

令和3年度
微小粒子状物質・光化学オキシダント
合同調査報告書

関東甲信静におけるPM2.5の
キャラクターゼーション（第14報）
関東甲信静における光化学オキシダントの
キャラクターゼーション（第1報）

（令和3年度調査結果）

令和5年3月

関東地方大気環境対策推進連絡会
微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議

まえがき

環境省の「令和2年度 大気汚染状況報告書」によれば、令和2年度における全国の浮遊粒子状物質の環境基準達成率は一般局で99.9%、自排局で100%であり、年平均値は緩やかな低下傾向を示しています。

令和2年度における全国の微小粒子状物質(PM2.5)の環境基準達成率は一般局で98.3%、自排局で98.3%であり、令和元年度と比較して、一般局、自排局ともにほぼ横ばいでした。関東甲信静地域における一般局、自排局ともに全局達成と高い達成率であります。ただし、季節によっては高濃度事例が発生しており、まだ改善の余地が残されています。PM2.5については、中国等からの越境汚染が西日本を中心に懸念されていますが、関東甲信静地域においては、地域汚染の影響も指摘されており、その対策に向けた実態把握、生成機構解明及び発生源特定が強く求められています。近年は改善傾向が継続していますが、今後もその傾向が続くかどうか、経年変化の注視が必要な状況にあります。

一方、令和2年度における全国の光化学オキシダントの環境基準達成率は、一般局で0.2%、自排局で0%であり、令和元年度と同様、極めて低い水準となっています。光化学オキシダントは二次生成物質であり、原因となる前駆物質の発生源の分布や風の流れを中心とした気象条件の影響が大きく、広域的に高濃度となるため、対策に向けた有用な知見を得るためには、自治体ごとよりも広域的に検討する必要があること等から、今回光化学オキシダントについても対象とすることとしました。

本報告書が、PM2.5及び光化学オキシダントに関する一資料として、広く活用されれば幸いです。

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

令和4年度 微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議幹事 神奈川県

令和3年度及び令和4年度 調査会議担当者

茨城県県民生活環境部環境対策課	福田 聡	片倉 洋一		
茨城県霞ヶ浦環境科学センター	田畑 恵	小田 直哉		
栃木県環境森林部環境保全課	船渡川 茂	柏矢倉 大介		
栃木県保健環境センター	佐藤 安里紗			
群馬県環境森林部環境保全課	近藤 史也	河合 貴士		
群馬県衛生環境研究所	熊谷 貴美代	坂本 祥一		
埼玉県環境部大気環境課	石井 智大	勝島 実央	櫻井 秋穂	
	宮澤 裕子			
埼玉県環境科学国際センター	長谷川 就一	米持 真一	村田 浩太郎	
千葉県環境生活部大気保全課	上田 将嗣	永島 賢吾	西田 寛子	
	清水 大地			
千葉県環境研究センター	石井 克巳	根本 創紀		
東京都環境局環境改善部計画課	西原 崇朗	伊藤 力	若林 雅子	
	長沼 淳	杉俣 哲太郎	清水 彩加	
(公財)東京都環境公社 東京都環境科学研究所	櫛島 智恵子	齊藤 伸治	國分 優孝	
	鶴丸 央			
神奈川県環境農政局環境部大気水質課	長沼 均	高瀬 悠多	安田 晴香	
	小野崎 真治			
神奈川県環境科学センター	武田麻由子	石割 隼人	菊池 麻希子	
山梨県環境・エネルギー部大気水質保全課	塚田 達也	大森 明利	芦沢 徹	
山梨県衛生環境研究所	大橋 泰浩	奥寺 優行		
長野県環境部水大気環境課	木口 恵理			
長野県環境保全研究所	中込 和徳	町田 哲	戸谷 尊文	
	池田 友洋			
静岡県くらし・環境部環境局生活環境課	植田 敦子	田中 愛里	志村 真紀	
	宮城島 利英			
静岡県環境衛生科学研究所	小田 祐一			
さいたま市環境局環境共生部環境対策課	石崎 正尋	久米 英隆		
さいたま市健康科学研究センター	城 裕樹	木村 彰	小山 佑介	
千葉市環境局環境保全部環境規制課	南道 奏美	後藤 有紗		
千葉市環境保健研究所	栗橋 健	山岸 美保	風見 千夏	
横浜市環境創造局環境保全部環境管理課	浅野 卓哉	中川 さおり	佐藤 直之	
	小久保 栄治	橋口 未知慧		
横浜市環境科学研究所	蓑島 浩二	福崎有希子	高橋 寿子	
	小宇佐友香	楳原 正敬		
川崎市環境局環境対策部環境保全課	山田 大介	佐藤 孝晴		
川崎市環境総合研究所	重水 洋平	野村 あづみ	沼田 和也	
相模原市環境経済局環境共生部環境保全課	伊達 司	高木 尊大	上林 百合	
相模原市衛生研究所	鷲谷 則子			
静岡市環境局環境保全課	北野 耕平	小田 真也		
静岡市環境保健研究所	伊藤 智章			
浜松市環境部環境保全課	金野 拓也	萩原 彩華		
浜松市保健環境研究所	柴田 久実	大島 功		

目 次

I 微小粒子状物質 (PM2.5) 調査

1	調査目的	I-1
2	調査方法	
	2.1 調査時期	I-2
	2.2 参加自治体及び調査解析地点	I-2
	2.3 試料の採取方法及び測定方法	I-3
3	各季節の概況	
	3.1 春季	I-5
	3.2 夏季	I-17
	3.3 秋季	I-29
	3.4 冬季	I-41
	3.5 四季の比較	I-52
4	年間のPM2.5高濃度発生状況	
	4.1 常時監視データによるPM2.5高濃度日出現状況の把握	I-54
	4.2 PM2.5高濃度事象の詳細解析(春季)	I-59
5	発生源寄与の推定	
	5.1 計算方法	I-79
	5.2 各季節の計算結果	I-82
	5.3 高濃度日の解析	I-88
	5.4 まとめ	I-91
	補足説明	I-93
6	総括	
	6.1 まとめ	I-96
	6.2 今後の課題	I-97

II 光化学オキシダント (Ox) 調査

1	調査目的	II-1
2	測定調査	
	2.1 令和2年度測定調査	II-2
	2.2 令和3年度測定調査	II-30
3	年間の光化学オキシダント高濃度発生状況	
	3.1 令和3年度 Ox 高濃度日出現状況	II-76
	3.2 令和3年度 Ox 高濃度事例解析	II-82
4	光化学オキシダント経年推移	
	4.1 目的	II-95
	4.2 解析方法	II-95
	4.3 Ox 濃度等の経年変化	II-96
	4.4 Ox、P0 濃度経年変化の平日と休日の比較	II-100
	4.5 Ox 高濃度時間数の経年変化	II-102
5	総括	
	5.1 まとめ	II-104
	5.2 今後の課題	II-105

付録

1	微小粒子状物質 (PM2.5) 調査に関する資料	
	1.1 試料採取要領	付-1
	1.2 測定方法	付-2
	1.3 調査地点の概況	付-8
	1.4 気象要素の測定地点	付-31
	1.5 高濃度事象解析の対象地点	付-32
	1.6 精度管理結果	付-34
2	沿革	付-40
3	調査結果の発表及び投稿一覧	付-41
4	執筆担当	付-45

I 微小粒子状物質 (PM2.5) 調査

1 調査目的

これまでの本調査会議の調査結果によると、平成 15 年のディーゼル車運行規制以降、広域的な課題である微小粒子状物質（以下、「PM2.5」という。）に対する自動車排出ガスの直接の寄与は減少した。しかし、二次生成粒子の寄与については依然として大きく、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ったことから、平成 20 年度から夏季の PM2.5 汚染に焦点をあてて、PM2.5 成分及び前駆ガス状物質の調査及び解析を行ってきた。

