

平成21年度浮遊粒子状物質 合同調査報告書

関東におけるPM2.5のキャラクターゼーション（第2報）

平成23年3月

関東地方大気環境対策推進連絡会
浮遊粒子状物質調査会議

まえがき

環境省の「平成 21 年度 大気汚染状況について」によれば、平成 21 年度における、浮遊粒子状物質の長期的評価による環境基準達成率は、一般局で 98.8%、自排局で 99.5%であり、高い水準にあります。また、年平均濃度は、近年、緩やかな改善傾向を示しています。一方で、浮遊粒子状物質対策について大きな動きがあり、平成 21 年 9 月 9 日に微小粒子状物質に係る環境基準が告示されました。微小粒子状物質は浮遊粒子状物質の中でも特に呼吸器疾患や循環器疾患等の健康影響が懸念されており、現在、大気汚染物質の中で最も関心が寄せられているものの一つと言えます。

関東地域を中心とした浮遊粒子状物質に対する広域的な取り組みは、平成 7 年度に組織を拡大した、1 都 6 県 3 市（東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県、栃木県、群馬県、山梨県、横浜市、川崎市、千葉市）で構成された、一都三県公害防止協議会の中の組織、「関東 SPM 検討会」において実施されていました。翌年には茨城県が参加し、1 都 7 県 3 市となりました。その後、平成 12 年度に「関東地方環境対策推進本部大気環境部会」の中に「浮遊粒子状物質調査会議」が組織されたことに伴い、長野県と静岡県が加わり、さらに、さいたま市、静岡市及び浜松市が、それぞれ平成 15 年度、18 年度及び 20 年度に加わりました。現在は、1 都 9 県 6 市の体制となり、特に微小粒子状物質について、その汚染実態や発生源把握を目的とした広域共同調査に取り組んでいます。

この報告書は、平成 21 年度に実施した浮遊粒子状物質の共同調査結果についてとりまとめたものです。平成 19 年度までとは調査内容を変更し、3 年計画の初年度として実施した平成 20 年度に引き続き、その 2 年目として微小粒子状物質の夏期における二次生成粒子の高濃度化現象に焦点をあて、広域的な濃度レベルの把握に加え、二次生成粒子成分濃度とその前駆物質であるガス状物質濃度を同時に観測し比較することにより、夏期における広域二次粒子汚染のメカニズムについて検討しています。なお、この報告書は、関東地方環境対策推進本部大気環境部会の浮遊粒子状物質調査会議で計画、実施した調査を、その計画、調査を引き継いだ関東地方大気環境対策推進連絡会の浮遊粒子状物質調査会議が取りまとめたものです。

本報告書が、浮遊粒子状物質問題の解決に向けた、また微小粒子状物質に関する、新たな一資料として、広く活用して頂ければ幸いです。

最後に、共同調査の実施及び報告書の取りまとめにあたって、御協力をいただいた関係各位に、深く感謝致します。

平成 21 年度 調査会議担当者

茨城県生活環境部環境対策課	山口 勝夫
茨城県霞ヶ浦環境科学センター	青柳 元喜
栃木県環境森林部環境保全課	青木 宏行 泉 陽誉
栃木県保健環境センター	石原島 栄二 小平 智之
	荒川 涼 大塚 香穂里
群馬県環境森林部環境保全課	中島 穂泉
群馬県衛生環境研究所	飯島 明宏 熊谷 貴美代
	齊藤 由倫
埼玉県環境部大気環境課	増山 新平
埼玉県環境科学国際センター	米持 真一 梅沢 夏実
	長谷川 就一
千葉県環境生活部大気保全課	西川 順二 針谷 謙一
千葉県環境研究センター	内藤 季和 石井 克巳
	横山 新紀
東京都環境局環境改善部計画課	片山 妙子
(財)東京都環境整備公社東京都環境科学研究所	秋山 薫 鈴木 智絵
	上野 広行
神奈川県環境農政部大気水質課	岡田 沙絵子 大森 亮敬
	中山美智枝
神奈川県環境科学センター	斎藤 邦彦 阿相 敏明
山梨県森林環境部大気水質保全課	千須和 真司
山梨県衛生公害研究所	清水 源治 辻 敬太郎
長野県環境部水大気環境課	仙波 道則
長野県環境保全研究所	中込 和徳
静岡県県民部環境局生活環境室	黒見 公一
静岡県環境衛生科学研究所	篠原 英二郎
さいたま市環境局環境共生部環境対策課	浜田 実和 山下 由紀子
さいたま市健康科学研究センター	城 裕樹 深井 順子
千葉市環境保全部環境規制課	辻本 拓馬
千葉市環境保健研究所	小倉 潔 大塚 大
横浜市環境創造局環境保全部規制指導課	大島 貴至 安達 理文
横浜市環境科学研究所	白砂 裕一郎
川崎市環境局環境対策部環境対策課	鶴見賢治 笠松 志保
川崎市環境局公害研究所	盛田 宗利 山田 大介
静岡市環境局環境創造部環境保全課	杉山 耕一
静岡市環境保健研究所	高木 俊輔
浜松市環境部環境保全課	池川 正幸 菅沼 敏信
浜松市保健環境研究所	小粥 敏弘

目 次

I 本 編

1	はじめに	1
2	調査方法	1
	1. 調査期間	
	2. 参加自治体および調査地点	
	3. 試料の採取方法および測定方法	
3	調査期間中の気象概況	4
4	調査結果	
	1. 粒子状物質濃度	7
	2. 水溶性イオン成分濃度	14
	3. 炭素成分濃度	31
	4. 金属元素成分濃度	42
	5. 発生源寄与の推定	53
	6. フィルターパック法によるガス状成分、エアロゾル成分濃度	61
5	まとめと今後の課題	65

II 資料編

1	試料採取要領	72
2	測定方法	75
3	調査期間の常時監視データ	80
4	各成分濃度測定結果	88
5	調査地点の概況	97
6	4段フィルターパック法精度管理結果	100
7	調査結果の発表及び投稿一覧	102

1 はじめに

本浮遊粒子状物質調査会議では、広域的な課題である微小粒子状物質（以下、PM2.5 という）に対する取り組みの一環として、その汚染実態や発生源等を把握し、今後の対策に資することを目的に、関東地方の自治体が共同して調査を行うこととしている。

これまでの本調査会議の調査結果によれば、平成 15 年からのディーゼル車運行規制以降の PM2.5 に対する自動車排気ガスの寄与は減少傾向にあるが、二次生成粒子の寄与については顕著な変化が見られていない。特に、夏季における二次生成粒子の高濃度化は関東広域に広がる傾向にあり、二次生成粒子の由来等については解析が必要であることが明らかとなった。

以上のことを踏まえ、3 年計画の初年度である平成 20 年度に引き続き、平成 21 年度も一般環境において夏期の梅雨明け後の 2 週間に、PM2.5 調査に加え、フィルターパック法により捕集される、二次生成粒子の主な前駆物質と考えられている SO₂、HNO₃、HCl、NH₃（以降、これらをガス状成分と呼ぶ）、及びエアロゾルと呼ばれる気体中に浮遊する微小な液体または固体の粒子に含まれる成分の内、SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺（以降、これらをエアロゾル成分と呼ぶ）についての調査を実施した。

ここでは、広域的な PM2.5 濃度実態等の把握に加え、二次生成粒子の成分濃度とその前駆物質成分濃度（ガス成分濃度）も測定し、夏季における広域的な二次生成粒子汚染のメカニズムの解明に資することを目的とした。

2 調査方法

2.1 調査期間

調査時期は夏期の梅雨明け後の延べ 12 日間（月～翌週金曜日）とした。この期間を月曜日から水曜日、水曜日から金曜日、金曜日から月曜日というように、2 日から 3 日間の調査期間に分けて、①～⑤の期間に区分した。この区分調査期間を表 2-1-1 に示した。

表 2-1-1 調査期間

区分	調査内容	調査期間
夏期調査	PM2.5調査 (全自治体実施) フィルターパック法による 調査 (希望自治体のみ実施)	平成21年7月27日(月)～8月7日(金)
		① 7月27日(月)～7月29日(水)
		② 7月29日(水)～7月31日(金)
		③ 7月31日(金)～8月3日(月)
		④ 8月3日(月)～8月5日(水)
		⑤ 8月5日(水)～8月7日(金)

2.2 参加自治体および調査地点

(1) 参加自治体

調査には、関東地方と長野県、山梨県及び静岡県、次の 1 都 9 県 6 市が参加した。神奈川県、東京都、千葉県、埼玉県、茨城県、栃木県、群馬県、長野県、山梨県、静岡県、各都県及び横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市、静岡市、浜松市の各市

(2) 調査地点

調査地点を図 2-2-1 に、調査地点名、担当自治体、場所及び調査参加項目についてを表 2-2-1 に示した。また、各調査地点の周辺の状況については「Ⅱ資料編」に示した。

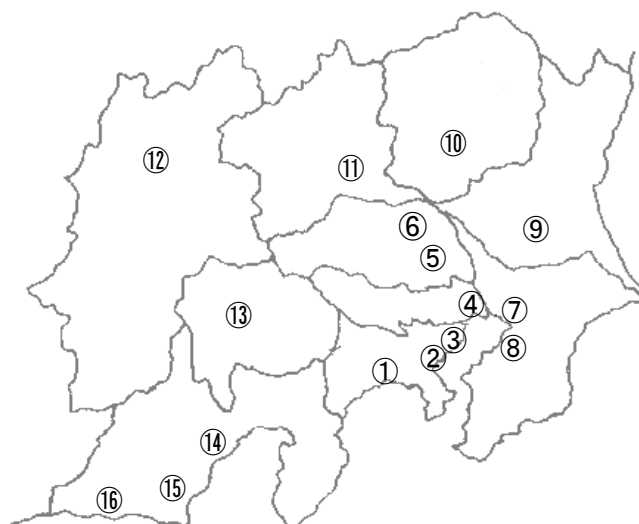


図 2-2-1 調査地点

表 2-2-1 調査地点名、担当自治体、場所及び調査参加項目について

番号	地点名	担当自治体	場所	PM2.5調査	フィルターパック法による調査
1	平塚	神奈川県	神奈川県環境科学センター	○	—
2	横浜	横浜市	横浜市環境科学研究所	○	○
3	川崎	川崎市	川崎市公害研究所	○	○
4	江東	東京都	(財)東京都環境整備公社環境科学研究所	○	○
5	さいたま	さいたま市	さいたま市役所	○	○
6	騎西	埼玉県	埼玉県環境科学国際センター	○	○
7	千葉	千葉市	千葉真砂測定局	○	—
8	市原	千葉県	市原岩崎西測定局	○	○
9	土浦	茨城県	茨城県土浦保健所	○	○
10	宇都宮	栃木県	栃木県保健環境センター	○	○
11	前橋	群馬県	群馬県衛生環境研究所	○	○
12	長野	長野県	長野県環境保全研究所	○	○
13	甲府	山梨県	山梨県衛生公害研究所	○	○
14	静岡	静岡市	服織小学校測定局	○	—
15	島田	静岡県	島田市役所測定局	○	○
16	浜松	浜松市	北部測定局	○	—

○:実施 —:未実施

2.3 試料の捕集方法および測定方法

(1) 試料の捕集方法（試料採取方法の詳細は、「Ⅱ資料編」に示した）

・PM2.5 調査：

石英繊維ろ紙を装着した東京ダイレック社の PCI サンプラーまたは、これと同等な採取装置により、浮遊粒子状物質を粒径 2.5 μm 未満の PM2.5 と 2.5～10 μm の粗大粒子(以降、

PM(10-2.5)という)に分別捕集し、PM2.5を得た。

・フィルターパック法による調査：

酸性雨調査のフィルターパック法を参考に、1段目にPTFEろ紙、2段目にポリアミドロ紙、3段目に炭酸カリウム含浸ろ紙、4段目にリン酸含浸ろ紙を装着した4段フィルターにより、エアロゾル成分及びガス状成分を分別捕集した。

(2) 測定項目と測定方法

PM2.5調査では、PM2.5濃度、水溶性イオン成分、炭素成分（元素状炭素成分、有機炭素成分、水溶性有機炭素成分）及び金属成分を測定し、フィルターパック法による調査では、ガス状成分とエアロゾル成分を測定した。調査内容ごとの捕集ろ紙の種類、測定項目及び分析担当自治体を表2-3-1に、各項目の測定方法の概要を表2-3-2に示した。また、その詳細は、「Ⅱ資料編」に示した。

表 2-3-1 調査内容ごとの捕集ろ紙の種類、測定項目及び分析担当自治体

調査内容		捕集ろ紙	測定項目	分析担当自治体
PM2.5	石英繊維ろ紙 (PALLFLEX 2500Q AT-UP)		PM2.5濃度	横浜市
			水溶性イオン成分	栃木県
			炭素成分	
			元素状炭素成分	千葉県・東京都
			有機炭素成分	
			水溶性有機炭素成分	さいたま市
	金属成分	群馬県		
フィルターパック法による 調査	1段目 F0	PTFE(テフロン)ろ紙 (ADVANTEC社製 T080A047A)	エアロゾル成分	各調査実施自治体
	2段目 F1	ポリアミド(ナイロン)ろ紙 (PALL社製 ULTIPOR N66)		
	3段目 F2	セルロースろ紙(K ₂ CO ₃ 含浸) (ADVANTEC社製 No.51A)	ガス状成分	
	4段目 F3	セルロースろ紙(H ₃ PO ₄ 含浸) (ADVANTEC社製 No.51A)		

表 2-3-2 各項目の測定方法の概要

項目	分析法	前処理、測定条件等
PM2.5濃度	重量法	温度20℃、相対湿度50%で秤量
水溶性イオン成分	イオンクロマトグラフ法	超純水にて超音波抽出し、試料液を調製
炭素成分		
元素状炭素成分	IMPROVE法	石英ろ紙を1cm角に切り取りカーボンエアロゾル分析装置をもちいて分析
有機炭素成分		
水溶性有機炭素成分	燃焼酸化-赤外線式TOC分析法	超純水にて超音波抽出し、試料液を調製
金属成分	誘導結合プラズマ質量分析法	ろ紙をマイクロ波分解装置にて湿式分解し、試料液を調製
エアロゾル成分	イオンクロマトグラフ法	F0, F1及びF3は超純水にて、F2は0.05%(v/v) H ₂ O ₂ 溶液にて、振とう抽出または超音波抽出により試料液を調製
ガス状成分		

3 調査期間中の気象概況

調査期間を試料採取時期の5つに区分し、午前10時を起点に各期間の風速等の観測値を集計した(表3)。観測値¹⁾は、各気象観測所(横浜、東京、千葉、熊谷、つくば、宇都宮、前橋、長野、甲府、静岡)の時別値(時間値)を気象庁のホームページで閲覧した。また、地上天気図²⁾(午前9時、図3)も同様にホームページから転載した。

調査期間中の気象の概要

梅雨の期間は、6月3日頃から8月3日頃と、1993年の梅雨明けを特定できなかった年を除くと、統計以来最も遅い梅雨明け、かつ、最も長い梅雨期間であった。調査期間前半、関東地方は大気が不安定となり所々で局地的な大雨を記録した。調査後半では、高気圧に覆われ気温が上昇したが、日照時間が少なく光化学スモッグ注意報が発令される状況ではなかった。(表3)。

1) 期間①：7月27日(月)～7月29日(水)

7月27日から28日にかけて太平洋沿岸で大雨、その後不安定な天気が続き日照時間が少なく所々で雷雨。この間、全地域で降雨を記録した。

2) 期間②：7月29日(水)～7月31日(金)

南海上から湿った空気が流入し、薄曇りが続き、気温は低く所々で雷雨。この間、神奈川、東京、埼玉、栃木、群馬、山梨、静岡で降雨を記録した。

3) 期間③：7月31日(金)～8月3日(月)

31日に四国で梅雨明けし、夏の高気圧に覆われ、概ね晴れるが、8月1日から2日は局所的に大雨が記録され一部地域で雷雨もみられた。この間、千葉を除く地域で降雨を記録した。

4) 期間④：8月3日(月)～8月5日(水)

3日に近畿・東海で梅雨明けし日本海の高気圧に覆われ広い範囲で晴れ間が広がった。しかし北の高気圧影響で気温の上昇は少なかった。この間、茨城でわずかな降雨を記録した。

5) 期間⑤：8月5日(水)～8月7日(金)

5日は南海上にある台風9号の影響で太平洋沿岸では雲がかかり、内陸部が晴れ。6日は夜遅く関東北部で局所的に大雨が記録された。この間、埼玉、栃木、群馬、長野、山梨で降雨を記録した。

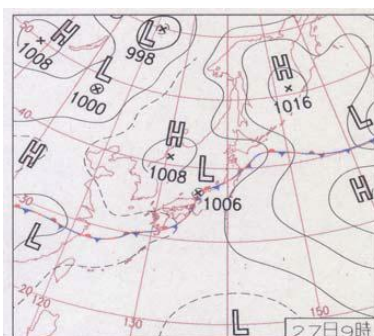
1) 観測値：電子閲覧室 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

2) 天気図：こんにちは！気象庁です！
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/jma-magazine/indexH20.html>

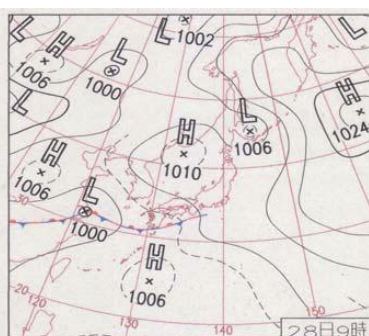
表3 各気象観測所の観測値と調査地点における光化学スモッグ注意報の発令状況

期 間	都道府県	気 象 観測所	最多風向	風速m/s	気温 °C	日照時間 h/日	降水量mm	調査地点における 注意報発令の有無	調査地点における 時間最高値 ppb
①	神奈川県	横浜	南南西	3.6	24.8	7.5	65.9	—	15
	東京都	東京	南	3.9	26.8	3.2	11.0	—	11
	千葉県	千葉	南南東	4.6	26.5	1.3	57.0	—	15
	埼玉県	熊谷	南南東	1.9	25.8	0.4	41.5	—	23
	茨城県	つくば	南	2.8	26.2	3.5	4.0	—	31
	栃木県	宇都宮	南南東	2.9	25.4	1.1	15.0	—	34
	群馬県	前橋	東南東	1.8	25.2	0.5	13.0	—	44
	長野県	長野	西	2.0	23.5	4.8	27.0	—	52
	山梨県	甲府	南南東	1.4	22.6	0.8	17.0	—	23
	静岡県	静岡	北西	1.2	24.6	0.0	75.0	—	10
②	神奈川県	横浜	南西	4.2	26.7	13.1	2.0	—	24
	東京都	東京	南	4.1	27.1	9.4	2.0	—	32
	千葉県	千葉	北東	5.8	26.6	11.7	0.0	—	27
	埼玉県	熊谷	南南東	2.1	26.6	5.1	32.0	—	73
	茨城県	つくば	南	3.5	26.1	6.8	0.0	—	65
	栃木県	宇都宮	北北東	3.8	26.0	2.6	22.5	—	39
	群馬県	前橋	東南東	2.2	26.9	8.1	3.0	—	72
	長野県	長野	西北西	2.8	24.9	7.4	0.0	—	45
	山梨県	甲府	南西	1.7	27.1	8.4	19.0	—	43
	静岡県	静岡	南	1.9	26.6	6.7	1.5	—	58
③	神奈川県	横浜	東	2.6	24.0	6.6	12.0	—	108
	東京都	東京	東北東	2.1	24.4	2.1	4.0	—	62
	千葉県	千葉	北東	3.2	23.7	6.8	0.0	—	46
	埼玉県	熊谷	東	1.4	23.3	0.2	17.0	—	66
	茨城県	つくば	東	2.3	22.9	7.4	2.0	—	53
	栃木県	宇都宮	南	1.8	23.2	0.4	1.0	—	61
	群馬県	前橋	南東	1.3	22.9	2.1	23.5	—	78
	長野県	長野	西南西	2.1	23.9	6.6	15.5	—	50
	山梨県	甲府	西	1.8	24.5	6.1	21.0	—	45
	静岡県	静岡	北北西	1.7	25.1	7.7	62.5	—	61
④	神奈川県	横浜	東	2.9	26.0	9.5	0.0	—	51
	東京都	東京	北東	2.3	26.5	5.0	0.0	—	49
	千葉県	千葉	北北東	3.8	25.2	3.7	0.0	—	30
	埼玉県	熊谷	東南東	1.8	27.1	10.2	0.0	—	67
	茨城県	つくば	北東	2.2	24.7	9.2	0.5	—	30
	栃木県	宇都宮	北北東	3.0	26.4	10.5	0.0	—	39
	群馬県	前橋	東南東	2.1	27.4	9.8	0.0	—	72
	長野県	長野	東北東	1.7	25.5	14.1	0.0	—	71
	山梨県	甲府	南	2.1	27.8	20.4	0.0	—	57
	静岡県	静岡	東	1.8	28.0	21.2	—	—	75
⑤	神奈川県	横浜	南西	2.9	27.3	9.6	0.0	—	46
	東京都	東京	南南東	2.8	27.9	2.7	0.0	—	45
	千葉県	千葉	東南東	2.9	27.0	3.5	0.0	—	26
	埼玉県	熊谷	東北東	2.5	27.5	4.6	1.0	—	72
	茨城県	つくば	東	2.1	25.8	2.6	0.0	—	47
	栃木県	宇都宮	東南東	2.6	26.1	2.0	2.5	—	45
	群馬県	前橋	東南東	2.4	27.4	2.5	27.5	—	87
	長野県	長野	北	1.6	25.9	10.1	29.0	—	76
	山梨県	甲府	西北西	2.2	27.5	6.7	2.5	—	56
	静岡県	静岡	南	1.6	26.9	3.4	0.0	—	54

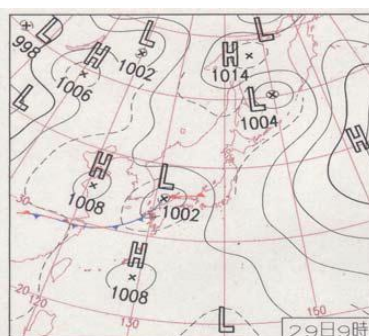
注意報：調査地点を含む地域での光化学スモッグ注意報発令の有無(○：有り、調査地点名、—：無し)
 降水量：(—：降水量無し、0.0：0.5mmに達しない降水)



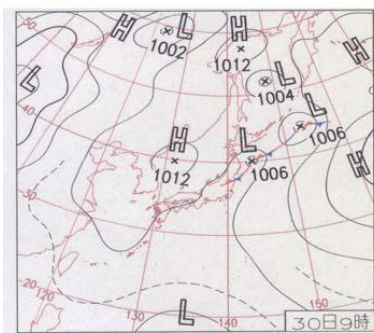
27日(月)大雨は東日本～東北へ



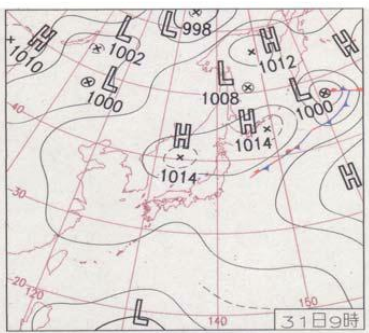
28日(火)不安定な天気続く



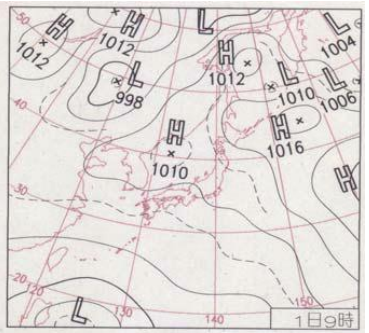
29日(水)近畿南部で大雨



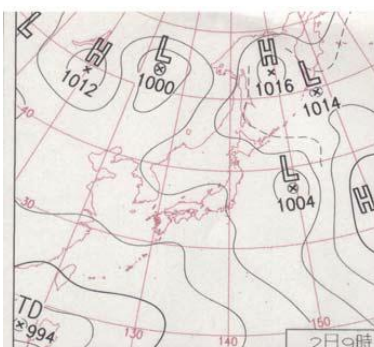
30日(木)関東で雷雨



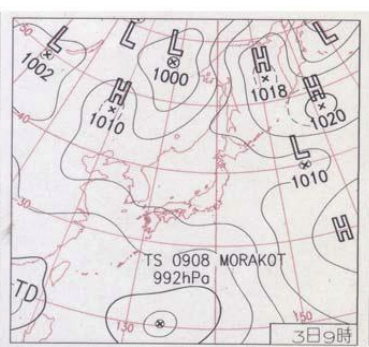
31日(金)四国で梅雨明け発表



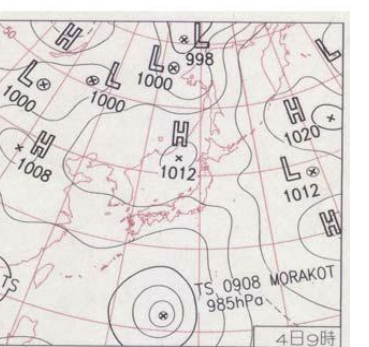
1日(土)四国～東海で大雨



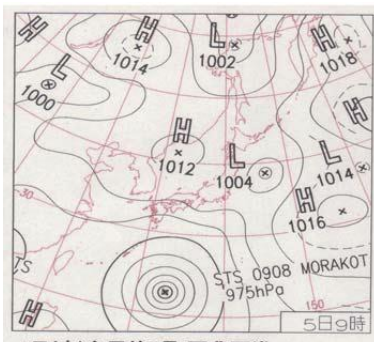
2日(日)近畿で非常に激しい雨



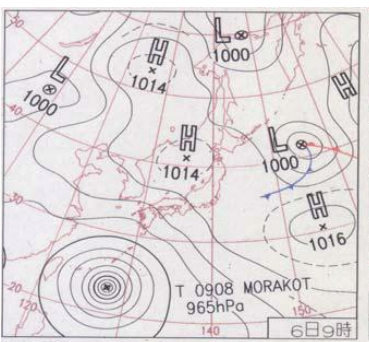
3日(月)近畿、東海で梅雨明け



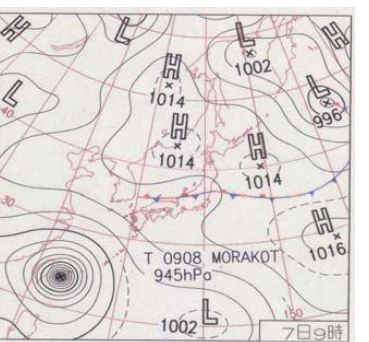
4日(火)九州北部で梅雨明け



5日(水)台風第8号 西北西進



6日(木)先島諸島暴風域へ



7日(金)台風 先島諸島に最接近

4 調査結果

4.1 粒子状物質濃度

本調査では PM(10-2.5)と PM2.5 を 2009 年の①（7 月 27 日から 7 月 29 日）②（7 月 29 日から 7 月 31 日）③（7 月 31 日から 8 月 3 日）④（8 月 3 日から 8 月 5 日）⑤（8 月 5 日から 8 月 7 日）の 5 測定期間、計 12 日間に渡って測定した。なお、南関東の濃度は平塚、横浜、川崎、江東、さいたま、騎西、千葉、市原の平均値を表し、北関東甲信静の濃度は土浦、宇都宮、前橋、長野、甲府、静岡、島田、浜松の平均値を表す。以下、結果を示す。

(1) 7 月 27 日から 7 月 29 日

7 月 27 日から 7 月 29 日における各都市の PM(10-2.5)と PM2.5 濃度を図 4-1-1 に示す。

PM(10-2.5)濃度は 4.1～9.5（平均 6.0） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度であったのは川崎であり、次いで江東、千葉が高く、最も低濃度だったのは静岡であった（※）。また北関東甲信静よりも南関東の濃度の方が高かった。

PM2.5 濃度は 4.7～13.3（平均 8.3） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度であったのは甲府であり、次いで千葉、島田が高く、最も低濃度だったのは長野であった。また、PM2.5 濃度は北関東甲信静、南関東ともにほぼ同程度であった。

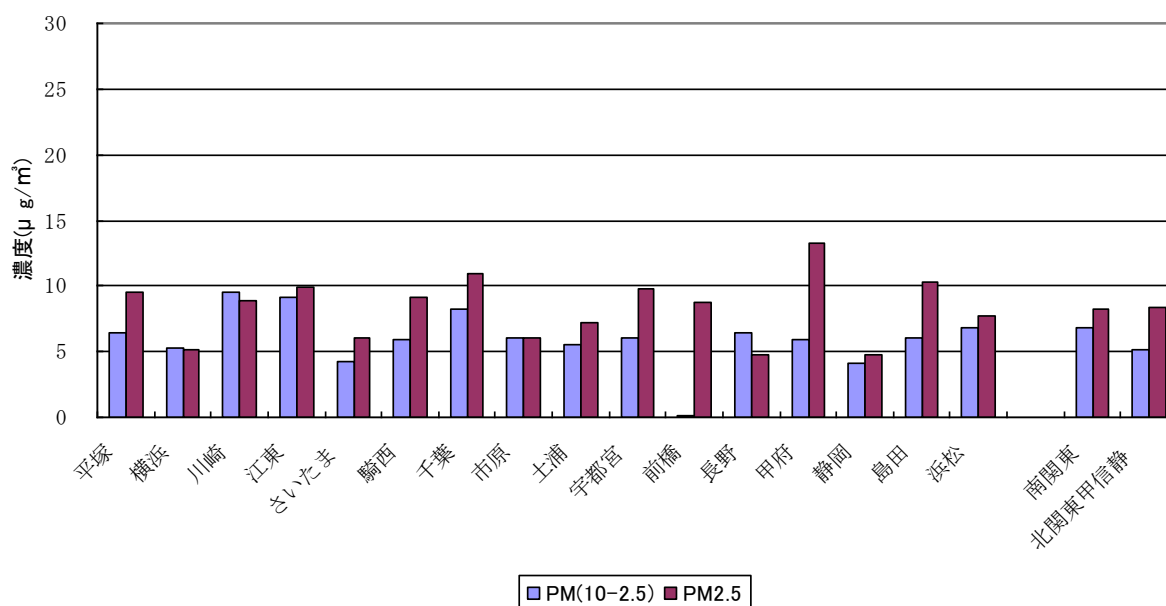


図 4-1-1 7 月 27 日から 7 月 29 日における各都市の PM(10-2.5)と PM2.5 の濃度

(2) 7 月 29 日から 7 月 31 日

7 月 29 日から 7 月 31 日における各都市の PM(10-2.5)と PM2.5 濃度を図 4-1-2 に示す。

PM(10-2.5)濃度は 5.4～12.8（平均 8.2） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だったのは浜松、次いで川崎、千葉であった。また、最も低濃度だったのは長野であった。①の期間に比べ、全体的に増加傾向にあった。南関東と北関東甲信静とでは①の期間と同様に南関東の方が高い値を示した。

PM2.5 濃度は 3.8～18.7（平均 10.6） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だったのは島田、次いで甲府、静岡であり、最も低濃度だったのは長野であった。①の期間に比べ、全体的に増加しており、特に静岡、島田、浜松の静岡県での増加が顕著だった。他の地域が $3.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の増加に対し、静岡県はいずれの測定点も $6.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の増加がみられた。また、南関東と北関東甲信静とでは北関東甲信静の方が高い値を示した。

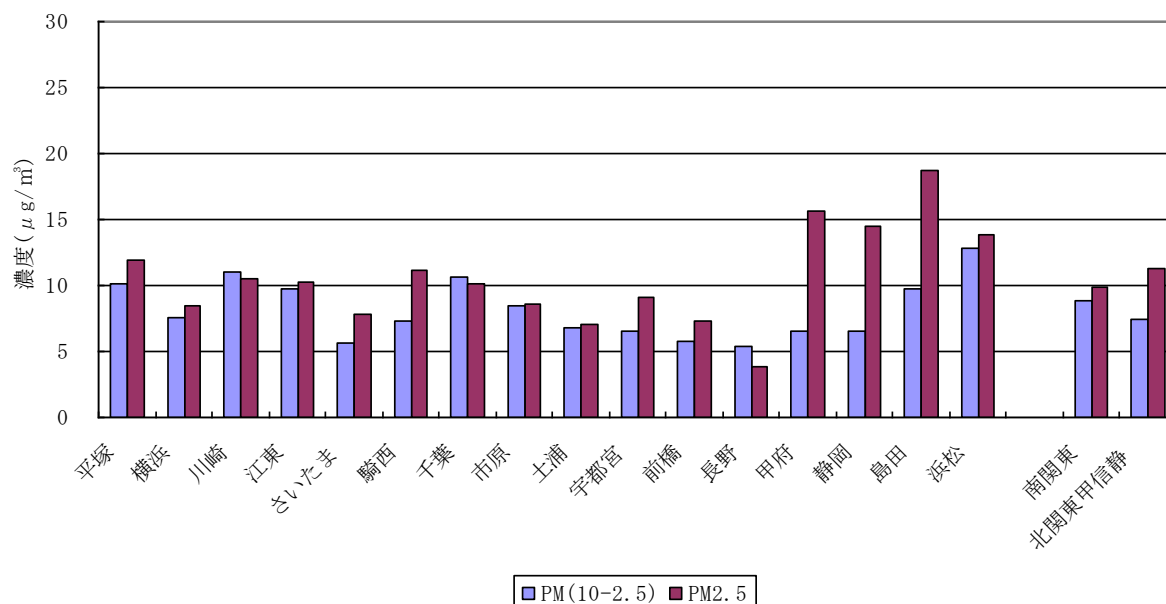


図 4-1-2 7 月 29 日から 7 月 31 日における各都市の PM(10-2.5)と PM2.5 の濃度

(3) 7 月 31 日から 8 月 3 日

7 月 31 日から 8 月 3 日における各都市の PM(10-2.5)と PM2.5 濃度を図 4-1-3 に示す。

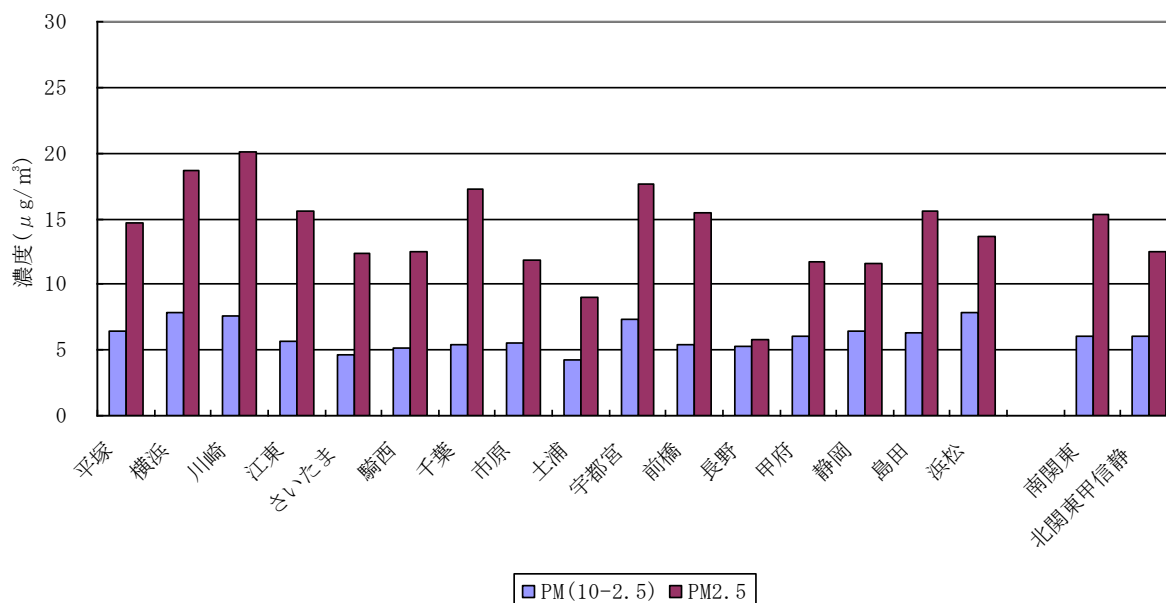


図 4-1-3 7 月 31 日から 8 月 3 日における各都市の PM(10-2.5)と PM2.5 の濃度

PM(10-2.5)濃度は 4.2～7.9（平均 6.1） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だったのは横浜で、次いで浜松、川崎であった。最も低濃度だったのは土浦であった。②の期間に比べて、全体的に減少傾向にあった。また、南関東と北関東甲信静ともにほぼ同程度の濃度だった。

PM2.5 濃度は 5.8～20.1（平均 14.0） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だったのは川崎で、次いで横浜、宇都宮であり、最も低濃度だったのは長野であった。この期間では、①から②の期間への挙動と逆に静岡県及び甲府で減少し、他の地域は増加していた。特に横浜、川崎においては $10.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程の大きな増加がみられた。また、南関東と北関東甲信静とでは、南関東の方が高い値を示した。

(4) 8月3日から8月5日

8月3日から8月5日における各市の PM(10-2.5)と PM2.5 濃度を図 4-1-4 に示す。

PM(10-2.5)濃度は 3.7～10.0（平均 6.1） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だったのは浜松で、次いで横浜、静岡であった。また、最も低濃度だったのは宇都宮であった。③の期間に比べて、いずれの地点でも大きな変化は見られなかった。南関東と北関東甲信静とでは③の期間と同様、ともにほぼ同じ値を示した。

PM2.5 濃度は 8.6～25.3（平均 14.6） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だったのは浜松で、次いで島田、平塚であった。最も低濃度だったのは土浦であった。③の期間に比べて、関東圏では減少傾向に、甲信静では増加傾向にあった。特に、長野、島田、浜松では $10.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程の大きな増加を示していた。また、南関東と北関東甲信静とでは北関東甲信静の方が高い値を示した。

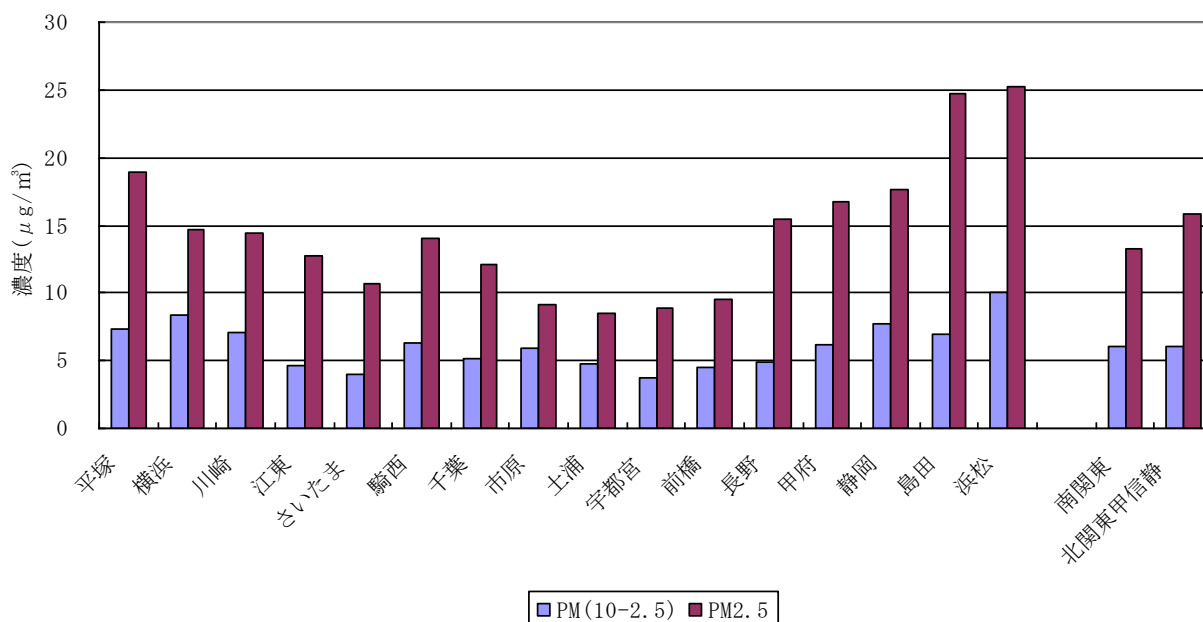


図 4-1-4 8月3日から8月5日における各都市の PM(10-2.5)と PM2.5 の濃度

(5) 8月5日から8月7日

8月5日から8月7日における各市の PM(10-2.5)と PM2.5 の濃度を図 4-1-5 に示す。

PM(10-2.5)濃度は 4.9～11.7（平均 7.7） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だったのは川崎

で、次いで平塚、江東であった。最も低濃度だったのは横浜であった。④の期間と比べて、若干の増加傾向が見られた。南関東と北関東甲信静とでは、南関東の方が高い値を示した。

PM2.5 濃度は 8.3～19.4 (平均 14.0) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だったのは騎西で、次いで甲府、前橋であり、最も低濃度だったのは市原であった。④の期間と比べて、平塚、横浜、川崎の神奈川県及び静岡、島田、浜松の静岡県で減少がみられた。特に島田、浜松は $10.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の大きな減少を示した。また、南関東と北関東甲信静とでは北関東甲信静の方が高い値を示した。

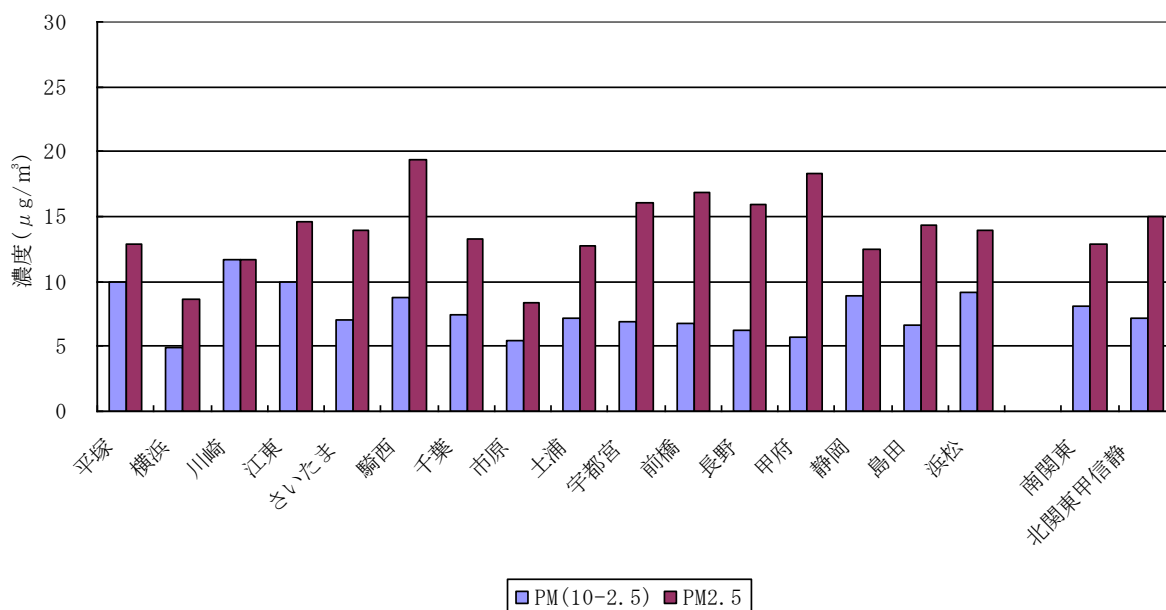


図 4-1-5 8 月 5 日から 8 月 7 日における各都市の PM(10-2.5)と PM2.5 の濃度

(6) 期間中の平均値及び PM(10-2.5)と PM2.5 の総量に対する PM2.5 の割合

7 月 27 日から 8 月 7 日まで 12 日間の PM(10-2.5)及び PM2.5 濃度の平均値をとったものを図 4-1-6 に示す。

PM(10-2.5)濃度の平均値は 5.1～9.4 (平均 6.8) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だったのは川崎で、次いで、浜松、平塚であった。最も低濃度だったのはさいたまであった。

PM2.5 濃度の平均値は 8.8～16.7 (平均 12.3) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だったのは島田で、次いで、甲府、浜松であった。最も低濃度だったのは市原であった。

調査期間を通して、PM2.5 が PM(10-2.5)の濃度を下回ったのは期間①および期間②の数地点のみであり、PM2.5 濃度の方が高いことが多かった。

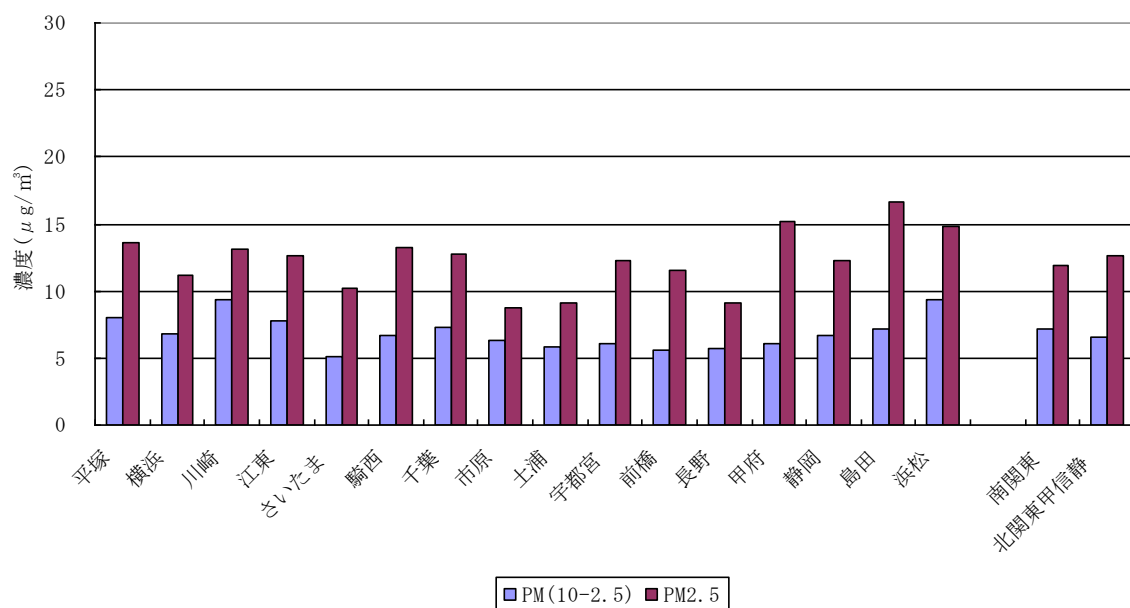


図 4-1-6 7 月 27 日から 8 月 7 日における各都市の PM(10-2.5)と PM2.5 濃度の平均値

平成 20 年度、平成 21 年度の調査期間を通しての南関東と北関東甲信静の PM(10-2.5)濃度の推移を図 4-1-7 に、PM2.5 濃度の推移を図 4-1-8 に示す。

平成 21 年度の PM(10-2.5)濃度は期間全体を通して南関東の PM(10-2.5)濃度が北関東甲信静の PM(10-2.5)濃度と同程度もしくは上回る結果だった。また、南関東と北関東甲信静の PM(10-2.5)濃度の推移は同様の挙動を示していた。平成 20 年度と比べて、全体的に減少傾向にあり、特に南関東に限ってはいずれの期間においても平成 20 年度を下回っていた。

一方平成 21 年度の PM2.5 濃度は、期間①では南関東、北関東甲信静ともに同程度の濃度だったのに対し、期間②、④、⑤では北関東甲信静の方が南関東よりも高濃度であり、期間③では南関東の方が北関東甲信静よりも高濃度だった。また、南関東では期間③で PM2.5 濃度が最も高くなったのに対し、北関東甲信静では期間④で PM2.5 濃度が最高値を示した。PM(10-2.5)濃度と同様に、平成 20 年度と比較して平成 21 年度は全体的に減少傾向にあった。

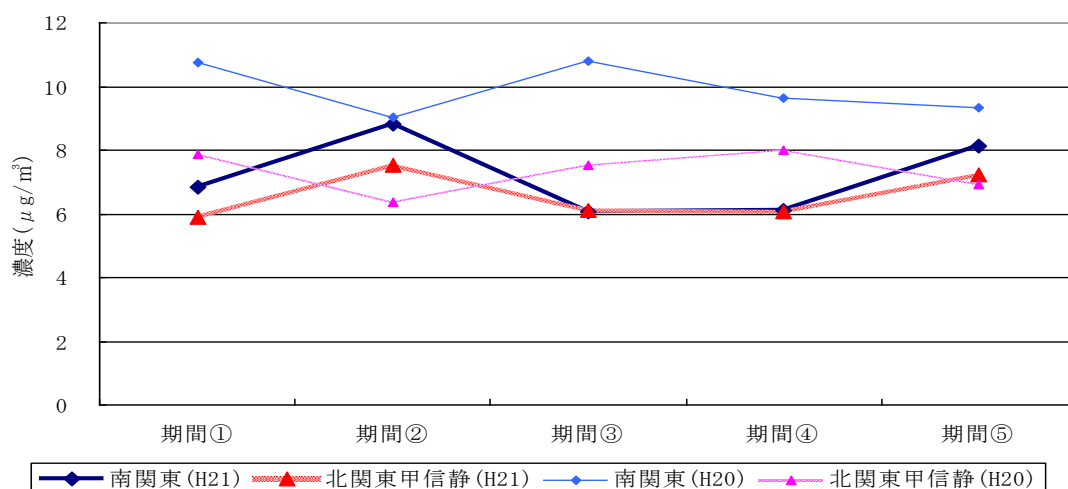


図 4-1-7 全期間における南関東と北関東甲信静の PM(10-2.5)の推移

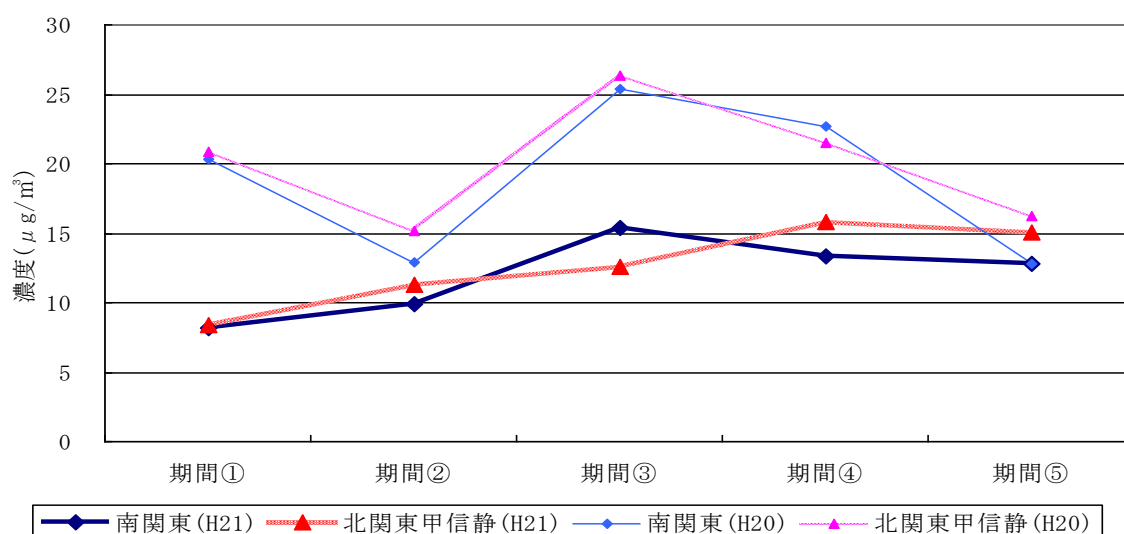


図 4-1-8 全期間における南関東と北関東甲信静の PM2.5 の推移

平成 20 年度、平成 21 年度の調査期間中の平均値から PM(10-2.5)及び PM2.5 の総量に対する PM2.5 の割合を示したものを図 4-1-9 に示す。

平成 21 年度で PM2.5 の割合が最も高かったのは甲府の 71.5%であり、最も低かったものは川崎の 58.3%であった。なお、平成 20 年度での PM2.5 の割合が最も高かったのは浜松の 78.0%であり、最も低かったものは川崎の 56.8%であった。また、平成 20 年度の島田は欠測、及び参考値が多かったためデータを除いた。同様の理由により、平成 20 年度の北関東甲信静からも値を除いている。平成 20 年度に比べ、総量に対する PM2.5 の割合は減少しているが、それでも PM2.5 の占める割合の方が多かった。

