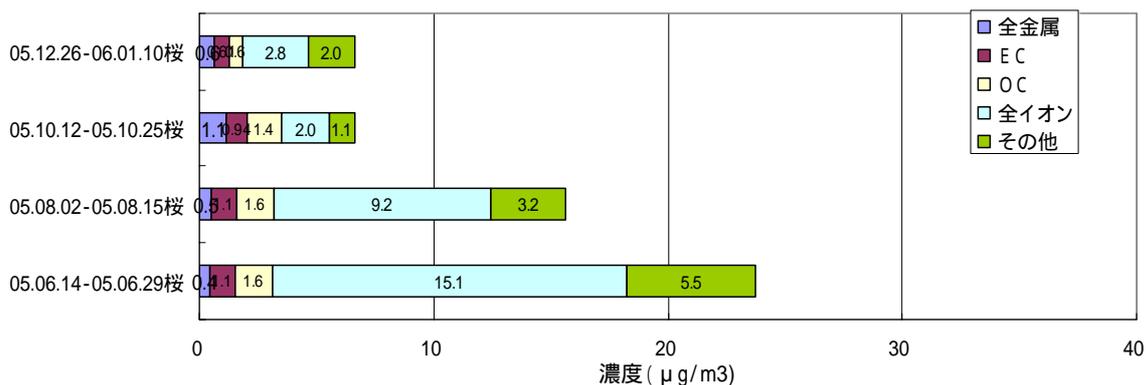


図16 - 3 桜の微小粒子 (PCIサンプラーによる) 中の内容成分

図から、元素状炭素 (EC) については、幹線道路沿道地点である納屋が他の地点に比べて際立って濃度が高い。有機炭素 (OC) については若干幹線道路沿道地点の濃度が高い傾向があるが元素状炭素 (EC) に比べて差は少ない。

全イオン濃度は、他の炭素、金属成分よりも濃度が高くかつ3地点とも濃度が高くて測定地点別の濃度差は少ない。

これらのことから、全イオンは測定地点が発生源に近いかどうかよりもより広域的な汚染物質である2次生成物質の割合が高く気象条件により影響を受けていることが推定される。

(3) 同時採取した微小粒子 (PM2.5) 中の炭素成分

同時採取した3地点の微小粒子中の炭素成分について、元素状炭素 (EC)、有機炭素 (OC) の合計の濃度を図17に、元素状炭素 (EC) 濃度を図18に、有機炭素 (OC) 濃度を図19に示した。