一方、平成 21 年の PM2.5 環境基準制定に伴う大気汚染常時監視に関する事務処理基準改正により、PM2.5 の成分分析は自動測定機による質量濃度測定と同様に常時監視項目に位置づけられた。これにより順次導入が進められ平成 25 年度以降は全国の自治体で分析が行われている。

こうした経緯の中で、本調査会議においては、平成 23 年度までは調査会が 48 時間または 72 時間毎に試料採取し、分析項目毎に担当自治体が全地点の分析を行っていた。平成 24 年度以降は原則、各自治体が 24 時間毎に試料採取、分析を行い、分析結果を集約し、本調査会議において解析を行うというスタイルへと変更した。

調査解析時期については、平成 26 年度までは先述のとおり夏季の二次生成粒子をターゲットに夏季（梅雨明け直後）を中心としていたが、PM2.5 成分分析が常時監視業務として位置づけられ、四季のデータが取得されていること、夏季以外の季節についても高濃度が観測され、年間を通しての PM2.5 の汚染状況を把握する必要があることから、平成 27 年度からは四季（年間）を解析対象としてきた。

本報告書では、PM2.5 の大気汚染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として、関東甲信静地域における令和 3 年度 PM2.5 成分分析結果を基に、季節毎の成分組成の特徴、広域的な濃度分布の把握、並びに各種発生源の寄与推定について解析を行った。加えて、年間を通じた高濃度事象を選定し、その発生要因等について詳細な解析を行った。

2 調査方法

2.1 調査時期

調査時期は原則として表 2-1-1 のとおり環境省が設定した調査時期（試料採取期間）に従い、各季節において2週間、24時間採取を連続して実施した。試料採取の開始時刻は、原則として10時とした。なお、3章「各季節の概況」と5章「発生源寄与の推定」では全期間（14日間）を対象に解析を行った。

表 2-1-1 調査時期（試料採取の開始時刻は原則として10時とした）

試料採取期間	
春季	令和3年 5月13日(木)～5月27日(木)
夏季	令和3年 7月22日(木)～8月5日(木)
秋季	令和3年 10月21日(木)～11月4日(木)
冬季	令和4年 1月20日(木)～2月3日(木)

2.2 参加自治体及び調査解析地点

(1) 参加自治体

茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、長野県、山梨県、静岡県、さいたま市、千葉市、横浜市、川崎市、相模原市、静岡市、浜松市

(2) 調査解析地点

調査解析地点名、場所、沿岸・内陸の区分及び担当自治体を表 2-2-1 に、調査解析地点の位置は図 2-2-1 に示した。これまでの調査結果から、沿岸・内陸でPM2.5の成分や発生源に違いがみられていることから、本報告書においても沿岸・内陸という区分での比較・解析を行った。各調査解析地点の周辺の状況については付録に示した。

表 2-2-1 調査解析地点名、場所及び担当自治体について

番号	地点名	場所	沿岸・内陸	担当自治体	番号	地点名	場所	沿岸・内陸	担当自治体	
1	土浦*	土浦保健所	内陸	茨城県	11	綾瀬*	東京都立東綾瀬公園	沿岸	東京都	
2	真岡*	真岡市役所	内陸	栃木県	12	多摩*	多摩市愛宕	内陸		
3	前橋*	群馬県衛生環境研究所	内陸	群馬県	13	大和*	大和市役所	沿岸	神奈川県	
4	鴻巣*	鴻巣市役所	内陸	埼玉県	14	横浜*	鶴見区潮田交流プラザ	沿岸	横浜市	
5	秩父	秩父局	内陸		15	川崎*	市立田島支援学校	沿岸	川崎市	
6	さいたま*	さいたま市役所	内陸	さいたま市	16	相模原	相模原市役所	内陸	相模原市	
7	市原*	千葉県環境研究センター	沿岸	千葉県	17	甲府*	山梨県衛生環境研究所	内陸	山梨県	
8	勝浦	勝浦小羽戸局(春～秋)	沿岸	千葉県	18	吉田	吉田局	内陸		
	勝浦	勝浦植野局(冬)	沿岸		19	長野*	長野県環境保全研究所	内陸	長野県	
9	富津*	富津市富津中学校	沿岸	千葉県	20	富士*	富士市救急医療センター	沿岸	静岡県	
10	千葉	千城台わかば小学校測定局	沿岸		千葉市	21	静岡*	静岡市立服織小学校	沿岸	静岡市
						22	浜松*	浜松市立葵が丘小学校	沿岸	浜松市

* 固定測定地点

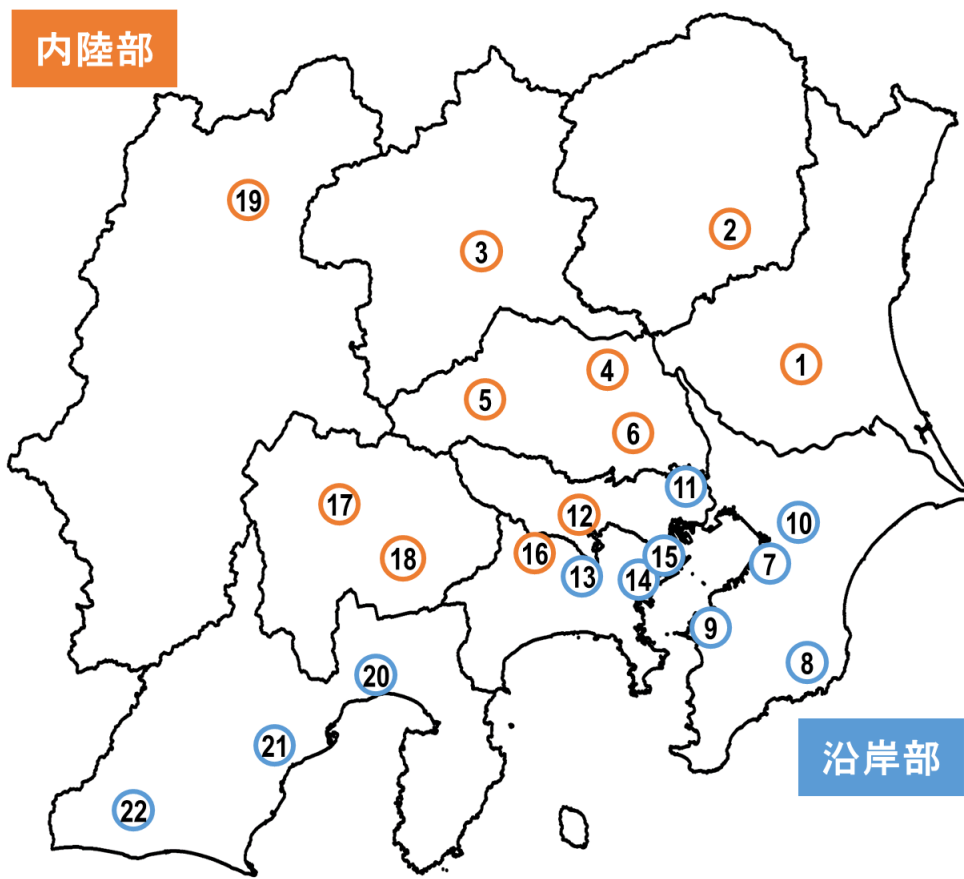


図 2-2-1 調査解析地点

2.3 試料の採取方法及び測定方法

(1) 試料の捕集方法

環境省「大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 成分測定マニュアル」(第 2 版、令和元年 5 月、以下、成分測定マニュアル) の成分測定用微小粒子状物質捕集法に従い、PTFE ろ紙及び石英繊維ろ紙上に PM_{2.5} を捕集した。試料採取方法の詳細は付録に示した。