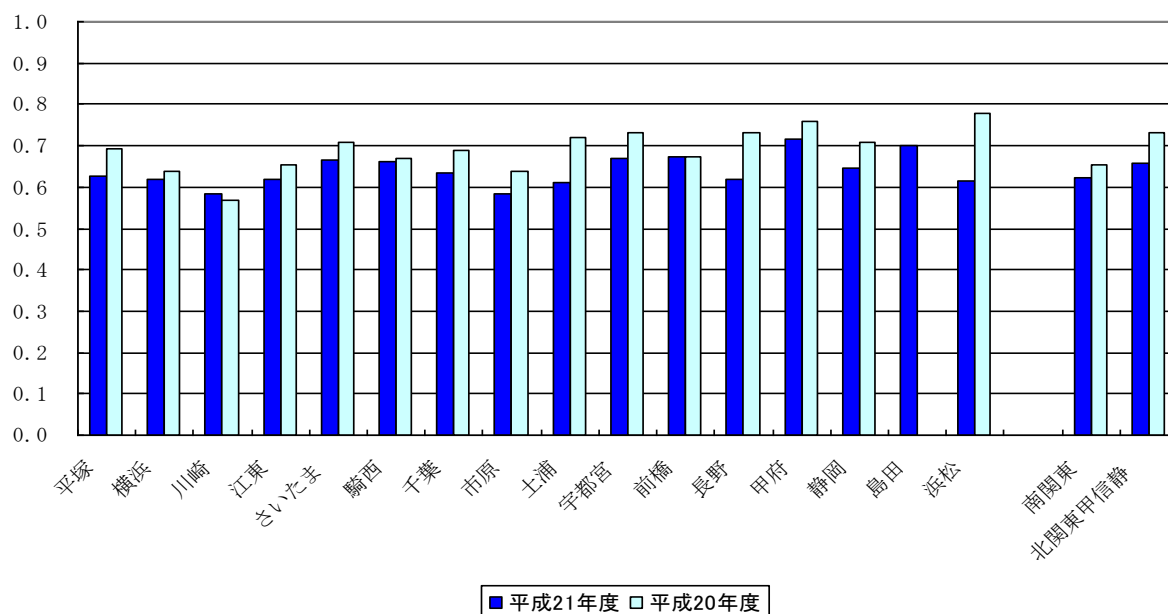


図 4-1-9 PM(10-2.5)と PM2.5 の総量に対する PM2.5 の割合

(※) ①期間の前橋の PM(10-2.5)のデータの取り扱いについて

前橋の①期間の PM(10-2.5)の採取された石英濾紙は、外見上破損や欠損等見られなかったが、濃度値は $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ と極端に低かった。秤量において、試料採取前、後の濾紙重量を見比べてみても、サンプリング時の試料取違えの可能性はなく、石英濾紙とサポート用テフロンリングとの密着により、回収時濾紙が剥離したことが原因であると推察された。したがって、PM(10-2.5)濃度値については参考値として扱うことにし、(6)以降の全体の平均値等の集計結果からも前橋の①期間の PM(10-2.5)の値は除いて計算をしている。なお、同期間、他地点の試料捕集面の黒色度を比較すると概ね同様であり、リーク等吸引流量による問題はなく、PM の捕集はされているものとみなし、各成分分析結果についてはそのままデータを採用した。

4.2 水溶性イオン成分濃度

(1) PM2.5 中の水溶性イオン濃度の期間推移と期間平均濃度

各地点の PM2.5 中の水溶性イオン濃度の期間推移を図 4-2-1 から図 4-2-8 に示す。

Na^+ は、沿岸部の市原、平塚、千葉、島田などで高濃度であった。 NH_4^+ は、東京湾岸地域の期間③で高濃度であった。期間推移の挙動は SO_4^{2-} の推移と類似していた。 Mg^{2+} は、期間③でやや低濃度であった。 Cl^- は、気温が高いので全体的に濃度は上昇しなかったが、島田の期間①、川崎と前橋の期間③で高濃度であった。 NO_3^- は、期間③の前橋、宇都宮、横浜、川崎において高濃度であった。4 地点とも Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} などは高くなく、 NH_4^+ と K^+ と Cl^- が高くなっていた。また、北から東風が多く、期間平均気温も低く、前橋では 22.6°C と他期間より $3\sim 5^\circ\text{C}$ ほど低くなっており、 NH_4NO_3 などの形態も考えられた。 SO_4^{2-} は、期間①は全地点で低濃度であったが、その他の期間では各期間で高濃度を示し、地域的な特徴が見られた。期間②では、島田、静岡で高く、期間③は東京湾岸地域で高く、期間④では東京湾岸地域と浜松、島田、静岡、長野で高く、北関東で低くなっていた。期間⑤では騎西、宇都宮、土浦、前橋などで高くなっていた。 NH_4^+ や SO_4^{2-} が高い地点は Ox 濃度が比較的高くなっており、期間③の 8 月 1 日では、平塚、横浜で一時間値が 0.1ppm を超えた。

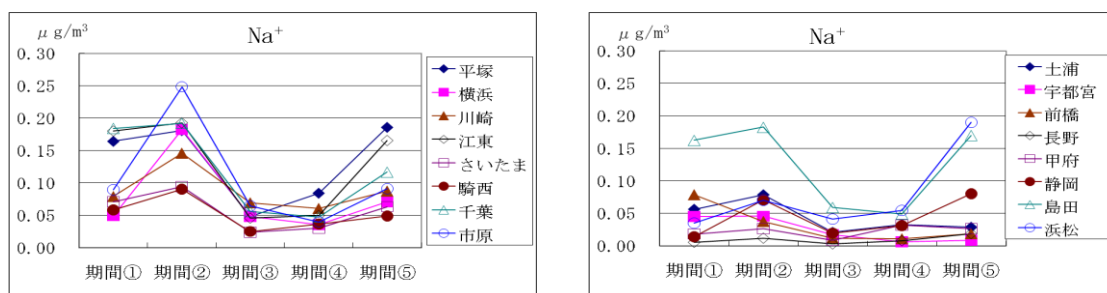


図 4-2-1 PM2.5 中の Na^+ 濃度の期間推移

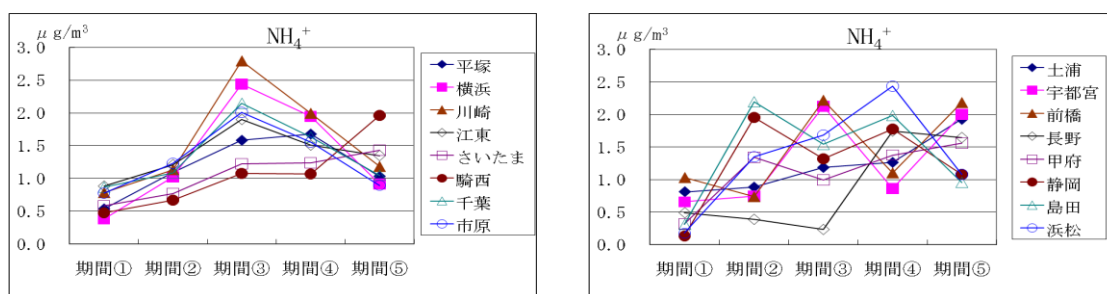


図 4-2-2 PM2.5 中の NH_4^+ 濃度の期間推移

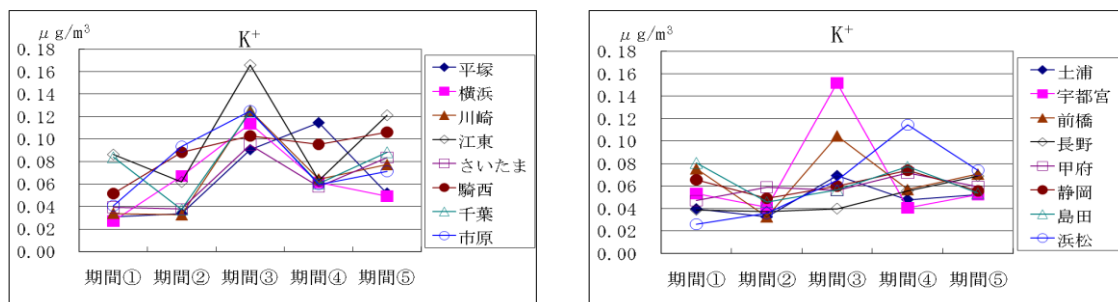


図 4-2-3 PM2.5 中の K^+ 濃度の期間推移

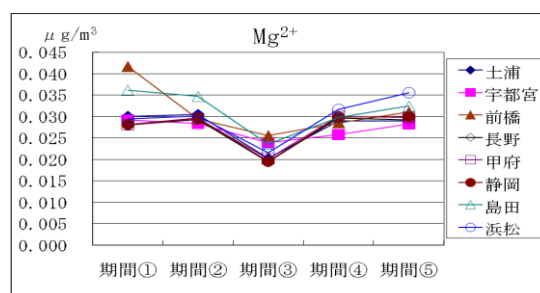
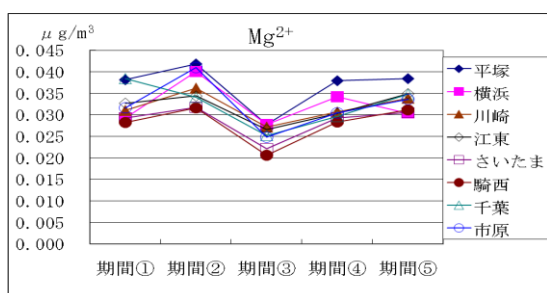


図 4-2-4 PM2.5 中の Mg^{2+} 濃度の期間推移

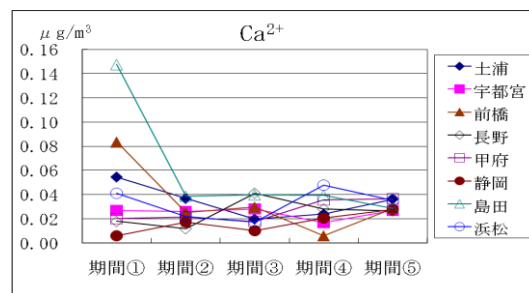
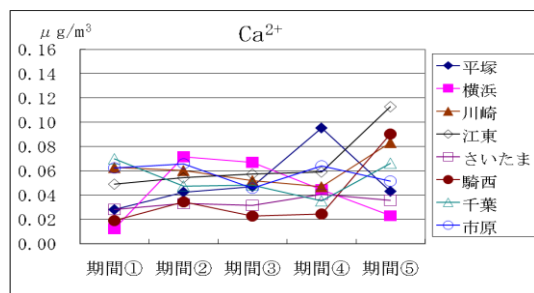


図 4-2-5 PM2.5 中の Ca^{2+} 濃度の期間推移

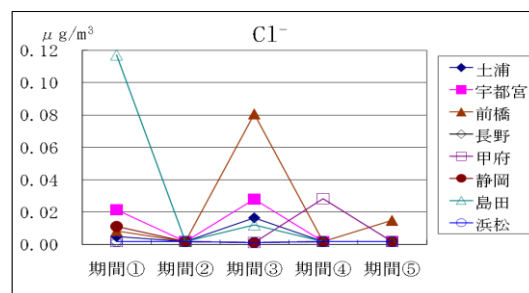
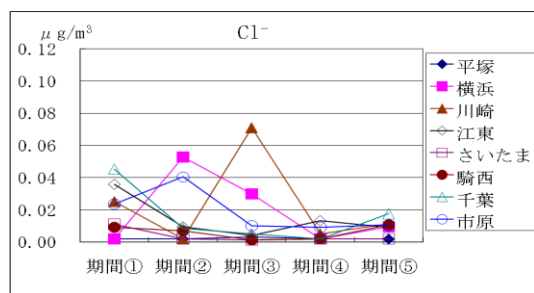


図 4-2-6 PM2.5 中の Cl^- 濃度の期間推移

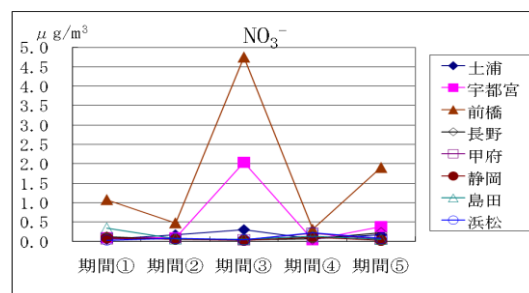
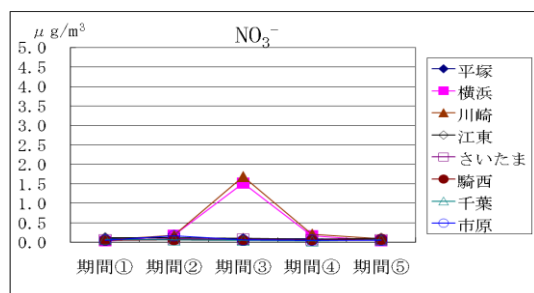


図 4-2-7 PM2.5 中の NO_3^- 濃度の期間推移

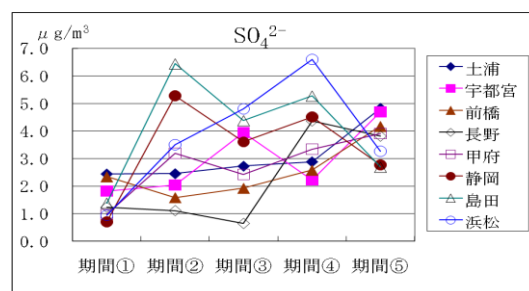
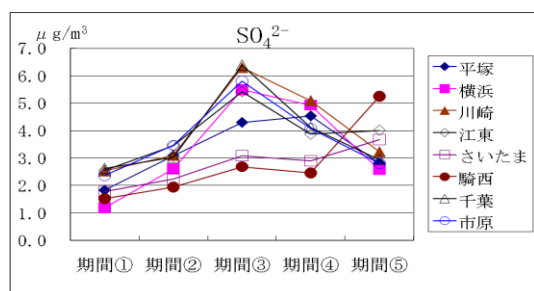


図 4-2-8 PM2.5 中の SO_4^{2-} 濃度の期間推移

各地点の PM2.5 中の水溶性イオン成分の期間平均濃度を図 4-2-9 に示す。

期間平均濃度は、南関東で 4.0（さいたま）～6.3（川崎）（平均 5.2） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静で 3.4（長野）～5.9（前橋）（平均 4.9） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。SO₄²⁻濃度の割合が高く、次いで NH₄⁺であり、両者で水溶性イオンの大部分を占めていた。東京湾岸地域で高くなっていたが、島田、浜松などでも高く、長野、甲府、さいたま、騎西などの内陸部で低くなっていた。なお、内陸部の前橋では NO₃⁻濃度が高く、これによって全イオン濃度が高くなっているのが特徴的であった。

なお、平成 20 年度の全地点の期間平均濃度は 9.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、本年度調査結果（5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）はその半分程度であった。

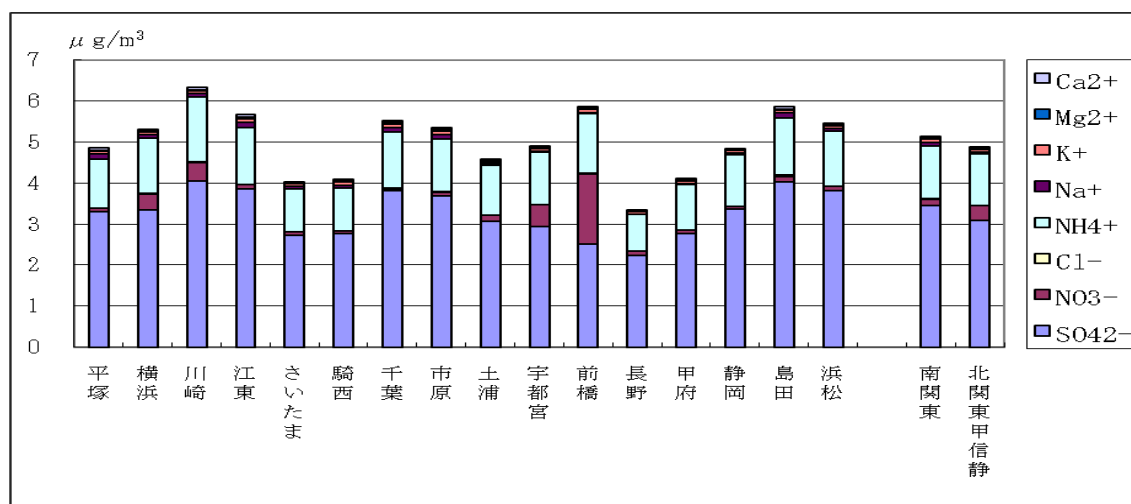


図 4-2-9 PM2.5 中のイオン成分の期間平均濃度

各地点の PM2.5 中の水溶性イオン成分の期間平均含有率を図 4-2-10 に示す。

期間平均含有率は、南関東で 31.0（騎西）～61.1（市原）（平均 43.3）%、北関東甲信静で 27.1（甲府）～50.8（前橋）（平均 38.6）%で、全地点平均では 41%であり、地点間で大きな差が見られた。

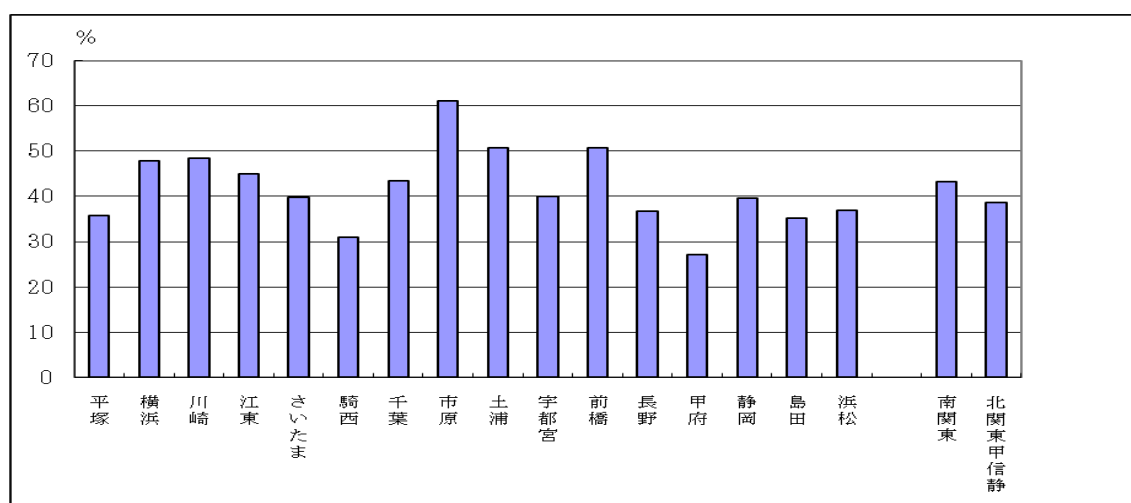


図 4-2-10 PM2.5 中の水溶性イオン成分の期間平均含有率

(2) PM2.5 中の無機二次生成粒子の濃度及び含有率

各地点における無機二次生成粒子中の SO_4^{2-} と NH_4^+ の和の占有率の期間推移及び期間平均含有率を図 4-2-11 に示す。PM2.5 における無機二次生成粒子の見積もりは、含まれるアンモニウム塩 (SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 及び NH_4^+ の実測値の和) として想定した。

期間平均含有率は、南関東で 97%、北関東甲信静で 93% と含有率は高い値で推移しており、無機二次生成粒子は、ほぼ SO_4^{2-} と NH_4^+ の 2 成分で占められていた。しかし、前橋や期間③の宇都宮、横浜、川崎では SO_4^{2-} と NH_4^+ 以外に NO_3^- の割合が多い事例も見られた。

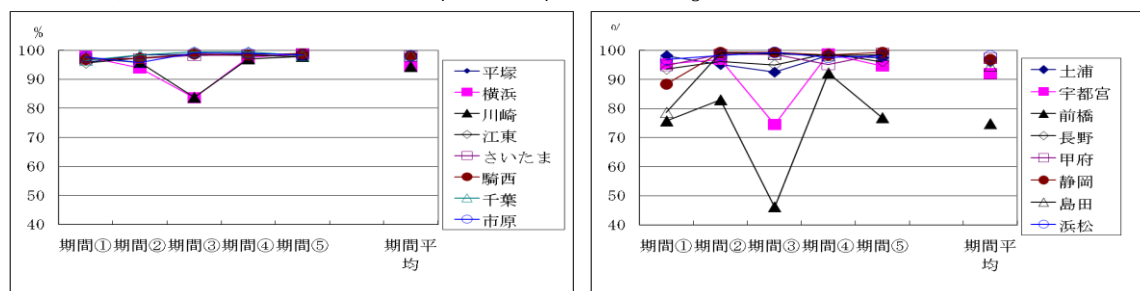


図 4-2-11 無機二次生成粒子中の SO_4^{2-} と NH_4^+ の和の含有率の期間推移

PM2.5 中の NH_4^+ 当量濃度と SO_4^{2-} 当量濃度との関係は図 4-2-12 に示す。

両者の関係は良い相関を示し、ほぼ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (硫酸アンモニウム) の形での存在が示唆されたが、これは、ろ紙に捕集後の状態であり、ろ紙上に H_2SO_4 や NH_4HSO_4 として捕集されても、その後ろ紙を通過する NH_3 ガスと反応して $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ になることも考えられる。このことから、大気中での状態を知るにはデニューダ法などによる捕集が有効である。図中直線から大きく外れる点が見られるが、これは前項で記したが NH_4NO_3 の存在が考えられた。

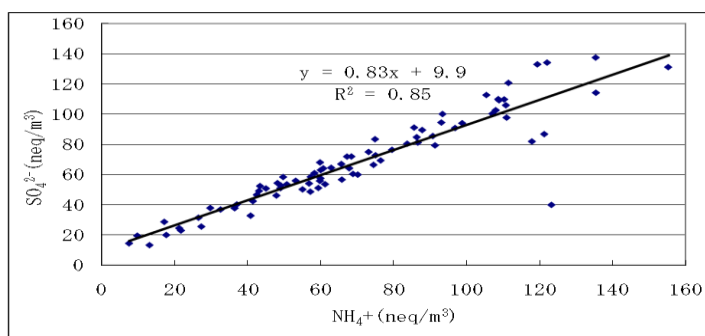


図 4-2-12 PM2.5 中の NH_4^+ 当量濃度と SO_4^{2-} 当量濃度との関係

各地点における PM2.5 中の無機二次生成粒子濃度の期間推移を図 4-2-13 に示す。

二次生成粒子濃度の期間推移は SO_4^{2-} と NH_4^+ と同様の期間推移を示し、南関東では駒西、さいたまを除き、期間③で最高濃度を示した。北関東甲信静では、前橋、宇都宮では南関東同様、期間③で高かったが、島田、静岡では、期間②と④で高くなっていた。また、前橋、宇都宮、土浦、駒西、さいたまの関東北西部では期間⑤で高くなっていた。長野は期間④、⑤が高く、他の地点と異なる推移を示した。

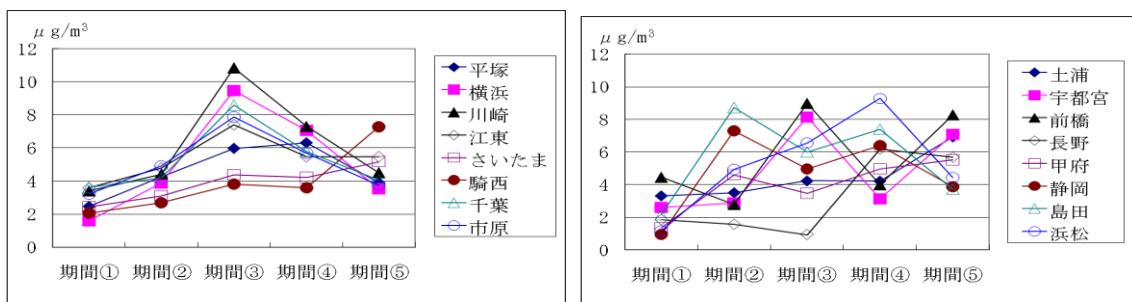


図 4-2-13 PM2.5 中の無機二次生成粒子濃度の期間推移

各地点における日中 Ox 濃度の期間推移を図 4-2-14 に示す。

一部を除き、日中 Ox 濃度と無機二次生成粒子濃度の期間推移は同様の推移を示した。さいたま、騎西、長野などでは、Ox 濃度は高くても無機二次生成粒子濃度が低い事例も見られ、逆に、静岡の期間②のように Ox 濃度は低くても二次生成粒子濃度が高い事例も見られた。

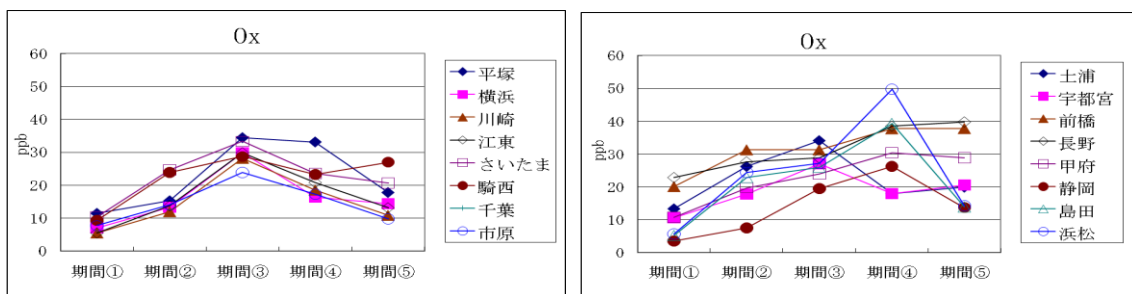


図 4-2-14 各地点における日中 Ox 濃度の期間推移

PM2.5 中の各地点における無機二次生成粒子の期間平均濃度と日中の期間平均 Ox 濃度との関係を図 4-2-15 に示す。

Ox 濃度と無機二次生成粒子濃度とは正の相関が見られる。長野の期間①、②、③では Ox 濃度が比較的高くても二次生成粒子濃度が低くなっており、無機二次生成粒子の前駆物質である SO₂ 濃度の影響なども考えられた。

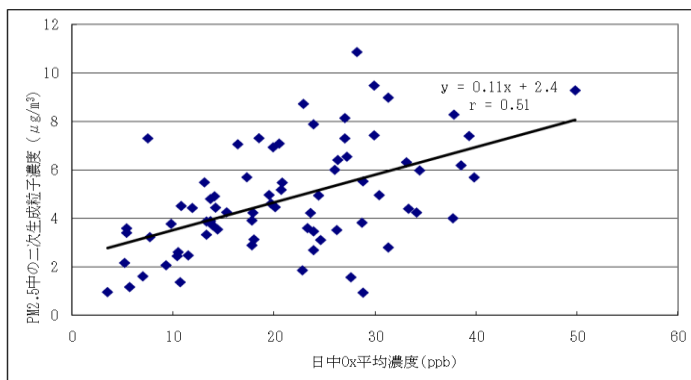


図 4-2-15 PM2.5 中の無機二次生成粒子の期間平均濃度と日中の期間平均 Ox 濃度との関係

各地点における PM2.5 中の無機二次生成粒子の期間平均濃度を図 4-2-16 に示す。

期間平均濃度は、南関東では 3.9（さいたま）～6.1(川崎)（平均 4.9） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静では 3.2（長野）～5.6（島田）（平均 4.7） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と、地域差は小さかったが、内陸部で低い傾向が見られた。

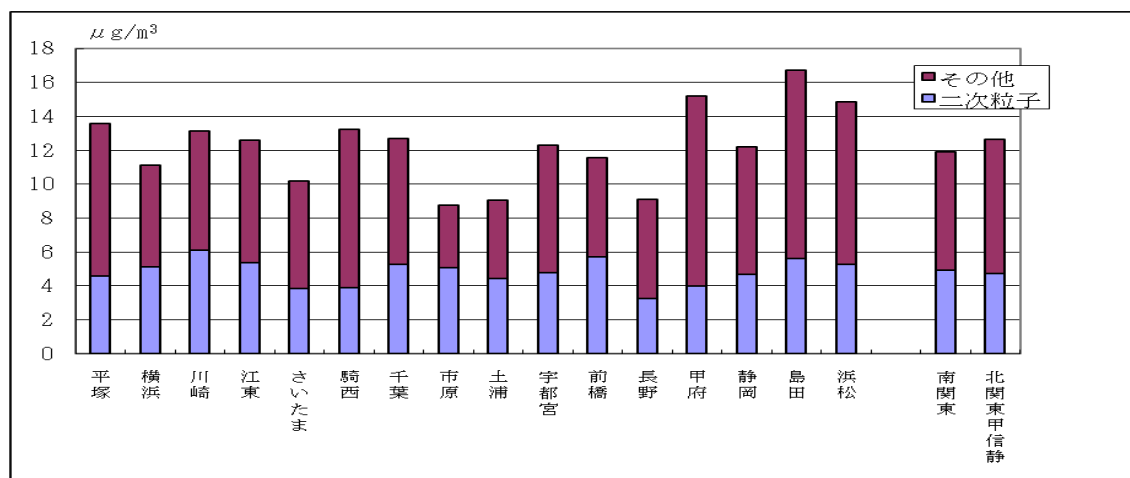


図 4-2-16 PM2.5 中の無機二次生成粒子の期間平均濃度

各地点における PM2.5 中の無機二次生成粒子含有率の期間推移を図 4-2-17 に示す。

PM2.5 中の無機二次生成粒子含有率は、地点による違いは見られるものの、期間①において、甲府、浜松、静岡、島田の西の方の地域で低く、また長野の期間③が低くなっているほかは、大きな期間変動は見られなかった。

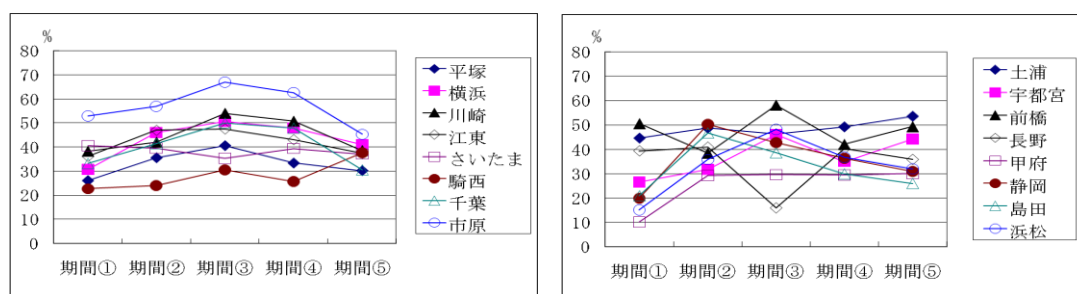


図 4-2-17 PM2.5 中の無機二次生成粒子含有率の期間推移

各地点における PM2.5 の水溶性イオン成分中の二次生成粒子の期間平均含有率を図 4-2-18 に示す。

水溶性イオン成分中の二次生成粒子の期間平均含有率は、南関東で 93.6（平塚）～95.5（川崎）（平均 94.5）%、北関東甲信静で 93.5（島田）～96.7（前橋）（平均 95.6）%、全地点平均で 95.1%であり、内陸部でやや高かったものの地点間差はあまり見られず、水溶性イオン成分のほとんどが二次生成粒子で占められていた。

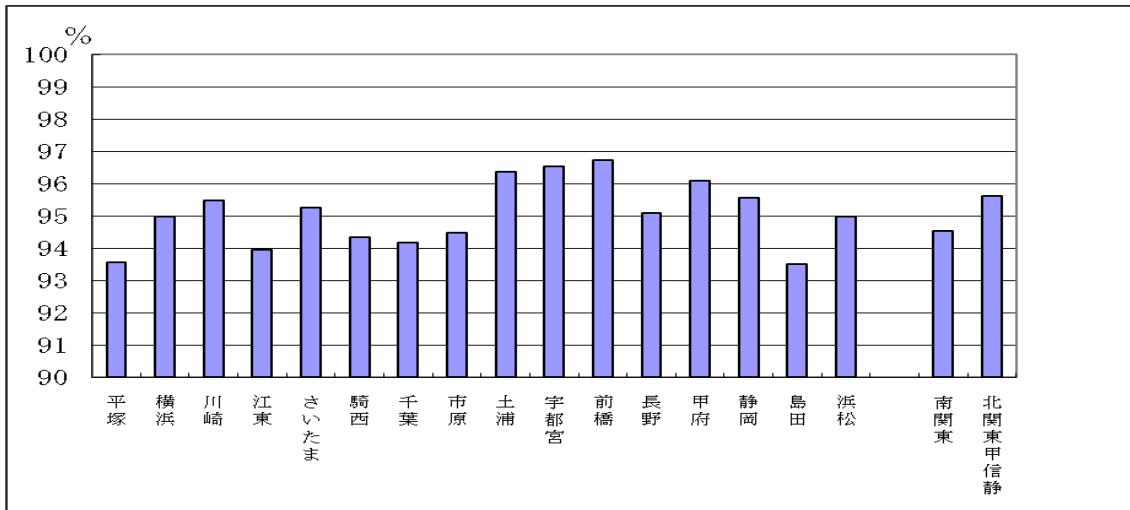


図 4-2-18 PM2.5 の水溶性イオン成分中の二次生成粒子の期間平均含有率

各地点における PM2.5 中の無機二次生成粒子の期間平均含有率を図 4-2-19 に示す。期間平均含有率は、南関東で 29.4（騎西）～58.0（市原）（平均 41.1）%、北関東甲信静で 26.2（甲府）～49.3（前橋）（平均 37.3）%と地点間差が見られ、無機二次生成粒子以外の成分濃度の地点間の違いが大きいことを示していた。全平均では、二次生成粒子は PM2.5 の 39.2%を占めていた。

なお、平成 20 年度の PM2.5 中の無機二次生成粒子の全地点の期間平均含有率は 49%であり、本年度調査結果（39.2%）は 10%ほど低くなっていた。

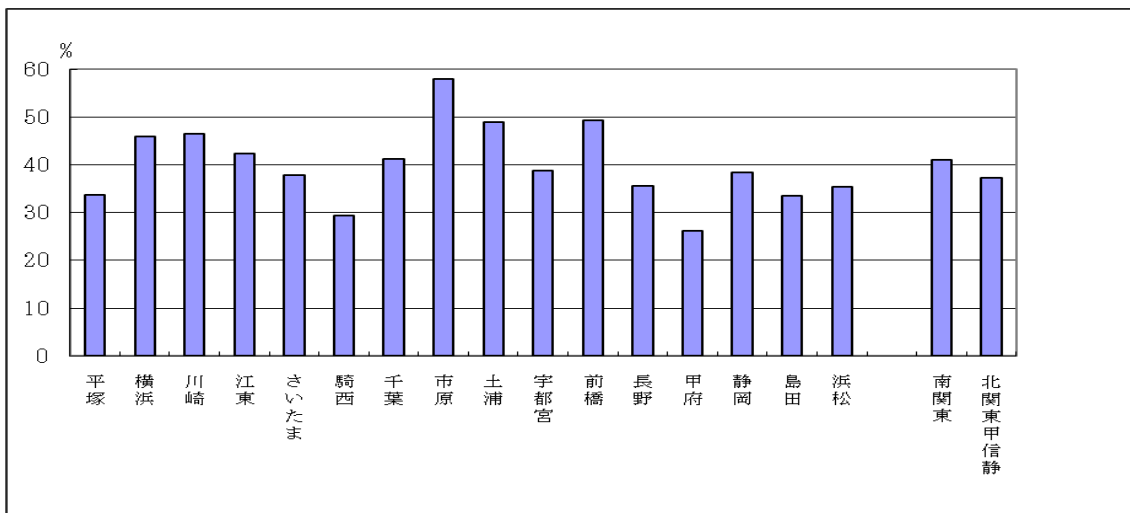


図 4-2-19 PM2.5 中の無機二次生成粒子の期間平均含有率

(3) PM(10-2.5)中の水溶性イオン濃度の期間推移と期間平均濃度

各地点のPM(10-2.5)中の水溶性イオン濃度の期間推移を図 4-2-20 から図 4-2-27 に示す。

主として海塩成分である Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 濃度が同様の期間推移を示し、期間①、②、⑤で高く、期間③、④で低くなっていた。高かった期間は、南風が多く、低かった期間は北系の風が多くなっていた。 NH_4^+ 及び SO_4^{2-} は、PM2.5 に比べ濃度は低い、期間推移は同様の推移を示した。 NO_3^- 濃度は、期間②で比較的高くなっていた。この期間は Na^+ 濃度が高く、比較的 Ox 濃度が高くなっていた浜松、島田などで高くなっていた。一方、騎西、さいたまは Ox 濃度は比較的高くなっていたが、海塩成分濃度が低く、また、千葉や江東などは海塩成分濃度は高くなっていたが Ox 濃度は低くなっており、これらの地点では NO_3^- 濃度は低かった。 Ca^{2+} 濃度は、川崎、江東、市原などの東京湾岸地域で期間を通して高くなっていた。

各地点のPM(10-2.5)中の水溶性イオン濃度の期間平均濃度を図 4-2-28 に示す。

期間平均の総濃度は、南関東で $1.5 \sim 3.2$ (平均 2.5) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静で $0.7 \sim 3.1$ (平均 1.6) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、南関東で高くなっていた。

なお、平成 20 年度の全地点の期間平均濃度は $2.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、本年度調査結果 ($2.0\mu\text{g}/\text{m}^3$) はその 3/4 程度であった。

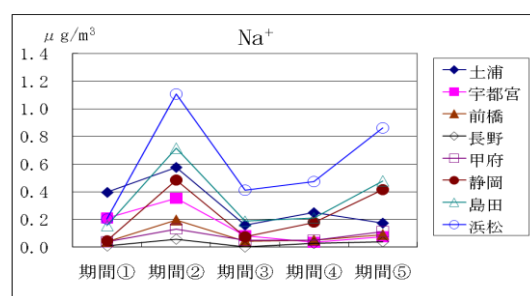
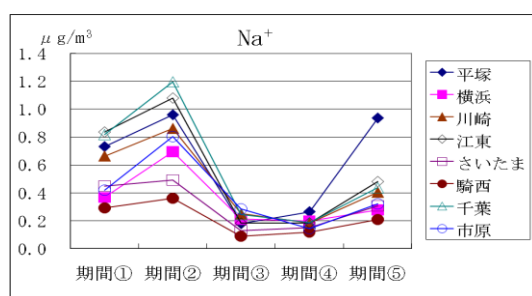


図 4-2-20 PM(10-2.5)中の Na^+ 濃度の期間推移

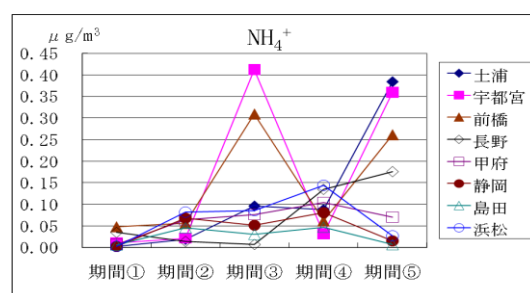
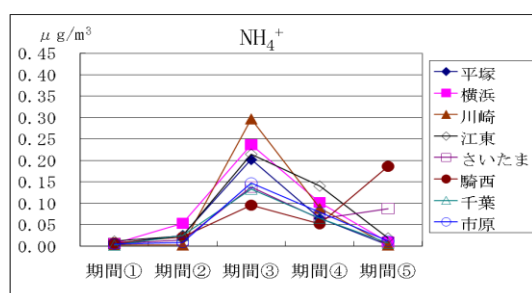


図 4-2-21 PM(10-2.5)中の NH_4^+ 濃度の期間推移

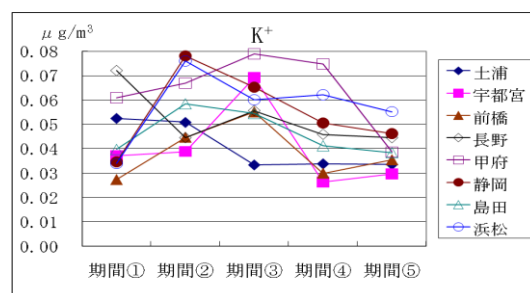
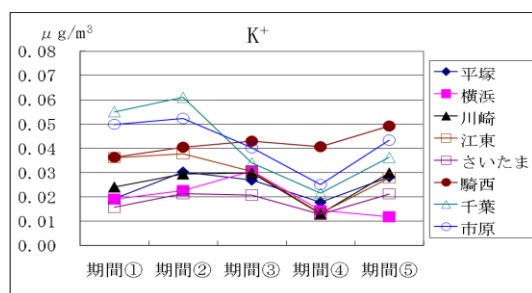


図 4-2-22 PM(10-2.5)中の K^+ 濃度の期間推移

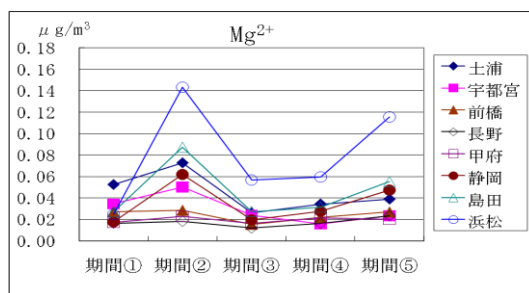
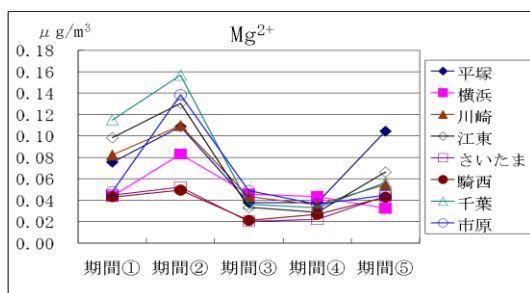


図 4-2-23 PM(10-2.5)中の Mg^{2+} 濃度の期間推移

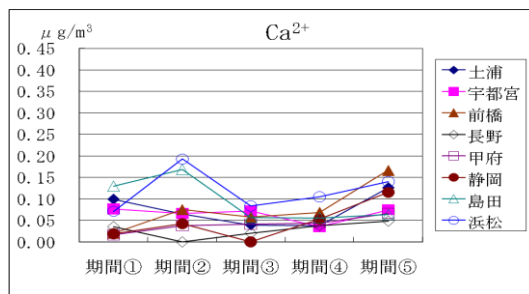
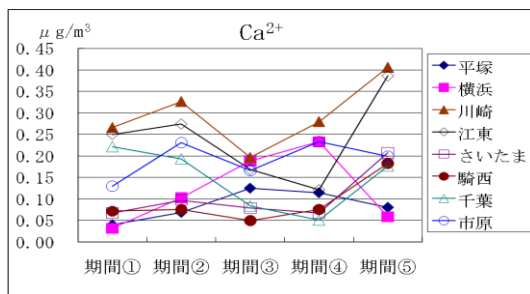


図 4-2-24 PM(10-2.5)中の Ca^{2+} 濃度の期間推移

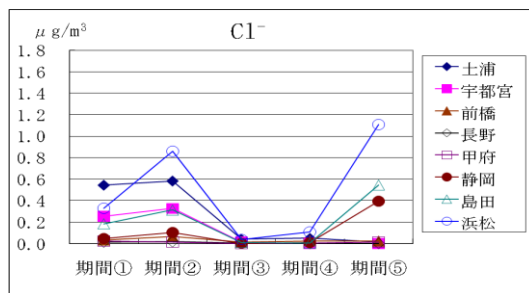
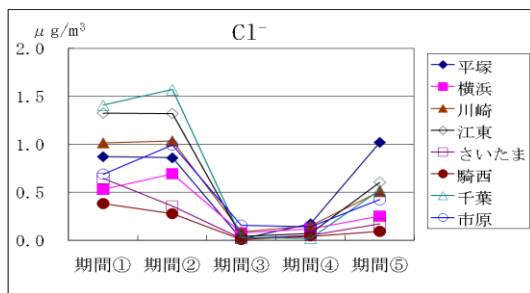


図 4-2-25 PM(10-2.5)中の Cl^{-} 濃度の期間推移

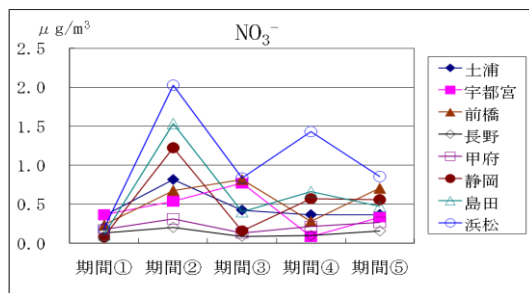
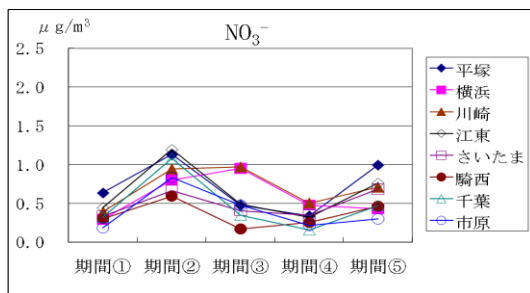


図 4-2-26 PM(10-2.5)中の NO_3^{-} 濃度の期間推移

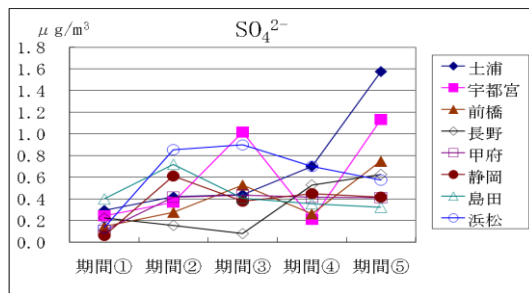
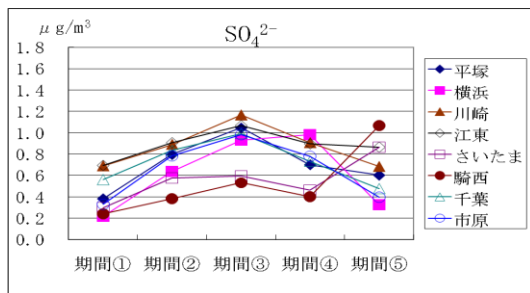


図 4-2-27 PM(10-2.5)中の SO_4^{2-} 濃度の期間推移

陽イオンは、内陸部の宇都宮、前橋、長野で NH_4^+ 濃度が最大であったが、その他の地点は Na^+ 濃度が最大を示し、南関東で $0.21 \sim 0.61$ (平均 0.44) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静で $0.03 \sim 0.61$ (平均 0.23) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

陰イオンは、 SO_4^{2-} 濃度が、南関東で $0.53 \sim 0.89$ (平均 0.69) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静では $0.32 \sim 0.69$ (平均 0.48) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、 NO_3^- 濃度が、南関東で $0.40 \sim 0.72$ (平均 0.55) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静では $0.22 \sim 1.1$ (平均 0.50) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、 Cl^- 濃度が、南関東で $0.16 \sim 0.71$ (平均 0.47) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静では $0.01 \sim 0.49$ (平均 0.15) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

Cl^- 濃度が内陸部で低く、また長野、甲府で NO_3^- 濃度が低かったのを除き、いずれのイオン濃度も大きな差は見られなかった。

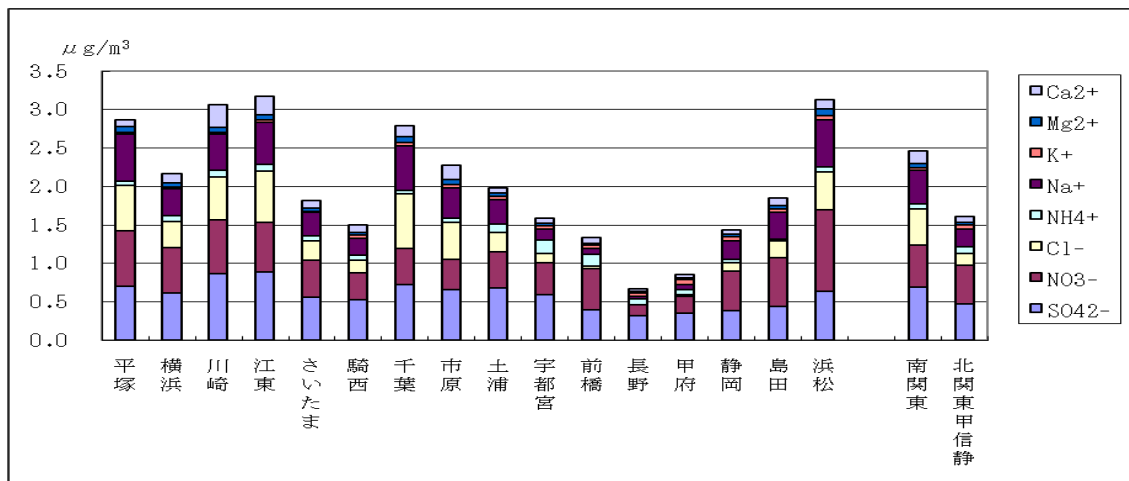


図 4-2-28 PM(10-2.5)中のイオン成分の期間平均濃度

(4) PM(10-2.5)における Cl^- の損失

期間毎の各地点における PM(10-2.5) 中の Na^+ 当量濃度と Cl^- 当量濃度との関係を図 4-2-29 に示す。期間①～⑤のいずれにおいても Cl^- 当量濃度は海塩組成比 ($\text{Cl}^-/\text{Na}^+=1.17$ (当量比)) を下回っており、 Cl^- の損失が観察され、光化学反応で生成した HNO_3 と NaCl とのイオン交換によるものと考えられた。特に期間③と④において Cl^- の損失が大きい、それはこの期間において光化学反応が活性化していたことを反映するものと考えられた。

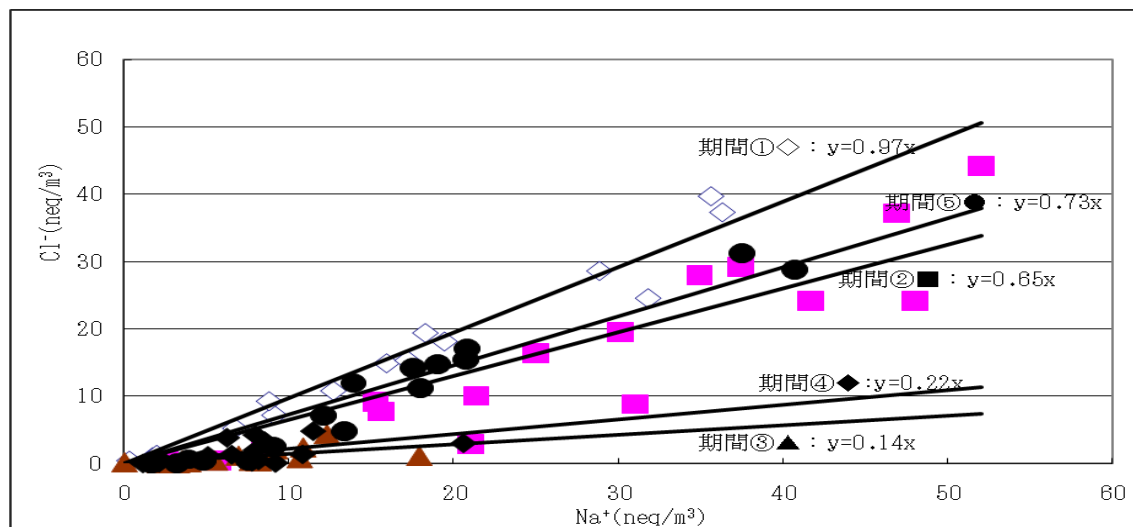


図 4-2-29 PM(10-2.5)中の Na^+ 当量濃度と Cl^- 当量濃度との関係

(5) 調査期間中の後方流跡線

調査地点の一つである「江東」の調査期間における後方流跡線を図 4-2-30 から図 4-2-53 に示す。METEX¹⁾により、モデルは三次元法、起点を午前 10 時、海面高度 500m および 1500m とし、流跡線長さは 3 日間とした。

平成 21 年 7 月 27 日から 8 月 7 日まで 12 日間の流跡線が得られたが、上空 1500m の気塊はいずれも南あるいは南西方面の海上から流入していた。しかし、下層の 500m の気塊は出発点はいずれも南海上であるが、茨城県や千葉県、神奈川県などを経由している事例も見られた。各期間の 500m の流跡線の経路の特徴を次に示す。

期間①の 7 月 27 日から 29 日の気塊は南海上から流入してきていた。

期間②の 7 月 29 日は南海上からであったが、30 日は神奈川県を経由し、31 日は鹿島灘から茨城県を経由してきた。

期間③の 7 月 31 日は茨城県経由、8 月 1 日は千葉県経由、2 日、3 日は南海上から流入してきた。

期間④の 8 月 3 日は南海上から流入してきたが、4 日は千葉県経由で、5 日は茨城県から埼玉県経由で流入してきた。

期間⑤の 8 月 5 日は茨城県、埼玉県経由であったが、6 日は南海上、7 日は神奈川県経由で流入してきた。

1) 独立行政法人国立環境研究所地域環境研究センター

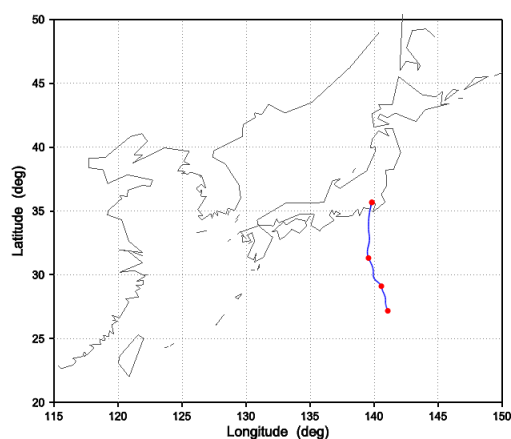


図 4-2-30 平成 21 年 7 月 27 日 (月) (500m)

