

<報 文>

テープろ紙を用いた2006年初夏における

川崎市内の高濃度 SPM 解析*

山田大介**・竹内 浄**
原 久男***・井上 俊明****

キーワード ①浮遊粒子状物質(SPM) ②高濃度 SPM ③水溶性イオン成分 ④二次生成粒子

要 旨

2006年6～7月にかけて、浮遊粒子状物質(SPM)が日平均 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超える高濃度 SPM が発生した。その原因を解明するために、一般環境測定局2局(田島, 多摩)のベータ線式 SPM 自動計測器のテープろ紙を用いた成分分析により、汚染物質の時間推移を調査した。その結果、以下のことが判明した。

(1) 2006年初夏の SPM の高濃度現象には、二次生成粒子の主要成分である NO_3^- , SO_4^{2-} および NH_4^+ の増加が大きく関与していた。(2) NO_3^- と SO_4^{2-} の濃度推移をみると、 SO_4^{2-} は市内全域にわたる比較的広い地域汚染であったが、 NO_3^- は気象状況等によって一部の地域で高濃度となることが多い比較的狭い地域汚染と思われた。

1. はじめに

近年の SPM 濃度は大きく低下しており、とくに2003年10月に東京都, 神奈川県, 千葉県, 埼玉県の一都三県でディーゼル車運行規制が施行されてから、川崎市をはじめ首都圏の SPM は大きく減少した。本市では、SPM の環境基準(長期的評価)は2004, 2005年度と2年連続で一般環境局(一般局)9局および自動車排出ガス測定局(自排局)9局のすべてで達成された¹⁾。SPM 低減の理由として、本市の調査では $\text{PM}_{2.5}$ 中に含まれるディーゼル排気粒子が大きく減少したことがあげられるが、一方で二次生成粒子は増加傾向にあることを報告している²⁾。ディーゼル排気粒子による粉じん汚染は道路沿道の局地汚染であり、二次生成粒子による粉じん汚染は広域汚染であることから、

今後は各自治体の枠を超えた対策が必要とされている。

このような状況の中で、2006年度では6月21～23日にかけて日平均 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超過する高濃度 SPM が2日連続して発生した測定局が自排局で4局あり、一般局でも2日連続はないものの高濃度 SPM を記録する測定局があった。また、6月28～29日および7月14～16日にも高濃度 SPM が発生し、とくに7月14日では、1時間値が $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ を超過する測定局もあった。この高濃度 SPM 出現時は、環境省の大気環境監視ホームページである『そらまめくん』³⁾ を参照すると、関東圏の広域にわたって高濃度 SPM が出現しており、二次生成粒子の増加による SPM の高濃度現象と思われた。これら3期間にわたる SPM の高濃度現

*Analysis of High Concentrations of SPM in Kawasaki City Using Tape Filters in Early Summer of 2006

**Daisuke Yamada, Jo Takeuchi(川崎市公害研究所)Kawasaki Pollution Research Institute

***Hisao Hara(川崎市公害部)Pollution Control Department, City of Kawasaki

****Toshiaki Inoue(川崎市公害監視センター)Kawasaki Air & Water Pollution Monitoring Center

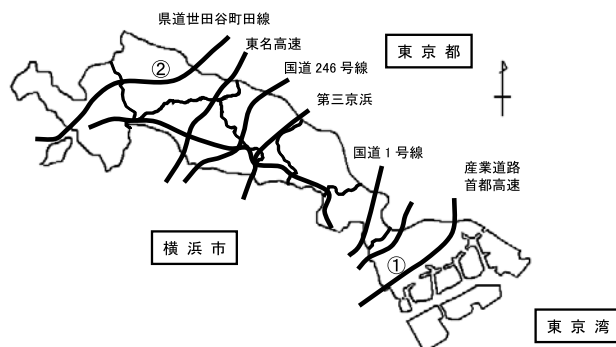
象の詳細をみると、時間単位でSPM濃度が大きく増減しており、SPMの動向を解析するには可能な限り時間分解能を上げて原因となる成分の分析をする必要があった。従来のSPMの高濃度現象の解析の手法として、インパクター、デニューダ、フィルターパック法を組み合わせた捕集法が用いられており、実際に解析結果が多く報告されている⁴⁻⁶⁾。

しかし、これらの手法による捕集期間は1日～1週間程度であり、時間単位で変化するSPMの解析を実施するには時間分解能に欠けてしまうこと、またこれらの手法には事前の準備を要するため、高濃度SPM現象を的確に予測するなど対応の難しさがあった。そのため、連続的にSPMを捕集している常時監視測定局のベータ線式SPM自動計測器のテープろ紙を用いる手法が効率的と考えられた。