(2) 測定項目と測定方法

平成 29 年度以降の調査と同様に、各自治体で PM_{2.5} 成分測定を実施した。測定項目及び分析実施状況を表 2-3-1 に示した。なお、測定方法は基本的には成分測定マニュアルに準拠しているが、詳細な条件については自治体間で多少違いがある。この詳細は付録に示した。

表 2-3-1 測定項目及び分析実施状況

番号	地点名	質量 濃度	イオン	炭素	水溶性 有機炭素	無機元素
1	土浦	○	○	○	○	○
2	真岡	○	○	○	○	○
3	前橋	○	○	○	○	○
4	鴻巣	○	○	○	—	○
5	秩父	○	○	○	—	○
6	さいたま	○	○	○	○	○
7	市原	○	○	○	○	○
8	勝浦(小羽戸)	○	○	○	○	○
	勝浦(植野)	○	○	○	○	○
9	富津	○	○	○	○	○
10	千葉	○	○	○	○	○
11	綾瀬	○	○	○	○	○
12	多摩	○	○	○	—	○
13	大和	○	○	○	○	○
14	横浜	○	○	○	—	○
15	川崎	○	○	○	—	○
16	相模原	○	○	○	—	○
17	甲府	○	○	○	—	○
18	吉田	○	○	○	○	○
19	長野	○	○	○	—	○
20	富士	○	○	○	—	○
21	静岡	○	○	○	○	○
22	浜松	○	○	○	○	○

注)「○」:分析実施 「—」:未実施

3 各季節の概況

3.1 春季

3.1.1 気象概況

風速等の観測値について、午前10時を起点に集計した。気象項目ごとの測定局の詳細は、付録「1章4節 気象要素の測定地点」に示した。

平均気温は、関東甲信地方で平年より高く、東海地方で平年並みであった。降水量は、関東甲信地方で平年並み、東海地方で平年より多かった。日照時間は、関東甲信地方及び東海地方で平年より少なかった。平均気温、降水量及び日照時間を平年と比較した際の表現は、気象庁の階級表現に則り、観測値が1991～2020年における30年間の観測値を3つの階級に均等に振り分け、下位に該当する場合を「低い（少ない）」、中位に該当する場合を「平年並」、上位に該当する場合を「高い（多い）」とした。さらに、30年間の観測値の下位10%に該当する場合を「かなり低い（少ない）」、上位10%に該当する場合を「かなり高い（多い）」と表現した¹⁾。なお、表3-1-1に調査期間中の調査地点における光化学スモッグ注意報の発令状況、表3-1-2に各都県における主な地点の調査期間中の気象及び光化学オキシダントのデータを示した。

また、調査期間中において気象庁が公表している目視による観測²⁾では関東甲信静地域での黄砂の飛来は確認されなかった。

表 3-1-1 調査期間中の調査地点における光化学スモッグ注意報の発令状況

発令日	地域		調査地点
5月24日	千葉県	市原地域	市原

表 3-1-2 気象データ及びオキシダント日最高1時間値

測定日	地点名	主風向	風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	雨量 (mm)	気圧 (hPa)	日射量 (MJ/m ²)	O _x (ppb)
5月13日	土浦	NE	1.6	17.6	93	2.0	1011.1	11.2	44
	真岡	NE	1.5	16.7	87	—	998.3	11.5	49
	前橋	NE,ENE,C	0.7	18.4	66	—	1001.2	12.0	57
	鴻巣	N	1.0	17.5	93	2.0	1011.2	9.4	51
	千葉	E	2.5	18.5	86	1.0	1013.1	6.4	42
	多摩	NW	0.9	15.9	98	2.0	1011.2	7.2	44
	横浜	N	4.1	16.8	96	10.5	1008.6	9.1	45
	甲府	E	0.9	18.8	69	—	980.5	20.2	50
	長野	W	3.6	18.6	65	—	964.6	22.0	62
静岡	WNW	2.3	19.8	73	0.5	1012.3	15.1	51	
5月14日	土浦	NNE	1.9	20.9	75	—	1012.2	24.6	58
	真岡	NE	1.8	20.8	68	—	998.6	21.1	55
	前橋	ENE	1.3	23.3	56	—	1001.3	19.0	79
	鴻巣	ESSE	1.8	23.1	67	—	1012.2	22.6	86
	千葉	SE	2.0	22.1	68	—	1014.5	17.0	55
	多摩	SSE	0.4	20.8	85	—	1012.1	20.0	86
	横浜	SSE	3.0	20.8	78	—	1010.1	21.0	75
	甲府	C	0.7	22.3	69	—	981.7	19.4	55
	長野	W	3.1	19.8	60	—	966.3	24.1	68
静岡	E	1.5	20.8	82	—	1015.4	25.6	68	
5月15日	土浦	S	2.8	20.6	74	—	1014.4	16.2	67
	真岡	SSW	2.6	19.7	74	—	1001.1	10.1	58
	前橋	NE	1.7	20.5	68	—	1003.5	6.4	65
	鴻巣	S	4.2	22.7	62	—	1014.5	20.7	66
	千葉	SSW	2.6	22.0	65	—	1017.3	12.5	52
	多摩	SSE	1.0	20.8	79	—	1014.5	19.9	62
	横浜	S	6.1	21.4	66	—	1012.5	20.2	59
	甲府	C	0.6	21.0	62	2.5	984.0	14.7	52
	長野	W	5.3	21.8	58	3.5	965.5	19.5	71
静岡	NW	1.8	21.2	73	—	1018.0	20.7	59	
5月16日	土浦	SSW	2.9	21.3	88	1.5	1006.2	10.5	59
	真岡	SSW	2.6	19.1	85	3.5	993.4	9.2	63
	前橋	NNE,SW	0.9	18.5	80	2.5	996.4	8.3	49
	鴻巣	S	3.0	21.0	87	1.0	1006.6	6.3	55
	千葉	WSW	4.4	22.3	83	—	1009.5	5.4	54
	多摩	S	0.7	19.7	93	0.5	1006.8	5.4	55
	横浜	SSW	6.3	20.4	92	1.0	1004.8	6.8	57
	甲府	C	0.5	18.7	76	—	977.7	8.7	50
	長野	W	3.7	20.4	76	2.0	958.7	10.6	53
静岡	W	1.3	20.0	89	6.5	1011.0	6.4	49	
5月17日	土浦	SW	2.4	22.3	91	—	1001.2	8.8	23
	真岡	SSW	1.8	22.0	89	1.5	987.9	5.8	35
	前橋	ENE	0.9	22.5	78	0.5	990.9	13.1	39
	鴻巣	S	2.5	23.5	86	0.5	1001.3	4.5	31
	千葉	W	5.9	22.7	89	—	1003.8	5.2	25
	多摩	S	0.7	22.8	92	—	1001.0	4.2	28
	横浜	SW	6.2	22.9	87	1.5	999.3	10.4	30
	甲府	W,C	0.5	23.8	84	1.0	972.5	15.3	26
	長野	E	2.4	18.6	87	6.0	958.0	12.1	33
静岡	WSW	2.4	23.6	87	1.0	1005.7	15.7	19	
5月18日	土浦	NE	2.5	17.2	92	2.0	1008.3	6.6	39
	真岡	E	1.5	16.7	99	12.0	995.2	3.5	34
	前橋	ENE	1.3	17.6	94	5.5	998.0	2.5	27
	鴻巣	NE	1.4	18.6	91	2.0	1008.4	3.5	36
	千葉	ENE	2.7	19.0	86	1.5	1010.5	3.8	35
	多摩	NNW	0.5	18.0	97	0.5	1008.3	3.2	29
	横浜	NE	4.8	19.2	88	0.5	1005.9	13.0	31
	甲府	W,C	0.7	23.3	79	—	976.4	13.2	52
	長野	ENE,ESE	1.7	18.6	85	1.0	961.9	13.6	47
静岡	ENE	1.4	22.3	88	2.0	1009.9	11.3	63	
5月19日	土浦	NE	0.9	17.8	96	6.5	1009.8	7.4	34
	真岡	SSW	1.1	17.5	98	7.0	996.3	7.1	25
	前橋	NE	0.6	17.4	88	1.5	999.6	7.7	22
	鴻巣	WNW	0.8	17.6	97	7.0	1010.0	5.4	31
	千葉	E	1.2	18.5	93	18.0	1012.1	3.4	31
	多摩	NNW	0.1	17.1	99	8.0	1009.9	4.4	29
	横浜	NE	1.4	18.2	98	13.0	1007.8	4.1	27
	甲府	C	0.3	20.1	88	3.5	979.9	6.7	33
	長野	E	2.0	18.0	82	—	964.7	7.3	35
静岡	ENE	1.0	20.2	96	20.0	1012.4	6.0	34	

