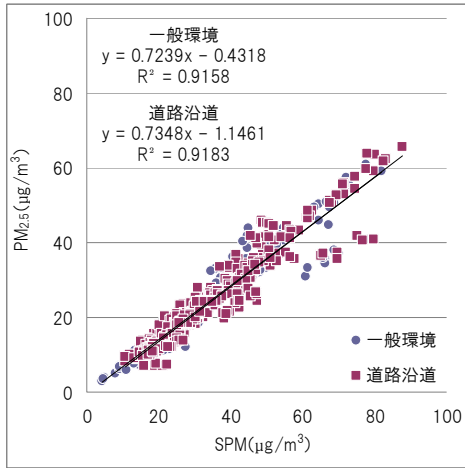


第2章 解析編

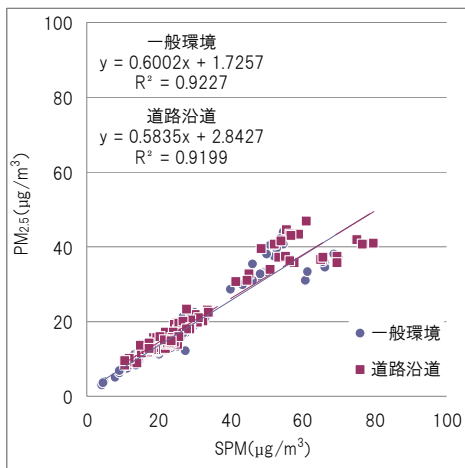
1 質量濃度

1-1 SPMとPM_{2.5}の相関

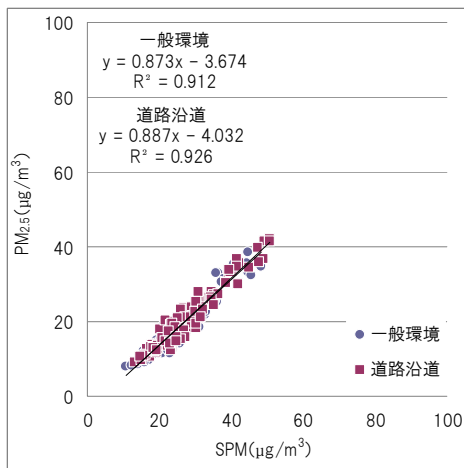
一般環境、道路沿道別にSPMとPM_{2.5}の質量濃度(いずれもPTFEフィルタ)を比較したところ、PM_{2.5}質量濃度は、SPM質量濃度の約60~90%の範囲であり、全季で平均すると約70%であった。



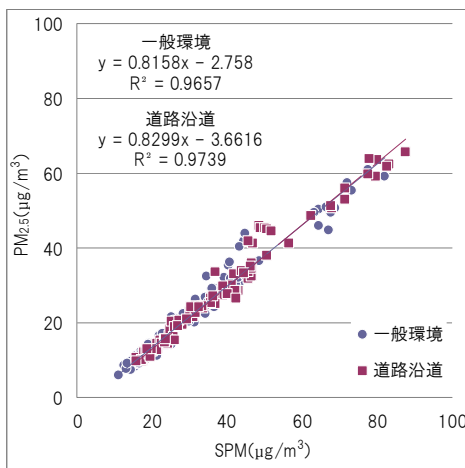
SPM-PM_{2.5}(全季)



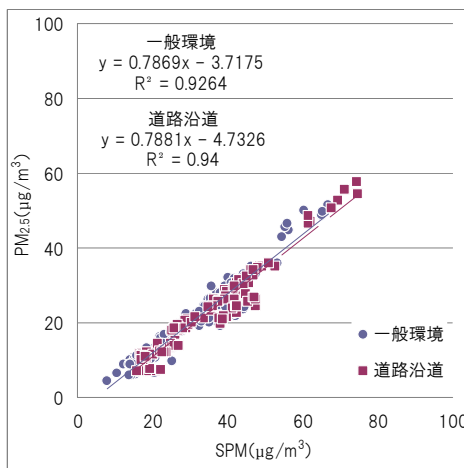
SPM-PM_{2.5}(春季)



SPM-PM_{2.5}(夏季)



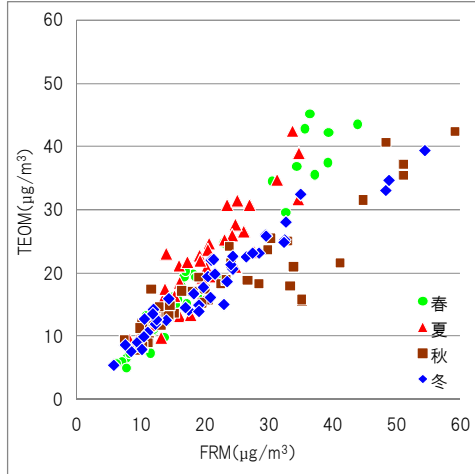
SPM-PM_{2.5}(秋季)



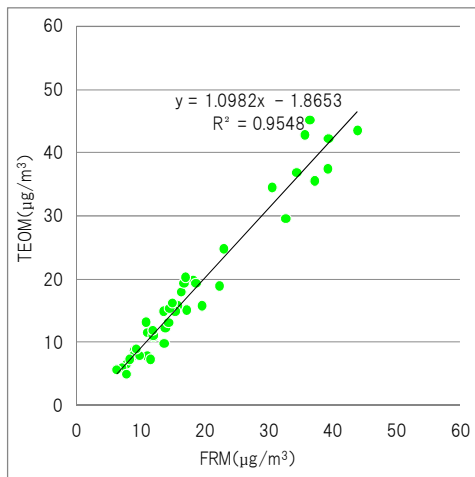
SPM-PM_{2.5}(冬季)

1-2 FRMとTEOMの相関

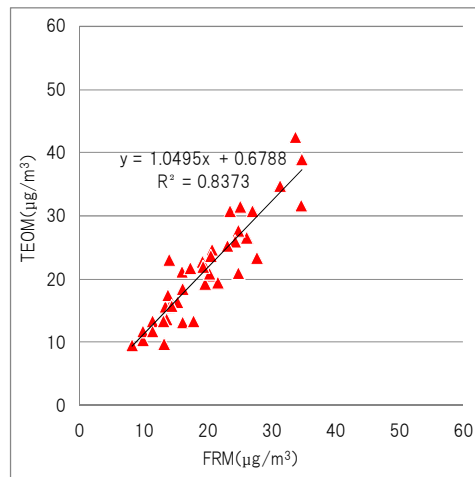
足立区綾瀬、町田市中町(以上、一般環境)及び甲州街道国立(道路沿道)3地点の測定局に設置しているTEOM(FDMSなし)と本調査のPM_{2.5}質量濃度(PTFEフィルタ)を比較したところ、春・夏季は傾きが約1となったが、気温の低下する秋・冬季はTEOMの値が過小となった。



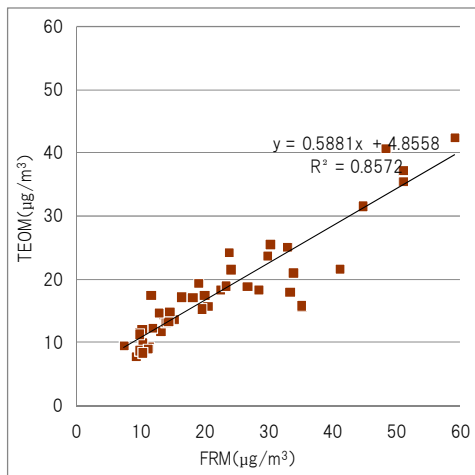
FRM—TEOM(全季)



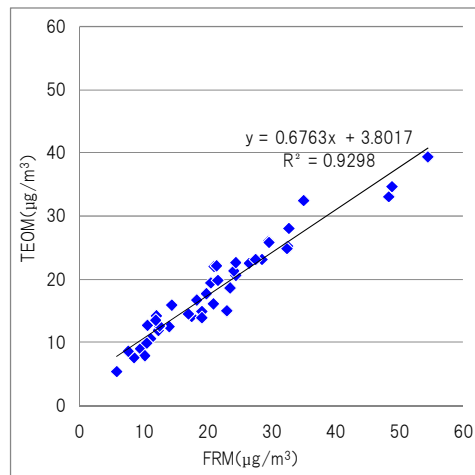
FRM—TEOM(春季)



FRM—TEOM(夏季)



FRM—TEOM(秋季)



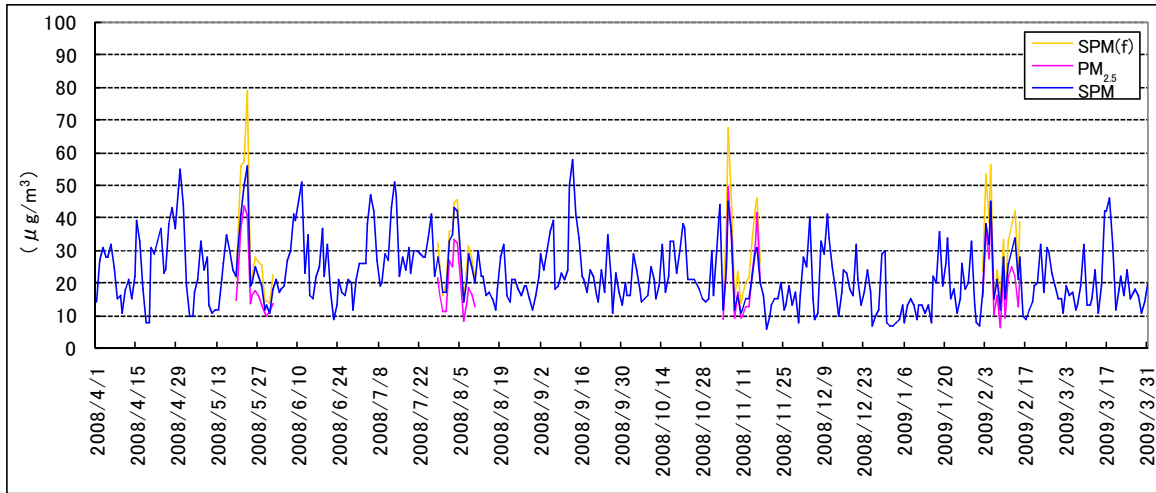
FRM—TEOM(冬季)

※TEOMは、ドライヤにより除湿し、フィルタ部の温度を30℃に設定している。FDMSなし。

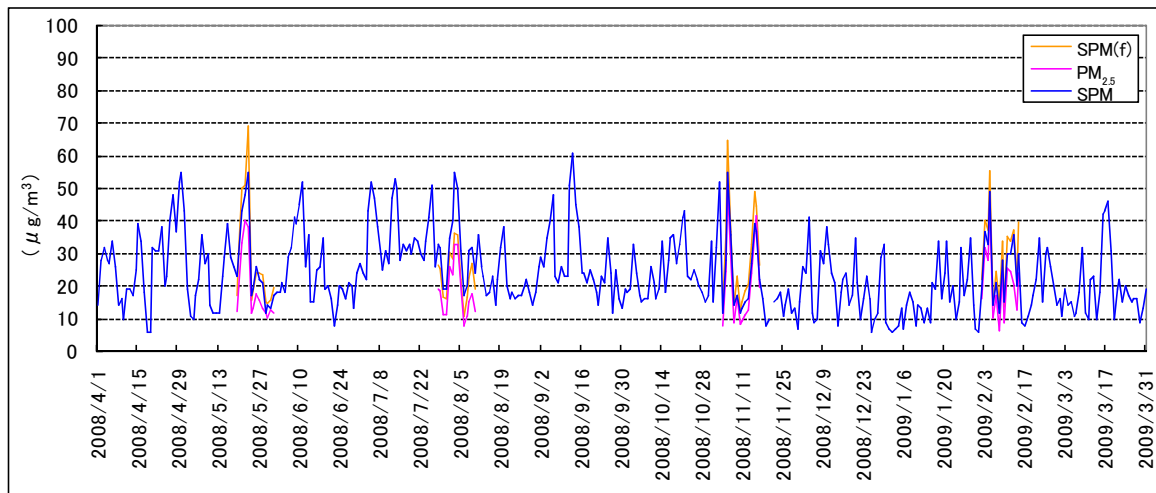
※TEOMは、当日10:00から翌9:00の1時間値を平均し、1日値とした。

1-3 SPM(常時監視測定局)とFRMの経日変化

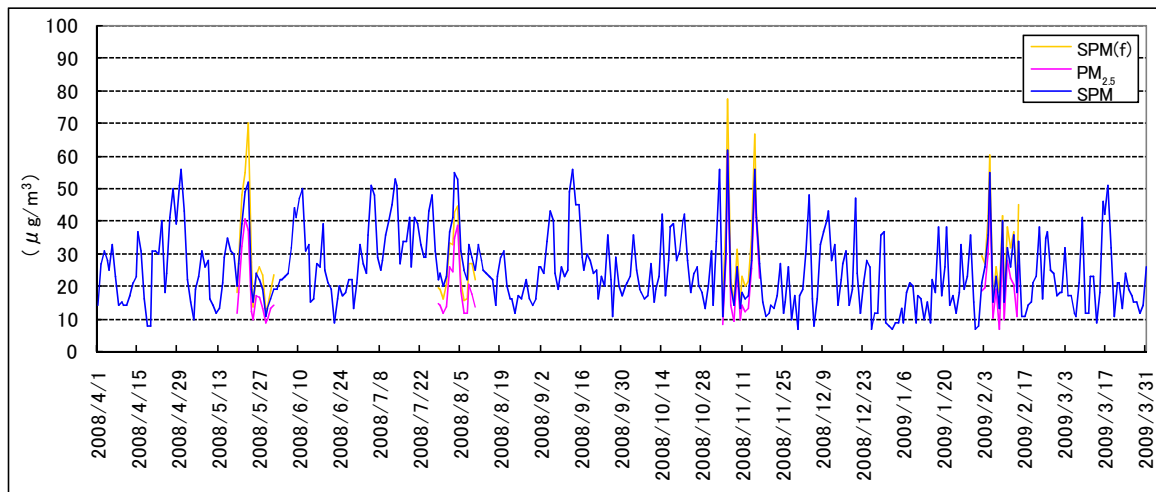
常時監視測定局のSPM日平均値とPM_{2.5}・SPM質量濃度(PTFEフィルタ)の経日変化を比較した。夏季の変動は概ね一致していたが、季節によりフィルタ法の方が過大となることがあった。