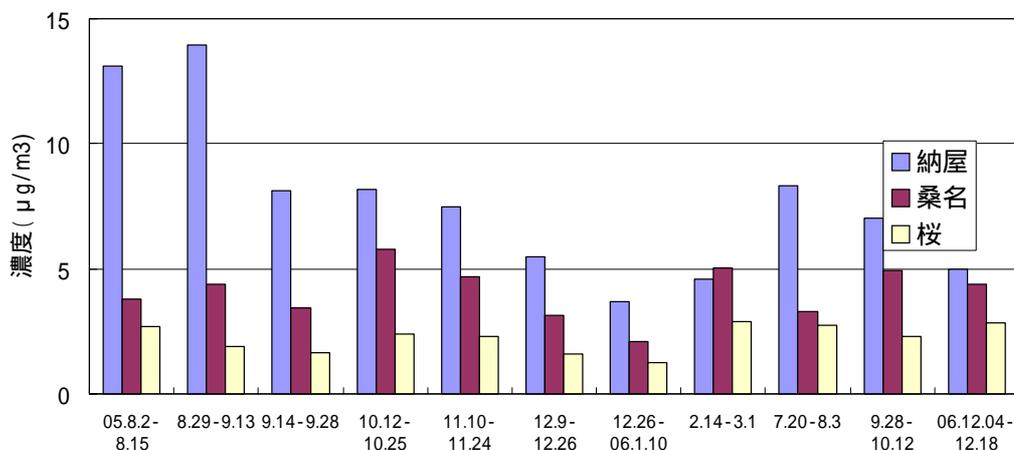


図17 同時採取した3地点の微小粒子中の炭素濃度

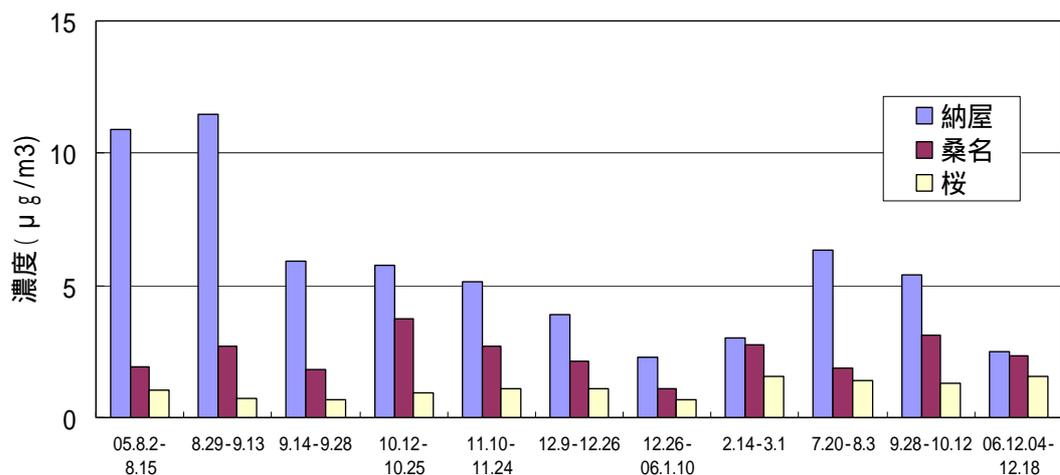


図18 同時採取した3地点の微小粒子中の元素状炭素(EC)濃度

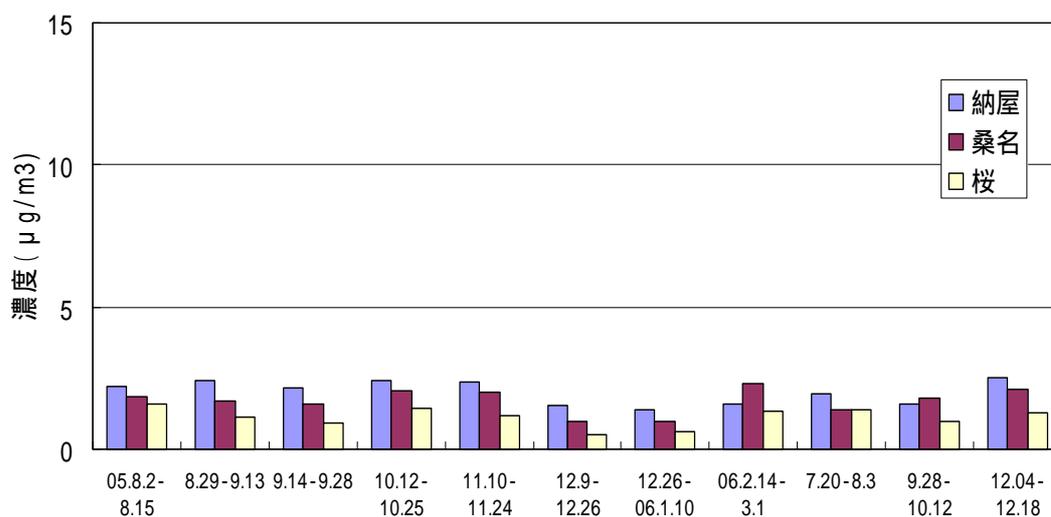


図19 同時採取した3地点の微小粒子中の有機炭素(OC)濃度

図17～19から微小粒子中の炭素濃度(元素状炭素(EC)、有機炭素(OC))の中で最も大きな濃度差が見られるのは、元素状炭素(EC)で最も濃度が高い幹線道路近傍の納屋と最も低いバックラウンド地の桜を比較した場合、最大で約15倍の濃度差が見られた。

一方、比較的濃度の差が見られないのは有機炭素(OC)で、濃度差は2倍以内に入っており、その濃度も低く元素状炭素(EC)に比べて数分の1となっている。

3. 4 自動車排ガス低減対策効果の検証

自動車排ガスによる自動車交通公害対策は、以前から新車の単体規制を中心に行われてきた。自動車交通公害の悪化傾向により使用過程車を規制する必要性から平成13年6月に自動車NO_x法が改正され、粒子状物質を追加規制対象にして自動車NO_x・PM法が制定され現在に至っている。

図20に1991年に測定したデータと最近測定したデータを比較して示した。

なお、測定場所は、同じ幹線道路沿道の納屋であり、採取装置も同じ採取装置（アンダーセンエアサンプラー）によって得たデータで粒子径2.1μm以下のものを微小粒子として比較した。

年間を通じたデータではなく、また気象等による変化も見込まれるため単純には比較できないが、図から微小粒子の濃度は横ばいか、若干低下傾向が観察される。

自動車NO_x・PM法による対策効果の明確な検証は、規制の猶予期間等も踏まえ今後の結果を待って判断する必要がある。

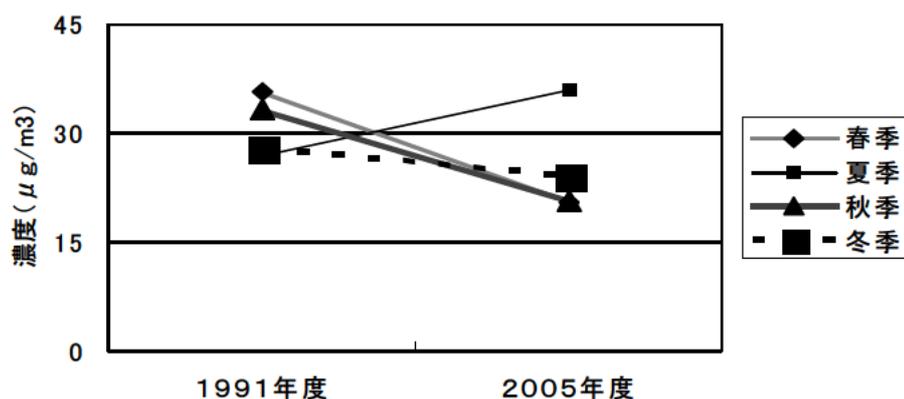


図20 微小粒子濃度の比較

3. 5 発生源寄与率の推定

浮遊粒子状物質の発生源寄与率を推定する方法として、ケミカルマスバランス法（Chemical Mass Balance：以下「CMB法」という。）という解析手法が用いられている。^{7,8,9)} CMB法は各種発生源から排出される粒子状物質の含有成分組成（発生源データ）と大気中の粒子状物質濃度及びその含有成分から発生源寄与濃度・寄与率を推定する方法で、今回は早狩ら¹⁰⁾が開発したCMB8Jソフトを用いて解析を実施した。

また、発生源寄与率を簡易に推定する方法として、元素状炭素（EC）の測定結果から寄与率を推定する方法についても実施した。

CMB法では使用する種々のデータ（発生源データや推計に利用した粒子中の含有成分項目及び2次生成粒子の推計方法）により報告されている。

今回は、「ディーゼル排気微粒子低減対策総合調査」（平成10年度環境庁報告、以下「A」法という。）²⁾と山神ら（名古屋市環境科学研究所報、以下「B」法という。）¹¹⁾の発生源データ及び解析手法を用いた。

表5に推計に使用する発生源データを、表6に推計に利用した粒子中の含有成分項目及び2次生成粒子の推計方法を示した。

(1) A法による発生源寄与率推定結果

図21-1～21-3に浮遊粒子状物質（SPM）の地点別寄与率の代表例を、表7にはディーゼル自動車による浮遊粒子状物質（SPM）への地点別平均寄与率を示した。

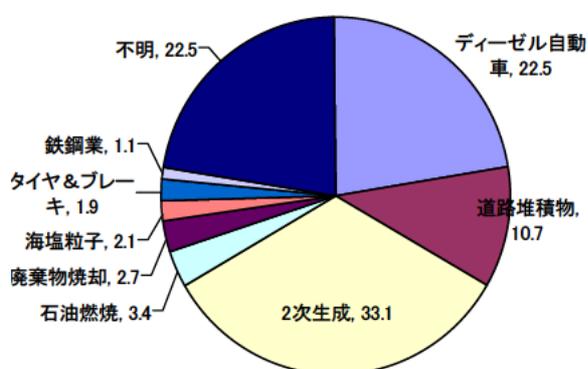


図21-1 SPM 納屋 050128-0214

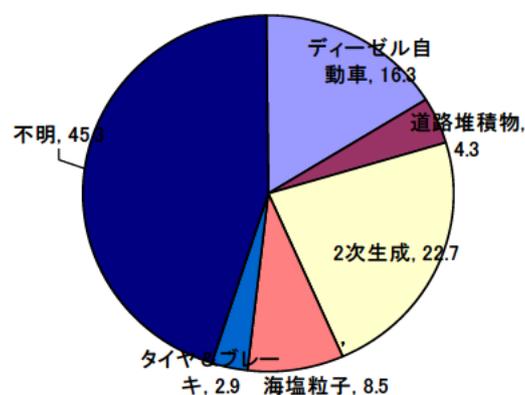


図21-2 SPM 桑名 051110-1124

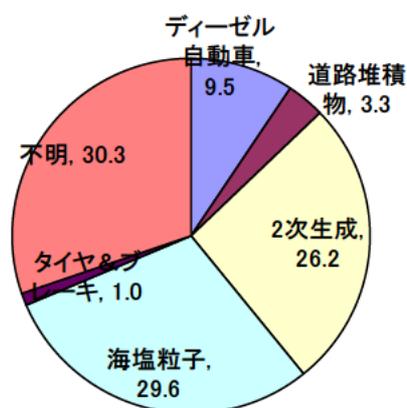


図21-3 SPM 桜 05.10.12-10.25

地点	平均寄与率(%)
納屋	17.5 (9.6～22.5) (N=6)
桑名	12.6 (8.9～16.3) (N=2)
桜	7.5 (6.1～9.5) (N=3)