中西らは、自排局に設置したベータ線式PM_{2.5}モニターのテープろ紙を用いて1時間ごとの水溶性イオン成分の分析を行い、冬季における微小粒子および粗大粒子中の水溶性成分の挙動を報告している⁷⁾。同様な手法として、笠松らは一般局に設置されたベータ線式SPM自動計測器のテープろ紙を用いて、秋季におけるSPM高濃度時の水溶性成分を分析し、SPM濃度とNO₃⁻、SO₄²⁻、NH₄⁺の相関が高いことを報告している⁸⁾。また竹内らは、同様に一般局に設置されたベータ線式SPM自動計測器のテープろ紙を用いて、春季におけるSPM高濃度時の無機粒子の二次生成について解析し、ガス状成分との相関を検討してNO₃⁻の増加時にはNO₂の増加が生じていることを報告している⁹⁾。

以上の報告のように、テープろ紙を用いることで、時間分解能を上げて水溶性イオン成分を分析することが可能であることから、SPMの高濃度現象の解明のための一手法として利用できると考えた。

そこで、2006年度に生じたSPMの高濃度現象の原因を解明するため、ベータ線式SPM自動計測器のろ紙を用いた成分分析により、二次生成粒子の主成分であるNO₃⁻、SO₄²⁻、NH₄⁺の時間推移を調査し、その主成分の動向について、考察したので報告する。



①は田島一般環境測定局
②は多摩一般環境測定局

図1 試料採取地点

2. 調査方法

2.1 調査地点および調査期間

図1に示すように、川崎市南部の田島一般環境局(以後田島と略)、北部の多摩一般環境局(以後多摩と略)を対象とした。また多摩は田島のおおよそ北西側18.2kmの地点に位置する。

調査期間は、SPMの高濃度現象が発生した期間を含むよう6月16～30日、7月13～17日とした。そのうち、市内でSPMの日平均が $\geq 0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超えた期間をA(6月21～23日)、B(6月28～29日)、C(7月14～16日)とした。

2.2 試料採取

上記2測定局で、SPMを1時間ごとに常時測定を行っているベータ線式SPM自動計測器(東亜ディーケーケー社製DUB-12)のガラス繊維ろ紙を回収し、分析試料とした。

2.3 分析方法

2.3.1 試料の調製

回収したろ紙の $\phi 12\text{mm}$ のスポットから、2～4時間間隔でSPM高濃度日を中心に田島で177スポット、多摩で175スポットを $\phi 9\text{mm}$ に切り出した。切り出したろ紙を栓付き三角フラスコに入れ、超純水10mLを加えた後、途中攪拌しながら超音波抽出を15分間行った。この抽出液を5mLディスプレイザブルシリンジに取り、メンブランフィルター(アドバンテック東洋社製PTFE0.20 μm)で不溶成分を除去したものを試料とした。

2.3.2 水溶性イオン成分分析

二次生成粒子の主なイオン成分4項目(Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、NH₄⁺)の分析は、イオンクロマトグラフィー(ダイオネクス社製DX-500システム)

表1 イオンクロマトグラフィーの分析条件

陰イオン	
カラム	IonPac AS14
溶離液	3.0mM Na ₂ CO ₃ /1.0mM NaHCO ₃
流量	1.2mL/min
サプレッサー電流	50mA
サンプル注入量	100 μ L
陽イオン	
カラム	IonPac CS12A
溶離液	20mM メタンスルホン酸
流量	1.0mL/min
サプレッサー電流	100mA
サンプル注入量	100 μ L

表2 田島の気象状況(平均値±標準偏差)

	気温(°C)	相対湿度(%)	風速(m/s)
6月			
16~30日	24.6±2.2	78.8±9.6	1.6±0.9
A 21~23日	23.7±0.9	78.9±5.5	1.5±0.8
B 28~29日	26.7±2.1	72.6±8.4	1.7±0.8
7月			
13~17日	28.7±2.7	75.1±10.1	1.7±1.0
C 14~16日	29.6±2.3	72.4±9.7	1.6±1.1

表3 多摩の気象状況(平均値±標準偏差)

	気温(°C)	相対湿度(%)	風速(m/s)
6月			
16~30日	23.7±2.7	79.0±13.5	1.6±0.9
A 21~23日	22.2±1.2	83.5±9.1	1.5±0.6
B 28~29日	26.2±2.6	70.9±13.5	1.6±1.0
7月			
13~17日	27.4±3.0	80.7±14.4	1.7±0.8
C 14~16日	28.3±2.6	77.2±13.9	1.7±0.8

で行った。分析条件の詳細は表1に示した。

3. 結果

3.1 調査期間中の気象状況

田島の気象状況を表2, 多摩の気象状況を表3に示した。平均風速は6月および7月で田島と多摩ともに1.6~1.7m/sの範囲であり, SPM高濃度期間中も同様に1.5~1.7m/sと比較的低く, 汚染物質が大気中に滞留しやすい状況であった。

6月の全調査期間と高濃度期間における平均気温を比較すると, 田島も多摩もAで低く, Bでは高くなった。7月の全調査期間と高濃度期間のCを比較すると, 田島も多摩もCがやや高くなっていった。