測定日	地点名	主風向	風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	雨量 (mm)	気圧 (hPa)	日射量 (MJ/m ²)	O _x (ppb)
5月20日	土浦	SSW	2.4	20.5	91	3.5	1008.0	7.2	45
	真岡	NE	2.0	18.4	90	12.0	995.6	6.8	45
	前橋	ENE	1.0	18.2	86	16.0	998.2	5.5	43
	鴻巣	NNE,SE,W,NW	1.2	19.5	90	3.5	1008.2	7.7	51
	千葉	WSW	3.6	21.8	86	10.0	1010.9	5.0	45
	多摩	E	0.4	18.6	97	4.5	1008.4	6.9	37
	横浜	SW	4.4	20.8	93	10.5	1006.0	6.5	37
	甲府	C	0.3	18.8	92	17.5	977.9	6.6	34
	長野	W	4.2	17.9	81	35.0	960.6	7.9	38
静岡	SW	1.6	21.4	93	59.5	1011.1	7.0	44	
5月21日	土浦	SSW	2.9	21.3	91	3.5	1000.1	7.4	34
	真岡	ENE	1.7	19.7	96	11.0	987.4	6.1	38
	前橋	ENE,C	0.8	20.8	85	2.0	989.9	11.8	36
	鴻巣	S	3.2	22.6	81	0.5	1000.2	6.8	41
	千葉	WSW	7.1	21.8	88	3.0	1003.3	3.4	52
	多摩	S	0.7	21.3	92	0.5	1000.1	5.9	51
	横浜	SW	9.8	21.1	85	5.5	998.6	6.9	54
	甲府	W	0.6	21.0	85	5.5	971.1	11.6	30
	長野	E	2.5	17.9	85	5.0	955.5	12.4	44
静岡	WSW	2.0	20.7	89	57.0	1005.3	5.0	53	
5月22日	土浦	NE	2.1	16.9	93	4.5	1002.4	8.9	52
	真岡	NE	1.9	16.3	96	11.0	989.2	8.1	49
	前橋	ENE	1.8	17.5	80	3.5	991.9	16.9	50
	鴻巣	NNE	1.6	18.5	89	9.5	1002.2	11.7	47
	千葉	E	2.5	19.0	82	14.0	1004.5	5.6	60
	多摩	NNW	0.5	17.9	95	2.5	1002.1	9.1	57
	横浜	SW	4.4	18.7	82	3.0	1000.0	12.8	63
	甲府	C	0.7	19.1	78	--	971.9	19.8	51
	長野	NNE	2.2	16.7	76	--	957.0	18.8	51
静岡	WNW	1.9	19.2	77	--	1004.9	14.1	57	
5月23日	土浦	S	1.5	20.1	77	--	1004.8	24.0	65
	真岡	NE,SSW	1.5	18.9	77	0.5	991.6	21.1	59
	前橋	ENE	1.6	19.7	60	--	994.6	23.1	55
	鴻巣	S	2.0	21.8	65	--	1005.0	26.8	74
	千葉	WSW	1.7	21.1	70	--	1007.4	20.2	69
	多摩	SSE	0.5	19.4	84	--	1005.0	24.2	64
	横浜	SSE	3.1	20.6	69	--	1003.0	25.1	62
	甲府	C	0.9	21.0	67	--	975.4	27.2	46
	長野	NE	2.6	17.0	73	--	960.6	21.6	49
静岡	NW	1.6	20.6	72	--	1008.2	26.0	63	
5月24日	土浦	SSW	2.0	22.3	71	--	1000.8	21.3	85
	真岡	S	1.5	21.9	69	--	987.9	21.1	89
	前橋	W	1.6	22.5	56	--	990.8	18.0	69
	鴻巣	S	2.4	23.6	62	--	1001.0	21.0	67
	千葉	WSW	2.8	22.7	65	--	1003.6	15.1	106
	多摩	S	0.6	21.2	75	--	1001.1	18.0	76
	横浜	SW	5.3	21.2	71	--	999.2	20.3	71
	甲府	C	0.5	20.9	69	--	972.2	17.7	55
	長野	E	2.4	19.0	65	--	957.2	11.4	63
静岡	NW	1.3	20.3	76	--	1005.2	17.9	62	
5月25日	土浦	SSE,NE	2.5	20.7	73	--	1000.0	21.4	66
	真岡	NNE	2.6	19.1	70	14.5	986.7	19.0	67
	前橋	WNW	2.6	22.1	43	--	989.7	25.0	80
	鴻巣	S	2.5	23.2	57	--	1000.1	25.9	--
	千葉	SSE	3.5	23.1	59	--	1002.4	18.4	73
	多摩	SSE	0.8	21.2	70	--	999.9	23.7	104
	横浜	ENE,SSE,S,WSW	4.8	22.2	59	--	998.1	25.9	95
	甲府	NE,ENE,W	1.1	22.5	39	--	970.4	23.2	65
	長野	NE,ENE	2.7	16.4	69	1.5	956.6	23.4	61
静岡	WNW	2.5	22.8	46	--	1003.9	23.8	75	
5月26日	土浦	NNE	2.0	20.0	67	1.5	1007.2	19.0	65
	真岡	NE,ESE	2.1	19.7	57	1.0	994.0	19.8	66
	前橋	NE	1.6	21.2	54	3.0	996.6	19.4	79
	鴻巣	ESE,SSE	1.8	21.8	62	2.0	1007.3	17.4	84
	千葉	SSE,S	2.6	21.2	66	1.5	1009.8	10.3	60
	多摩	SE	0.7	20.5	70	2.0	1007.4	16.9	89
	横浜	ESE	3.4	20.5	67	3.0	1005.2	14.7	66
	甲府	W,C	0.8	20.0	60	7.5	977.0	19.5	67
	長野	WSW	3.6	16.3	66	2.5	961.5	15.9	52
静岡	WNW	1.5	19.6	66	16.0	1010.5	13.6	71	

3.1.2 質量濃度及び組成

(1) 測定値の妥当性の検証

①イオンバランスの確認

図 3-1-1 に、期間中の各地点の各日のデータから求めた陽イオン (Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}) 及び陰イオン (Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}) それぞれの合計当量濃度の比較を示す。なお、検出下限値未満のデータは、検出下限値の 1/2 として計算した。陰イオン当量濃度合計/陽イオン当量濃度合計は概ね 0.8~1.2 (図 3-1-1 に点線で示す) の範囲に収まっていたが、1.3 を超えたデータが 2 個、0.7 未満のデータが 5 個あった。外れ幅が比較的大きかった地点は図に示した。