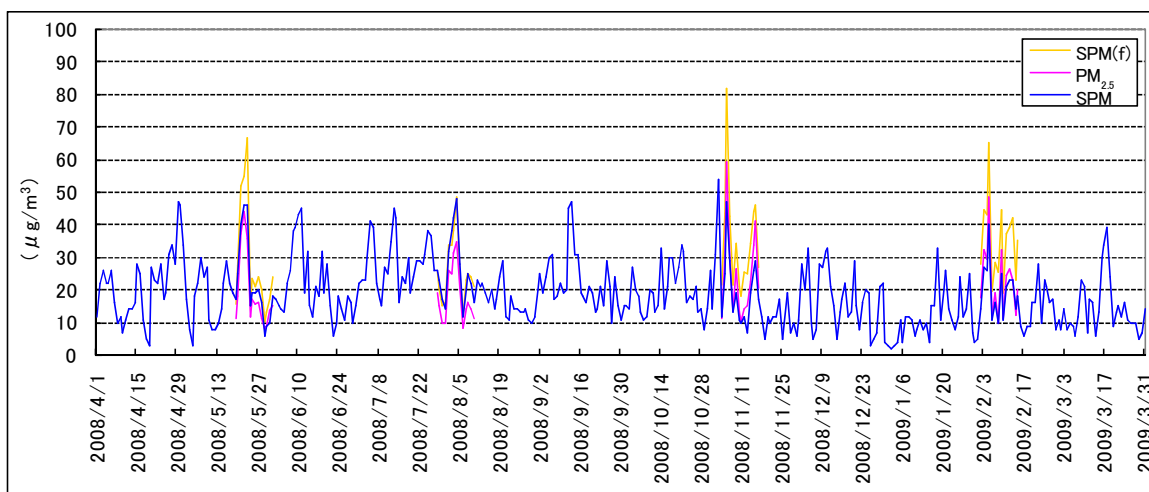
①中央区晴海



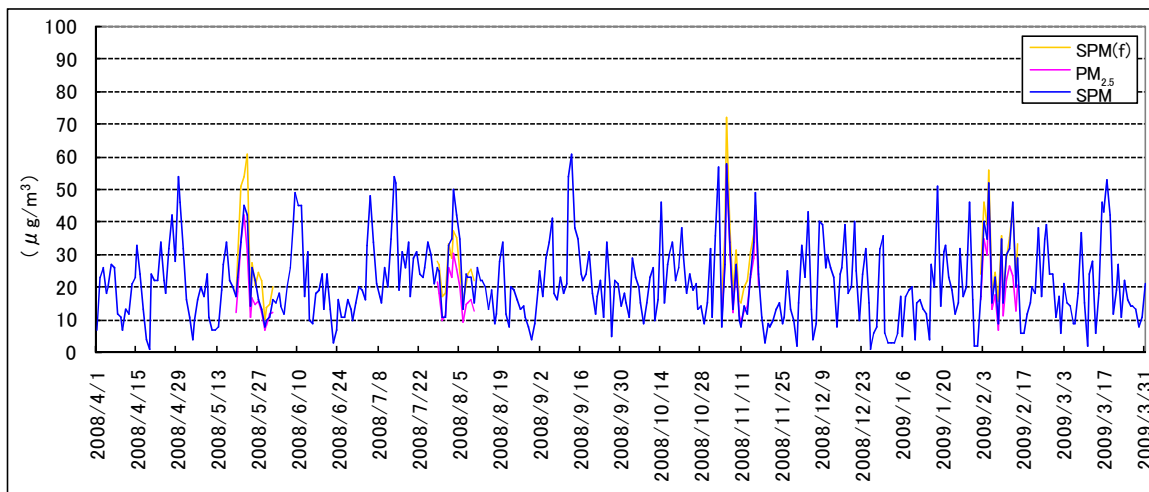
②港区白金



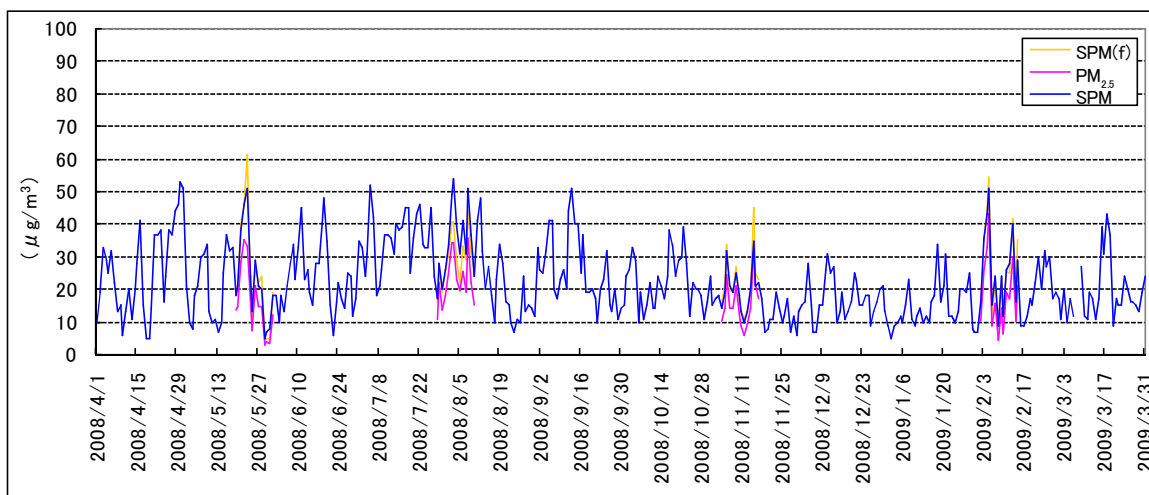
③練馬区練馬



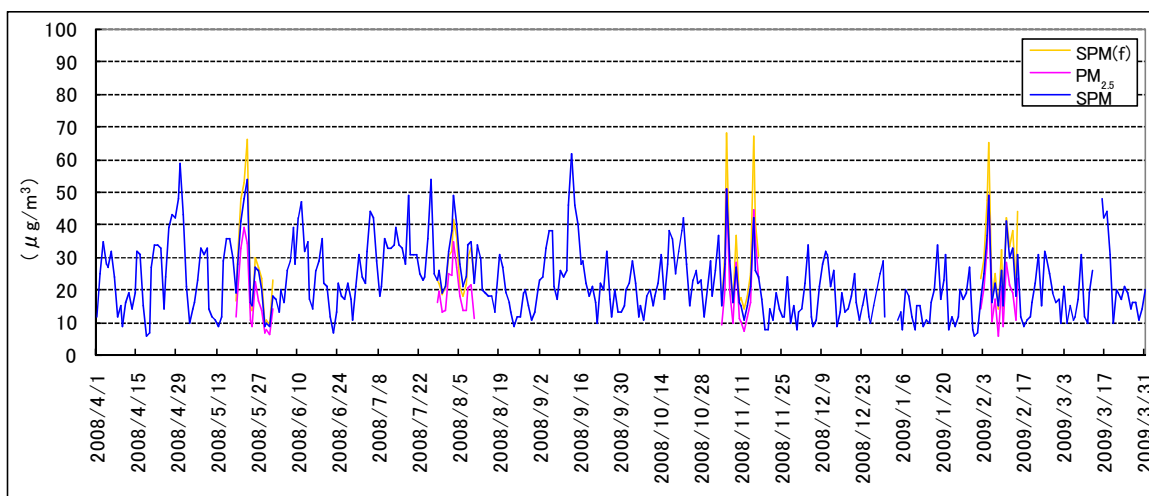
④足立区綾瀬



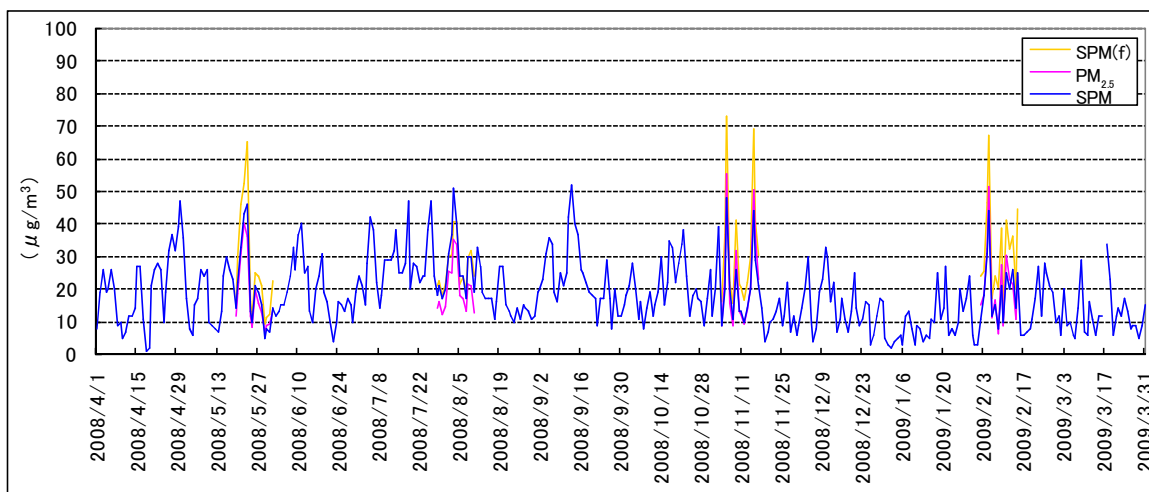
⑤江戸川区鹿骨



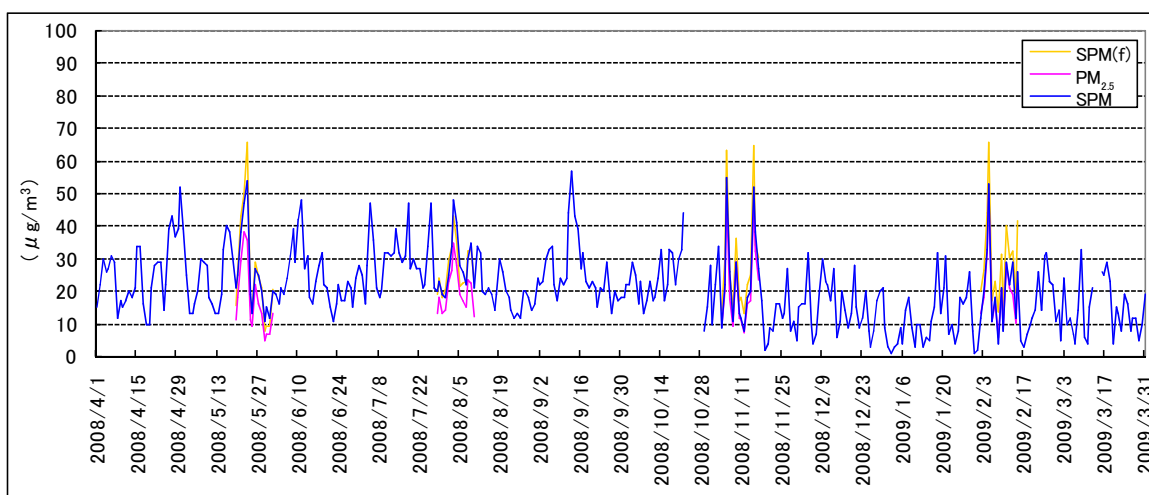
⑥青梅市東青梅



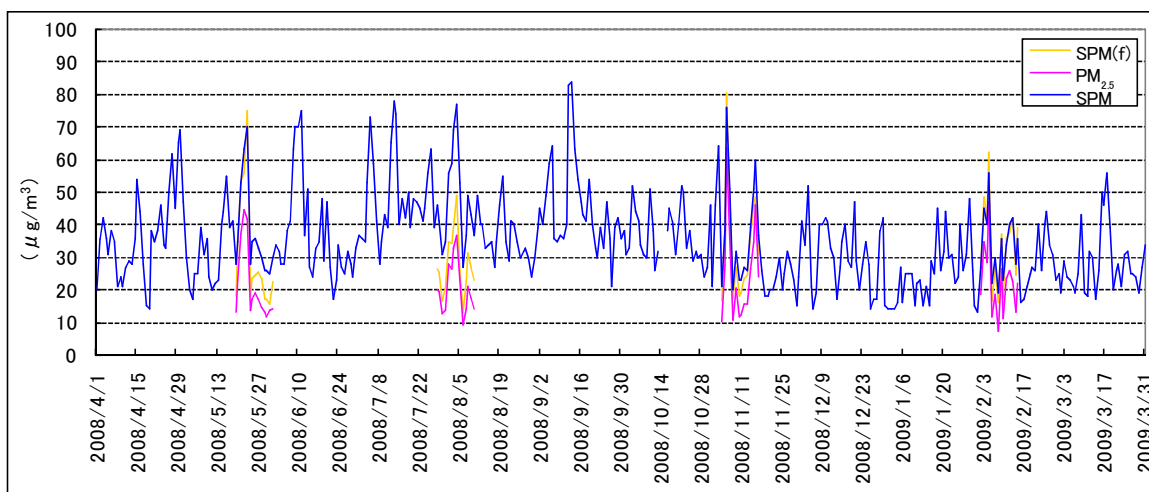
⑦町田市中町



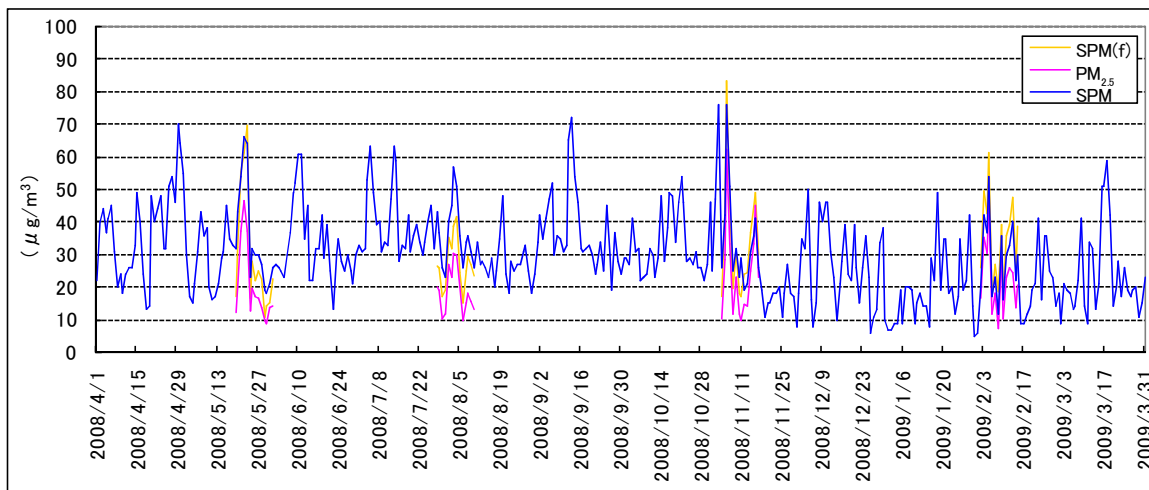
⑧小金井市本町



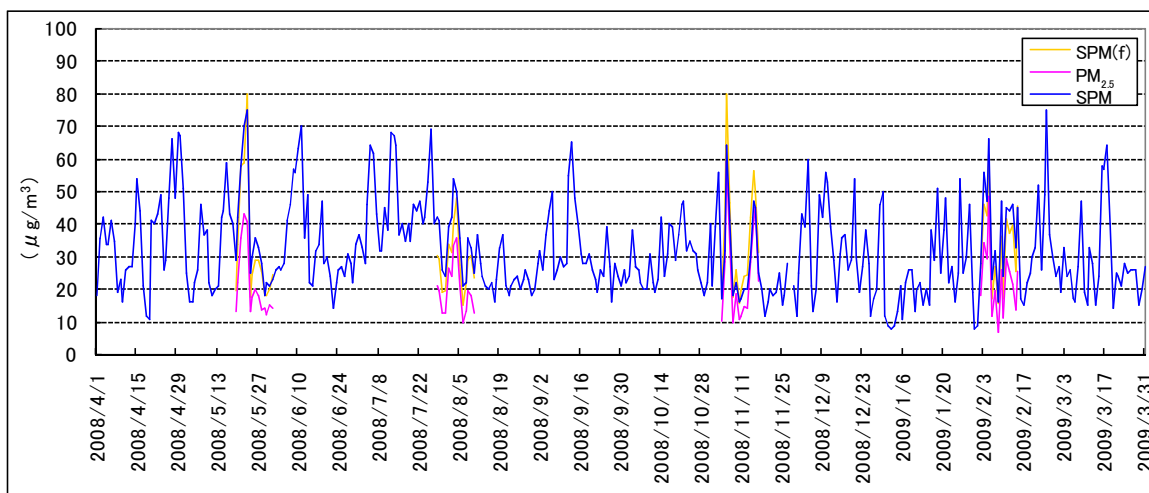
⑨多摩市愛宕



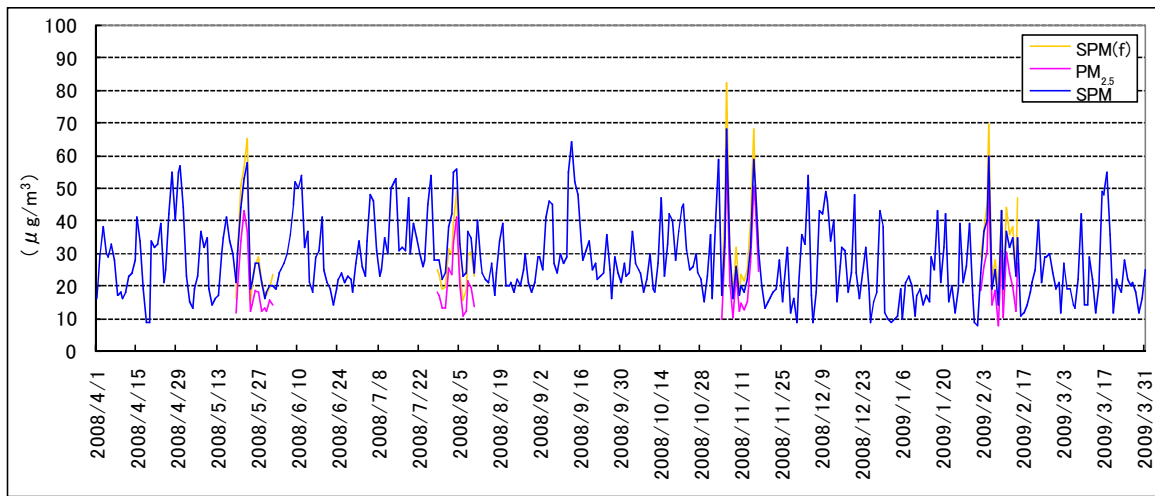
⑩永代通り新川



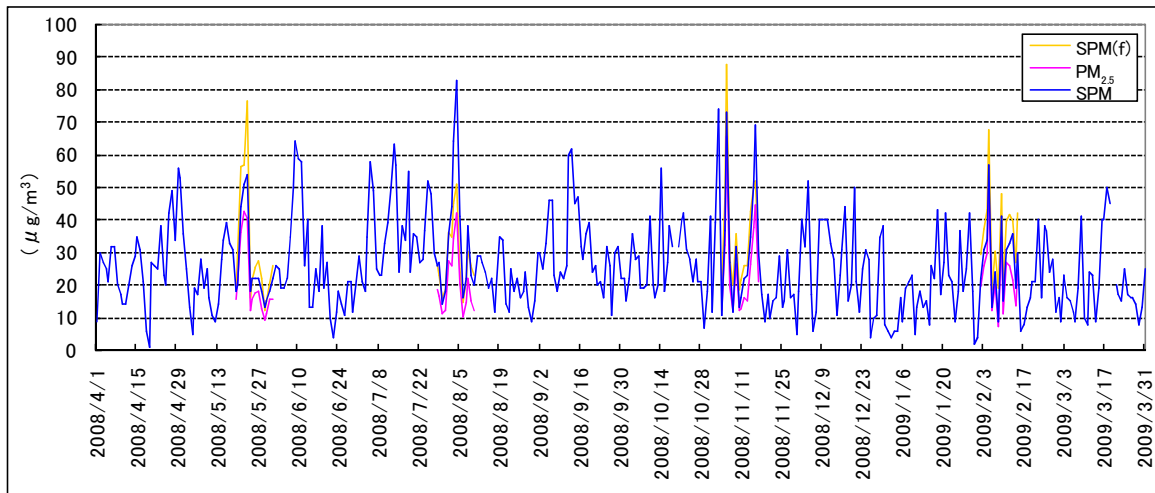
⑪京葉道路亀戸



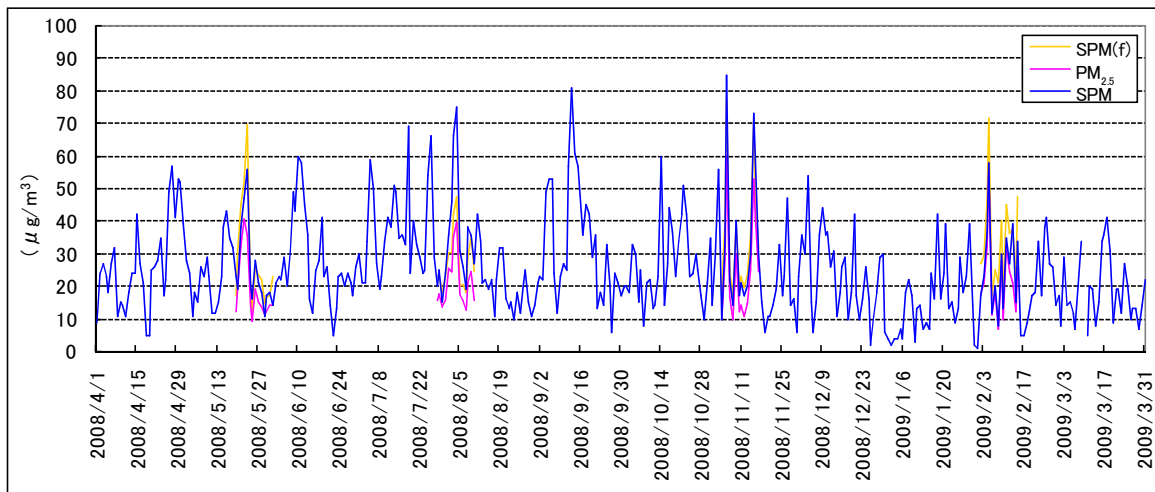
⑫中原口交差点



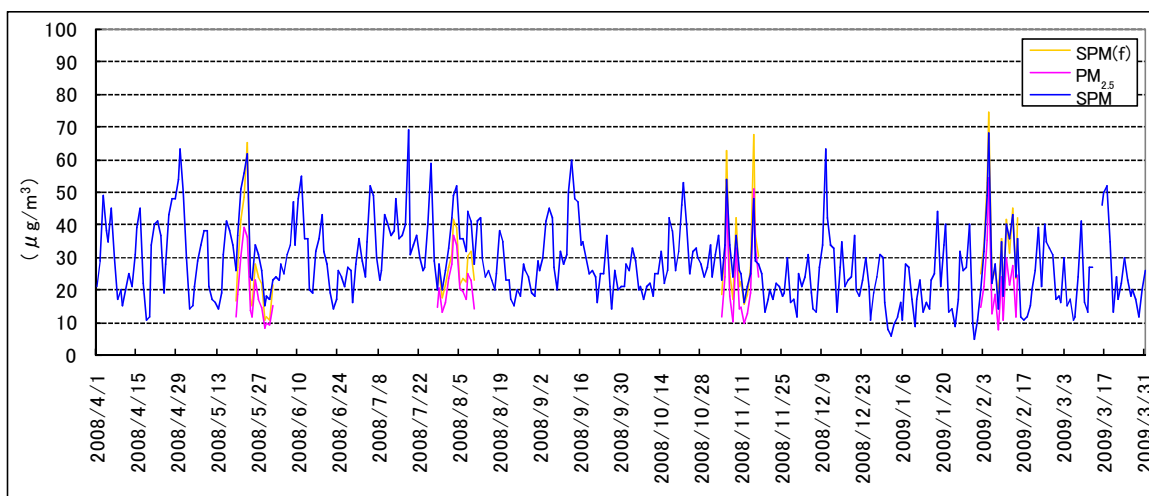
⑬甲州街道大原



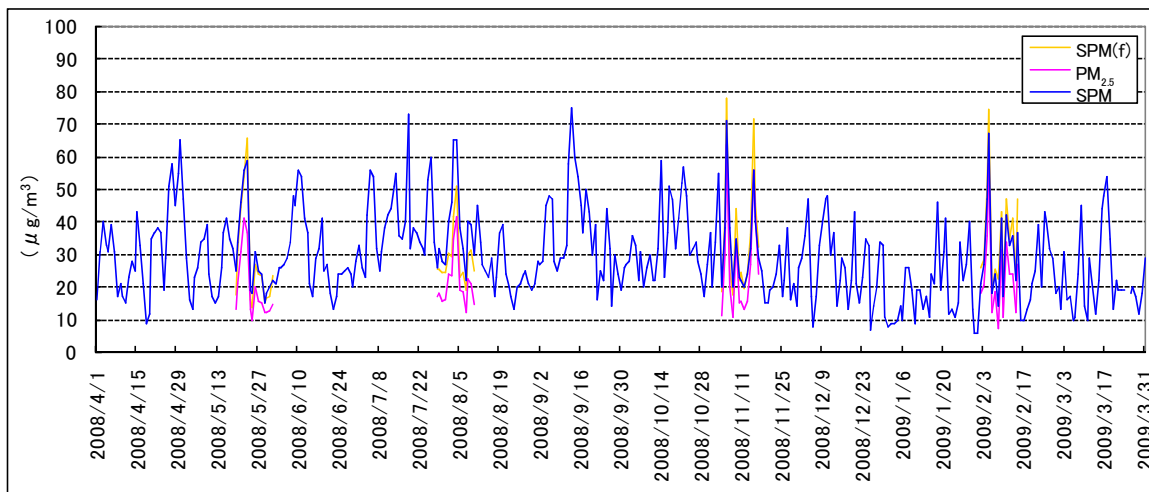
⑭北本通り王子



⑮連雀通以下連雀

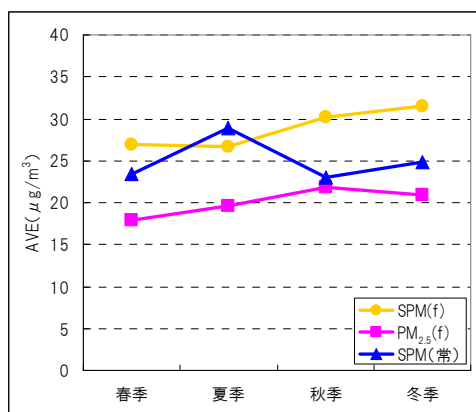


⑩甲州街道国立

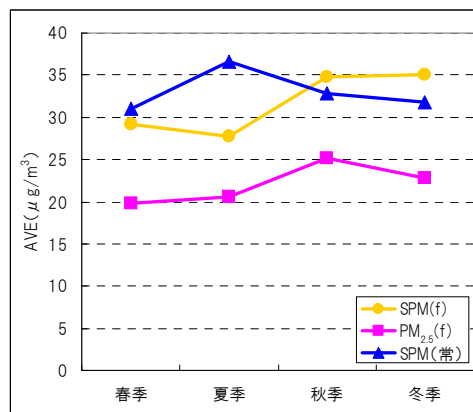


⑪青梅街道柳沢

季節別に平均値を比較すると、SPM と PM_{2.5} フィルタ法の変動は一致したが、フィルタ法と常時監視データは、秋・冬季に差が大きかった。



季節別平均(一般環境)

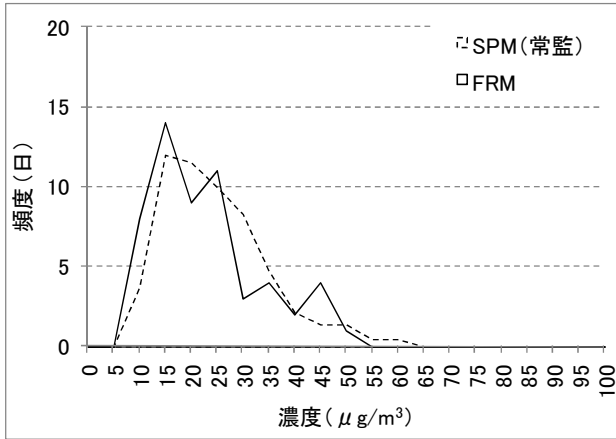


季節別平均(道路沿道)

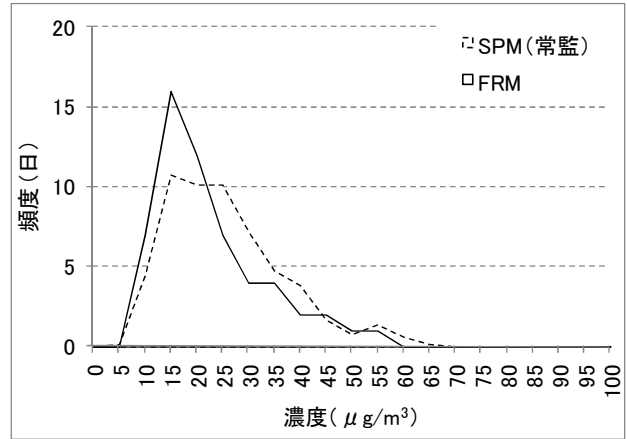
1-4 SPM(常時監視測定局)とFRMの度数分布

常時監視測定局におけるSPM濃度(日平均値)とフィルタ法によるPM_{2.5}質量濃度(1日値)の度数分布を比較したところ、各地点における出現頻度の傾向は、概ね一致していた。

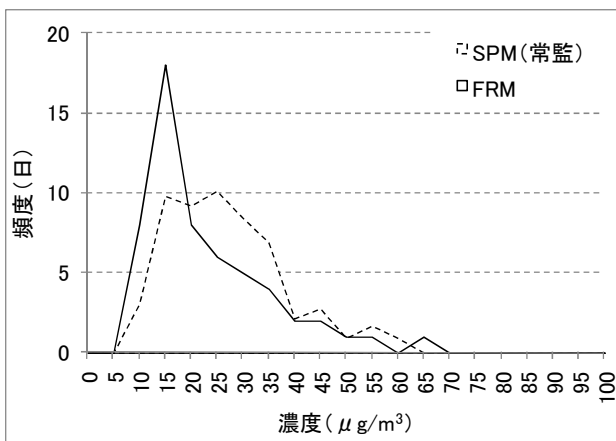
(一般環境)



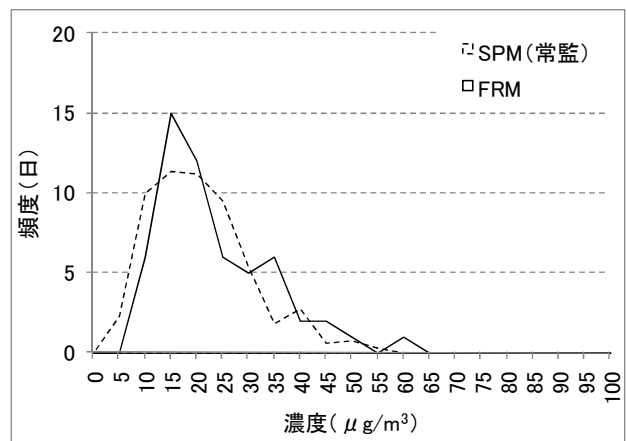
①中央区晴海



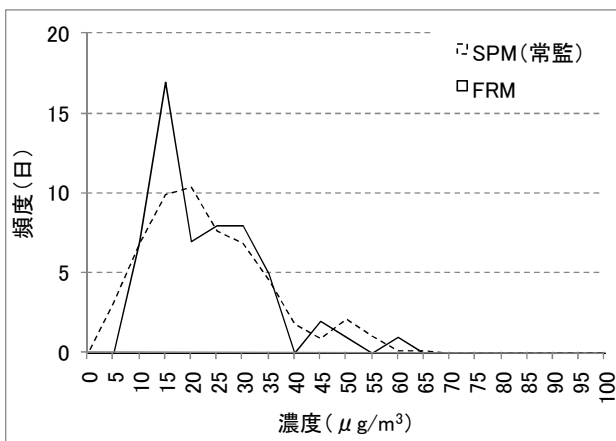
②港区白金



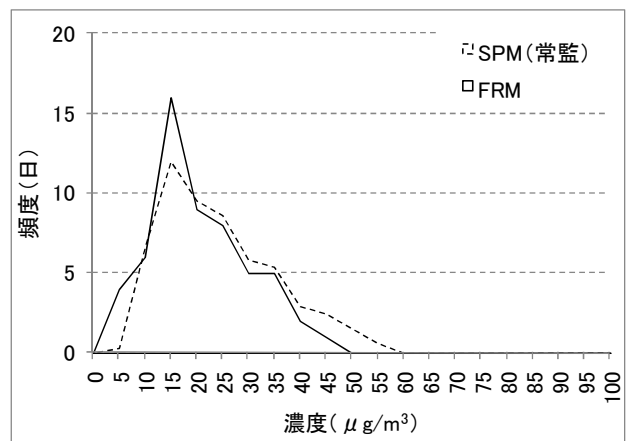
③練馬区練馬



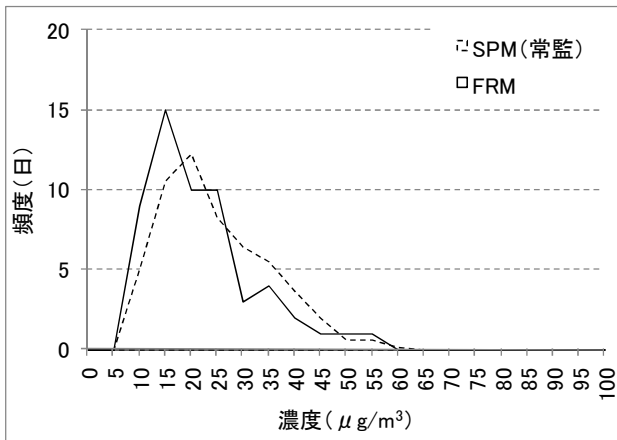
④足立区綾瀬



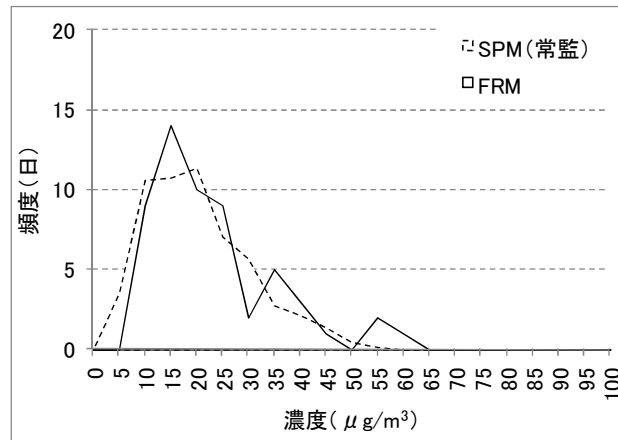
⑤江戸川区鹿骨



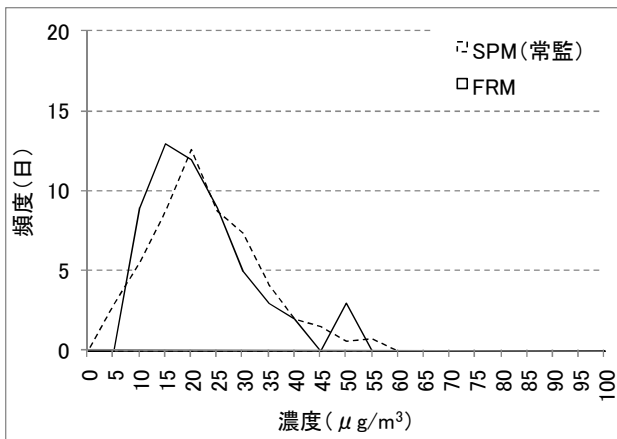
⑥青梅市東青梅



⑦町田市中町

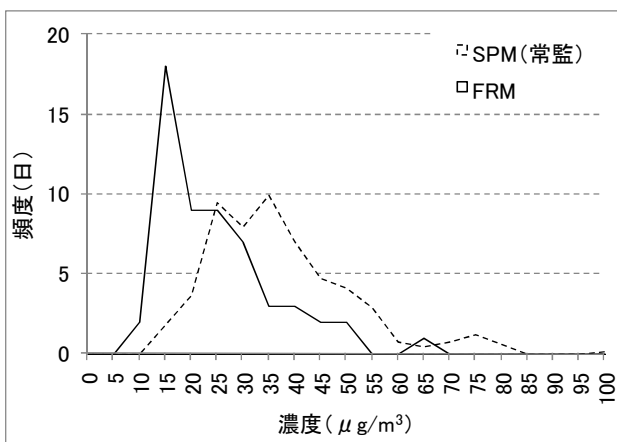


⑧小金井市本町

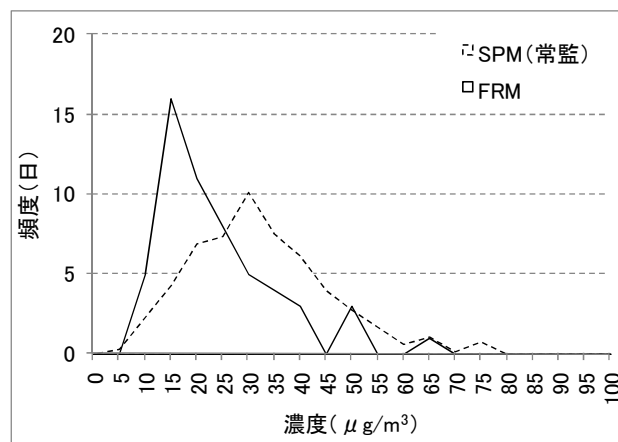


⑨多摩市愛宕

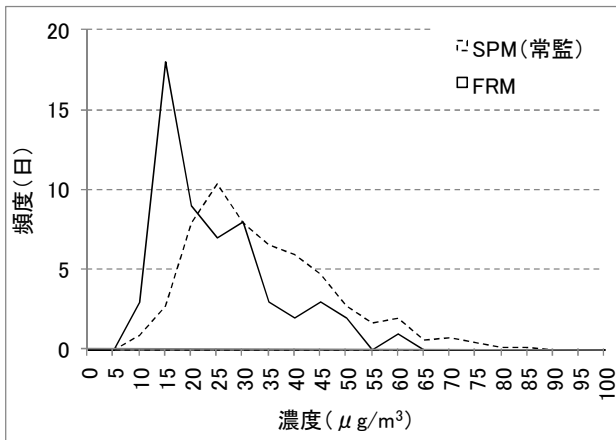
(道路沿道)



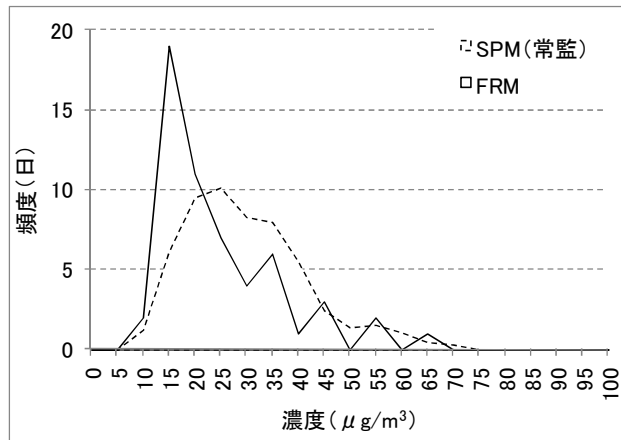
⑩永代通り新川



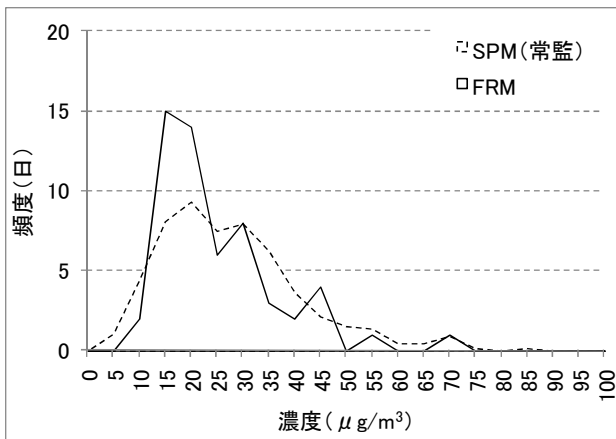
⑪京葉道路亀戸



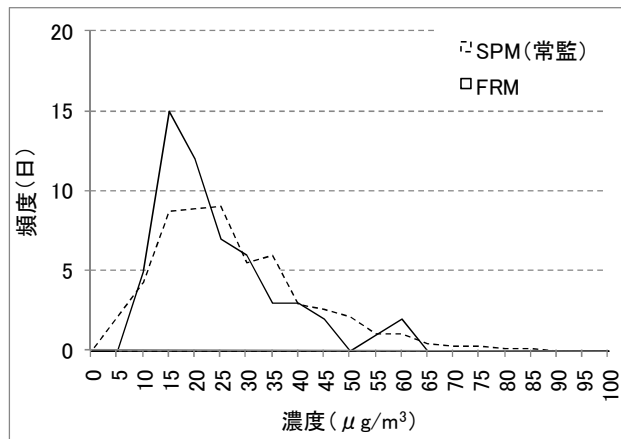
⑫中原口交差点



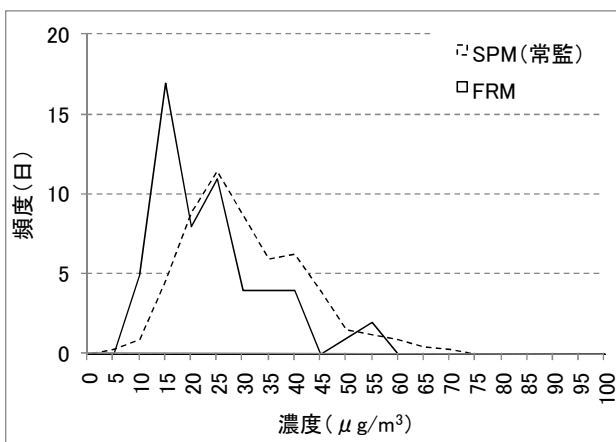
⑬甲州街道大原



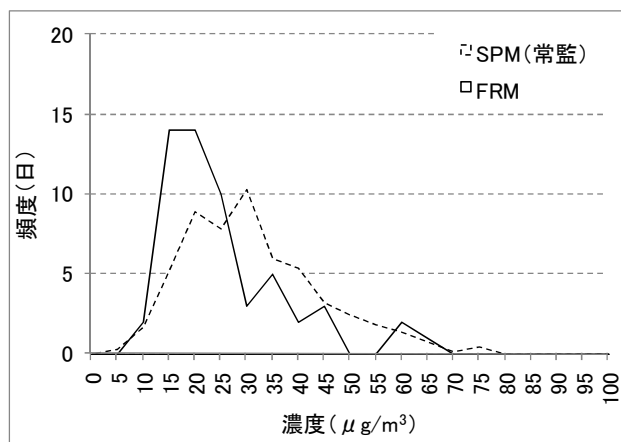
⑭北本通り王子



⑮連雀通り下連雀



⑯甲州街道国立



⑰青梅街道柳沢

※比較しやすいように、常時監視測定局の頻度に56(四季×14日間)／365(1年間)を乗じ、頻度をそろえている。

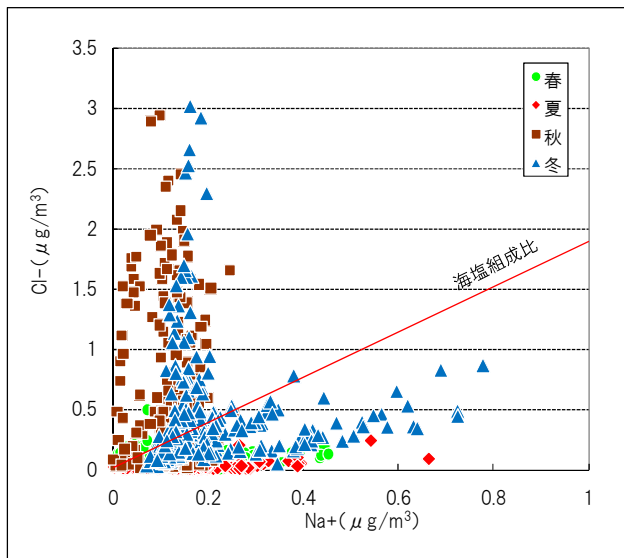
※常時監視データは、当日 10:00 から翌 9:00 の1時間値を平均し、1日値とした。