平均湿度は6月の全調査期間と高濃度期間で比較すると, 田島ではAは同程度, Bでは低めであった。多摩ではAではやや高く, Bでは低めであ

った。7月の全調査期間と高濃度期間を比較すると, Cが低めであった。また, 田島と多摩を比較すると, AおよびCでは多摩が高く, Bでは田島が高くなった。

3.2 高濃度SPM現象の解析

3.2.1 6月の田島のSPMの高濃度現象

2006年6月16~30日の田島のイオン成分およびSPMの濃度推移を図2に示した。二次生成粒子のイオン成分のうち, Cl⁻は微量であり, SPMの

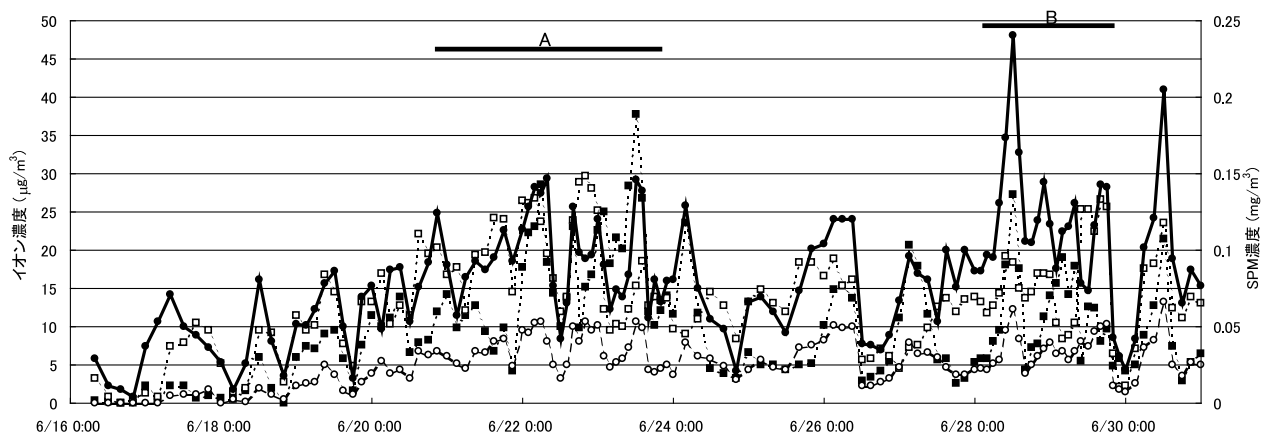


図2 2006年6月16~30日の田島のイオン成分の濃度推移

■はNO₃⁻, □はSO₄²⁻, ○はNH₄⁺, ●はSPMを示す。

—は高濃度SPMが発生した期間を示す。

増減にはほとんど影響がなかったため、データには示さなかった。田島では、22日(A)および28日(B)の2日間でSPMが日平均 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超過した。図2をみると、19日から SO_4^{2-} 濃度が増加し始めた。22日のSPM濃度は0時～8時と16時に $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超過した。この期間の SO_4^{2-} 濃度は $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えており、 NO_3^- 濃度も $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超え、両者のカウンターイオンとなる NH_4^+ も $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で推移した。23日も12時と14時でSPMが $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超えたが、その後にSPMが減少したため日平均 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超過しなかった。このときのイオン成分濃度は、12時と14時それぞれで、 SO_4^{2-} 濃度は 15.3 および $18.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 NO_3^- 濃度は 37.7 および $26.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、 SO_4^{2-} 濃度に比べて NO_3^- 濃度がより高濃度を示した。

24～27日の日平均濃度は $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 以下で推移した(図2)。この期間中の NO_3^- 濃度および SO_4^{2-} 濃度は大きく減少し、24日8時～27日までの NO_3^- 濃度は $2.6\sim 20.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、 SO_4^{2-} 濃度は $4.6\sim 18.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ で推移していた。

28日の午前中からSPM濃度が増加し始め、8時に $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超え、12時には $0.24\text{mg}/\text{m}^3$ に達した(図2)。 NO_3^- 濃度も SO_4^{2-} 濃度も4時から増加し始め、12時には NO_3^- 濃度が $27.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 SO_4^{2-} 濃度が $18.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。また、 NH_4^+ は $12.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ に達した。

SPMと NO_3^- および SO_4^{2-} の相関を日単位で調べると、22日、23日ともに NO_3^- との相関が SO_4^{2-} との相関よりも高かった(表4)。

表4 田島のSPMと NO_3^- および SO_4^{2-} との相関

期間	NO_3^-	SO_4^{2-}	試料数
6月			
A 21日	0.100	0.468	8
22日	0.800	0.563	12
23日	0.745	0.683	12
B 28日	0.973	0.787	12
29日	0.515	0.474	12
7月			
C 14日	0.971	0.539	12
15日	0.699	0.564	12
16日	0.376	0.873	12
全調査期間	0.723	0.649	177