表5 CMB法に利用した発生源データ

単位: %

発生源データ1 1							
成分	道路堆積物 実測値	海塩粒子 実測値	鉄鋼業 実測値	石油燃焼 実測値	廃棄物焼却 実測値	自動車 実測値	タイヤ&ブレーキ 実測値
Na	1.04	30.4	1.36	1	12	0.1	0.92
Al	5.25	0.000029	0.999	0.21	0.42	0.24	4.9
K	1.02	1.1	1.32	0.085	20	0.09	0.806
Ca	5.45	1.17	4.51	0.085	1.1	0.2	1.2
Br	0.00089	0.19	0.0144	0.00085	0.083	0.0038	0.017
Sc	0.00125	0.0000001	0.000132	0.000009	0.000046	0.000036	0.00023
Ti	0.45	0.0000029	0.1	0.074	0.09	0.019	0.3
V	0.012	0.0000058	0.0125	0.46	0.0027	0.00096	0.011
Cr	0.04	0.0000002	0.316	0.021	0.085	0.0012	0.034
Mn	0.115	0.0000058	2.2	0.012	0.033	0.0044	0.141
Fe	5.77	0.000029	15.7	0.46	0.61	0.11	7.66
Co	0.002	0.0000015	0.0044	0.0031	0.0021	0.00007	0.002
Ni	0.0084	0.0000015	0.29	0.49			0.026
Cu	0.184	0.0000017	0.37	0.0001	0.36		0.87
Zn	0.21	0.0000029	5.15	0.04	2.6	0.047	0.3
As	0.00092	0.0000029	0.0103	0.0023	0.015	0.00028	0.01
Se	0.0002	0.0000012	0.00511	0.0048		0.002	
Rb	0.0037	0.00035	0.00768	0.0002	0.026	0.00019	0.0034
Ag	0.00016	0.0000087	0.00542		0.015		0.0042
Cd	0.00045	0.0000002	0.0252	0.024	0.05		0.0084
Sb	0.0031	0.0000014	0.009	0.00069	0.061	0.00047	0.42
Ba	0.053	0.0000086	0.05	0.1	0.039	0.002	1.88
La	0.0021	0.0000009	0.000975	0.004	0.00077	0.00011	0.00075
Ce	0.0054	0.0000012	0.00687	0.07	0.017	0.00021	0.0024
Sm	0.00028	0.0000001	0.0000212	0.00076	0.000046	0.000013	0.000043
Pb		0.0000001	1.44	0.033	1.7		
Th	0.00051	0.0000002	0.00004	0.000038	0.00005	0.000011	0.00025
EC	4.78	0.0000028	0.5	75	0.5	76.6	51.7
OC	8.26					10.7	8.7
SO ₄ ²⁻	0.016					0.77	3.4
NO ₃ ⁻	0.018					0.78	0.48
Cl ⁻	0.061	55.1	3.41	0.092	27		1.73
NH ₄ ⁺	0.097	0.0097					
発生源データ2 2							
成分	道路堆積土壌	海塩粒子	石油燃焼	鉄鋼工業	都市ごみ焼却	廃棄物焼却	ディーゼル車
EC	3.36		22.77	0.5	1.64	4.355	65
OC	5.12		2.72		1.49	9.83	20
K	1.4	1.1	0.023	1.32	2.83	16.885	0.43
Na	1.19	30.42	1.65	1.36	3.32	11.967	
Fe	6.1	0.000029	2.23	15.7	0.397	1.186	
Zn	0.203	0.0000029	0.07	5.15	0.735	3.024	0.56
Al	4.72	0.000003	0.129	0.999	1.67	0.786	
Ca	4.33	1.2	0.079	4.51	29.3	3.459	
Mn	0.157	0.0000053	0.008	2.2	0.0355	0.016	0.023
V	0.0083	0.0000058	0.538	0.0125	0.0016	0.0001	0.01

出典: 1...ディーゼル排気微粒子低減対策総合調査(平成10年度環境庁)
 2...名古屋市における大気中PM2.5調査結果、名古屋市環境科学研究所報(2003)

表6 発生源寄与率推計に利用した粒子中含有成分及び2次生成粒子推計法

	推計に利用した粒子中の含有成分				2次生成粒子推計法
A法	Na	Cr	As	La	OC、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、NH ₄ ⁺ の実測値から一次粒子と想定される分を差し引いた値
	Al	Mn	Se	Ce	
	K	Fe	Rb	Sm	
	Ca	Co	Ag	Pb	
	Sc	Ni	Cd	Th	
	Ti	Cu	Sb		
	V	Zn	Ba		
B法	EC	Na	Al	V	
	OC	Fe	Ca		
	K	Zn	Mn		