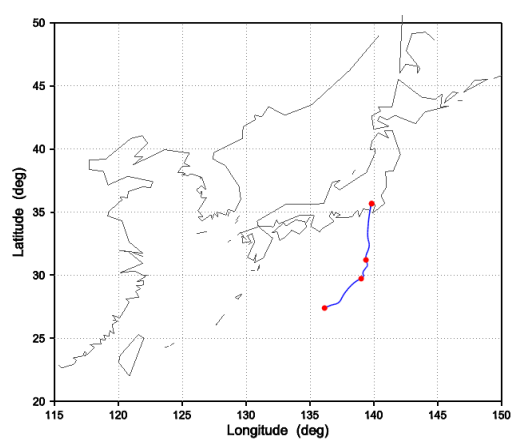


図 4-2-31 平成 21 年 7 月 27 日 (月) (1500m)

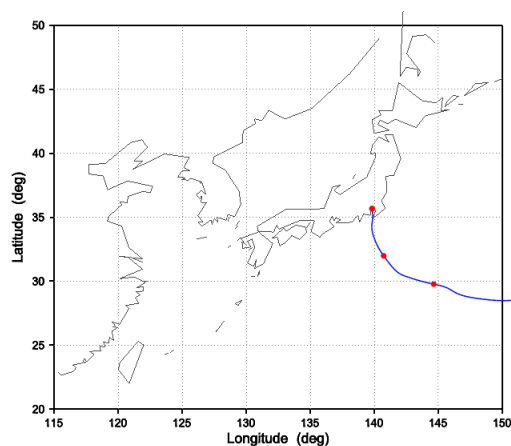


図 4-2-32 平成 21 年 7 月 28 日 (火) (500m)

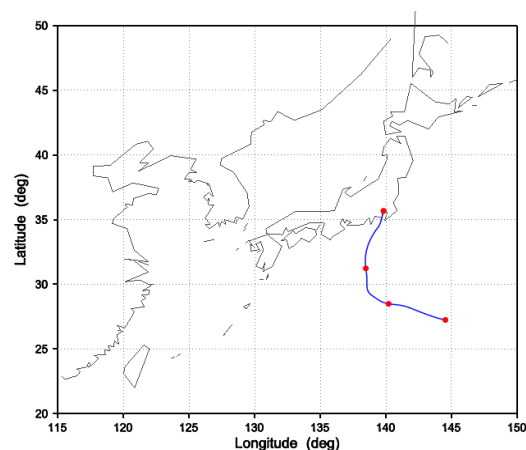


図 4-2-33 平成 21 年 7 月 28 日 (火) (1500m)

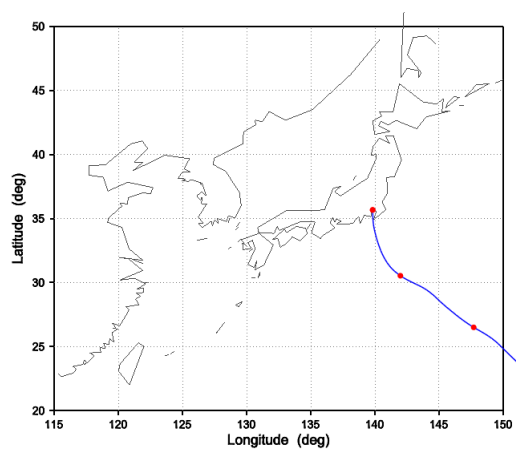


図 4-2-34 平成 21 年 7 月 29 日 (水) (500m)

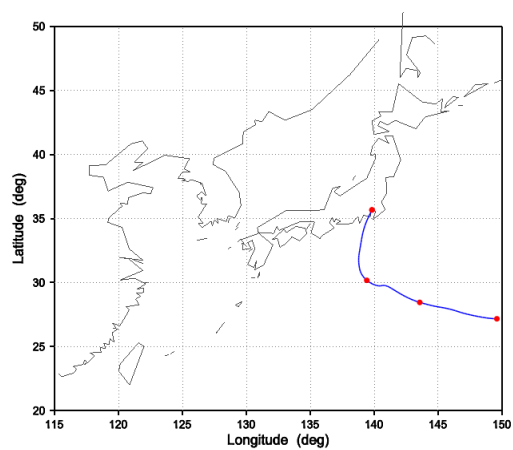


図 4-2-35 平成 21 年 7 月 29 日 (水) (1500m)

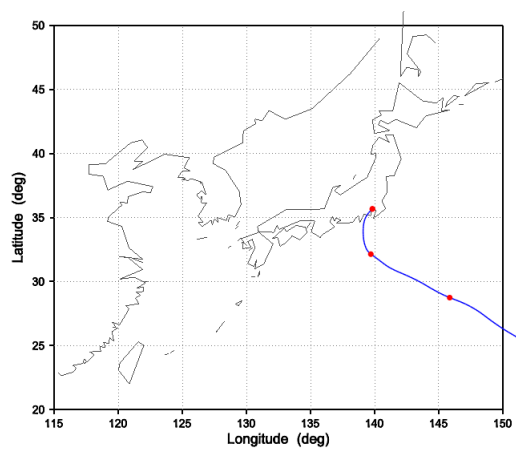


図 4-2-36 平成 21 年 7 月 30 日 (木) 500m

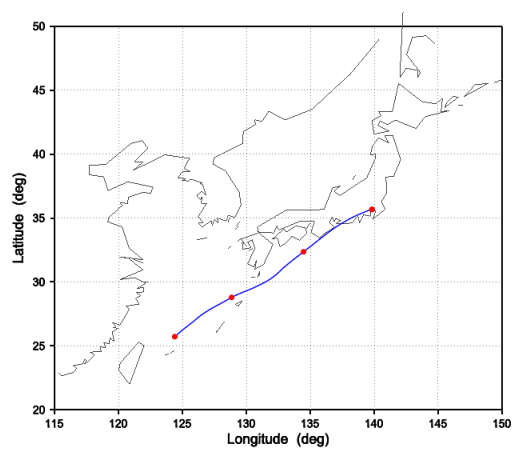


図 4-2-37 平成 21 年 7 月 30 日 (木) (1500m)

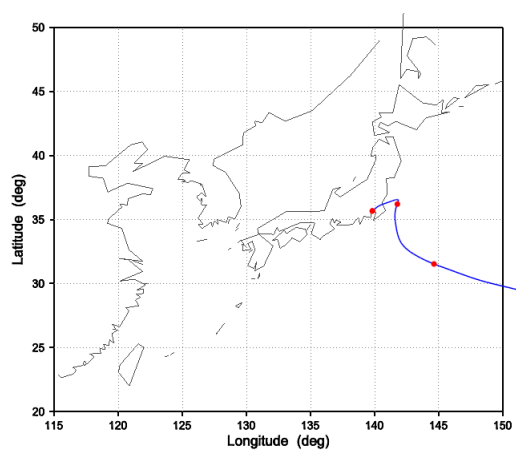


図 4-2-38 平成 21 年 7 月 31 日 (金) (500m)

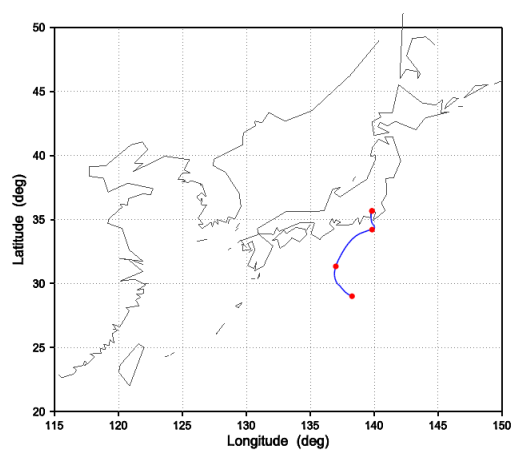


図 4-2-39 平成 21 年 7 月 31 日 (金) (1500m)

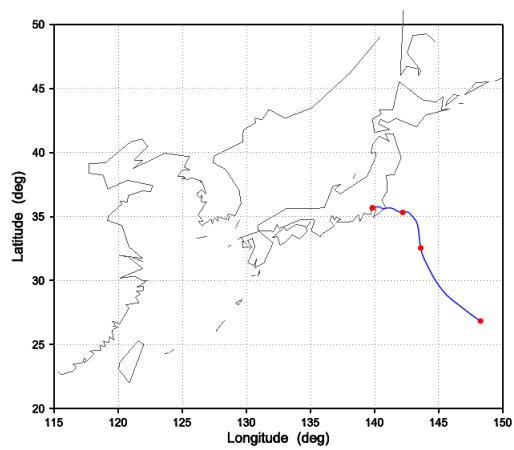


図 4-2-40 平成 21 年 8 月 1 日 (土) (500m)

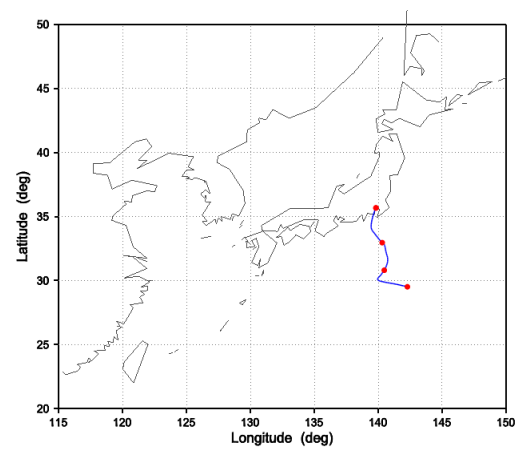


図 4-2-41 平成 21 年 8 月 1 日 (土) (1500m)

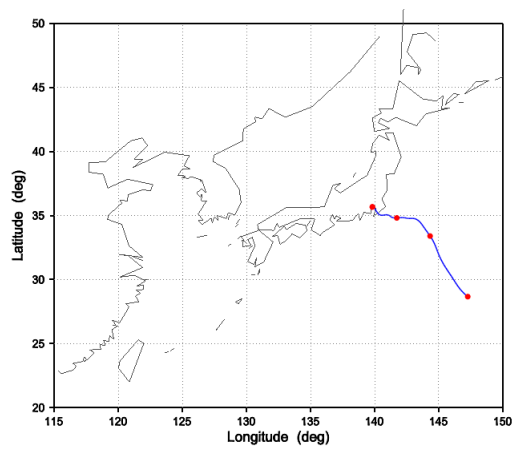


図 4-2-42 平成 21 年 8 月 2 日 (日) (500m)

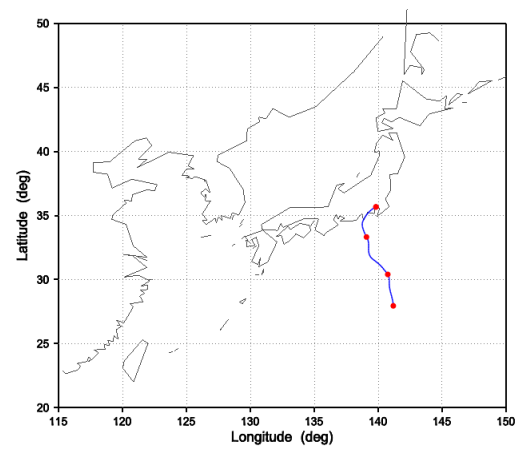


図 4-2-43 平成 21 年 8 月 2 日 (日) (1500m)

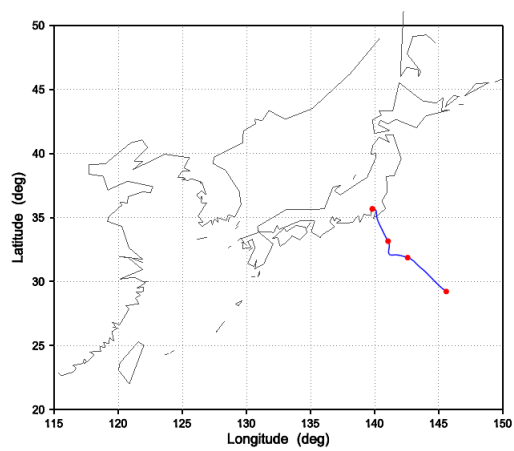


図 4-2-44 平成 21 年 8 月 3 日 (月) (500m)

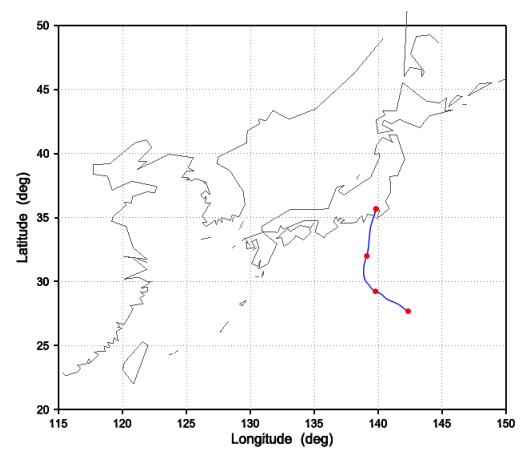


図 4-2-45 平成 21 年 8 月 3 日 (月) (1500m)

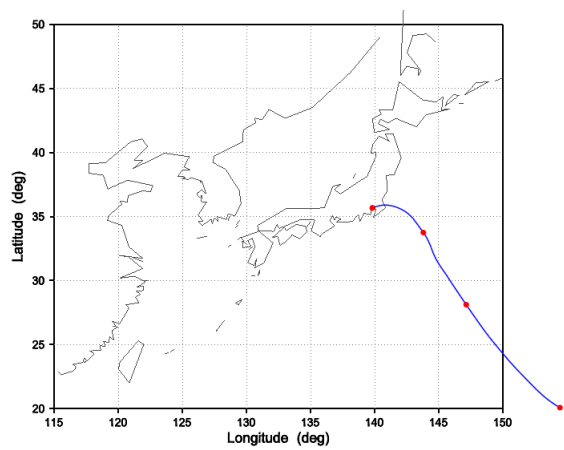


図 4-2-46 平成 21 年 8 月 4 日 (火) (500m)

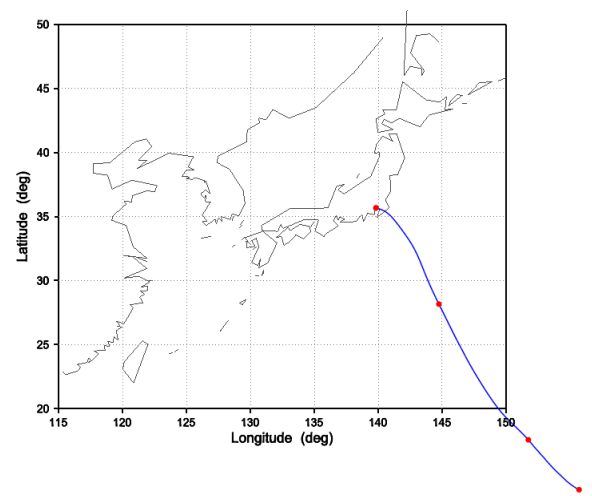


図 4-2-47 平成 21 年 8 月 4 日 (火) (1500m)

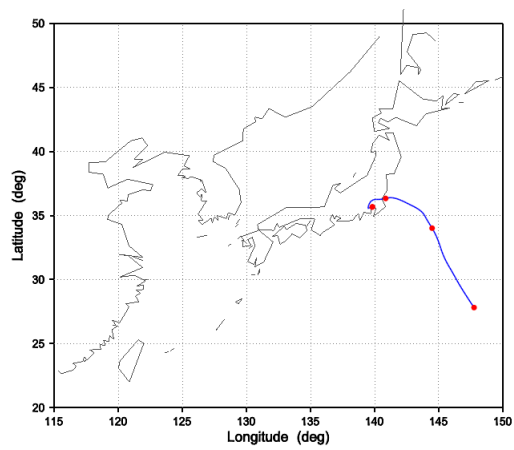


図 4-2-48 平成 21 年 8 月 5 日 (水) (500m)

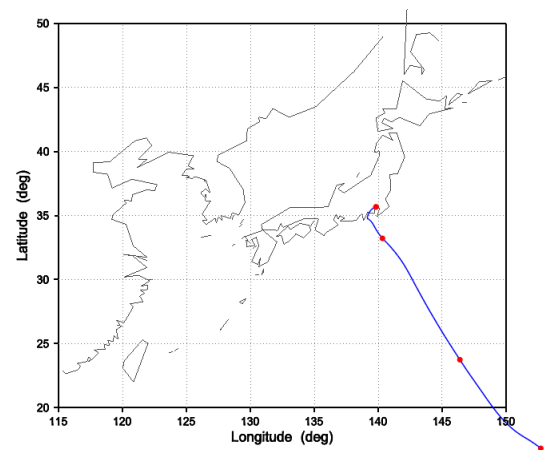


図 4-2-49 平成 21 年 8 月 5 日 (水) (1500m)

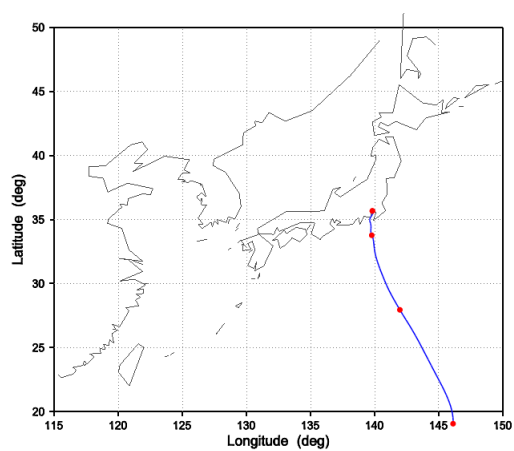


図 4-2-50 平成 21 年 8 月 6 日 (木) (500m)

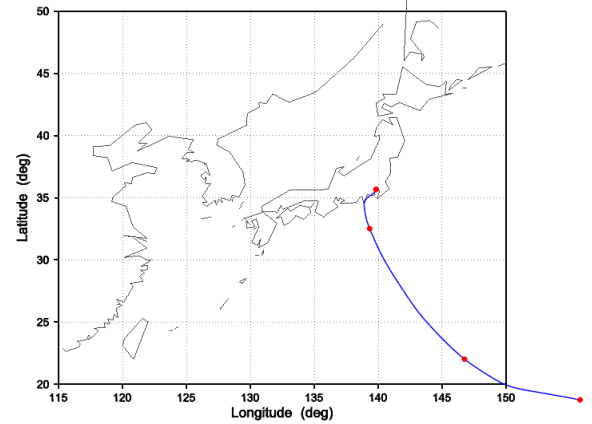


図 4-2-51 平成 21 年 8 月 6 日 (木) (1500m)

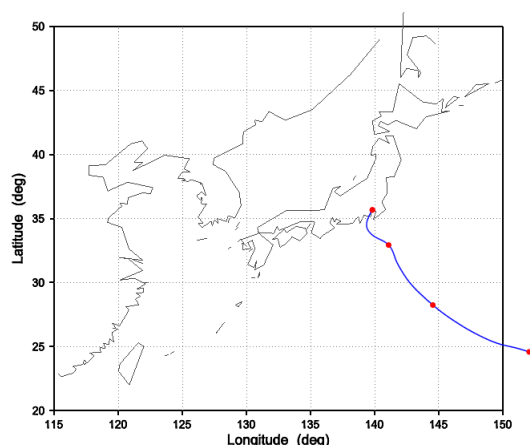


図 4-2-52 平成 21 年 8 月 7 日（金）(500m)

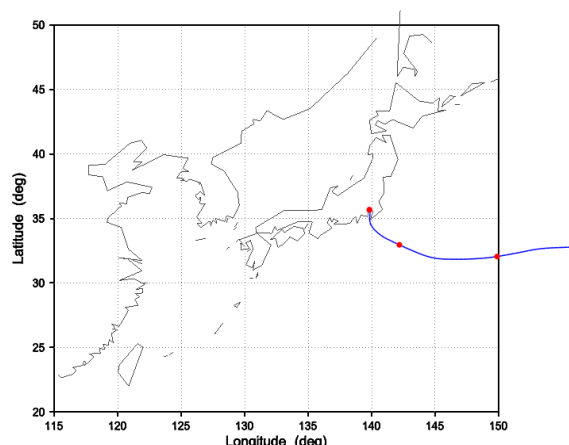


図 4-2-53 平成 21 年 8 月 7 日（金）(1500m)

(6) 期間毎の SO_4^{2-} 濃度の地域別特徴と P0 濃度や気象などとの関係

期間毎の SO_4^{2-} 濃度の地域別特徴と P0 濃度や気象などの特徴を表 4-2-1 に示す。

期間①、②における SO_4^{2-} 濃度の地域分布は、期間②の静岡方面で高くなっていたほかは、比較的低くなっていた。P0 濃度は全域で低く、500m および 1500m 上空の気塊は南海上から移流しており、関東地域の地上風もほぼ南風が卓越していた。

期間③、④における SO_4^{2-} 濃度の地域分布は、東京湾地域や静岡など南岸地域で高くなっており、その他、期間③では北東部の宇都宮で高く、期間④では、北西部の長野で高くなっていた。P0 濃度は、期間③では SO_4^{2-} 濃度が高い東京湾岸地域や関東東部地域で高く、期間④でも SO_4^{2-} 濃度に対応した西部の方が高くなっていた。500m 上空の気塊は南海上から茨城県や千葉県を通して東京都江東に移流してきており、関東地域における地上風は北から東の風が卓越している日が多く、期間③では午後に東京や神奈川の東京湾岸地域で風の収束線が形成された日も見られた。

期間⑤における SO_4^{2-} 濃度の地域分布は、北関東で高くなっていた。P0 濃度は前橋や長野など北西部で高くなっていたが、 SO_4^{2-} 濃度が比較的高い、土浦や宇都宮ではあまり高くなっていない。500m 上空の気塊は 8 月 5 日は南海上から茨城県、埼玉県を経由して移流してきているが、8 月 6 日は南海上から移流してきている。地上風は期間③、④が北東から東の風であったのが、期間⑤では南東風が優勢であった。

SO_4^{2-} は、大気中の SO_2 が光化学反応により酸化され生成するのが大部分であるが、当地域における SO_4^{2-} 濃度は、大陸からの移流や日本の他地域からの移流によるもののバックグラウンドに当地域から排出された SO_2 の影響が加わったものと考えられる。本調査は夏季に実施しており、上空の後方流跡線や館野における上層風によれば、ほとんど南海上からの気塊の流入であり、大陸や日本の他の地域からの直接の影響は少ないものと考えられ、今回の調査地域における SO_4^{2-} 濃度の地域分布は、当地域における SO_2 の発生分布、光化学反応の活性度、地上風による移流などが影響したものと考えられる。

表 4-2-1 期間毎の SO_4^{2-} 濃度の地域別特徴と PO 濃度や気象などの特徴

	調査日	SO ₄ ²⁻ 濃度	PO 濃度	上空 500m の流跡線	関東の地上風系
期 間 ①	7 月 27 日	全域で非常に低い。	全域で低い。	南海上から	9 時:南風が卓越/秩父地域から弱い北風
	15 時:南風が卓越/秩父地域から弱い北風				
	7 月 28 日			南海上から	9 時:南風が卓越/秩父地域から弱い北風
					15 時:南風が卓越/秩父地域から弱い北風
期 間 ②	7 月 29 日	静岡方面で高い。	分布に特徴は見られない。	南海上から	9 時:南風が卓越/秩父地域から弱い北風
	15 時:南風が卓越/秩父地域から弱い北風				
	7 月 30 日			神奈川県 経由	9 時:埼玉県南部に陸風と海風の収束線
					15 時:埼玉県南部に陸風と海風の収束線
期 間 ③	7 月 31 日	東京湾岸地域および静岡など南岸地域で高い。また宇都宮でもやや高い。	平塚、横浜、川崎で高い。	鹿島方面 から	9 時:北東から東の風が卓越
	15 時:北東から東の風が卓越				
	8 月 1 日			千葉県経 由	9 時:北東から東の風が卓越
					15 時:海風が入り、神奈川、東京で北東風との収束線
	8 月 2 日			房総半島 方面から	9 時:北東から東の風が卓越
					15 時:東京湾岸付近で北風と東京湾海風の収束線
期 間 ④	8 月 3 日	東京湾岸地域および静岡など南岸地域で高い。また長野でも高い。	東部地域で低く、西部地域で高い。浜松、島田でやや高い。	房総半島 方面から	9 時:北から北東風が卓越
	15 時:東風が卓越				
	8 月 4 日			鹿島方面 から	9 時:北東風が卓越
					15 時:北から北東風が卓越
期 間 ⑤	8 月 5 日	北関東地域で高い。	前橋、騎西、甲府、長野など北西部地域で高い。	茨城県、埼玉 県経由	9 時:東京都に北西風と南東風の収束線
	15 時:南から南東風が卓越				
	8 月 6 日			南海上から	9 時:茨城、埼玉、千葉は東風、神奈川、東京に収束線
					15 時:千葉、神奈川、東京は南風、東京以北は南東風

* 上空 1500m の流跡線は期間中全ての日において、南海上からの移流であった。

当地域の一都九県における工場・事業場からの SO_2 排出量は、環境省の排出量調査によれば、平成 17 年度で 112,524t/y であり、茨城県の 40,788t/y (36.2%)、千葉県の 31,566t/y (28.1%) と両県で全体の 64.3% を排出しており、この風下側でかつ光化学反応が活発なときに SO_4^{2-} 濃度が高くなることが推測された。なお、静岡県でも 9,867t/y と第 3 位の排出量があり、当地域の SO_4^{2-} 濃度に影響を与えているものと考えられた。

(7) 平成 20 年度及び平成 21 年度の PM2.5 中の水溶性イオン濃度と Ox 濃度及び気象因子

平成 21 年度の水溶性イオン濃度は平成 20 年度に比べ約 1/2 程度と低くなっていた。水溶性イオンの主成分は SO_4^{2-} であり、 SO_4^{2-} 濃度は Ox 濃度とは正の相関が見られ、 SO_2 の光化学反応により生成することが考えられた。そのことから、平成 20 年度と平成 21 年度における Ox 濃度や Ox 生成に関わる気温や日照時間など気象因子について、平成 20 年度と 21 年度を比較し、表 4-2-2 に示す。参考のため、併せて PM2.5 濃度なども示す。

0x 濃度は、平成 20 年度の 26.8ppb に比べ平成 21 年度は 17.7ppb と 30%ほど低くなっていた。0x 濃度に関わる気象因子として、気温はそれぞれ 27.4℃と 25.6℃と 2℃ほど低くなっており、日照時間も 6.3時間と 3.0時間と半分以下であった。更に、風速も 2.0m/s と 2.7m/s と平成 21 年度の方が希釈し易い状況であった。このことから、平成 21 年度の水溶性イオン濃度が平成 20 年度に比べ低かったのは、日照時間が少なく、気温も低く、0x 濃度が低かったことから、光化学反応が活発でなく、SO₂ から SO₄²⁻への変換が進まなかったためと考えられた。

表 4-2-2 PM2.5 中の水溶性イオン濃度と 0x 濃度及び気象因子の平成 20 年度と平成 21 年度の比較

	20 年度	21 年度	21 年度/20 年度
PM2.5 濃度 (μg/m ³)	19.1	12.3	0.64
OC 濃度 (μg/m ³)	2.1	2.2	1.05
EC 濃度 (μg/m ³)	1.7	1.1	0.65
水溶性イオン濃度 (μg/m ³)	9.41	5.02	0.53
SO ₄ ²⁻ 濃度 (μg/m ³)	6.36	3.27	0.51
(SO ₄ ²⁻ +NH ₄ ⁺)濃度 (μg/m ³)	8.86	4.53	0.51
0x (ppb)	26.8	17.7	0.66
風速 (m/s)	2.0	2.7	1.37
気温 (℃)	27.4	25.6	0.94
日照時間 (hr/day)	6.3	3.0	0.47

日照時間を除く、イオン濃度等は全測定地点、全期間平均。

日照時間は、10 都県における地方気象台における全地点、全期間平均。

(8) まとめ

調査期間を見ると、PM2.5 のうち水溶性イオン成分が地点によって異なるが、平均で 41% を占めていた。水溶性イオン成分のうち二次生成粒子がほとんどであり、またそのうち硫酸アンモニウムが大部分であり、PM2.5 のうち硫酸アンモニウムが 36.5%を占めていた。SO₄²⁻は、近傍に大きな SO₂ 発生源がない長野、騎西やさいたまなど一部を除くと 0x 濃度と良い相関が見られ、また南風が吹き抜ける状況では濃度は全域で低くなるか、北関東地域で高くなり、朝方北風が吹き、日中地域内に風の収束域が形成される状況では収束域周辺で比較的高くなることから工場などから排出された SO₂ が光化学反応によって変換されたことが示唆された。平成 21 年度は光化学反応が活発でなかったが、平成 20 年度は PM2.5 の半分近くが硫酸アンモニウムで占められており、PM2.5 対策には工場や船舶などから排出される SO₂ を削減すること、また光化学大気汚染対策である NOx や VOC を削減することが有効と考えられた。

4.3 炭素成分濃度

4.3.1 有機炭素（OC）と元素状炭素（EC）

(1) PM2.5 中の炭素成分濃度

平成 21 年度調査における各測定地点の平均炭素成分濃度と南関東及び北関東甲信静に区分した PM2.5 中の平均炭素成分濃度を図 4-3-1 に示す。

PM2.5 中の平均炭素成分濃度は、OC が 1.4（土浦）～4.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （島田）となり、平均で 2.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。平成 20 年度と比較すると、平均 2.1→2.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とほぼ等しかった。

EC は 0.65（土浦）～1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （島田）、平均で 1.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。平成 20 年度と比較すると、平均 1.7→1.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と、約 2/3 に低下した。

OC 濃度を南関東と北関東甲信静で比較すると、南関東で 2.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静で 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、北関東甲信静で高かった。平成 20 年度と比較すると、南関東で 1.9→2.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静で 2.2→2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、南関東はほぼ等しく北関東甲信静では増加した。

EC 濃度を南関東と北関東甲信静で比較すると、南関東で 1.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静で 1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、ほぼ等しかった。平成 20 年度と比較すると、南関東で 1.8→1.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静で 1.6→1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、南関東も北関東甲信静も低下したが、特に南関東で大きく減少した。

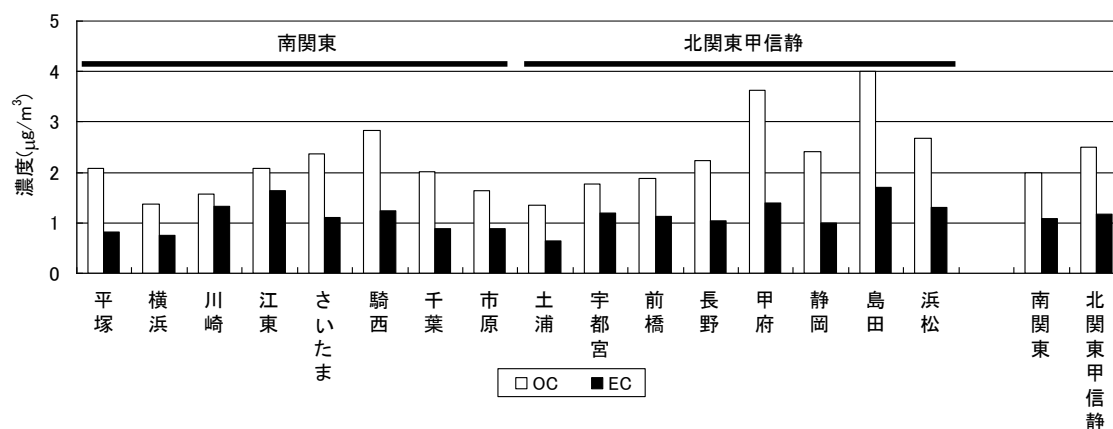


図 4-3-1 PM2.5 中の炭素成分組成の地域分布

(2) PM2.5 中の炭素成分含有率

平成 21 年度調査の各測定地点における PM2.5 中の平均炭素成分含有率を図 4-3-2 に示す。

PM2.5 中の OC の含有率は、12.0（川崎）～24.4%（長野）で平均 18.2%であり、EC の含有率は 6.1（平塚）～13.0%（江東）で平均 9.2%であった。平成 20 年度と比較すると、OC は 10.8→18.2%、EC は 8.7→9.2%であり、OC と EC の含有率は増加したが、増加の度合いは OC のほうが高かった。

次に南関東と北関東甲信静で比較すると、OC は南関東 16.9%、北関東甲信静 19.5%であり、北関東甲信静で高くなった。平成 20 年度と比較すると、南関東では 10.0→16.9%、北関東甲信静では 11.5→19.5%であり、両地域で増加した。

EC は南関東 9.2%、北関東甲信静 9.3%であり、ほぼ等しかった。平成 20 年度と比較す

ると、南関東では 9.2→9.2%、北関東甲信静では 8.1→9.3%であり、南関東では等しく北関東甲信静では増加した。

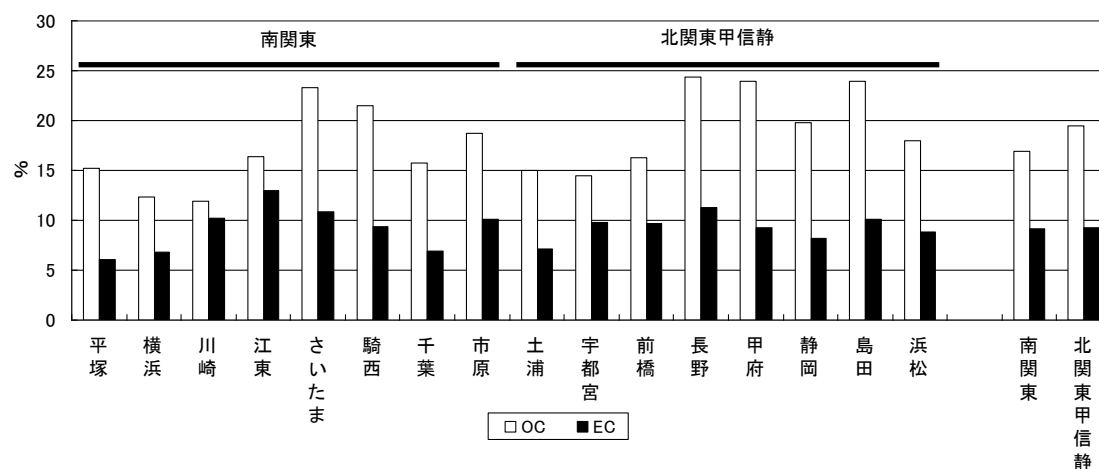


図 4-3-2 PM2.5 中の平均炭素成分含有率

(3) PM2.5 中の炭素成分の期間変動

PM2.5 中の OC 濃度と EC 濃度の期間変動を図 4-3-3 に示す。

OC の最大濃度は期間④の島田の $6.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、最小濃度は期間②の横浜の $0.89\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。期間④で OC 濃度が増加する地点が多かったが、特に島田、浜松といった静岡県域で顕著であった。一方で、横浜、市原、土浦の 3 地点は測定期間中の OC 濃度が $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満と低濃度で推移していた。

EC の最大濃度は期間④の島田の $2.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、最小濃度は期間①の横浜の $0.28\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。全体的に同程度の濃度で推移していたが、島田で期間④での増加がみられた。

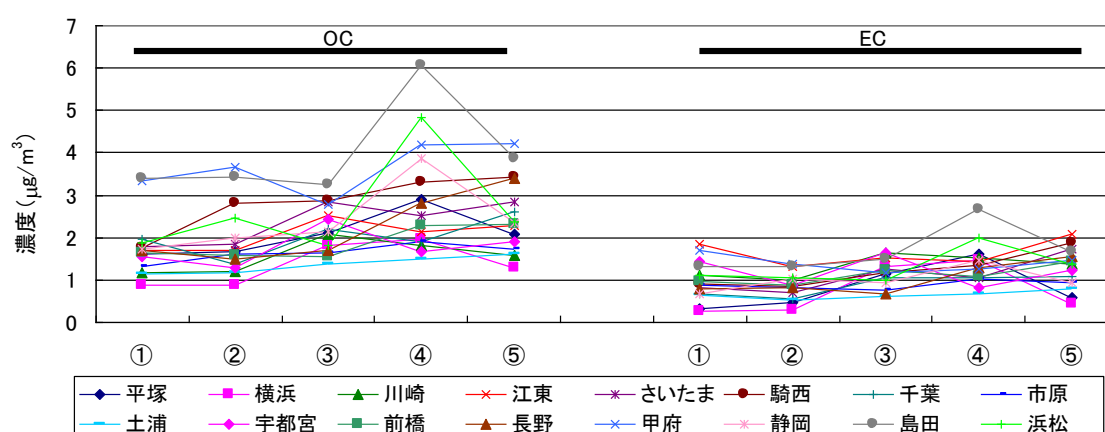


図 4-3-3 OC 濃度と EC 濃度の期間変動

次に、南関東と北関東甲信静で、OC と EC の期間変動を比較した (図 4-3-4)。OC 濃度は、南関東で $1.5\sim 2.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静で $2.0\sim 3.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲の変動であった。また、期間③で南関東と北関東甲信静の OC 濃度がほぼ同じだった他は、全期間で北関東甲信静の OC 濃度が高く推移していた。

EC は、南関東で $0.75 \sim 1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静で $1.0 \sim 1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲の変動であった。また、全期間で南関東と北関東甲信静ではほぼ同ような濃度推移を示した。

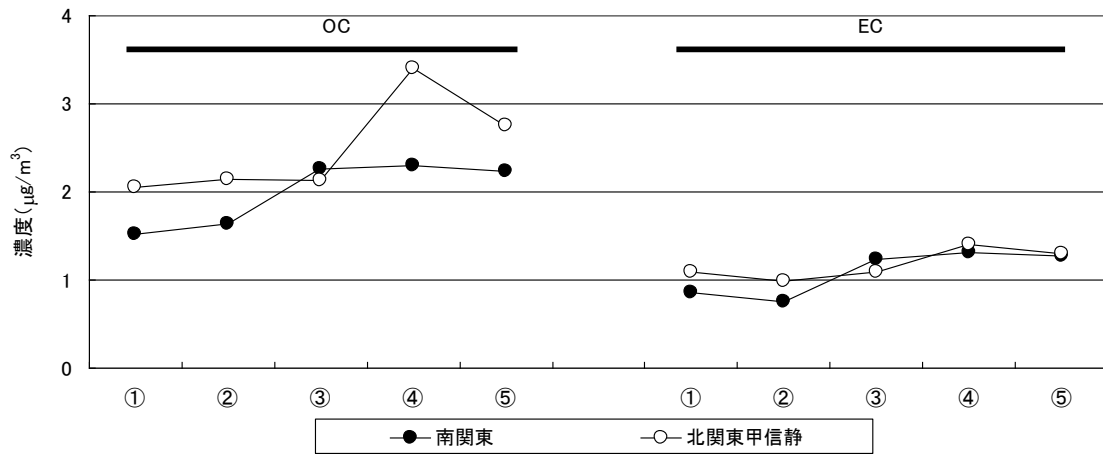


図 4-3-4 南関東と北関東甲信静の OC と EC の期間変動

(4) PM2.5 中の全炭素濃度と元素状炭素

PM2.5 中の全炭素濃度 (TC) と EC の関係を、南関東と北関東甲信静で比較したものを図 4-3-5 に示す。

TC を X 軸、EC を Y 軸とし、切片を 0 としたときの回帰直線 (図内では線形と表示) の傾きは、南関東が 0.36 ($r=0.84$, $n=40$)、北関東甲信静が 0.31 ($r=0.90$, $n=40$) となり、南関東で高くなっていた。

平成 20 年度の傾きと比較すると、南関東では $0.48 \rightarrow 0.36$ 、北関東甲信静では $0.38 \rightarrow 0.31$ と、両地域で TC 中の EC の割合は低下していた。

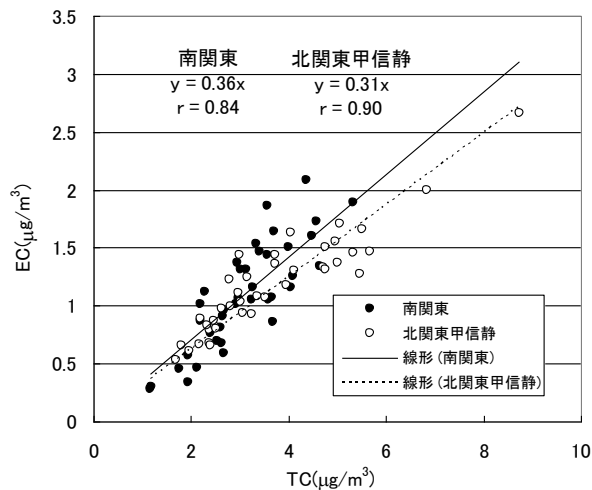


図 4-3-5 南関東と北関東甲信静の TC と EC の関係

4.3.2 水溶性有機炭素（WSOC）

(1) PM2.5 中の水溶性有機炭素濃度

平成 21 年度調査における各測定地点の PM2.5 中の平均水溶性有機炭素（WSOC）濃度を図 4-3-7 に示す。比較のため、OC も併記した。

PM2.5 中の平均 WSOC 濃度は、0.76（土浦）～2.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （甲府）であり、平均で 1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。平成 20 年度と比較すると、1.4→1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、微減した。

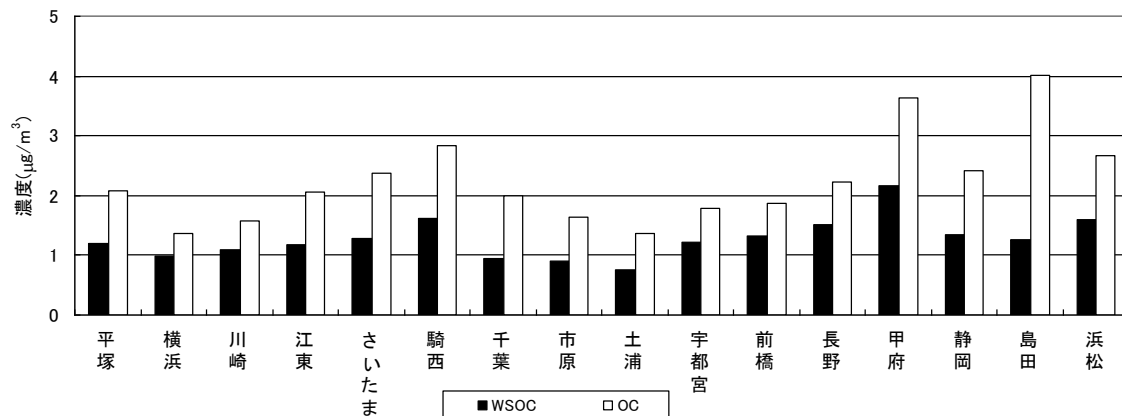


図 4-3-7 PM2.5 中の WSOC の地域分布

(2) OC 中の WSOC の含有率

平成 21 年度調査の各測定地点における OC 中の WSOC の含有率(%)を図 4-3-8 に示す。

OC 中の WSOC の平均含有率は、31.6%（島田）～74.9%（横浜）で平均 59.2%であった。平成 20 年度と比較すると、66.2→59.2%と低下していた。

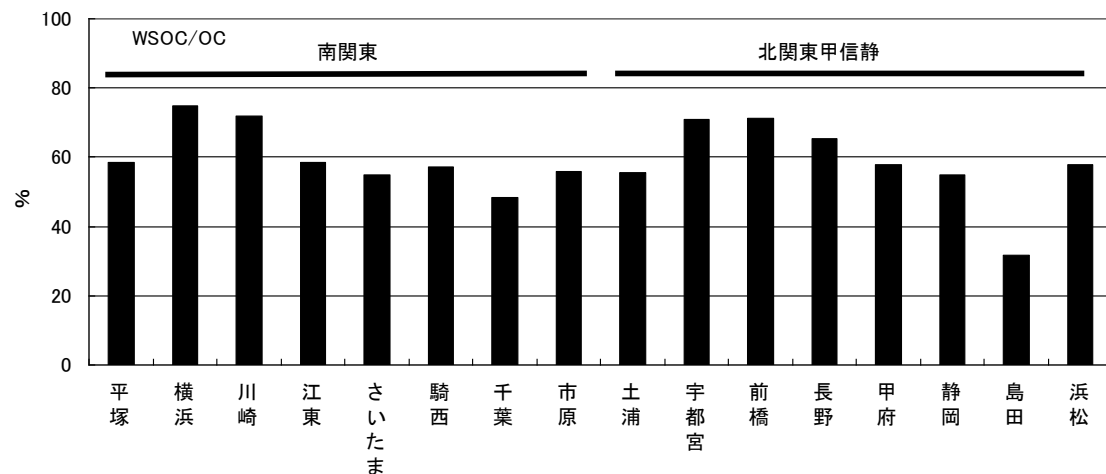


図 4-3-8 OC 中の WSOC の含有率

(3) PM2.5 中の WSOC 含有率

平成 21 年度調査の各測定地点における PM2.5 中の WSOC 含有率を図 4-3-9 に示す。

PM2.5 中の WSOC の平均含有率は、7.5%（千葉）～16.5%（長野）で平均 10.4%であった。平成 20 年度と比較すると、平均 7.2→10.4%と増加していた。10%を超えた地点はさい

たま、騎西、市原、前橋、長野、甲府、静岡、浜松であり、都心部から離れた地点だった。

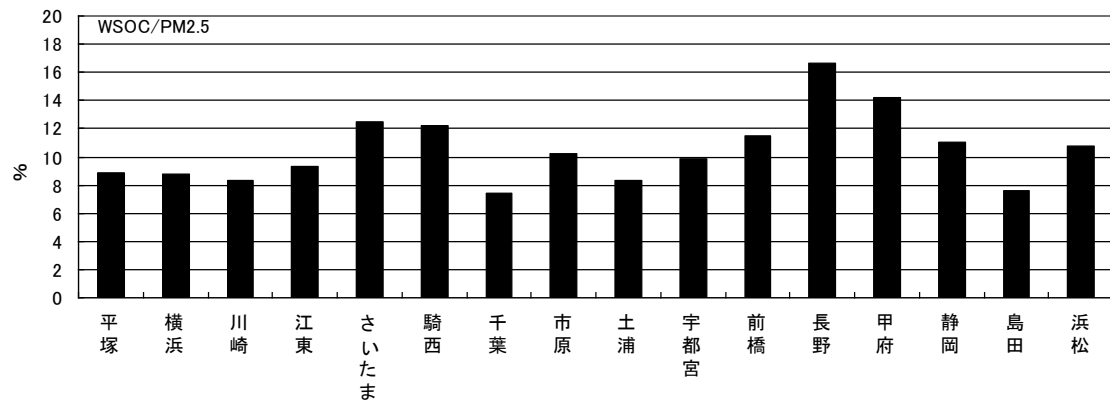


図 4-3-9 PM2.5 中の WSOC の含有率

(4) WSOC と Ox との関係

WSOC は揮発性有機炭素 (VOC) が光化学反応を受けて二次的に生じた有機炭素が主成分であると言われている。そこで、WSOC と Ox の相関を調べるため、WSOC と Ox の相関を図 4-3-10 に示した(n=75)。このときの Ox 濃度は、測定期間中の平均値を用いた。WSOC と Ox の相関は $r=0.58$ となった。

次に、各測定期間中の Ox 最高値 (図 4-3-11) 及び各測定期間中の Ox の日中 (5 時～20 時) 平均値 (図 4-3-12) と比較した。WSOC と Ox 最高値との相関は $r=0.57$ であり、日中平均値との相関は $r=0.65$ となり、WSOC と Ox の相関は Ox の日中平均値で最も高くなった。

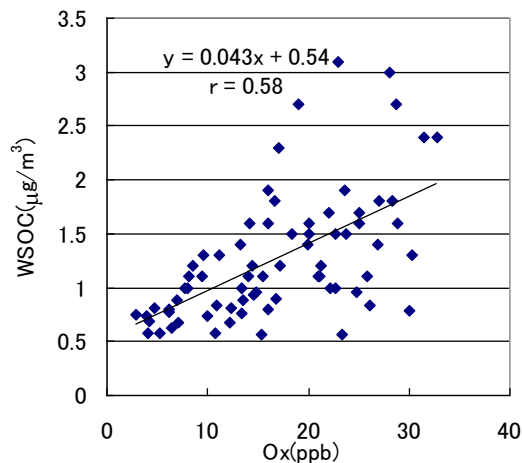


図 4-3-10 WSOC と Ox の相関

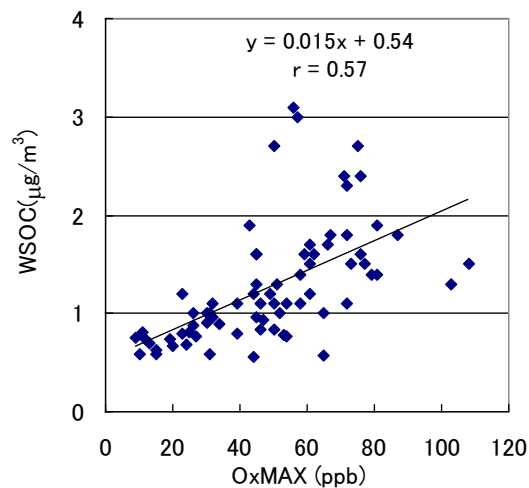


図 4-3-11 WSOC と各測定期間中の
Ox 最高値 (OxMax) との相関

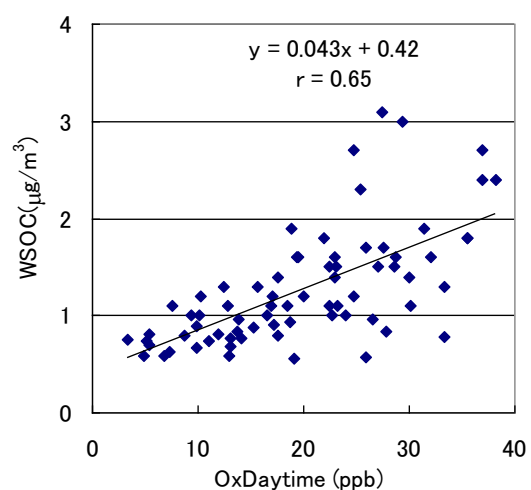


図 4-3-12 WSOC と各測定期間中の
Ox の日中平均値 (OxDaytime) との相関

(5) WSOC の期間変動

WSOC の期間変動を図 4-3-13 に示す。また、平成 20 年度の調査結果から、WSOC の期間変動は沿岸部と内陸部で異なると考えられたので、下記のとおり沿岸部と内陸部に分け、沿岸部の期間変動を図 4-3-14、内陸部の期間変動を図 4-1-15 に示した。

沿岸部：平塚、横浜、川崎、江東、千葉、市原、土浦、静岡、島田、浜松

内陸部：さいたま、騎西、宇都宮、前橋、長野、甲府

沿岸部では、期間④で浜松、島田、静岡といった静岡県域で WSOC 濃度が大きく増加していたが、他の測定地点では WSOC 濃度の大きな増減は見られなかった（図 4-3-14）。一方、内陸部の期間変動をみると、期間④、⑤のいずれかで WSOC 濃度の増加を示す地点が多く、特に甲府と長野で顕著であった（図 4-3-15）。また、WSOC の平均値を比較すると沿岸部は $1.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、内陸部は $1.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ と内陸部で高くなった。