28、29日のSPMと NO_3^- および SO_4^{2-} との相関を調べると、SPMの日平均濃度が $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超過した28日で、SPMと NO_3^- の相関が SO_4^{2-} の相関よりも高くなった(表4)。また、29日はSPMと NO_3^- および SO_4^{2-} の相関が大きく低下した。

3.2.2 6月の多摩のSPMの高濃度現象

多摩の2006年6月16～30日のイオン成分およびSPMの濃度推移を図3に示した。多摩では、21日(A)に日平均 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ を超過した。

図3をみると、田島と同様に19日から SO_4^{2-} 濃度が増加し始め、20日の18時から22日の8時まで $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度で推移した。また、 NO_3^- 濃度は田島より1日早く、21日に大きく増加した(図6A)。SPMも SO_4^{2-} 濃度や NO_3^- 濃度の増加に追従して増加し、21日の10時に6月の最大値 $0.184\text{mg}/\text{m}^3$ を示した。同時刻に NO_3^- 濃度は $27.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 SO_4^{2-} 濃度は $27.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ を示した。22日の

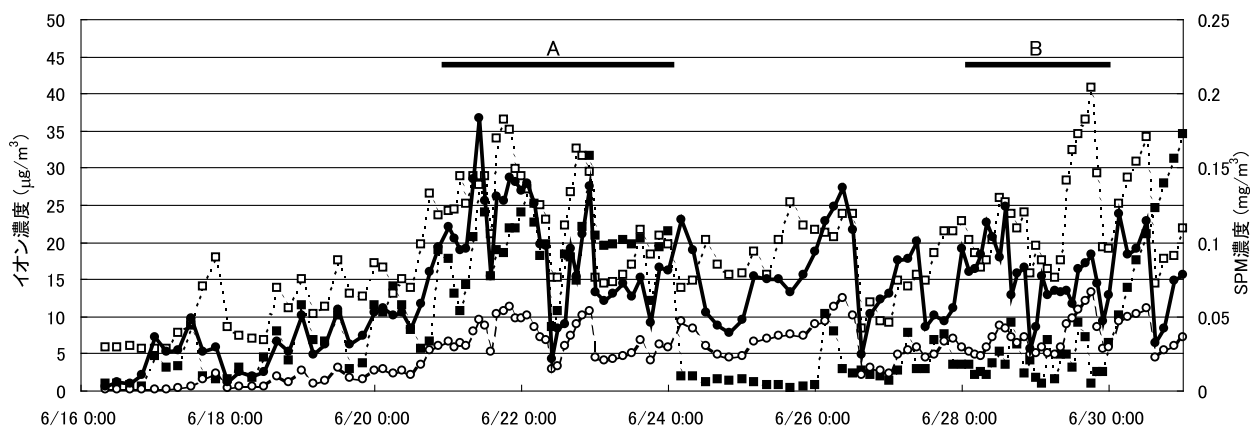


図3 2006年6月16～30日の多摩のイオン成分の濃度推移

■は NO_3^- 、□は SO_4^{2-} 、○は NH_4^+ 、●はSPMを示す。

—は高濃度SPMが発生した期間を示す。

NO₃⁻濃度は8.5~31.6μg/m³, SO₄²⁻濃度は15.3~32.7μg/m³の範囲で推移し, 23日のNO₃⁻濃度は12.1~21.0μg/m³, SO₄²⁻濃度は14.5~21.6μg/m³の範囲で推移していた。また22~23日のSPMの日平均は0.1mg/m³を下回った。

24日以降も SPM は低下し, 日平均0.1mg/m³以下で推移した(図 3)。NO₃⁻濃度は24日の8時以降に急激に低下し, 29日の22時まで0.4~10.4μg/m³の範囲で推移しており, 同時刻の田島におけるNO₃⁻濃度の推移パターンとはまったく異なる挙動を示した(図 6 B)。SO₄²⁻濃度は, 24日の8時~28日まで8.4~26.0μg/m³の範囲で推移していた。また, 29日の8時からSO₄²⁻濃度の増加がみられ, 6月の最大値40.9μg/m³を示した(図 7 B)。SO₄²⁻濃度の動向は田島と類似しており, 濃度は田島よりも高くなった。

21~23日のSPMとNO₃⁻およびSO₄²⁻の相関を調べると, 21日ではSPMとNO₃⁻との相関がSO₄²⁻との相関よりも高くなった(表 5)。また, 22~23日も, 21日と同様にSPMとNO₃⁻の相関がSPMとSO₄²⁻の相関よりも高くなった。

3.2.3 7月の田島のSPMの高濃度現象

田島の7月13~17日のイオン成分およびSPMの濃度推移を図 4 に示した。川崎市内のSPMの日平均濃度が0.1mg/m³を超過した高濃度 SPM 期間は, 7月では14~16日 c に生じたが, 田島ではこのうち14日と16日に発生した。13日ではNO₃⁻濃度, SO₄²⁻濃度ともに10μg/m³以下であったが, 14日の午前中にNO₃⁻濃度が急増し, 10時に最大