②マスクロージャーモデルによる検証

図 3-1-2 に、本節の末尾に記載したモデル式に従って算出した、マスクロージャーモデルによる PM2.5 質量濃度の推定値と、標準測定法による PM2.5 質量濃度の測定値との比較を示す。①と同様、検出下限値未満のデータは、検出下限値の 1/2 として計算した。また、質量濃度が $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満となったデータについては、マスクロージャーモデルによる検証の対象外とした。全 308 データのうち質量濃度が $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上であった 242 データにおける、標準測定法による質量濃度に対する推定質量濃度の比は、概ね 0.8~1.2 (図 3-1-2 に点線で示す) の範囲に収まっていた。この範囲から大きく外れたものとしては、1.3 を超えたデータが 7 個、0.7 未満のデータが 5 個あった。外れ幅が比較的大きかった地点は図に示した。

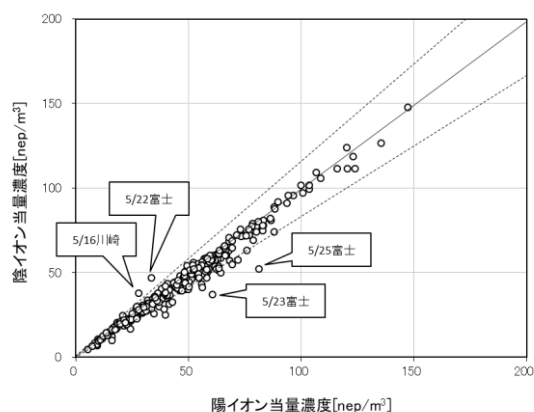


図 3-1-1 イオンバランス

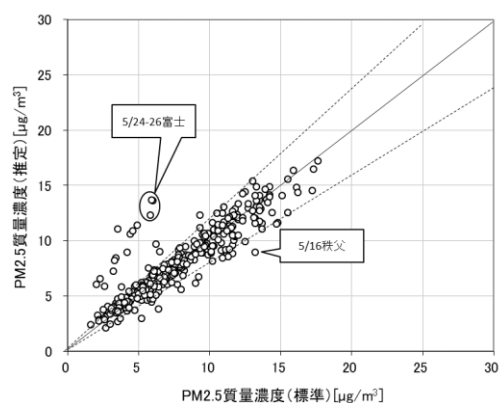


図 3-1-2 マスクロージャーモデル

(2) 季節平均濃度と組成の分布

図 3-1-3 に、期間中の各地点における PM2.5 平均濃度の分布を示す。なお、図は国立環境研究所 曾我稔氏によるデータ解析支援ソフト「見え見えくん」により作成した。また、一部の地点について、PM2.5 主要成分 (イオン成分及び炭素成分) の組成を円グラフに示す。

期間中の PM2.5 平均濃度は、全地点で 1 年平均値の環境基準値 ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) を下回っていた。最大値は多摩の $10.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は富士の $4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、全地点平均は $8.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。令和 2 年度 (前年度) と比較すると、最大値、最小値及び全地点平均のいずれについても高く、ほとんどの地点で前年度の値よりも高くなっていた (令和 2 年度春季: 最大値 8.1

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ （前橋及び綾瀬）、最小値 $4.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （勝浦）、全地点平均 $6.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。一方、令和元年度と比較とすると、最大値、最小値及び全地点平均のいずれについても令和3年度の方が低く、ほとんどの地点で令和元年度の値よりも低くなっていた（令和元年度春季：最大値 $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （前橋及び湖西）、最小値 $7.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （勝浦）、全地点平均 $10.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。

PM2.5 濃度に占める主要成分の組成比は、令和2年度と同様に、全体的に OC、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ の順に高く、次いで NO_3^- 及び EC のいずれかとなり、上位3成分（OC、 SO_4^{2-} 及び NH_4^+ ）がおおむね組成の半分以上を占めていた。

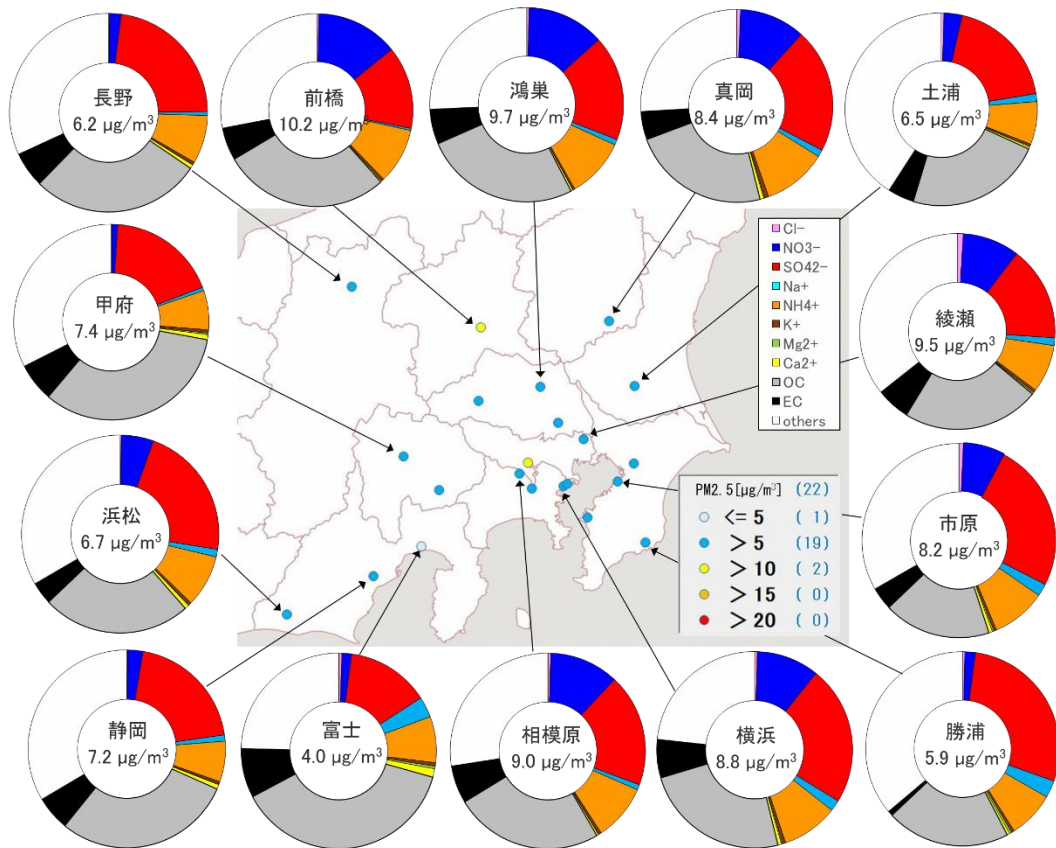


図 3-1-3 PM2.5 平均濃度 (地図) 及び PM2.5 主要成分組成 (円グラフ)

3.1.3 水溶性イオン成分濃度

図 3-1-4 に、期間中の SO_4^{2-} 及び SO_2 の平均濃度分布を示す。 SO_4^{2-} は、東京湾沿岸でやや高かった。一方 SO_2 は、分布に地域的な傾向は見られなかった。図 3-1-5 に、期間中の NO_3^- 及び NO_x の平均濃度分布を示す。 NO_3^- は東京湾沿岸及び関東平野中央部で、 NO_x は沿岸部で高く、令和2年度とおおむね同様であった。図 3-1-6 及び図 3-1-7 に、期間中の Cl^- 及び K^+ の平均濃度分布を示す。いずれも、令和2年度と同様に、全体的に濃度が低く、分布に地域的な傾向はみられなかった。