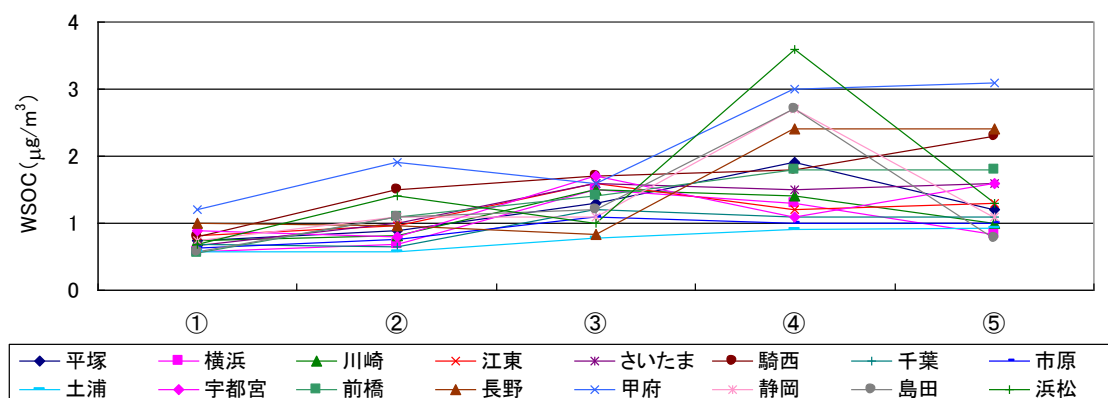


図 4-3-13 WSOC の期間変動

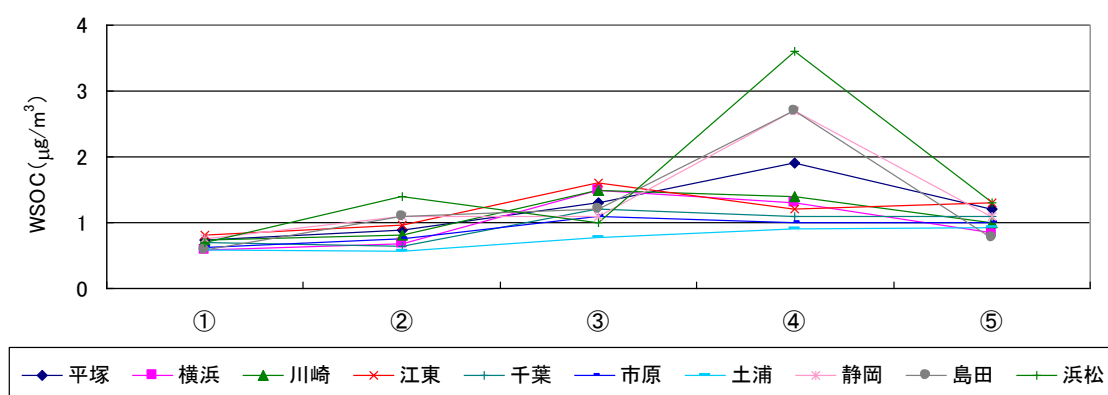


図 4-3-14 沿岸部の WSOC の期間変動

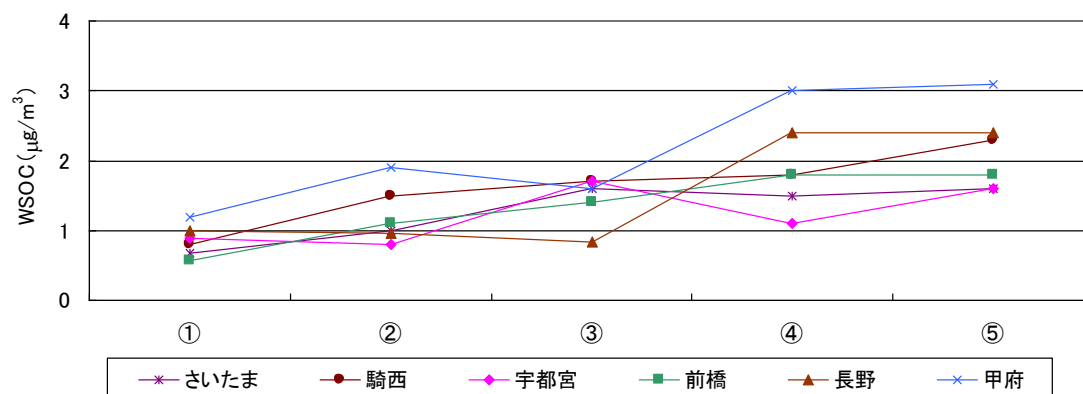


図 4-3-15 内陸部の WSOC の期間変動

沿岸部のうち、静岡県域の静岡、島田、浜松は他の沿岸部と異なる WSOC の濃度推移を示したので、沿岸部から静岡県域を分離し、沿岸部、内陸部、静岡部とした。そして、これら 3 地域の平均濃度推移と、WSOC と最も相関の高かった日中 Ox 平均値 (OxDaytime) の期間変動を比較した。その結果、沿岸部 (Ox を測定していない千葉を除く) では、期間②から Ox が先行して増加した後、期間③で WSOC が増加し、期間④以降で WSOC と Ox が減少していった。変動パターン自体は WSOC と Ox でよく似ていた (図 4-3-16)。内陸

部では、Ox が期間②から先行して増加し、期間⑤まで高濃度を維持していたが、WSOC も期間②から増加していた（図 4-3-17）。静岡部では、期間④で Ox が大きく増加すると共に WSOC が大きく増加し、期間⑤で Ox が低下すると WSOC も低下するなど、変動パターンは WSOC と Ox でよく似ていた（図 4-3-18）。また、静岡部の 3 地点は、期間④の高濃度 Ox が示すように期間④で光化学反応が活発となり、その影響を受けて WSOC が増加したと考えられる。

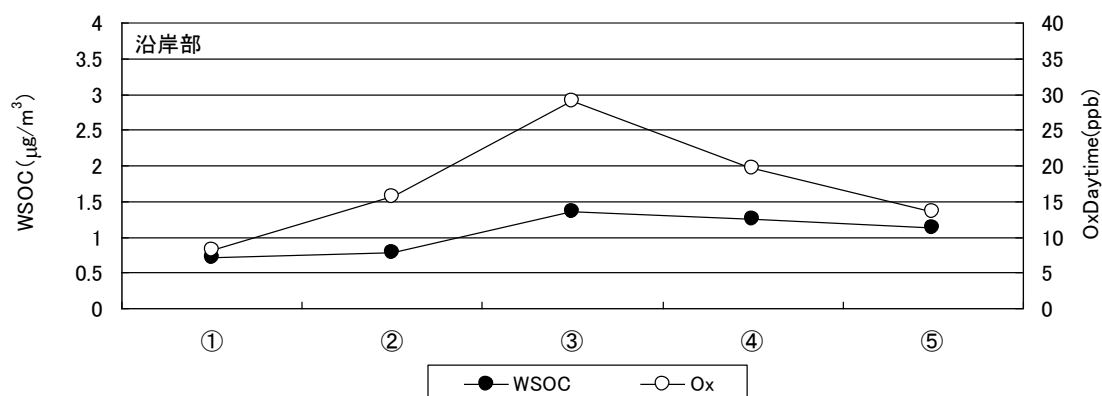


図 4-3-16 沿岸部の WSOC と OxDayTime の期間変動

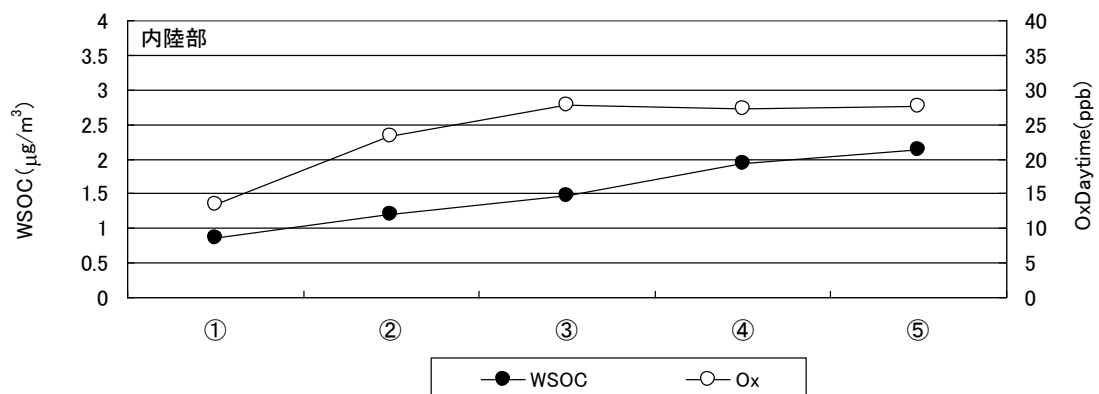


図 4-3-17 内陸部の WSOC と OxDayTime の期間変動

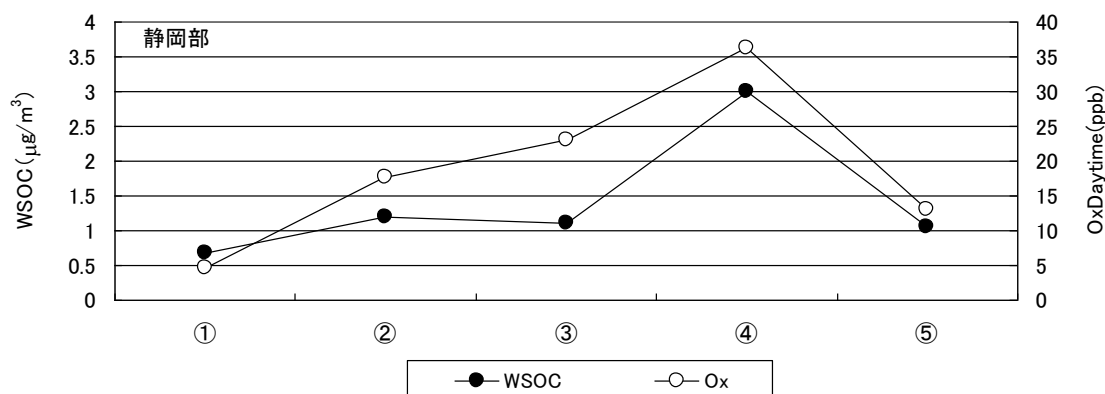


図 4-3-18 静岡部の WSOC と OxDayTime の期間変動

(6) WSOC と OC の相関

WSOC と OC との相関を図 4-3-19 に示す。WSOC の期間変動の図 4-3-16～18 から、地域ごとに WSOC の期間変動が大きく異なるため、地域ごとに分けて相関を取った。

WSOC と OC の相関をみると、沿岸部の回帰直線（図内では線形と表示）の傾きは 0.58 ($r=0.83$, $n=35$) 内陸部の回帰直線の傾きは 0.62 ($r=0.85$, $n=30$)、静岡部の回帰直線の傾きは 0.47 ($r=0.72$, $n=15$) となり、内陸部がやや高く、OC 中の WSOC の割合は内陸部が沿岸部よりも若干高いことを示した。一方、静岡部は傾きが 0.47 とかなり低かったが、これは島田の低い WSOC/OC のためであり、島田を除くと傾きは 0.62 と沿岸部よりも高く、内陸部と等しくなった。これは、期間④で活発な光化学反応により WSOC が他の地域により多く産生したため、OC 中の WSOC の割合が他の沿岸部よりも高くなったためと考えられる。

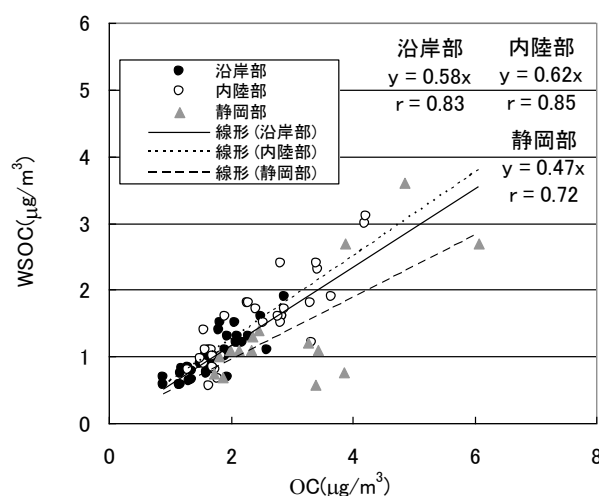


図 4-3-19 WSOC と OC の相関

(7) WSOC から換算した二次生成有機粒子 (SOA) の PM2.5 中の割合

夏季の WSOC は、そのほとんどが二次生成有機炭素とされており、ケミカルマスキロージャーモデル¹⁾により係数 1.4 をかけることで H や O 等を含めた二次生成有機粒子 (SOA) の濃度に換算できる。また、OC から WSOC を差し引いたものを非水溶性有機炭素 (WIOC) とすると、これは主に一次有機炭素からなるので、係数 1.4 をかけることで一次有機粒子 (POA) と見なすことができる。そこで、SOA の PM2.5 に対する寄与を他の成分と比較するため、PM2.5 中の各成分の平均値をまとめてその割合を円グラフにして表示した。

関東 SPM 全域での各成分の割合をみると、SOA の割合は 14% であり、 SO_4^{2-} の 28% に次ぎ、ディーゼル排気粒子の指標とされる EC よりも寄与の割合は大であった (図 4-3-20)。さらに地域ごとの PM2.5 に対する SOA の寄与をみると、沿岸部では SOA の割合は 12% と SO_4^{2-} に次いで NH_4^+ と並ぶ 2 番目であり (図 4-3-21)、内陸部では 18% と SO_4^{2-} に次ぐ 2 番目に高い寄与であり (図 4-3-22)、静岡部では 13% と SO_4^{2-} 、POA に次ぐ 3 番目に高い寄与であった (図 4-3-23)。このことから、SOA が PM2.5 濃度に対して各成分の 2～3 番目に高い寄与をしており、特に内陸部で大きく寄与することがわかった。

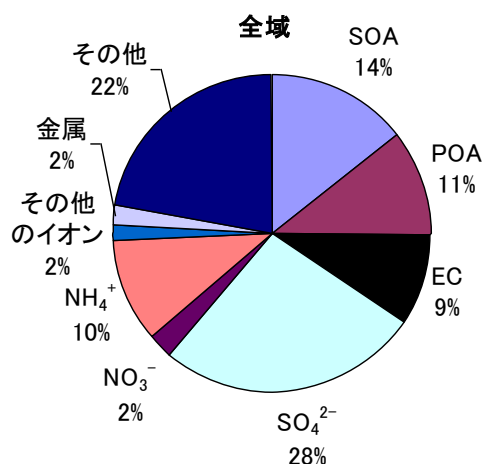


図 4-3-20 関東 SPM 全域の各成分の割合

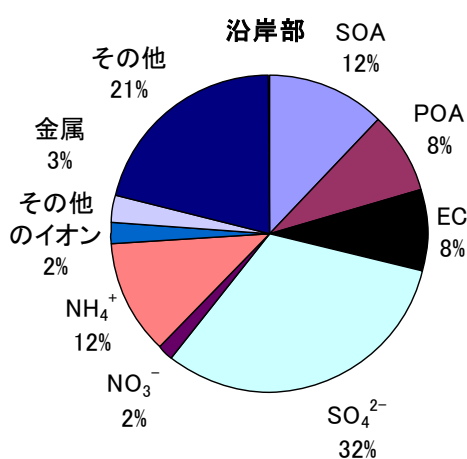


図 4-3-21 沿岸部の各成分の割合

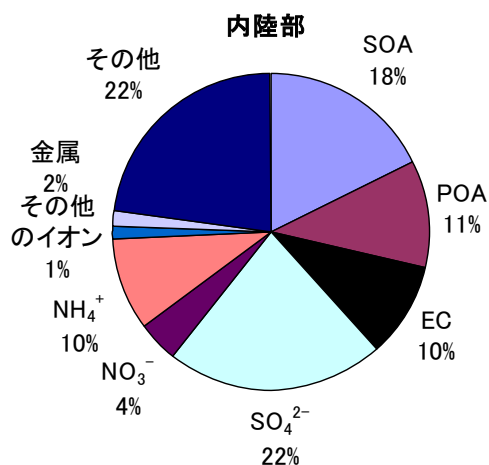


図 4-3-22 内陸部の各成分の割合

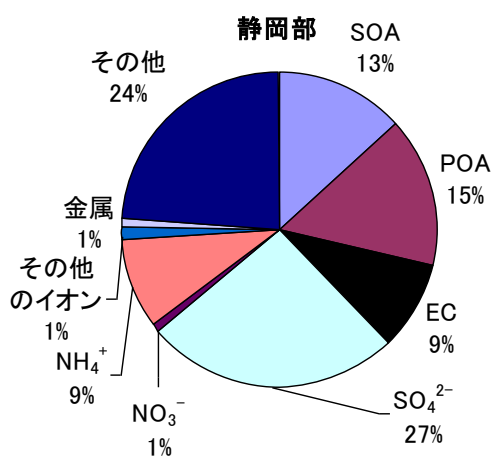


図 4-3-23 静岡部の各成分の割合

1)：環境省, 2007. 微小粒子状物質暴露影響調査報告書

(8) まとめ

- ・ 平成 21 年度の炭素成分は、平成 20 年度と比較すると、OC と WSOC はほぼ等しく、EC が約 2/3 に減少した。
- ・ 炭素成分を南関東と北関東甲信静で比較すると、OC、EC とともに北関東甲信静で高くなった。
- ・ PM2.5 中に占める炭素成分の割合は、OC が 18.2%、EC が 9.2%と OC が高くなった。
- ・ 炭素成分の期間変動を南関東と北関東甲信静で比較すると、OC は期間③を除いて北関東甲信静で高く推移していた。一方、EC は期間①～⑤の全てで南関東と北関東甲信静がほぼ等しい濃度で推移していた。
- ・ WSOC の平均濃度は平成 20 年度と比較して 0.1μg/m³ 減少したが、OC 中の WSOC の割合は 7%減少していた。
- ・ WSOC と Ox の相関をみると、WSOC と測定期間中の Ox の日中平均値の相関が r=0.65

と最も高く、Ox の日中平均値が WSOC の増加に最も影響する可能性が高いと考えられた。

- WSOC の期間変動を沿岸部と内陸部に分けて平均値を比較すると、沿岸部は $1.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、内陸部は $1.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ と内陸部で高くなった。また、沿岸部でも静岡県域の3地点では期間④で WSOC が高濃度を示しており、同時期に Ox の日中平均値が高値を示していることから、期間④の静岡県域では光化学活性が高くなったために WSOC が高濃度になったと考えられた。
- WSOC 濃度をケミカルマスキロージャーモデルの係数 1.4 を用いて SOA の濃度に換算すると、PM2.5 に対する SOA の寄与は 14% となり、 SO_4^{2-} の次に大きくなった。また、沿岸部では SO_4^{2-} 、 NH_4^+ に次いで EC と並ぶ 3 番目であり、内陸部では SO_4^{2-} に次ぐ 2 番目の寄与であり、静岡部では SO_4^{2-} 、POA に次ぐ 3 番目の寄与であった。

4.4 金属元素成分濃度

前年度同様、分析対象を 31 元素（ナトリウム（Na）、マグネシウム（Mg）、アルミニウム（Al）、カリウム（K）、カルシウム（Ca）、スカンジウム（Sc）、チタン（Ti）、バナジウム（V）、クロム（Cr）、マンガン（Mn）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、銅（Cu）、亜鉛（Zn）、ヒ素（As）、セレン（Se）、臭素（Br）、ルビジウム（Rb）、ストロンチウム（Sr）、モリブデン（Mo）、銀（Ag）、カドミウム（Cd）、アンチモン（Sb）、セシウム（Cs）、バリウム（Ba）、ランタン（La）、サマリウム（Sm）、ユウロピウム（Eu）、金（Au）、鉛（Pb））とした。

試料溶液の調製は、硝酸・フッ化水素酸・過酸化水素水を用いた圧力容器法で行い、これを ICP 質量分析法で濃度を求めた。本法では石英フィルターを用いたためブランク値が高く、その影響により元素によっては定量困難や検出下限値未満となる地点が多かったことから、これらの元素を除いた成分についてグラフ化し、地域的な特徴について検討する。

なお、今年度は、Al、Ca、Sr、La は前年度に比べ検出できた地点が多かったため、グラフ化し、検討した。

(1) ナトリウム

ナトリウム濃度を図 4-4-1 に示す。各調査地点の濃度は、 $<55.1 \sim 300 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、沿岸部が比較的高い傾向にあり、長野、前橋、甲府などの内陸部が低い傾向であった。また、前年度に比べ低い傾向の地点もあるが、全体的には高い傾向にあった。

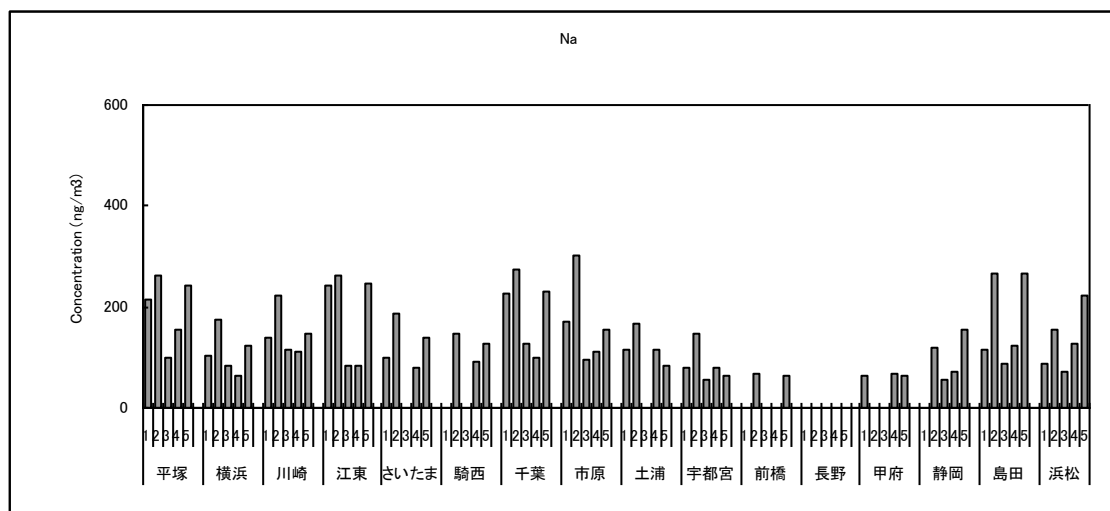


図 4-4-1 ナトリウム濃度

(2) マグネシウム

マグネシウム濃度を図 4-4-2 に示す。各調査地点の濃度は、 $<7.0\sim 47.1\text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、神奈川県、東京都、千葉県などで高くなる傾向が見られた。また、前年度と比べ、全体的に低い傾向にあった。

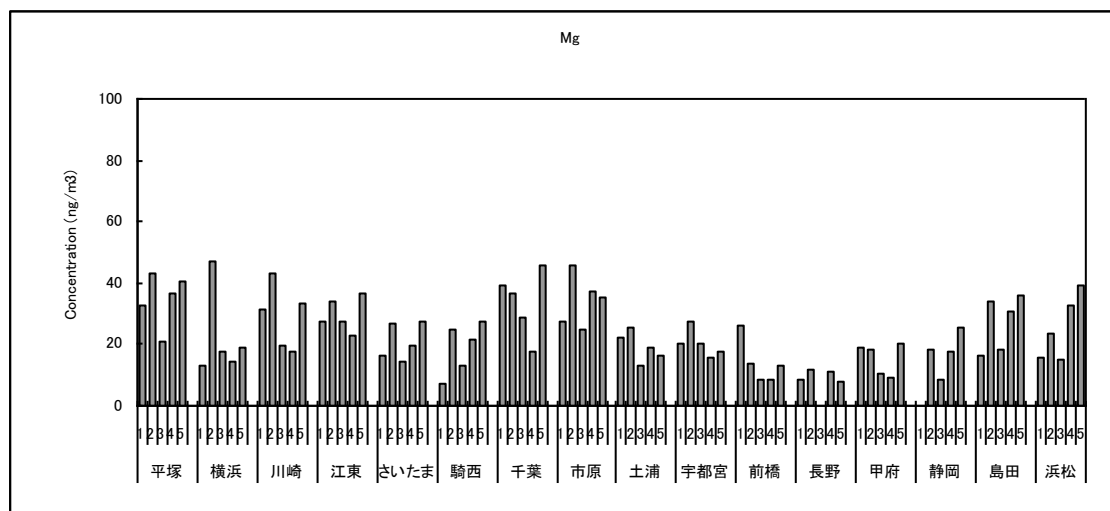


図 4-4-2 マグネシウム濃度

(3) アルミニウム

アルミニウム濃度を図 4-4-3 に示す。各調査地点の濃度は、 $<61.1\sim 148\text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、全体的に高い傾向にあった。

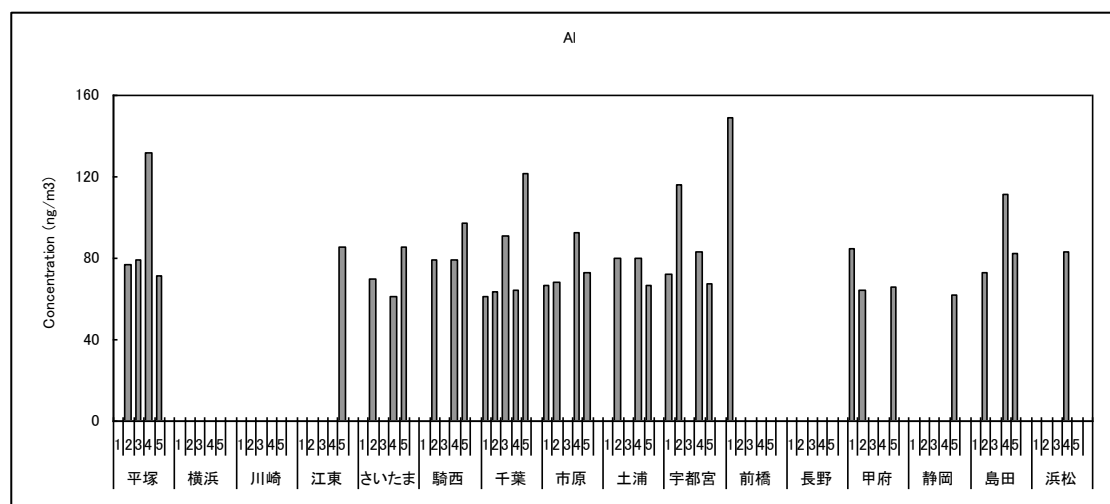


図 4-4-3 アルミニウム濃度

(4) カリウム

カリウム濃度を図4-4-4に示す。各調査地点の濃度は、 $<31.1 \sim 166 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、高い期間があるものの、特徴的なものはあまり見られなかった。また、前年度に比べ全体的に低い傾向にあった。

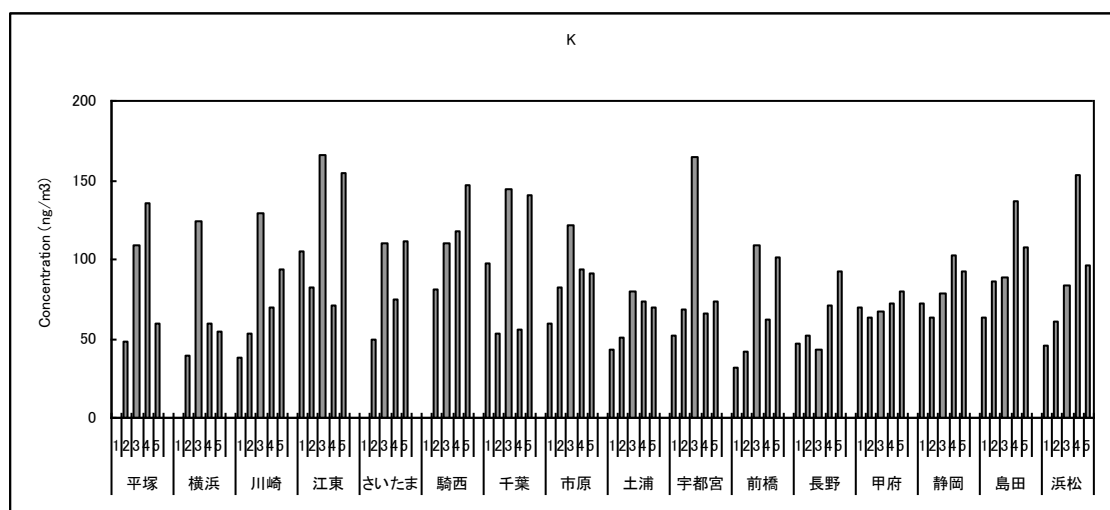


図 4-4-4 カリウム濃度

(5) カルシウム

カルシウム濃度を図4-4-5に示す。各調査地点の濃度は、 $<4.5 \sim 90 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には平塚、川崎、江東、千葉、市原、島田などに比較的高い傾向が見られた。

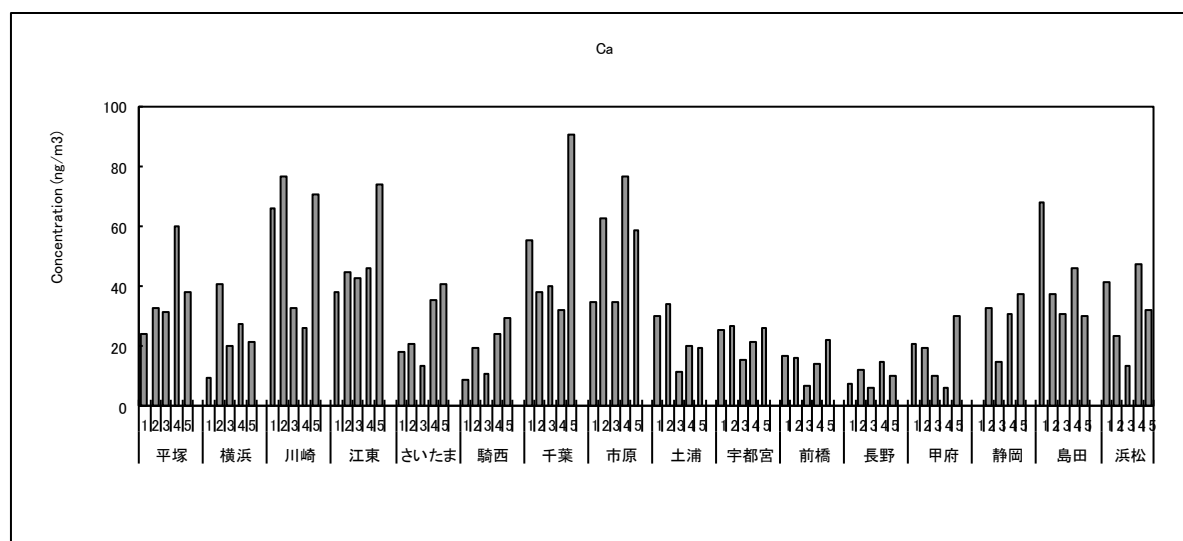


図 4-4-5 カルシウム濃度

(6) バナジウム

バナジウム濃度を図 4-4-6 に示す。各調査地点の濃度は、 $0.11 \sim 25 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、東京都、神奈川県、静岡県などの各地点で高い傾向にあった。また、前年度と比べ高い傾向の地点もあったが、全体的に地点で低い傾向にあった。

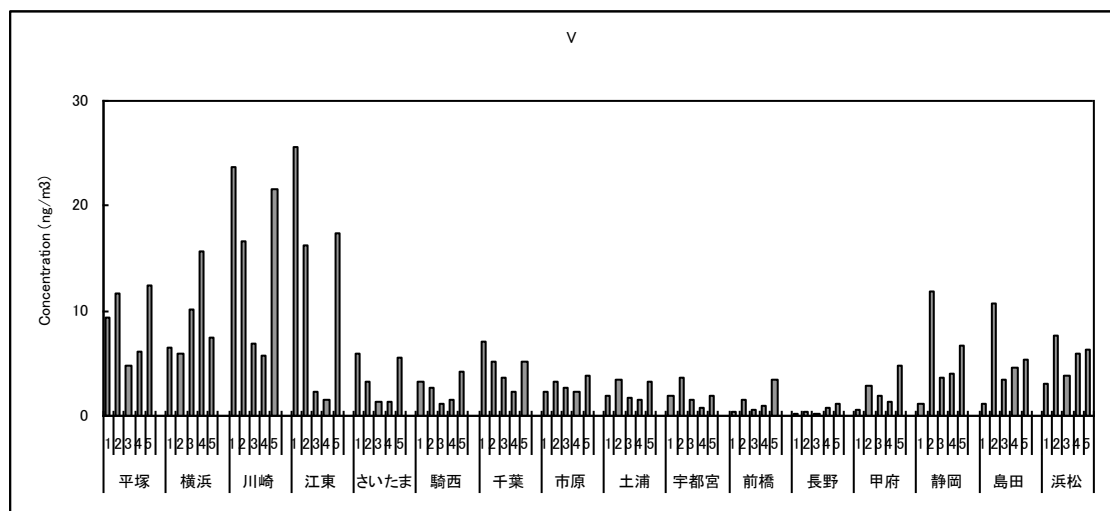


図 4-4-6 バナジウム濃度

(7) クロム

クロム濃度を図 4-4-7 に示す。各調査地点の濃度は、 $<1.0 \sim 21 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、市原で高い期間があるものの全体を見ると特に大きな濃度差は見られなかった。また、前年度と比べ、全体的に低い傾向にあった。

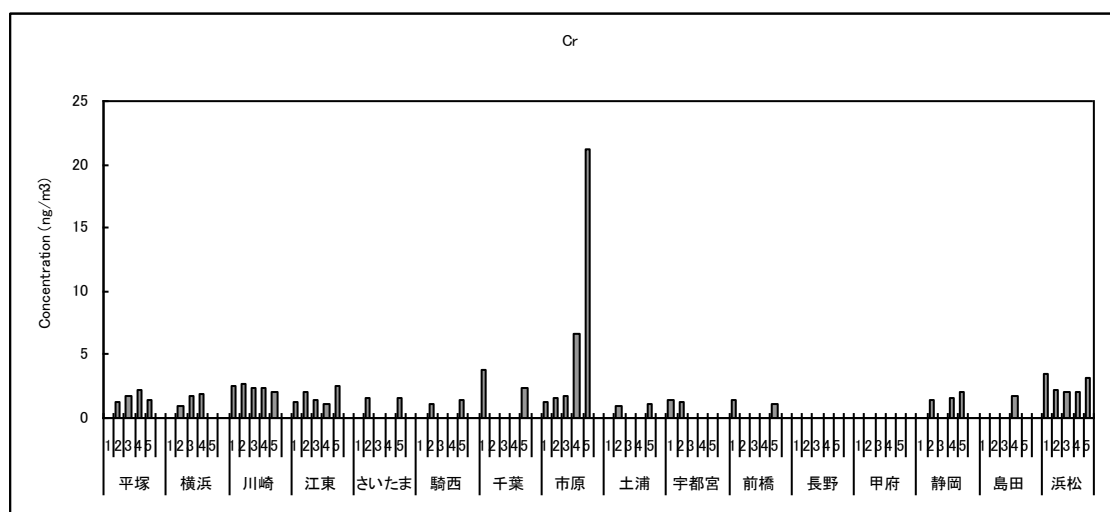


図 4-4-7 クロム濃度

(8) マンガン

マンガン濃度を図 4-4-8 に示す。各調査地点の濃度は、 $1.0 \sim 23 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、川崎、江東、市原、浜松で高い傾向であった。また、前年度と比べ、全体的に低い傾向にあった。

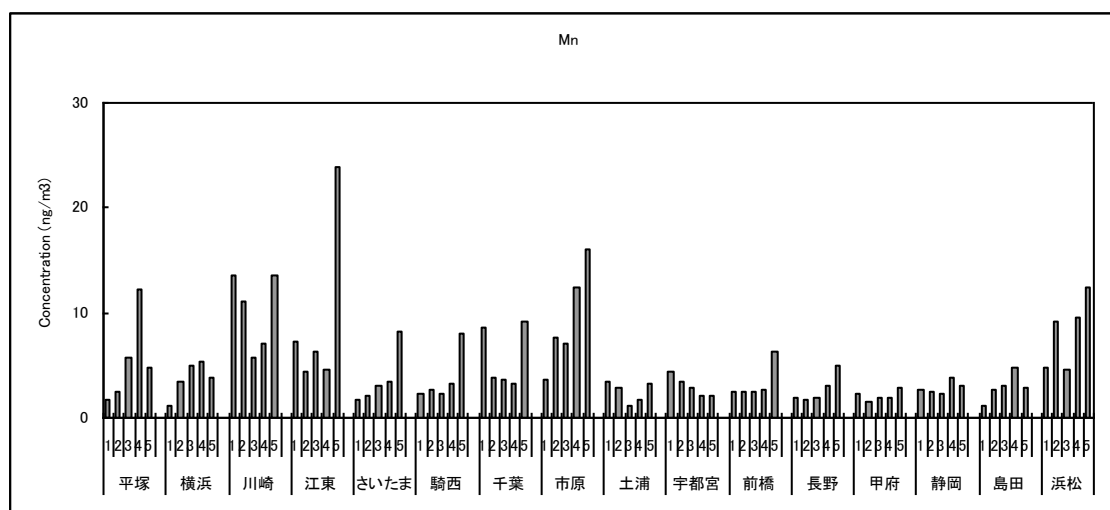


図 4-4-8 マンガン濃度

(9) 鉄

鉄濃度を図 4-4-9 に示す。各調査地点の濃度は、 $<55.5 \sim 356 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、川崎、千葉、市原などで高い傾向であった。また、期間ごとの濃度はマンガンと似た分布をしていた。また、前年度と比べ、高い傾向の地点もあったが、全体的には低い傾向にあった。

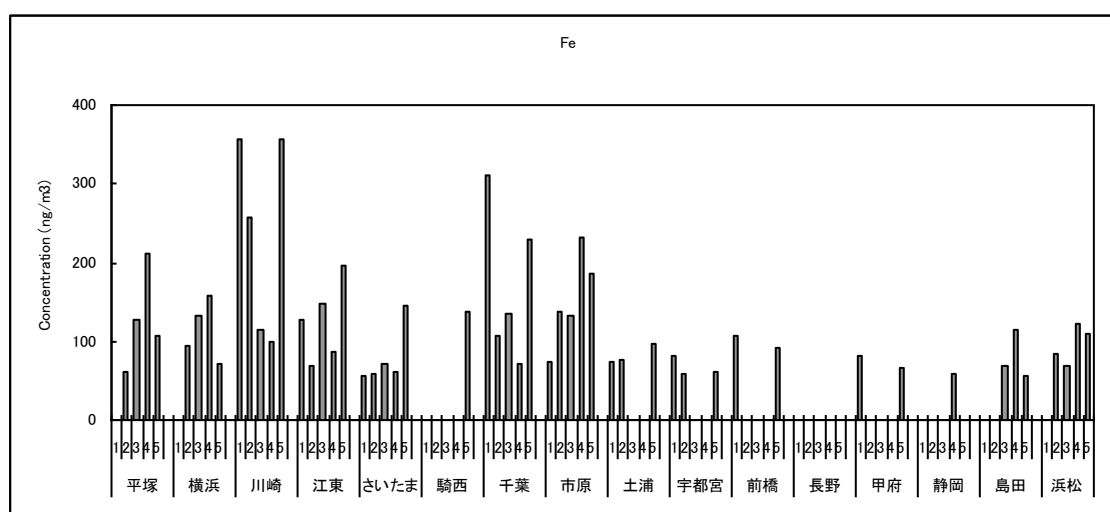


図 4-4-9 鉄濃度

(10) コバルト

コバルト濃度を図 4-4-10 に示す。各調査地点の濃度は、N.D.～2.3 ng/m³ の範囲にあった。地域的には、騎西、土浦で高い期間があった。また、前年度と比べ、高い傾向の地点もあったが、全体的にはほぼ同じ傾向にあった。

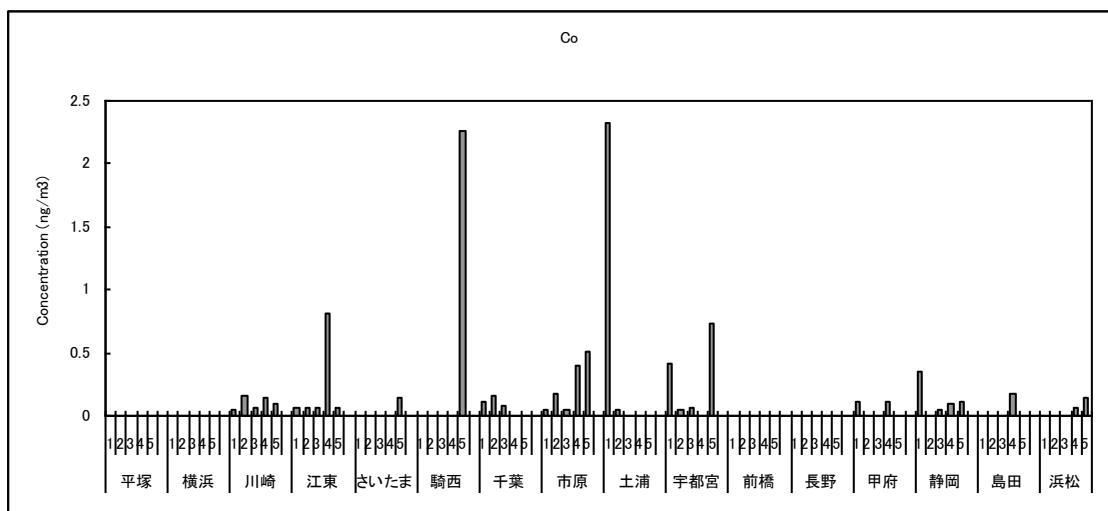


図 4-4-10 コバルト濃度

(11) ニッケル

ニッケル濃度を図 4-4-11 に示す。各調査地点の濃度は、<0.74～8.7 ng/m³ の範囲にあった。地域的には、川崎、江東、市原などの沿岸部は比較的高い傾向であった。また、前年度と比較し、全体的に低い傾向にあった。

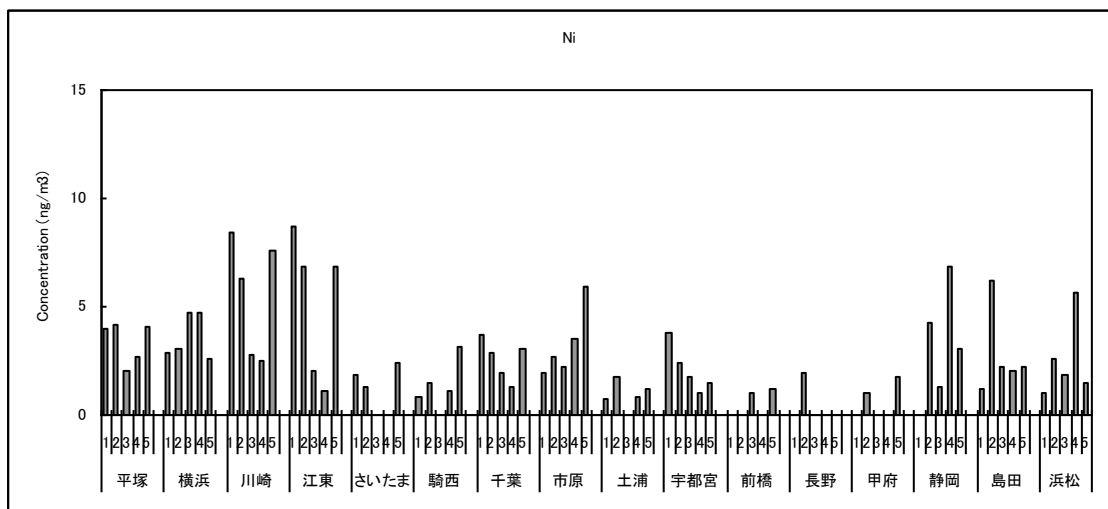


図 4-4-11 ニッケル濃度

(12) 銅

銅濃度を図 4-4-12 に示す。各調査地点の濃度は、 $1.5\sim 35\text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、島田、浜松で高い期間があるものの全体を見ると特に大きな濃度差は見られなかった。また、前年度に比べ、全体的に低い傾向にあった。

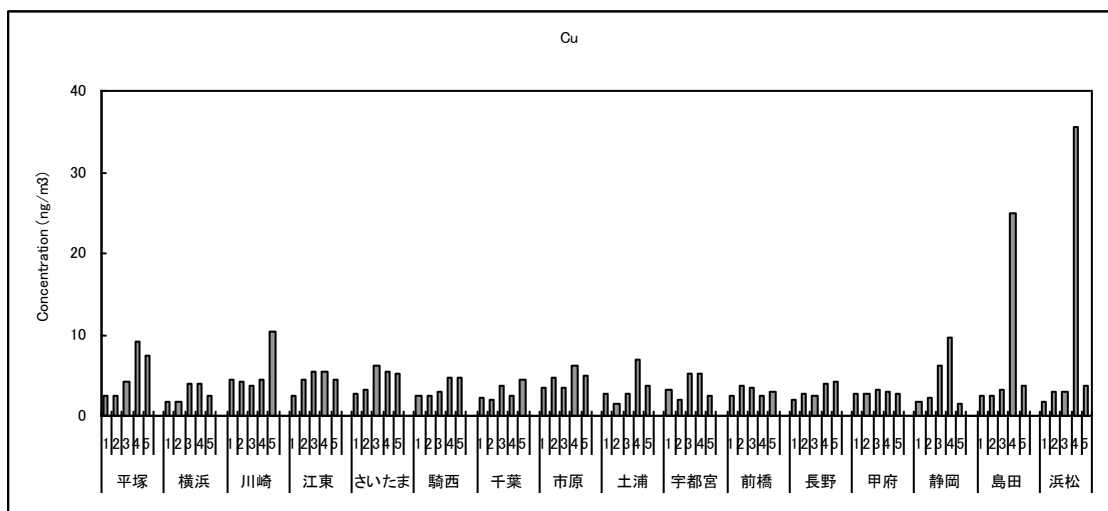


図 4-4-12 銅濃度

(13) ヒ素

ヒ素濃度を図 4-4-13 に示す。各調査地点の濃度は、 $0.073\sim 4.9\text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、土浦で突出して高い期間があった。また、前年度と比べ高低混在であった。

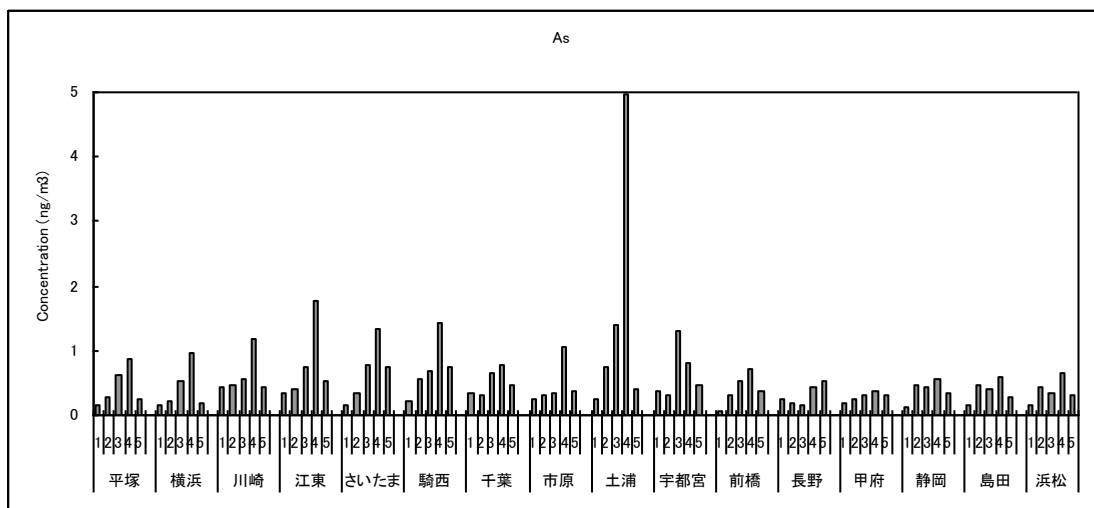


図 4-4-13 ヒ素濃度

(14) セレン

セレン濃度を図 4-4-14 に示す。各調査地点の濃度は、 $0.057\sim 1.7\text{ng}/\text{m}^3$ の範囲にあった。地域的には、平塚、横浜、市原、土浦で突出して高い期間があった。また、前年度と比べ、全体的に低い傾向にあった。

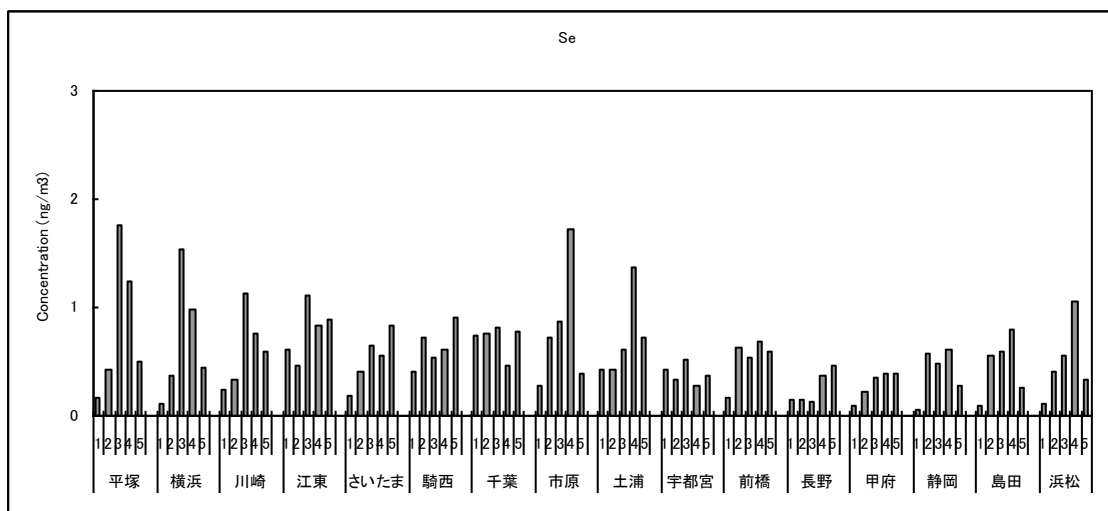


図 4-4-14 セレン濃度

(15) ルビジウム

ルビジウム濃度を図 4-4-15 に示す。各調査地点の濃度は、 $0.035\sim 0.48\text{ng}/\text{m}^3$ の範囲にあった。地域的には、東京湾沿岸部で高い傾向があった。また、前年度と比べ全体的に低い傾向にあった。

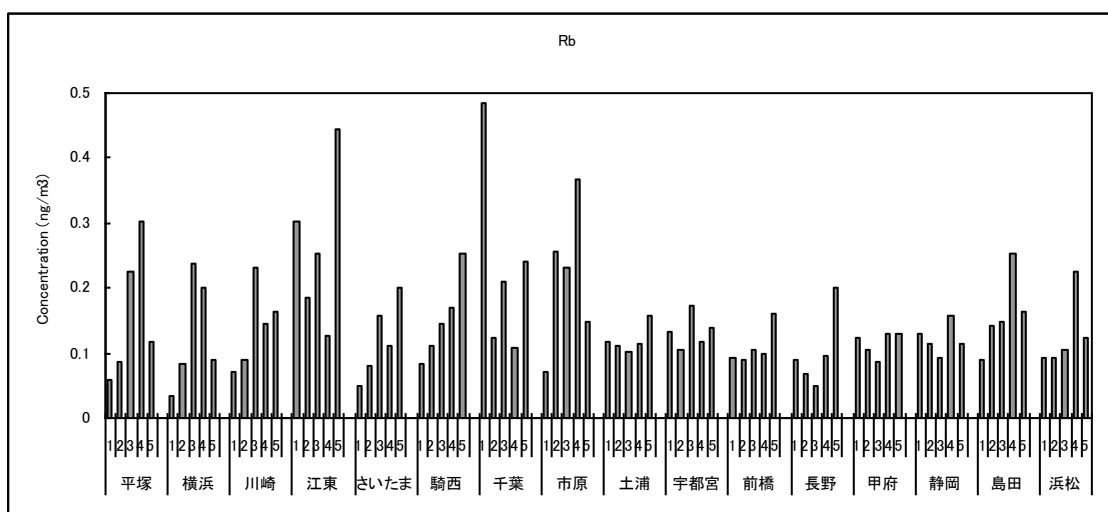


図 4-4-15 ルビジウム濃度

(16) ストロンチウム

ストロンチウム濃度を図4-4-16に示す。各調査地点の濃度は、 $<0.30 \sim 4.6 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には平塚、横浜、川崎、江東、さいたま、千葉、宇都宮など比較的高い傾向が見られた。

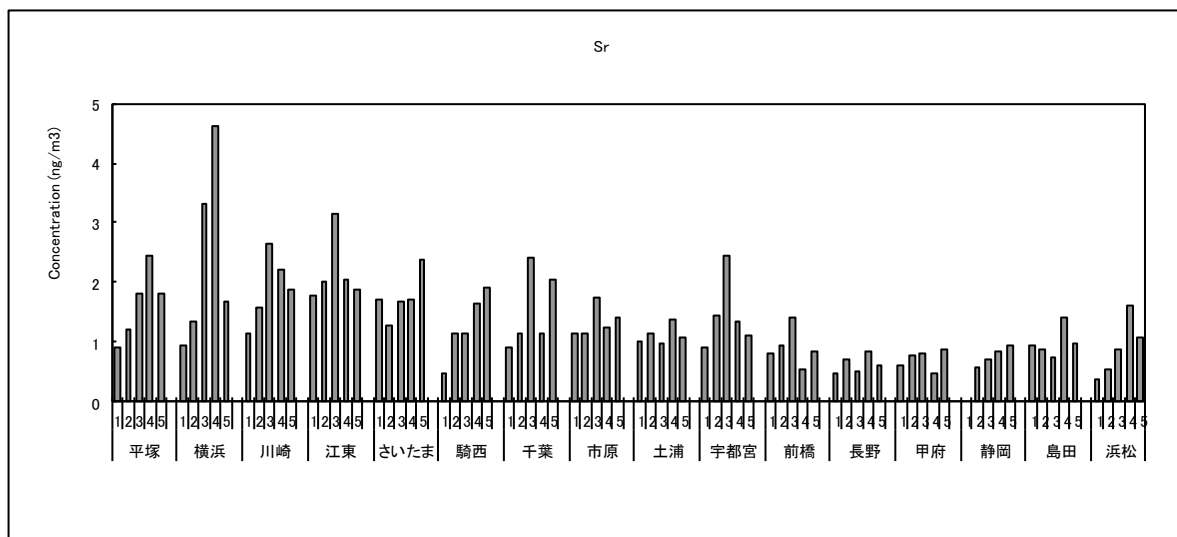


図4-4-16ストロンチウム濃度

(17) カドミウム

カドミウム濃度を図 4-4-17 に示す。各調査地点の濃度は、 $0.022 \sim 1.9 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、土浦で突出して高い濃度の期間があり、これはヒ素と似た傾向であった。また、前年度と比べ、低い傾向の地点もあったが、全体的には高めの傾向であった。