表 5 多摩の SPM と NO₃⁻ および SO₄²⁻ との相関

期間	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	試料数
6月			
A 21日	0.879	0.518	12
22日	0.902	0.707	12
23日	0.723	0.415	8
B 28日	-0.359	0.325	12
29日	0.254	0.279	12
7月			
C 14日	0.783	0.729	12
15日	0.601	0.619	8
16日	0.498	0.843	12
全調査期間	0.464	0.680	175

値43.0μg/m³を示し, SPM も同時刻に最大値0.252mg/m³を示した。SO₄²⁻濃度も同時刻に15.8μg/m³, NH₄⁺が10.1μg/m³と増加した。このときの風は0~8時にかけて非常に弱く, 平均風速0.3m/sであり, 汚染物質が滞留しやすい条件であった。10~12時にかけて東南東から2.6~2.7m/sの風が吹くと以降のNO₃⁻濃度は急減し, SO₄²⁻濃度も SPM も同様に低下した。しかし20時にNO₃⁻濃度が20.4μg/m³, SO₄²⁻濃度が13.9μg/m³と増加し, SPM も0.171mg/m³と増加した。

15日は, NO₃⁻濃度, SO₄²⁻濃度共に20μg/m³以下で推移し, SPM も大きな増加は示さなかった。

16日は, SO₄²⁻濃度の増加が著しく, 2時から増加が始まり, 12~14時にかけてSPMの最大値0.161mg/m³, SO₄²⁻濃度の最大値32.2μg/m³を示した。NO₃⁻濃度はSO₄²⁻濃度と異なり, 増加を示さなかった。