なお、 SO_2 及び NO_x については、各地点における大気汚染常時監視データ（1 時間値濃度）を使用した。

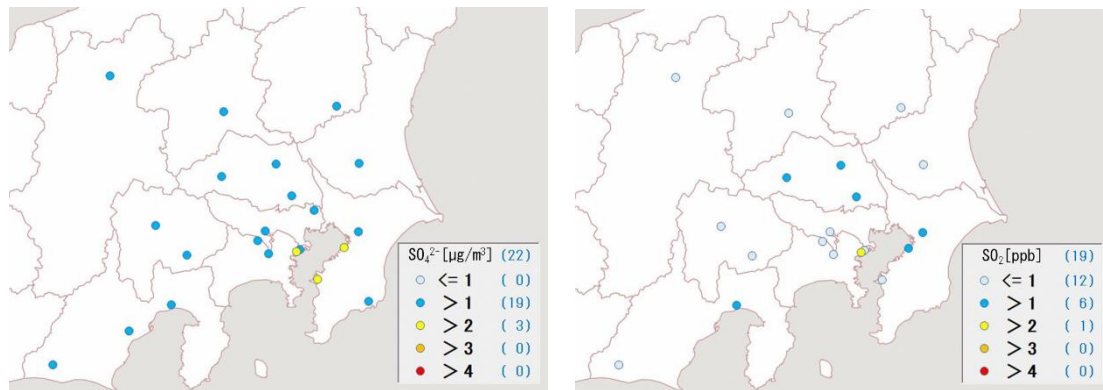


図 3-1-4 SO_4^{2-} (左) 及び SO_2 (右) の平均濃度分布

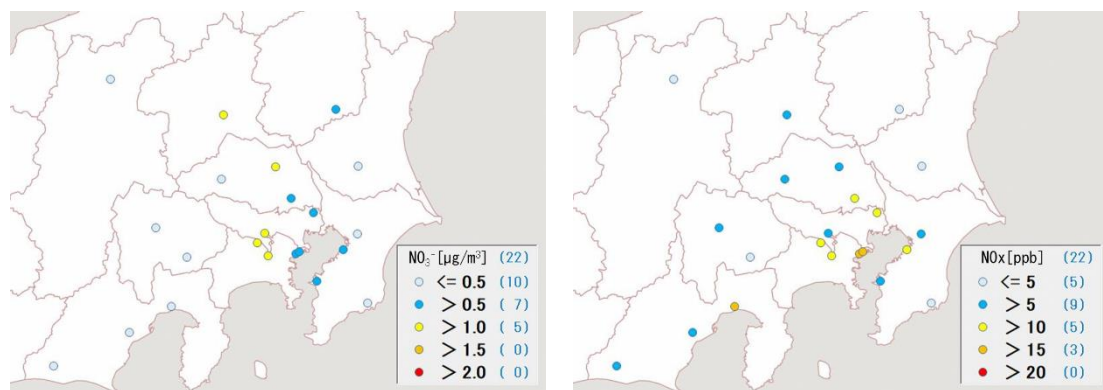


図 3-1-5 NO_3^- (左) 及び NO_x (右) の平均濃度分布

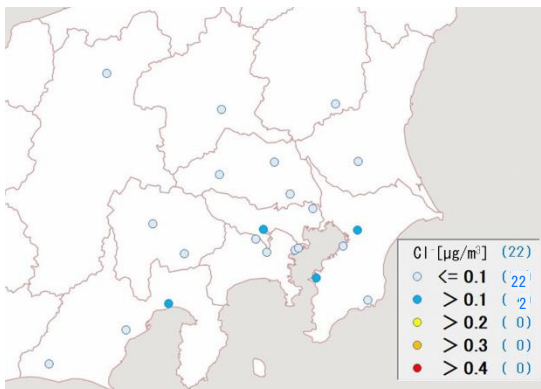


図 3-1-6 Cl^- の平均濃度分布

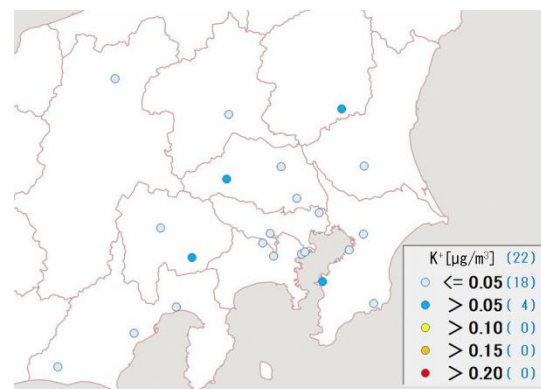


図 3-1-7 K^+ の平均濃度分布

3.1.4 炭素成分濃度

図 3-1-8 に、期間中の EC 及び OC の平均濃度分布を示す。いずれも令和 2 年度と同様に、分布に地域的な傾向はみられなかった。濃度に関しては、全体的にやや上昇している傾向がみられた。図 3-1-9 に、期間中の WSOC 及び Ox の平均濃度分布、図 3-1-10 に、OC に占める WSOC の割合 (WSOC/OC) 及び TC に占める OC の割合 (OC/TC)、図 3-1-11 に NMHC の平均濃度分布を示す。いずれも令和 2 年度と同様に、濃度分布に明確な傾向はみられず、濃度範囲も概ね令和 2 年度と同様だった。

図 3-1-12 に OC と Ox 及び OC と NMHC の関係を示す。明確な関係性が見られなかった令和 2 年度とは異なり、いずれも中程度の相関がみられた。OC と Ox については中程度の負の相関（相関係数-0.63）、OC と NMHC については中程度の正の相関（相関係数 0.46）であった。OC と Ox で正の相関はみられなかったことから、光化学二次生成の寄与は比較的小さいことが示唆された。図 3-1-13 に OC と K⁺及び WSOC と K⁺の関係を示す。明確な関係性が見られなかった令和 2 年度とは異なり、いずれも中程度の正の相関がみられた（OC と K⁺：相関係数 0.46、WSOC と K⁺：相関係数 0.55）。このことから、植物燃焼が影響している可能性が示唆された一方で、図 3-1-14 に示す char-EC と K⁺の関係を全体として見ると、令和 2 年度と同様に、明確な関係性はみられなかった（相関係数 0.045）。ただし、例えば char-EC に対して K⁺が相対的に高い地点（例として吉田、富津、真岡、秩父）を除いた場合、低い正の相関（相関係数 0.34）が見られた。逆に、char-EC に対して K⁺が相対的に低い地点（例として横浜、相模原、さいたま）を除くと、相関係数は更に低下した（-0.001）。前述のとおり OC と K⁺及び WSOC と K⁺のいずれにおいても中程度の正の相関が見られていることと併せて考えると、地点によって植物燃焼の寄与が大きい地点とそうでない地点がある可能性が考えられた。