図22-1～22-12にA法による微小粒子（PM2.5）の地点別寄与率を、表8にはディーゼル自動車による微小粒子（PM2.5）への地点別寄与率を示した。

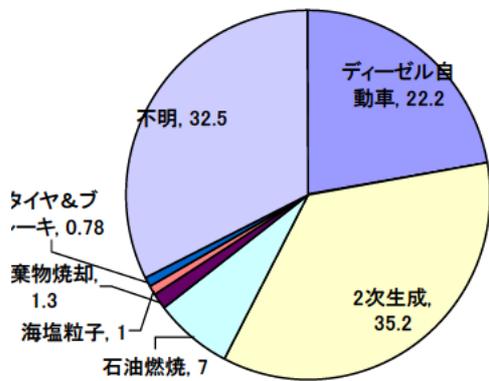


図22-1 PM2.5 納屋050509-0523

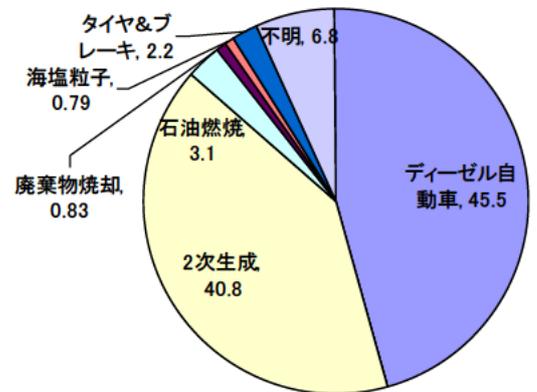


図22-2 PM2.5 納屋050802-0815

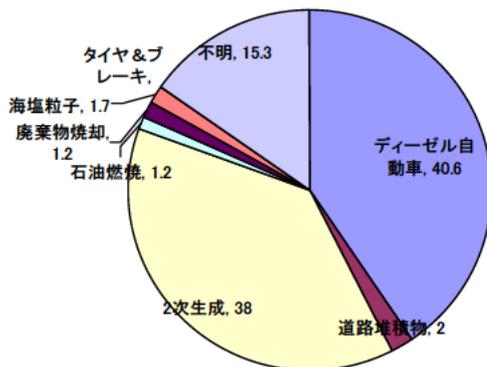


図22-3 PM2.5 納屋 051124-1204

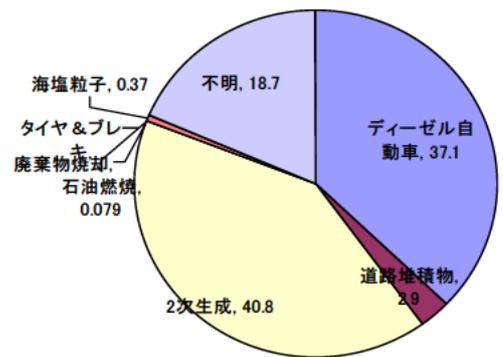


図22-4 PM2.5 納屋 051209-1222

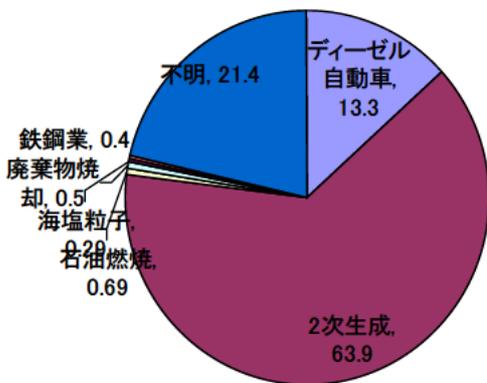


図22-5 PM2.5 桑名 050523-0606

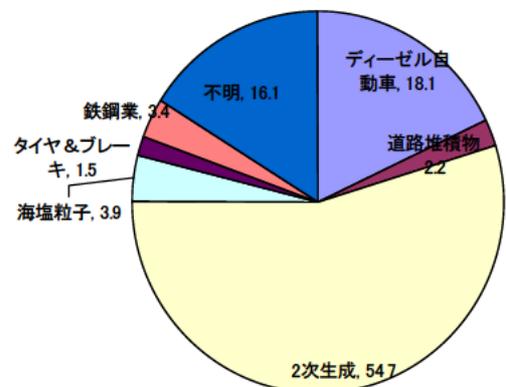


図22-6 PM2.5 桑名 050829-0913

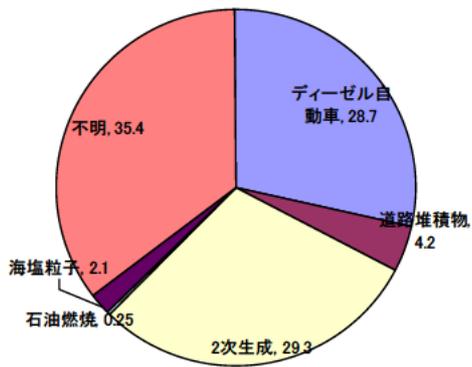


図22-7 PM2.5 桑名 051110-1124

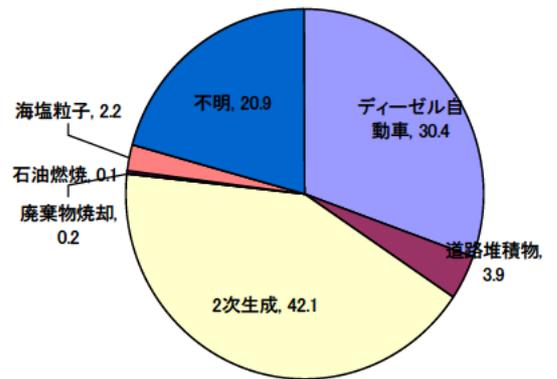


図22-8 PM2.5 桑名 060111-0125

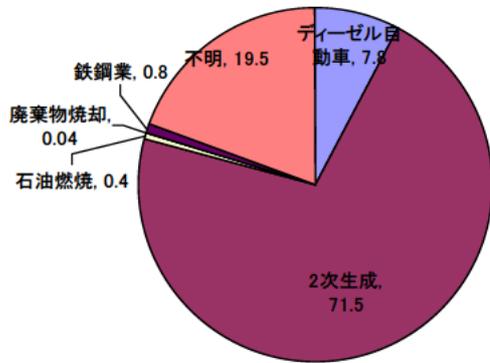


図22-9 PM2.5 桜 050614-0629

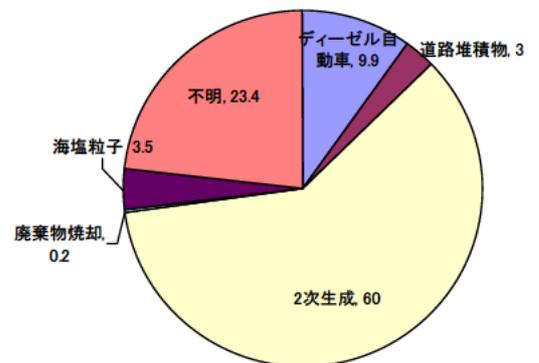


図22-10 PM2.5 桜 050914-0928

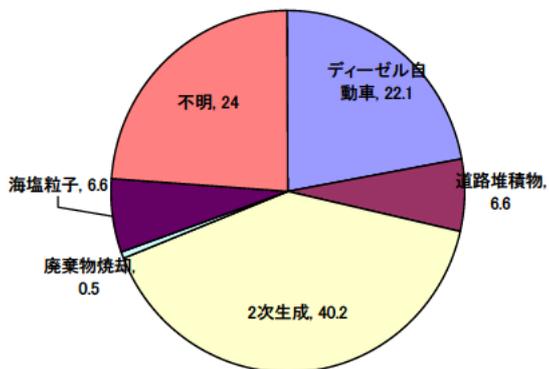


図22-11 PM2.5 桜 051012-1025

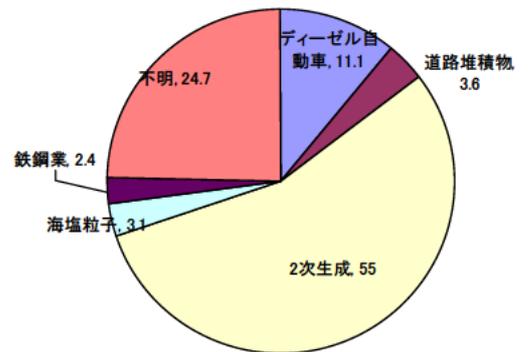


図22-12 PM2.5 桜 060214-0301

測定地点	平均寄与率（%）
納屋	36.4（22.2～45.5）（N=4）
桑名	22.6（13.3～30.4）（N=4）
桜	12.7（7.8～22.1）（N=4）