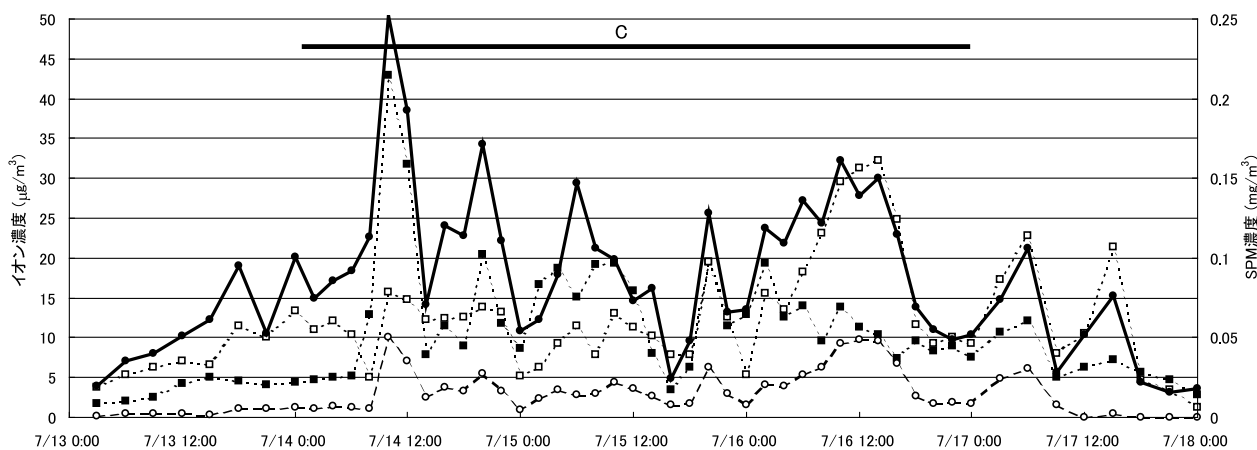


図 4 2006年7月13~17日の田島のイオン成分の濃度推移

■はNO₃⁻, □はSO₄²⁻, ○はNH₄⁺, ●はSPMを示す。

—は高濃度 SPM が発生した期間を示す。

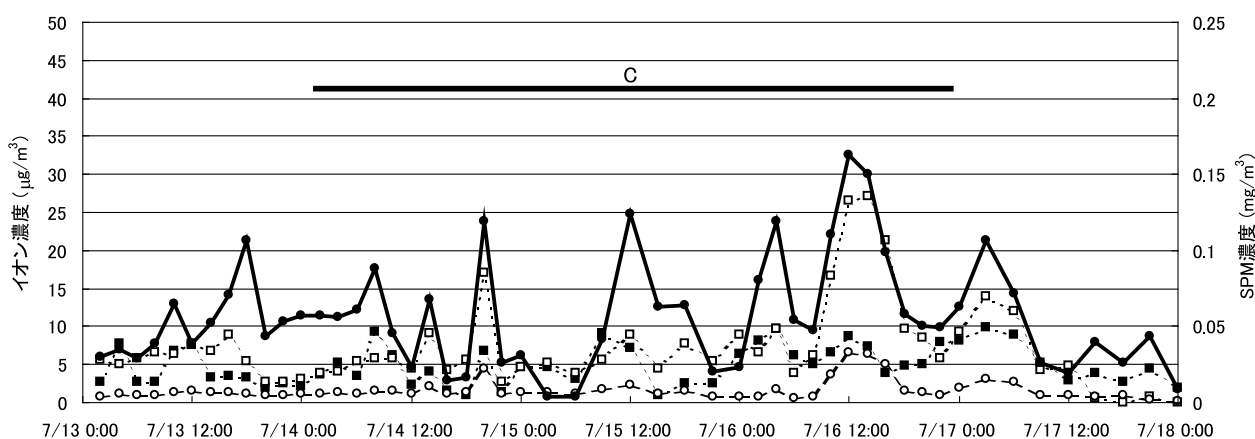


図5 2006年7月13～17日の多摩のイオン成分の濃度推移

■はNO₃⁻、□はSO₄²⁻、○はNH₄⁺、●はSPMを示す。
 ——は高濃度SPMが発生した期間を示す。

SPMとNO₃⁻およびSO₄²⁻の相関をみると、14日では、SPMとNO₃⁻の相関が高値を示した(表4)。一方、SPMとSO₄²⁻との相関は、NO₃⁻よりも低下していた。16日では、SPMとNO₃⁻の相関が大きく低下し、SPMとSO₄²⁻との相関が高値を示した。

3.2.4 7月の多摩のSPMの高濃度現象

多摩の7月13～17日のイオン成分およびSPMの濃度推移を図5に示した。多摩は田島と異なり、7月ではSPMの日平均が0.1mg/m³を超過しなかった。13日から16日の8時に至るまで、NO₃⁻濃度もSO₄²⁻濃度も10μg/m³以下の濃度で推移した(図6C)。田島でNO₃⁻濃度が増加した14日の気象条件をみると、田島と異なり0～8時にかけて北西から北北西の平均風速1.4m/sの風が吹いていた。

16日は10時からSPMとSO₄²⁻濃度が増加し始め、12～14時に最大値0.163mg/m³および27.0μg/m³を示した。また、田島のSO₄²⁻濃度のピークと一致した(図7C)。NO₃⁻濃度は17日の調査終了時点まで10μg/m³以下で推移した。

SPMとNO₃⁻およびSO₄²⁻の相関をみると、14日ではNO₃⁻の相関はr=0.783となった(表4)。16日ではSPMとNO₃⁻の相関はr=0.498と低かったが、SPMとSO₄²⁻の相関はr=0.843と大きく増加していた。

3.2.5 全調査期間での田島と多摩の比較

高濃度期間ABCで、NO₃⁻とSO₄²⁻の濃度推移

を比較した。NO₃⁻の濃度推移をみると、多摩ではAでのみ増加し他の期間では明確なピークがみられなかった(図6)。一方、田島ではABCの3期間とも明確な増加がみられた。

SO₄²⁻の濃度推移をみてみると、田島のSO₄²⁻濃度が増加するときは多摩のSO₄²⁻濃度も増加していた(図7)。このことから、NO₃⁻は一部の地域で増加するがSO₄²⁻は市内全域で増加するものと思われた。

調査期間全体の相関を見ると、田島ではSPMとNO₃⁻の相関がr=0.723、SPMとSO₄²⁻の相関がr=0.649であり(表5)、多摩ではSPMとNO₃⁻の相関がr=0.464、SPMとSO₄²⁻の相関がr=0.680であった(表6)。SPMとNO₃⁻の相関は、川崎市南部の田島で高く、SPMとSO₄²⁻の相関は田島と多摩で同程度であった

3.2.6 後方流跡線解析による移流の影響の検討

移流について、国立環境研究所地球環境研究センターのCGER-METEX¹⁰による後方流跡線解析を用い、解析の開始時刻をNO₃⁻濃度およびSO₄²⁻濃度が最大値を示したときとして検討したが、解析地点を田島および多摩(北緯35°、東経139°)の上空300mおよび1500mとすると出発地点は太平洋ないしシベリア方面であり、移流の影響はないものと思われた。