2 イオン成分

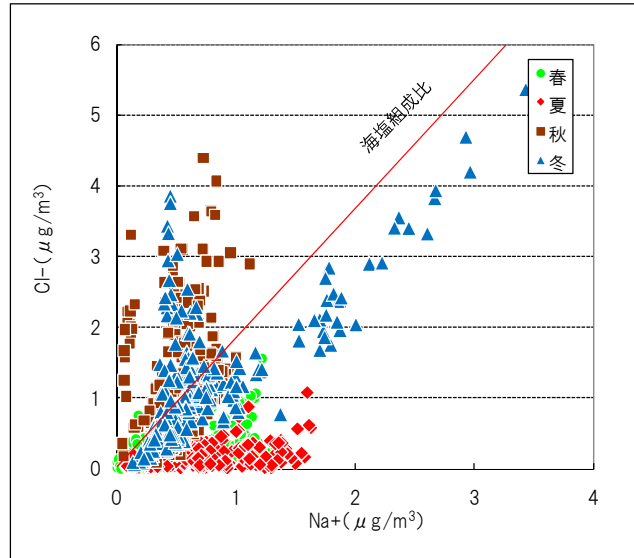
海塩粒子の影響を確認するため、PM_{2.5} 及び SPM 中のナトリウムイオン(Na⁺)と塩化物イオン(Cl⁻)の関係をプロットした。PM_{2.5}は海塩組成比と一致しなかったが、SPMは、冬季の一部のデータで海塩組成比に近いデータがあった。同様に、PM_{2.5}及びSPM中のナトリウムイオン(Na⁺)と硫酸イオン(SO₄²⁻)についても関係をプロットしたが、明確な相関は見られなかった。

一般に海塩粒子は粗大粒子側に存在するとされていることから、PM_{2.5}においては、海塩粒子の影響は小さいものと推察された。

2-1 ナトリウムイオンと塩化物イオンとの関係

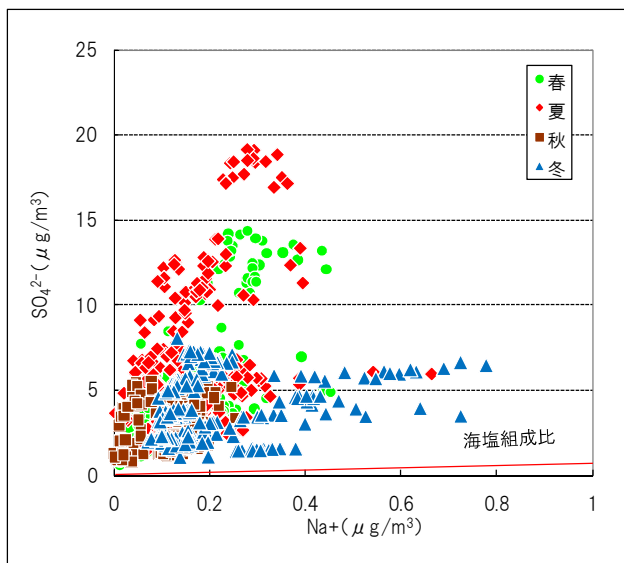


ナトリウムイオンー塩化物イオン(PM_{2.5})

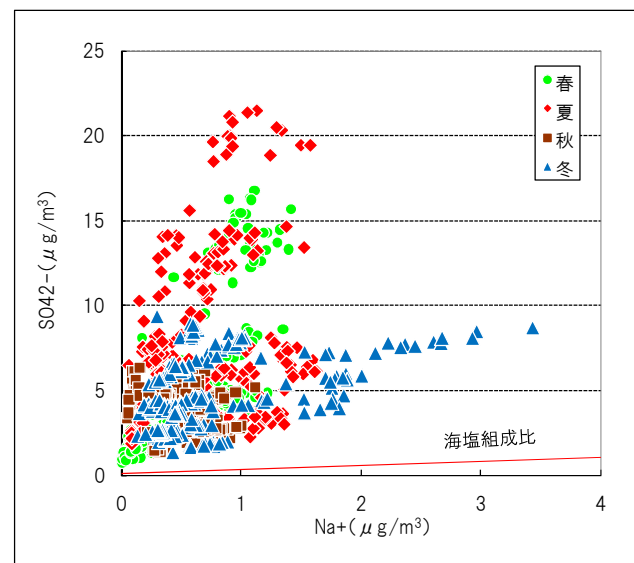


ナトリウムイオンー塩化物イオン(SPM)

2-2 ナトリウムイオンと硫酸イオンとの関係



ナトリウムイオンー硫酸イオン(PM_{2.5})



ナトリウムイオンー硫酸イオン(SPM)

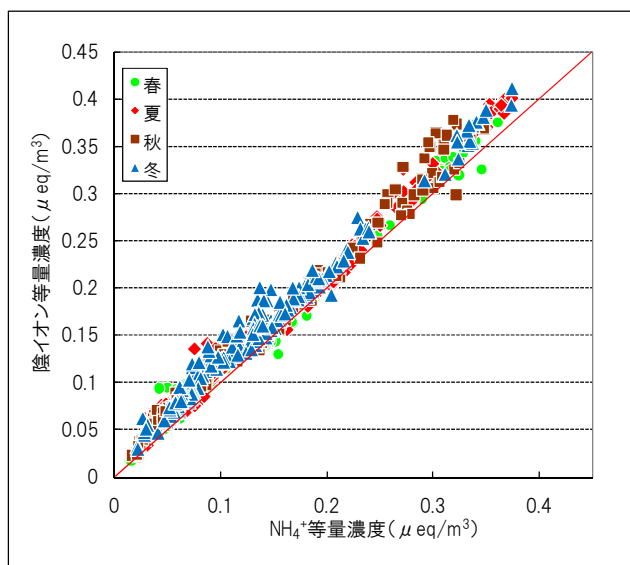
※定量下限、検出下限で数値を丸めず、分析値をそのまま使用した。

2-3 PM_{2.5} 中のアンモニウムイオンと硫酸イオン、硝酸イオン、塩化物イオンとの相関

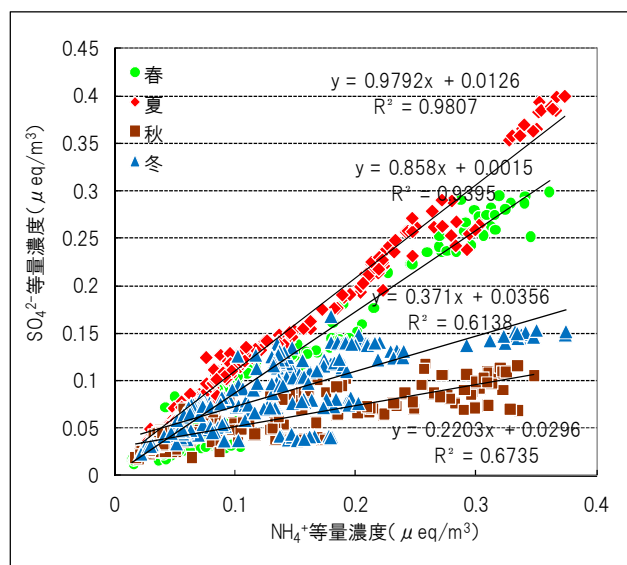
PM_{2.5} 中のアンモニウム塩の構成を確認するため、アンモニウムイオン(NH₄⁺)と陰イオンの関係を季節別に比較した。

アンモニウムイオン(NH₄⁺)と陰イオン合計では、分布がわずかに陰イオン側にシフトしていることから、炭酸塩の存在が示唆された。

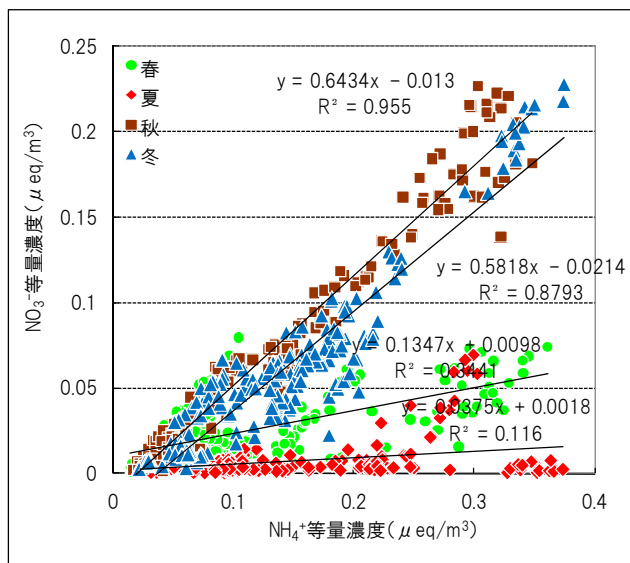
硫酸イオン(SO₄²⁻)については、春・夏季に相関があり、硝酸イオン(NO₃⁻)については、秋・冬季に相関が認められた。このことから、それぞれ春・夏季には主に硫酸アンモニウム、秋・冬季には、主に硝酸アンモニウムを形成しているものと推察される。なお、塩化物イオン(Cl⁻)については、明確な相関は見られなかった。



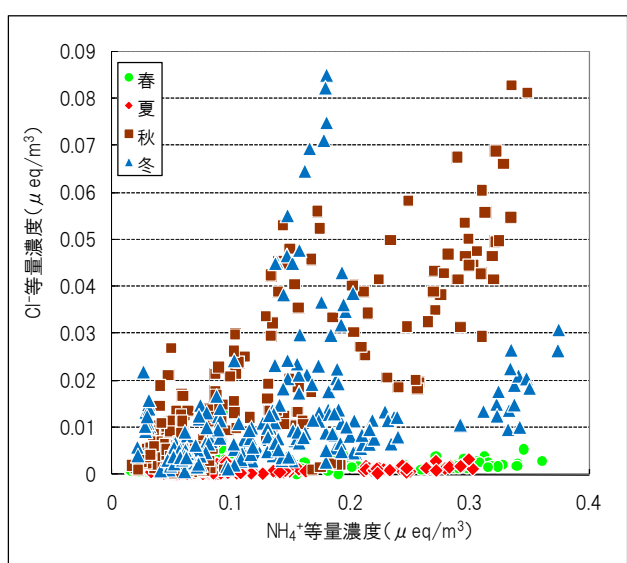
アンモニウムイオンー陰イオン合計(PM_{2.5})



アンモニウムイオンー硫酸イオン(PM_{2.5})



アンモニウムイオンー硝酸イオン(PM_{2.5})

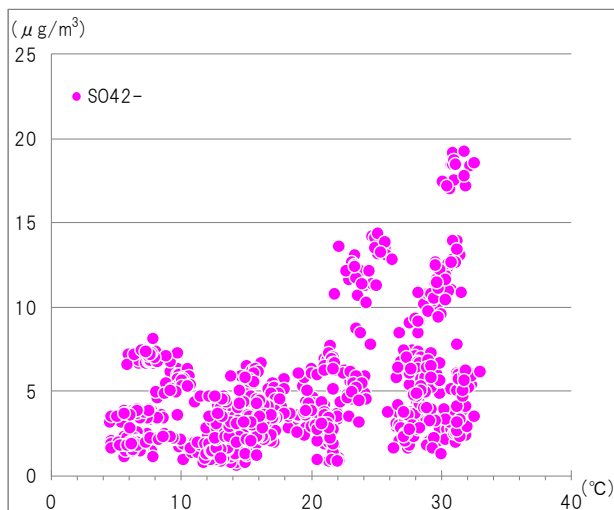


アンモニウムイオンー塩化物イオン(PM_{2.5})

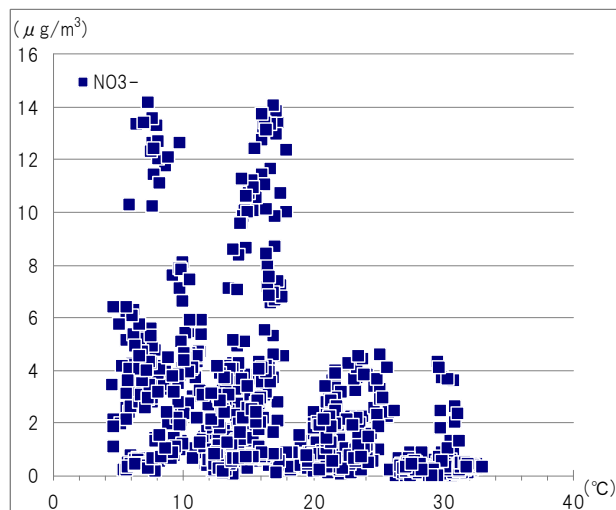
※定量下限、検出下限で数値を丸めず、分析値をそのまま使用した。

2-4 PM_{2.5}中のイオン成分と気温の関係

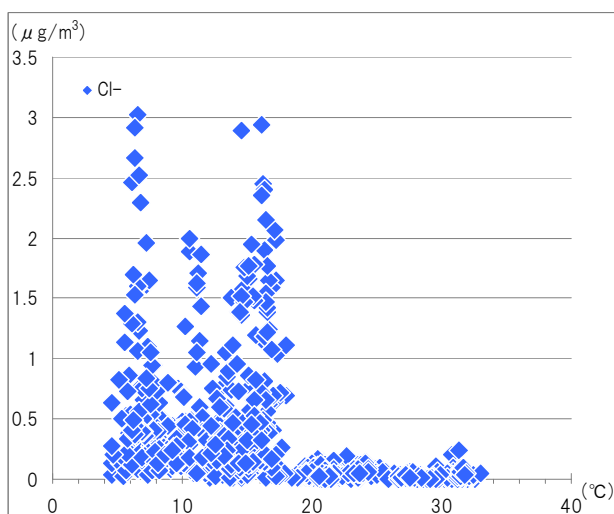
PM_{2.5}中の硫酸塩、硝酸塩等と気温との関係を確認するため、イオン成分濃度と気温の関係をプロットした。その結果、硫酸イオン(SO₄²⁻)は気温と正の相関、硝酸イオン(NO₃⁻)と塩化物イオン(Cl⁻)は負の相関があった。アンモニウムイオン(NH₄⁺)については、明確な相関関係は見られなかった。



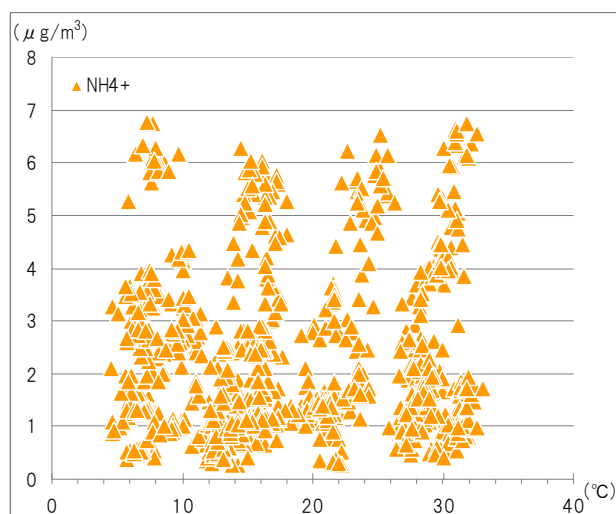
気温－硫酸イオン



気温－硝酸イオン



気温－塩化物イオン



気温－アンモニウムイオン

※定量下限、検出下限で数値を丸めず、分析値をそのまま使用した。

※気温は、PM_{2.5}サンプラー(石英繊維フィルタ)の測定値(平均気温)を用いた。

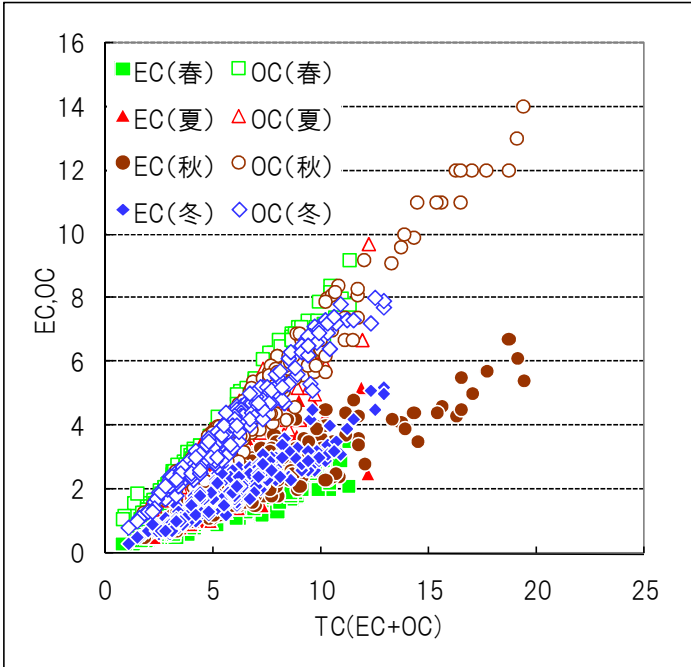
(参考資料)

高橋 克行, 箕浦 宏明, 國見 均, 坂本 和彦 (2008) 東京都心の微小粒子と成分濃度の長期(1994-2004)変動. 大気環境学会誌, 43:315-322.

3 炭素成分

3-1 PM_{2.5}中のTC-EC,OCの関係

PM_{2.5}炭素成分中の元素状炭素(EC),有機炭素(OC)濃度を季節別に比較したところ、季節間で顕著な差は見られなかったが、一般環境と道路沿道では、全季を通して、一般環境の方が有機炭素(OC)の割合が多かった。

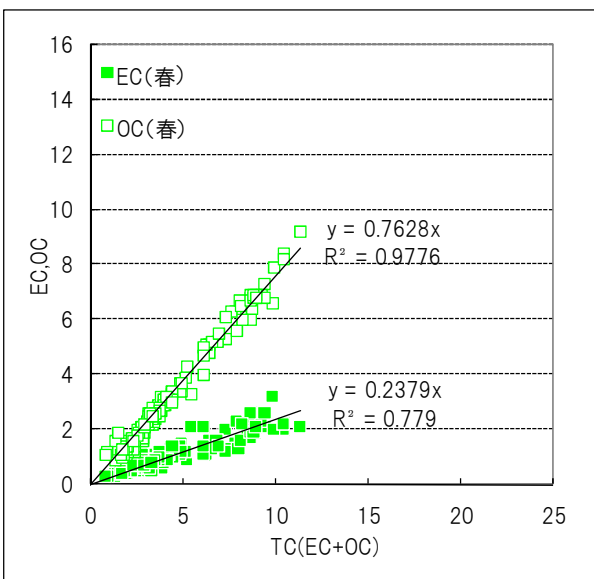


TC-EC,OCの関係(全季・全地点)

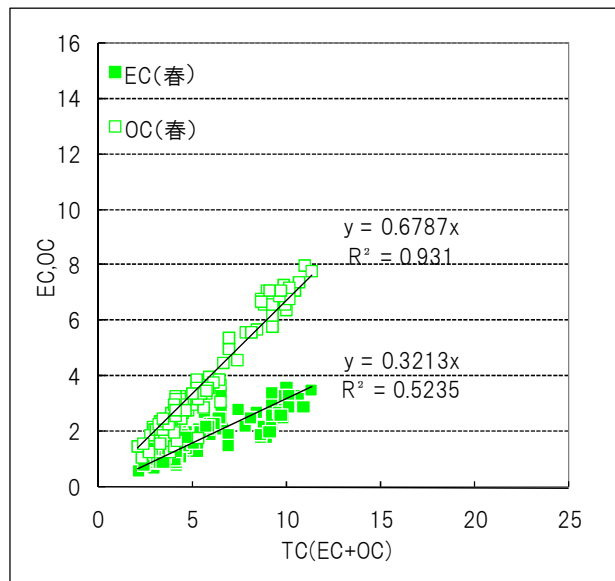
※定量下限値未満は、そのままの値(定量下限値)を使用した。検出下限値未満のものはなかった。

※TC(全炭素)=EC(元素状炭素)+OC(有機炭素)とした。

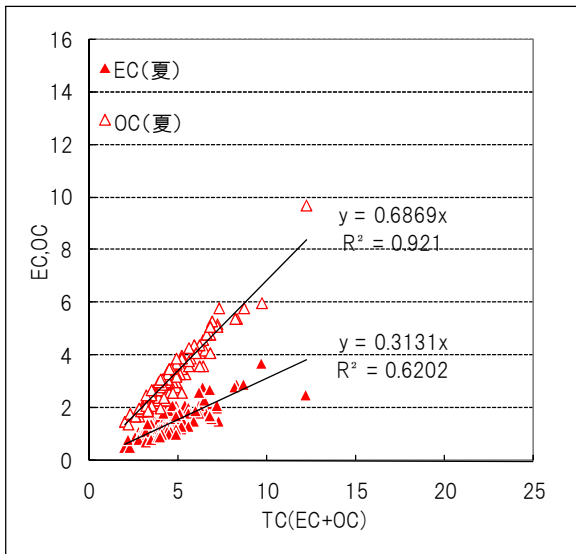
※単位は、すべて($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



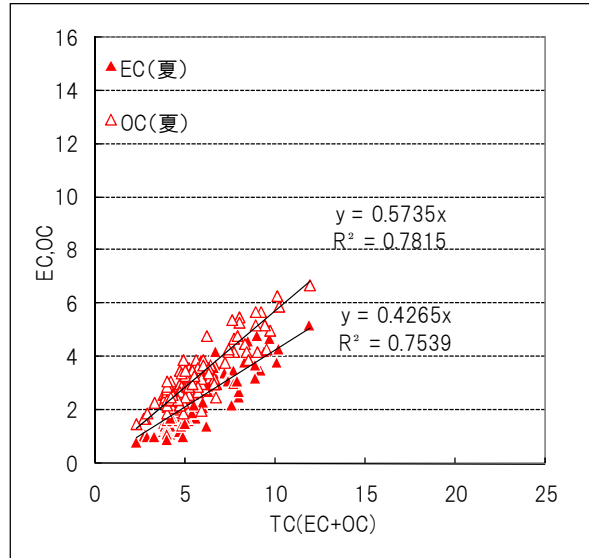
一般環境(春)



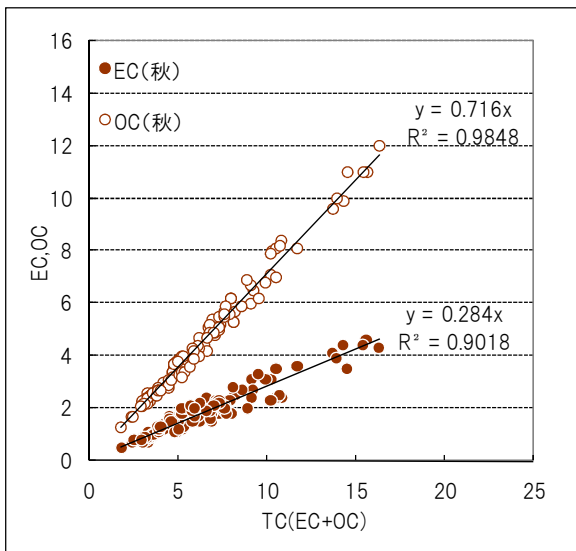
道路沿道(春)



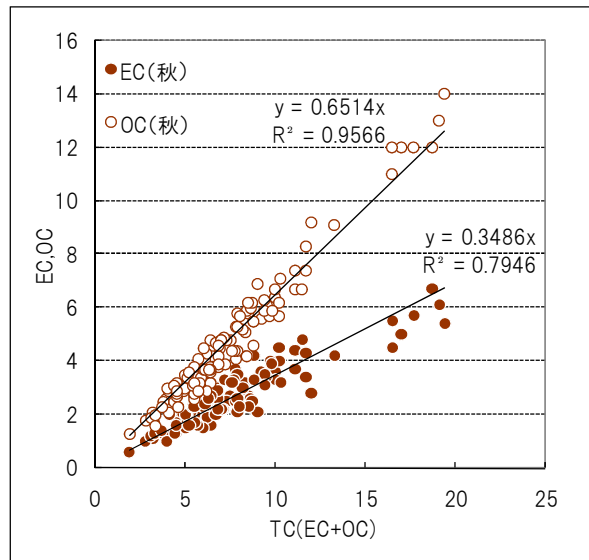
一般環境(夏)



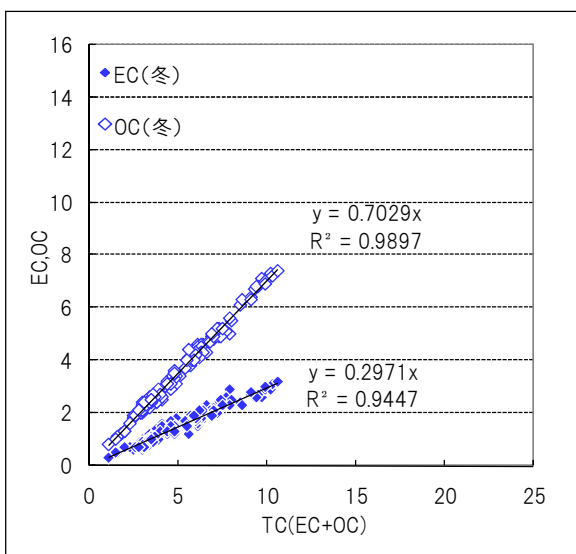
道路沿道(夏)



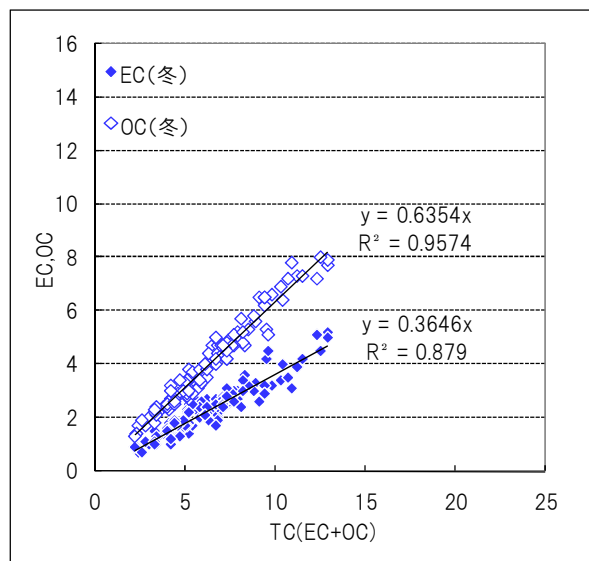
一般環境(秋)