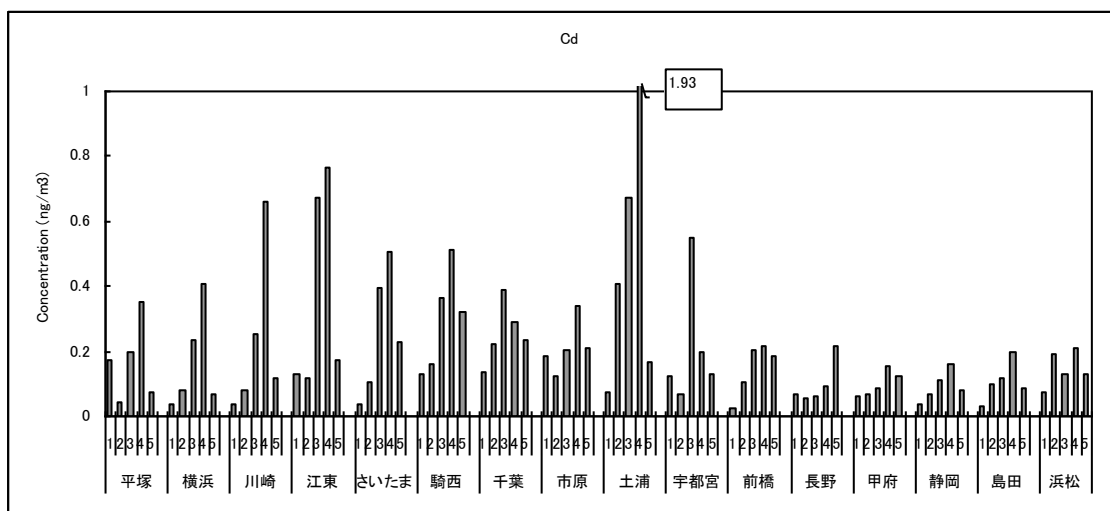


図 4-4-17 カドミウム濃度

(18) アンチモン

アンチモン濃度を図 4-4-18 に示す。各調査地点の濃度は、 $0.12\sim 3.9\text{ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、騎西、市原、宇都宮、長野、浜松で高い期間があった。また、前年度と比べ、高い傾向の地点もあったが、全体的に低めの傾向であった。

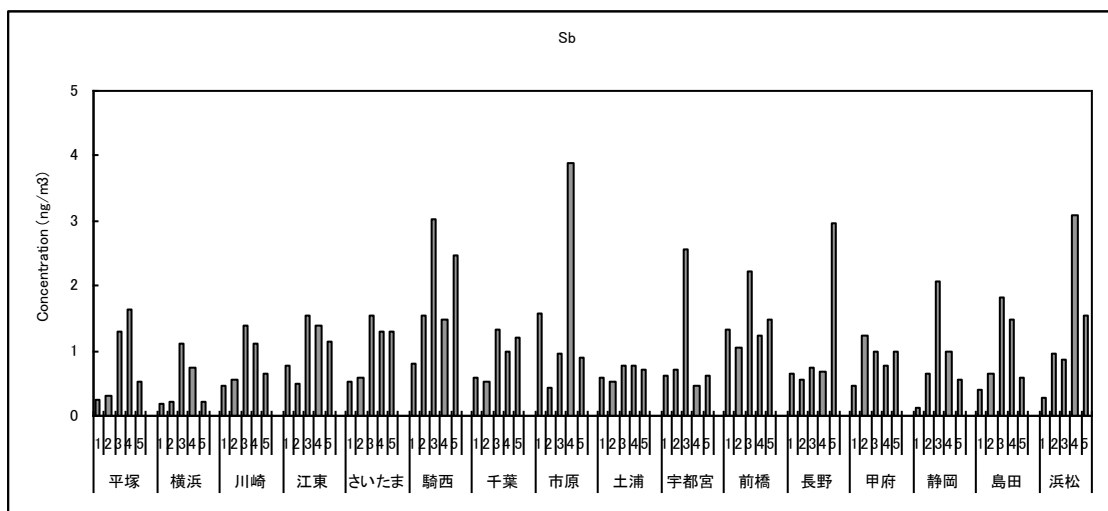


図 4-4-18 アンチモン濃度

(19) セシウム

セシウム濃度を図 4-4-19 に示す。各調査地点の濃度は、 $0.003\sim 0.090\text{ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、平塚、江東、さいたま、騎西、千葉、市原で高い期間が見られた。また、前年度と比べ全体的に低い傾向にあった。

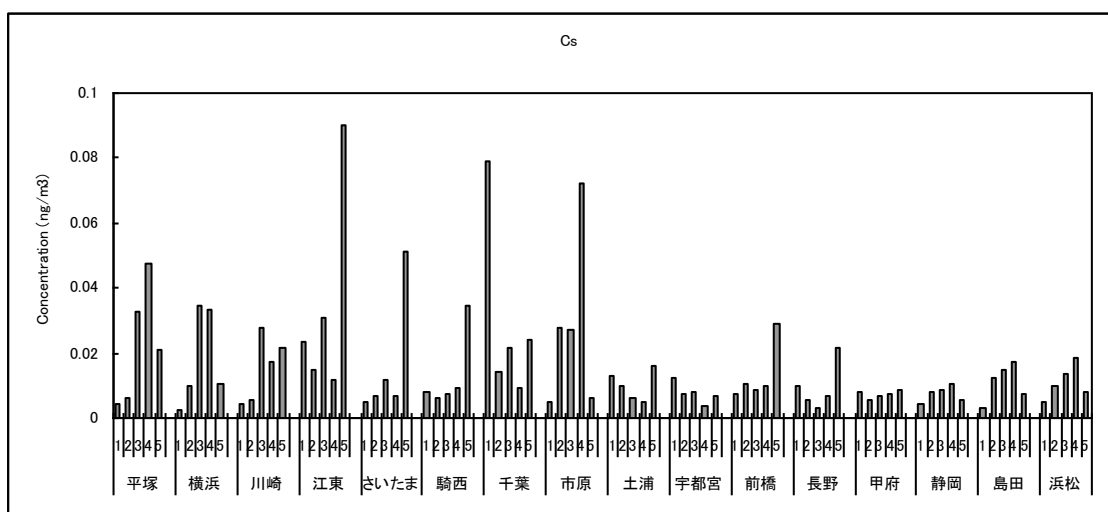


図 4-4-19 セシウム濃度

(20) ランタン

ランタン濃度を図4-4-20に示す。各調査地点の濃度は、 $<0.025 \sim 2.9 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、市原で高い傾向が見られた。

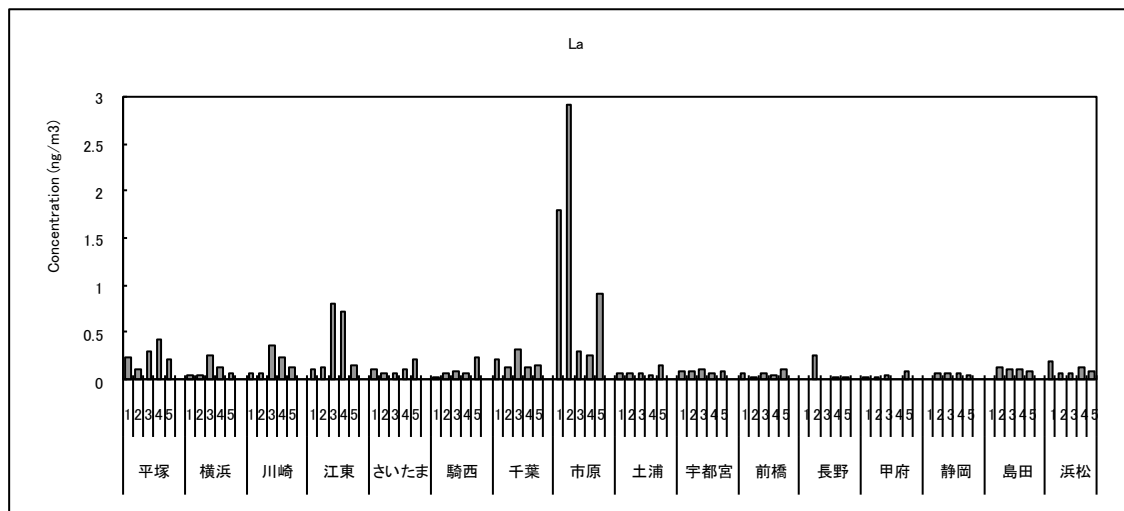


図 4-4-20 ランタン濃度

(21) 鉛

鉛濃度を図 4-4-21 に示す。各調査地点の濃度は、 $<0.12 \sim 38 \text{ ng/m}^3$ の範囲にあった。地域的には、長野で突出して高い期間があった。また、前年度と比べ高い傾向の地点もあったが、全体的に低い傾向にあった。

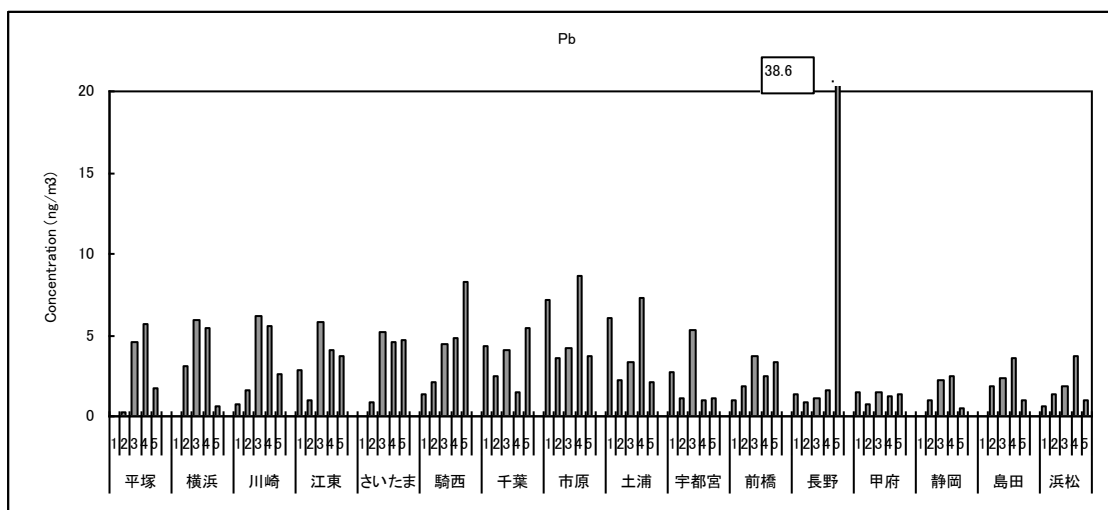


図 4-4-21 鉛濃度

4.5 発生源寄与の推定

(1) 使用した発生源データ

表 4-5-1 に今年度の寄与率計算で使用した発生源データを示す。6 発生源×7 項目で、今までは平成 2 年以降同じもの（平成 14 年度の報告書からは重油燃焼、廃棄物焼却について東京都のデータに差し替え）を使用してきた。

しかし、昨年度はアルミニウムがほとんど検出限界以下となって、発生源寄与量の推定に使用できなかったため、チタンで代用したが、今年度はチタンやアルミニウムがほとんど検出下限値以下となったためこれらに替わる指標として La を用いた。

また、昨年度は炭素成分の分析方法の変更により、環境中の元素状炭素濃度も従来より大幅に下がり、有機炭素濃度との関係が逆転しており、従来の発生源データでは推定がうまくいかないことが予想された。昨年度、実際に寄与量の推定を行ったところ、元素別計算結果が実測濃度値を説明していない事例が多く見られたため、平成 17 年度の道路粉じん汚染寄与調査報告書で引用されている発生源データ¹⁾に全面的に差し替えた。この発生源データは、大阪府立大学の溝畑氏が提供したもので、海塩粒子と鉄鋼は従来のデータと有効数字の差があるもののほとんど同じである。自動車については、実質的にディーゼル自動車のデータであるが、指標元素である元素状炭素について、従来が 55.7%に対し、今回のデータが 55.3%とほぼ同じである。重油燃焼については、元素状炭素については、従来が 30.3%に対し、今回のデータが 30%とほぼ同じである一方、指標元素であるバナジウムについては、従来が 0.212%に対し、今回のデータが 0.64%と 3 倍になっている。廃棄物焼却については、カリウムが 4 倍、ナトリウムが 2 倍、カルシウムが半分以下とかなり組成比が異なっている。道路粉じんについては、従来データと今回のデータでは全体的に似通った組成になっている。以上のことから重油燃焼と廃棄物焼却については、従来とは異なる傾向を示す可能性があるが、その他の発生源は従来と同様と言える。

表 4-5-1 寄与の推定計算で使用した発生源データ（単位：％）

	自動車	重油燃焼	廃棄物焼却	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼
Na	0.0232	1.0	12	30.4	1.17	1.36
K	0.0387	0.085	20	1.1	1.17	1.32
Ca	0.0794	0.085	1.1	1.17	5.73	4.51
V	0.00038	0.64	0.0027	0.00001	0.0107	0.0125
Mn	0.00168	0.012	0.033	0.00001	0.112	2.2
La	0.00002	0.004	0.00077	0	0.00283	0.00098
EC	55.3	30	5.0	0	1.48	0.5

(2) 発生源寄与率の推定方法

従来と同様に 6 発生源×7 項目の線形計画法で行い、6 発生源の寄与の合計を最大化することを目的とする。しかし、寄与の合計が粒子状物質濃度を超えないように制限するため、式の数 は 8 本となり、6 発生源×8 項目とも言える。計算ソフトとして、15 年度報告書から、BASIC プログラム²⁾をエクセルの VBA に翻訳したものを使用している。

ナトリウム、カリウム、カルシウムのデータについてはイオンクロマト（IC）と ICP-MS

のデータがあるが、比較して濃度の高い方を採用した。

二次生成粒子の計算は平成元年度以来同じで、次式のように 4 種の水溶性成分の実測値の和として計算した。

$$\text{二次生成粒子} = [\text{NH}_4^+] + [\text{Cl}^-] + [\text{NO}_3^-] + [\text{SO}_4^{2-}]$$

しかし、この式は一次発生量を考慮していないため、過大評価している可能性もあるが、その一方、二次生成の有機炭素を考慮していないため、相殺されている部分もあると考えられる。また、寄与の合計が 100%を超える場合は、二次生成粒子の量を減らして 100%になるように調整した。

(3) 計算結果

測定期間ごとの発生源寄与の推定結果を表 4-5-2～4-5-6 及び図 4-5-1～4-5-5 に示す。不明部分は粒子状物質濃度から各発生源の寄与量を差し引いた結果とした。

自動車については、全体を通してみると例年どおり二次生成粒子に次いで 2 番目に大きな寄与率となった。平塚、横浜で自動車寄与率が 0%となる期間があり、予想される結果と大きな乖離が見られた。この理由については元素状炭素の濃度が低かったことが影響したと考えられる。また、元素状炭素の濃度が低い上に重油燃焼の指標である V が高いことから元素状炭素が重油燃焼に多く振り分けられたことも自動車寄与率を大きく下げた要因の一つと考えられた。今後、解析を行う中で、今回のような結果となった場合には、発生源データの条件検討や元素状炭素の分析結果等について再度確認するなどの必要があると考えられた。他の地点においてはおおむね約 10%以上の寄与率を示した。また、最も高い寄与率を示したのが期間②の長野で約 38%であった。沿岸部と内陸部で比較してみると、内陸部のほうが高い寄与率を示す傾向があり、期間①、②、⑤ではその傾向が顕著であった。

重油燃焼については、平塚、横浜、川崎、江東で全期間を通じて高い傾向がみられ、特に期間①、②では 10%を超える寄与率を示すことが多かった。最も寄与率が高かったのは期間①の川崎で約 26%であった。

廃棄物焼却については、期間 2 の長野が約 6%と比較的高いのを除いて、期間全体を通じて各地点ともに大きな差は認められなかった。

海塩粒子については、期間①、②において全地点で高い傾向がみられたが、逆に期間③、④ではほとんどの地点で 0～3%と低かった。沿岸部と内陸部で明確な差があり、特に期間①、②で差が大きかった。他の期間も傾向は同じく、沿岸部ではある程度の寄与率が算出されるのに対して、内陸部ではほとんどが 2%未満であった。

道路粉じんについては、期間③で地点ごとの違いが小さかったものの、その他の期間では寄与率が 0%～約 9%と測定地点ごとの違いが大きい結果となった。しかし、地点ごとの明確な特徴は認められなかった。

鉄鋼については、数値の差はそれほど大きくないものの、地域差が認められ、全期間を通じて川崎、市原で高い傾向が認められた。

二次生成粒子については、期間①の甲府、静岡、島田、浜松及び期間③の長野で自動車の寄与率が二次生成粒子の寄与率を上回った。それ以外の全ての期間、地点において約 30%～60%と卓越した成分となった。

表 4-5-2 期間①の発生源寄与推定結果

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （下段寄与率を除く）

	粒子濃度	自動車	重油燃焼	廃棄物	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼	二次粒子	不明
平塚	9.5	0.00	1.09	0.10	0.62	0.28	0.06	2.47	4.85
横浜	5.2	0.00	0.89	0.13	0.25	0.10	0.04	1.60	2.19
川崎	8.9	1.37	1.13	0.09	0.33	0.58	0.58	3.39	1.42
江東	9.9	1.99	2.42	0.44	0.51	0.38	0.29	3.22	0.67
さいたま	6.0	0.94	0.93	0.15	0.21	0.35	0.05	2.44	0.94
騎西	9.1	1.35	0.49	0.23	0.07	0.18	0.09	2.06	4.61
千葉	10.9	0.57	1.08	0.39	0.52	0.75	0.34	3.61	3.62
市原	6.1	1.35	0.33	0.21	0.42	0.85	0.12	2.81	0.00
土浦	7.4	0.98	0.30	0.14	0.28	0.76	0.11	3.32	1.54
宇都宮	9.8	2.41	0.30	0.23	0.14	0.22	0.18	2.60	3.72
前橋	8.8	1.69	0.03	0.29	0.09	1.33	0.04	4.46	0.89
長野	4.7	1.44	0.00	0.18	0.11	0.00	0.09	1.85	1.05
甲府	13.3	3.02	0.07	0.32	0.07	0.17	0.09	1.36	8.25
静岡	4.8	1.17	0.00	0.26	0.08	0.00	0.03	0.95	2.31
島田	10.3	2.39	0.00	0.21	0.45	0.00	0.04	2.15	5.03
浜松	7.7	1.73	0.45	0.17	0.17	0.47	0.19	1.16	3.37
	粒子濃度	自動車	重油燃焼	廃棄物	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼	二次粒子	不明
平塚	9.5	0.0%	11.5%	1.0%	6.5%	3.0%	0.6%	26.1%	51.3%
横浜	5.2	0.0%	17.2%	2.5%	4.9%	1.8%	0.7%	30.8%	42.1%
川崎	8.9	15.5%	12.7%	1.1%	3.7%	6.5%	6.5%	38.2%	15.9%
江東	9.9	20.1%	24.4%	4.5%	5.1%	3.8%	2.9%	32.4%	6.7%
さいたま	6.0	15.6%	15.5%	2.6%	3.6%	5.9%	0.9%	40.5%	15.6%
騎西	9.1	14.8%	5.4%	2.6%	0.8%	2.0%	1.0%	22.7%	50.8%
千葉	10.9	5.3%	9.9%	3.6%	4.8%	6.9%	3.1%	33.2%	33.3%
市原	6.1	22.2%	5.4%	3.5%	7.0%	13.9%	1.9%	46.2%	0.0%
土浦	7.4	13.2%	4.0%	1.9%	3.8%	10.2%	1.5%	44.6%	20.7%
宇都宮	9.8	24.6%	3.1%	2.3%	1.5%	2.2%	1.9%	26.5%	38.0%
前橋	8.8	19.2%	0.3%	3.3%	1.0%	15.1%	0.4%	50.6%	10.1%
長野	4.7	30.6%	0.0%	3.8%	2.2%	0.0%	1.8%	39.3%	22.3%
甲府	13.3	22.6%	0.5%	2.4%	0.5%	1.2%	0.7%	10.2%	61.8%
静岡	4.8	24.4%	0.0%	5.4%	1.6%	0.0%	0.6%	19.8%	48.1%
島田	10.3	23.3%	0.0%	2.0%	4.4%	0.0%	0.4%	21.0%	49.0%
浜松	7.7	22.5%	5.9%	2.2%	2.2%	6.1%	2.5%	15.0%	43.7%

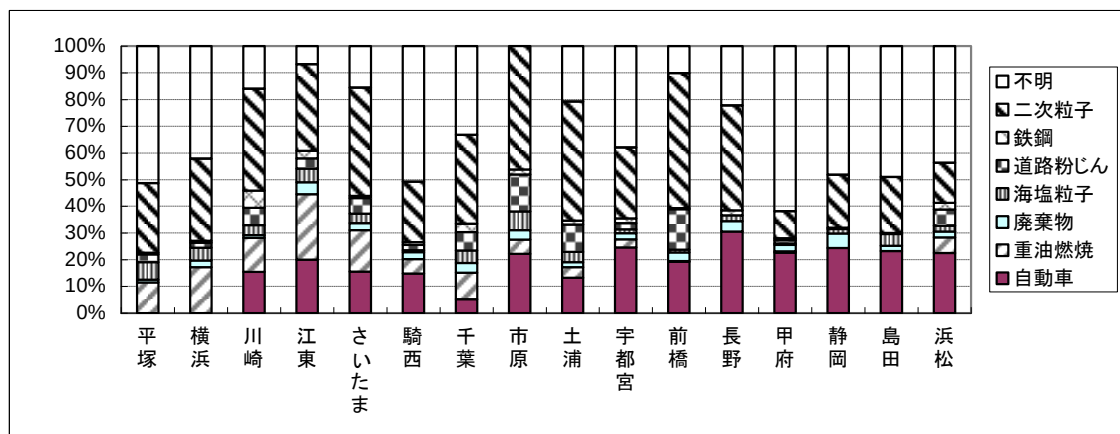


図 4-5-1 期間①の発生源寄与の推定結果

表 4-5-3 期間②の発生源寄与推定結果

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (下段寄与率を除く)

	粒子濃度	自動車	重油燃焼	廃棄物	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼	二次粒子	不明
平塚	11.9	0.00	1.49	0.16	0.72	0.48	0.07	4.24	4.75
横浜	8.4	0.45	0.09	0.24	0.46	1.02	0.10	3.86	2.16
川崎	10.5	1.18	1.11	0.15	0.59	0.80	0.46	4.42	1.83
江東	10.2	0.96	2.52	0.32	0.63	0.59	0.15	4.79	0.23
さいたま	7.8	0.95	0.51	0.19	0.51	0.36	0.07	3.10	2.16
騎西	11.2	1.29	0.39	0.39	0.30	0.37	0.09	2.68	5.65
千葉	10.1	0.57	0.78	0.18	0.78	0.51	0.14	4.18	2.95
市原	8.6	1.16	0.48	0.36	0.79	0.65	0.31	4.87	0.00
土浦	7.2	0.66	0.52	0.19	0.44	0.41	0.11	3.51	1.37
宇都宮	9.1	1.27	0.57	0.30	0.33	0.20	0.14	2.88	3.41
前橋	7.3	1.43	0.23	0.17	0.14	0.28	0.10	2.79	2.13
長野	3.8	1.44	0.06	0.24	0.08	0.07	0.07	1.56	0.31
甲府	15.7	2.21	0.42	0.29	0.04	0.23	0.05	4.60	7.87
静岡	14.5	1.03	1.46	0.27	0.21	0.37	0.09	7.29	3.78
島田	18.7	1.42	1.67	0.36	0.66	0.36	0.09	8.72	5.41
浜松	13.8	1.26	1.18	0.26	0.35	0.00	0.32	4.94	5.49
	粒子濃度	自動車	重油燃焼	廃棄物	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼	二次粒子	不明
平塚	11.9	0.0%	12.5%	1.3%	6.1%	4.1%	0.6%	35.6%	39.8%
横浜	8.4	5.3%	1.1%	2.9%	5.5%	12.2%	1.2%	46.1%	25.8%
川崎	10.5	11.2%	10.6%	1.4%	5.6%	7.5%	4.3%	42.0%	17.4%
江東	10.2	9.4%	24.7%	3.1%	6.2%	5.8%	1.5%	47.0%	2.3%
さいたま	7.8	12.1%	6.4%	2.4%	6.5%	4.6%	0.9%	39.5%	27.5%
騎西	11.2	11.5%	3.5%	3.5%	2.7%	3.3%	0.8%	24.0%	50.6%
千葉	10.1	5.6%	7.8%	1.8%	7.7%	5.1%	1.4%	41.4%	29.2%
市原	8.6	13.4%	5.5%	4.2%	9.2%	7.6%	3.6%	56.5%	0.0%
土浦	7.2	9.1%	7.1%	2.7%	6.1%	5.8%	1.5%	48.7%	19.1%
宇都宮	9.1	13.9%	6.3%	3.3%	3.7%	2.2%	1.5%	31.7%	37.5%
前橋	7.3	19.6%	3.2%	2.4%	1.9%	3.8%	1.3%	38.4%	29.3%
長野	3.8	37.6%	1.6%	6.4%	2.0%	1.9%	1.8%	40.8%	8.0%
甲府	15.7	14.1%	2.6%	1.9%	0.3%	1.5%	0.3%	29.3%	50.1%
静岡	14.5	7.1%	10.0%	1.9%	1.5%	2.5%	0.6%	50.3%	26.1%
島田	18.7	7.6%	8.9%	1.9%	3.5%	1.9%	0.5%	46.7%	29.0%
浜松	13.8	9.1%	8.6%	1.9%	2.5%	0.0%	2.3%	35.8%	39.8%

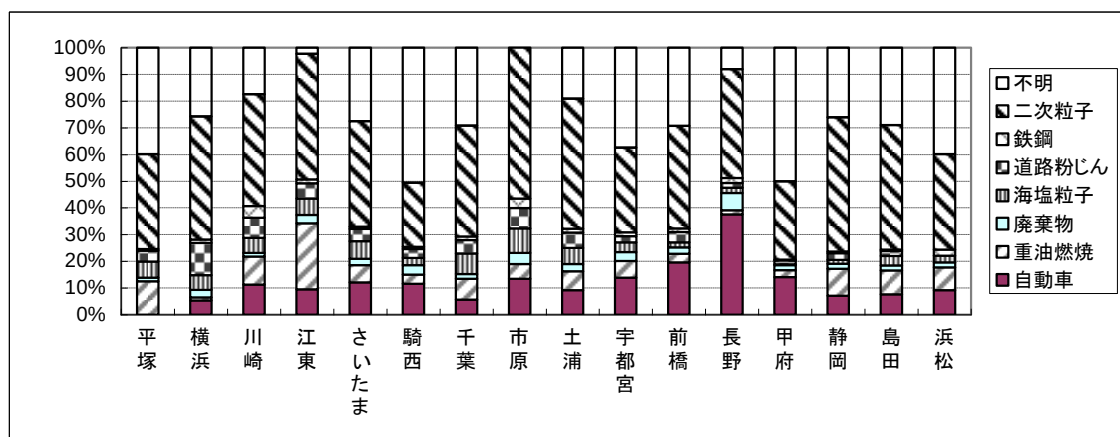


図 4-5-2 期間②の発生源寄与の推定結果

表 4-5-4 期間③の発生源寄与推定結果

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (下段寄与率を除く)

	粒子濃度	自動車	重油燃焼	廃棄物	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼	二次粒子	不明
平塚	14.7	1.63	0.73	0.49	0.08	0.50	0.22	5.97	5.09
横浜	18.7	1.46	1.55	0.46	0.00	0.91	0.16	9.47	4.66
川崎	20.1	2.32	1.07	0.59	0.08	0.56	0.22	10.85	4.39
江東	15.6	2.47	0.35	0.58	0.00	0.66	0.24	7.42	3.87
さいたま	12.4	2.11	0.20	0.39	0.00	0.35	0.11	4.39	4.86
騎西	12.5	1.97	0.16	0.41	0.00	0.22	0.08	3.81	5.87
千葉	17.2	1.53	0.55	0.67	0.11	0.56	0.13	8.59	5.06
市原	11.8	1.09	0.41	0.57	0.04	0.43	0.29	7.87	1.05
土浦	9.1	0.91	0.25	0.38	0.01	0.23	0.03	4.23	3.08
宇都宮	17.6	2.79	0.22	0.40	0.00	0.29	0.10	8.13	5.68
前橋	15.4	2.12	0.08	0.41	0.00	0.34	0.08	8.97	3.41
長野	5.8	1.20	0.00	0.19	0.10	0.00	0.08	0.93	3.30
甲府	11.7	1.93	0.31	0.32	0.04	0.16	0.07	3.46	5.43
静岡	11.6	1.36	0.55	0.37	0.01	0.08	0.09	4.96	4.17
島田	15.6	2.39	0.51	0.40	0.09	0.48	0.11	6.00	5.59
浜松	13.6	1.44	0.58	0.39	0.05	0.03	0.20	6.54	4.32
	粒子濃度	自動車	重油燃焼	廃棄物	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼	二次粒子	不明
平塚	14.7	11.1%	5.0%	3.3%	0.6%	3.4%	1.5%	40.6%	34.6%
横浜	18.7	7.8%	8.3%	2.5%	0.0%	4.9%	0.9%	50.7%	24.9%
川崎	20.1	11.6%	5.3%	2.9%	0.4%	2.8%	1.1%	54.1%	21.9%
江東	15.6	15.8%	2.2%	3.7%	0.0%	4.2%	1.5%	47.6%	24.9%
さいたま	12.4	17.0%	1.6%	3.1%	0.0%	2.9%	0.9%	35.3%	39.1%
騎西	12.5	15.7%	1.3%	3.3%	0.0%	1.8%	0.6%	30.4%	46.9%
千葉	17.2	8.9%	3.2%	3.9%	0.7%	3.3%	0.7%	49.9%	29.4%
市原	11.8	9.3%	3.5%	4.9%	0.4%	3.7%	2.5%	66.9%	8.9%
土浦	9.1	10.0%	2.7%	4.2%	0.1%	2.5%	0.3%	46.4%	33.8%
宇都宮	17.6	15.8%	1.2%	2.3%	0.0%	1.7%	0.6%	46.2%	32.2%
前橋	15.4	13.7%	0.5%	2.6%	0.0%	2.2%	0.5%	58.2%	22.1%
長野	5.8	20.7%	0.0%	3.3%	1.7%	0.0%	1.4%	16.0%	56.9%
甲府	11.7	16.5%	2.6%	2.7%	0.3%	1.3%	0.6%	29.5%	46.4%
静岡	11.6	11.7%	4.7%	3.2%	0.1%	0.7%	0.8%	42.8%	36.0%
島田	15.6	15.3%	3.3%	2.6%	0.6%	3.1%	0.7%	38.5%	35.9%
浜松	13.6	10.6%	4.3%	2.9%	0.4%	0.2%	1.5%	48.2%	31.9%

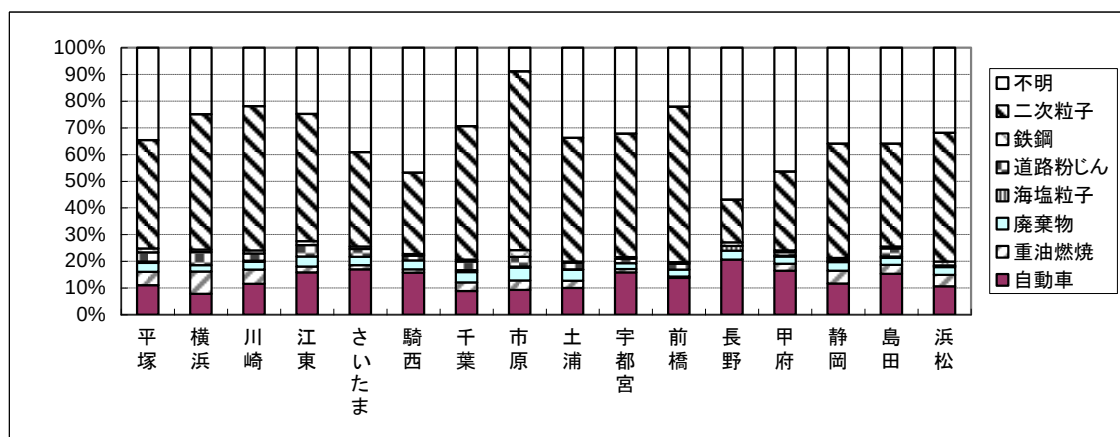


図 4-5-3 期間③の発生源寄与の推定結果

表 4-5-5 期間④の発生源寄与推定結果

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (下段寄与率を除く)

	粒子濃度	自動車	重油燃焼	廃棄物	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼	二次粒子	不明
平塚	18.9	2.31	0.92	0.56	0.20	1.09	0.48	6.31	7.05
横浜	14.7	1.29	2.42	0.25	0.01	0.51	0.20	7.05	3.00
川崎	14.4	2.26	0.87	0.28	0.19	0.46	0.28	7.30	2.74
江東	12.7	2.43	0.22	0.28	0.11	0.79	0.16	5.47	3.23
さいたま	10.7	1.76	0.20	0.33	0.10	0.50	0.12	4.22	3.49
騎西	14.0	2.25	0.23	0.56	0.05	0.17	0.13	3.59	6.99
千葉	12.1	1.70	0.33	0.25	0.19	0.40	0.12	5.78	3.30
市原	9.1	1.60	0.32	0.37	0.16	0.80	0.52	5.31	0.00
土浦	8.6	1.04	0.24	0.33	0.22	0.24	0.06	4.22	2.21
宇都宮	8.9	1.38	0.12	0.30	0.12	0.21	0.08	3.12	3.60
前橋	9.5	1.85	0.14	0.29	0.05	0.05	0.12	4.00	3.00
長野	15.4	2.24	0.12	0.32	0.03	0.30	0.12	6.18	6.06
甲府	16.8	2.29	0.00	0.16	0.15	0.00	0.09	4.95	9.21
静岡	17.6	2.23	0.63	0.48	0.00	0.28	0.14	6.40	7.44
島田	24.7	4.36	0.71	0.63	0.10	0.45	0.18	7.39	10.88
浜松	25.3	3.04	0.91	0.71	0.07	0.31	0.40	9.27	10.59
	粒子濃度	自動車	重油燃焼	廃棄物	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼	二次粒子	不明
平塚	18.9	12.2%	4.9%	3.0%	1.0%	5.8%	2.6%	33.3%	37.3%
横浜	14.7	8.8%	16.4%	1.7%	0.0%	3.5%	1.4%	47.9%	20.4%
川崎	14.4	15.7%	6.0%	2.0%	1.3%	3.2%	2.0%	50.8%	19.1%
江東	12.7	19.1%	1.7%	2.2%	0.9%	6.2%	1.3%	43.1%	25.4%
さいたま	10.7	16.4%	1.8%	3.0%	0.9%	4.7%	1.1%	39.4%	32.6%
騎西	14.0	16.1%	1.6%	4.0%	0.4%	1.2%	0.9%	25.7%	50.0%
千葉	12.1	14.1%	2.8%	2.1%	1.6%	3.3%	1.0%	47.8%	27.3%
市原	9.1	17.6%	3.6%	4.1%	1.7%	8.8%	5.7%	58.4%	0.0%
土浦	8.6	12.1%	2.8%	3.9%	2.6%	2.8%	0.7%	49.2%	25.8%
宇都宮	8.9	15.5%	1.3%	3.4%	1.3%	2.3%	0.8%	34.9%	40.3%
前橋	9.5	19.5%	1.5%	3.1%	0.6%	0.6%	1.2%	42.1%	31.5%
長野	15.4	14.6%	0.8%	2.1%	0.2%	1.9%	0.8%	40.2%	39.4%
甲府	16.8	13.6%	0.0%	0.9%	0.9%	0.0%	0.5%	29.4%	54.7%
静岡	17.6	12.7%	3.6%	2.7%	0.0%	1.6%	0.8%	36.3%	42.2%
島田	24.7	17.7%	2.9%	2.6%	0.4%	1.8%	0.7%	29.9%	44.0%
浜松	25.3	12.0%	3.6%	2.8%	0.3%	1.2%	1.6%	36.6%	41.8%

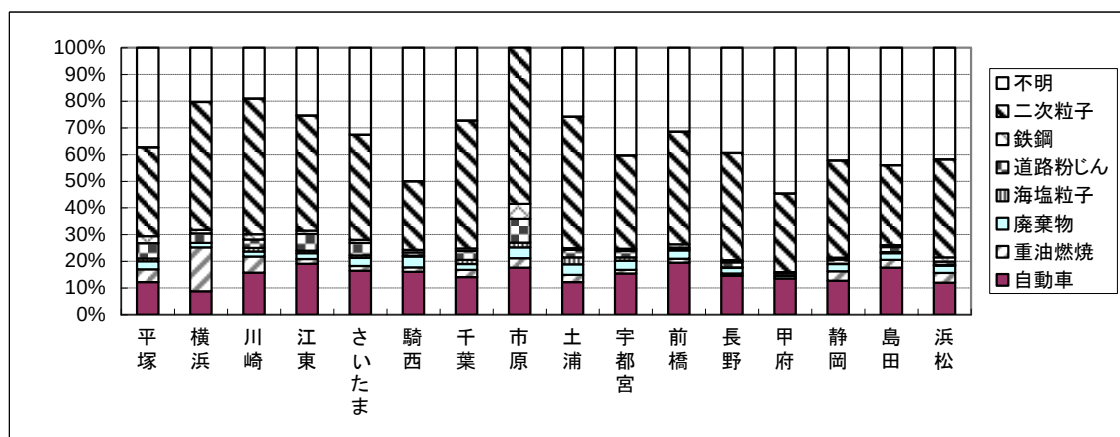


図 4-5-4 期間④の発生源寄与の推定結果

表 4-5-6 期間⑤の発生源寄与推定結果

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （下段寄与率を除く）

	粒子濃度	自動車	重油燃焼	廃棄物	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼	二次粒子	不明
平塚	12.9	0.00	1.90	0.22	0.63	0.41	0.18	3.90	5.69
横浜	8.6	0.16	1.17	0.23	0.26	0.16	0.15	3.54	2.94
川崎	11.7	1.25	2.14	0.36	0.21	0.85	0.56	4.50	1.81
江東	14.6	2.25	2.64	0.61	0.40	0.89	1.02	5.48	1.35
さいたま	13.9	2.61	0.86	0.50	0.21	0.24	0.34	5.17	4.00
騎西	19.4	2.98	0.64	0.63	0.09	1.16	0.29	7.29	6.29
千葉	13.3	1.42	0.79	0.59	0.44	1.08	0.35	4.06	4.55
市原	8.3	1.36	0.57	0.37	0.30	0.30	0.71	3.76	0.94
土浦	12.9	1.11	0.51	0.30	0.11	0.44	0.11	6.93	3.42
宇都宮	16.0	2.05	0.29	0.34	0.05	0.31	0.07	7.08	5.84
前橋	16.8	2.26	0.52	0.44	0.00	0.17	0.27	8.27	4.83
長野	15.9	2.68	0.17	0.40	0.00	0.19	0.20	5.68	6.55
甲府	18.3	2.21	0.72	0.36	0.03	0.44	0.10	5.52	8.93
静岡	12.5	1.17	0.86	0.41	0.30	0.39	0.11	3.88	5.43
島田	14.3	2.50	0.83	0.48	0.65	0.16	0.10	3.71	5.83
浜松	13.9	1.90	0.97	0.41	0.52	0.00	0.50	4.43	5.15
	粒子濃度	自動車	重油燃焼	廃棄物	海塩粒子	道路粉じん	鉄鋼	二次粒子	不明
平塚	12.9	0.0%	14.7%	1.7%	4.8%	3.2%	1.4%	30.2%	44.0%
横浜	8.6	1.9%	13.5%	2.7%	3.0%	1.9%	1.8%	41.1%	34.1%
川崎	11.7	10.7%	18.3%	3.1%	1.8%	7.3%	4.8%	38.5%	15.5%
江東	14.6	15.4%	18.1%	4.2%	2.7%	6.1%	6.9%	37.4%	9.2%
さいたま	13.9	18.7%	6.1%	3.6%	1.5%	1.7%	2.5%	37.1%	28.7%
騎西	19.4	15.4%	3.3%	3.3%	0.5%	6.0%	1.5%	37.6%	32.5%
千葉	13.3	10.7%	6.0%	4.4%	3.3%	8.1%	2.6%	30.6%	34.3%
市原	8.3	16.4%	6.8%	4.4%	3.6%	3.6%	8.5%	45.3%	11.3%
土浦	12.9	8.6%	3.9%	2.3%	0.9%	3.4%	0.9%	53.6%	26.4%
宇都宮	16.0	12.8%	1.8%	2.1%	0.3%	1.9%	0.4%	44.2%	36.4%
前橋	16.8	13.5%	3.1%	2.6%	0.0%	1.0%	1.6%	49.3%	28.8%
長野	15.9	16.9%	1.1%	2.5%	0.0%	1.2%	1.3%	35.8%	41.3%
甲府	18.3	12.1%	4.0%	2.0%	0.1%	2.4%	0.5%	30.1%	48.8%
静岡	12.5	9.3%	6.8%	3.3%	2.4%	3.1%	0.9%	30.9%	43.3%
島田	14.3	17.5%	5.8%	3.3%	4.6%	1.1%	0.7%	26.0%	40.9%
浜松	13.9	13.7%	7.0%	3.0%	3.7%	0.0%	3.6%	31.9%	37.1%

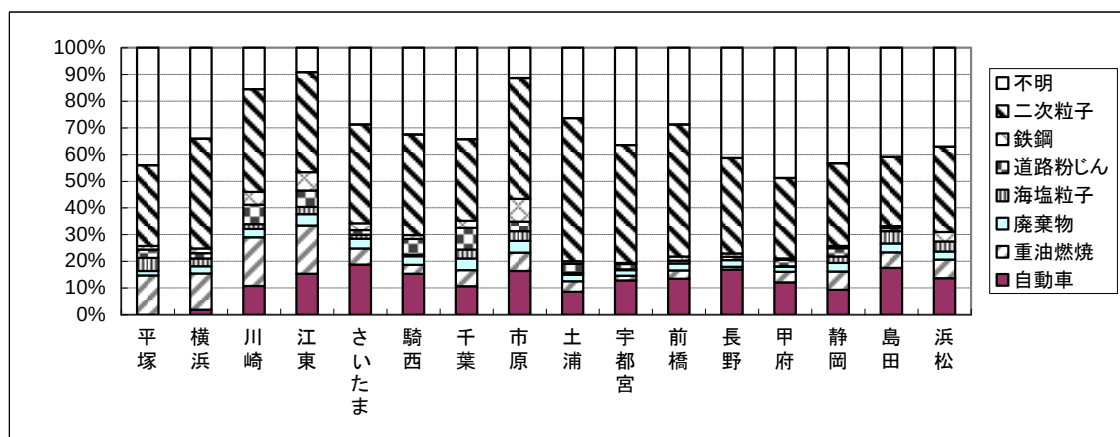


図 4-5-5 期間⑤の発生源寄与の推定結果

図 4-5-6 にディーゼル車運行規制地域内／外での発生源寄与率の比較を示す。

大きな差が認められたのは自動車寄与率と重油燃焼寄与率であり、期間①、②でともに顕著な差が認められる結果となったが、計算結果でも述べたとおり、平塚や横浜で自動車寄与率が 0%となったことも影響しており、一部課題が残る結果となった。

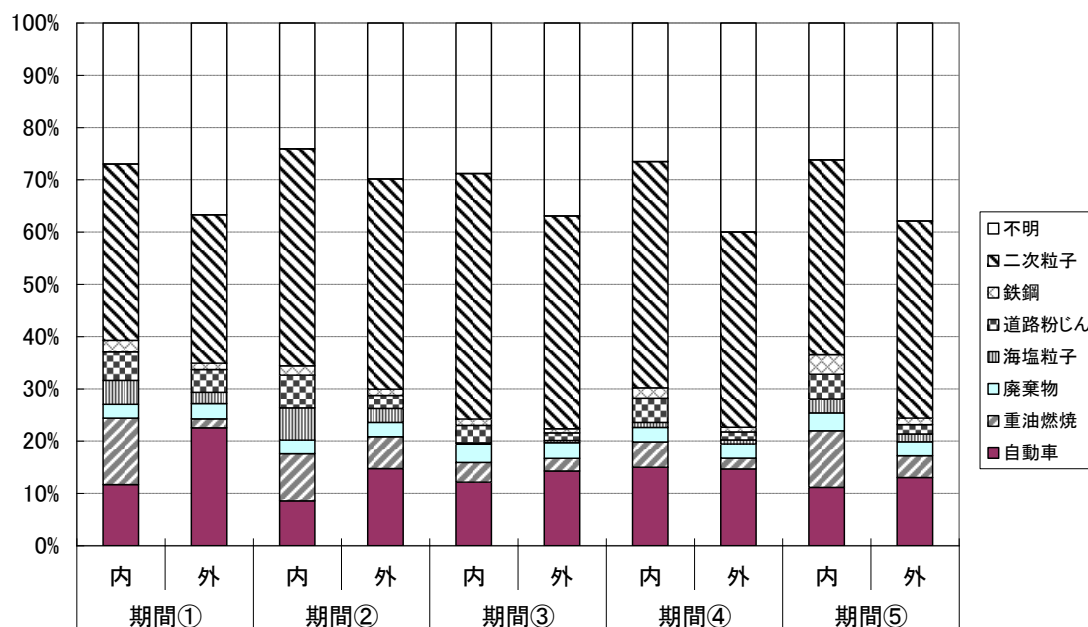


図 4-5-6 発生源寄与率の規制地域内外での比較

参考文献

- 1)平成 17 年度環境省請負業務調査結果報告書「道路粉じん汚染寄与調査」 (財) 日本環境衛生センター. 平成 18 年 3 月
- 2)玄光男, 井田憲一: (パーソナルコンピューターソフトウェアシリーズ) 線形計画・目標計画プログラム, 電気書院発行. 1985 年

4.6 フィルターパック法によるガス状成分、エアロゾル成分濃度

フィルターパック法（以下 FP 法）により、二次生成粒子のガス状前駆物質である SO_2 、 HNO_3 、 HCl 、 NH_3 の測定を行い、ガス状成分の地域特性、および $\text{PM}_{2.5}$ 濃度や Ox との関係について考察した。調査は希望自治体のみで行い、1 都 8 県 3 市の計 12 自治体が参加した。FP 法の詳細については資料編（P73、P74）を参照。

解析にあたっては、海塩の影響も受けやすく比較的発生源も多い沿岸部（川崎、江東、市原、土浦、島田）と、首都圏等からの移流が懸念されている内陸部（さいたま、騎西、宇都宮、前橋、長野、甲府）に分けて比較を行った。なお、このほか横浜でも調査を行っているが、横浜についてはすべての成分について明らかに他地点と異なる挙動の高濃度を示していたことから、解析の対象から除外することとした。

（１）ガス状成分およびエアロゾル成分の地域性について

各地点の、調査期間中の大気中ガス状成分の濃度、対応するエアロゾル成分の濃度、およびエアロゾルの割合を図 4-6-1 から図 4-6-4 に示す。なお、ガス状成分はフィルターパックの F1-F3 に捕集された成分の合計を、エアロゾル成分は F0 に捕集された成分濃度を用い、粒子化率は、F0-F3 に捕集された各成分の合計における F0 成分の割合で計算した。

SO_2 、 SO_4^{2-} の濃度はそれぞれ 8.2～115(平均 53) nmol/m^3 、12～58(平均 31) nmol/m^3 、粒子化率は 19～73(平均 37)% であった。川崎、江東、および島田といった沿岸部で SO_2 の濃度が大きく、騎西、長野、甲府などの内陸部で小さかった。 SO_4^{2-} の濃度については、沿岸部で内陸部より若干大きい傾向はみられたが、 SO_2 の濃度ほどの大きな差はなかった。その分、粒子化率は内陸部で大きくなった。

HNO_3 、 NO_3^- の濃度はそれぞれ 4.1～29(平均 17) nmol/m^3 、3.4～56(平均 22) nmol/m^3 、粒子化率は 25～78(平均 57)% であった。 HNO_3 の濃度はさいたま、騎西、前橋といった内陸部でやや大きく、川崎、市原、土浦などの沿岸部で小さい傾向であった。 NO_3^- の濃度は前橋、島田で大きかった。沿岸部で粒子化率が大きくなる傾向がみられた。

HCl 、 Cl^- の濃度はそれぞれ 3.5～49(平均 17) nmol/m^3 、2.3～35(平均 12) nmol/m^3 、粒子化率は 5.3～89(平均 42)% であった。 HCl の濃度は、さいたま、騎西、島田で大きかったが、その他の地点については沿岸部と内陸部で明確な差はなかったことから、周辺の発生源の影響を強く受けていたものと考えられる。 Cl^- の濃度および粒子化率は江東、島田など沿岸部で大きい傾向がみられ、海塩の影響によるものと考えられる。

NH_3 、 NH_4^+ の濃度はそれぞれ 96～417(平均 207) nmol/m^3 、17～101(平均 59) nmol/m^3 、粒子化率は 14～31(平均 22)% であった。 NH_3 の濃度は宇都宮、前橋で大きかったが、沿岸部と内陸部で大きな差はなかった。 NH_4^+ の濃度についても内陸部と沿岸部で大きな差はなく、粒子化率も同程度だった。

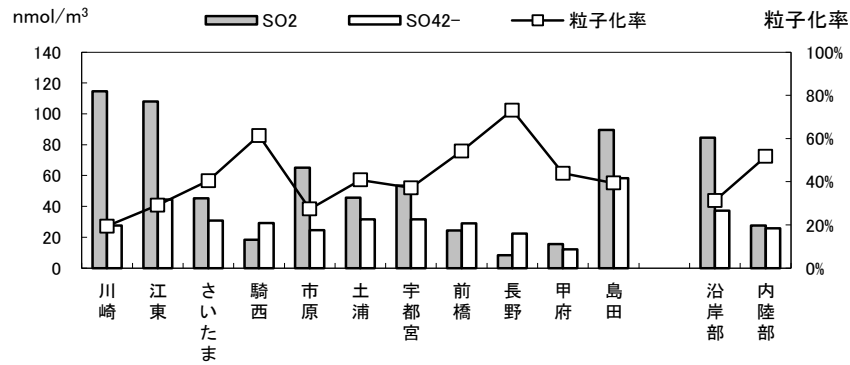


図 4-6-1 SO_2 および SO_4^{2-} の濃度

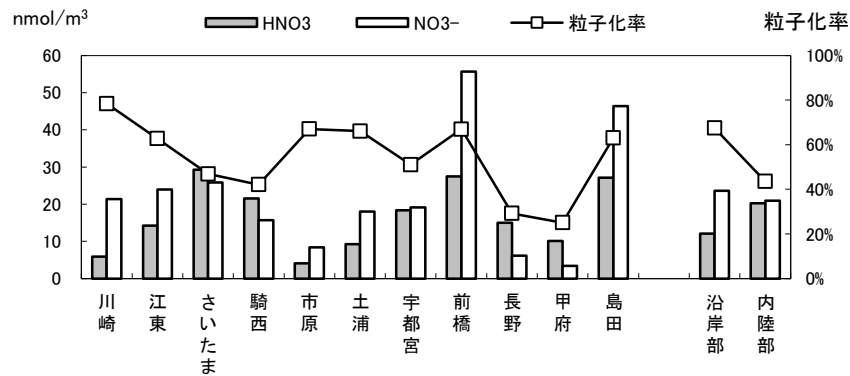


図 4-6-2 HNO_3 および NO_3^- 濃度

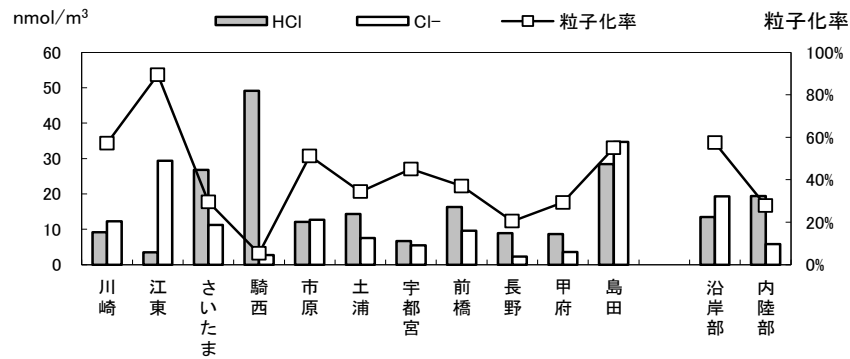


図 4-6-3 HCl および Cl^- 濃度

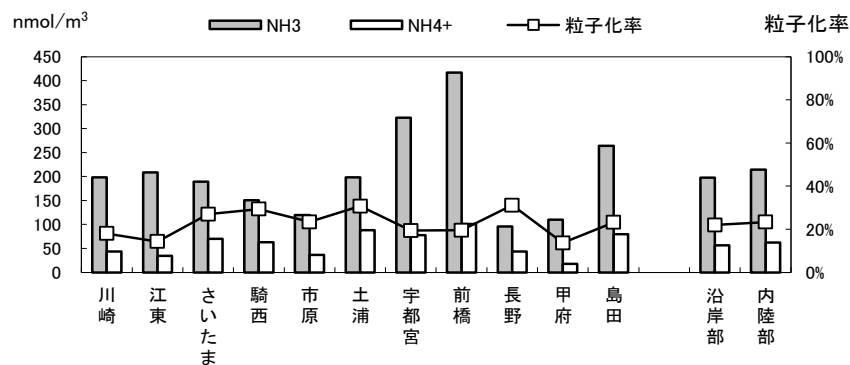


図 4-6-4 NH_3 および NH_4^+ の濃度

(2) ガス状成分およびエアロゾル成分の期間変動について

沿岸部と内陸部の大気中ガス状成分の濃度、対応するエアロゾル成分濃度、および粒子化率の期間変動を各成分毎に図 4-6-5 から図 4-6-8 に示す。また比較のため沿岸部と内陸部の PM_{2.5}, PM(10-2.5), および常時監視データ (SPM, 日中の Ox (5 時～19 時), 気温, 日照時間, 湿度) の期間変動を図 4-6-9 に示す。