(2) B法による発生源寄与率推定結果

図23-1～23-3に浮遊粒子状物質（SPM）の地点別寄与率の代表例を、表9にはディーゼル自動車による浮遊粒子状物質（SPM）への地点別平均寄与率を示した。

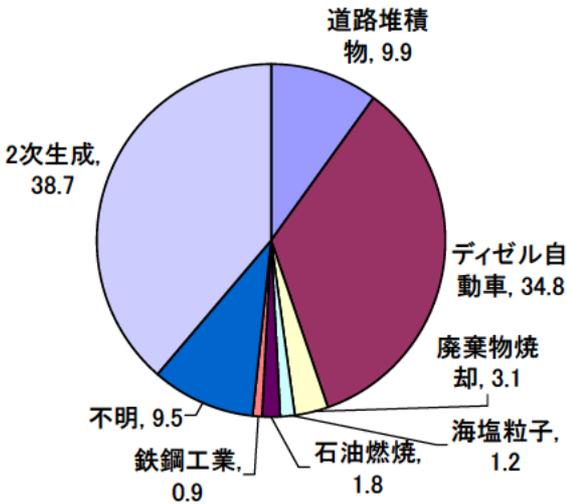


図23-1 SPM 納屋 050303-0314

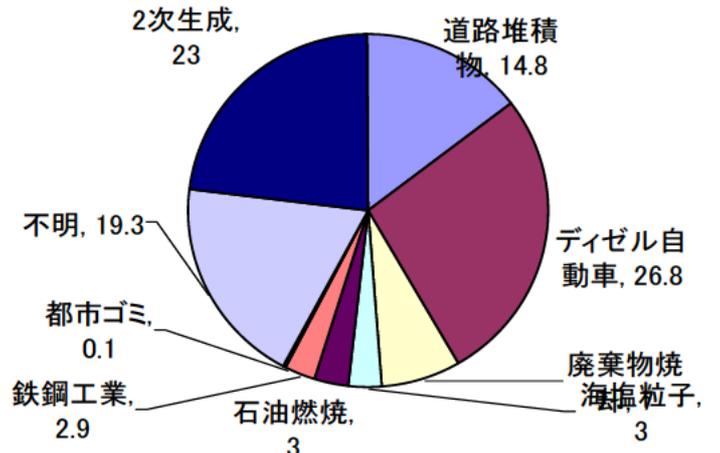


図23-2 SPM 桑名 061111-1124

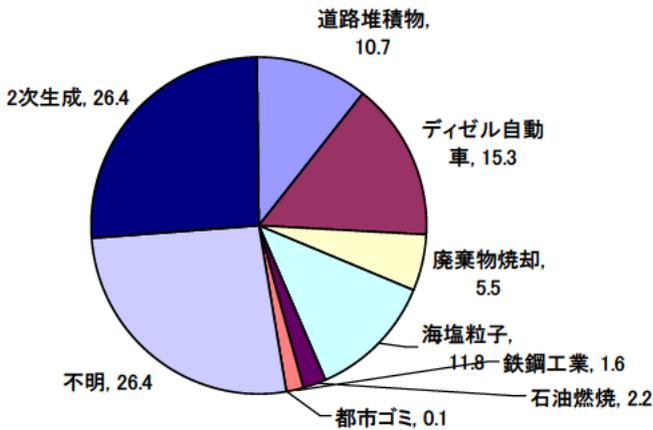


図23-3 SPM 桜 051012-1025

地点	平均寄与率（%）
納屋	29.0（12.9～40.8）（N=6）
桑名	22.3（17.9～26.8）（N=2）
桜	11.9（7.7～15.3）（N=3）