道路沿道(秋)



一般環境(冬)

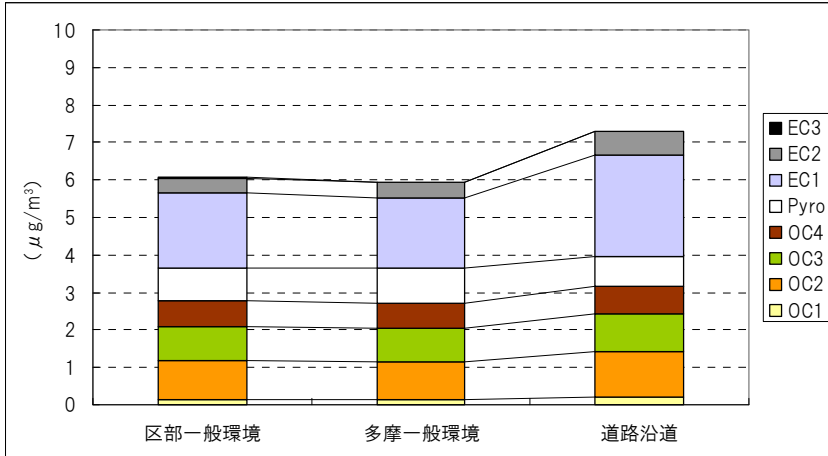


道路沿道(冬)

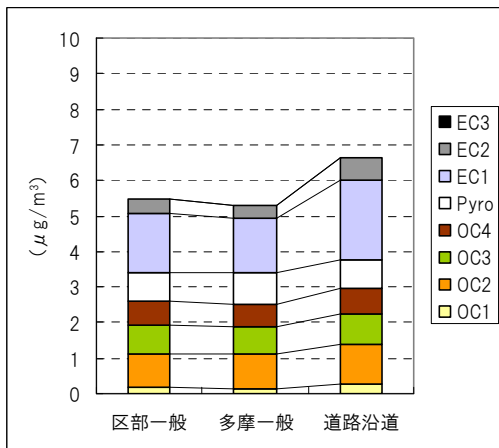
3-2 PM_{2.5} 中炭素成分の炭素フラクション

PM_{2.5} 炭素成分中の炭素フラクション濃度及び構成比を次に示す。炭素フラクション濃度を比較すると、各フラクション濃度は道路沿道が高い傾向であった。しかし、熱分解炭素(OC_{Pyro})については多摩地域の一般環境では、道路沿道に比較してわずかながら高い傾向であった。

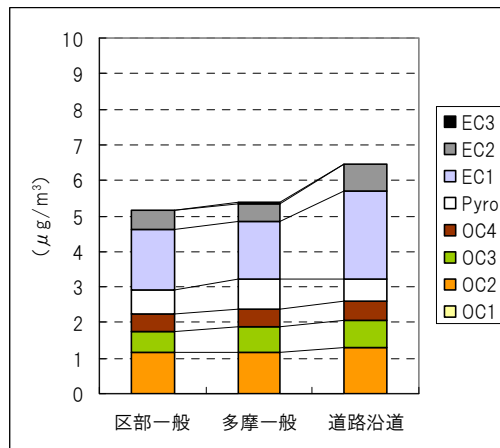
○地域別炭素フラクション濃度



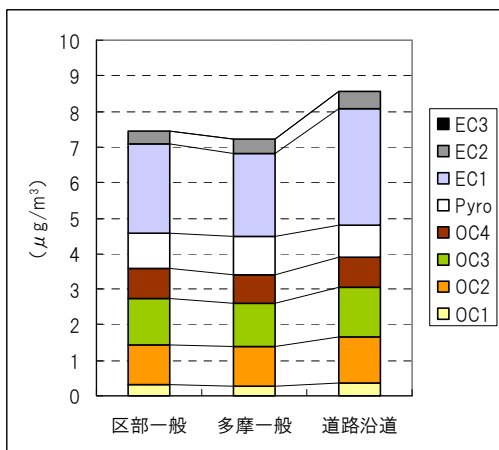
PM_{2.5} 中炭素フラクション濃度(全季)



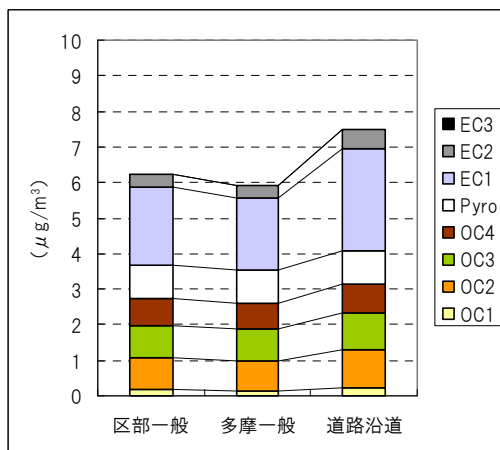
PM_{2.5} 中炭素フラクション濃度(春季)



PM_{2.5} 中炭素フラクション濃度(夏季)

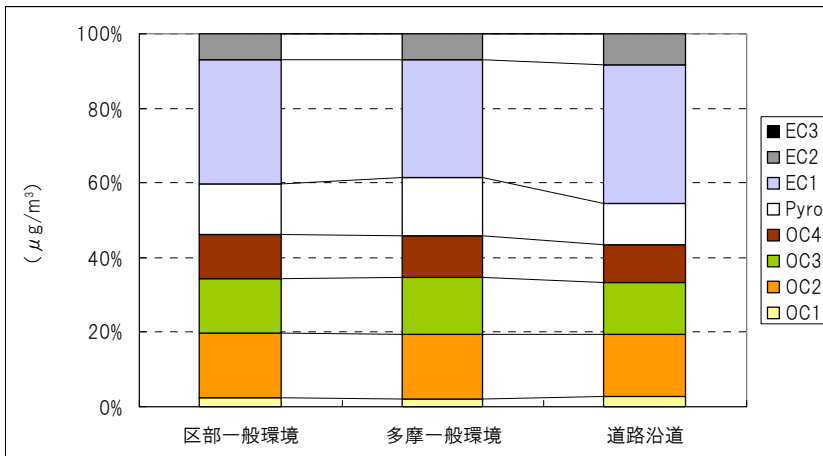


PM_{2.5} 中炭素フラクション濃度(秋季)

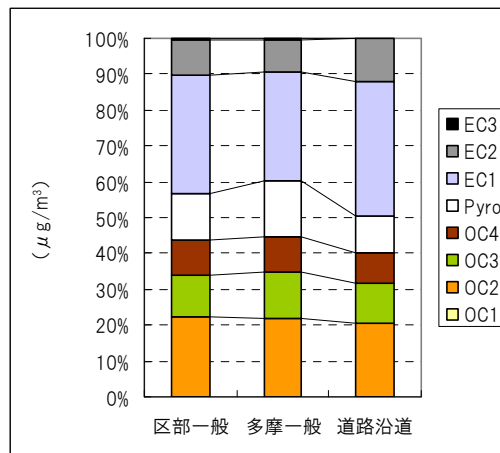
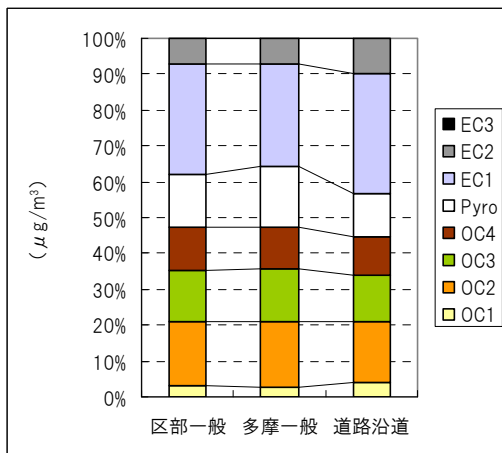


PM_{2.5} 中炭素フラクション濃度(冬季)

○地域別炭素フラクション構成比

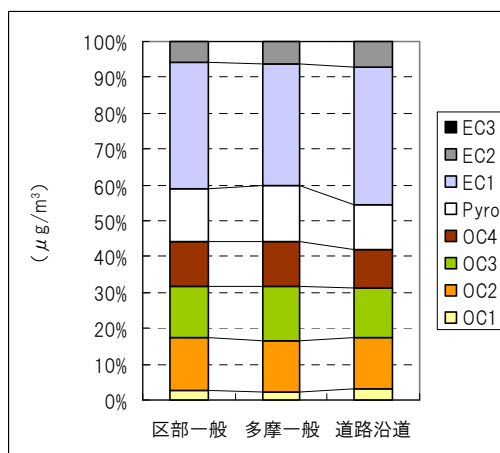
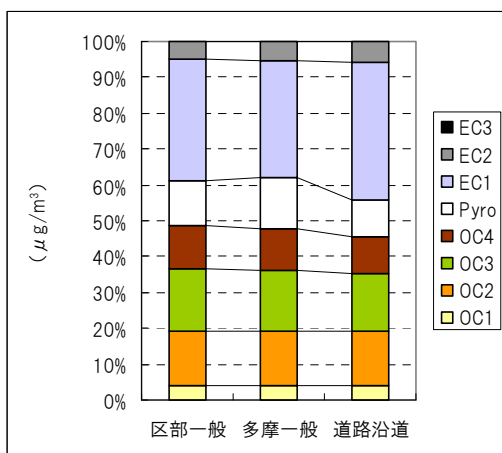


PM_{2.5} 中炭素フラクション構成比(全季)



PM_{2.5} 中炭素フラクション構成比(春季)

PM_{2.5} 中炭素フラクション構成比(夏季)



PM_{2.5} 中炭素フラクション構成比(秋季)

PM_{2.5} 中炭素フラクション構成比(冬季)

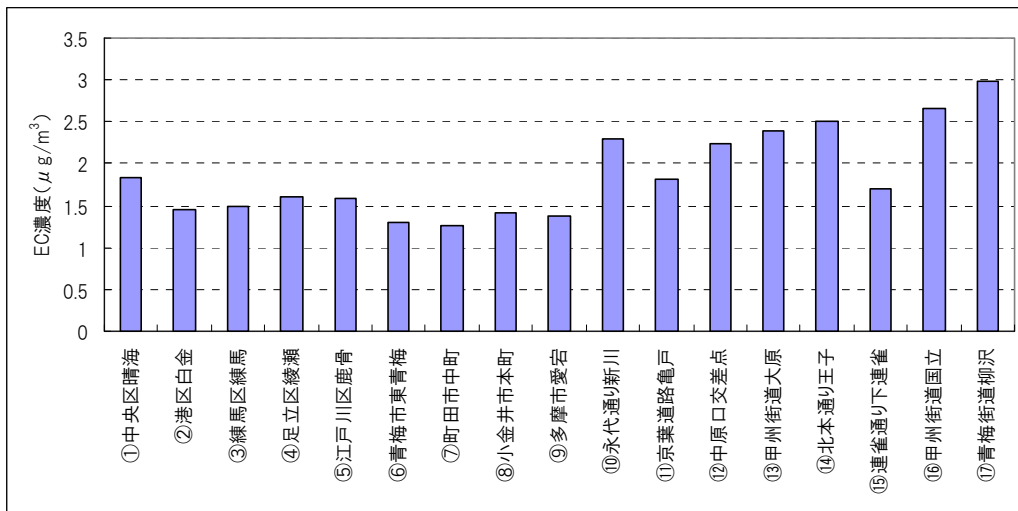
Pyro のフラクション分は EC1 の分析値(EC1)a から差し引いた。

$$EC = (EC1)a + (EC2)a + (EC3)a = ((EC1)a - Pyro) + (EC2)a + (EC3)a + Pyro$$

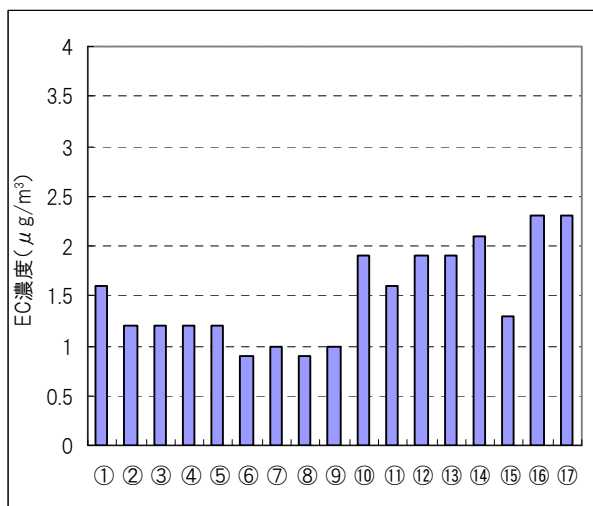
区部一般環境: 5地点、多摩一般環境: 3地点、道路沿道: 6地点の平均値

3-3 PM_{2.5}中ECの比較

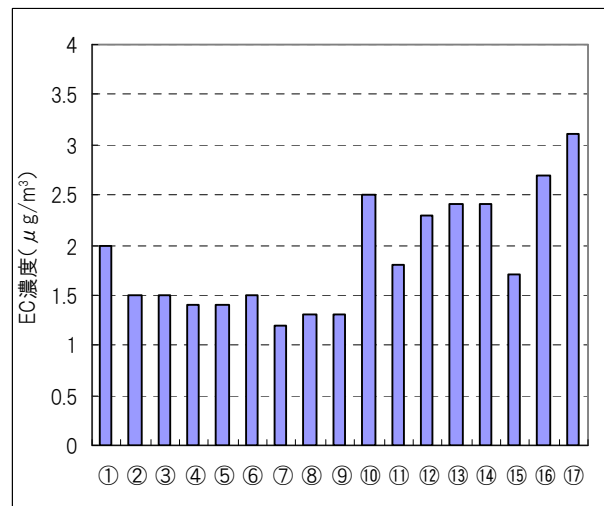
地点別の元素状炭素(EC)濃度を次に示す。年平均値、各季とも、元素状炭素濃度は一般環境地点(①~⑨)に比べて道路沿道地点(⑩~⑰)が高い傾向を示した。



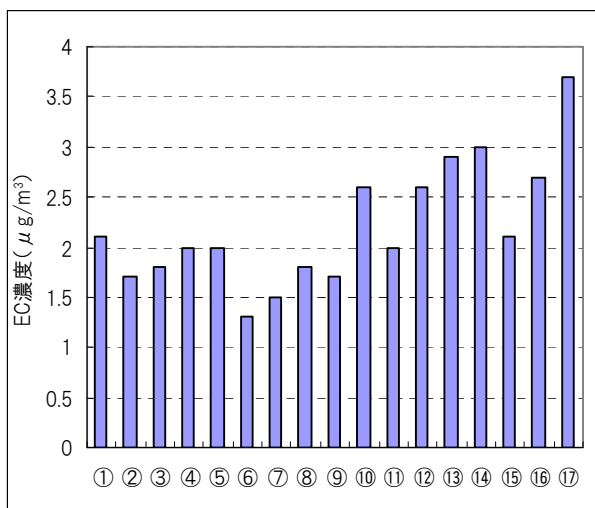
EC濃度(全季平均)



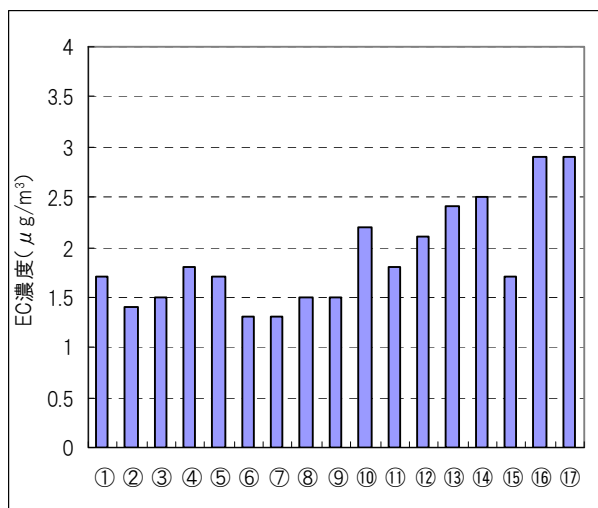
EC濃度(春季)



EC濃度(夏季)



EC濃度(秋季)



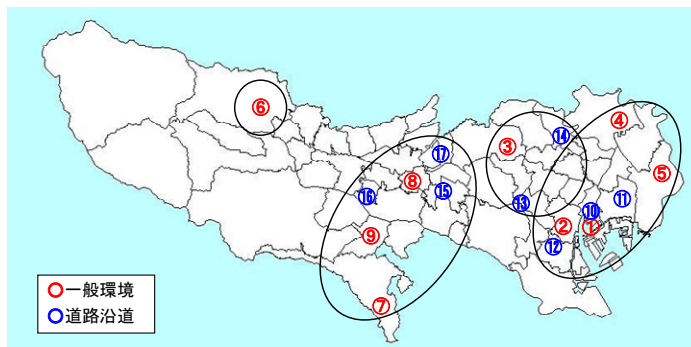
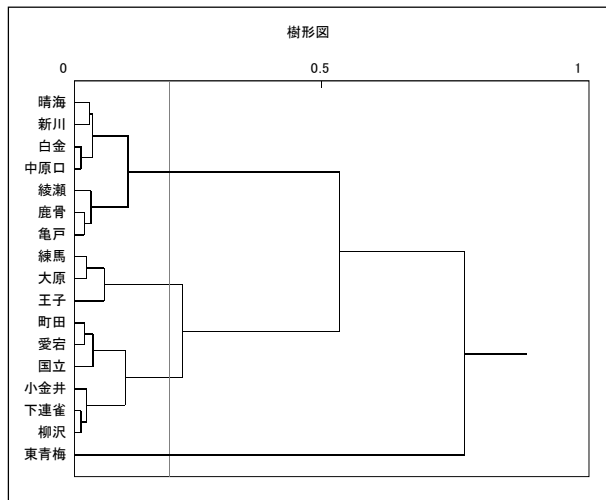
EC濃度(冬季)

4 クラスタ分析

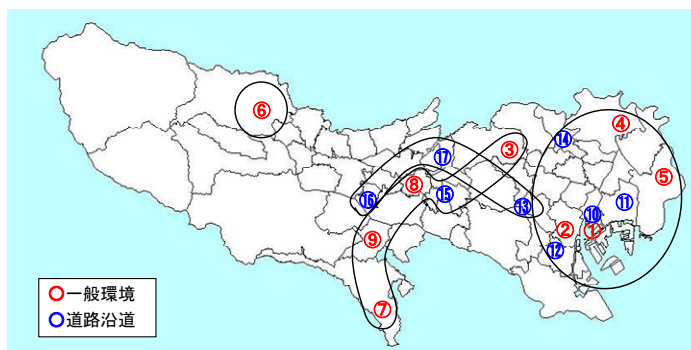
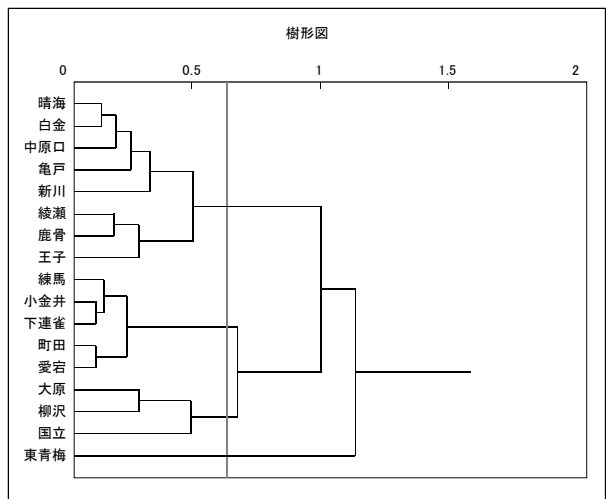
4-1 PM_{2.5}等の質量濃度・成分濃度による分析

各地点間の特徴を明らかにするため、PM_{2.5}の質量濃度(PTFE フィルタ)、PM_{2.5}の各成分濃度及びSPM濃度(PTFE フィルタ)について、クラスタ分析を行った。

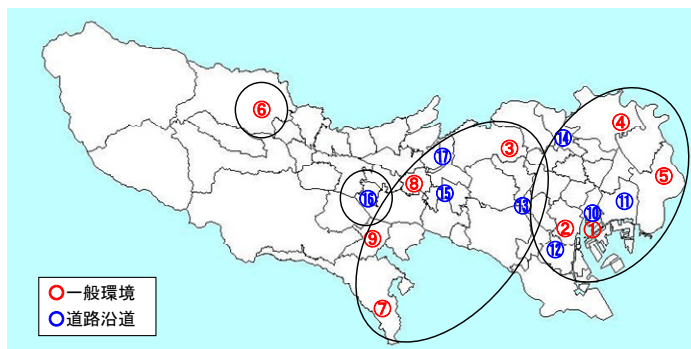
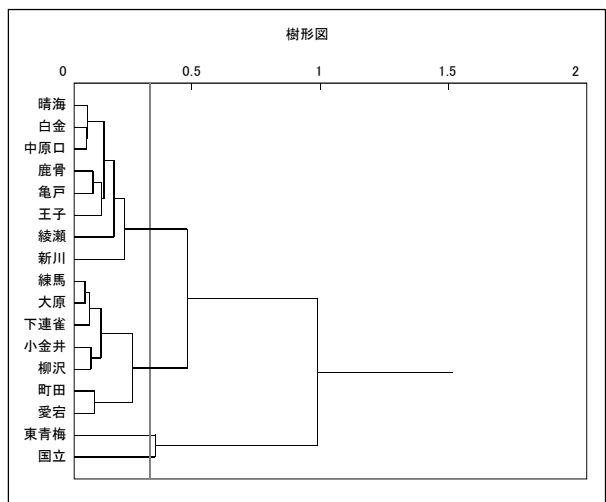
OPM_{2.5}の質量濃度



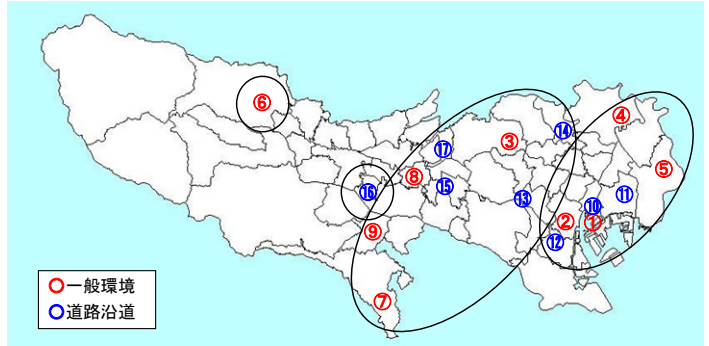
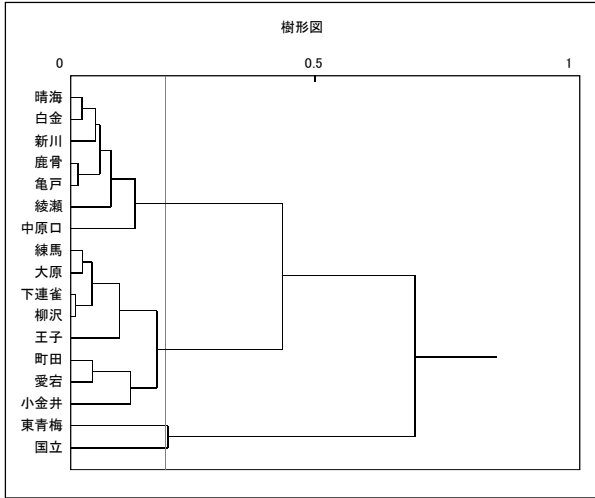
OPM_{2.5} 元素状炭素(EC)



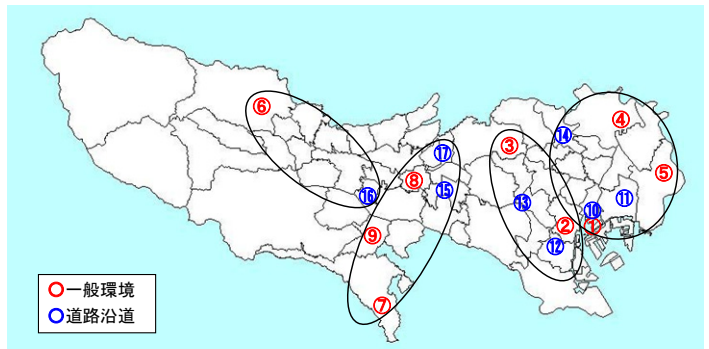
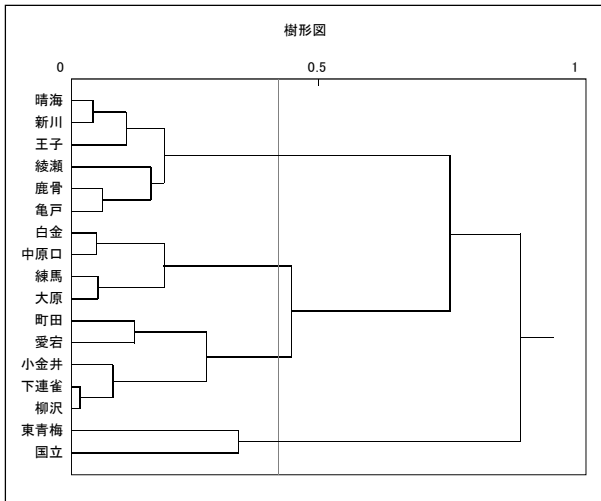
OPM_{2.5} 有機炭素(OC)



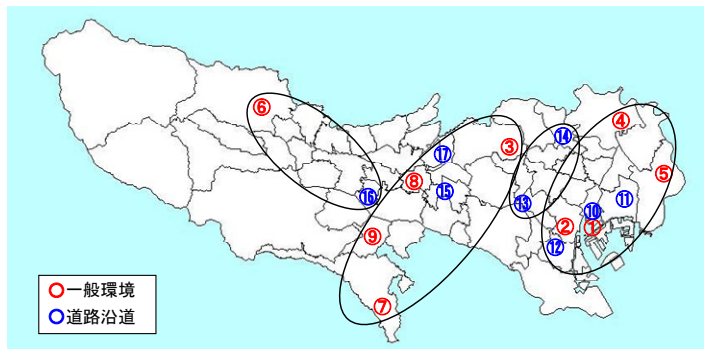
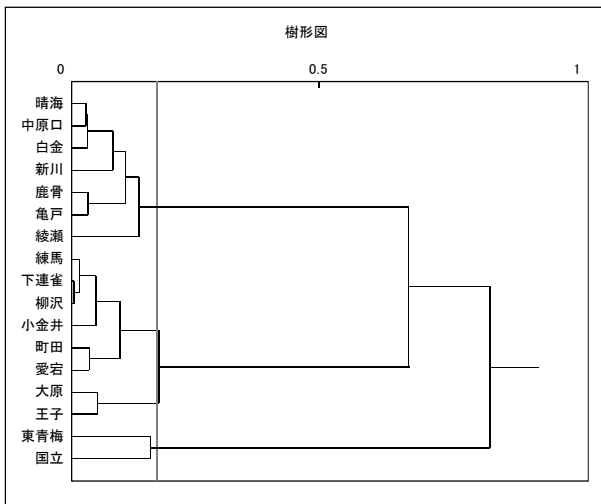
OPM_{2.5} アンモニウムイオン(NH₄⁺)