SO₂ について、沿岸部では期間⑤に濃度が大きくなったが、調査期間を通じて大きな変動はなかった。内陸部では沿岸部よりも濃度が小さかったが、濃度の増減パターンは沿岸部とはほぼ一致していた。SO₄²⁻は沿岸部では期間①から③にかけて濃度が上昇し、その後やや低下したが、内陸部では調査期間を通じて上昇傾向にあった。

HNO₃ について、沿岸部と内陸部で共通して期間①～④にかけて徐々に濃度が上昇していく傾向がみられた。期間⑤については、沿岸部で濃度が低下したのに対し、内陸部では大きく上昇していた。NO₃⁻は沿岸部では期間②～⑤にかけて、内陸部では期間③, ⑤に濃度が大きくなった。

HCl について、沿岸部と内陸部の濃度差は小さく、内陸部の期間⑤で濃度がやや大きくなったことを除いては大きな変動もなかった。Cl⁻は沿岸部が内陸部よりも常に濃度が大きく、特に期間①, ⑤で大きかった。

NH₄⁺について、沿岸部、内陸部とも期間④, ⑤にやや濃度が上昇していたが、大きな変動はなかった。NH₄⁺は沿岸部では期間③に、内陸部では期間⑤に濃度が上昇していた。SO₄²⁻の濃度変動パターンとよく似ており、大部分が硫酸アンモニウムとして存在していることを支持していた。

調査期間中の PM_{2.5} 濃度は、沿岸部、内陸部ともに期間①～③にかけて上昇し、その後沿岸部では濃度が低下するのに対して、内陸部では濃度が増加していた。期間①～③については、沿岸部、内陸部ともに日中の Ox 濃度が徐々に増加し、それに伴って SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺などの二次生成エアロゾルが大きくなったことが濃度上昇の要因と考えられる。SO₂および SO₄²⁻の期間変動をみると、日中の Ox 濃度と比例するように SO₄²⁻の濃度が上昇し、逆に SO₂の濃度は低下していく動きがみられる。沿岸部では期間③以降 Ox 濃度が低下したが、内陸部では Ox 濃度の高い状態を保っていた。それにより内陸部では期間③以降も SO₂から SO₄²⁻への変換が進み、PM_{2.5}の濃度を押し上げたものと考えられる。

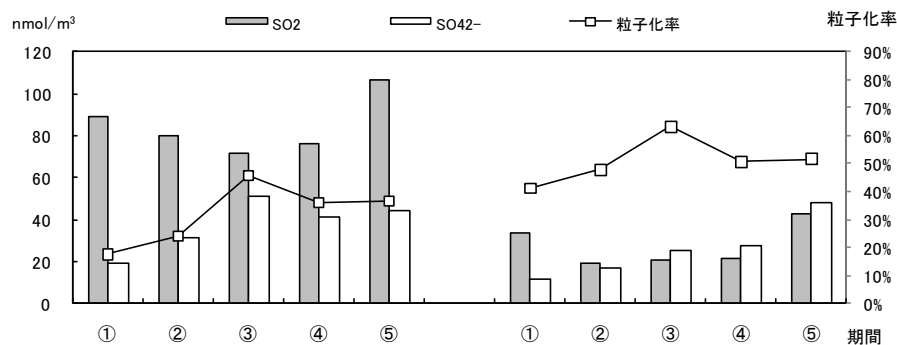


図 4-6-5 SO₂および SO₄²⁻の期間変動

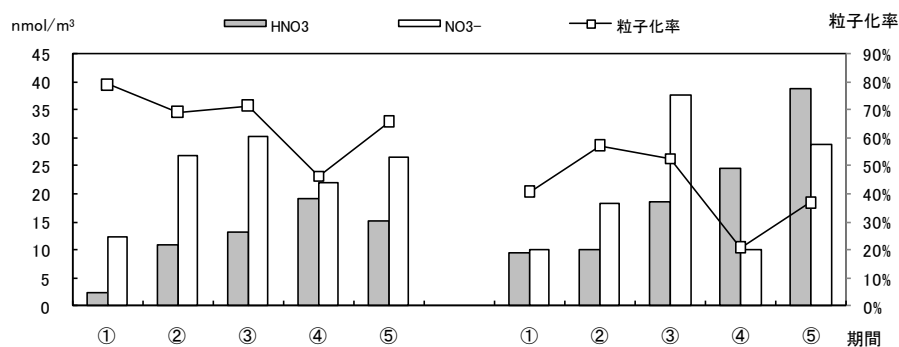


図 4-6-6 HNO₃およびNO₃⁻の期間変動

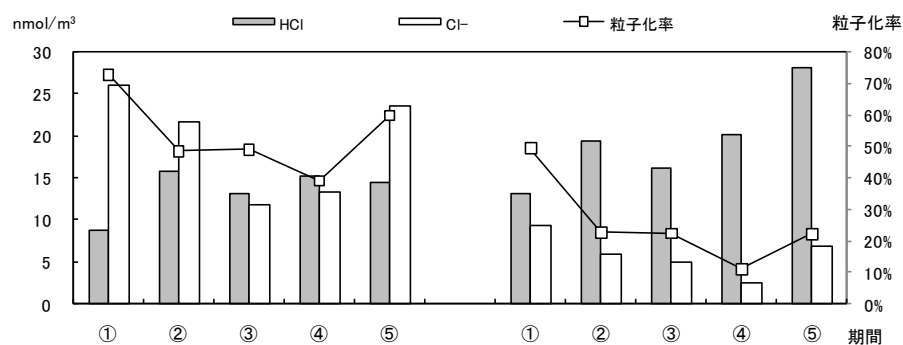


図 4-6-7 HCl および Cl⁻の期間変動

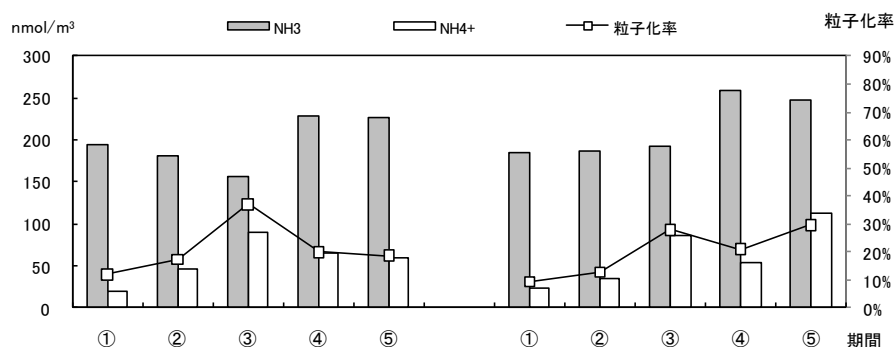


図 4-6-8 NH₃およびNH₄⁺の期間変動

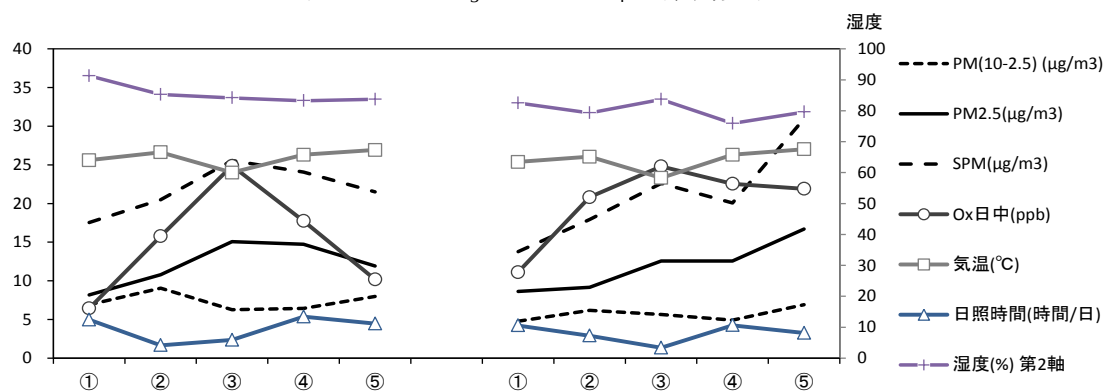


図 4-6-9 調査期間中の PM2.5 , PM(10-2.5)濃度
および常時監視データの推移

5 まとめと今後の課題

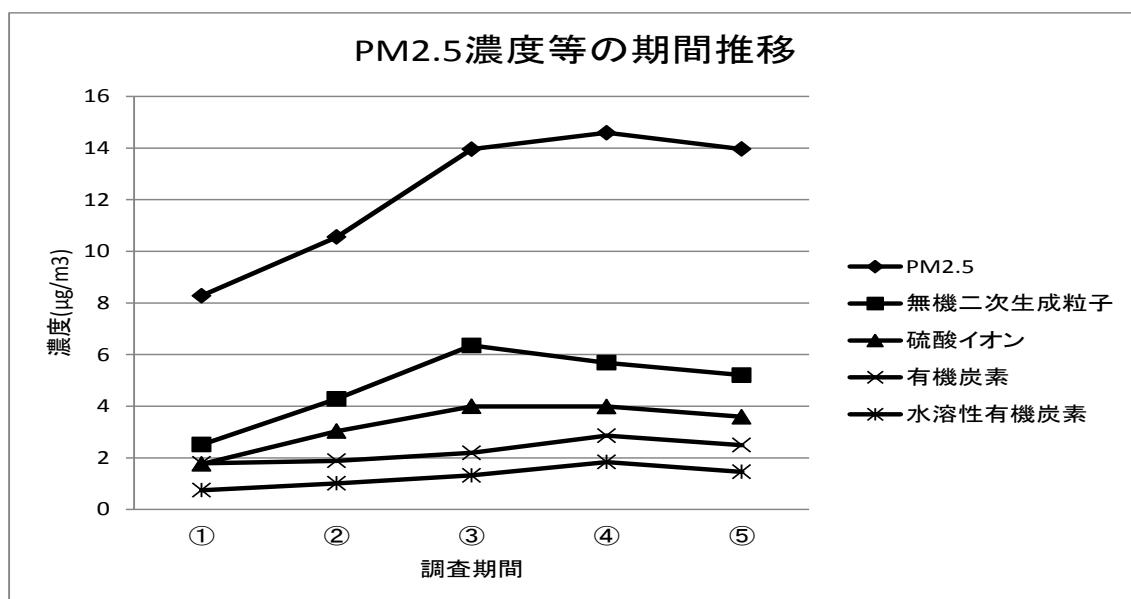
この調査は、本調査会議による平成 19 年度までの調査結果から得られた知見に基づき、夏期における PM2.5 の濃度実態等の把握に加え、PM2.5 の主要な成分である二次生成粒子の、広域的な生成機構の解明に資することを目的として、平成 20 年度から 3 年計画で実施している調査計画の 2 年目にあたる。調査は、前年度と同様に、簡易型の PM2.5 サンプラーである PCI サンプラーを用いた PM2.5 の調査と、フィルターパック法によるガス状成分及びエアロゾル成分の調査を、夏期の調査期間を 5 期間に分けて実施した。

5.1 まとめ

平成 21 年度の調査期間中の PM2.5 濃度は、期間平均で $8.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ (市原) から $16.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ (島田) の範囲にあり、平均濃度は $12.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低い値であった。このことは、調査期間中の気象条件を反映しているものと考えられる。このため、無機二次生成粒子の期間平均濃度も $3.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ (長野) から $6.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ (川崎) の範囲にあり、平均濃度は $4.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ と前年度に比較して低い値であった。しかし、無機二次生成粒子が PM2.5 の主要な成分であることに変わりはなく、この成分の増減は PM2.5 濃度の増減に影響を及ぼしていた。また、無機二次生成粒子は概ね SO_4^{2-} と NH_4^+ とで構成されており、この成分の増減は、PM2.5 の濃度の増減に影響しているとも言えた。なお、PM2.5 中の主要な成分の一つである有機炭素濃度は、期間平均で $1.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ (横浜、土浦) から $4.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ (島田) の範囲にあり、平均濃度は $2.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。このうち、水溶性有機炭素濃度は、期間平均で $0.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ (土浦) から $2.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ (甲府) の範囲であり、平均濃度は $1.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。この両者の平均濃度は前年度並みの値であった。

図には PM2.5 及び主要な成分の期間推移を示した。この夏期の調査では、前半の期間に主要な成分である硫酸イオン濃度の上昇に伴い、無機二次生成粒子濃度が上昇し、PM2.5 の濃度も高くなって行くことが見てとれる。なお、この硫酸イオンや無機二次生成粒子の期間推移は、日中のオキシダント平均濃度の推移と類似していた。また、水溶性有機炭素も地域別に見ると類似した傾向であった。このように、日照時間の少ない今年度の気象条件にあっても、PM2.5 濃度が日中のオキシダント濃度に影響されていることが認められた。このことは、フィルターパック法による調査からも認められ、日中のオキシダント濃度と比例するように二酸化硫黄濃度は低下し、硫酸イオン濃度が上昇する現象も見られた。

次に、発生源寄与の推定結果によれば、主要な発生源は自動車であることが認められた。次いで重油燃焼となっていた。しかし、バナジウム濃度の相対的に高い沿岸部では自動車の寄与が全く計算されない地点が見られるなど、不自然な例も見受けられた。この発生源寄与の推定に関しては今後検討していく予定である。



5.2 調査期間中の気象及び調査結果の概要

平成 21 年度の調査期間中の気象概況及び各項目の調査結果の概要は下記の通りである（詳細については、各調査結果の項を参照）。調査結果の概要は、各調査結果の項の記述に即して述べる。

(1) 調査期間中の気象概況

梅雨の期間は、6 月 3 日頃から 8 月 3 日頃と、1993 年の梅雨明けを特定できなかった年を除くと、統計開始以来最も遅い梅雨明けであり、最も長い梅雨期間であった。調査期間前半、関東地方は大気不安定となり所々で局地的な大雨を記録した。調査後半では、高気圧に覆われ気温が上昇したが、日照時間が少なく光化学スモッグ注意報が発令される状況ではなかった。

(2) 粒子状物質濃度

- 1) 調査期間①では、PM2.5 濃度は 4.7～13.3（平均 8.3） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、北関東甲信静、南関東ともにほぼ同程度であった。
- 2) 調査期間②では、PM2.5 濃度は 3.8～18.7（平均 10.6） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、①の期間に比べ、全体的に増加していた。また、南関東と北関東甲信静とでは北関東甲信静の方が高い値を示した。
- 3) 調査期間③では、PM2.5 濃度は 5.8～20.1（平均 14.0） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、南関東と北関東甲信静とでは、南関東の方が高い値を示した。
- 4) 調査期間④では、PM2.5 濃度は 8.6～25.3（平均 14.6） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、南関東と北関東甲信静とでは北関東甲信静の方が高い値を示した。
- 5) 調査期間⑤では、PM2.5 濃度は 8.3～19.4（平均 14.0） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、南関東と北関東甲信静とでは北関東甲信静の方が高い値を示した。
- 6) PM2.5 濃度の平均値は 8.8～16.7（平均 12.3） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、最も高濃度だった

のは島田で、次いで、甲府、浜松であった。最も低濃度だったのは市原であった。

7) PM_{2.5} 濃度は、期間①では南関東、北関東甲信静ともに同程度の濃度だったのに対し、期間②、④、⑤では北関東甲信静の方が南関東よりも高濃度であり、期間③では南関東の方が北関東甲信静よりも高濃度だった。また、南関東では期間③で PM_{2.5} 濃度が最も高くなったのに対し、北関東甲信静では期間④で PM_{2.5} 濃度が最高値を示した。

8) PN₁₀ に含まれる PM_{2.5} の割合が最も高かったのは甲府の 71.5%であり、最も低かったものは川崎の 58.3%であった。

(3) 水溶性イオン成分濃度

1) 水溶性イオン濃度の期間推移について見ると、Na⁺は、沿岸部で高濃度であった。NH₄⁺は、東京湾岸地域の期間③で高濃度であった。期間推移の挙動は SO₄²⁻の推移と類似していた。NO₃⁻は、期間③の前橋、宇都宮、横浜、川崎において高濃度であった。SO₄²⁻は、期間①は全地点で低濃度であったが、その他の期間では各期間で高濃度を示した。また、NH₄⁺や SO₄²⁻が高い地点は Ox 濃度が比較的高くなっていた。

2) 水溶性イオン成分濃度の期間平均濃度は、南関東で 4.0 (さいたま) ~ 6.3 (川崎) (平均 5.2) µg/m³、北関東甲信静で 3.4 (長野) ~ 5.9 (前橋) (平均 4.9) µg/m³であった。SO₄²⁻濃度の割合が高く、次いで NH₄⁺であり、両者で水溶性イオンの大部分を占めていた。なお、内陸部の前橋では NO₃⁻濃度が高く、これによって全イオン濃度が高くなっているのが特徴的であった。

3) 水溶性イオン成分の PM_{2.5} に対する期間平均含有率は、南関東で 31.0 (騎西) ~ 61.1 (市原) (平均 43.3) %、北関東甲信静で 27.1 (甲府) ~ 50.8 (前橋) (平均 38.6) %で、全地点平均では 41%であり、地点間で大きな差が見られた。

4) PM_{2.5} 中の無機二次生成粒子 (SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻及び NH₄⁺の実測値の和) 濃度の期間推移は SO₄²⁻と NH₄⁺と同様の期間推移を示した。また、日中 Ox 濃度と無機二次生成粒子濃度の期間推移は同様の推移を示し、これらは正の相関が見られた。この無機二次生成粒子中の SO₄²⁻と NH₄⁺の期間平均含有率は南関東で 97%、北関東甲信静で 93%であった。

5) PM_{2.5} 中の無機二次生成粒子の期間平均濃度は、南関東では 3.9 (さいたま) ~ 6.1 (川崎) (平均 4.9) µg/m³、北関東甲信静では 3.2 (長野) ~ 5.6 (島田) (平均 4.7) µg/m³と、内陸部でやや低い傾向が見られた。PM_{2.5} 中の無機二次生成粒子含有率については、地点による違いは認められるが、大きな期間変動は見られなかった。

6) PM_{2.5} 中の無機二次生成粒子の期間平均含有率は、南関東で 29.4 (騎西) ~ 58.0 (市原) (平均 41.1) %、北関東甲信静で 26.2 (甲府) ~ 49.3 (前橋) (平均 37.3) %と地点間差が見られ、無機二次生成粒子以外の成分濃度の地点間の違いが大きいことを示していた。全平均では、無機二次生成粒子は PM_{2.5} の 39.2%を占めていた。

7) PM(10-2.5)中の水溶性イオン成分の期間平均の総濃度は、南関東で 1.5~3.2 (平均 2.5) µg/m³、北関東甲信静で 0.7~3.1 (平均 1.6) µg/m³であり、南関東で高くなっていた。陽イオンは、内陸部の宇都宮、前橋、長野で NH₄⁺濃度が最大であったが、その他の地点は Na⁺濃度が最大を示し、南関東で 0.21~0.61 (平均 0.44) µg/m³、北関東甲信静で 0.03~0.61 (平均 0.23) µg/m³であった。陰イオンでは、SO₄²⁻濃度が、南関東で

0.53～0.89（平均 0.69） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静では 0.32～0.69（平均 0.48） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、 NO_3^- 濃度が、南関東で 0.40～0.72（平均 0.55） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静では 0.22～1.1（平均 0.50） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、 Cl^- 濃度が、南関東で 0.16～0.71（平均 0.47） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、北関東甲信静では 0.01～0.49（平均 0.15） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。なお、期間①～⑤のいずれにおいても Cl^- 当量濃度は海塩組成比（ $\text{Cl}^-/\text{Na}^+=1.17$ （当量比））を下回っており、 Cl^- の損失が観察された。光化学反応で生成した HNO_3 と NaCl とのイオン交換によるものと考えられた。

8) 後方流跡線解析結果によれば上空 1500m の気塊はいずれも南あるいは南西方面の海上から流入していた。しかし、下層の 500m の気塊は、出発点はいずれも南海上であるが、茨城県や千葉県、神奈川県などを経由している事例も見られた。

9) 本調査は夏季に実施しており、上空の後方流跡線や館野における上層風によれば、ほとんど南海上からの気塊の流入であり、大陸や日本の他の地域からの直接の影響は少ないものと考えられ、今回の調査地域における SO_4^{2-} 濃度の地域分布は、当地域における SO_2 の発生分布、光化学反応の活性度、地上風による移流などが影響したものと考えられる。

10) $\text{PM}_{2.5}$ のうち硫酸アンモニウムが 36.5%を占めていた。 SO_4^{2-} は、近傍に大きな SO_2 発生源がない長野、騎西やさいたまなど一部を除くと Ox 濃度と良い相関が見られ、また南風が吹き抜ける状況では濃度は全域で低くなるか、北関東地域で高くなり、朝方北風が吹き、日中地域内に風の収束域が形成される状況では収束域周辺で比較的高くなることから工場などから排出された SO_2 が光化学反応によって変換されたことが示唆された。したがって、平成 21 年度の SO_4^{2-} 濃度が前年に比べて低いのは、 Ox 濃度が低かったことから、光化学反応が活発でなく、 SO_2 から SO_4^{2-} への変換が進まなかったためと考えられた。

(4) 炭素成分濃度

1) 平成 21 年度の $\text{PM}_{2.5}$ 中の炭素成分の平均濃度は、 OC が $2.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 EC が $1.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 WSOC が $1.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、平成 20 年度と比較すると、 OC と WSOC はほぼ等しく、 EC が約 2/3 に減少した。

2) 炭素成分を南関東と北関東甲信静で比較すると、 OC 、 EC ともに北関東甲信静で高くなった。

3) $\text{PM}_{2.5}$ 中に占める炭素成分の割合は、 OC が 18.2%、 EC が 9.2%と OC が高くなった。

4) 炭素成分の期間変動を南関東と北関東甲信静で比較すると、 OC は期間③を除いて北関東甲信静で高く推移していた。一方、 EC は期間①～⑤の全てで南関東と北関東甲信静がほぼ等しい濃度で推移していた。

5) WSOC の平均濃度は平成 20 年度と比較して $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 減少したが、 OC 中の WSOC の割合は 7%減少していた。

6) WSOC と Ox の相関をみると、 WSOC と測定期間中の Ox の日中平均値の相関が $r=0.65$ と最も高く、 Ox の日中平均値が WSOC の増加に最も影響する可能性が高いと考えられた。

7) WSOC の期間変動を沿岸部と内陸部に分けて平均値を比較すると、沿岸部は $1.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、内陸部は $1.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ と内陸部で高くなった。また、沿岸部でも静岡県域の 3 地点では期間④で WSOC が高濃度を示しており、同時期に Ox の日中平均値が高値を示していることから、期間④の静岡県域では光化学活性が高くなったために WSOC が高濃度になったと考えら

れた。

8) WSOC 濃度をケミカルマスキロージャーモデルの係数 1.4 を用いて SOA の濃度に換算すると、PM_{2.5} に対する SOA の寄与は 14% となり、SO₄²⁻の次に大きくなった。また、沿岸部では SO₄²⁻、NH₄⁺に次いで EC と並ぶ 3 番目であり、内陸部では SO₄²⁻に次ぐ 2 番目の寄与であり、静岡部では SO₄²⁻、POA に次ぐ 3 番目の寄与であった。

(5) 金属元素成分濃度

- 1) Na の濃度は <55.1~300 ng/m³ の範囲にあり、沿岸部で高く、内陸部で低い傾向であった。
- 2) K の濃度は <31.1~166 ng/m³ の範囲にあり、地域的な特徴はあまり見られなかった。
- 3) Ca の濃度は <4.5~90 ng/m³ の範囲にあり、地域的には沿岸部がやや高い傾向であった。
- 4) V の濃度は 0.11~25 ng/m³ の範囲にあり、地域的には沿岸部が高く、内陸部が低い傾向であった。
- 5) Mn の濃度は、1.0~23 ng/m³ の範囲にあり、地域的には沿岸部が高い傾向であった。
- 6) 下記の発生源寄与の推定で用いられた、Ti や Al に代わる指標元素としての La の濃度は <0.025~2.9 ng/m³ の範囲にあった。地域的には、市原で高い傾向が見られた。

(6) 発生源寄与の推定

- 1) 発生源寄与の推定は、従来と同様に線形計画法（6 発生源×7 項目）で行った。
- 2) 無機二次生成粒子は、NH₄⁺、Cl⁻、NO₃⁻及び SO₄²⁻の各イオンの実測の和として求めた。
- 3) 自動車の寄与割合が最も高いが、この寄与割合が全く計算されない地点も幾つか見られた。
- 4) 次に重油燃焼の寄与割合が続き、東京湾岸部では特に高い傾向であった。
- 5) 特に自動車と重油燃焼の寄与割合の推定結果は、今後の検討課題である。

(7) フィルターパック法によるガス状成分，エアロゾル成分濃度

- 1) SO₂ 濃度 は沿岸部で高く、内陸部で低い。SO₄²⁻濃度も差は小さいが同様の傾向であり、粒子化率は内陸部で大きかった。この SO₄²⁻は沿岸部では期間①から③にかけて濃度が上昇し、その後やや低下したが、内陸部では調査期間を通じて上昇傾向にあった。
- 2) HNO₃ 濃度は内陸部でやや高く、沿岸部で低い傾向であり、NO₃⁻濃度は特に前橋が高かった。粒子化率は沿岸部で大きくなる傾向であった。調査期間としては、NO₃⁻は内陸部では期間③、⑤に濃度が高くなった。
- 3) HCl 濃度はさいたま、騎西、島田で高かったが、その他の地点については沿岸部と内陸部で明確な傾向はなかった。Cl⁻濃度及び粒子化率は沿岸部で大きい傾向が見られた。海塩の影響と考えられる。
- 4) NH₃ 濃度は宇都宮、前橋で高かったが、沿岸部と内陸部で大きな差はなかった。NH₄⁺についても内陸部と沿岸部で大きな差はなく、粒子化率も同程度だった。この NH₄⁺は SO₄²⁻の変動パターンとよく似ており、大部分が硫酸アンモニウムとして存在していることを支持していた。
- 5) SO₂および SO₄²⁻の期間変動をみると、日中の Ox 濃度と比例するように SO₄²⁻の濃度

が上昇し、逆に SO_2 の濃度は低下していく動きがみられる。これは、 SO_2 から SO_4^{2-} への変換が進み、 $\text{PM}_{2.5}$ の濃度を押し上げたものと考えられる。

5.3 今後の課題

この調査は、平成 20 年度より 3 年計画で実施している、PCI サンプラーを用いて 2～3 日間の調査を夏期に 5 回繰り返す方法に変更した調査計画の 2 年目にあたる。今年度の調査からも、夏期の $\text{PM}_{2.5}$ の主要な成分は硫酸イオンなどの無機二次生成粒子や有機炭素やその主要な成分である水溶性有機炭素などであることが明らかになり、日照時間の少ない気象条件の中での、これらの地域的特徴や期間推移も明らかにすることができた。

しかしながら、前年度に掲げた検討課題を必ずしも明らかにできた訳ではない。今年度は、前年度から残された課題について $\text{PM}_{2.5}$ に焦点をあてると共に、今年度新たに検討を要する課題となった項目を加えて、下記のような検討課題を設けた。

検討課題

- ① $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度時の後方流跡線の傾向
- ② $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度化への光化学反応の影響
 - a SO_2 と $\text{PM}_{2.5}$ 中の SO_4^{2-} の動態と起源
 - b ガス成分とエアロゾル成分、WSOC の地域特性
 - c WSOC、 $\text{PM}_{2.5}$ 及びガス成分と Ox との関係
- ③ $\text{PM}_{2.5}$ 中に占める炭素成分の割合
- ④ 発生源データの更新など、発生源寄与推定の精度向上

前年度にも挙げられた項目を含むこれらの課題については、今年度にそれぞれ検討が加えられており、僅かながらも明らかになって来ているものもある。①については硫酸イオンについて検討されている。②については二酸化硫黄から硫酸イオンへの変換について考察され、水溶性有機炭素の地域的な特徴も検討されている。また、無機二次生成粒子や水溶性有機炭素、 $\text{PM}_{2.5}$ などとオキシダントとの関連も検討されている。③についても炭素成分の地域的特徴や期間推移などが検討されている。④の発生源寄与の推定に係わる課題については、今年度の場合、調査地点によっては自動車の寄与が全く計算されないなど、更に困難な問題として現れてきている。このことは、本調査会議の調査地域の実態に合った発生源データの更新に加えて、調査で得られた測定値についてもイオンバランスやマスクロージャーモデル等による検討が必要となって来ていると考えられる。

来年度がこの調査計画の最終年であることから、前述の成果を踏まえて、先に挙げた課題の解決に向けた検討を行っていく予定である。

一昨年(2019年)の9月に $\text{PM}_{2.5}$ に係る環境基準値が設定され、各自治体にとっては $\text{PM}_{2.5}$ 対策に向けて、先ずはその実態把握が求められている。また、昨年(2018年)の3月31日に「大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気の汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準について」の一部が改正され、現在では、 $\text{PM}_{2.5}$ の質量濃度の常時監視体制の整備とともに、成分分析を行うことが加えられた。本調査会議の合同調査では、これらに先行する形で成分分析を含めた広域での調査を実施してきており、この調査を更に続けて行くことを通し

て、また他の関連する調査等とも連携を図りながら、次年度以降も先に挙げた課題の解決に向けて取り組んでいく予定である。

1 試料採取要領

1.1 PM2.5 調査

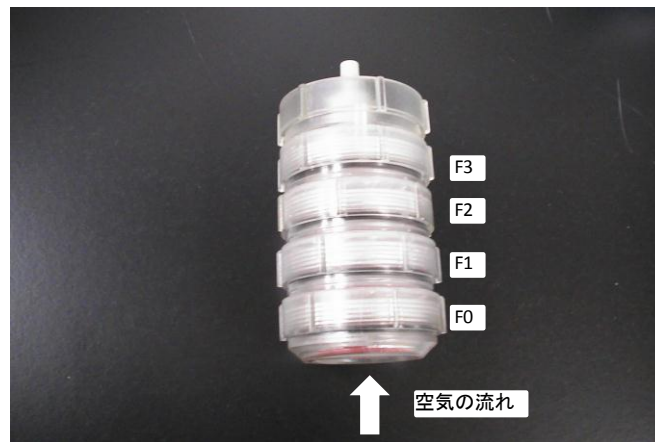
本調査会議の PM2.5 調査では、試料の採取にあたっては東京ダイレック社の PCI サンプラーまたは、これと同等な採取装置を用いることとしている。本項では東京ダイレック社製 PCI サンプラーを使用した際の試料の採取方法について示した。



- (1) PCI サンプラーは東京ダイレック社が開発製造した安価で取り扱いの容易な PM2.5 サンプラーであり、米国連邦基準機である PM2.5 サンプラーとのよい相関が報告されている¹⁾。構成は写真 1-1-1 に示すようにサンプリングヘッドとマスフローメーターとポンプで構成され、サンプリングヘッドは 12 穴の 10 μ m カットインパクターと 12 穴の 2.5 μ m カットインパクターとバックアップフィルターの 3 段組である。ろ紙は、それぞれ 2 枚のテフロンパッキンでサンドイッチする。
 - (2) 操作手順および注意事項は、アンダーセンサンプラーとほぼ同様である。NILU（ノルウェー大気研究所、通称ニール）のフィルターホルダーを使用しているため、漏れの心配はないのでビニールテープでのシールは必要ないが、締め過ぎるとろ紙が切れるので注意する。バックアップフィルターを支える目皿はポリカーボネート製であるため、アルコールでの洗浄は行わない。
 - (3) 流量を 20.0L/min に調整し試料を採取する。吸引総流量はマスフローメーターで記録しているので、吸引時間による計算は不要である。採取後のろ紙は、捕集面を上にした状態で保管容器（ペトリスライド）に入れ、冷凍保存する。
- 1) 神奈川県臨海地区大気汚染調査報告書（平成 12 年度神奈川県臨海地区大気汚染調査協議会、2001.）

1.2 フィルターパック法による調査

本調査会議のフィルターパック法による調査では、全国環境研究所協議会酸性雨調査部会で実施している酸性雨調査のフィルターパック法を参考に試料の採取を行う。



- (1) 本調査の試料採取に用いたフィルターホルダー（4 段）は、写真 1-2-1 のように、F0 から F3 までの 4 段構造になっている。F0 ではエアロゾル成分 (SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+}) を、F1～F3 ではガス成分 (SO_2 、 HNO_3 、 NH_3 、 HCl) を捕集する。
- (2) 準備は、ディスポーサブルのプラスチック手袋を着用して行う。まず、フィルターホルダー（4 段）を専用の組み立てキットで分解する。その後、可能であれば実験室用洗浄液に 1 晩浸し（省略してもよい）、次いで水道水、超純水（EC : 0.15mS/m 以下）の順で洗浄し、乾燥後、チャック付ポリ袋に入れて保存する。
- (3) F0、F1 のろ紙は市販品のものを用いる。F2 はセルロースろ紙を 6%炭酸カリウム+2%グリセリン水溶液に含浸したものを用い、F3 はセルロースろ紙を 5%リン酸+2%グリセリン水溶液に含浸したものを用いる。
- (4) フィルターホルダー組立は、ディスポーサブルのプラスチック手袋を着用して、純水で洗浄したプラスチック製ピンセットを用いて行う。フィルターホルダー（4 段）を専用の組み立てキットを用いて、フィルターホルダーの各段にろ紙を装着する。ホルダー間の漏れを防ぐために、ろ紙の装着や脱着は隙間やろ紙の破損に細心の注意を払いながら行う。ろ紙及び組立て後のフィルターを長時間保存する際にはチャック付ポリ袋に入れて密封した上で、さらにアルミ蒸着パックに入れて密封し、冷蔵保存する。
- (5) 試料の採取にあたっては、捕集装置の大気採取部が地上から 5～10m の高さになるように設置する。また、屋上に設置して、採取部が建物の上に有る場合は、床面から 3m 以上になるようにする。捕集装置の構成は、フィルターホルダー（雨よけ内、下向き）→フローメーター→乾性積算流量計→バイパス→ポンプの順に空気が流れるようにする。

- (6) 流量を 1L/min に調整し試料を採取する。専用の組み立てキットを用いて、フィルターホルダー（4 段）を分解してろ紙を取り出し、各段のろ紙をそれぞれペトリスライド（ろ紙ケース）に入れ、チャック付ポリ袋で密封し、さらにアルミ蒸着パックに入れて密封し、分析まで冷蔵保存する。なお、フィルターホルダーからろ紙を取り出す際は、ディスポーサブルのプラスチック手袋を着用して、純水で洗浄したプラスチックピンセットを用いて行う。ろ紙回収後は可能な限り早く抽出操作を実施する。

2 測定方法

2.1 粒子状物質濃度

(1) ろ紙の秤量

ろ紙の秤量は温度 20℃、相対湿度 50%の天秤室で 24～48 時間放置し恒量とした後、0.002mg の感度を有する化学天秤（Mettler AT20）で精秤した。秤量に際しては、秤量前後での天秤指示値がゼロであることを確認し、天秤指示値が安定する一定時間放置後の秤量値を記録した。

捕集前後のろ紙の秤量時に合わせてろ紙ブランク 5 枚を秤量して重量を補正した。

(2) 濃度の算出

ろ紙の秤量結果及び吸引空気量から次式により粒子状物質の濃度を $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の単位で求めた。

$$\text{粒子状物質の濃度} = (\text{We} - \text{Ws}) \div \text{V} \times 10^3$$

ただし We : 捕集後のろ紙の重量 [mg]
 Ws : 捕集前のろ紙の重量 [mg]
 V : 吸引吸気量 [m^3]

2.2 水溶性イオン成分濃度

PM2.5 捕集用ろ紙については、1/8（面積 1.73cm²）を切り出し、PM10-2.5 捕集用ろ紙については 1/4（面積 3.46cm²）を切り出し、遠沈管に入れた。ここに超純水 10mL を加えて 20 分間超音波抽出した。数 ml の当該抽出ろ液で共洗いした Cellulose Acetate ろ紙（孔径 0.45μm、直径 25mm）を装着したろ過器でろ過した抽出ろ液を、分析試料とした。分析試料中の陽イオン 5 成分（Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺）、陰イオン 3 成分（Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻）は、イオンクロマトグラフ法（DIONEX DX-320）により定量した。

検量線作成時の各成分最低濃度系列を 5 回測定し、標準大気吸引量で採取試料同様に大気濃度換算した値の標準偏差の 3 倍の値を検出下限値、同様に 10 倍の値を定量下限値とした。これらを表 2-1 に示した。

			(単位 : μg/m ³)				
陽イオン			Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
PM(10-2.5)	期間③以外	定量下限値	0.0036	0.016	0.0054	0.0058	0.0045
		検出下限値	0.0011	0.0049	0.0016	0.0018	0.0014
	期間③	定量下限値	0.0024	0.011	0.0036	0.0039	0.0030
		検出下限値	0.00071	0.0032	0.0011	0.0012	0.0090
PM2.5	期間③以外	定量下限値	0.0053	0.0049	0.017	0.024	0.039
		検出下限値	0.0016	0.0015	0.0050	0.0072	0.012
	期間③	定量下限値	0.0035	0.0032	0.011	0.016	0.026
		検出下限値	0.0011	0.0010	0.0034	0.0048	0.0079
陰イオン			Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻		
PM(10-2.5)	期間③以外	定量下限値	0.014	0.0078	0.0090		
		検出下限値	0.0042	0.0023	0.0027		
	期間③	定量下限値	0.0093	0.0052	0.0060		
		検出下限値	0.0028	0.0016	0.0018		
PM2.5	期間③以外	定量下限値	0.012	0.0093	0.016		
		検出下限値	0.0036	0.0028	0.0048		
	期間③	定量下限値	0.0080	0.0062	0.011		
		検出下限値	0.0024	0.0019	0.0032		

2.3 炭素成分濃度

2.3.1 有機炭素及び元素状炭素濃度

炭素成分の分析は石英ろ紙を 1cm 角に切り取って SUNSET LABORATORY のカーボンエアロゾル分析装置により、表 2-2 に示す IMPROVE 法の条件で分析を行った。IMPROVE 法は米国 DRI (Desert Research Institute) が開発した方法で、分析中に有機炭素の一部が炭化して元素状炭素を過大にすることから、レーザー光の反射光もしくは透過光を用いて光学的に補正する方法である。炉の温度は環境省が示した大気中微小粒子状物質 (PM2.5) 測定方法暫定マニュアル第 5 章¹⁾と若干異なっているが、IMPROVE 法の開発者である J.C.Chow ら²⁾の条件に合わせた。

表 2-2 IMPROVE 法の分析条件

ステップ	雰囲気	時間(秒)	炉温(°C)
1	He	180	120
2	He	180	250
3	He	180	450
4	He	180	550
5	He+Oxygen	240	550
6	He+Oxygen	210	700
7	He+Oxygen	210	850
8	Calibration	110	室温

3 枚のブランクロ紙を分析した結果から求めた検出下限値を表 2-3 に示した。サンプリング期間が 48 時間と 72 時間では検出下限値が異なっている。

	検出下限	定量下限
OC(48 時間)	0.28	0.94
EC(48 時間)	0.13	0.44
OC(72 時間)	0.19	0.63
EC(72 時間)	0.09	0.29

1) http://www.env.go.jp/air/report/h19-03/manual/m05_5.pdf

2) J. C. Chow, et al., Comparison of IMPROVE and NIOSH Carbon Measurement. Aerosol Sci. Technol. 34, 23-34, 2001.

2.3.2 水溶性有機炭素成分濃度 (WSOC)

試料ろ紙の 1/8 に新鮮な超純水 20mL を加えて、10 分間超音波抽出し、親水性 PTFE メンブレンフィルター（孔径 0.45 μ m）を用いてろ過した。燃焼酸化－赤外線式 TOC 分析法により、抽出液中の全炭素を定量した^{1,2)}。TOC 計（SHIMADZU TOC-V CPH）の燃料炉温度は 680℃、キャリアーガスは高純度空気である。試料注入量は 500 μ L とした。標準溶液の繰り返し測定とろ紙ブランクの測定を行いそれぞれの標準偏差を求め、両者のうち値の大きかったろ紙ブランクの標準偏差から、その 3 倍を検出下限値、10 倍を定量下限値とした。これらを表 2-4 に示した。

(単位 : μ g/m ³)		
	検出下限値	定量下限値
WSOC	0.11	0.37

1) H. Yang, et al., Comparison of two methods for the determination of water-soluble organic carbon in atmospheric particles. Atmos. Environ. 37, 865-870, 2003.

2) K. Kumagai, et al., Seasonal Characteristics of Water-soluble Organic Carbon in Atmospheric Particles in the Inland Kanto Plain, Japan. Atmos. Environ. 43, 3345-3351, 2009.

2.4 金属元素成分濃度

金属等の元素成分分析は、試料を湿式分解した後、誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) により行った。試料を採取した石英繊維ろ紙 1/4 をテフロン製反応容器に入れ、硝酸 (5mL)、フッ酸 (2mL)、および過酸化水素水 (1mL) を加え、マイクロ波分解装置にて湿式分解した。分解後の溶液を 200℃に設定したホットプレート上に置き、1 滴大になるまで酸を揮散させ、0.1mol/L 硝酸で 50mL に調製した。調製後の溶液は、In を用いた内標準法により ICP-MS (Agilent 7500cx) にて 31 元素 (ナトリウム (Na)、マグネシウム (Mg)、アルミニウム (Al)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、スカンジウム (Sc)、チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、ヒ素 (As)、セレン (Se)、臭素 (Br)、ルビジウム (Rb)、ストロンチウム (Sr)、モリブデン (Mo)、銀 (Ag)、カドミウム (Cd)、アンチモン (Sb)、セシウム (Cs)、バリウム (Ba)、ランタン (La)、サマリウム (Sm)、ユウロピウム (Eu)、金 (Au)、および鉛 (Pb)) を定量した。金属成分の検出下限値と定量下限値を表 2-5 に示した。

	Na	Mg	Al	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As
検出下限値	55.1	6.95	61.1	31.1	4.53	0.00223	10.8	0.0260	1.00	0.349	55.5	0.0404	0.742	0.226	25.6	0.0304
定量下限値	184	23.2	204	104	15.1	0.00742	36.0	0.0866	3.34	1.16	185	0.135	2.47	0.754	85.2	0.101

	Se	Br	Rb	Sr	Mo	Ag	Cd	Sb	Cs	Ba	La	Sm	Eu	Au	Pb
検出下限値	0.0147	0.206	0.0150	0.309	3.87	0.160	0.00522	0.122	0.000919	24.1	0.0249	0.0112	0.00275	0.00158	0.121
定量下限値	0.0489	0.686	0.0500	1.03	12.9	0.534	0.0174	0.406	0.00306	80.2	0.0830	0.0375	0.00917	0.00525	0.405

2.5 フィルターパック法によるガス状成分、エアロゾル成分濃度

フィルターパック法によるガス状成分及びエアロゾル成分の濃度の成分分析は、遠沈管の中に各ろ紙を入れた後、F0、F1 及び F3 については 20ml の超純水を、F2 については 0.05% (v/v) H_2O_2 溶液 20ml を正確に加え、振とう器または超音波洗浄機を用いて 20 分間抽出を行った。これら抽出液を孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過した後、イオンクロマトグラフ法により各成分濃度の測定を行なった。

ブランク値には、未使用の F0、F1、F2 及び F3 ろ紙各 3 枚ないし 5 枚を採取試料同様に抽出・測定し、そのメジアン値をあてた。

3 調査期間の常時監視データ

3.1 常時監視 各項目期間平均値

	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	騎西	千葉	市原	土浦	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松
SO ₂ (ppb)	1.0	3.1	4.0	-	1.2	0.9	4.5	3.0	2.6	-	5.0	1.9	0.1	-	1.8	1.0
Ox(ppb)	10.0	5.2	3.9	4.8	7.0	6.2	-	6.4	10.7	7	15.3	22.7	8.5	2.9	4.1	4.2
NO(ppb)	6.6	10.4	18.5	20.8	6.5	5.0	5.5	6.9	3.9	8	3.6	1.6	5.3	3.1	10.5	11.0
NO ₂ (ppb)	9.0	9.8	17.5	16.7	11.8	9.5	10.7	7.2	8.2	13	10.8	3.6	9.5	6.2	11.6	7.2
SPM($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16.9	15.2	10.3	13.4	10.1	10.4	15.0	13.0	38.5	30	12.0	9.1	11.0	6.7	15.4	12.0
風速(m/s)	1.4	2.2	2.1	2.1	5.0	2.4	2.9	3.1	2.0	1	1.5	1.6	0.6	0.9	1.1	0.8
温度(°C)	24.4	25.0	25.9	26.8	27.1	25.5	-	26.5	26.2	-	25.2	23.8	-	-	24.5	-
湿度(%)	91.6	89.4	89.4	92.8	81.8	86.3	-	90.6	86.5	-	79.7	82.2	-	-	98.9	-
N	0.0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0
NNE	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	4	1
NE	0.0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	2	2	2	4	1
ENE	0.0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	6	1	3	1	2	0
E	0.0	0	0	1	0	2	0	0	1	1	13	2	0	0	4	7
ESE	0.0	1	0	0	0	3	2	1	2	2	9	0	1	2	0	9
SE	0.0	1	1	0	1	3	1	10	4	2	1	2	1	0	3	10
SSE	5.0	0	20	11	0	6	4	11	8	14	0	2	0	0	1	2
S	11.0	1	24	31	33	13	22	17	13	4	0	7	0	0	1	2
SSW	17.0	10	2	5	13	8	9	8	12	3	0	1	0	0	2	0
SW	8.0	30	0	0	1	2	7	0	7	0	3	4	5	3	0	0
WSW	4.0	3	0	0	0	0	2	1	0	2	2	5	3	9	3	0
W	1.0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	8	15	7	5	7	1
WNW	0.0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	4	3	8	5	2	1
NW	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	1
NNW	0.0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
C	2.0	2	0	0	0	1	1	0	1	10	1	3	15	16	7	13
計	48.0	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	騎西	千葉	市原	土浦	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松
SO ₂ (ppb)	1.2	3.2	3.1	-	0.4	欠測	2.5	2.9	1.0	-	6.5	1.9	0.1	-	2.5	1.3
Ox(ppb)	13.5	12.2	12.0	14.8	22.1	20.1	-	13.4	23.4	16.0	25.9	24.8	16.0	8.2	21.2	19.9
NO(ppb)	5.9	3.8	9.6	19.6	2.5	1.5	3.9	5.1	2.5	5.0	4.9	0.8	6.1	1.8	4.0	7.6
NO ₂ (ppb)	9.9	8.9	15.2	15.3	10.6	6.3	9.1	9.4	6.3	9.0	9.0	3.3	9.6	9.0	10.5	8.0
SPM($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20.6	22.3	13.0	14.9	15.5	12.5	16.6	15.9	21.9	30.0	13.0	12.6	24.0	30.0	35.0	28.1
風速(m/s)	2.4	4.6	3.0	2.9	4.1	3.0	4.6	4.4	2.3	1.4	1.9	2.7	0.8	1.2	2.3	0.9
温度(°C)	25.6	26.1	26.8	26.8	26.7	25.6	-	27.1	25.9	-	26.8	25.1	-	-	28.1	-
湿度(%)	86.4	82.6	84.5	89.8	79.8	84.0	-	84.2	82.3	-	76.7	76.8	-	-	86.7	-
N	0.0	0	1	2	1	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0
NNE	5.0	0	3	9	0	1	1	0	0	4	1	2	0	2	0	0
NE	3.0	10	7	5	2	5	15	11	7	6	2	2	0	2	0	0
ENE	5.0	4	3	0	5	1	1	5	12	2	5	8	3	5	2	0
E	2.0	0	0	1	4	5	0	0	2	1	18	8	1	8	6	0
ESE	2.0	0	0	0	7	5	0	0	2	4	15	1	1	4	1	2
SE	1.0	1	3	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	2	3
SSE	1.0	0	20	7	0	2	0	1	2	12	0	2	0	1	5	3
S	2.0	0	11	13	14	14	2	12	3	7	0	2	0	0	1	8
SSW	13.0	2	0	10	10	4	17	10	12	0	0	1	0	2	6	2
SW	12.0	25	0	0	1	4	12	2	5	0	0	1	3	0	10	5
WSW	2.0	6	0	0	0	3	0	3	2	0	1	9	9	2	7	3
W	0.0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	3	9	12	3	8	4
WNW	0.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	3	0	2
NW	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	4	0	0
NNW	0.0	0	0	0	4	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0
C	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	11	8	0	16
計	48.0	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	騎西	千葉	市原	土浦	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松
SO ₂ (ppb)	2.4	9.7	6.0	-	0.8	欠測	2.2	2.7	0.5	-	4.2	1.7	0.0	-	2.0	1.6
Ox(ppb)	30.3	23.7	22.7	25.1	28.8	25.0	-	21.0	30.0	22	26.9	26.1	20.0	15.5	21.3	22.3
NO(ppb)	4.0	4.7	4.6	-	1.8	0.1	3.2	3.1	1.2	2	1.8	0.4	1.7	1.1	4.7	5.1
NO ₂ (ppb)	20.8	20.4	23.4	-	12.5	7.0	12.1	10.4	4.8	10	11.2	2.9	10.0	6.4	11.3	7.2
SPM(μg/m ³)	37.8	36.3	19.5	16.4	23.2	16.5	22.0	21.4	20.7	47	22.1	8.9	18.0	19.2	26.7	27.9
風速(m/s)	1.4	3.2	2.2	2.0	1.3	1.5	2.7	2.7	1.4	0.8	1.0	2.2	0.7	1.0	1.3	0.8
温度(°C)	24.5	23.4	24.4	24.2	24.1	22.5	-	24.2	22.6	-	22.6	24.1	-	-	24.8	-
湿度(%)	80.2	82.9	82.0	87.8	78.9	88.3	-	86.0	84.5	-	85.1	82.4	-	-	85.9	-
N	8	7	3	6	8	2	1	2	1	0	2	0	0	0	4	0
NNE	11	0	3	19	4	1	6	1	3	4	0	1	1	1	4	0
NE	8	5	11	14	7	1	30	12	11	3	1	0	2	2	8	0
ENE	15	10	29	17	9	4	12	18	31	3	7	0	1	6	1	0
E	7	27	10	6	16	10	13	20	13	5	31	2	4	4	5	3
ESE	0	8	9	5	14	15	5	11	4	7	12	2	1	4	8	20
SE	0	9	2	0	3	13	3	3	7	14	0	0	0	3	2	22
SSE	1	0	0	1	1	4	1	2	0	11	0	2	0	0	6	4
S	0	0	0	0	1	4	0	0	1	3	1	6	0	1	4	0
SSW	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	7	0	1	4	0
SW	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	3	3	0	0
WSW	4	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	29	12	6	1	0
W	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	19	18	7	2	0
WNW	0	0	0	0	1	4	0	1	0	3	0	0	13	12	1	1
NW	0	1	2	0	3	4	0	0	0	1	0	0	1	5	5	0
NNW	1	3	3	3	5	3	1	1	0	1	1	0	1	3	4	0
C	4	0	0	1	0	5	0	0	0	16	11	0	15	14	13	22
計	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72