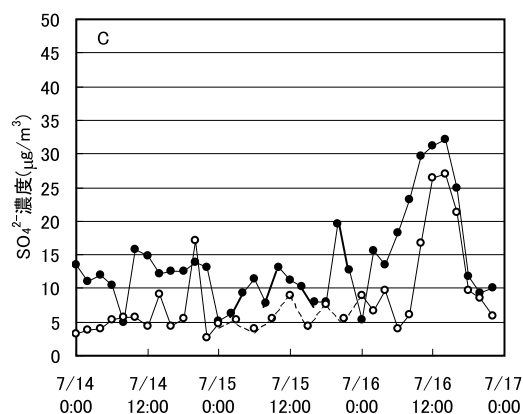
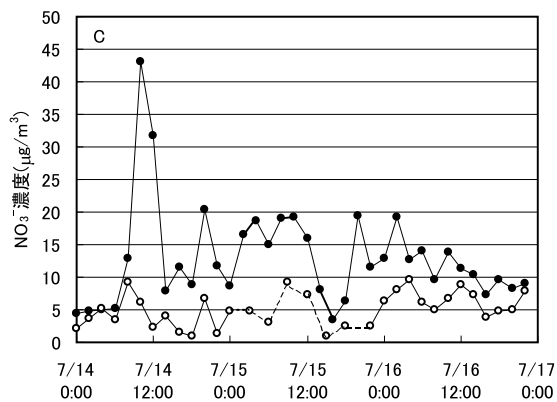
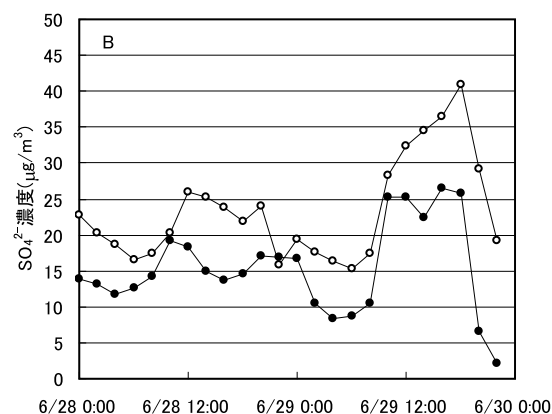
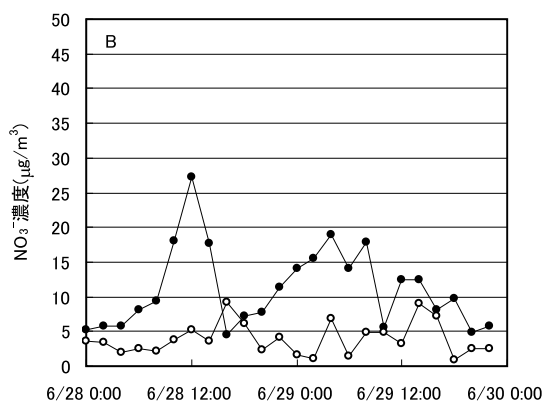
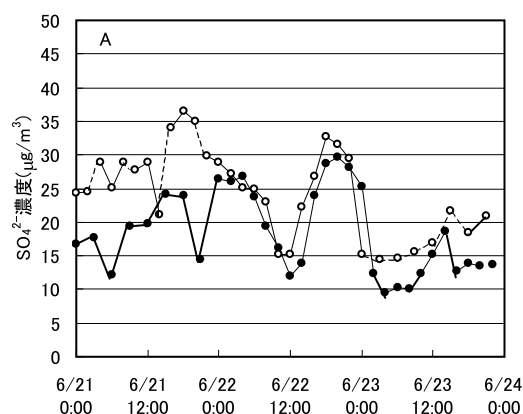
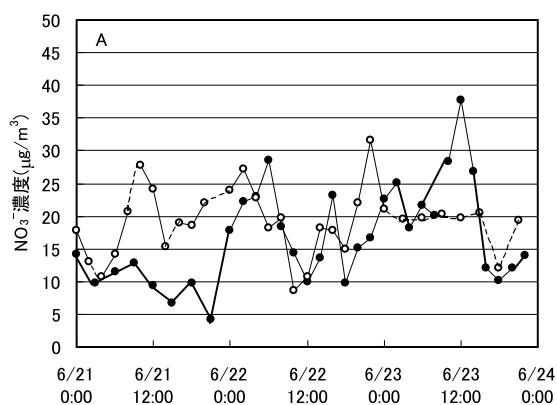


図6 田島(●)および多摩(○)のNO₃⁻濃度推移
それぞれの期間は、6月21～23日(A)、
28～29日(B)、7月14～16日(C)である。

図7 田島(●)および多摩(○)のSO₄²⁻濃度推移
それぞれの期間は、6月21～23日(A)、
28～29日(B)、7月14～16日(C)である。

4. 考 察

4.1 2006年初夏のSPMの高濃度現象の解析

2006年初夏に川崎市で発生したSPMの高濃度現象を解析した結果、6月の調査期間中は風速が弱く、汚染空気塊が滞留し易い条件が整っている中でSO₄²⁻が蓄積していた。さらにNO₃⁻が21日は多摩で、22～23日および28～29日では田島で急増したためにSPMの高濃度現象が発生したと推

測された。

7月の調査期間中も風速が弱く、汚染空気塊が滞留しやすい条件が整っていた。14日は田島でNO₃⁻濃度の増加によりSPMが高濃度となり、16日は田島と多摩の両地点で、SO₄²⁻濃度の増加によりSPMが増加したものと推測された。

また、図6の田島のように、NO₃⁻濃度が夜間から午前中にかけて増加し、以後減少する日変動

パターンは、渡部らがナイトレイトモニタを用いて解析した微小硝酸塩粒子濃度の日変動パターンと一致していた¹¹⁾。このことから、気温が高くなる午後にNO₃⁻が低下するのはNH₄NO₃が揮発するためであり、夜間の増加は気温が低下したため、気化していたNH₄NO₃が低温によって粒子化したためと思われる。