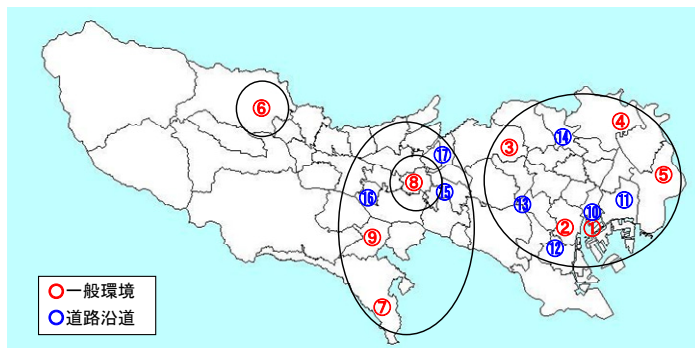
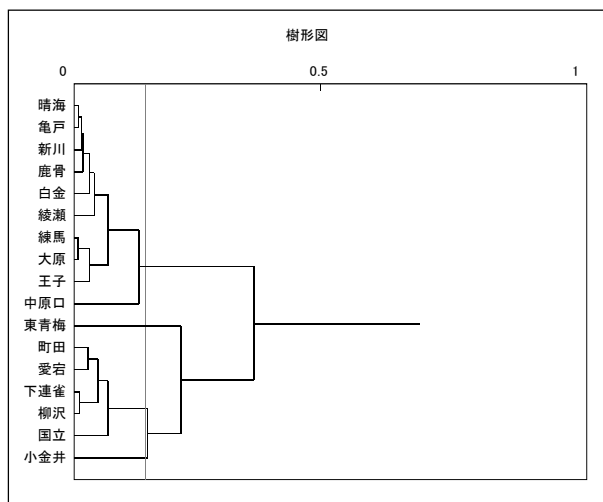
OPM_{2.5} 塩化物イオン(Cl⁻)



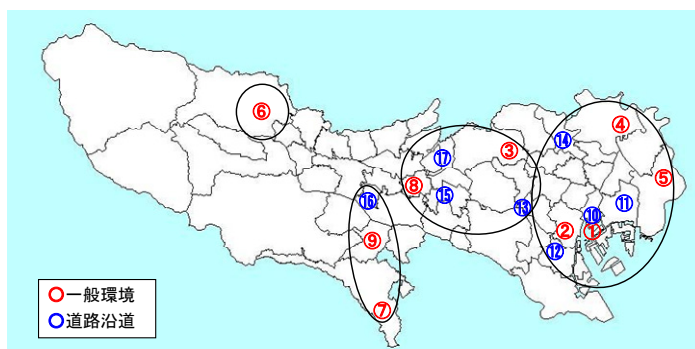
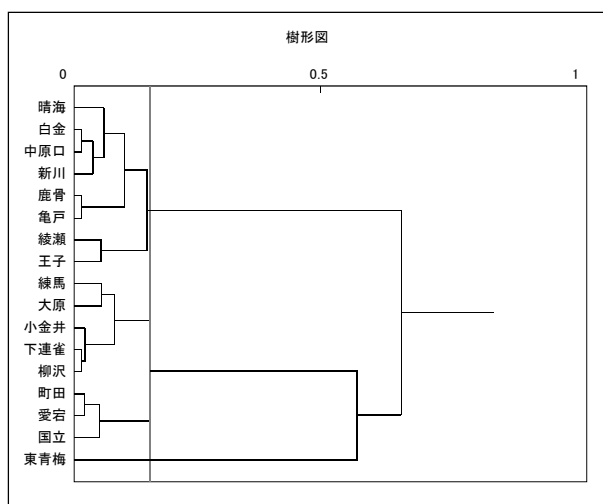
OPM_{2.5} 硝酸イオン(NO₃⁻)



OPM_{2.5} 硫酸イオン (SO₄²⁻)



OSPM 質量濃度



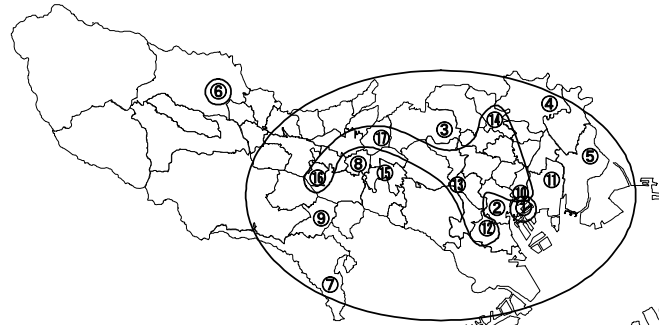
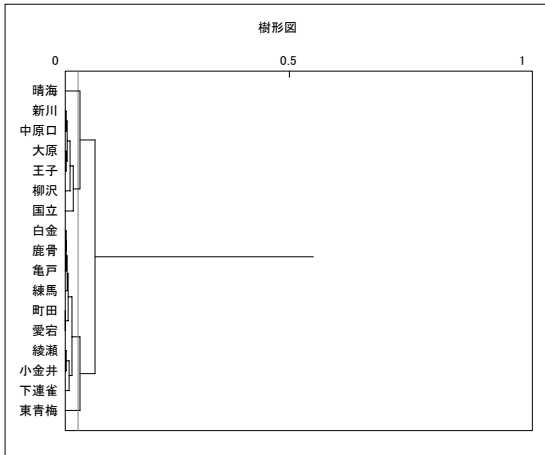
※調査地点別の全季平均値で分析した。

※一般環境と道路沿道を分けずに、すべて、4 区分として作図した。

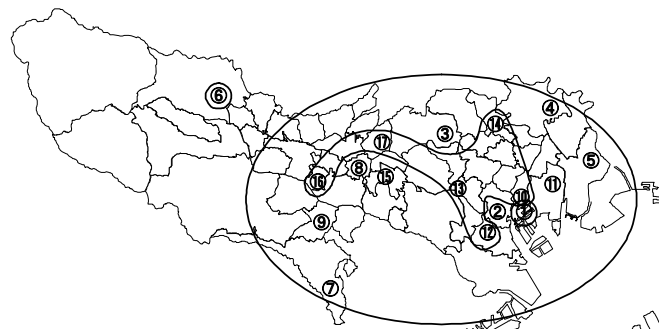
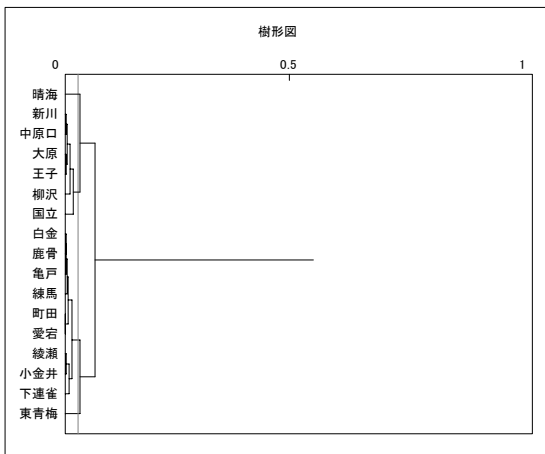
4-2 PM_{2.5} 成分構成比による分析

各地点間の特徴を明らかにするため、PM_{2.5} の成分構成比について、いくつかのケースでクラスター分析を行った。

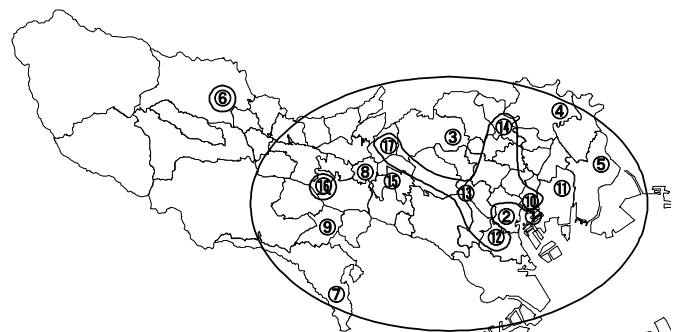
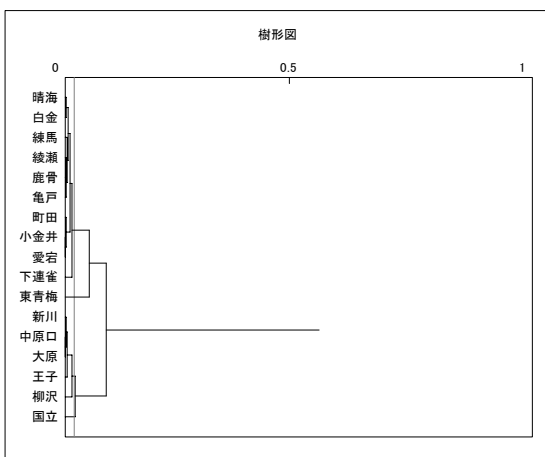
○成分濃度(全季データ平均、炭素・イオン:あり、金属:あり、その他成分:あり)



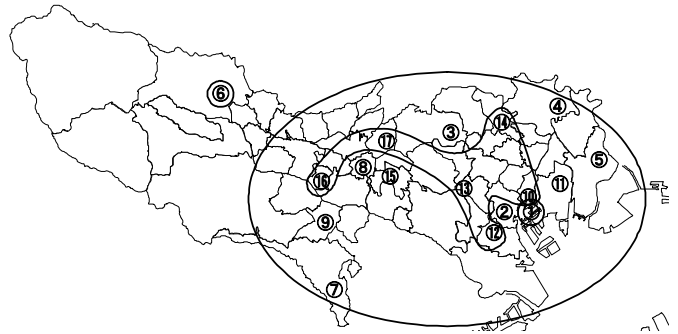
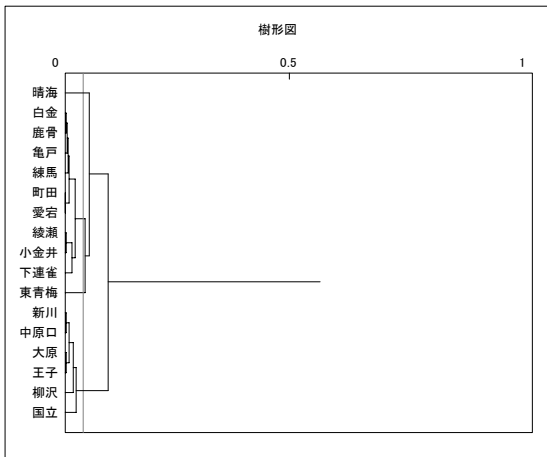
○構成比(全季データ平均、炭素・イオン:あり、金属:あり、その他成分:あり)



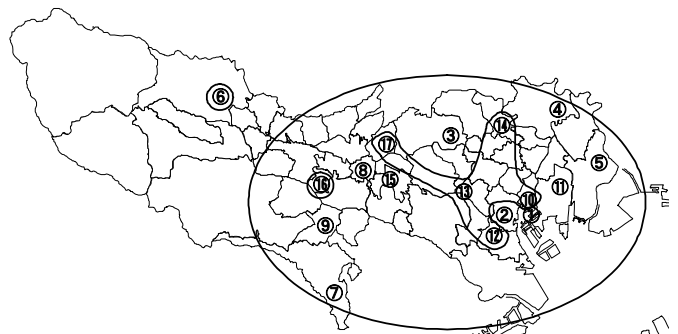
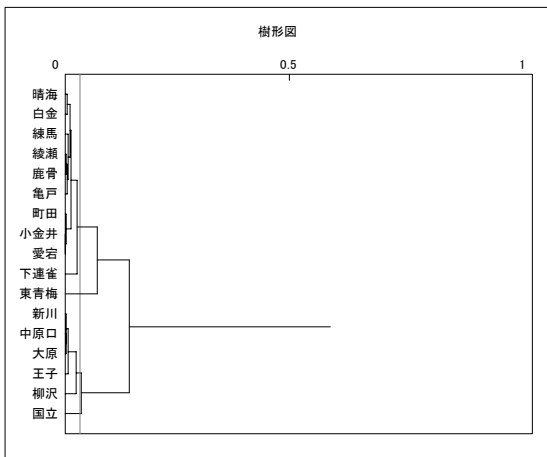
○構成比(全季データ平均、炭素・イオン:あり、金属:あり、その他成分:なし)



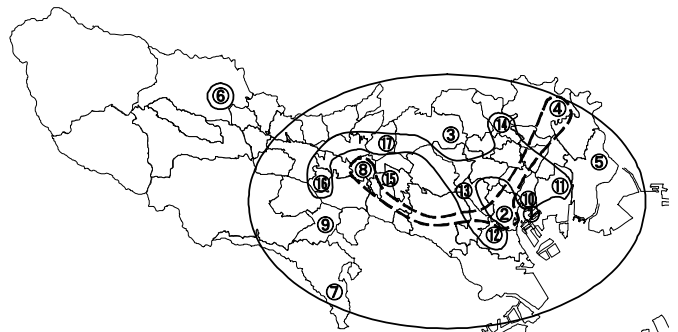
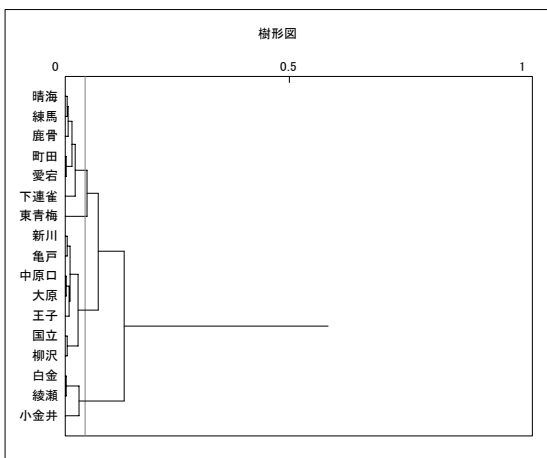
○構成比(全季データ平均、炭素・イオン:あり、金属:なし、その他成分:あり)



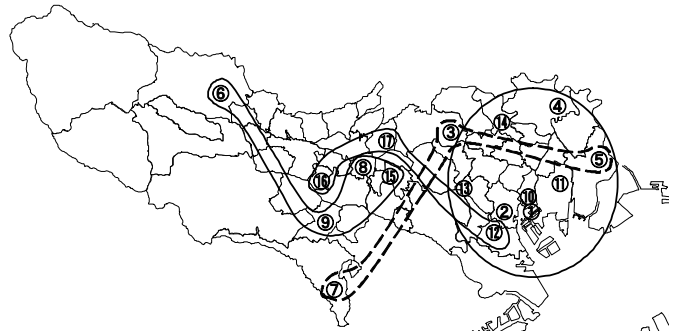
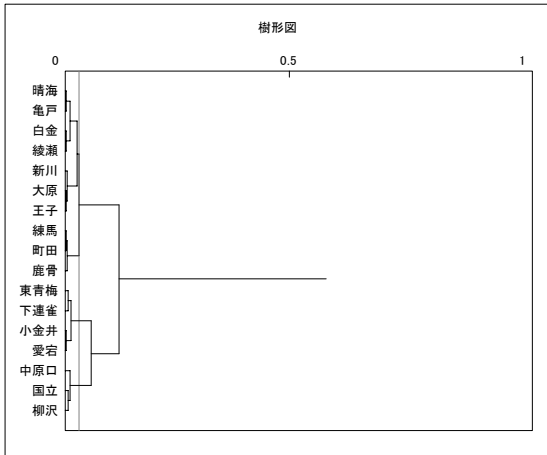
○構成比(全季データ平均、炭素・イオン:あり、金属:なし、その他成分:なし)



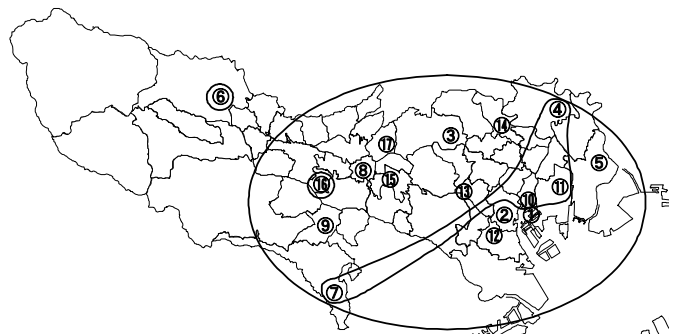
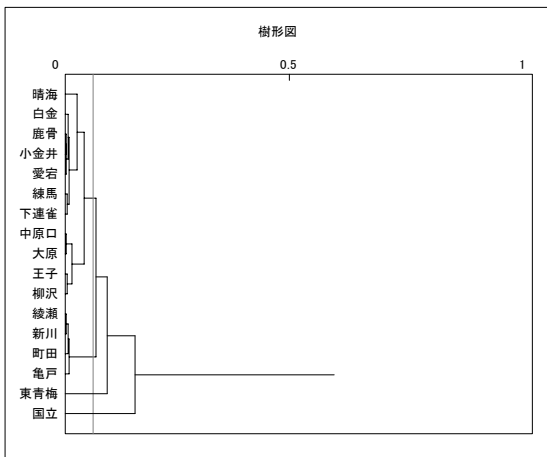
○構成比(春季データ平均、炭素・イオン・金属・その他成分:あり)



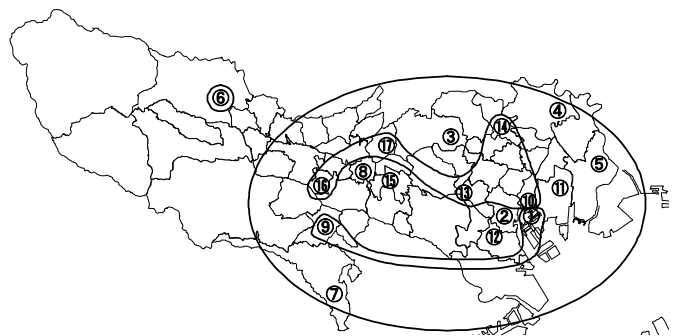
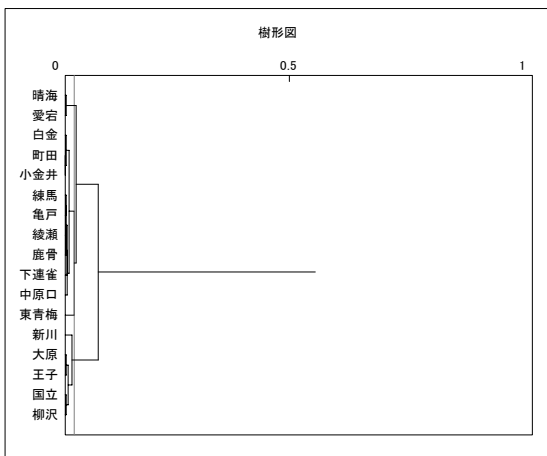
○構成比(夏季データ平均、炭素・イオン・金属・その他成分:あり)



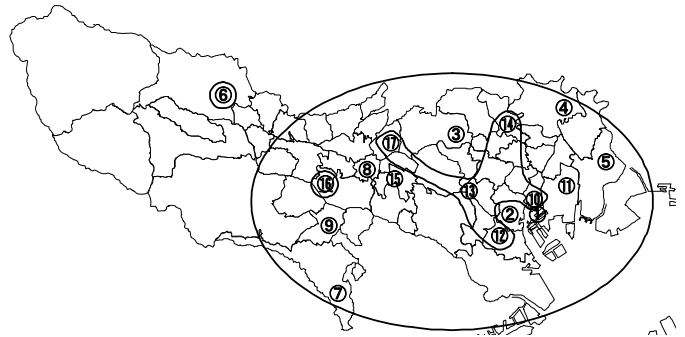
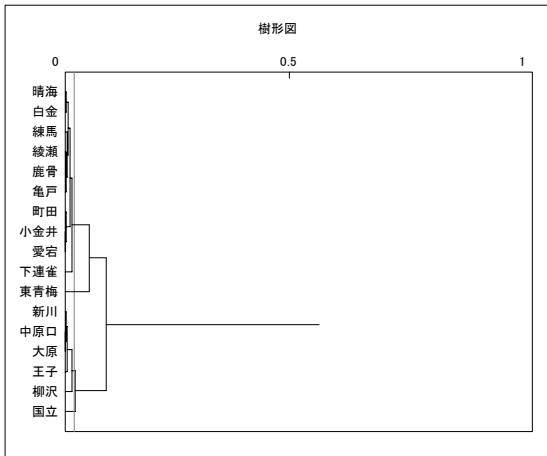
○構成比(秋季データ平均、炭素・イオン・金属・その他成分:あり)



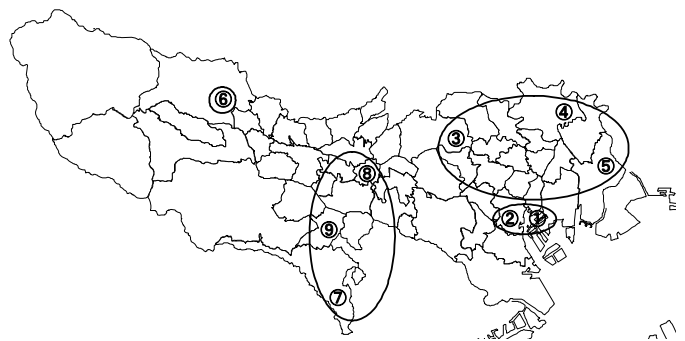
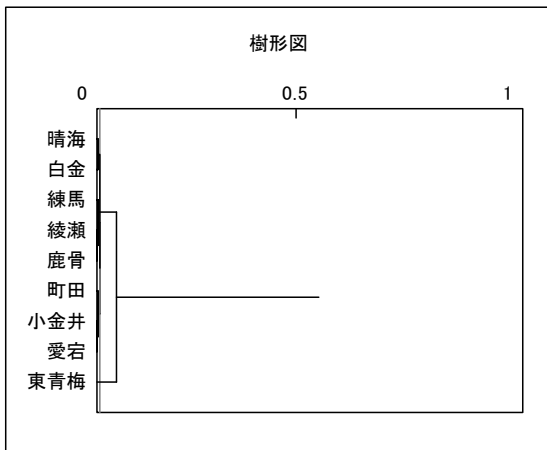
○構成比(冬季データ平均、炭素・イオン・金属・その他成分:あり)



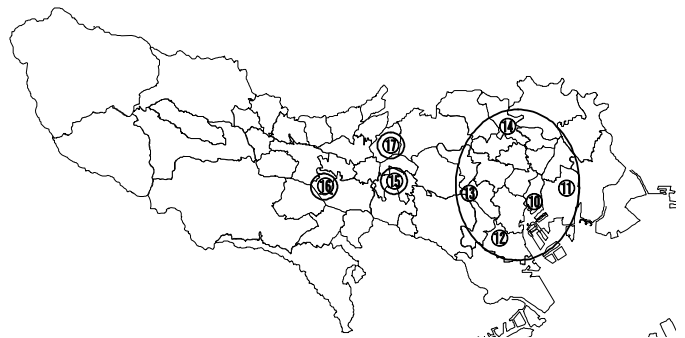
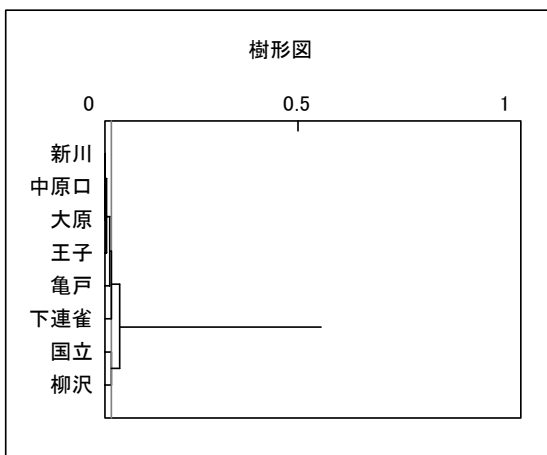
○全データ(炭素成分*を EC,OC に分類)



○一般環境データ(炭素成分を EC,OC に分類)



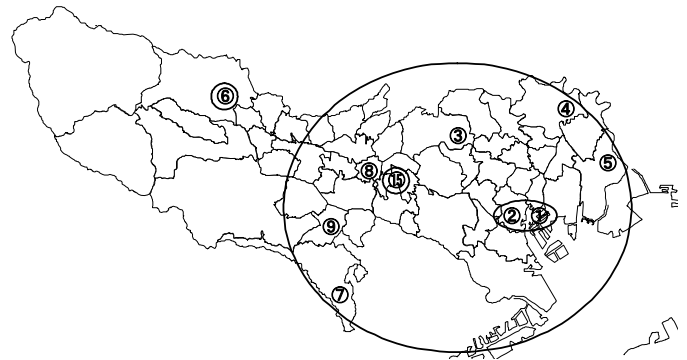
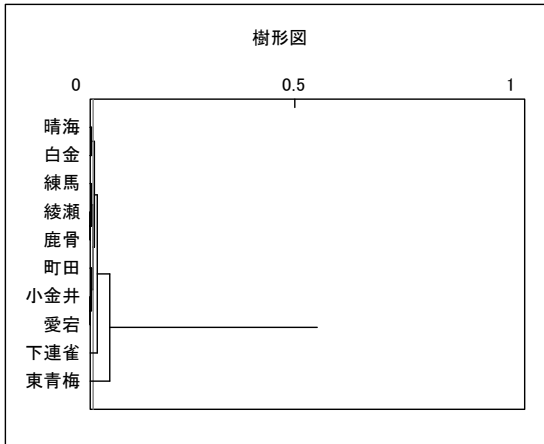
○道路沿道データ(炭素成分を EC,OC に分類)



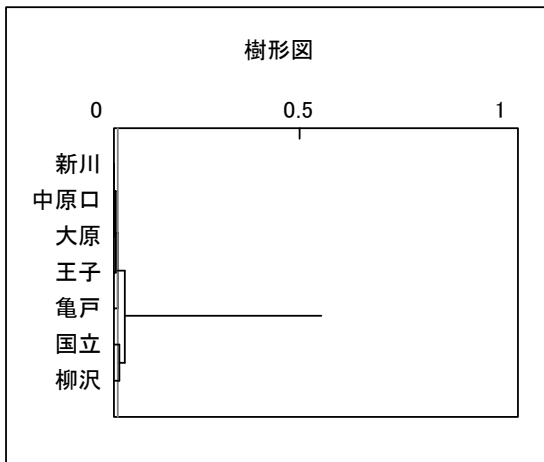
*炭素成分は EC,OC の 2 分類として分析した (炭素フラクションでない)。

連雀通り下連雀（道路沿道）は、日中交通量が少ない（3万台未満）ところとして選定しており、一般環境に近いと考えられたため、参考として、連雀通り下連雀を一般環境に分類し、クラスター分析を行った。

○一般環境データ(下連雀含む)



○道路沿道データ(下連雀除く)



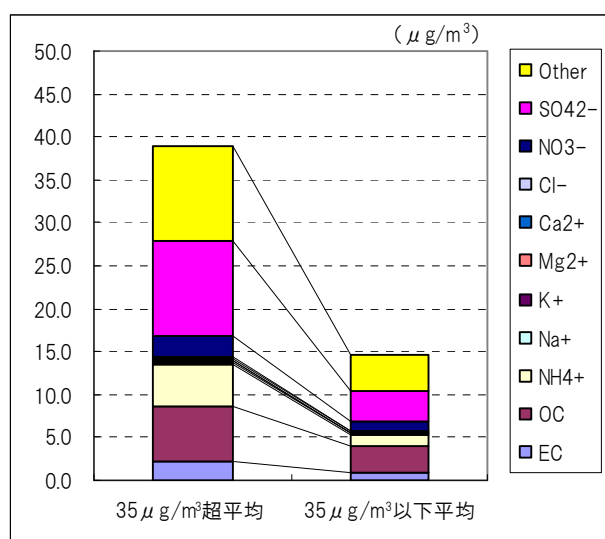
5 高濃度日との比較

PM_{2.5} 質量濃度が 35 μg/m³ を越えた日 (高濃度日) と 35 μg/m³ 以下の日の成分濃度と構成比を季節別に比較した。

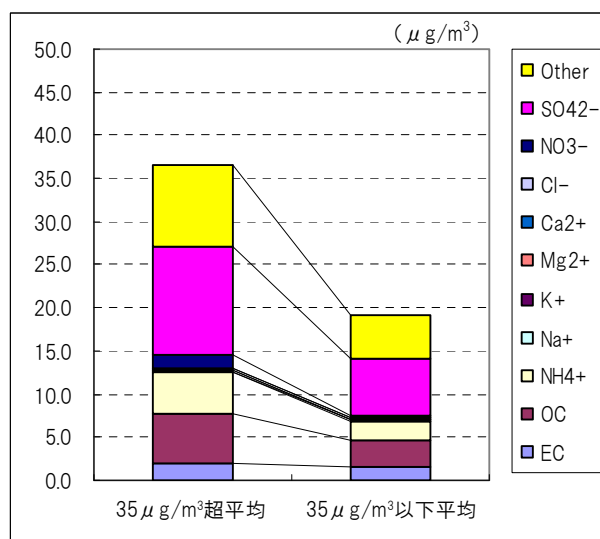
一般環境と道路沿道では大きな差異は見られなかったが、季節間では差が認められた。春季では、高濃度日に硫酸イオンの構成比が大きくなっており、秋季、冬季については、硝酸イオンの構成比が大きくなっていった。夏季については、高濃度日と 35 μg/m³ 以下の日の構成比に大きな差異は見られなかった。