図24-1～24-12にB法による微小粒子（PM2.5）の地点別寄与率を、表10にはディーゼル自動車による微小粒子（PM2.5）への地点別寄与率を示した。

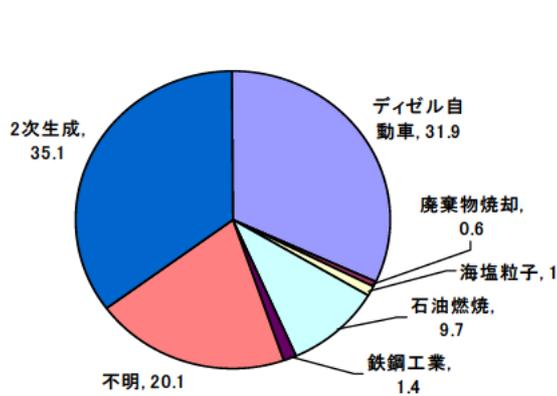


図24-1 PM2.5 納屋 050509-0523

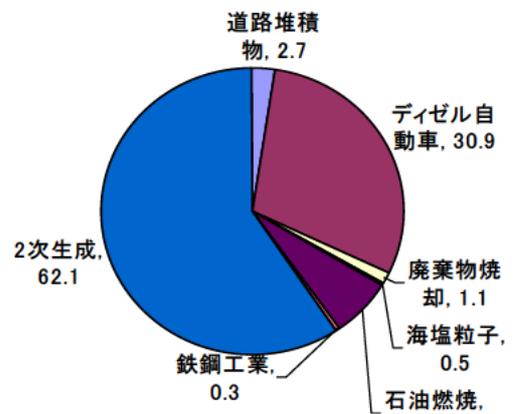


図24-2 PM2.5 納屋 050802-0815

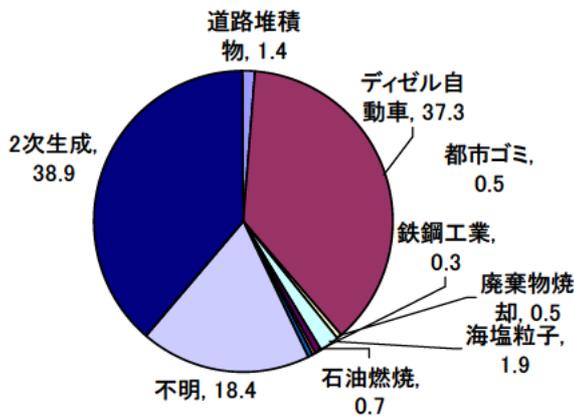


図24-3 PM2.5 納屋 051124-1204

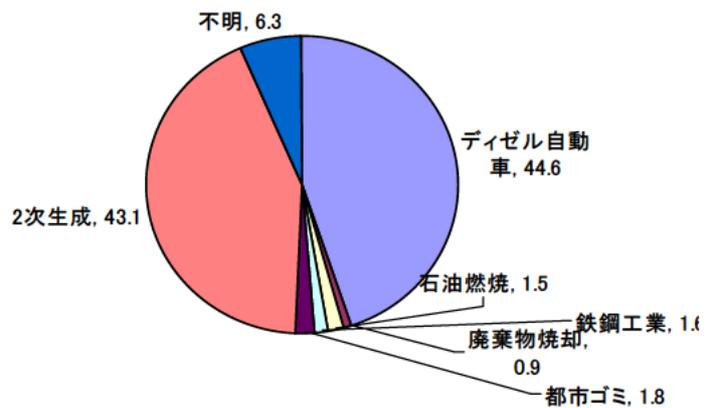


図24-4 PM2.5 納屋 051209-1222

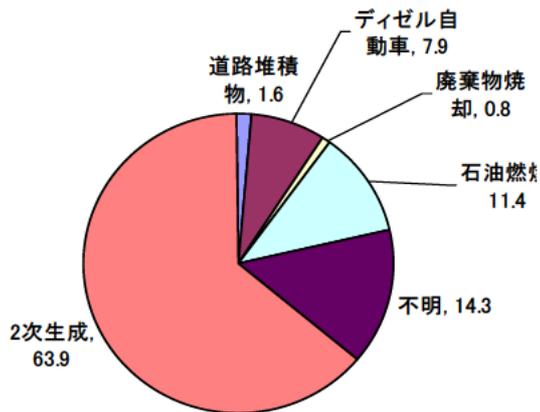


図24-5 PM2.5 桑名 050523-0606

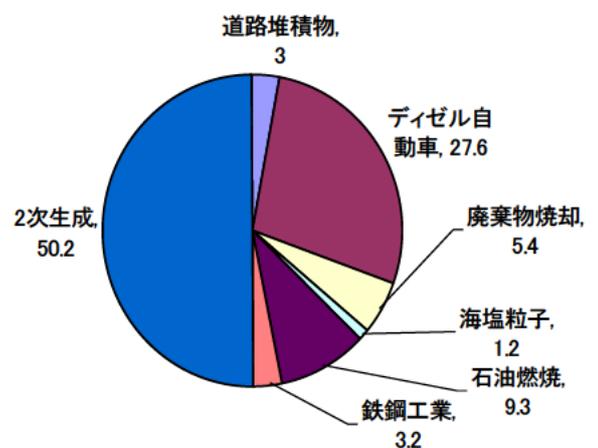


図24-6 PM2.5 桑名 050829-0913

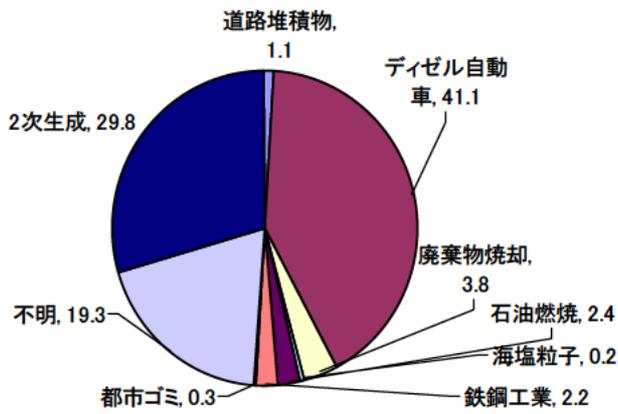


図24-7 PM2.5 桑名 051110-1124

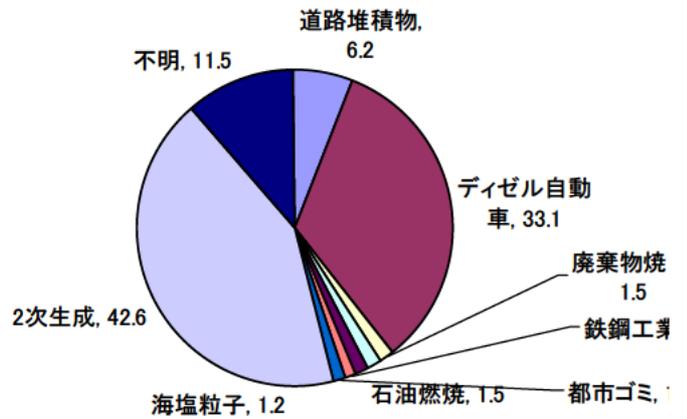


図24-8 PM2.5 桑名060111-0125

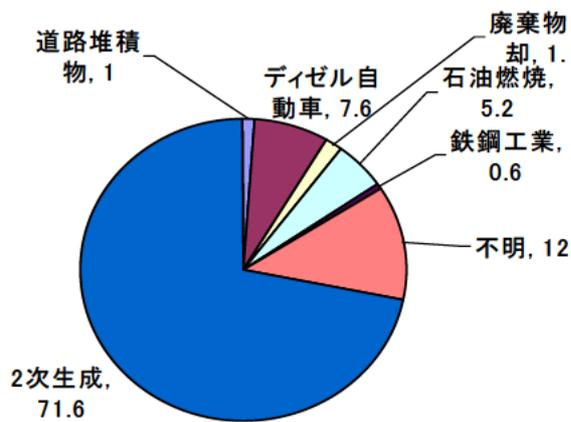