4.2 ベータ線SPM自動計測器のテープろ紙を用いた分析の有用性

夏季の二次生成粒子の主成分はSO₄²⁻であるといわれており、関東地方環境対策推進本部大気環境部会浮遊粒子状物質調査会議による関東圏甲信静の夏期調査および埼玉県の通年のPM_{2.5}調査でも同様の結果が出ている^{12,13)}。これは、夏季にもNO₃⁻は産生しているが、高温のため、ガス・粒子間の分配関係がガス側に傾くためとされている⁷⁾。しかしNH₄NO₃やNH₄Clの粒子が存在しても、夏季の高温下で長時間フィルター捕集を行うと揮発等の影響を受けて減少するため、それらの塩の寄与を過小に見積もってきた可能性がある。フィルターパック法でも捕集時間を短くして素早く分析することで、より正確に夏季のNO₃⁻やCl⁻の寄与を分析できると報告があり⁴⁾、ベータ線SPM自動計測器の捕集時間は1時間とさらに短いので、テープろ紙を素早く回収して試料としても同様のことがいえると思われる。

以上の結果から、ベータ線SPM自動計測器のテープろ紙を試料として用いることで、時間分解能の高い分析結果が得られ、さらに周辺データを活用することで二次生成粒子の増加による高濃度SPMの実態解明に大きく役立つと思われる。

7. ま と め

- (1) 6月の高濃度SPMは、田島も多摩も大気中にSO₄²⁻が高濃度で蓄積し、NO₃⁻濃度が増加することで発生したと推測された。
- (2) 7月14～16日の高濃度SPM現象は、14日は川崎市南部でのNO₃⁻濃度の増加による高濃度SPM、16日は川崎市の広域でSO₄²⁻濃度の増加による高濃度SPMであった。これらは、一連の高濃度SPM現象にもかかわらず、発生メカニズムが異なっていたと思われる。

- (3) NO₃⁻とSO₄²⁻の濃度推移をみると、SO₄²⁻は市内全域にわたる比較的広い地域汚染であったが、NO₃⁻は気象状況等によって一部の地域で高濃度となることが多い比較的狭い地域汚染と思われた。
- (4) ベータ線SPM自動計測器のテープろ紙を試料として用いることで、時間分解能の高い分析結果が得られ、さらに周辺データを活用することで二次生成粒子の増加による高濃度SPMの実態解明に大きく役立つと思われる。

謝 辞

試料の提供でご協力いただいた本市公害監視センターの関昌之氏および本市環境局環境対策課の安倍悠史氏に深く感謝いたします。

—引用文献—

- 1) 川崎市：川崎市の大気環境(2005年度), **45**, 17-25, 2006
- 2) 山田大介, 鈴木隆生, 高橋篤, 井上俊明：ディーゼル車運行規制による大気中の微小粒子成分濃度の動向, 川崎市公害研究所年報, **32**, 5-8, 2005
- 3) 環境省大気汚染物質広域監視システムそらまめ君：<http://soramame.taiki.go.jp/>
- 4) 唐澤正宣：SPMの挙動解析, 豊田中央研究所R&Dレビュー, **35**(1), 21-30, 2000
- 5) 三浦次郎, 山形定, 太田幸雄, 村尾直人：北海道東部沿海における霧およびエアロゾルの季節変動, 大気環境学会誌, **39**, 63-76, 2004
- 6) 速水洋, 藤田慎一：デニューダ・フィルタパック法により測定した半揮発性無機イオン成分の濃度の実態とガス・粒子分配, 大気環境学会誌, **39**, 77-88, 2004
- 7) 中西貞博, 日置正, 筒井剛毅：ベータ線吸収方式PM_{2.5}モニターのテープろ紙を利用した粒子状物質中水可溶性成分分析, 第42回大気環境学会年会講演要旨集, **531**, 2001
- 8) 笠松志保, 米屋由理, 高橋篤, 井上俊明：SPM高濃度要因の解明における成分濃度の時間推移, 川崎市公害研究所年報, **31**, 17-23, 2004
- 9) 竹内浄, 井上俊明：テープろ紙を用いた川崎市におけるSPM高濃度時の無機粒子の二次生成に関する研究, 大気環境学会誌, **42**, 209-218, 2007
- 10) 国立環境研究所地球環境研究センター：CGER METEX, <http://cgermetex.nies.go.jp/metex/>
- 11) 渡部博之, 東野達, 曹仁秋：春期宇治において観測された硝酸塩・硫酸塩粒子の粒径別濃度変動の解析, 大気環境学会誌, **42**, 16-27, 2007
- 12) 関東地方環境対策推進本部大気環境部会浮遊粒子状物質調査会議：平成17年度浮遊粒子状物質合同調査報告書, **23**, 13-23, 2007
- 13) 米持真一, 梅沢夏実, 松本理恵：埼玉県北部のPM_{2.5}濃度と化学組成の5年間の観測結果, 大気環境学会誌, **42**, 129-142, 2007