5-1 PM_{2.5} 成分濃度による比較

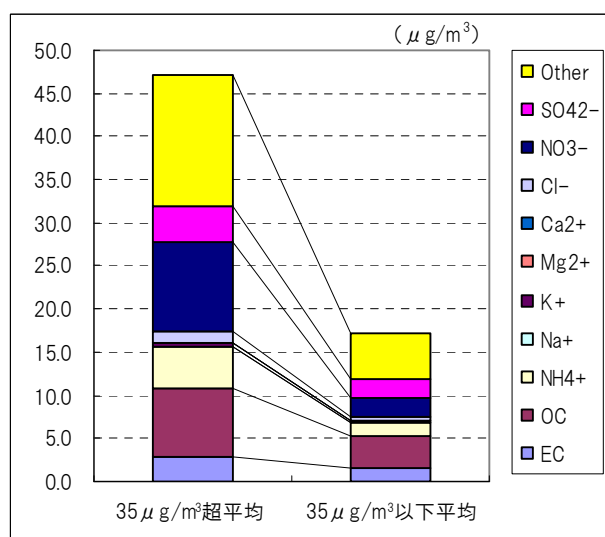
○一般環境



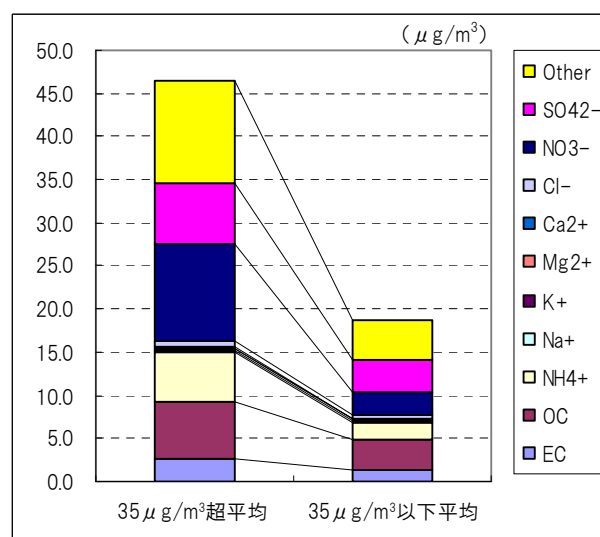
春季 (PM_{2.5})



夏季 (PM_{2.5})



秋季 (PM_{2.5})

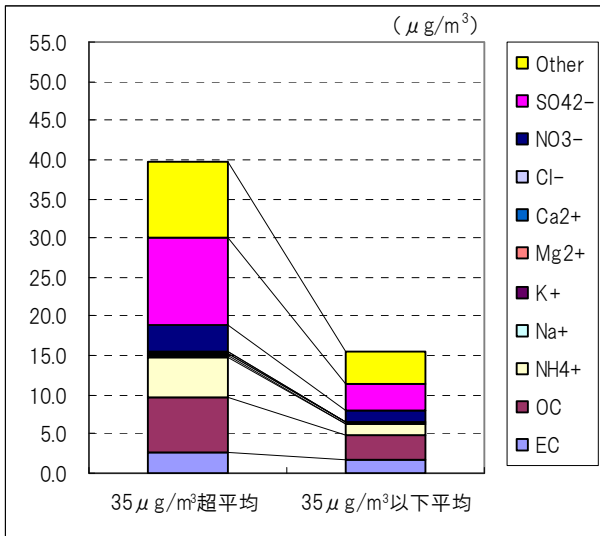


冬季 (PM_{2.5})

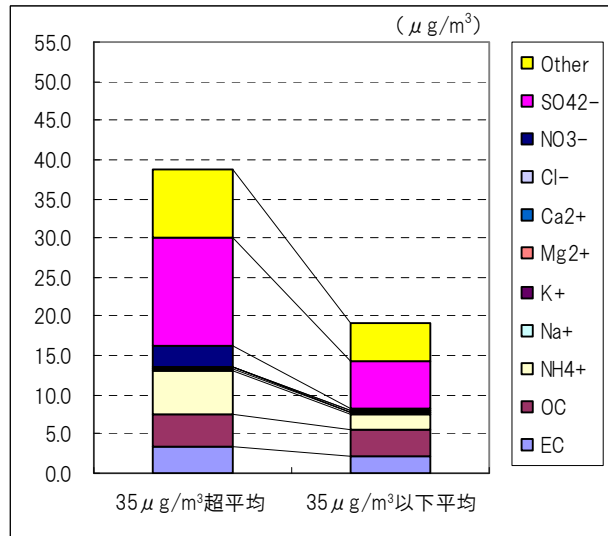
※秤量条件: 温度 21.5 ± 1.5℃、相対湿度 50 ± 5%

※一般環境9地点の全平均値である。

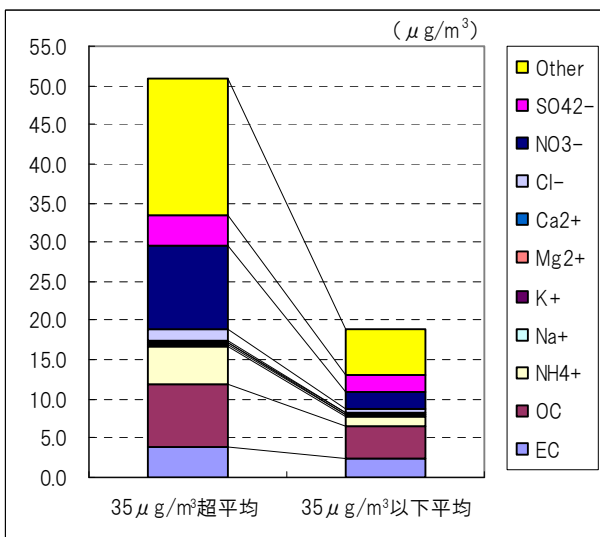
○道路沿道



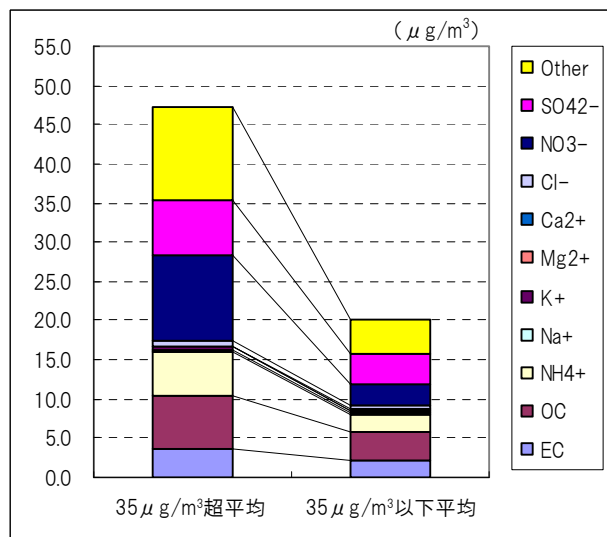
春季(PM_{2.5})



夏季(PM_{2.5})



秋季(PM_{2.5})



冬季(PM_{2.5})

※秤量条件:温度 21.5±1.5℃、相対湿度 50±5%

※一般環境9地点の全平均値である。

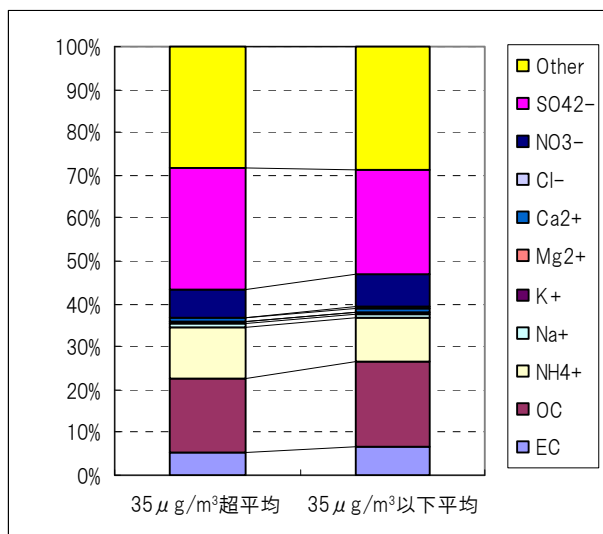
○35 μg/m³を越えた日数(17地点、延べ日数の合計)

(単位:日)

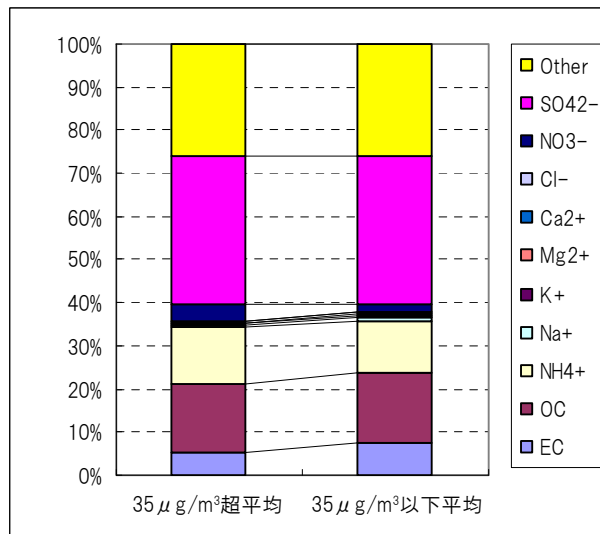
	春季	夏季	秋季	冬季	計
一般環境	17	3	20	10	50
道路沿道	20	8	22	11	61
計	37	11	42	21	111

5-2 PM_{2.5}成分構成比による比較

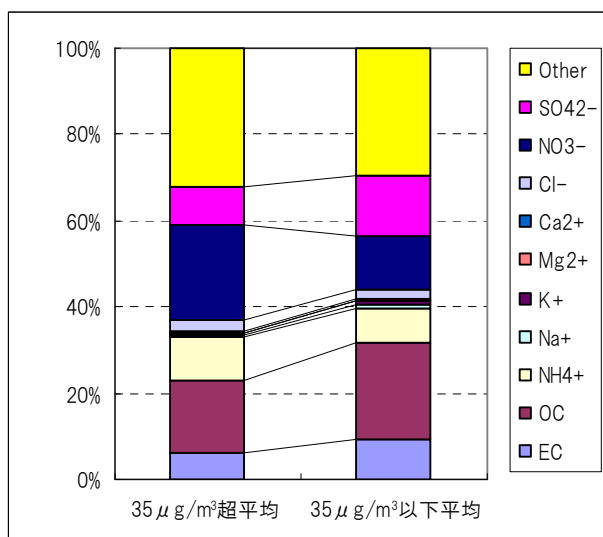
○一般環境



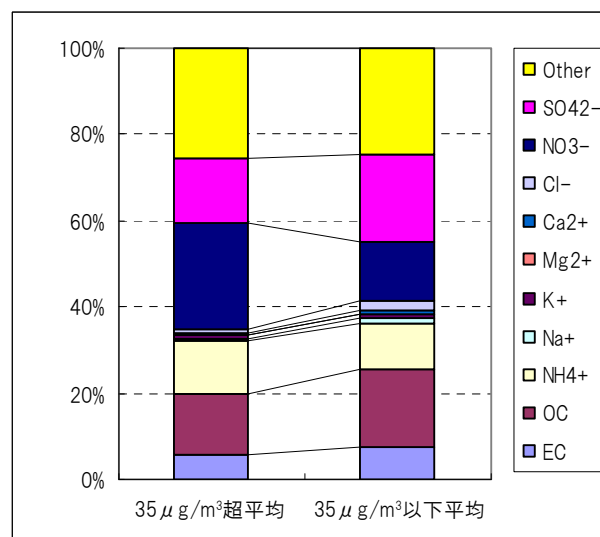
春季 (PM_{2.5})



夏季 (PM_{2.5})



秋季 (PM_{2.5})

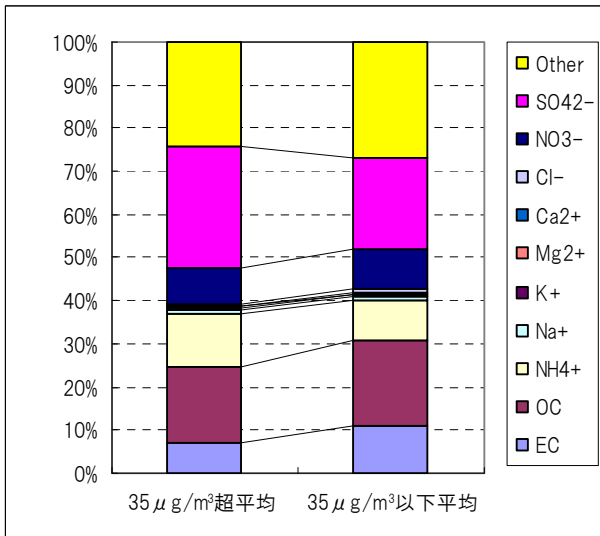


冬季 (PM_{2.5})

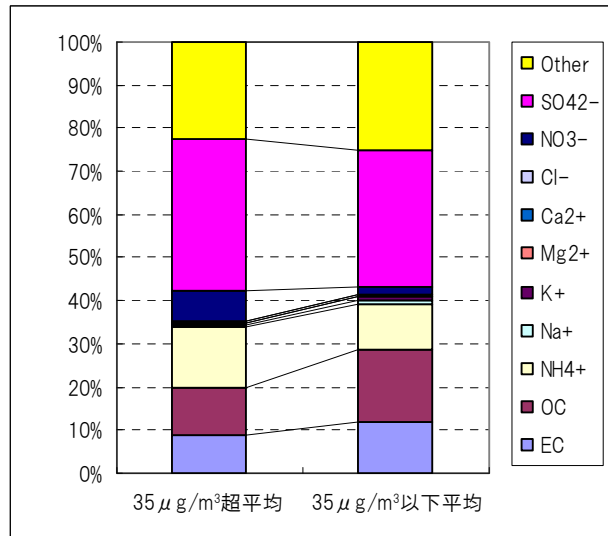
※秤量条件: 温度 21.5±1.5°C、相对湿度 50±5%

※一般環境9地点の全平均値である。

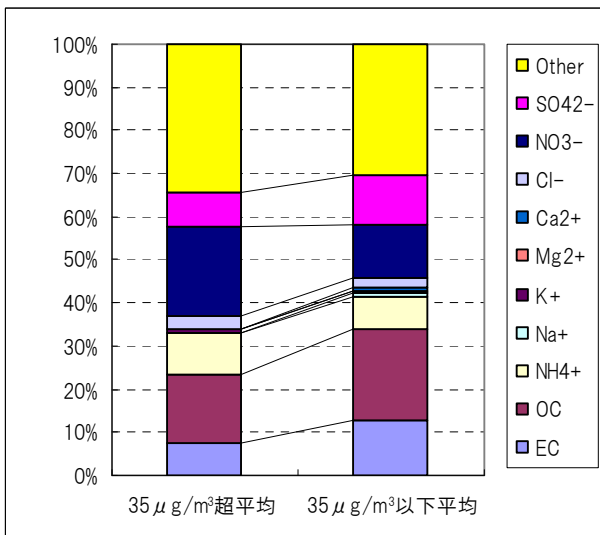
○道路沿道



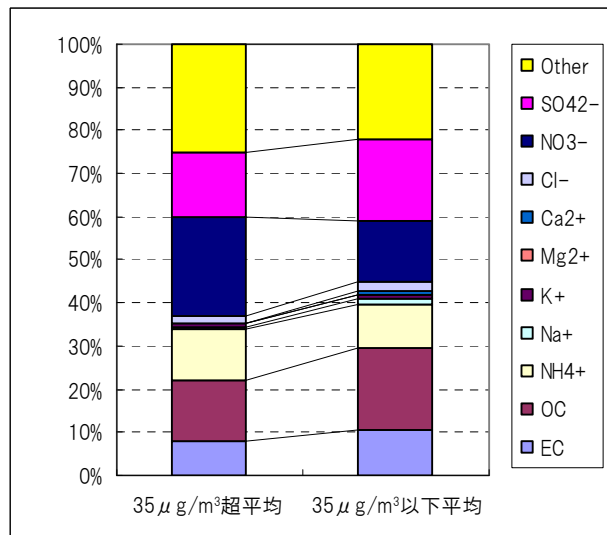
春季(PM_{2.5})



夏季(PM_{2.5})



秋季(PM_{2.5})



冬季(PM_{2.5})

※秤量条件: 温度 21.5±1.5℃、相対湿度 50±5%

※一般環境9地点の全平均値である。

○高濃度日と 35 μg/m³ 以下の日の平均気温

(°C)

		春季	夏季	秋季	冬季
一般環境	35 μg/m ³ 超	24	31	16	8
	35 μg/m ³ 以下	19	29	14	9
道路沿道	35 μg/m ³ 超	24	31	16	8
	35 μg/m ³ 以下	20	30	14	9

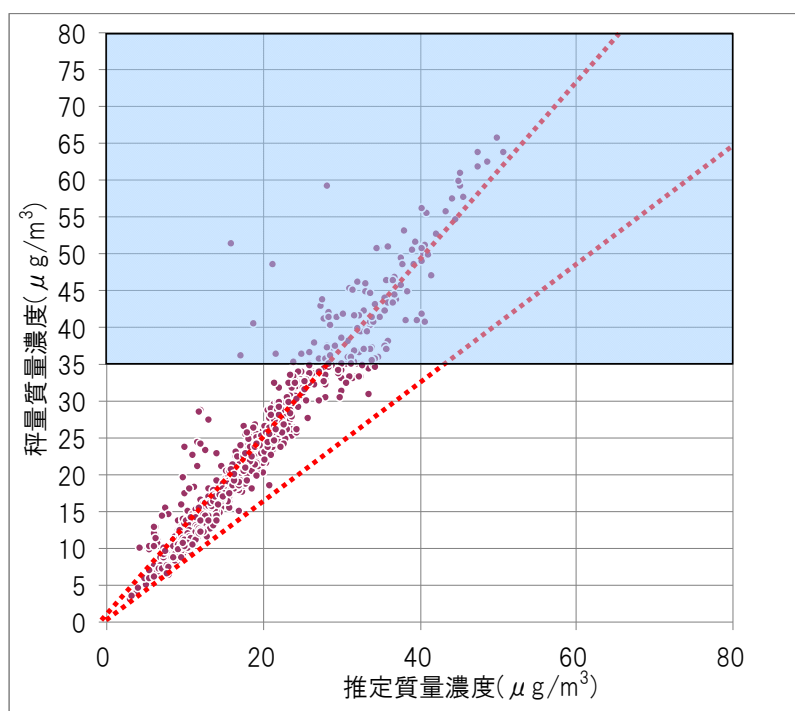
5-3 マスクロージャモデルによる検証

PM_{2.5} 質量濃度が 35 μg/m³ を越えた日 (高濃度日) と 35 μg/m³ 以下の日のマスクロージャモデルでの適合率を比較した。

35 μg/m³ 以下の日の適合率は、76%であったのに対し、高濃度日の適合率は 42%と低かった。

大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})測定方法暫定マニュアルにおいて、マスクロージャモデルは、測定値の地域代表性について検証(異常値判定)を行う手法とされており、検証結果が許容範囲(0.8~1.2)を外れる場合は、通常とは異なる何らかの影響を受けた可能性があるものとされている。高濃度日は、35 μg/m³ 以下の日と比べ、硫酸塩、硝酸塩の構成比が大きく異なることから、このことが適合率の低下に影響したものと考えられる。

○マスクロージャモデルとの比較



出所) 大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})測定方法暫定マニュアル 第4章 フィルタによる微小粒子状物質(PM_{2.5})質量濃度測定方法暫定マニュアル(改定版) 解説

○マスクロージャモデルでの適合率

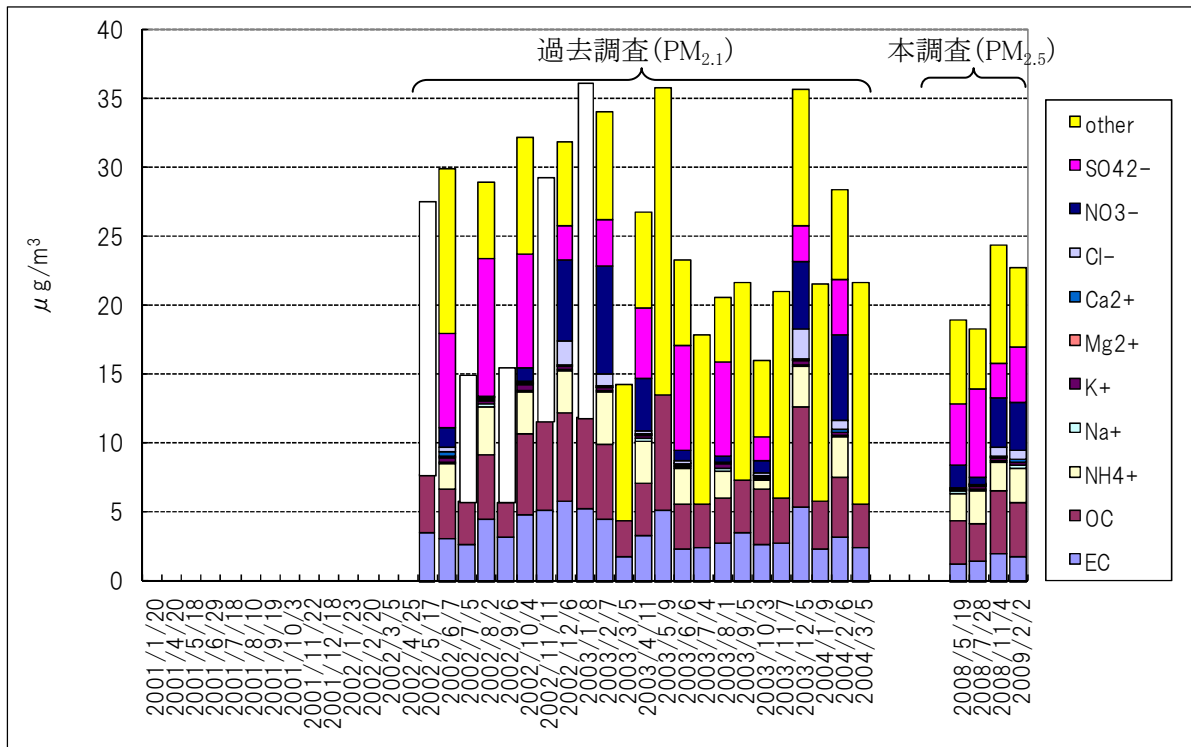
(単位: 日)

	日数	~0.8	0.8~1.2	1.2~	適合率
35 μg/m ³ 超	111	0	47	64	42%
35 μg/m ³ 以下	841	0	646	195	76%
計	952	0	693	259	73%

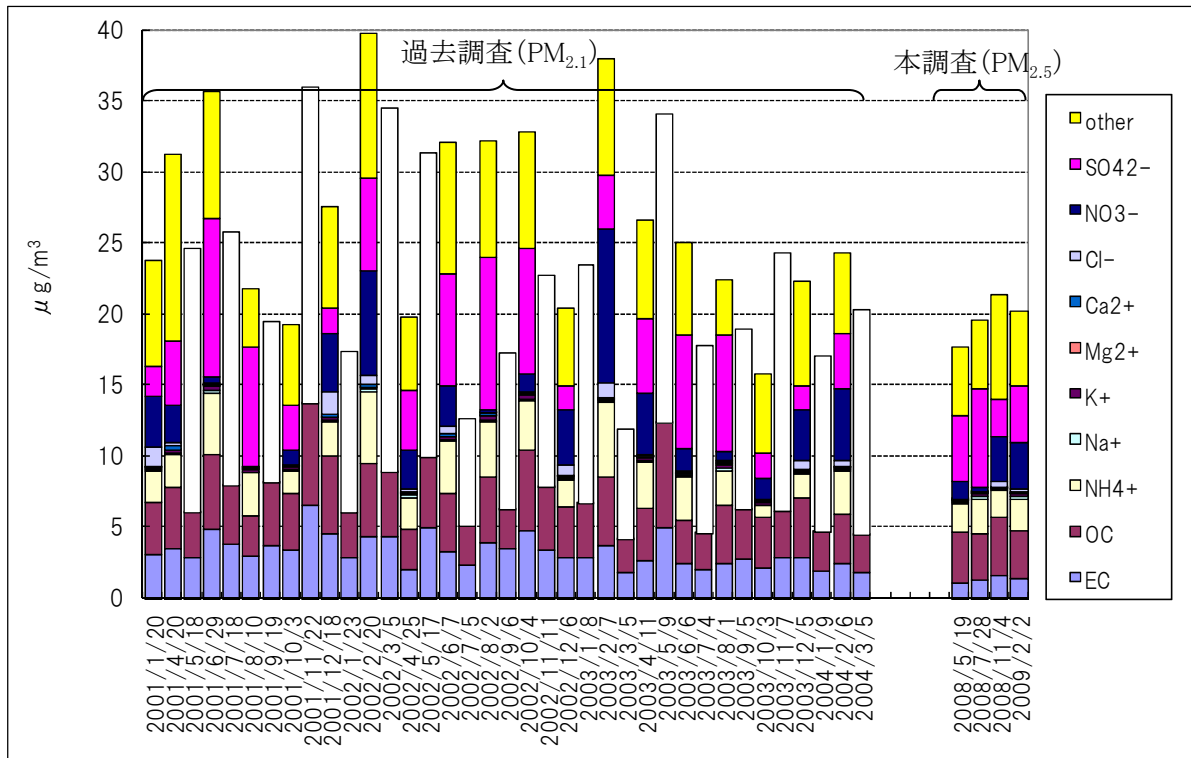
6 過去調査結果との比較

6-1 微小粒子成分濃度の経年変化

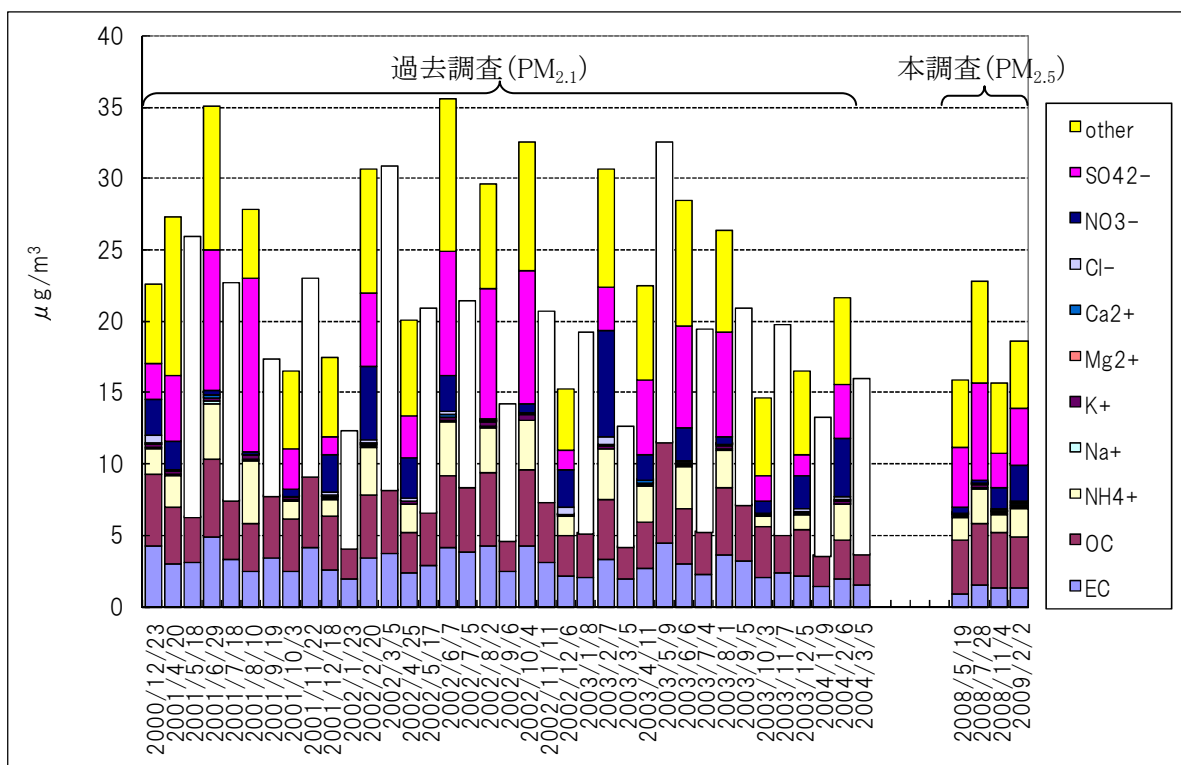
H12-15 年度に東京都が実施した PM_{2.1} 成分調査と本調査の調査地点が一致する4地点(足立区綾瀬、町田市中町、青梅市東青梅、甲州街道国立)について、過去の調査結果と比較した。