図24-9 PM2.5 桜 050614-0629

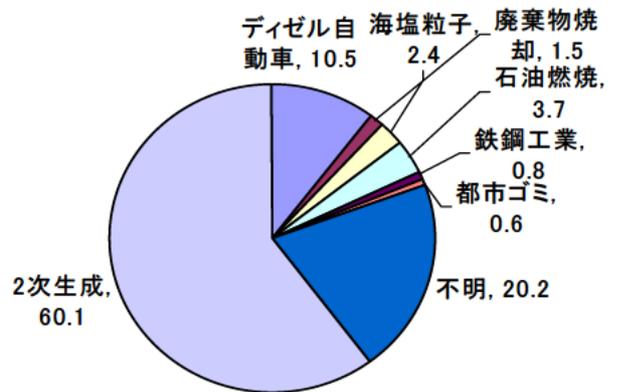


図24-10 PM2.5 桜 050914-0928

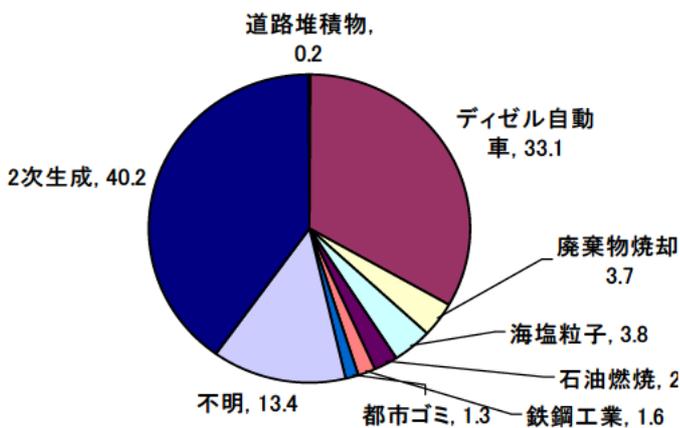


図24-11 PM2.5 桜 051012-1025

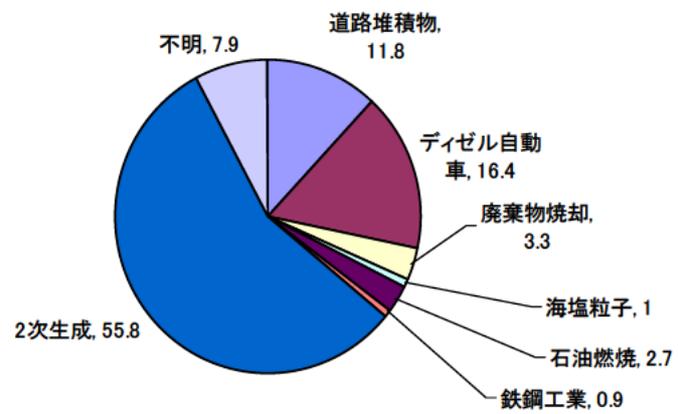


図24-12 PM2.5 桜 060214-0301

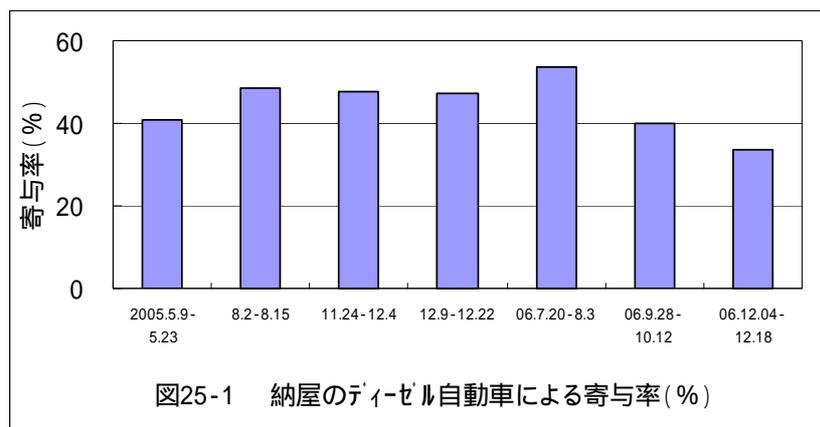
地点	平均寄与率 (%)
納屋	36.1 (30.9 ~ 44.6) (N=4)
桑名	27.4 (7.9 ~ 41.1) (N=4)
桜	16.9 (7.6 ~ 33.1) (N=4)

(3) 元素状炭素 (EC) 濃度から寄与率の推定

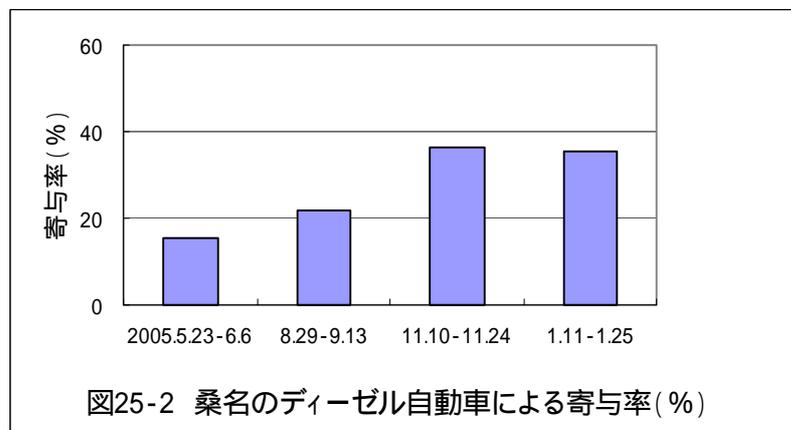
元素状炭素 (EC) を指標元素としてディーゼル自動車による粒子状物質への寄与率を推定したもの^{1,2)}を図25-1 ~ 25-3に示した。

この場合、ECの排出源は大部分がディーゼル自動車によるもの(ディーゼル車排出ガス中のEC含有率68%)と仮定しているため、推定されたディーゼル自動車による粒子状物質への寄与率は最大に見積った値となる。

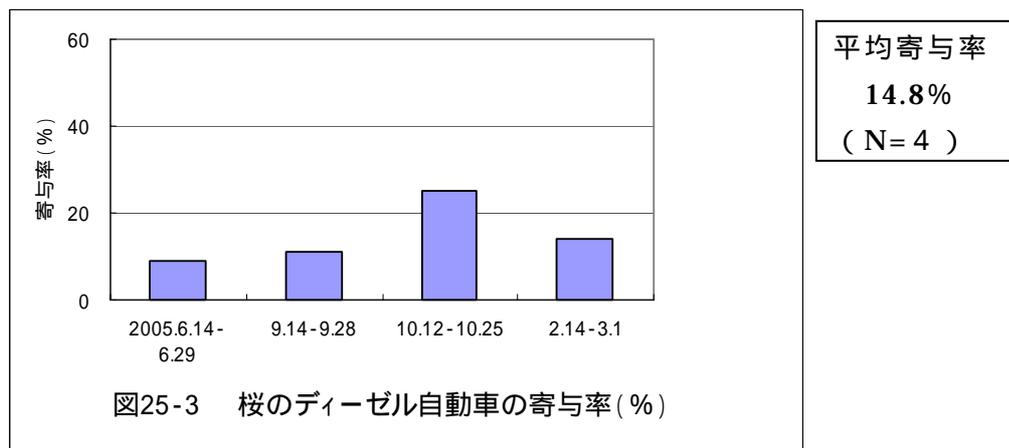
データはFRM採取装置による微小粒子中のEC濃度を使用した。



平均寄与率
44.5%
(N=7)