なお、NMHC 及び Ox については、各地点における期間中の大気汚染常時監視データ（1 時間値濃度）の平均値を使用した。

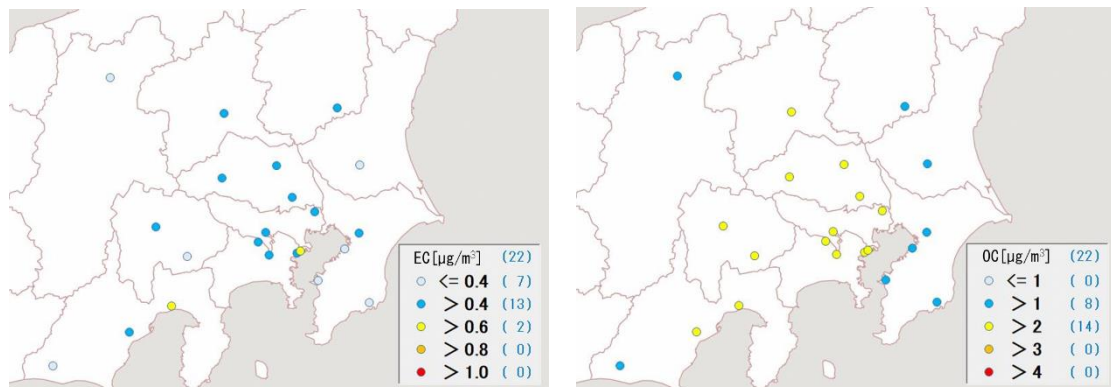


図 3-1-8 EC (左) 及び OC (右) の平均濃度分布

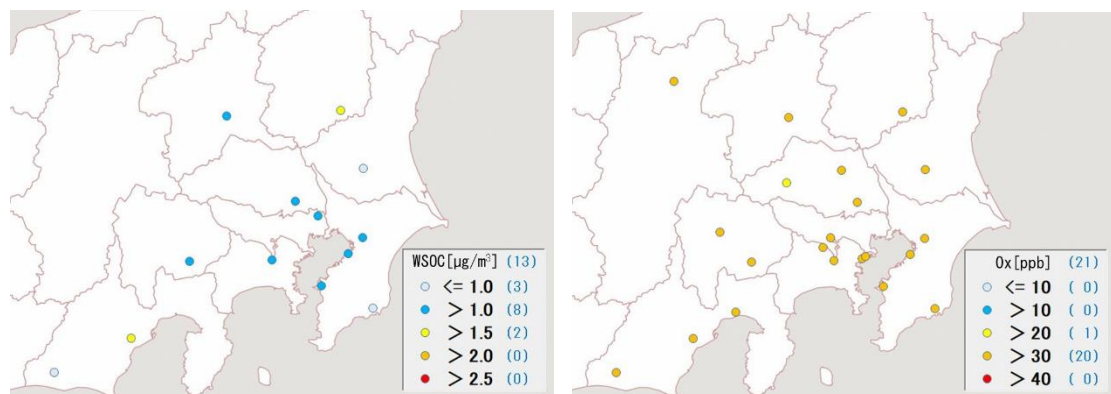


図 3-1-9 WSOC (左) 及び Ox (右) の平均濃度分布

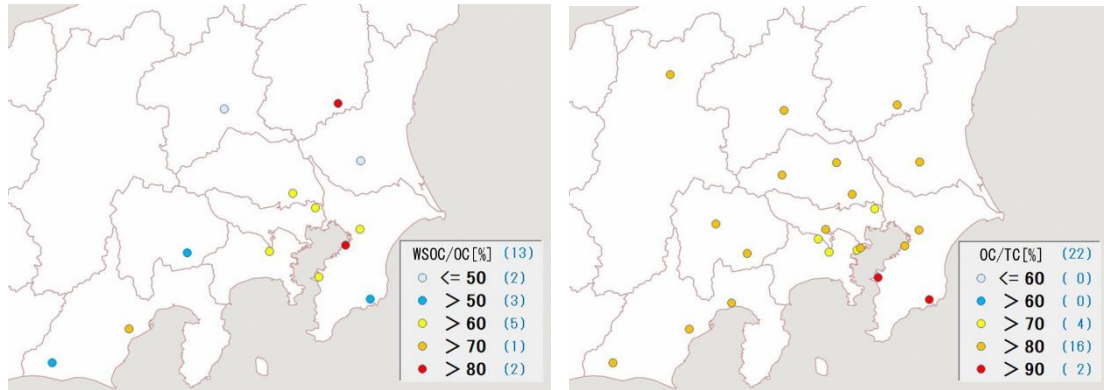


図 3-1-10 WSOC/OC (左) 及び OC/TC (右) の平均分布

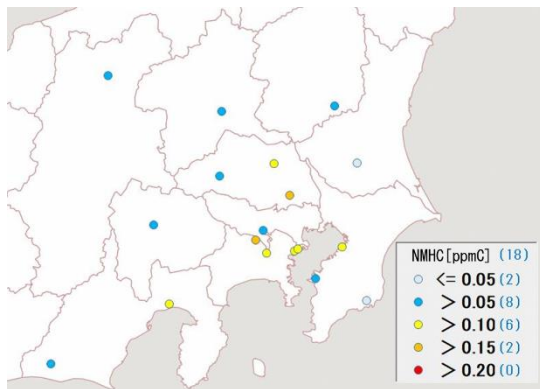


図 3-1-11 NMHC の平均濃度分布

相関係数の絶対値	相関の目安
0.7~1.0	強い相関
0.4~0.7	中程度の相関
0.2~0.4	弱い相関
0~0.2	相関なし

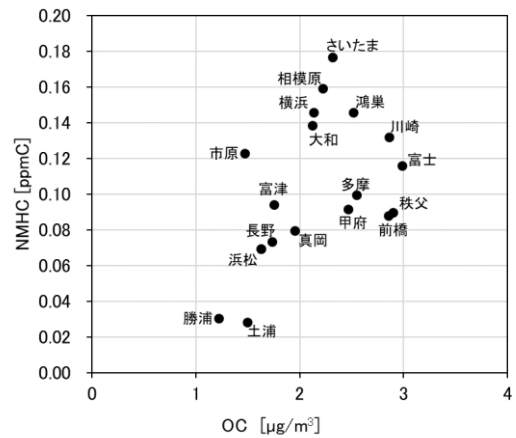
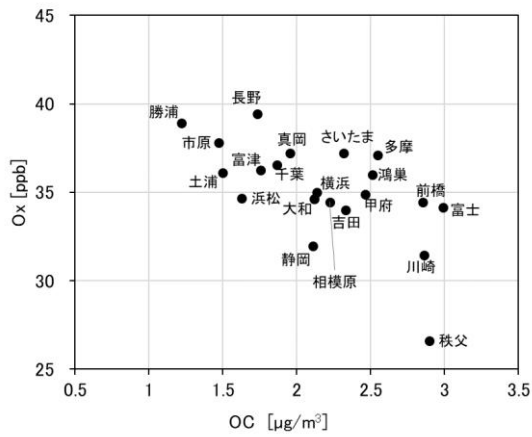