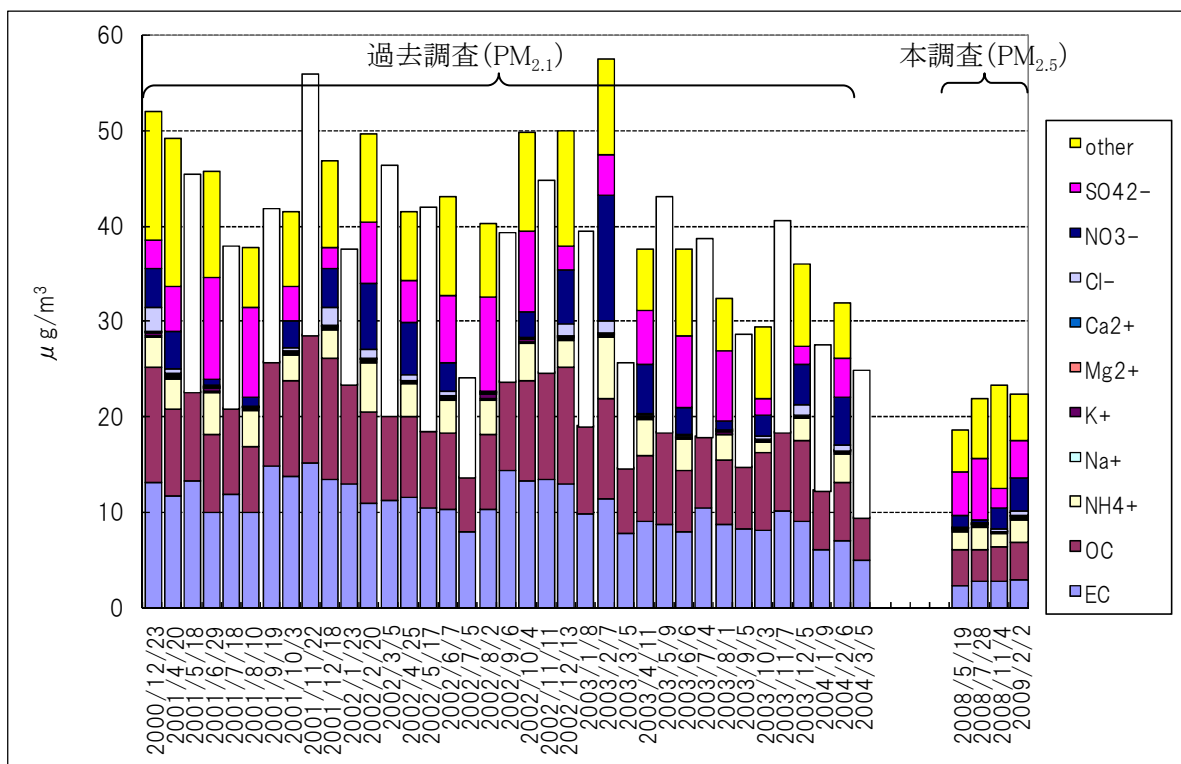
④ 足立区綾瀬(一般環境)



⑦ 町田市中町(一般環境)



⑥青梅市東青梅(一般環境)



⑩甲州街道国立(道路沿道)

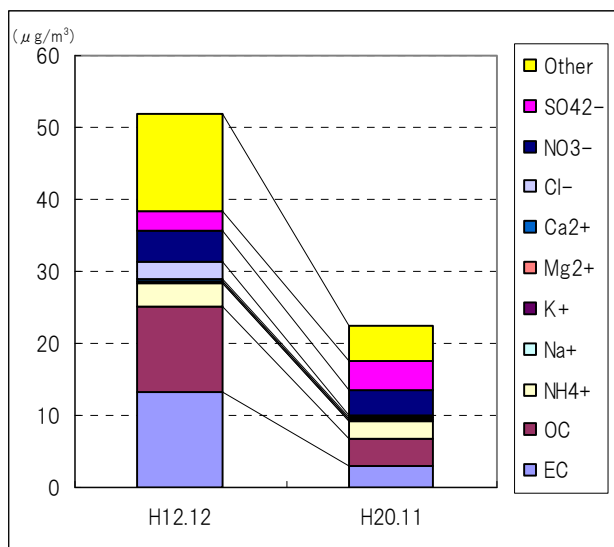
※2008年度(本調査)は、四季毎14日間の1日値の季節別平均値(PM_{2.5}濃度)である。

※過去調査は、毎月7日間の1週間値(PM_{2.1}濃度)である。

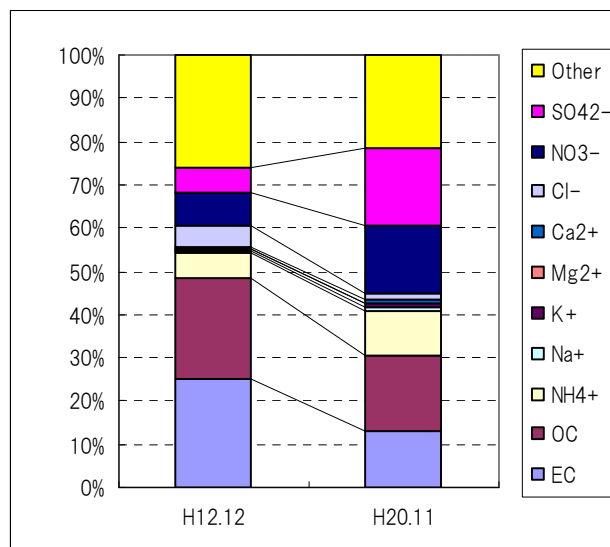
※過去調査の炭素成分は、ECに0.7を乗じて補正した。また、イオン成分は隔月調査であり、調査の無い月は白抜きとしている。
 (参考資料)高橋 克行, 箕浦 宏明, 國見 均, 坂本 和彦 (2008) 東京都心の微小粒子と成分濃度の長期(1994-2004)変動。
 大気環境学会誌, 43:315-322.

6-2 微小粒子成分構成比の比較

過去の調査結果と比較すると、粒子状物質の濃度は大きく低減していた。成分ごとに見ると、特に大きく低減していたのは、元素状炭素(EC)、塩化物イオン(Cl⁻)及び有機炭素(OC)であった。この要因としては、ディーゼル車運行規制や廃棄物焼却炉対策、VOC 排出抑制対策の進展などが考えられる。



微小粒子成分濃度



微小粒子成分構成比

※H20.11 は冬季(14日間)の1日値を平均したもの、過去調査は7日間の1週間値(PM_{2.1}濃度)である。調査地点はいずれも甲州街道国立

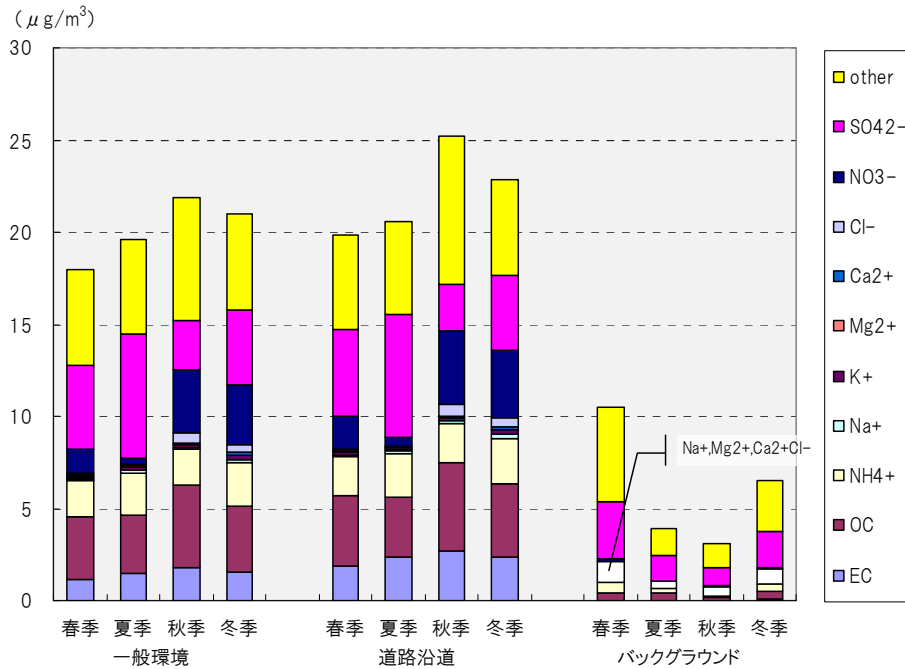
※過去調査の炭素成分は、分析法が異なるため、ECに0.7を乗じて補正した。その他の成分分析方法は同じである。

(参考資料)

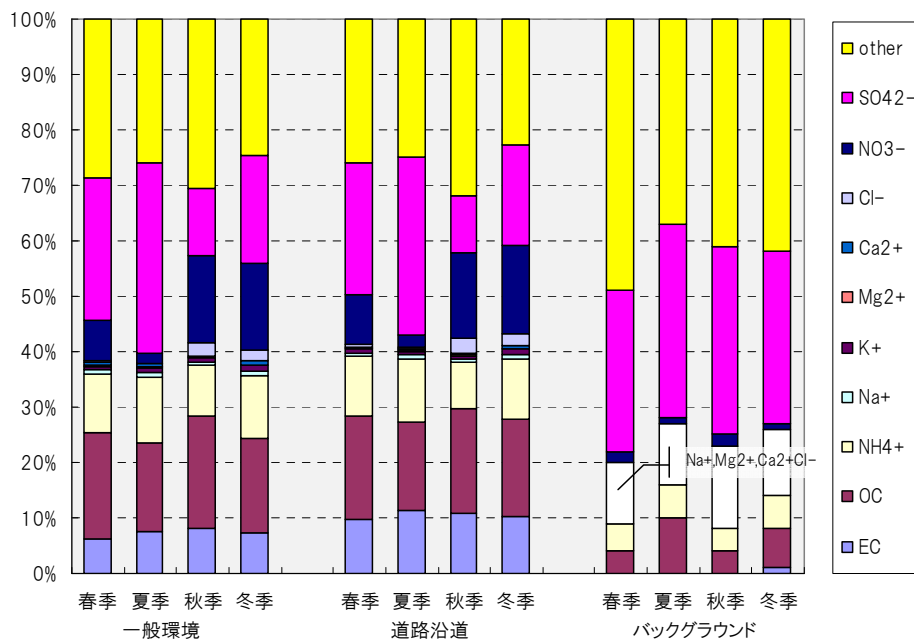
高橋 克行, 箕浦 宏明, 國見 均, 坂本 和彦 (2008) 東京都心の微小粒子と成分濃度の長期(1994-2004)変動. 大気環境学会誌, 43:315-322.

7 バックグラウンド(環境省調査)との比較

環境省が平成 20 年度に調査したバックグラウンドのうち、東京都父島(小笠原村)の結果と本調査の結果を比較すると、元素状炭素(EC)、硝酸イオン(NO₃⁻)の割合が大きく異なっていた。なお、小笠原は、環境省が調査したバックグラウンド8地点の中で、最も低い質量濃度を示していた。



一般環境・道路沿道とバックグラウンド濃度の比較



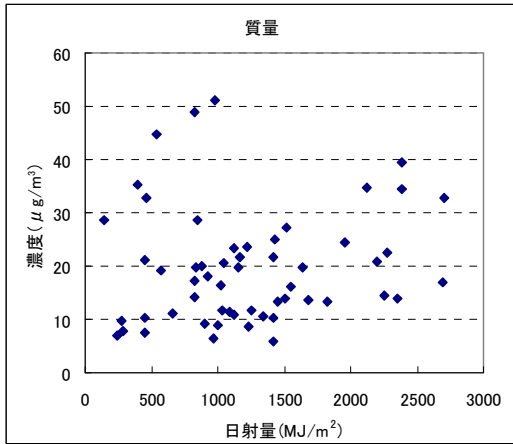
一般環境・道路沿道とバックグラウンド濃度の構成比の比較

出所)バックグラウンド値は、環境省微小粒子状物質環境基準専門委員会報告から作成

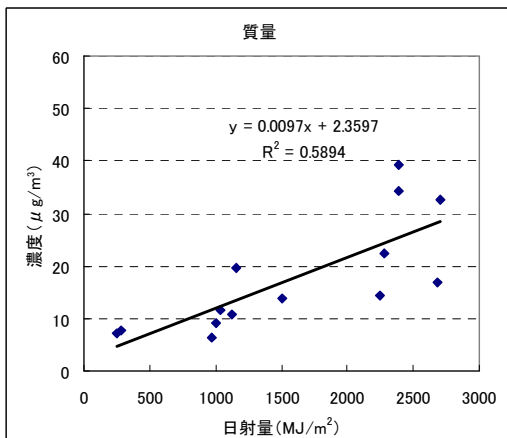
8 PM_{2.5} 成分濃度と日射量との関係

粒子の二次生成について、光化学反応との関係を確認するため、PM_{2.5} 成分濃度と日射量との関係をプロットした。春季の硫酸イオン(SO₄²⁻)、有機粒子(特に OC2)については相関が見られ、光化学反応との関係が示唆されたが、それ以外は明確な関係は見られなかった。

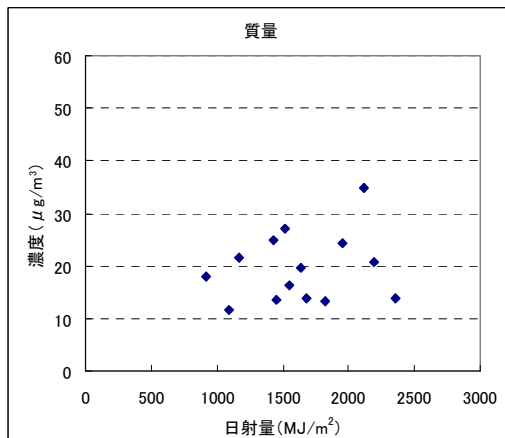
○質量濃度



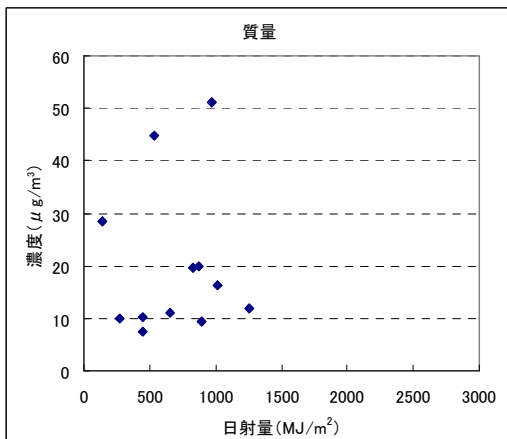
全季(質量濃度)



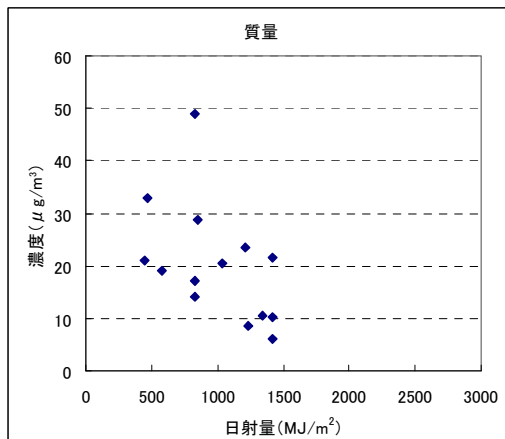
春季(質量濃度)



夏季(質量濃度)



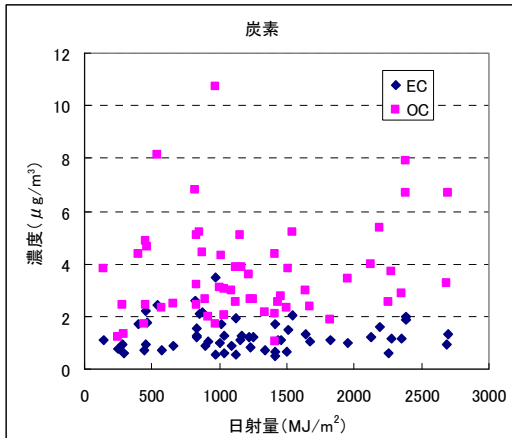
秋季(質量濃度)



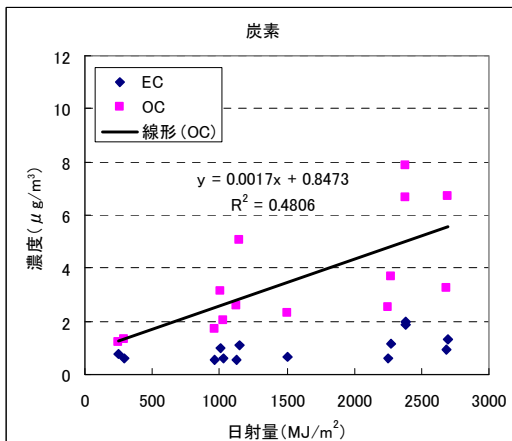
冬季(質量濃度)

※町田市中町のデータ ※日射量は、当日 10:00 から翌 9:00 の1時間値を積算し、1日値とした。

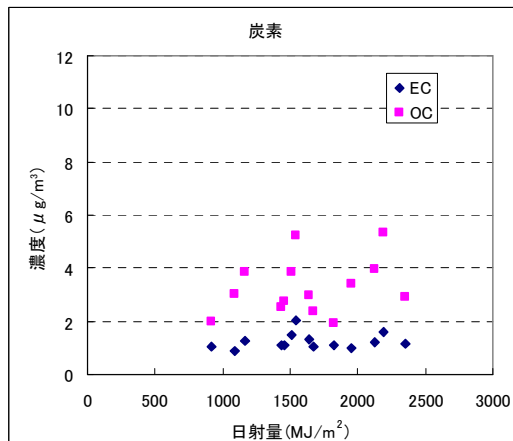
○炭素成分



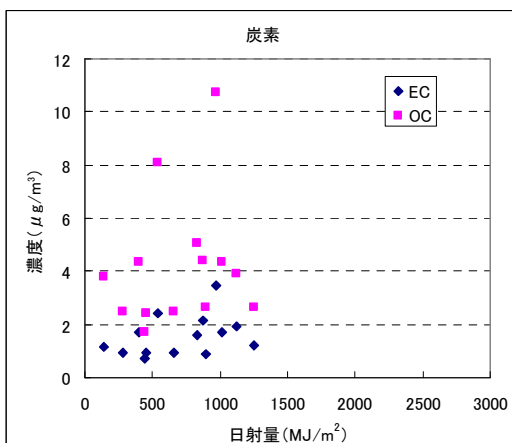
全季(炭素成分)



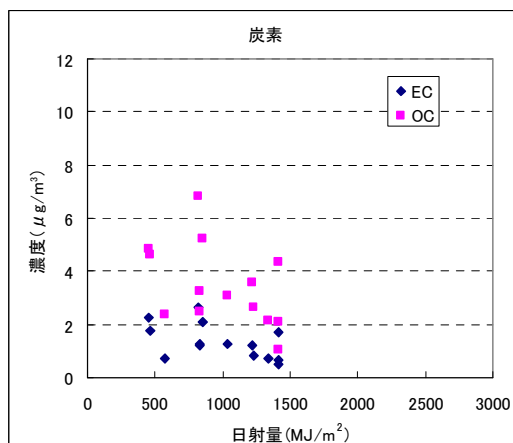
春季(炭素成分)



夏季(炭素成分)



秋季(炭素成分)

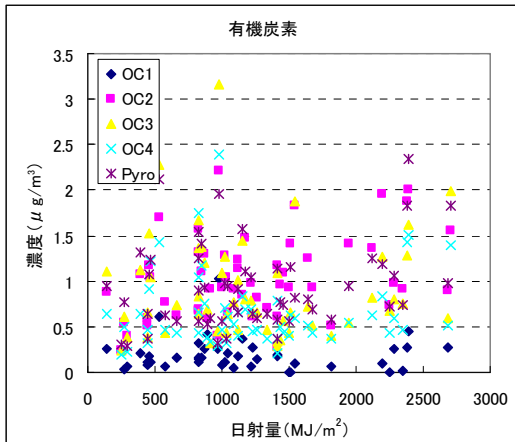


冬季(炭素成分)

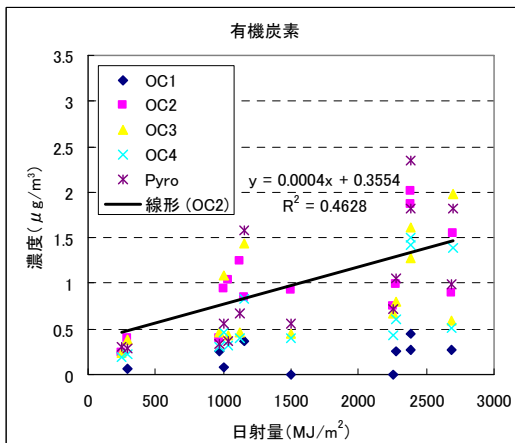
※町田市中町のデータ

※日射量は、当日 10:00 から翌 9:00 の1時間値を積算し、1日値とした。

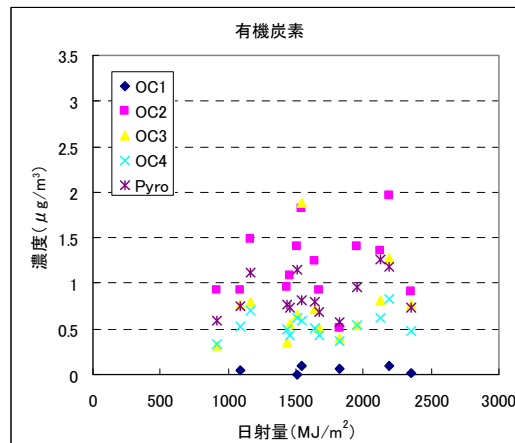
○有機炭素フラクション



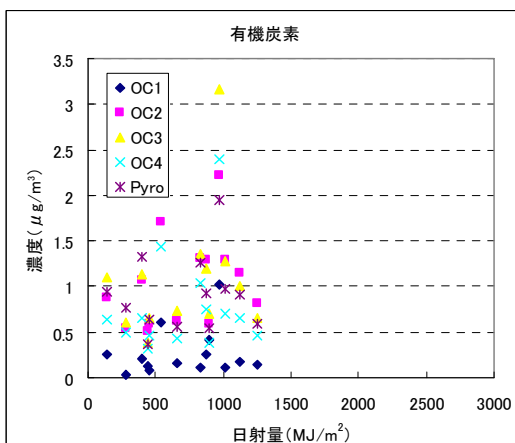
全季(炭素フラクション)



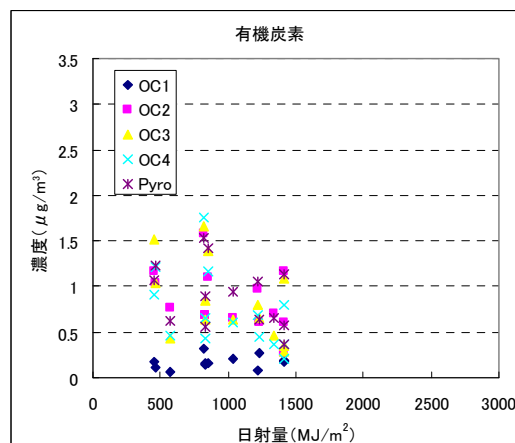
春季(炭素フラクション)



夏季(炭素フラクション)



秋季(炭素フラクション)

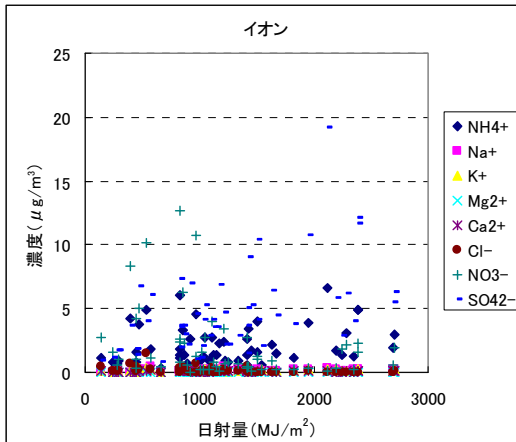


冬季(炭素フラクション)

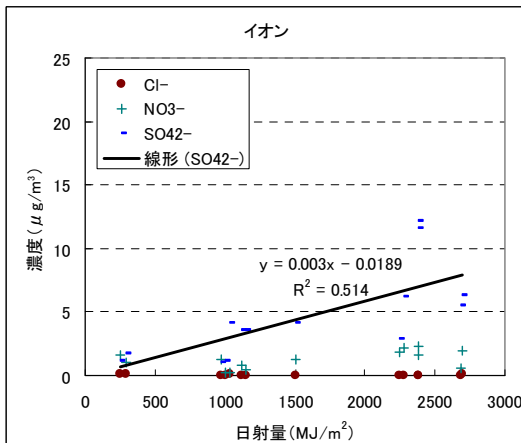
※町田市中町のデータ

※日射量は、当日 10:00 から翌 9:00 の1時間値を積算し、1日値とした。

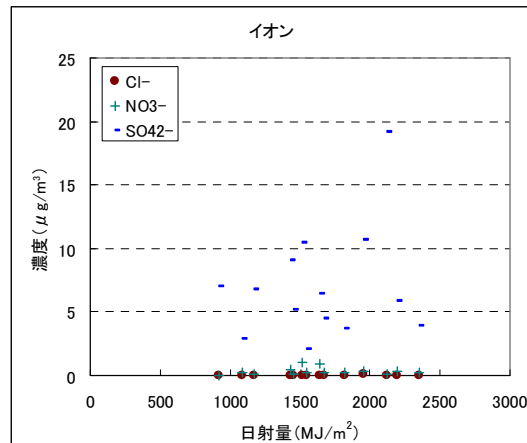
○イオン成分



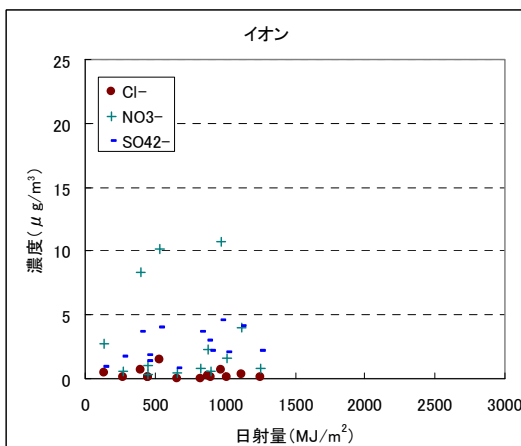
全季(全イオン)



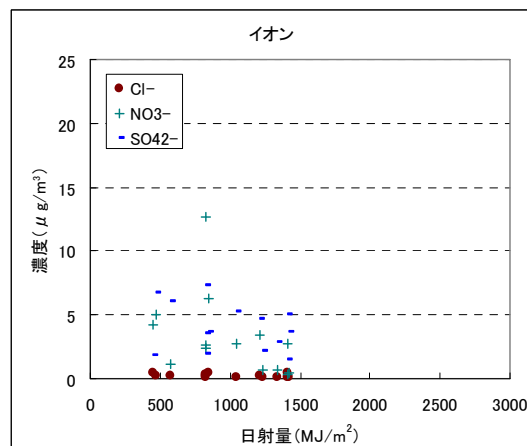
春季(陰イオン)



夏季(陰イオン)



秋季(陰イオン)



冬季(陰イオン)