平均寄与率
27.5%
(N=4)



以上、発生源寄与率について種々の方法で推定を試みた。

推計方法は、これら以外にもいくつか報告されているがより精度の高い方法は現在のところない。

また、推定に使用する発生源データが、粗大粒子、微小粒子のそれぞれのものではなく、国内では全粒子のものが示されているのみである。

今後、人体への健康影響から問題となっている微小粒子の発生源寄与率の推定を行うには、微小粒子に係る発生源データがますます重要となっている。

4 まとめ

環境大気中の浮遊粒子状物質について、自動車 NO_x・PM 法の規制対象地域である県北勢地域において、自動車排気ガスから排出される粒子状物質を中心に実態調査を行ったところ次のことがわかった。

(1) アンダーセンエアサンプラーを用いて粒径分布調査を幹線道路近傍、一般住宅地、バックグラウンド地の3地点で行ったところ、粒径 0.8 μm と 4 μm 付近にピークをもつ2山分布を示した。また、この2山分布はどの測定地点も、年間を通じてみられ、粗大粒子、微小粒子濃度の比率に顕著な差は見られなかった。

(2) 人体への健康影響の観点から注目されている微小粒子 (PM_{2.5}) の濃度は、米国の微小粒子 (PM_{2.5}) に係る環境基準と比較した場合、幹線道路近傍の納屋は、基準を超えている可能性があり、一般住宅地の桑名は基準値線上、バックグラウンド地の桜は基準内と考えられた。

また、幹線道路近傍の納屋の微小粒子 (PM_{2.5}) の濃度は、国内の大都市の東京都、横浜市、名古屋市でみられている濃度と同程度であった。

(3) 3地点の同時採取から得られた測定結果から、幹線道路近傍の微小粒子濃度 (PM_{2.5}) は、バックグラウンド地に比べて2~3倍の濃度であった。

(4) 浮遊粒子状物質 (SPM) 中の内容成分を比較した場合、元素状炭素 (EC) や有機炭素 (OC) の濃度が最も高いのは幹線道路近傍であり、特に元素状炭素 (黒煙粒子) (EC) の濃度が高かった。

その他の金属類や全イオンについては大きな差はみられなかった。

- (5) 粗大粒子中の内容成分(炭素成分、金属類、全イオン)の濃度は、地点別に顕著な違いはみられなかった。特に、元素状炭素(EC)、有機炭素(OC)の濃度は小さくかつ濃度差がみられなかった。
- (6) 微小粒子(PM_{2.5})中の内容成分では、全イオン濃度が金属類、炭素成分濃度よりも高く、かつ3地点とも濃度が高くて測定地点別の濃度差が少なかった。
このことから、全イオンは広域汚染物質である2次生成物質の占める割合が高いことが推定された。
- (7) 同時採取した微小粒子(PM_{2.5})中の炭素成分のうち、最も大きな濃度差がみられるのは、元素状炭素(EC)で、最も濃度が高い幹線道路近傍の納屋と最も低いバックグラウンド地の桜を比較した場合、最大約15倍の濃度差がみられた。
一方、比較的濃度差がみられないのは有機炭素(OC)で濃度差は2倍以内に入っており、その濃度も低く元素状炭素(EC)に比べて数分の1であった。
- (8) 自動車排ガスの低減対策効果の検証を行ったところ、微小粒子の濃度は横ばいか、若干の低下傾向がみられた。自動車 NO_x・PM 法による規制効果の明確な検証は、規制の猶予期間等もふまえ今後も継続して調査を行っていく必要がある。
- (9) 発生源寄与率の推定を CMB 法により実施したところ、ディーゼル自動車による浮遊粒子状物質(SPM)への寄与率は、幹線道路近傍の納屋で A 法では平均 17.5%、B 法では平均 29.0%、一般住宅地の桑名で A 法では平均 12.6%、B 法では平均 22.3%、バックグラウンドの桜で A 法では平均 7.5%、B 法では平均 11.9%であった。
また、微小粒子(PM_{2.5})への寄与率は幹線道路近傍の納屋で A 法では平均 36.4%、B 法では平均 36.1%、一般住宅地の桑名で A 法では平均 22.6%、B 法では平均 27.4%、バックグラウンド地の桜で A 法では平均 12.7%、B 法では平均 16.9%であった。
- (10) 微小粒子(PM_{2.5})中の元素状炭素(EC)濃度からディーゼル自動車の最大の発生源寄与率を推定したところ、幹線道路近傍の納屋で平均 44.5%、一般住宅地の桑名で平均 27.5%、バックグラウンド地の桜で平均 14.8%であった。
- (11) 発生源寄与率の推定においては、現在のところ発生源データについて精度の高いデータが不足しているために正確な数値を得ることが困難となっている。
今後の発生源データの精度向上が望まれる。

文 献

- 1) 有害大気汚染物質測定の実際編集委員会編；
有害大気汚染物質測定の実際（1997）
- 2) 環境庁；ディーゼル排気微小粒子低減対策総合調査
報告書（1999）
- 3) 芳住邦雄；大気環境中の粒子状物質の生成と動態；
資源環境対策；34，9，1-6（1998）
- 4) 環境省；ディーゼル排気微粒子リスク評価委員会
（中間報告）(2002,3)
- 5) 東京都；ディーゼル車排出ガスと花粉症の関連に
関する調査結果（2003,5）
- 6) U . S . EPA ; National Ambient Air Quality Standard for
Particle Pollution(1997)
- 7) S . K . Friedlander ; Chemical Element Balances and
Identification of Air Pollution Source Environ . Sci . Tech7 ,
235 ~ 240 (1973)
- 8) 堺における大気浮遊粒子状物質中の諸元素の発生源の同定（ ）
；大気汚染学会誌 15 , 198 ~ 206 (1980)
- 9) 笠原三紀夫，高橋幹二，島田学；大気中粒子状物質の発生源の
同定と寄与率の推定；大気汚染学会誌 19 , 337 ~ 358 (1984)
- 10) 早狩進ほか；環境データ解析用表計算マクロの紹介と解析例（ ）
；大気環境学会誌 36 , 39-45 (2001)
- 11) 山神真紀子ほか；名古屋市内における大気中 PM2.5 調査結果；
名古屋市環境研究所報；33 , 21-28 (2003)
- 12) 溝畑朗；粒子状物質における自動車の寄与；第 26 回大気汚染
学会（講演要旨集），P133（1982）