	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	騎西	千葉	市原	土浦	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松
SO ₂ (ppb)	2.9	12.5	4.3	-	0.7	0.4	0.7	3.7	0.6	-	6.4	2.6	0.1	-	1.9	2.0
Ox(ppb)	23.6	11.2	13.3	17.2	18.3	16.6	-	13.4	16.8	14	27.0	31.4	28.0	19.0	28.8	40.5
NO(ppb)	7.2	12.4	9.0	5.1	3.5	2.6	3.0	3.8	2.5	3	3.0	1.4	2.5	1.3	4.3	4.6
NO ₂ (ppb)	17.8	19.1	21.2	12.1	12.2	10.4	9.8	11.1	6.8	7	10.1	5.1	9.7	5.7	16.1	8.7
SPM(μg/m ³)	26.9	31.0	15.6	13.6	17.5	14.0	14.7	17.5	28.4	29	16.9	22.1	21.0	28.0	35.5	37.3
風速(m/s)	1.6	4.1	2.6	2.6	1.8	1.7	3.3	3.9	1.3	1.0	1.5	1.7	1.0	1.5	1.8	0.9
温度(°C)	27.6	25.3	26.5	25.9	26.9	25.5	-	25.8	24.5	-	27.1	25.7	-	-	28.6	-
湿度(%)	73.9	81.6	81.9	88.7	74.2	82.8	-	87.6	85.9	-	71.1	75.5	-	-	-	-
N	3	0	4	7	5	1	1	2	0	4	1	2	0	0	1	3
NNE	6	3	5	17	6	2	13	2	5	7	0	2	0	0	0	1
NE	11	9	15	12	2	4	21	22	11	4	0	1	0	1	1	0
ENE	8	8	13	7	7	6	8	12	13	4	3	9	5	4	2	0
E	4	16	6	1	4	7	1	7	4	3	22	12	5	4	11	0
ESE	0	4	2	2	11	10	1	1	7	5	12	5	5	4	1	2
SE	1	6	0	1	1	4	0	1	4	6	1	3	1	6	3	5
SSE	1	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	3	0	1	8	2
S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	1	0	3
SSW	6	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	4	0	0	1	4
SW	4	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	2	0	0	3
WSW	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	6	0	4	5
W	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	9	6	0	3
WNW	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5	2	3	1
NW	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	1	0	3	14	6	2
NNW	0	1	1	0	4	5	0	0	0	1	1	0	0	0	5	3
C	1	0	2	0	2	4	1	0	2	8	3	1	7	5	2	11
計	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

	平 塚	横 浜	川 崎	江 東	さいたま	騎 西	千 葉	市 原	土 浦	宇都宮	前 橋	長 野	甲 府	静 岡	島 田	浜 松
SO ₂ (ppb)	2.1	4.3	5.0	-	1.5	0.8	1.8	1.0	1.2	-	7.0	2.2	0.0	-	2.3	1.7
Ox(ppb)	14.4	10.9	7.7	9.6	14.2	17.1	-	8.0	14.5	16	28.3	32.8	23.0	9.4	6.2	10.0
NO(ppb)	5.5	5.9	16.5	19.2	8.2	4.0	4.2	6.8	2.9	4	4.2	1.3	2.6	3.9	12.0	13.3
NO ₂ (ppb)	9.9	10.2	20.9	19.2	19.3	12.6	11.4	7.5	7.3	8	12.7	5.6	10.0	6.9	11.3	8.8
SPM(μg/m ³)	23.8	21.3	14.2	15.4	26.7	24.5	16.7	14.3	38.4	51	27.4	28.2	28.0	21.7	23.3	19.4
風速(m/s)	1.9	2.7	1.9	1.7	2.7	2.4	2.0	2.5	1.3	1.2	2.0	2.0	1.0	1.2	1.7	0.8
温度(°C)	26.4	26.5	27.6	27.8	28.3	26.3	-	27.3	25.7	-	27.4	26.1	-	-	27.3	-
湿度(%)	84.3	81.6	83.0	89.1	75.5	84.8	-	87.5	88.5	-	76.2	81.8	-	-	72.0	-
N	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
NNE	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	1
NE	0	0	0	1	0	1	0	0	6	5	0	2	0	3	3	0
ENE	1	0	1	1	2	9	4	0	15	2	7	10	2	5	2	0
E	0	0	0	4	5	14	10	4	13	5	21	9	0	5	3	0
ESE	0	3	8	5	5	9	4	8	9	9	18	2	0	2	3	5
SE	0	3	0	2	4	11	3	11	1	10	0	3	1	2	6	9
SSE	4	0	11	19	2	2	4	11	1	7	0	2	0	1	7	3
S	1	0	23	12	14	0	8	4	0	2	0	6	0	0	3	6
SSW	19	5	2	3	12	1	4	6	1	0	1	3	0	1	5	2
SW	13	21	0	0	1	0	9	2	1	0	0	4	3	2	7	0
WSW	5	13	0	0	0	0	2	0	0	1	0	2	9	5	4	2
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	6	0	1
WNW	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	11	2	0	0
NW	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
NNW	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C	4	0	3	0	0	1	0	0	0	5	1	1	9	11	5	18
計	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

注:横浜の温度、湿度の測定場所は、金沢区長浜地点

3.2 調査期間中のオキシダント 1 時間値(単位:ppb)

期間①	日付	時間	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	駒西	千葉	未測定	市原	土浦	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松
期間①	7月27日	11時	12	11	12	8	17	18			14	24	14	19	10	14	4	5	4
		12時	16	12	11	11	18	19			15	31	26	27	12	10	4	7	6
		13時	17	15	12	11	20	23			15	30	32	38	14	11	6	8	7
		14時	19	15	12	9	19	22			12	16	34	36	15	13	8	7	7
		15時	15	12	9	8	20	21			15	19	30	39	18	12	6	-	4
		16時	8	11	5	3	11	17			13	21	21	26	19	11	6	6	7
		17時	11	5	5	4	5	5			9	14	14	16	20	12	6	5	9
		18時	12	4	2	2	4	3			3	10	3	18	18	12	3	4	6
		19時	10	3	1	2	2	3			2	6	1	18	14	9	1	5	3
		20時	11	1	1	2	1	1			1	6	5	9	8	6	1	6	3
		21時	13	1	1	2	0	0			3	4	3	8	4	6	1	2	1
		22時	11	1	1	3	0	0			5	6	2	5	3	5	1	1	1
		23時	10	1	1	3	0	0			5	4	2	2	3	3	1	1	1
		24時	13	1	1	3	0	0			10	6	1	3	5	1	1	1	5
	7月28日	1時	7	1	1	4	0	0			8	8	0	3	6	-	-	-	7
		2時	5	4	2	4	0	0			10	10	0	3	4	2	1	2	1
		3時	6	6	3	4	1	0			7	13	1	2	1	1	1	1	1
		4時	4	4	1	7	0	0			4	14	1	1	-	0	1	1	1
		5時	3	4	2	5	1	0			3	14	2	1	1	0	1	1	1
		6時	5	2	2	5	2	0			2	11	2	1	2	1	1	1	2
		7時	6	4	4	5	3	0			5	12	2	3	4	2	1	2	3
		8時	9	7	6	4	5	2			4	11	3	6	6	3	2	3	3
		9時	11	10	9	6	9	4			6	14	6	9	11	5	2	3	2
		10時	14	10	9	7	14	5			9	14	7	14	25	7	2	7	6
		11時	15	10	7	5	16	7			9	15	11	19	37	12	2	8	9
		12時	15	8	7	7	17	13			8	14	15	28	42	13	6	5	8
		13時	-	6	6	6	17	14			4	13	20	39	42	17	7	8	12
		14時	14	7	5	5	17	17			7	16	18	44	40	21	9	10	13
		15時	17	8	5	4	17	16			10	16	11	37	36	22	9	10	12
		16時	17	7	3	4	14	20			11	19	8	30	35	23	6	10	8
		17時	15	7	4	4	14	13			9	12	9	30	35	21	3	6	6
		18時	12	7	4	4	13	11			9	9	6	28	32	17	2	3	5
		19時	13	5	2	4	11	8			8	9	2	25	23	8	1	3	4
		20時	9	2	1	3	7	8			4	6	2	21	18	5	1	5	4
		21時	9	2	1	3	7	5			4	7	1	35	28	3	1	6	3
		22時	8	2	1	3	5	3			3	7	1	23	34	4	2	3	1
		23時	9	2	1	3	3	2			2	6	1	15	35	8	4	3	2
		24時	9	2	1	3	3	3			2	4	0	5	33	5	4	4	2
	7月29日	1時	7	2	1	3	2	2			2	3	0	5	44	-	-	-	2
		2時	7	2	-	4	2	1			-	3	0	5	52	10	2	4	2
		3時	4	2	2	4	0	2			1	2	0	5	47	9	3	2	1
		4時	7	1	1	4	0	0			1	2	1	6	42	7	3	1	0
		5時	5	2	1	4	1	0			1	1	0	6	40	7	2	1	1
		6時	7	2	1	4	1	0			2	2	1	5	40	6	1	1	1
		7時	5	2	2	6	2	0			3	3	1	5	36	6	1	2	2
		8時	4	3	3	6	3	1			5	6	2	3	30	5	1	2	2
		9時	7	6	5	7	5	2			7	9	3	5	24	7	1	4	5
		10時	7	8	6	7	9	5			10	12	5	5	19	9	2	5	7
	時間最高値		19	15	12	11	20	23	-		15	31	34	44	52	23	9	10	13
	100<の時間数		0	0	0	0	0	0	-		0	0	0	0	0	0	0	0	0

期間②	日付	時間	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	駒西	千葉	市原	土浦	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松	
		11時	9	9	9	9	13	11		10	20	8	6	21	11	3	6	6	
7月29日		12時	12	10	-	10	15	16		9	21	11	10	23	22	4	7	5	
		13時	15	11	-	11	18	17		9	17	14	15	28	26	5	10	9	
		14時	13	9	8	7	17	16		9	17	23	26	28	27	6	11	10	
		15時	14	10	7	7	16	16		8	14	22	44	25	20	4	11	8	
		16時	10	9	7	7	17	15		8	13	17	50	22	14	4	11	10	
		17時	15	6	4	6	15	14		9	13	15	43	22	11	4	8	9	
		18時	10	5	2	5	9	9		8	13	9	26	20	10	2	7	7	
		19時	6	5	1	4	4	5		6	11	5	16	18	7	1	6	6	
		20時	5	5	1	4	4	2		5	8	2	11	15	6	2	5	9	
		21時	3	6	2	4	3	2		5	5	1	9	15	5	1	6	8	
		22時	3	6	2	4	3	2		4	3	1	6	15	3	1	6	7	
		23時	5	6	2	4	3	2		5	4	0	3	15	1	1	5	7	
		24時	5	5	3	4	3	0		5	5	0	3	14	1	1	6	8	
	7月30日		1時	5	6	3	-	2	0		5	5	0	2	13	-	-	-	6
			2時	5	7	4	3	2	0		5	7	0	2	9	1	1	6	2
			3時	3	6	3	3	3	0		5	7	-	1	5	1	1	4	2
			4時	3	3	2	3	4	0		5	6	0	1	4	1	1	2	1
			5時	3	2	1	3	3	0		5	5	0	1	2	1	1	2	1
			6時	6	3	2	4	3	0		5	3	0	2	2	1	1	2	1
			7時	6	4	4	5	6	0		7	5	1	2	4	2	1	6	1
			8時	9	8	5	5	10	2		9	9	1	6	12	6	2	10	4
			9時	10	11	7	6	11	7		14	10	3	9	31	7	5	10	10
			10時	13	15	12	8	20	17		16	16	9	18	40	15	-	13	14
			11時	15	17	17	8	38	29		18	20	17	33	44	26	8	19	21
		12時	19	20	19	13	54	52		19	23	32	53	45	35	10	29	37	
		13時	19	23	22	22	65	73		24	47	39	69	45	40	18	39	42	
		14時	18	21	18	23	52	73		25	62	39	70	45	43	15	51	64	
		15時	20	24	20	19	49	60		24	65	35	72	44	34	12	58	81	
		16時	20	24	21	-	46	49		19	57	25	71	41	32	5	56	78	
		17時	19	24	18	11	35	32		12	35	22	54	43	32	10	56	75	
		18時	20	19	11	8	15	33		8	37	24	51	41	33	11	55	63	
		19時	18	13	5	24	33	32		9	33	22	43	39	29	6	51	50	
		20時	17	7	9	28	41	29		14	32	20	37	36	26	9	30	44	
		21時	11	12	19	26	37	30		12	30	22	38	34	26	10	28	35	
7月31日			22時	8	13	21	25	36	32		11	31	21	32	34	25	5	25	27
			23時	7	8	21	27	35	32		13	31	23	30	34	22	3	31	29
			24時	15	12	22	28	35	30		21	30	25	32	34	14	18	34	33
		1時	20	16	22	30	33	25		20	30	26	31	32	-	-	-	-	
		2時	21	16	23	32	31	24		24	29	25	29	32	14	32	31	27	
		3時	23	18	23	31	31	23		25	36	24	29	26	11	31	38	3	
		4時	24	24	25	29	30	21		25	36	25	28	-	14	25	32	3	
		5時	25	20	22	31	28	23		24	36	27	25	20	12	17	30	3	
		6時	23	18	23	28	24	18		23	37	26	21	18	16	11	30	5	
		7時	24	17	19	29	23	27		22	38	24	20	17	15	8	24	14	
		8時	25	15	20	30	28	25		24	39	22	20	17	12	11	23	16	
		9時	23	18	21	28	29	17		24	37	23	18	18	13	16	19	13	
		10時	26	18	21	27	27	21		27	34	25	24	25	19	24	24	20	
	時間最高値		26	24	25	32	65	73	-	27	65	39	72	45	43	32	58	81	
100<の時間数		0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0		

	日付	時間	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	駒西	千葉	市原	土浦	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松
期間③	7月31日	11時	30	14	25	32	30	21	未測定	26	36	27	28	36	29	27	26	27
		12時	31	16	30	35	35	25		26	41	29	35	44	45	37	42	38
		13時	35	19	33	38	45	31		26	44	29	34	48	40	45	46	39
		14時	41	29	35	42	56	36		27	50	31	38	50	37	42	45	35
		15時	40	37	40	43	51	39		30	53	30	42	49	41	36	40	45
		16時	40	39	36	41	56	47		33	51	32	38	38	36	36	36	50
		17時	32	33	33	36	48	45		27	46	28	34	34	33	37	37	56
		18時	27	29	28	37	40	41		27	39	28	30	32	28	34	38	55
		19時	20	26	28	35	37	33		25	37	27	23	26	32	21	42	54
		20時	15	23	26	31	36	33		27	37	24	17	25	36	19	38	51
		21時	18	22	27	32	32	29		26	35	21	18	24	32	25	35	40
		22時	14	14	27	32	33	27		23	29	18	19	25	29	26	32	35
		23時	20	12	28	31	29	25		20	28	12	30	27	27	26	30	31
		24時	23	20	27	29	27	19		24	30	14	26	33	27	22	31	17
	8月1日	1時	20	15	27	28	22	17		21	28	12	21	33	-	-	-	22
		2時	18	21	24	27	16	16		22	26	6	19	32	20	16	23	23
		3時	18	21	25	29	15	13		20	31	4	17	31	22	13	21	11
		4時	16	21	26	27	18	13		24	32	9	14	25	22	9	22	5
		5時	14	23	24	28	20	11		22	32	7	10	23	19	5	14	7
		6時	13	19	22	30	27	14		18	31	7	11	17	20	6	11	5
		7時	14	15	23	30	23	15		18	30	10	13	19	15	6	9	11
		8時	14	19	24	29	28	19		19	32	17	11	23	15	7	13	10
		9時	17	21	26	28	29	19		19	33	18	16	29	20	13	20	14
		10時	21	21	28	28	33	19		22	35	19	19	35	26	20	27	18
		11時	22	22	26	33	40	25		24	39	29	23	40	36	27	42	21
		12時	34	25	29	43	53	35		24	47	39	24	44	45	42	49	34
		13時	51	42	43	59	64	51		28	45	46	37	46	44	50	53	38
		14時	65	84	55	62	72	58		36	45	51	56	46	41	49	49	51
		15時	85	74	75	58	76	62		46	41	55	67	38	37	41	42	61
		16時	101	108	68	53	71	66		41	37	61	79	37	33	29	28	50
		17時	103	85	77	49	54	63		34	34	38	76	35	37	32	40	53
		18時	98	77	35	35	39	43		31	35	34	71	31	33	27	61	49
		19時	99	68	22	29	32	30		22	33	34	50	30	24	16	61	43
		20時	98	47	17	24	25	25		12	29	30	35	32	26	12	33	40
		21時	82	25	13	20	23	23		8	27	29	37	33	22	10	29	29
		22時	65	14	7	16	26	23		7	27	24	28	22	16	9	11	26
		23時	44	10	8	16	22	19		6	24	20	22	19	14	7	8	28
		24時	41	8	3	13	19	17		8	23	15	17	17	10	5	8	13
	8月2日	1時	35	10	3	9	16	15		16	24	12	15	15	-	-	-	5
		2時	24	9	2	4	15	14		18	22	13	18	10	7	2	6	21
		3時	21	6	2	1	15	13		17	22	12	22	9	5	1	7	15
		4時	21	3	2	1	11	13		16	22	11	21	10	5	1	8	13
		5時	21	2	3	1	14	11		15	22	12	17	7	6	1	4	13
		6時	18	3	4	3	15	11		15	19	11	16	6	7	1	7	10
		7時	19	4	6	5	16	12		17	18	13	19	8	8	1	7	5
		8時	18	6	15	5	15	13		18	18	13	17	9	8	1	13	3
		9時	7	9	9	7	15	11		18	21	16	18	11	9	5	7	9
		10時	12	10	10	10	14	16		24	27	18	21	17	12	11	8	15
		11時	13	12	7	16	16	16		33	31	25	23	22	9	13	17	20
		12時	28	19	6	16	18	19		33	36	26	28	22	15	14	19	18
		13時	22	23	12	17	22	25		23	35	28	25	25	20	12	20	20
		14時	24	39	47	29	28	32		26	36	32	33	29	22	13	20	20
		15時	27	54	74	37	35	33		34	37	35	38	25	26	13	19	18
		16時	23	45	51	41	36	32		36	48	35	46	26	23	10	14	19
		17時	19	33	42	42	30	33		33	51	37	37	28	20	10	13	22
		18時	21	21	28	37	30	31		26	47	32	39	27	17	12	12	23
		19時	25	22	20	34	23	31		22	37	25	38	24	14	6	12	18
		20時	26	11	13	25	25	27		20	23	20	33	24	10	4	9	15
		21時	21	14	12	17	25	29		19	19	18	30	29	15	2	4	10
		22時	13	12	16	19	28	27		17	18	19	30	29	12	2	2	7
		23時	12	14	15	17	30	26		18	18	14	26	27	11	1	1	3
		24時	9	18	15	15	29	26		18	13	14	19	20	8	1	1	4
	8月3日	1時	5	13	9	13	-	21		16	-	-	12	15	17	-	-	3
		2時	9	12	6	12	24	17		14	10	12	15	17	3	1	2	1
		3時	13	11	8	10	17	19		10	12	11	12	12	5	1	1	1
		4時	15	9	4	8	12	15		5	12	9	9	-	5	2	1	1
		5時	18	6	3	7	8	13		3	11	8	5	13	4	2	1	1
		6時	11	8	5	6	5	8		4	9	11	6	12	2	2	2	1
		7時	15	11	10	8	6	7		4	13	14	12	23	2	2	2	1
		8時	19	6	7	13	11	10		5	14	13	6	25	8	5	7	3
		9時	22	7	10	14	15	11		7	16	18	14	24	12	11	12	14
		10時	33	9	10	20	23	17		10	20	21	-	23	21	21	20	22
		時間最高値		103	108	77	62	76		46	53	61	79	50	45	50	61	61
		100<の時間数	2	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0

	日付	時間	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	駒西	千葉	市原	土浦	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松
期間④	8月3日	11時	45	13	16	-	31	23	未測定	16	23	29	25	29	31	31	30	29
		12時	51	23	25	29	36	34		27	29	36	42	37	40	33	40	37
		13時	64	36	37	42	-	53		28	30	38	52	42	40	37	32	47
		14時	70	51	53	49	55	59		30	-	39	57	45	48	40	31	48
		15時	77	34	56	43	61	67		28	26	39	66	55	45	32	39	49
		16時	65	43	58	39	60	65		28	23	38	67	47	40	30	38	51
		17時	61	50	45	39	52	57		21	24	37	72	40	40	31	38	48
		18時	70	24	32	35	41	47		27	21	39	70	35	50	28	43	61
		19時	81	18	19	21	29	33		19	19	24	64	30	43	19	59	90
		20時	67	7	10	4	13	14		12	20	15	53	29	45	13	75	88
		21時	48	3	5	4	8	10		9	24	16	37	27	51	9	22	72
		22時	33	2	2	11	14	12		8	22	17	26	26	53	12	6	36
	23時	5	1	2	8	16	16	6		24	14	13	20	51	13	15	15	
	24時	4	2	5	12	18	13	2		20	7	10	10	39	10	11	5	
	8月4日	1時	3	1	2	15	18	14		5	16	2	11	8	-	-	-	6
		2時	3	1	2	17	20	11		4	14	5	11	8	28	5	20	4
		3時	4	1	7	18	18	5		7	15	4	10	8	23	4	11	5
		4時	7	3	11	17	15	2		7	10	1	5	5	18	2	3	5
		5時	9	8	6	14	10	0		9	12	0	4	7	14	2	3	3
		6時	9	8	5	12	6	0		9	10	1	5	6	14	2	7	3
		7時	10	6	6	7	4	2		12	10	4	7	11	14	5	17	11
		8時	11	7	6	6	8	5		14	8	8	11	19	21	12	26	19
		9時	15	8	5	7	9	7		16	7	12	16	32	38	20	38	33
		10時	18	8	7	8	12	14		16	12	12	29	45	49	29	42	41
11時		20	-	6	10	17	21	18		15	14	41	58	57	37	55	59	
12時		21	11	10	17	21	21	21		23	16	42	70	44	42	49	70	
8月5日	13時	21	13	19	25	23	21	24		24	17	47	71	29	50	48	78	
	14時	-	23	25	24	26	24	23		23	18	44	66	23	40	45	76	
	15時	27	22	22	26	24	26	21		24	12	57	54	23	32	-	80	
	16時	30	13	19	26	29	25	19		24	9	62	50	24	35	35	79	
	17時	27	13	21	25	28	19	17		22	8	62	47	26	35	33	77	
	18時	31	13	16	24	27	17	15		17	11	52	42	25	31	62	76	
	19時	23	9	8	16	21	17	12		16	9	32	37	18	16	68	73	
	20時	6	5	5	13	13	13	12		17	10	21	32	30	12	48	63	
	21時	4	3	3	15	7	8	12		16	9	12	31	25	9	26	66	
	22時	4	6	6	13	6	3	12		12	9	7	31	14	6	16	57	
	23時	3	3	5	12	3	0	5		12	10	5	29	12	3	9	50	
	24時	3	6	4	8	5	0	8		15	9	3	25	5	2	7	48	
時間最高値 100<の時間数	1時	4	5	3	-	-	5	0		10	13	7	3	26	-	-	-	33
	2時	3	2	-	7	4	1	-		14	7	3	23	5	3	2	12	
	3時	4	2	2	8	3	0	3		16	8	2	25	13	1	2	20	
	4時	4	1	2	9	3	0	7		4	13	8	1	24	6	2	1	7
	5時	4	1	2	6	4	0	1		3	4	1	21	14	2	1	5	
	6時	5	2	2	4	3	0	1		3	2	2	24	8	1	6	5	
	7時	6	2	2	5	5	0	5		5	7	5	24	3	4	27	11	
	8時	7	3	5	5	5	3	6		8	8	7	24	9	18	34	16	
	9時	8	4	7	-	10	5	6		15	11	8	24	13	32	41	29	
	10時	14	6	9	-	14	8	-		21	16	13	29	23	42	34	48	

期間⑤	日付	時間	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	駒西	千葉	市原	土浦	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松
	8月5日	11時	29	9	-	-	21	21	未測定	10	30	22	20	39	41	52	44	42
		12時	39	12	-	-	27	38		14	31	33	36	47	51	54	54	48
		13時	41	15	18	21	40	62		23	37	44	57	53	56	50	43	43
		14時	31	22	25	33	52	53		26	35	45	72	49	54	39	23	43
		15時	24	25	27	45	54	60		23	38	37	78	47	55	28	17	24
		16時	44	46	26	32	59	59		19	29	32	81	45	48	20	20	17
		17時	31	37	31	21	53	58		15	13	28	78	45	41	20	22	20
		18時	23	29	30	23	43	45		13	15	24	87	43	40	16	21	16
		19時	23	21	16	19	25	19		11	9	16	52	39	36	10	18	10
		20時	20	16	10	14	31	13		12	9	11	38	32	37	5	15	12
		21時	20	7	8	3	22	2		12	7	11	36	26	35	5	16	6
		22時	19	4	5	3	14	2		11	6	10	18	23	34	3	14	4
		23時	19	5	7	4	8	0		9	4	8	10	19	29	2	7	5
		24時	16	8	5	6	6	0		9	5	6	9	16	24	1	2	4
	8月6日	1時	16	9	7	5	2	0		8	7	5	8	16	-	-	-	3
		2時	12	10	6	6	0	0		5	7	4	6	15	18	1	1	3
		3時	8	10	1	6	0	0		5	3	-	3	11	15	1	1	3
		4時	5	6	1	5	0	0		5	0	1	2	-	14	1	1	1
		5時	7	5	1	3	0	1		3	2	1	1	10	11	1	1	1
		6時	7	5	1	4	1	0		3	3	1	2	10	8	1	1	1
		7時	7	8	2	4	1	0		4	5	2	4	10	10	1	2	2
		8時	7	11	3	5	1	0		5	6	3	6	13	12	2	3	3
		9時	12	14	4	5	2	2		7	7	5	9	22	23	6	8	5
		10時	15	16	5	5	4	5		8	12	10	13	38	35	12	14	9
		11時	14	18	7	8	4	8		12	17	15	25	56	48	17	11	15
		12時	17	12	10	14	9	13		10	30	20	39	67	50	17	10	17
		13時	21	13	13	23	21	21		7	42	35	52	70	42	11	12	9
		14時	20	14	15	22	27	44		8	41	29	60	71	36	9	13	10
		15時	18	11	10	14	33	67		7	47	26	59	76	38	7	11	12
		16時	15	11	15	13	30	72		9	43	38	56	65	27	6	11	11
		17時	11	10	5	7	18	53		6	35	44	56	48	17	5	8	11
		18時	8	7	2	5	18	39		4	21	36	46	43	15	3	8	7
		19時	7	5	1	4	11	30		3	11	27	47	39	10	3	5	5
		20時	6	5	1	4	4	18		4	11	14	50	32	9	2	3	5
		21時	6	4	1	4	7	6		2	13	11	41	34	7	1	1	3
		22時	5	3	1	4	1	1		3	12	9	33	27	6	1	1	2
		23時	3	2	1	4	0	0		3	10	10	28	24	4	2	1	1
		24時	4	2	1	4	0	0		2	9	9	11	27	4	1	1	1
	8月7日	1時	4	2	1	4	1	0		2	6	10	6	27	-	-	-	-
		2時	3	2	1	4	0	0		3	4	11	4	21	2	1	1	1
		3時	3	4	1	4	1	0		2	2	10	3	19	1	1	1	1
		4時	3	5	1	4	0	0		2	0	10	2	17	1	1	1	1
		5時	3	3	1	4	0	0		1	0	9	2	17	2	1	1	2
		6時	4	6	2	4	0	0		2	1	6	1	22	2	1	1	1
		7時	6	7	5	4	2	0		3	0	4	1	19	3	1	1	2
		8時	9	7	4	4	5	1		7	1	2	2	18	5	1	3	4
		9時	11	8	6	4	9	2		9	6	1	3	19	5	4	5	9
		10時	14	11	9	5	15	7		11	12	4	5	17	9	7	9	13
	時間最高値			44	46	31	45	59	72	-	26	47	45	87	76	56	54	48
	100<の時間数		0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	46	0	0

4 各成分濃度測定結果

4.1 PM2.5 調査

表 4-1-1 PM(2.5-10) 単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	期間	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	騎西	千葉	市原	土浦
PM2.5-10	①	6.5	5.3	9.5	9.1	4.2	5.9	8.2	6.1	5.8
	②	10.1	7.6	11.0	9.7	5.7	7.3	10.6	8.4	6.9
	③	6.5	7.9	7.6	5.7	4.6	5.2	5.4	5.6	4.2
	④	7.3	8.4	7.1	4.6	4.0	6.3	5.1	5.9	4.7
	⑤	10.0	4.9	11.7	9.9	7.1	8.8	7.4	5.4	7.3
Na+	①	0.73	0.37	0.66	0.83	0.45	0.29	0.82	0.42	0.40
	②	0.96	0.69	0.86	1.1	0.49	0.36	1.2	0.80	0.58
	③	0.18	0.21	0.25	0.18	0.13	0.09	0.25	0.28	0.16
	④	0.26	0.20	0.18	0.18	0.15	0.12	0.19	0.14	0.25
	⑤	0.94	0.28	0.40	0.48	0.31	0.21	0.44	0.32	0.17
NH4+	①	0.0068 **	0.0065 **	0.0025 *	0.012 **	0.0062 **	0.0073 **	0.0025 *	0.0054 **	0.0025 *
	②	0.026	0.054	0.0025 *	0.024	0.015 **	0.022	0.025	0.0090 **	0.019
	③	0.20	0.24	0.30	0.21	0.14	0.095	0.13	0.15	0.096
	④	0.065	0.10	0.088	0.14	0.064	0.052	0.065	0.080	0.088
	⑤	0.0025 *	0.0098 **	0.0025 *	0.019	0.088	0.19	0.0072 **	0.012 **	0.38
K+	①	0.019	0.019	0.024	0.036	0.016	0.036	0.055	0.050	0.053
	②	0.030	0.023	0.030	0.038	0.021	0.040	0.061	0.052	0.051
	③	0.027	0.031	0.030	0.031	0.021	0.043	0.034	0.040	0.033
	④	0.018	0.014	0.013	0.013	0.013	0.041	0.022	0.025	0.034
	⑤	0.028	0.012	0.030	0.028	0.021	0.049	0.036	0.043	0.034
Mg2+	①	0.076	0.044	0.082	0.098	0.045	0.043	0.12	0.048	0.053
	②	0.11	0.083	0.11	0.13	0.053	0.049	0.16	0.14	0.073
	③	0.038	0.046	0.044	0.033	0.021	0.021	0.036	0.049	0.026
	④	0.038	0.043	0.036	0.029	0.022	0.027	0.033	0.037	0.034
	⑤	0.10	0.033	0.055	0.066	0.044	0.043	0.057	0.045	0.039
Ca2+	①	0.040	0.032	0.27	0.25	0.067	0.072	0.22	0.13	0.099
	②	0.069	0.10	0.33	0.27	0.097	0.076	0.19	0.23	0.065
	③	0.13	0.19	0.20	0.17	0.079	0.050	0.084	0.17	0.039
	④	0.12	0.23	0.28	0.12	0.068	0.076	0.051	0.23	0.039
	⑤	0.081	0.059	0.41	0.39	0.21	0.18	0.18	0.20	0.13
Cl-	①	0.87	0.53	1.0	1.3	0.64	0.38	1.4	0.69	0.54
	②	0.86	0.69	1.0	1.3	0.36	0.27	1.6	0.99	0.58
	③	0.015	0.076	0.085	0.040	0.016	0.0075 **	0.029	0.15	0.042
	④	0.17	0.12	0.15	0.072	0.048	0.042	0.018	0.14	0.050
	⑤	1.0	0.25	0.51	0.60	0.17	0.091	0.53	0.42	0.017
NO3-	①	0.64	0.29	0.39	0.45	0.33	0.30	0.32	0.18	0.35
	②	1.1	0.80	0.94	1.2	0.66	0.59	1.1	0.83	0.82
	③	0.48	0.95	0.97	0.49	0.41	0.17	0.34	0.47	0.42
	④	0.34	0.48	0.50	0.32	0.34	0.25	0.15	0.22	0.36
	⑤	1.00	0.43	0.71	0.76	0.68	0.46	0.47	0.30	0.37
SO42-	①	0.38	0.22	0.69	0.69	0.30	0.24	0.56	0.33	0.29
	②	0.80	0.64	0.89	0.91	0.58	0.38	0.83	0.78	0.42
	③	1.0	0.93	1.2	1.1	0.60	0.53	0.99	0.98	0.44
	④	0.70	0.98	0.91	0.90	0.46	0.40	0.73	0.78	0.70
	⑤	0.60	0.32	0.68	0.86	0.86	1.1	0.48	0.40	1.6

* 検出下限値未満 ** 定量下限値未満

	期間	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松	定量下限値	検出下限値	備考
PM2.5-10	①	6.0	0.1 ***	6.5	5.9	4.1	6.1	6.8			
	②	6.5	5.8	5.4	6.5	6.5	9.7	12.8			
	③	7.4	5.4	5.3	6.0	6.4	6.3	7.8			
	④	3.7	4.5	4.9	6.2	7.7	7.0	10.0			
	⑤	6.9	6.8	6.2	5.7	8.9	6.7	9.2			
Na+	①	0.21	0.040	0.0076	0.039	0.046	0.16	0.20	0.0036	0.0011	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.35	0.20	0.058	0.13	0.48	0.71	1.1			
	③	0.081	0.043	0.00	0.050	0.074	0.19	0.41	0.0024	0.00071	調査期間③
	④	0.035	0.050	0.027	0.049	0.18	0.21	0.47			
	⑤	0.074	0.090	0.039	0.11	0.41	0.48	0.86			
NH4+	①	0.011 **	0.048	0.035	0.0076 **	0.0025 *	0.0060 **	0.0025 *	0.016	0.0049	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.022	0.056	0.014 **	0.064	0.068	0.046	0.082			
	③	0.41	0.31	0.0071	0.076	0.052	0.031	0.086	0.011	0.0032	調査期間③
	④	0.032	0.062	0.14	0.10	0.081	0.047	0.14			
	⑤	0.36	0.26	0.18	0.070	0.015 **	0.0068 **	0.027			
K+	①	0.037	0.027	0.072	0.061	0.035	0.040	0.034	0.0054	0.0016	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.039	0.045	0.044	0.067	0.078	0.058	0.076			
	③	0.069	0.055	0.056	0.079	0.065	0.054	0.060	0.0036	0.0011	調査期間③
	④	0.026	0.030	0.046	0.075	0.051	0.041	0.062			
	⑤	0.030	0.035	0.044	0.039	0.046	0.038	0.055			
Mg2+	①	0.034	0.027	0.016	0.017	0.018	0.027	0.025	0.0058	0.0018	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.050	0.029	0.018	0.023	0.062	0.087	0.14			
	③	0.024	0.016	0.012	0.016	0.019	0.027	0.057	0.0039	0.0012	調査期間③
	④	0.016	0.022	0.016	0.022	0.027	0.031	0.060			
	⑤	0.023	0.027	0.023	0.020	0.048	0.055	0.12			
Ca2+	①	0.077	0.020	0.036	0.017	0.019	0.13	0.072	0.0045	0.0014	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.066	0.076	0.00070 *	0.038	0.043	0.17	0.19			
	③	0.072	0.058	0.021	0.042	0.00045	0.057	0.084	0.0030	0.00090	調査期間③
	④	0.036	0.069	0.038	0.044	0.053	0.056	0.11			
	⑤	0.075	0.17	0.049	0.067	0.12	0.064	0.14			
Cl-	①	0.25	0.033	0.015	0.025	0.046	0.19	0.33	0.014	0.0042	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.33	0.065	0.018	0.015	0.10	0.31	0.86			
	③	0.016	0.014	0.0075 **	0.0021 *	0.0029 **	0.012	0.041	0.0093	0.0028	調査期間③
	④	0.0021 *	0.027	0.0021 *	0.0054 **	0.011 **	0.0046 **	0.11			
	⑤	0.0021 *	0.023	0.0021 *	0.014 **	0.40	0.55	1.1			
NO3-	①	0.36	0.24	0.13	0.17	0.076	0.11	0.18	0.0078	0.0023	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.54	0.68	0.20	0.31	1.2	1.5	2.0			
	③	0.77	0.82	0.088	0.13	0.16	0.40	0.84	0.0052	0.0016	調査期間③
	④	0.083	0.28	0.098	0.21	0.57	0.66	1.4			
	⑤	0.33	0.70	0.16	0.27	0.56	0.47	0.85			
SO42-	①	0.24	0.15	0.22	0.11	0.060	0.40	0.14	0.0090	0.0027	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.37	0.28	0.15	0.42	0.61	0.72	0.85			
	③	1.0	0.53	0.080	0.43	0.38	0.41	0.90	0.0060	0.0018	調査期間③
	④	0.21	0.26	0.53	0.42	0.45	0.35	0.70			
	⑤	1.1	0.75	0.62	0.41	0.42	0.32	0.58			

* 検出下限値未満 ** 定量下限値未満

*** 参考値

表 4-1-2 PM2.5（金属元素成分を除く） 単位：μg/m³

	期間	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	騎西	千葉	市原	土浦
PM2.5	①	9.5	5.2	8.9	9.9	6.0	9.1	10.9	6.1	7.4
	②	11.9	8.4	10.5	10.2	7.8	11.2	10.1	8.6	7.2
	③	14.7	18.7	20.1	15.6	12.4	12.5	17.2	11.8	9.1
	④	18.9	14.7	14.4	12.7	10.7	14.0	12.1	9.1	8.6
	⑤	12.9	8.6	11.7	14.6	13.9	19.4	13.3	8.3	12.9
OC	①	1.6	0.9	1.2	1.7	1.8	1.7	2.0	1.3	1.2
	②	1.7	0.9	1.2	1.7	1.8	2.8	1.4	1.6	1.2
	③	2.1	1.8	2.1	2.5	2.8	2.9	2.2	1.6	1.4
	④	2.9	1.9	1.8	2.1	2.5	3.3	1.9	1.9	1.5
	⑤	2.1	1.3	1.6	2.3	2.8	3.4	2.6	1.7	1.6
EC	①	0.3	0.3	1.1	1.9	0.8	0.9	0.7	0.9	0.7
	②	0.5	0.3	1.0	1.3	0.7	0.9	0.6	0.8	0.5
	③	1.2	1.3	1.6	1.5	1.3	1.2	1.1	0.8	0.6
	④	1.6	1.5	1.5	1.4	1.1	1.3	1.1	1.0	0.7
	⑤	0.6	0.5	1.4	2.1	1.7	1.9	1.1	1.0	0.8
WSOC	①	0.74	0.58	0.74	0.81	0.67	0.80	0.69	0.63	0.58
	②	0.88	0.68	0.81	0.96	1.0	1.5	0.65	0.76	0.57
	③	1.3	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.2	1.1	0.78
	④	1.9	1.3	1.4	1.2	1.5	1.8	1.1	1.0	0.90
	⑤	1.2	0.84	1.0	1.3	1.6	2.3	1.1	1.0	0.93
Na+	①	0.16	0.049	0.079	0.18	0.071	0.058	0.18	0.089	0.056
	②	0.18	0.18	0.15	0.19	0.094	0.091	0.19	0.25	0.079
	③	0.048	0.048	0.069	0.046	0.024	0.025	0.056	0.065	0.021
	④	0.084	0.036	0.061	0.050	0.030	0.037	0.047	0.040	0.033
	⑤	0.19	0.071	0.087	0.17	0.063	0.049	0.12	0.091	0.029
NH4+	①	0.54	0.38	0.78	0.88	0.59	0.48	0.87	0.78	0.81
	②	1.1	1.0	1.1	1.2	0.77	0.67	1.1	1.2	0.88
	③	1.6	2.4	2.8	1.9	1.2	1.1	2.1	2.0	1.2
	④	1.7	1.9	2.0	1.5	1.2	1.1	1.6	1.6	1.3
	⑤	1.0	0.91	1.2	1.3	1.4	2.0	1.0	0.89	1.9
K+	①	0.031	0.027	0.034	0.086	0.039	0.052	0.084	0.041	0.040
	②	0.034	0.067	0.033	0.062	0.038	0.088	0.037	0.093	0.032
	③	0.091	0.11	0.13	0.17	0.095	0.10	0.12	0.12	0.069
	④	0.11	0.061	0.064	0.063	0.058	0.095	0.060	0.060	0.048
	⑤	0.052	0.049	0.077	0.12	0.083	0.11	0.088	0.071	0.052
Mg2+	①	0.038	0.029	0.031	0.033	0.029	0.028	0.038	0.032	0.030
	②	0.042	0.040	0.036	0.034	0.032	0.032	0.034	0.041	0.030
	③	0.028	0.028	0.027	0.027	0.022	0.021	0.025	0.025	0.020
	④	0.038	0.034	0.031	0.030	0.029	0.028	0.030	0.030	0.029
	⑤	0.038	0.030	0.034	0.035	0.031	0.031	0.035	0.034	0.029
Ca2+	①	0.028 **	0.012 **	0.063	0.049	0.028 **	0.019 **	0.070	0.062	0.054
	②	0.043	0.071	0.060	0.054	0.033 **	0.034 **	0.048	0.066	0.037 **
	③	0.047	0.067	0.052	0.057	0.032	0.023 **	0.048	0.046	0.020 **
	④	0.095	0.044	0.047	0.059	0.041	0.024 **	0.035 **	0.064	0.024 **
	⑤	0.043	0.023 **	0.083	0.11	0.036 **	0.090	0.066	0.052	0.036 **
Cl-	①	0.0018 *	0.0018 *	0.025	0.036	0.011 **	0.0091 **	0.045	0.023	0.0049 **
	②	0.0018 *	0.053	0.0018 *	0.0093 **	0.0018 *	0.0070 **	0.0085 **	0.040	0.0018 *
	③	0.0030 **	0.030	0.071	0.0039 **	0.0012 *	0.0012 *	0.0051 **	0.010	0.016
	④	0.0018 *	0.0018 *	0.0051 **	0.013	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *	0.0090 **	0.0018 *
	⑤	0.0018 *	0.0095 **	0.011 **	0.0092 **	0.0018 *	0.011 **	0.017	0.011 **	0.0018 *
NO3-	①	0.10	0.032	0.065	0.12	0.060	0.055	0.084	0.052	0.057
	②	0.063	0.19	0.19	0.12	0.088	0.067	0.059	0.17	0.17
	③	0.085	1.5	1.7	0.10	0.078	0.049	0.049	0.058	0.30
	④	0.090	0.17	0.21	0.081	0.069	0.058	0.032	0.051	0.073
	⑤	0.055	0.035	0.087	0.11	0.062	0.075	0.058	0.049	0.18
SO42-	①	1.8	1.2	2.5	2.5	1.8	1.5	2.6	2.4	2.4
	②	3.1	2.6	3.1	3.5	2.2	1.9	3.0	3.5	2.5
	③	4.3	5.5	6.3	5.4	3.1	2.7	6.4	5.8	2.7
	④	4.5	4.9	5.1	3.9	2.9	2.5	4.1	4.1	2.9
	⑤	2.8	2.6	3.2	4.0	3.7	5.2	2.9	2.8	4.8

* 検出下限値未満 ** 定量下限値未満

	期間	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松	定量下限値	検出下限値	備考
PM2.5	①	9.8	8.8	4.7	13.3	4.8	10.3	7.7			
	②	9.1	7.3	3.8	15.7	14.5	18.7	13.8			
	③	17.6	15.4	5.8	11.7	11.6	15.6	13.6			
	④	8.9	9.5	15.4	16.8	17.6	24.7	25.3			
	⑤	16.0	16.8	15.9	18.3	12.5	14.3	13.9			
OC	①	1.6	1.6	1.7	3.3	1.7	3.4	1.9			
	②	1.3	1.6	1.5	3.6	2.0	3.4	2.5			
	③	2.4	1.6	1.7	2.8	2.1	3.3	1.8			
	④	1.7	2.3	2.8	4.2	3.9	6.1	4.8			
	⑤	1.9	2.3	3.4	4.2	2.3	3.9	2.4			
EC	①	1.4	1.0	0.8	1.7	0.7	1.3	1.1			
	②	0.9	0.9	0.8	1.4	1.0	1.3	1.1			
	③	1.6	1.2	0.7	1.2	0.9	1.5	1.0			
	④	0.8	1.1	1.3	1.3	1.5	2.7	2.0			
	⑤	1.2	1.4	1.6	1.5	0.9	1.7	1.4			
WSOC	①	0.89	0.56	1.0	1.2	0.75	0.58	0.69	0.37	0.11	
	②	0.80	1.1	1.0	1.9	1.1	1.1	1.4			
	③	1.7	1.4	0.83	1.6	1.1	1.2	1.0			
	④	1.1	1.8	2.4	3.0	2.7	2.7	3.6			
	⑤	1.6	1.8	2.4	3.1	1.1	0.77	1.3			
Na+	①	0.045	0.078	0.0056	0.018	0.014	0.16	0.035	0.0053	0.0016	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.046	0.037	0.012	0.027	0.071	0.18	0.070			
	③	0.017	0.012	0.0031 **	0.0089	0.020	0.059	0.041	0.0035	0.0011	調査期間③
	④	0.0066	0.011	0.0081	0.032	0.031	0.049	0.054			
	⑤	0.0089	0.019	0.019	0.026	0.080	0.17	0.19			
NH4+	①	0.66	1.0	0.49	0.32	0.14	0.31	0.18	0.0049	0.0015	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.75	0.73	0.39	1.3	2.0	2.2	1.4			
	③	2.1	2.2	0.24	0.99	1.3	1.5	1.7	0.0032	0.0010	調査期間③
	④	0.86	1.1	1.7	1.4	1.8	2.0	2.4			
	⑤	2.0	2.2	1.6	1.6	1.1	0.96	1.1			
K+	①	0.053	0.076	0.039	0.047	0.066	0.081	0.026	0.017	0.0050	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.041	0.033	0.037	0.059	0.049	0.046	0.036			
	③	0.15	0.10	0.040	0.056	0.060	0.057	0.065	0.011	0.0034	調査期間③
	④	0.041	0.057	0.056	0.072	0.074	0.077	0.11			
	⑤	0.052	0.071	0.069	0.059	0.056	0.054	0.074			
Mg2+	①	0.029	0.042	0.028	0.028	0.028	0.036	0.029	0.024	0.0072	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.028	0.029	0.029	0.030	0.030	0.035	0.030			
	③	0.024	0.026	0.019	0.020	0.020	0.024	0.022	0.0048	0.016	調査期間③
	④	0.026	0.029	0.030	0.030	0.030	0.030	0.032			
	⑤	0.028	0.031	0.029	0.030	0.030	0.032	0.036			
Ca2+	①	0.027 **	0.084	0.018 **	0.020 **	0.0059 *	0.15	0.041	0.039	0.012	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.026 **	0.025 **	0.012 **	0.022 **	0.017 **	0.039 **	0.022 **			
	③	0.028	0.030	0.041	0.018 *	0.010 **	0.040	0.017 **	0.026	0.0079	調査期間③
	④	0.017 **	0.0059 *	0.028 **	0.036 **	0.021 **	0.040	0.048			
	⑤	0.027 **	0.029 **	0.027 **	0.036 **	0.028 **	0.029 **	0.035 **			
Cl-	①	0.021	0.0083 **	0.0018 *	0.0018 *	0.011 **	0.12	0.0018 *	0.012	0.0036	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *			
	③	0.028	0.081	0.0012 *	0.0012 *	0.0012 *	0.012	0.0012 *	0.0080	0.0024	調査期間③
	④	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *	0.028	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *			
	⑤	0.0018 *	0.015	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *	0.0018 *			
NO3-	①	0.10	1.1	0.12	0.069	0.10	0.34	0.036	0.0093	0.0028	調査期間①、②、④、⑤
	②	0.090	0.47	0.057	0.063	0.051	0.073	0.084			
	③	2.0	4.7	0.045	0.047	0.035	0.062	0.043	0.0062	0.0019	調査期間③
	④	0.037	0.31	0.068	0.21	0.10	0.13	0.23			
	⑤	0.38	1.9	0.22	0.056	0.029	0.059	0.082			
SO42-	①	1.8	2.3	1.2	0.97	0.70	1.4	0.95	0.016	0.0048	調査期間①、②、④、⑤
	②	2.0	1.6	1.1	3.2	5.3	6.4	3.5			
	③	3.9	1.9	0.65	2.4	3.6	4.4	4.8	0.011	0.0032	調査期間③
	④	2.2	2.6	4.4	3.3	4.5	5.3	6.6			
	⑤	4.7	4.2	3.8	3.9	2.8	2.7	3.3			