※町田市中町のデータ

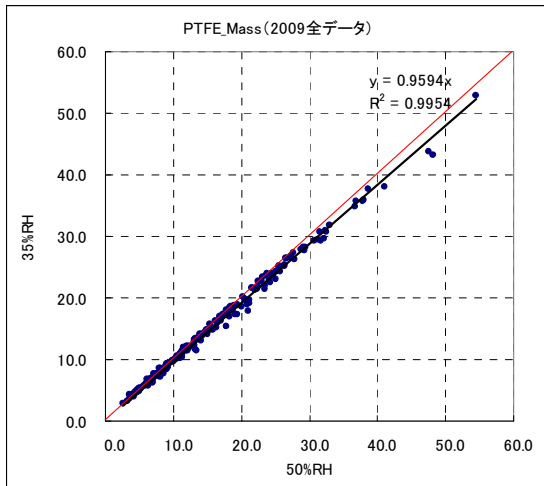
※日射量は、当日 10:00 から翌 9:00 の1時間値を積算し、1日値とした。

9 秤量条件(湿度)等による差の検討

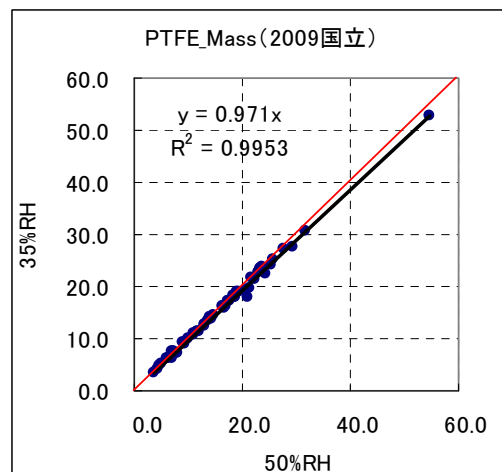
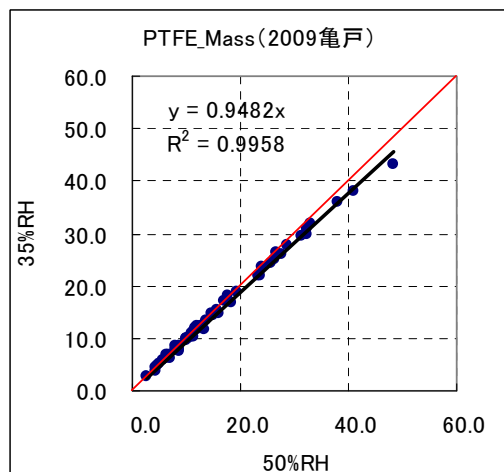
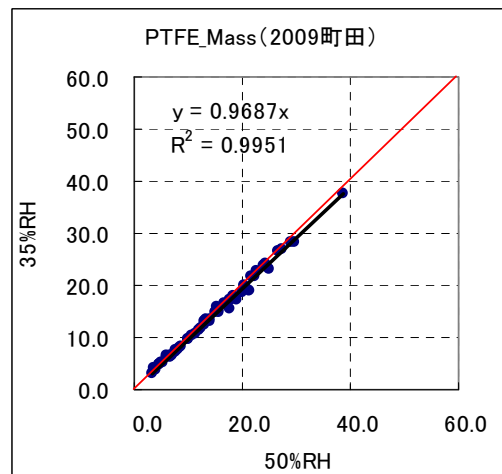
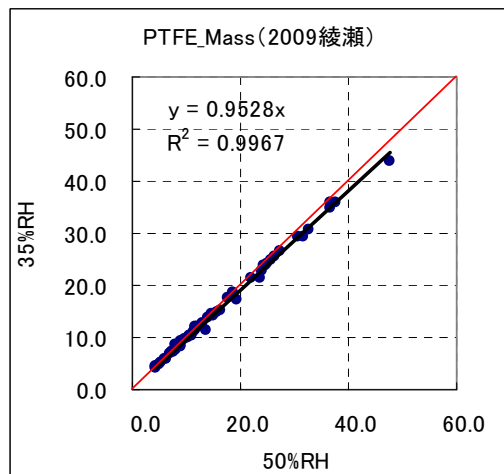
9-1 秤量条件(湿度)50%と35%の比較

秤量条件(相対湿度)50%と35%を比較すると、相対湿度50%秤量値は、35%秤量値に対し、全体として4.2%程度(0.9594の逆数)、地点・季節により3.0~5.5%程度過大であった。

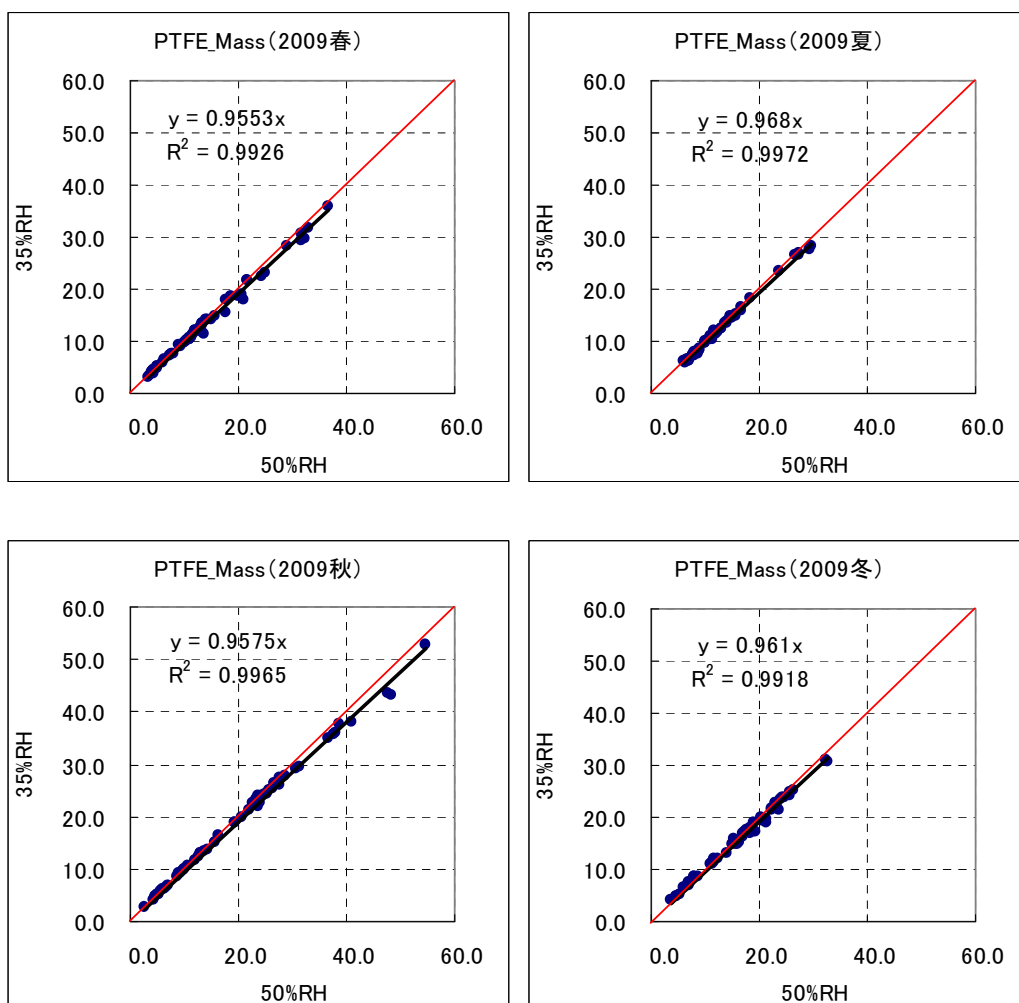
○秤量条件(湿度)50%と35%の比較 (2009年度全データ n=224)



○測定地点別



○季節別



※単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

※いずれも平成21年度(2009年度)のPTFE製フィルタのPM_{2.5}質量濃度1日値である。

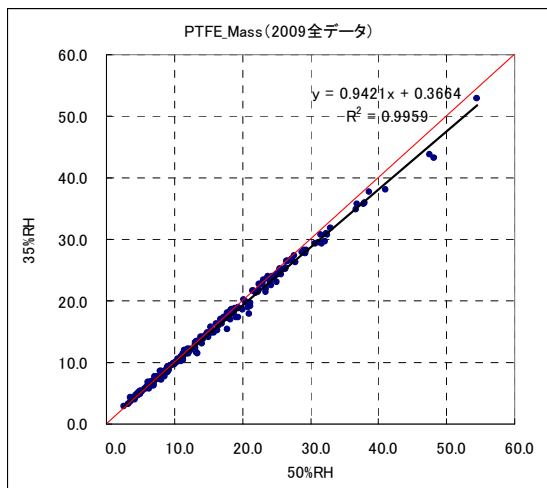
※採取方法はFRMによる。秤量順序は、35%→50%の順に秤量した。

○秤量条件(相対湿度)50%と35%の比較一覧

分類	区分	傾き	R ²
地点別	足立区綾瀬(区部一般)	0.9528	0.9967
	町田市中町(多摩一般)	0.9687	0.9951
	京葉道路亀戸(区部道路沿道)	0.9482	0.9958
	甲州街道国立(多摩道路沿道)	0.971	0.9953
季節別	春季(2009/4/13~4/26)	0.9553	0.9926
	夏季(2009/7/27~8/9)	0.968	0.9972
	秋季(2009/11/4~11/17)	0.9575	0.9965
	冬季(2010/2/1~2/14)	0.961	0.9918
全データ		0.9594	0.9954

切片を0としない場合では、相対湿度 50%秤量値は、35%秤量値に対し、約 6.2%程度(0.942 の逆数) 過大となっていた。

○切片0としない場合



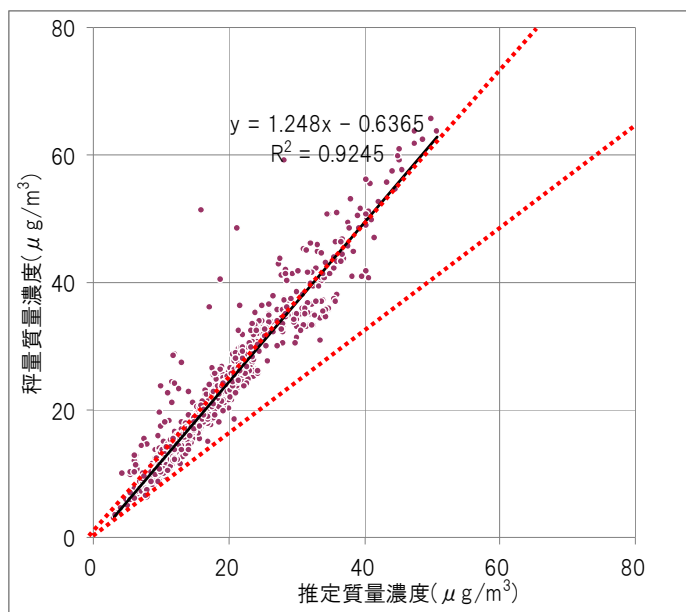
よって、相対湿度 50%秤量による値を 35%秤量に簡易的に補正する方法としては、以下の 2 通りが考えられる。

- ① H20 年平均の 20 に対し、0.96 を乗じる。(切片 0 の場合)
- ② H20 年平均の 20 に対し、0.94 を乗じ、0.37 を加える。(切片 0 としない場合)

9-2 マスクロージャモデルによる水分影響の検討

暫定マニュアルにあるマスクロージャモデルを用い秤量値と推定値を比較すると、秤量/推定=1.248 となり、ドライマスに対する相対湿度 50%秤量の水分の影響は最大で約 25%程度と推定された。

○マスクロージャモデルによる水分影響の検討(2008 年全データ)



※いずれも平成 20 年度(2008 年度)の PTFE 製フィルタの PM_{2.5} 質量濃度 1 日値である。(n=952)

※採取方法は FRM による。秤量条件は、相対湿度 50%±5%の順に秤量した。

出所) 大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})測定方法暫定マニュアル 第4章 フィルタによる微小粒子状物質(PM_{2.5})質量濃度測定方法 暫定マニュアル(改定版) 解説

9-3 高橋(2008)の手法による水分影響の検討

Mizuno(1994)の手法を改良した高橋(2008)の手法を一部改定し、次式を用いて 2008 年度のデータを用いて水分の影響を検討した。

<アンモニウム塩が潮解する際に取り込まれる水分重量の補正式>

$$\frac{M_w}{M_o} = \frac{0.14 \cdot c_1 \cdot F(f)}{1 - f/100}$$

M_w は付加された水分量、 M_o は元のエアロゾル重量、 c_1 は全重量に対する水溶性物質の重量比、 f は相対湿度(%)、 $F(f)$ は経験的な潮解係数

$$F(f) = [f \leq 30\%; 0,$$

$$30 < f \leq 40\%; (0.01f - 0.3),$$

$$40 < f \leq 60\%; (0.02f - 0.7),$$

$$60 < f \leq 80\%; (0.025f - 1.0),$$

$$80\% < f; 1.0]$$

なお、17地点のうち、道路沿道5地点については、湿度の観測値がないため、12地点のデータを用い、 M_w/M_0 を算定した。また、相対湿度は、常時監視測定局の10:00-翌09:00のデータを平均して用いた。その結果、 M_w/M_0 は約20%であった。

(参考資料)

高橋克行, 大気粒子状物質とその成分組成の長期間傾向と変動要因の解析 (2008) 22-23 修正

Watanabe, I., Endo O., Goto, S., Tanabe, K., Mizoguchi, T., Matsushita H., 2000. A comparison study of measured values for ambient suspended particulate matter using β attenuation method and gravimetric High-Volume method. from intermittent monitoring data at two sites in Tokyo for a decade. Journal of Environmental Chemistry, 10, 557-572 (in Japanese).

Mizuno, T., Kaneyasu, N., 1994. Simulation of SPM concentration taking into account the effect of liquid water. Journal of Japan Society for Air Pollution, 29, 340-350 (in Japanese).

9-4 E-AIMによる水分影響の検討

金谷(2010)らは、E-AIM (<http://www.aim.env.uea.ac.uk/aim/aim.php/>)による補正を試みており、これを用いてPM_{2.5}中の水分の影響を試算した。

季節別にPM_{2.5}中の硫酸・硝酸イオンの合計重量に対する水分比をみたところ、温度20℃、相対湿度35%の場合、次のとおりとなった。

○PM_{2.5}中の硫酸・硝酸イオンの合計重量に対する水分比

	春季	夏季	秋季	冬季	全季
水分(wt%)	24	33	15	17	21

なお、PM_{2.5}の質量濃度に対する水分量は、相対湿度35%秤量では7%程度、相対湿度50%秤量では16%程度と推定された。

(参考資料)

金谷ら(2010), 九州福江島における通年PM_{2.5}質量濃度測定値の大気環境短期基準超過, 大気環境学会誌. 45, 289

9-5 水分影響の検討結果

- ①秤量条件(相対湿度)による差は、35%に対し50%は、質量濃度で3.0~6.2%程度過大であった(2009年度の観測値より)。
- ②ドライマスに対する相対湿度50%秤量の水分影響は約25%程度付加と推定された(2008年度の観測値, マスクロージャモデルより)。
- ③ドライマスに対する水分の付加は、約20%程度と推定された(2008年度の観測値, 高橋より)。
- ④相対湿度50%秤量の水分影響は、16%程度と推察された(2008年度の観測値, E-AIMより)。

よって、水分の影響を補正する方法としては、次の方法が考えられる。

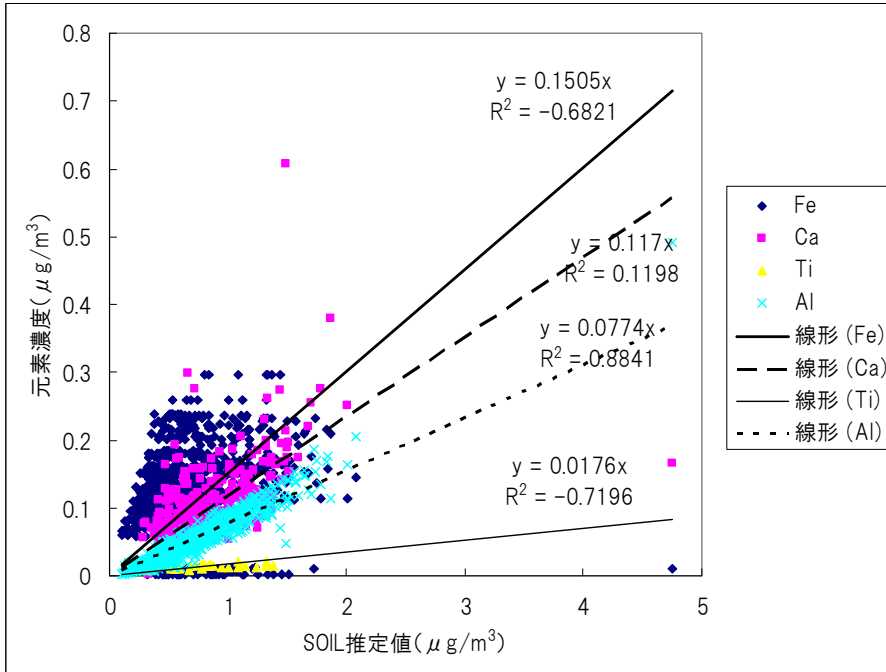
○環境基準との比較の際は、50%秤量値に対して、0.96 または 0.94 を乗じる。

○シミュレーションモデルの計算値との比較の際は、質量濃度計算値に対して、1.16~1.25 を乗じる。

10 土壤成分濃度と指標元素との関係

暫定マニュアル解説にならい、土壤成分濃度と土壤指標元素との関係をプロットしたところ、アルミニウム(Al)との相関が高く、鉄(Fe)、カルシウム(Ca)、チタン(Ti)は相関がよくなかった。よって、アルミニウム(Al)は、土壤成分指標として有力であることが示唆された。

○土壤成分濃度と土壤指標元素との関係



$$[\text{SOIL}] = 1.89[\text{Al}] + 1.40[\text{Ca}] + 1.38[\text{Fe}] + 2.14[\text{Si}] + 1.67[\text{Ti}]$$

出所) 大気中微小粒子状物質($\text{PM}_{2.5}$)測定方法暫定マニュアル 第4章 フィルタによる微小粒子状物質($\text{PM}_{2.5}$)質量濃度測定方法
暫定マニュアル(改定版) 解説

11 解析結果のまとめ

(1) 質量濃度

フィルタ法の SPM と PM_{2.5} の質量濃度を比較したところ、PM_{2.5} 質量濃度は、SPM 質量濃度の約 70%であった。

TEOM(FDMS なし)法とフィルタ法の PM_{2.5} 質量濃度を比較したところ、気温の低下する秋・冬季は TEOM 法の値が過小となった。

また、常時監視測定局の SPM と PM_{2.5}・SPM 質量濃度を比較すると、季節によりフィルタ法の方が過大となることがあった。

(2) イオン成分

PM_{2.5} 及び SPM 中のナトリウムイオンと塩化物イオンの関係を調べたところ、PM_{2.5} は海塩組成比と一致しなかったが、SPM は、冬季の一部のデータで海塩組成比に近いデータがあった。一般に海塩粒子は粗大粒子側に存在するとされていることから、PM_{2.5} においては、海塩粒子の影響は小さいものと推察された。

また、PM_{2.5} 中のアンモニウムイオン(NH₄⁺)と陰イオンの関係を比較したところ、アンモニウムイオン(NH₄⁺)と陰イオン合計では、分布がわずかに陰イオン側にシフトしていることから、炭酸塩の存在が示唆された。硫酸イオン(SO₄²⁻)については、春・夏季に相関があり、硝酸イオン(NO₃⁻)については、秋・冬季に相関が認められた。このことから、それぞれ春・夏季には主に硫酸アンモニウム、秋・冬季には、主に硝酸アンモニウムを形成しているものと推察される。

さらに、PM_{2.5} 中の硫酸塩、硝酸塩等と気温との関係を調べたところ、硫酸イオン(SO₄²⁻)は気温と正の相関、硝酸イオン(NO₃⁻)と塩化物イオン(Cl⁻)は負の相関があることが確認された。

(3) 炭素成分

PM_{2.5} 炭素成分中の元素状炭素(EC)、有機炭素(OC)濃度を季節別に比較したところ、一般環境と道路沿道では、全季を通して、一般環境の方が有機炭素(OC)の割合が多かった。

炭素フラクション濃度を比較すると、各フラクション濃度は、一般環境より道路沿道が高い傾向であった。しかし、熱分解炭素(OC_{Pyro})については多摩地域の一般環境では、道路沿道に比較してわずかながら高い傾向であった。

また、元素状炭素(EC)濃度は一般環境地点に比べて道路沿道地点が高い傾向を示した。

(4) クラスタ分析

成分濃度別にクラスタ分析を行うと、17 の観測地点は、概ね4グループに分類されたが、成分構成比で分析を行うと、どの地点も同様の傾向を示し、成分構成比による明確な差は認められなかった。

(5) 高濃度日との比較

PM_{2.5} 質量濃度が 35 μg/m³ を越えた日(高濃度日)と 35 μg/m³ 以下の日の成分濃度と構成比を比較すると、一般環境と道路沿道では大きな差異は見られなかったが、季節間では差が認められた。春季では、高濃度日に硫酸イオン(SO₄²⁻)の構成比が大きくなっており、秋季、冬季につい

ては、硝酸イオン(NO_3^-)の構成比が大きくなっていた。

高濃度日と $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の日のマスクロージャモデルでの適合率を比較したところ、 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の日の適合率は、76%であったのに対し、高濃度日の適合率は42%と低かった。

(6) 微小粒子成分濃度の経年変化

平成12～15年度に東京都が実施した $\text{PM}_{2.1}$ 成分調査と比較すると、粒子状物質の濃度は大きく低減していた。成分濃度で特に大きく低減していたのは、元素状炭素(EC)、塩化物イオン(Cl^-)及び有機炭素(OC)であった。この要因としては、ディーゼル車運行規制や廃棄物焼却炉対策、VOC排出抑制対策の進展などが考えられる。

(7) バックグラウンドとの比較

環境省が調査した東京都父島(小笠原村)の結果と本調査の結果を比較すると、本調査結果の方が元素状炭素(EC)、硝酸イオン(NO_3^-)の割合が大きかった。

(8) 日射量

粒子の二次生成について、光化学反応との関係を確認したところ、春季の硫酸イオン(SO_4^{2-})、有機粒子(特にOC2)については相関が見られ、光化学反応との関係が示唆されたが、それ以外には明確な関係は見られなかった。

(9) 水分の影響

- ①2009年度の観測値では、秤量条件(相対湿度)による差は、35%に対し50%は、質量濃度で3.0～6.2%程度過大であった。
- ②2008年度の観測値をマスクロージャモデルにより確認したところ、ドライマスに対する相対湿度50%秤量の水分影響は約25%程度付加と推定された。
- ③2008年度の観測値を用い、高橋の手法によりドライマスに対する水分の付加を計算すると、約20%程度と推定された。
- ④E-AIMモデルにより計算すると、相対湿度50%秤量の水分影響は、16%程度と推察された。

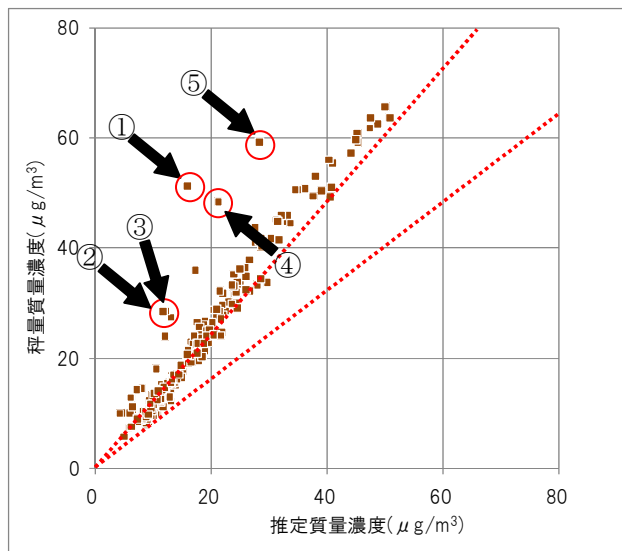
(10) 土壌成分

土壌成分濃度と土壌指標元素との関係をプロットしたところ、アルミニウム(Al)との相関が高かった。

秋季におけるデータのばらつきについて

1 秋季におけるFRMのデータについて

○マスクロージャモデルでの検証



<特記事項>

①甲州街道国立

11/15「東側 10m で集合住宅工事（生コン搬入）、トラック 10 台」

②町田市中町

11/9「西側マンション外装工事」

③京葉道路亀戸 11/5 特記なし

④甲州街道国立

11/6「東側 10m で集合住宅工事（資材搬入）」

⑤足立区綾瀬 11/6 特記なし

秋季

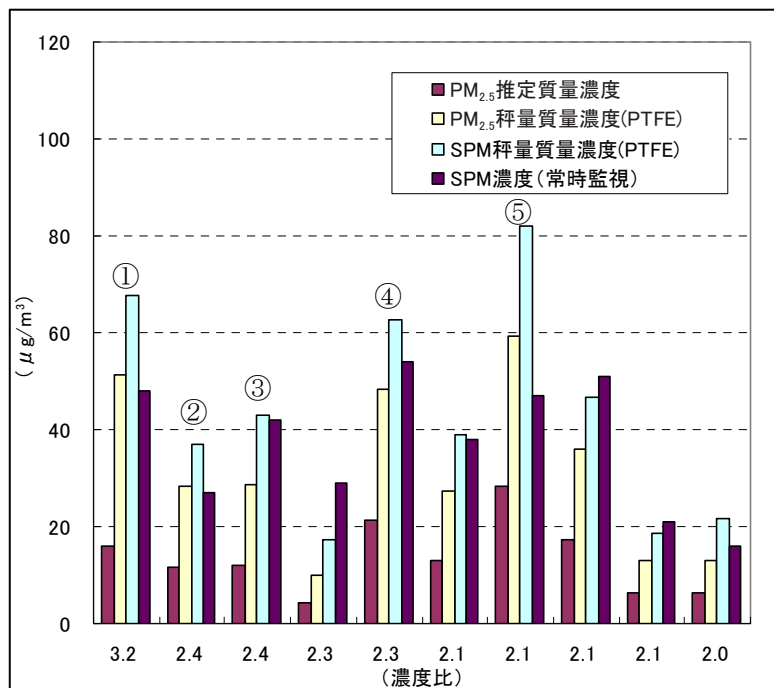
※イオン・炭素成分: 定量下限値未満は、そのままの値を使用し、検出下限値未満は、検出下限値の 1/2 とした。

※金属成分: 検出限界未満は、0 とした。

※OC 係数: 1.4 SOIL:Si 分析値なし SMOKE: なし とした。

※秤量条件 温度 21.5°C ± 1.5°C、相対湿度 50% ± 5%

○推定値と秤量値が大きく異なる(>2.0)データの検証



※濃度比とは、マスクロージャモデルにおける<秤量質量濃度/推定質量濃度(M)>である。

※濃度比は、小数点以下2桁目を四捨五入した。

※PTFE 濃度は、9:30～翌 9:00 を1日値とした。

※常時監視濃度は、10:00～翌 9:00 間の1時間値を平均した。

2 考察

- 測定地点周辺での工事等が影響していると推察される。
- PM_{2.5}(フィルタ法)とSPM(フィルタ法)及びSPM(常時監視)を比較した結果、PM_{2.5}(フィルタ法)が高値の場合、SPM(フィルタ法)も高値を示しており、いずれもマスクロージャーモデルによるPM_{2.5}推定値が過小であると考えられた。
- したがって、分析していない成分(Siなど)の影響、炭素・イオン成分の分析値が影響していることなどが考えられる。

3 対応方法

- 各ワーキンググループにおいては、除外値の取り扱いを明確にし、解析を進める。
- 大気環境調査結果としては、異常値として取り扱わない。

(参考)

環水大総発第 090909001 号

平成21年9月9日

各都道府県知事・各政令市長あて

環境省水・大気環境局長

微小粒子状物質による大気汚染に係る環境基準について(通知)

「また、黄砂以外にも火山の噴火や山火事等、微小粒子状物質の濃度の上昇の原因となる特異的現象が特定される場合で、貴職において、環境基準達成の評価に特異的現象が影響を与える判断できる場合においては、黄砂期間の評価方法を準用して評価を実施されたい。」