* 検出下限値未満 ** 定量下限値未満

表 4-1-3 PM2.5(金属元素成分 Na～As) 単位: ng/m³

	期間	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	駒西	千葉	市原	土浦
Na	①	214.6	103.3	138.0	241.4	98.1	<55.1	228.3	169.4	116.9
	②	260.7	176.0	223.6	263.6	187.7	148.0	273.1	300.8	167.4
	③	100.2	84.4	114.2	85.1	<55.1	<55.1	128.8	95.5	<55.1
	④	156.1	64.8	110.1	82.3	78.2	89.8	98.3	113.0	114.5
	⑤	243.5	122.0	146.8	247.3	139.8	128.1	230.7	154.4	82.3
Mg	①	32.5	13.1	31.2	27.6	16.5	7.3	39.3	27.4	22.3
	②	43.3	47.1	43.3	33.8	27.1	24.7	36.9	45.7	25.6
	③	21.2	17.5	19.3	27.2	14.6	12.8	28.8	24.8	13.0
	④	36.8	14.2	17.9	23.1	19.7	21.3	17.6	37.3	18.7
	⑤	40.5	19.2	33.7	36.8	27.3	27.4	45.9	35.4	16.3
Al	①	<61.1	<61.1	<61.1	<61.1	<61.1	<61.1	61.2	67.0	<61.1
	②	76.5	<61.1	<61.1	<61.1	69.5	79.5	63.4	68.4	80.0
	③	79.1	<61.1	<61.1	<61.1	<61.1	<61.1	91.1	<61.1	<61.1
	④	132.1	<61.1	<61.1	<61.1	61.3	78.9	64.6	92.5	80.2
	⑤	71.2	<61.1	<61.1	85.7	85.7	97.3	121.6	73.2	66.9
K	①	<31.1	<31.1	38.3	105.5	<31.1	<31.1	97.6	59.7	42.6
	②	47.6	39.7	52.7	82.2	49.4	80.6	53.4	82.1	50.1
	③	108.3	124.4	129.1	166.2	109.8	110.4	144.3	122.1	79.6
	④	135.7	59.0	69.3	70.3	74.6	117.2	55.9	93.6	73.6
	⑤	60.0	54.6	94.0	154.3	111.8	146.9	140.7	90.7	69.4
Ca	①	23.9	8.9	66.1	37.9	18.0	8.6	55.2	34.5	29.6
	②	32.3	40.9	76.5	44.8	20.8	19.5	37.8	62.3	33.8
	③	31.3	19.5	32.6	42.7	13.1	10.6	39.9	34.3	10.8
	④	59.8	27.4	25.5	45.7	35.5	24.1	32.0	76.8	19.7
	⑤	37.9	20.9	70.7	73.7	40.2	29.4	90.9	58.2	19.3
Sc	①	0.009	<0.0022	0.006	0.009	<0.0022	<0.0022	0.009	0.012	0.010
	②	0.013	0.024	0.005	0.009	0.004	0.004	0.017	0.014	0.009
	③	0.009	<0.0022	0.005	0.010	<0.0022	0.004	0.019	0.008	0.005
	④	0.018	<0.0022	<0.0022	<0.0022	<0.0022	0.016	0.014	0.007	<0.0022
	⑤	0.012	<0.0022	0.005	0.009	0.010	0.008	0.035	<0.0022	<0.0022
Ti	①	81.8	<10.8	<10.8	<10.8	490.1	<10.8	481.3	278.9	<10.8
	②	80.1	<10.8	<10.8	<10.8	497.8	<10.8	420.3	<10.8	<10.8
	③	49.0	<10.8	<10.8	<10.8	176.4	<10.8	277.2	<10.8	<10.8
	④	83.9	<10.8	<10.8	477.8	194.8	<10.8	422.1	<10.8	<10.8
	⑤	83.5	<10.8	<10.8	493.1	<10.8	<10.8	416.4	<10.8	<10.8
V	①	9.4	6.4	23.7	25.7	6.0	3.2	7.0	2.2	2.0
	②	11.7	6.0	16.5	16.2	3.3	2.6	5.1	3.2	3.4
	③	4.8	10.0	7.0	2.3	1.4	1.1	3.6	2.7	1.6
	④	6.1	15.6	5.7	1.5	1.3	1.5	2.2	2.2	1.6
	⑤	12.3	7.5	21.5	17.5	5.6	4.3	5.2	3.8	3.3
Cr	①	<1.0	<1.0	2.5	1.3	<1.0	<1.0	3.8	1.2	<1.0
	②	1.2	1.0	2.7	2.0	1.5	1.1	<1.0	1.6	1.0
	③	1.8	1.7	2.3	1.4	<1.0	<1.0	<1.0	1.8	<1.0
	④	2.3	1.9	2.3	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	6.6	<1.0
	⑤	1.4	<1.0	2.0	2.6	1.6	1.4	2.4	21.2	1.2
Mn	①	1.7	1.1	13.6	7.2	1.7	2.4	8.5	3.6	3.4
	②	2.4	3.5	11.1	4.4	2.0	2.6	3.7	7.7	2.9
	③	5.7	5.0	5.8	6.3	3.1	2.2	3.7	7.2	1.1
	④	12.2	5.4	7.0	4.6	3.4	3.3	3.2	12.5	1.7
	⑤	4.7	3.8	13.6	23.9	8.2	8.0	9.2	16.1	3.2
Fe	①	<55.5	<55.5	356.0	126.8	56.8	<55.5	309.8	74.8	73.6
	②	62.0	95.0	258.4	68.0	58.3	<55.5	106.3	137.2	75.8
	③	127.1	133.2	115.3	148.3	70.4	<55.5	134.1	133.6	<55.5
	④	211.3	159.0	99.8	86.9	60.6	<55.5	71.5	232.3	<55.5
	⑤	107.9	72.1	355.9	195.3	144.7	136.6	229.3	186.4	97.4
Co	①	<0.040	<0.040	0.05	0.06	<0.040	<0.040	0.10	0.05	2.33
	②	<0.040	<0.040	0.15	0.07	<0.040	<0.040	0.16	0.18	0.05
	③	<0.040	<0.040	0.07	0.07	<0.040	<0.040	0.08	0.05	<0.040
	④	<0.040	<0.040	0.15	0.81	<0.040	<0.040	<0.040	0.40	<0.040
	⑤	<0.040	N.D.	0.09	0.06	0.15	2.25	<0.040	0.51	<0.040
Ni	①	4.0	2.9	8.4	8.7	1.9	0.8	3.7	1.9	0.8
	②	4.1	3.0	6.3	6.8	1.3	1.5	2.9	2.7	1.7
	③	2.0	4.8	2.8	2.1	<0.74	<0.74	2.0	2.2	<0.74
	④	2.7	4.7	2.5	1.1	<0.74	1.1	1.3	3.6	0.8
	⑤	4.0	2.6	7.6	6.9	2.4	3.1	3.1	6.0	1.2
Cu	①	2.5	1.7	4.4	2.4	2.7	2.6	2.2	3.4	2.6
	②	2.4	1.8	4.1	4.5	3.1	2.5	1.9	4.8	1.6
	③	4.1	3.9	3.8	5.4	6.2	3.0	3.7	3.5	2.8
	④	9.2	4.0	4.5	5.5	5.4	4.6	2.5	6.1	7.0
	⑤	7.4	2.5	10.4	4.3	5.3	4.6	4.5	4.9	3.8
Zn	①	<25.6	<25.6	32.5	30.8	<25.6	<25.6	55.8	81.9	33.6
	②	26.3	<25.6	38.8	<25.6	40.9	46.7	45.5	75.2	53.3
	③	37.2	67.5	33.7	37.9	42.9	40.0	45.6	34.1	<25.6
	④	50.7	37.0	42.4	53.3	58.4	64.1	39.9	60.6	74.9
	⑤	<25.6	29.5	29.4	68.4	63.4	87.5	61.9	50.4	64.0
As	①	0.15	0.14	0.42	0.35	0.17	0.21	0.34	0.26	0.25
	②	0.28	0.22	0.47	0.41	0.35	0.55	0.32	0.32	0.74
	③	0.62	0.52	0.55	0.75	0.78	0.68	0.64	0.33	1.39
	④	0.88	0.95	1.18	1.76	1.33	1.42	0.78	1.06	4.96
	⑤	0.26	0.19	0.43	0.53	0.75	0.74	0.47	0.37	0.41

									分析手法定量 下限値
	期間	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松	
Na	①	79.9	<55.1	<55.1	64.0	<55.1	114.1	85.5	55.15
	②	147.9	69.5	<55.1	<55.1	117.5	265.4	153.7	
	③	55.8	<55.1	<55.1	<55.1	55.9	87.4	71.2	
	④	77.5	<55.1	<55.1	67.2	70.0	123.2	126.3	
	⑤	63.3	63.8	<55.1	65.3	155.4	267.1	224.3	
Mg	①	20.2	26.0	8.4	18.6	<7.0	16.1	15.9	6.95
	②	27.6	13.4	12.0	18.1	18.5	33.8	23.7	
	③	20.4	8.7	<7.0	10.4	8.6	18.5	14.9	
	④	15.9	8.2	11.0	8.9	17.9	30.7	32.7	
	⑤	17.7	13.3	8.0	20.3	25.8	36.1	39.0	
Al	①	72.2	148.9	<61.1	84.9	<61.1	<61.1	<61.1	61.1
	②	115.8	<61.1	<61.1	64.7	<61.1	72.6	<61.1	
	③	<61.1	<61.1	<61.1	<61.1	<61.1	<61.1	<61.1	
	④	82.9	<61.1	<61.1	<61.1	<61.1	111.6	83.1	
	⑤	67.6	<61.1	<61.1	65.5	62.3	82.2	<61.1	
K	①	52.3	31.9	47.4	69.9	72.1	62.9	45.2	31.1
	②	69.0	41.5	52.0	63.3	63.6	86.1	60.9	
	③	164.7	108.9	42.5	67.2	78.2	89.2	83.5	
	④	66.1	61.7	71.3	72.7	102.7	137.3	153.5	
	⑤	73.9	101.0	91.8	79.9	92.4	107.4	96.6	
Ca	①	25.0	16.6	6.9	20.3	<4.5	67.8	41.1	4.53
	②	26.6	15.6	11.9	18.9	32.4	37.2	23.2	
	③	15.3	6.7	6.1	9.7	14.5	30.4	13.4	
	④	21.4	13.7	14.3	5.5	30.4	46.2	46.9	
	⑤	26.1	22.0	10.0	29.9	37.0	29.6	32.1	
Sc	①	0.016	0.031	0.005	0.014	<0.0022	0.003	<0.0022	0.00223
	②	0.031	<0.0022	0.003	<0.0022	<0.0022	<0.0022	<0.0022	
	③	0.008	<0.0022	0.009	0.008	<0.0022	0.005	0.006	
	④	0.013	0.017	<0.0022	<0.0022	<0.0022	0.024	0.015	
	⑤	0.017	0.010	0.013	0.006	<0.0022	0.011	0.015	
Ti	①	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	10.8
	②	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	
	③	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	
	④	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	13.3	
	⑤	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	<10.8	
V	①	2.0	0.4	0.1	0.5	1.2	1.1	3.0	0.0260
	②	3.7	1.5	0.4	2.9	11.8	10.7	7.6	
	③	1.5	0.6	0.2	2.0	3.5	3.4	3.8	
	④	0.8	0.9	0.9	1.3	4.1	4.6	5.9	
	⑤	1.9	3.4	1.2	4.7	6.7	5.4	6.3	
Cr	①	1.5	1.4	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	3.5	1.00
	②	1.2	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1.4	2.2	
	③	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	2.1	
	④	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1.6	1.8	2.0	
	⑤	<1.0	1.1	<1.0	<1.0	2.1	<1.0	3.1	
Mn	①	4.4	2.4	2.0	2.3	2.7	1.1	4.9	0.35
	②	3.4	2.5	1.7	1.6	2.6	2.7	9.2	
	③	2.8	2.4	1.8	1.9	2.3	3.1	4.6	
	④	2.0	2.7	3.1	2.0	3.8	4.9	9.5	
	⑤	2.1	6.3	4.9	2.9	3.1	2.8	12.4	
Fe	①	81.1	106.1	<55.5	82.6	<55.5	<55.5	<55.5	55.5
	②	58.6	<55.5	<55.5	<55.5	<55.5	<55.5	85.1	
	③	<55.5	<55.5	<55.5	<55.5	<55.5	69.9	68.9	
	④	<55.5	<55.5	<55.5	<55.5	57.6	113.5	123.3	
	⑤	61.9	90.6	<55.5	66.4	<55.5	56.3	109.0	
Co	①	0.41	<0.040	<0.040	0.11	0.35	<0.040	<0.040	0.0404
	②	0.05	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	
	③	0.07	<0.040	<0.040	<0.040	0.05	<0.040	<0.040	
	④	<0.040	<0.040	<0.040	0.11	0.09	0.18	0.07	
	⑤	0.73	<0.040	<0.040	<0.040	0.11	<0.040	0.14	
Ni	①	3.8	<0.74	<0.74	<0.74	<0.74	1.2	1.0	0.742
	②	2.4	<0.74	1.9	1.0	4.2	6.2	2.6	
	③	1.7	1.1	<0.74	<0.74	1.3	2.3	1.8	
	④	1.0	<0.74	<0.74	<0.74	6.8	2.1	5.6	
	⑤	1.5	1.2	<0.74	1.8	3.0	2.2	1.5	
Cu	①	3.2	2.5	2.0	2.8	1.8	2.5	1.8	0.226
	②	2.0	3.8	2.8	2.6	2.3	2.4	3.1	
	③	5.1	3.4	2.6	3.3	6.2	3.2	2.9	
	④	5.1	2.5	3.9	3.0	9.5	24.9	35.7	
	⑤	2.4	3.0	4.3	2.8	1.6	3.7	3.8	
Zn	①	44.3	38.3	28.6	<25.6	30.8	26.9	34.5	25.6
	②	46.8	27.4	<25.6	27.6	34.5	51.8	27.3	
	③	41.2	33.9	<25.6	<25.6	<25.6	28.2	<25.6	
	④	47.0	<25.6	<25.6	<25.6	43.1	52.9	39.3	
	⑤	39.9	52.8	39.5	39.2	33.6	49.9	<25.6	
As	①	0.38	0.07	0.24	0.17	0.11	0.15	0.14	0.0304
	②	0.30	0.31	0.19	0.24	0.47	0.45	0.42	
	③	1.32	0.52	0.17	0.30	0.45	0.41	0.33	
	④	0.79	0.70	0.45	0.37	0.55	0.60	0.64	
	⑤	0.46	0.38	0.54	0.31	0.35	0.28	0.32	

表 4-1-3 PM2.5(金属元素成分 Se～Pb) 単位: ng/m³

	期間	平塚	横浜	川崎	江東	さいたま	駒西	千葉	市原	土浦
Se	①	0.16	0.10	0.25	0.60	0.18	0.41	0.74	0.27	0.43
	②	0.42	0.38	0.34	0.47	0.41	0.73	0.75	0.73	0.42
	③	1.77	1.54	1.12	1.12	0.65	0.54	0.81	0.88	0.61
	④	1.23	0.99	0.76	0.84	0.55	0.61	0.46	1.72	1.38
	⑤	0.50	0.44	0.60	0.89	0.83	0.91	0.78	0.39	0.72
Br	①	3.6	1.1	1.1	1.1	N.D.	<0.21	N.D.	1.0	<0.21
	②	1.8	<0.21	1.5	<0.21	1.1	N.D.	<0.21	<0.21	0.7
	③	1.1	0.8	0.7	4.4	<0.21	1.6	<0.21	<0.21	N.D.
	④	3.3	0.8	0.7	<0.21	2.9	<0.21	1.1	<0.21	N.D.
	⑤	0.9	1.0	1.0	N.D.	<0.21	4.2	<0.21	1.1	<0.21
Rb	①	0.06	0.04	0.07	0.30	0.05	0.08	0.48	0.07	0.12
	②	0.09	0.08	0.09	0.19	0.08	0.11	0.12	0.26	0.11
	③	0.23	0.24	0.23	0.25	0.16	0.15	0.21	0.23	0.10
	④	0.30	0.20	0.14	0.13	0.11	0.17	0.11	0.37	0.11
	⑤	0.12	0.09	0.16	0.44	0.20	0.25	0.24	0.15	0.16
Sr	①	0.90	0.92	1.13	1.77	1.69	0.46	0.89	1.13	1.00
	②	1.21	1.34	1.58	2.00	1.26	1.15	1.14	1.15	1.13
	③	1.81	3.31	2.66	3.16	1.67	1.15	2.40	1.73	0.97
	④	2.46	4.64	2.20	2.04	1.69	1.65	1.14	1.25	1.36
	⑤	1.82	1.68	1.87	1.88	2.39	1.91	2.04	1.42	1.07
Mo	①	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	4.0	<3.9
	②	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	4.0	<3.9	<3.9	<3.9
	③	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	3.9	<3.9	<3.9	<3.9
	④	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	4.3	<3.9	4.2	4.5
	⑤	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	5.5	4.8	<3.9	<3.9	<3.9
Ag	①	<0.16	0.84	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16
	②	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	0.46	<0.16	0.22	<0.16
	③	<0.16	0.36	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16
	④	0.24	<0.16	<0.16	0.49	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16
	⑤	<0.16	0.18	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	2.15
Cd	①	0.17	0.03	0.04	0.13	0.03	0.13	0.13	0.18	0.08
	②	0.05	0.08	0.08	0.12	0.11	0.16	0.22	0.12	0.41
	③	0.20	0.23	0.25	0.68	0.40	0.37	0.39	0.21	0.67
	④	0.35	0.41	0.66	0.77	0.50	0.51	0.29	0.34	1.93
	⑤	0.07	0.07	0.12	0.17	0.23	0.32	0.23	0.21	0.17
Sb	①	0.25	0.17	0.45	0.77	0.53	0.79	0.58	1.59	0.59
	②	0.29	0.22	0.57	0.51	0.58	1.55	0.52	0.44	0.53
	③	1.29	1.12	1.40	1.53	1.53	3.02	1.33	0.97	0.77
	④	1.64	0.76	1.12	1.39	1.30	1.47	1.00	3.90	0.77
	⑤	0.53	0.22	0.64	1.13	1.30	2.47	1.20	0.89	0.71
Cs	①	0.004	0.003	0.005	0.023	0.005	0.008	0.079	0.005	0.013
	②	0.006	0.010	0.006	0.015	0.007	0.006	0.014	0.028	0.010
	③	0.033	0.035	0.028	0.031	0.012	0.008	0.022	0.027	0.006
	④	0.048	0.033	0.017	0.012	0.007	0.009	0.009	0.072	0.005
	⑤	0.021	0.011	0.022	0.090	0.051	0.035	0.024	0.006	0.016
Ba	①	26.8	<24.1	26.6	27.6	<24.1	<24.1	<24.1	30.3	24.9
	②	30.3	<24.1	<24.1	29.7	33.9	25.8	27.8	29.2	35.7
	③	27.8	<24.1	<24.1	<24.1	<24.1	<24.1	35.6	<24.1	<24.1
	④	33.5	<24.1	<24.1	<24.1	26.9	29.9	32.4	33.5	40.4
	⑤	25.6	28.5	27.3	29.7	48.4	38.5	36.6	27.9	33.4
La	①	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	1.8	0.1
	②	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	2.9	0.1
	③	0.3	0.2	0.4	0.8	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1
	④	0.4	0.1	0.2	0.7	0.1	0.1	0.1	0.3	0.0
	⑤	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.9	0.2
Sm	①	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	0.016	<0.011
	②	<0.011	<0.011	0.015	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	0.024	<0.011
	③	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011
	④	0.019	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	0.012	<0.011
	⑤	<0.011	<0.011	<0.011	0.014	0.011	<0.011	0.017	<0.011	<0.011
Eu	①	0.010	0.006	0.009	0.010	0.006	<0.0028	0.007	0.006	0.005
	②	0.012	0.007	0.008	0.010	0.009	0.008	0.009	0.005	0.007
	③	0.010	0.007	0.006	0.007	0.003	0.004	0.007	0.005	<0.0028
	④	0.010	0.004	0.005	0.007	0.009	0.009	0.007	0.007	0.005
	⑤	0.011	0.008	0.007	0.006	0.013	0.008	0.008	0.004	0.004
Au	①	0.0	0.002	0.002	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016
	②	0.002	<0.0016	0.003	<0.0016	0.003	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016
	③	<0.0016	0.003	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016
	④	0.002	<0.0016	<0.0016	0.002	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016
	⑤	0.002	0.004	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	0.002	<0.0016	0.003
Pb	①	<0.12	<0.12	0.8	2.8	<0.12	1.4	4.4	7.2	6.1
	②	0.2	3.1	1.5	1.0	0.9	2.1	2.5	3.6	2.2
	③	4.6	5.9	6.2	5.8	5.2	4.5	4.1	4.2	3.4
	④	5.7	5.4	5.6	4.1	4.6	4.8	1.5	8.6	7.3
	⑤	1.7	0.7	2.6	3.8	4.7	8.3	5.4	3.8	2.1

									分析手法定量 下限値
	期間	宇都宮	前橋	長野	甲府	静岡	島田	浜松	
Se	①	0.43	0.17	0.15	0.10	0.06	0.09	0.11	0.0147
	②	0.33	0.63	0.16	0.22	0.57	0.56	0.41	
	③	0.52	0.54	0.13	0.35	0.49	0.60	0.56	
	④	0.27	0.69	0.37	0.38	0.61	0.80	1.05	
	⑤	0.37	0.59	0.47	0.39	0.28	0.25	0.33	
Br	①	0.7	<0.21	1.0	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	0.206
	②	N.D.	1.2	<0.21	<0.21	<0.21	2.2	<0.21	
	③	2.6	2.1	0.7	<0.21	<0.21	<0.21	1.9	
	④	<0.21	3.3	0.9	2.1	<0.21	<0.21	0.8	
	⑤	<0.21	1.2	3.5	<0.21	1.3	<0.21	N.D.	
Rb	①	0.13	0.09	0.09	0.12	0.13	0.09	0.09	0.0150
	②	0.11	0.09	0.07	0.10	0.11	0.14	0.09	
	③	0.17	0.11	0.05	0.09	0.09	0.15	0.10	
	④	0.12	0.10	0.10	0.13	0.16	0.25	0.23	
	⑤	0.14	0.16	0.20	0.13	0.11	0.17	0.12	
Sr	①	0.91	0.82	0.46	0.59	<0.30	0.93	0.35	0.309
	②	1.45	0.95	0.69	0.78	0.56	0.86	0.52	
	③	2.43	1.41	0.50	0.80	0.70	0.75	0.85	
	④	1.33	0.54	0.83	0.47	0.82	1.41	1.61	
	⑤	1.09	0.85	0.60	0.87	0.94	0.99	1.08	
Mo	①	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	3.87
	②	5.7	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	
	③	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	
	④	5.7	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	
	⑤	4.3	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	<3.9	
Ag	①	<0.16	<0.16	0.33	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	0.160
	②	<0.16	3.83	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	
	③	<0.16	0.21	0.16	<0.16	<0.16	0.85	<0.16	
	④	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	
	⑤	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	
Cd	①	0.12	0.02	0.07	0.06	0.04	0.03	0.07	0.00522
	②	0.06	0.10	0.05	0.07	0.07	0.10	0.19	
	③	0.55	0.20	0.06	0.09	0.11	0.11	0.13	
	④	0.19	0.22	0.09	0.15	0.16	0.20	0.21	
	⑤	0.13	0.18	0.22	0.12	0.08	0.09	0.13	
Sb	①	0.61	1.34	0.63	0.46	0.13	0.40	0.28	0.122
	②	0.70	1.04	0.55	1.25	0.65	0.65	0.96	
	③	2.55	2.21	0.73	0.98	2.07	1.81	0.86	
	④	0.47	1.23	0.67	0.77	1.00	1.49	3.07	
	⑤	0.62	1.48	2.95	0.98	0.55	0.58	1.54	
Cs	①	0.012	0.008	0.010	0.008	0.005	0.003	0.005	0.000919
	②	0.008	0.010	0.006	0.005	0.008	0.012	0.010	
	③	0.008	0.009	0.003	0.007	0.009	0.015	0.014	
	④	0.004	0.010	0.007	0.008	0.010	0.018	0.019	
	⑤	0.007	0.029	0.021	0.008	0.005	0.008	0.008	
Ba	①	<24.1	26.1	<24.1	<24.1	<24.1	<24.1	<24.1	24.1
	②	48.4	<24.1	24.1	<24.1	<24.1	31.5	<24.1	
	③	<24.1	<24.1	<24.1	<24.1	<24.1	<24.1	<24.1	
	④	45.6	<24.1	<24.1	<24.1	<24.1	26.9	<24.1	
	⑤	31.3	27.7	<24.1	<24.1	27.1	31.5	<24.1	
La	①	0.1	0.1	<0.025	0.0	<0.025	<0.025	0.2	0.0249
	②	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	
	③	0.1	0.1	<0.025	0.1	0.1	0.1	0.1	
	④	0.1	0.0	0.0	<0.025	0.1	0.1	0.1	
	⑤	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	
Sm	①	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	0.0112
	②	0.022	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	0.012	<0.011	
	③	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	
	④	0.018	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	0.012	<0.011	
	⑤	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011	
Eu	①	0.004	0.005	<0.0028	0.004	<0.0028	<0.0028	<0.0028	0.00275
	②	0.009	<0.0028	<0.0028	0.003	<0.0028	0.004	<0.0028	
	③	0.005	<0.0028	<0.0028	<0.0028	<0.0028	<0.0028	<0.0028	
	④	0.010	<0.0028	<0.0028	<0.0028	<0.0028	<0.0028	0.004	
	⑤	0.005	0.005	<0.0028	0.004	0.004	0.004	<0.0028	
Au	①	0.003	<0.0016	0.002	<0.0016	<0.0016	0.005	<0.0016	0.00158
	②	<0.0016	<0.0016	0.002	0.002	<0.0016	<0.0016	<0.0016	
	③	<0.0016	0.002	<0.0016	<0.0016	<0.0016	0.002	<0.0016	
	④	<0.0016	0.002	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	
	⑤	<0.0016	0.002	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	<0.0016	
Pb	①	2.8	0.9	1.4	1.4	<0.12	<0.12	0.6	0.121
	②	1.1	1.8	0.9	0.7	1.0	1.9	1.4	
	③	5.3	3.6	1.2	1.5	2.2	2.4	1.9	
	④	0.9	2.4	1.5	1.3	2.4	3.6	3.7	
	⑤	1.1	3.4	38.6	1.4	0.5	1.0	1.0	

4.2 フィルターパック法による調査

表 4-2-1 ガス状成分 (SO₂~NH₃) 及びエアロゾル成分 (SO₄²⁻~Ca²⁺) 単位: nmol/m³

		期間	横浜	川崎	江東	さいたま	駒西	市原	土浦	宇都宮	前橋	長野	甲府	島田
ガス状成分	SO2	①	60.6	80.6	104.5	68.8	2.0	106.6	96.0	96.0	16.8	4.8	13.3	57.4
		②	96.9	108.8	106.3	24.6	8.8	55.8	34.6	43.1	19.1	4.6	16.7	95.0
		③	590.7	144.6	68.5	34.1	18.3	74.4	21.9	47.1	13.3	3.0	6.9	47.7
		④	597.1	97.8	39.8	34.2	19.9	69.4	26.3	18.5	27.3	15.5	15.1	145.7
		⑤	198.1	141.6	220.6	65.0	42.9	19.6	49.9	62.7	45.6	13.3	25.3	101.8
	HNO3	①	17.7	0.5	<2.3	9.3	6.0	3.3	4.4	13.2	17.3	5.2	5.4	2.3
		②	32.4	0.6	8.0	16.2	8.1	2.9	2.1	6.1	20.9	6.0	3.2	40.2
		③	95.7	9.0	14.7	25.3	24.7	4.6	8.6	18.8	15.1	9.2	18.1	29.7
		④	129.7	12.1	26.9	37.7	25.3	5.7	11.8	1.2	43.0	23.4	16.7	39.2
		⑤	105.1	7.1	20.5	57.8	43.5	4.1	19.3	52.4	41.2	31.2	7.0	24.2
	HCl	①	10.5	5.4	<0.8	22.8	36.3	13.1	14.8	0.7	10.5	5.5	2.7	10.0
		②	ND	8.9	4.7	32.8	44.5	8.2	15.4	5.9	20.3	5.1	7.6	42.2
		③	58.9	7.9	3.9	15.9	40.3	14.0	10.3	13.2	12.3	7.9	7.1	29.3
		④	54.0	18.3	5.6	22.4	52.5	10.5	13.7	0.0	17.4	12.5	16.5	28.2
		⑤	78.4	5.5	2.7	39.9	72.0	14.6	17.5	13.5	20.8	13.7	9.4	32.2
	NH3	①	299.0	263.5	256.6	145.2	29.9	84.6	141.0	307.8	398.2	89.1	134.0	231.4
		②	223.1	242.1	209.7	107.8	70.3	55.5	138.2	282.3	452.9	89.0	120.3	264.8
		③	231.7	122.2	171.9	192.4	168.3	127.4	186.3	286.4	340.1	82.9	81.9	170.2
		④	348.9	179.2	195.6	220.1	209.4	143.8	256.5	399.6	529.2	101.2	99.5	368.1
		⑤	332.9	185.8	207.5	279.5	275.6	186.1	270.8	337.8	364.0	117.2	115.1	284.8
粒子状物質	SO42-	①	201.2	7.2	23.1	16.3	2.7	23.6	17.3	24.0	15.5	11.0	1.7	22.8
		②	116.6	3.6	40.4	28.3	7.6	1.7	21.3	24.4	20.0	9.9	9.7	88.3
		③	210.9	47.1	58.0	25.4	36.1	62.2	28.8	33.9	28.4	5.5	21.1	59.5
		④	171.6	53.1	44.6	35.7	34.6	3.3	31.2	0.8	28.2	43.1	24.1	74.3
		⑤	81.9	27.0	55.6	48.3	65.1	31.7	59.2	74.9	52.5	42.7	3.8	46.1
	NO3-	①	420.9	3.4	10.7	11.0	2.5	4.7	8.4	13.9	27.3	5.2	0.8	34.2
		②	99.1	5.2	31.4	36.4	8.4	0.8	23.4	18.7	37.0	5.9	2.8	73.6
		③	201.1	42.2	36.5	34.3	31.2	22.1	19.3	35.4	115.7	3.5	6.3	32.0
		④	58.3	32.6	13.6	18.5	11.3	0.8	17.0	0.0	21.1	4.8	5.0	46.1
		⑤	49.7	23.4	27.6	29.0	25.0	13.5	22.0	27.8	77.1	11.5	2.0	46.0
	Cl-	①	173.2	12.5	38.9	22.8	0.0	29.8	13.5	13.8	8.1	<5	9.0	35.9
		②	61.2	7.8	56.3	12.6	0.0	1.8	12.1	7.9	6.2	<5	ND	30.2
		③	24.5	11.5	10.0	5.8	4.4	11.4	3.4	3.2	14.4	<3	1.0	22.7
		④	21.7	10.6	9.5	5.6	0.0	0.9	5.7	0.0	6.0	<5	0.2	40.3
		⑤	26.7	18.9	32.1	9.3	9.3	19.4	2.9	2.4	13.1	<5	4.1	44.3
	NH4+	①	376.6	3.8	11.1	29.7	1.4	26.1	46.1	42.2	45.4	21.6	ND	15.7
		②	241.9	6.0	28.4	67.5	10.3	4.9	59.9	43.2	53.5	18.4	13.7	134.4
		③	485.3	92.3	73.2	84.4	102.0	107.6	91.2	109.9	175.5	10.8	32.7	86.4
		④	387.5	88.6	28.8	76.5	66.0	6.0	87.8	1.2	64.3	82.1	33.2	118.7
		⑤	176.2	27.2	32.3	90.4	133.0	37.9	155.1	191.7	166.0	83.8	7.5	43.5
Na+	①	224.8	14.8	3.2	26.4	2.7	22.8	23.4	14.1	6.8	1.1	ND	24.6	
	②	84.9	9.7	6.2	32.3	7.7	0.3	33.0	19.6	7.4	3.3	ND	46.5	
	③	36.2	16.6	3.3	5.3	7.5	14.1	8.2	2.3	4.7	<0.7	8.3	30.8	
	④	24.1	20.0	2.3	10.7	8.8	0.9	14.4	0.0	4.1	1.4	ND	40.4	
	⑤	38.0	26.1	4.7	21.3	17.4	18.5	8.1	3.6	2.5	3.0	ND	31.0	
K+	①	13.7	15.8	1.7	2.2	0.5	3.4	1.2	1.7	2.5	2.1	1.2	5.4	
	②	3.7	4.1	6.6	2.7	0.9	3.4	1.3	1.1	2.6	1.7	5.2	7.3	
	③	8.4	12.3	8.6	2.6	3.9	12.1	1.8	2.7	5.0	2.2	7.8	8.5	
	④	2.7	12.7	4.0	3.1	3.3	5.2	2.3	0.0	3.3	1.9	2.9	91.3	
	⑤	1.8	8.5	5.9	3.7	4.3	12.3	1.2	1.5	4.4	2.6	2.3	5.5	
Mg2+	①	38.4	1.3	<4.1	3.1	0.0	4.9	0.6	1.0	3.8	<1	ND	5.8	
	②	8.2	1.6	<2.0	4.0	0.0	0.0	1.2	1.2	3.8	<1	ND	5.9	
	③	6.7	2.7	<4.4	1.7	0.5	3.6	0.5	0.4	2.7	<0.7	ND	3.9	
	④	4.9	3.2	<2.1	2.7	0.5	0.0	0.6	0.0	3.8	1.3	ND	5.9	
	⑤	4.0	4.2	<2.1	4.1	1.3	5.1	0.7	0.6	4.4	<1	ND	5.9	
Ca2+	①	142.0	6.4	9.5	2.6	0.0	8.3	1.3	3.1	2.8	<7	ND	15.9	
	②	10.9	9.4	14.4	4.3	0.4	0.0	1.8	2.5	4.0	<6	ND	17.8	
	③	20.0	11.5	12.7	2.9	1.6	6.8	0.7	1.4	5.1	<4	ND	10.6	
	④	17.1	19.1	7.0	4.3	1.4	0.0	1.9	0.2	4.7	<7	ND	14.3	
	⑤	5.3	27.9	22.5	9.9	4.4	9.6	3.3	3.5	12.9	<6	ND	16.1	

5 調査地点の概況（平成 21 年度）

番号	1	地点名(場所)	平塚(神奈川県環境科学センター)		都県市コード*	14203
所在地	神奈川県平塚市四之宮 1-3-39			採取場所	4階建屋上	
緯度・経度(比高m)				35.20.51N 139.21.05E		
工場及び道路等付近の状況: 平塚市の市街からやや北に位置し、付近には畑も点在しており、南西約1kmにゴム製造工場、南約1kmに自動車製造工場等がある。						
地形等の自然条件: 県南部の相模川流域の平野部に発達した平塚市の東部に位置している。相模湾から北に4km、相模川からは西に2kmの位置にある。						

番号	2	地点名(場所)	横浜(横浜市環境科学研究所)		都県市コード	14107
所在地	横浜市磯子区滝頭 1-2-15			採取場所	庁舎屋上	
緯度・経度(比高m)			35.25.09N 139.37.14E			
工場及び道路等付近の状況:庁舎の周辺の道路は幅5m以下で自動車の交通量は少なく、大型車はほとんどみられない。庁舎から東側およそ0.5kmに国道16号が通り、南東側およそ2kmに新日本石油の大規模な製油所がある。						
地形等の自然条件:建物は病院の敷地に隣接し、周辺をこの建物とほぼ同じ高さの丘に囲まれており、北から東側の丘には集合住宅が並び、西側の丘には戸建住宅が密集している。また、丘の斜面には緑地が見られる。						

番号	3	地点名(場所)	川崎(川崎市公害研究所)	都県市コード*	14131
所在地	川崎市川崎区田島町 20-2			採取場所	庁舎屋上
緯度・経度(比高m)			35.30.43N 139.42.55E(10m)		
工場及び道路等付近の状況:採取場所から南南東480m先を県道東京大師横浜線、首都高速横浜羽田空港線が走り、その先は臨海工業地帯である。北東約5～6kmに羽田空港、東～南約4kmに川崎港がある。					
地形等の自然条件:付近は平坦地で住宅が密集しており緑の少ない地点である。					

番号	4	地点名(場所)	江東(東京都環境科学研究所)		都県市コード	13108
所在地	東京都江東区新砂 1-7-5			採取場所	庁舎屋上	
緯度・経度(比高m)				35.39.54N 139.49.39E (23m)		
工場及び道路等付近の状況: 東側約100m及び北側約200mにそれぞれ幹線道路があり、1km以内に物流配送センター、約1〜2km先に機械工場,都市ごみ焼却施設なども点在する。						
地形等の自然条件: 周辺は平坦地で、10数階建てのマンション及び事務所ビルが多く、南約2km先は東京湾の入り江である。						

番号	5	地点名(場所)	さいたま(さいたま市役所)		都県市コード	11107
所在地	さいたま市浦和区常盤 6-4-4			採取場所	庁舎(議会棟)屋上	
緯度・経度(比高m)				35.51.43N・139.38.43E (15.0m)		
工場及び道路等付近の状況: 東側に国道17号線が通っている。付近は公共施設が多い官庁街である。						
地形等の自然条件: 付近は平坦地で、西側1.4kmのところ北から南へ荒川が流れている。						

番号	6	地点名(場所)	騎西(埼玉県環境科学国際センター)		都県市コード	11421
所在地	埼玉県北埼玉郡騎西町上種足 914			採取場所	生態園エコロッジ屋上	
緯度・経度(比高m)				36.04.49N・139.33.50E(4 m)		
工場及び道路等付近の状況:周囲は田園地帯である。北西約300mに県道があり、北東約2.2kmに国道122号線がある。						
地形等の自然条件:付近は平坦地であり、大きな建造物は無い。						

番号	7	地点名(場所)	千葉(真砂公園)		都県市コード*	12106
所在地	千葉市美浜区真砂 1-11			採取場所	局舎屋上	
緯度・経度(比高m)				35.37.51N 140.04.15E(5 m)		
工場及び道路等付近の状況: 中層建築物の小中学校・大学に囲まれた住宅地にある。北東800mに国道14号がとおり、南西2kmには緑の多い海浜公園がある。						
地形等の自然条件: 付近は平坦地である。						

番号	8	地点名(場所)	市原(市原岩崎西測定局)		都県市コード	12219
所在地	千葉県市原市岩崎西 1-8-8			採取場所	局舎屋上	
緯度・経度(比高m)				35.31.34N 140.04.05E(5 m)		
工場及び道路等付近の状況:京葉臨海工業地帯に隣接し、北西側に国道16号があり、この道路と庁舎の間には緑地公園がベルト状にある。庁舎は特別工業地域内にある。						
地形等の自然条件:付近は平坦地で、北東から南西側に東京湾があり、海までの最短距離は北西700mである。東側には南東から北北西にかけて東京湾へ流れる養老川があり、川への最短距離は東1000mである。						

番号	9	地点名(場所)	土浦(茨城県土浦保健所)		都県市コード	8203
所在地	土浦市下高津2-7-46			採取場所	局舎屋上	
緯度・経度(比高m)				36.4.16N 140.11.27E(3 m)		
工場及び道路等付近の状況:保健所駐車場の一角にあり、周囲は病院・住宅等、北西方向約300mに国道354号線がある。						
地形等の自然条件:霞ヶ浦から西に2.6kmの微高地上に位置し、北700mには東西に桜川が流れている。北約10kmには筑波山麓がある。						

番号	10	地点名(場所)	宇都宮(栃木県保健環境センター)		都県市コード	9304
所在地	栃木県宇都宮市下岡本 2145-13			採取場所	庁舎4階屋外渡り廊下	
緯度・経度(比高m)				36.36.1N 139.56.25E (12m)。		
工場及び道路等付近の状況:工場地域に位置し、付近には小規模な工業団地があるが、大工場はない。南東約1kmに国道4号線が通っている。						
地形等の自然条件:関東平野の北端に位置し、付近は平坦である。北西部標高300～600mの山地と丘陵地が連なっている。東2.3kmに鬼怒川が南北に流れている。						

番号	11	地点名(場所)	前橋(群馬県衛生環境研究所)		都県市コード	10201
所在地	群馬県前橋市上沖町 378			採取場所	庁舎屋上	
緯度・経度(比高m)				36.24.06N 139.05.57E(20m)		
工場及び道路等付近の状況: 付近は田園地帯であるが、約500m南には住宅地および町工場が広がる。約2km北に小規模の工業団地がある。約300m北に県道が東西に走っている。						
地形等の自然条件: 赤城山麓の南にあり、付近は平坦地である。約300m南に桃の木川があり、西から東に流れる。						

番号	12	地点名(場所)	長野(長野県環境保全研究所)		都県市コード	20201
所在地	長野県長野市安茂里米村 1978			採取場所	庁舎屋上	
緯度・経度(比高m)				36.37.57N 138.10.38E(12m)		
工場及び道路等付近の状況:長野市街地の南西部に位置し、東側に裾花川が流れている。周囲は住居地域であるが、1km以内には食品工場が点在する。東約300mと北約600mには、交通量の多い国道等の幹線道路がある。						
地形等の自然条件:南西から北東に流れる千曲川に沿った紡錘形の盆地で盆地の幅は約8kmである。盆地底部の標高は海拔300m～400mで、周囲は海拔1000～2000mの山地に囲まれる。						

番号	13	地点名(場所)	甲府(山梨県衛生公害研究所)		都県市コード	19201
所在地	山梨県甲府市富士見 1-7-31			採取場所	局舎屋上	
緯度・経度(比高m)				35.40.08N 138.33.11E (4.5m)		
工場及び道路等付近の状況: 甲府市街の北西部に位置しており、付近は住宅地域で工場はない。北約400mに県道(16,000台/日)があるが、NO2の環境基準超過の事例はない。						
地形等の自然条件: 甲府盆地の北西部、標高280mの地点で、北～東側は山地に近接し、西側約100mを荒川が流れる。年間を通して北西から南西の風が卓越する。						

番号	14	地点名(場所)	静岡市(服織小学校測定局)		都県市コード	22101
所在地	静岡市葵区羽鳥 6-9-1			採取場所	局舎屋上	
緯度・経度(比高m)				34.98.52N 138.33.67E (3 m)		
工場及び道路等付近の状況:服織小学校の敷地の角にあり、横に小川がある。西南約200mに国道362号線がある。大きな建造物はない。						
地形等の自然条件:付近は平坦地で、住宅と田畑が混在している。北側は山で、西南約300mに藁科川が流れている。						

番号	15	地点名(場所)	島田(島田市役所測定局)		都県市コード	22209
所在地	静岡県島田市中心町 1-1			採取場所	局舎屋上	
緯度・経度(比高m)				34.49.59N 138.10.45E (4 m)		
工場及び道路等付近の状況: 西南西1300m付近に製紙工場、南西1000m付近に紡績工場がある。道路は西30m付近と南40m付近県道がある。また北200mに国道1号線がある。						
地形等の自然条件: 付近は平坦地で南1000m付近に大井川がある。						

番号	16	地点名(場所)	浜松(北部測定局)		都県市コード	22130
所在地	静岡県浜松市中区高丘東 3-51-1			採取場所	局舎屋上	
緯度・経度(比高m)				34.45.43N 137.43.03E		
工場及び道路等付近の状況: 葵が丘小学校の敷地の一角にあり、南200～1000m付近には輸送用機械の製造工場が点在している。また南約1200mに航空自衛隊浜松基地がある。北約400mには東名高速道路、東約300mには国道257号線がある。						
地形等の自然条件: 三方原台地上に位置しており、付近は平坦地である。						

6 4 段フィルターパック法精度管理結果

6.1 試料の調製方法

陰イオン、陽イオンそれぞれについて、下記の手順で精度管理用試料を調製し、各機関へ未知濃度試料として配布した。調製濃度を表 6-1 に示す。

(3) 陰イオン混合試料

市販の Cl^- 、 NO_3^- 及び SO_4^{2-} 標準液（和光純薬 1000mg/L）を、それぞれ 5、10 及び 15ml ずつ 500ml メスフラスコに分取後メスアップしたものを、2L メスフラスコに 100ml 分取後メスアップし、精度管理用試料（陰イオン）とした。

(4) 陽イオン混合試料

市販の Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 及び Ca^{2+} 標準液（和光純薬 1000mg/L）を、それぞれ 5、10、5、3 及び 5ml ずつ 500ml メスフラスコに分取後メスアップしたものを、2L メスフラスコに 100ml 分取後メスアップし、精度管理用試料（陽イオン）とした。

(単位: mg/L)

	陰イオン			陽イオン				
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
調製濃度	0.50	1.00	1.50	0.50	1.00	0.50	0.30	0.50

6.2 均一性試験

調製した試料の均一性を確認するため、陰イオン混合試料については、無作為に 5 本抽出して試料のバラツキを評価した。陽イオン混合試料についても同様に評価したところ、 Ca^{2+} についてバラツキが大きかったため、試料を破棄したうえで再調製し、全試料について測定して試料のバラツキを評価した。その結果、試料のバラツキは十分小さく、均一であると判断された（表 6-2）。また平均値は、概ね測定誤差の範囲内で調製濃度と一致した。

(単位: CV%を除きmg/L)

	陰イオン			陽イオン				
	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
調製濃度	0.50	1.00	1.50	0.50	1.00	0.50	0.30	0.50
平均濃度	0.50	1.01	1.50	0.50	1.05	0.50	0.30	0.49
標準偏差	0.003	0.013	0.004	0.003	0.005	0.004	0.001	0.009
CV%	0.7	1.3	0.2	0.6	0.4	0.7	0.3	1.9

6.3 各機関の測定結果

測定結果の一覧を表 6-3 に示した。いずれの成分においても、各機関の測定結果の平均値は調製濃度と概ね一致した。Na⁺、Mg²⁺及び Ca²⁺については、機関によるバラツキが CV で 18～22%と大きかった。このうち Na⁺については、機関番号 10 の測定値が調製濃度より過大であることが主な要因であり、この測定値を除くと CV は 10%となった。また Mg²⁺については、調製濃度より 30%以上過小な値を示した機関が 3 機関あり、これらの機関については、Ca²⁺についても、過小な値を示す傾向がみられた。その他の項目については、機関によるバラツキが CV で 10%前後と概ね良好な結果であった。本調査の機関によるバラツキ (CV%) は、いずれの成分においても、同様の精度管理調査である国設酸性雨測定所の精度管理結果¹⁾と比較して大きく、測定精度向上の余地がうかがわれた。

機関番号	陰イオン			陽イオン				
	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
1	0.41	0.82	1.27	0.43	0.92	0.41	0.19	0.39
2	0.44	0.87	1.38	0.50	1.08	0.45	0.26	0.39
3	0.51	1.00	1.52	0.48	1.00	0.51	0.29	0.49
4	0.57	1.10	1.70	0.62	1.24	0.46	0.36	0.61
5	0.60	1.20	1.62	0.51	1.06	0.47	0.31	0.54
6	0.51	1.08	1.45	0.51	1.06	0.51	0.29	0.51
7	0.56	1.20	1.54	0.50	1.05	0.51	0.30	0.51
8	0.48	0.90	1.42	0.56	0.98	0.50	0.20	0.25
9	0.52	1.08	1.47	0.45	1.06	0.61	0.24	0.44
10	0.52	1.04	1.48	0.80	1.12	0.55	0.21	0.33
11	0.48	1.00	1.50	0.49	1.15	0.53	0.32	0.56
12	0.51	0.99	1.47	0.51	1.04	0.60	0.23	0.49
調製濃度	0.50	1.00	1.50	0.50	1.00	0.50	0.30	0.50
平均濃度	0.51	1.02	1.49	0.53	1.06	0.51	0.27	0.46
標準偏差	0.05	0.12	0.11	0.10	0.08	0.06	0.05	0.10
CV%	10	12	7	18	8	12	20	22

* 調製濃度からのズレが 30%以上の測定値を網かけで示す

参考文献

- 1) 平成 21 年度 酸性雨測定分析機関間比較調査結果報告書 (国設酸性雨測定所), (財) 日本環境衛生センター酸性雨研究センター, 平成 22 年 3 月

7 調査結果の発表及び投稿一覧

- 芳住 邦雄(東京都公害研究所):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション, 第 25 回大気汚染学会講演要旨集, 348(1984)
- 芳住 邦雄, 朝来野国彦(東京都環境科学研究所):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 2 報), 第 26 回大気汚染学会講演要旨集, 594(1985)
- 小山 恒人(神奈川県公害センター):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 3 報), 第 27 回大気汚染学会講演要旨集, 305(1986)
- 小山 恒人(神奈川県公害センター):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 4 報), 第 30 回大気汚染学会講演要旨集, 204(1989)
- 小山 恒人(神奈川県公害センター):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 6 報), 第 31 回大気汚染学会講演要旨集, 254(1990)
- 小山恒人(神奈川県公害センター), 新井 久雄, 太田 正雄(横浜市環境科学研究所):南関東における冬期の微小粒子組成について, 第 32 回大気汚染学会講演要旨集, 203(1991)
- 内藤 季和(千葉県公害研究所), 新井 久雄(横浜市環境科学研究所):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 7 報), 第 32 回大気汚染学会講演要旨集, 499(1991)
- 新井 久雄, 太田 正雄(横浜市環境科学研究所), 井上 康明(川崎市公害研究所), 小山 恒人(神奈川県環境科学センター):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 8 報), 第 33 回大気汚染学会講演要旨集, 243(1992)
- 渡邊 武春(東京都環境科学研究所), 内藤 季和(千葉県環境科学研究所), 井上 康明(川崎市公害研究所):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 9 報), 第 33 回大気汚染学会講演要旨集, 244(1992)
- 小山 恒人(神奈川県環境科学センター), 新井 久雄, 太田正雄(横浜市環境科学研究所):南関東における冬期の微小粒子組成について(第 2 報), 第 33 回大気汚染学会講演要旨集, 250(1992)
- 内藤 季和(千葉県環境研究所):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 10 報), 第 34 回大気汚染学会講演要旨集, 325(1993)
- 新井 久雄, 太田 正雄, 白砂裕一郎(横浜市環境科学研究所):南関東地域での年末年始時における浮遊粒子状物質の高濃度出現事例, 第 34 回大気汚染学会講演要旨集, 327(1993)
- 太田 正雄(横浜市環境科学研究所):横浜市および南関東における PAHs 濃度の挙動, 第 34 回大気汚染学会講演要旨集, 324(1993)
- 小山 恒人(神奈川県環境科学センター):南関東地域の正月前後時における大気エアロゾルの特徴, 第 35 回大気環境学会講演要旨集, 497(1994)
- 福田 真道, 町田 繁(埼玉県公害センター):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 11 報), 第 35 回大気環境学会講演要旨集, 265(1994)
- 秋山 薫, 鎌滝 裕輝, 渡辺 武春(東京都環境科学研究所):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 12 報), 第 36 回大気環境学会講演要旨集, 256(1995)

- 小山 恒人(神奈川県環境科学センター):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 13 報), 第 37 回大気環境学会講演要旨集, 377(1996)
- 清水 源治, 高橋 照美:山梨県大月における浮遊粒子状物質のキャラクターゼーション, 第 38 回大気環境学会講演要旨集, 618(1997)
- 鎌滝 裕輝(東京都環境科学研究所):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 14 報), 第 38 回大気環境学会講演要旨集, 619(1997)
- 清水 源治(山梨県衛生公害研究所):南関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 15 報), 第 39 回大気環境学会講演要旨集, 387(1998)
- 小山 恒人(神奈川県環境科学センター), 吉岡 秀俊(東京都環境科学研究所):関東地域の正月前後時における炭素系微小粒子の動向, 第 40 回大気環境学会講演要旨集, 438(1999)
- 松尾 清孝, 岩淵 美香(川崎市公害研究所):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 16 報), 第 40 回大気環境学会講演要旨集, 444(1999)
- 押尾 敏夫(千葉県環境研究所):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 17 報) 平成 10 年度調査結果の概要, 第 41 回大気環境学会講演要旨集, 290(2000)
- 石井康一郎(東京都環境科学研究所):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 18 報) 平成 11 年度調査結果の概要, 第 42 回大気環境学会講演要旨集, 249(2001)
- 米持 真一(埼玉県環境科学国際センター):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 19 報)平成 12 年度調査結果の概要, 第 43 回大気環境学会講演要旨集, 381(2002)
- 小山 恒人(神奈川県環境科学センター):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 20 報)平成 13 年度調査結果の概要, 第 44 回大気環境学会講演要旨集, 340(2003)
- 内藤 季和(千葉県環境研究センター):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 21 報) 平成 14 年度調査結果の概要, 第 45 回大気環境学会講演要旨集, 309(2004)
- 小山 恒人(神奈川県環境科学センター):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 22 報) 道路沿道 PM2.5 調査結果について, 第 45 回大気環境学会講演要旨集, 309(2004)
- 篠原英二郎(静岡県環境衛生科学研究所):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 23 報) 平成 15 年度調査結果の概要, 第 46 回大気環境学会講演要旨集, 564(2005)
- 小山 恒人(神奈川県環境科学センター):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 24 報) 道路沿道 PM2.5 調査結果について(2), 第 46 回大気環境学会講演要旨集, 567(2005)
- 清水 源治(山梨県衛生公害研究所):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 25 報) 平成 17 年度調査結果の概要, 第 47 回大気環境学会講演要旨集, 2E0948 (2006)

- 岡田 和則(茨城県霞ケ浦環境科学センター):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 26 報) 平成 17 年度調査結果の概要, 第 48 回大気環境学会講演要旨集, 563(2007)
- 内藤 季和(千葉県環境研究センター): 浮遊粒子状物質のトレンド解析と発生源寄与の推定～関東 SPM 共同調査の夏期・冬期調査の結果から～, 第 48 回大気環境学会講演要旨集, 386 (2007)
- 飯島 明宏, 富岡 淳(群馬県衛生環境研究所):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 27 報) 平成 18 年度調査結果の概要, 第 49 回大気環境学会講演要旨集, 280(2008)
- 清水 源治(山梨県衛生公害研究所):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 28 報) これまでの調査結果から見た 18 年度の結果について, 第 46 回大気環境学会講演要旨集, 281(2008)
- 中込 和徳, 佐々木一敏(長野県環境保全研究所):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 29 報) 平成元年から 19 年までの調査結果の概要, 第 50 回大気環境学会講演要旨集, 465(2009)
- 飯島 明宏, 小沢 邦壽(群馬県衛生環境研究所), 清水 源治(山梨県衛生公害研究所):関東における大気エアロゾルのキャラクターゼーション(第 30 報) PMF 法による総合解析, 第 50 回大気環境学会講演要旨集, 466(2009)
- 小平智之, 石原島栄二(栃木県保健環境センター), 関東地方大気環境対策推進連絡会浮遊粒子状物質調査会議:関東における PM2.5 のキャラクターゼーション (第 1 報) - 平成 20 年度調査結果の概要 -, 第 51 回大気環境学会講演要旨集, 296 (2010)
- 熊谷貴美代(群馬県衛生環境研究所):関東北部における微小粒子中有機成分の特徴, 第 51 回大気環境学会講演要旨集, 166(2010)

執筆担当自治体

	正担当	副担当
I 本 編		
1 はじめに	東京都	
2 調査方法	東京都	
3 調査期間中の気象概況	静岡県	
4 調査結果		
4.1 粒子状物質濃度	浜松市	横浜市
4.2 水溶性イオン成分濃度	神奈川県	栃木県
4.3 炭素成分濃度	川崎市	東京都
4.4 金属元素成分濃度	千葉市	群馬県
4.5 発生源寄与の推定	山梨県	千葉県
4.6 フィルターバック法によるガス状成分、 エアロゾル成分濃度	茨城県	長野県
5 まとめと今後の課題	東京都	埼玉県
II 資料編		
1 試料採取要領	東京都	
2 測定方法	各分析担当（取りまとめ静岡県）	
3 調査期間中の常時監視データ	各自治体	
4 各成分濃度測定結果	各分析担当	
5 平成21年度調査地点の概況	各自治体	
6 4段フィルターパック法精度管理結果	長野県	

編 集 東京都
事務局 山梨県森林環境部大気水質保全課

平成 23 年 3 月発行

平成 21 年度浮遊粒子状物質
合同調査報告書

編集・発行	関東地方大気環境対策推進連絡会 浮遊粒子状物質調査会議
編集責任	(財)東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所 東京都江東区新砂 1-7-5 電 話 03-3699-1331