図 3-1-12 OC と Ox (左) 及び OC と NMHC (右) の関係

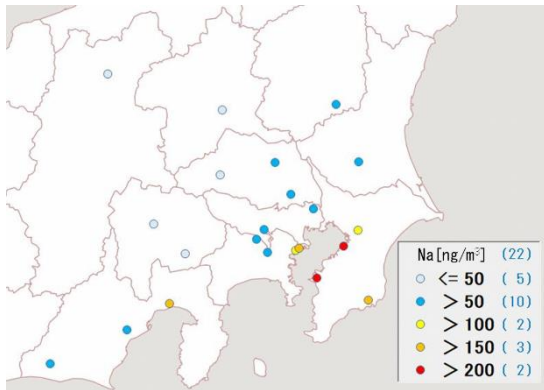


図 3-1-15 ナトリウムの平均濃度分布

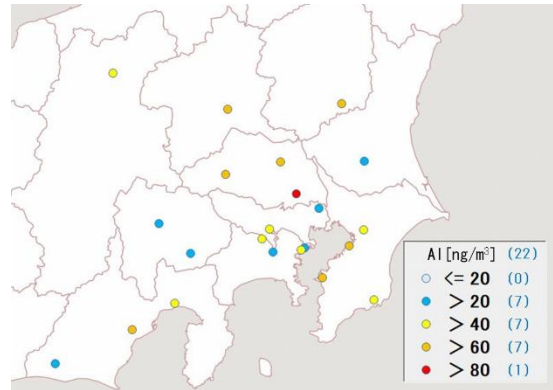


図 3-1-16 アルミニウムの平均濃度分布

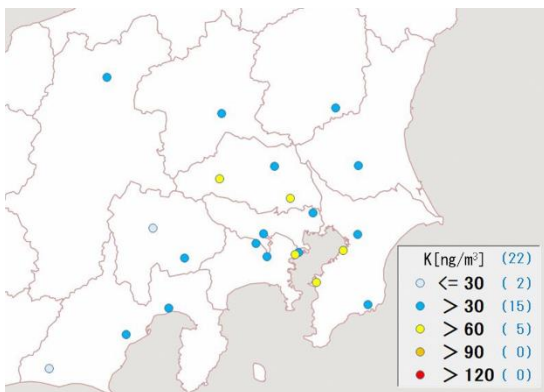


図 3-1-17 カリウムの平均濃度分布

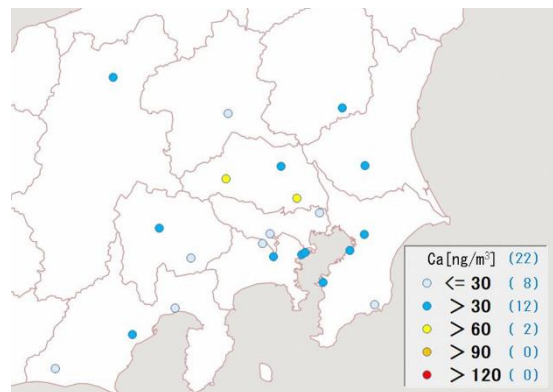


図 3-1-18 カルシウムの平均濃度分布

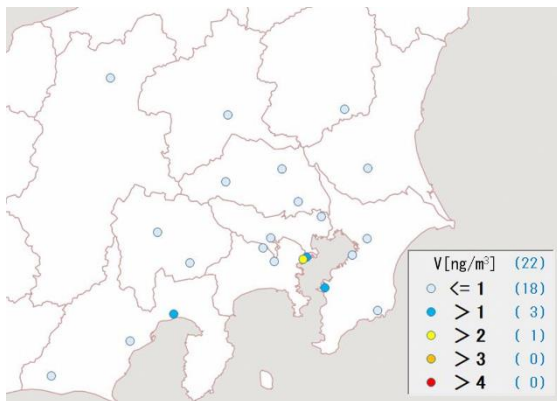


図 3-1-19 バナジウムの平均濃度分布

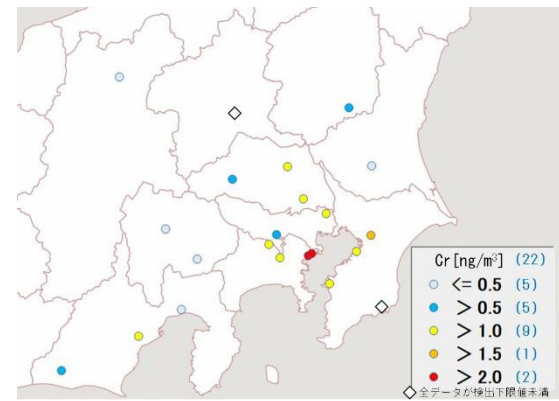


図 3-1-20 クロムの平均濃度分布

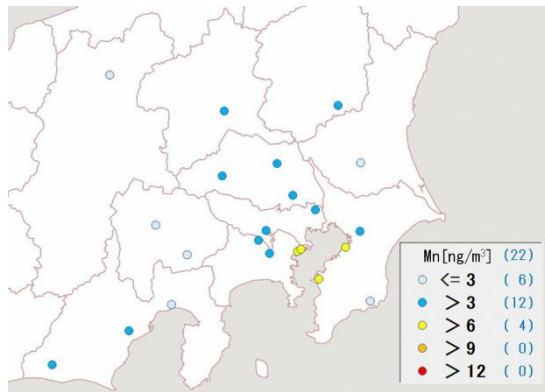


図 3-1-21 マンガンの平均濃度分布

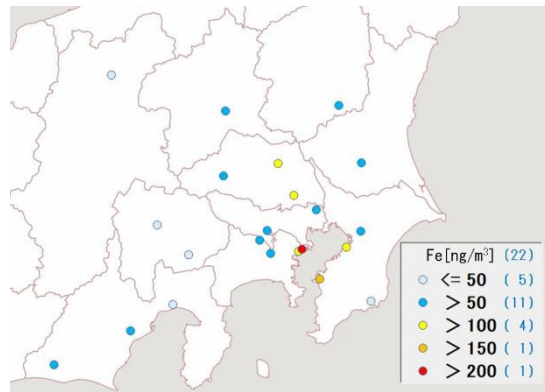


図 3-1-22 鉄の平均濃度分布

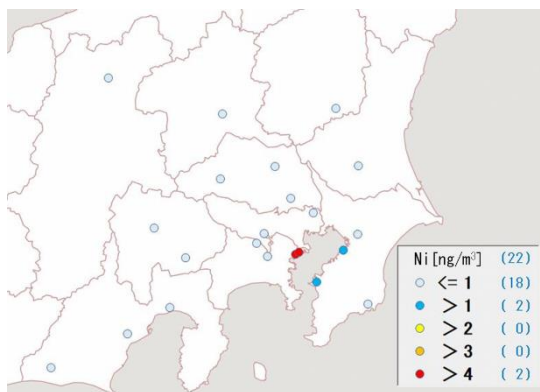


図 3-1-23 ニッケルの平均濃度分布

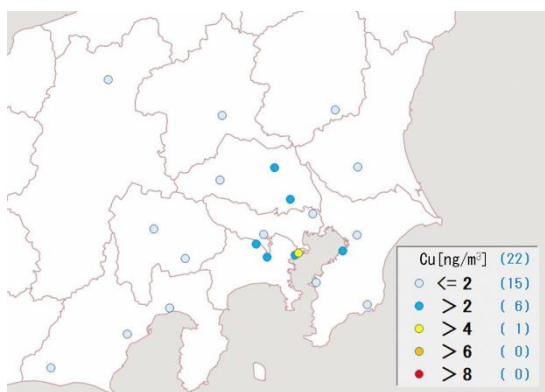


図 3-1-24 銅の平均濃度分布

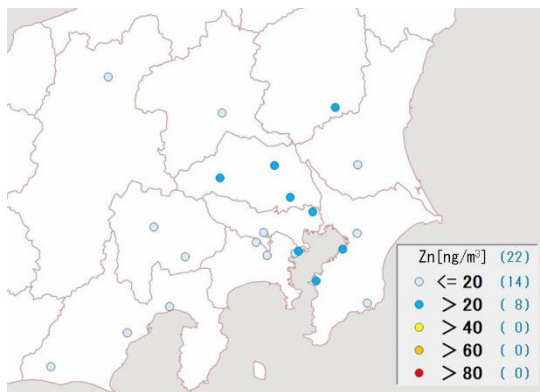


図 3-1-25 亜鉛の平均濃度分布

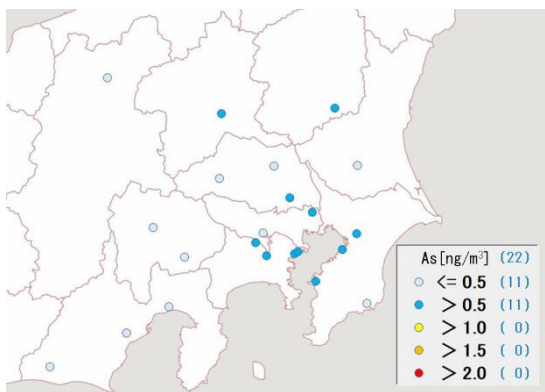


図 3-1-26 ヒ素の平均濃度分布

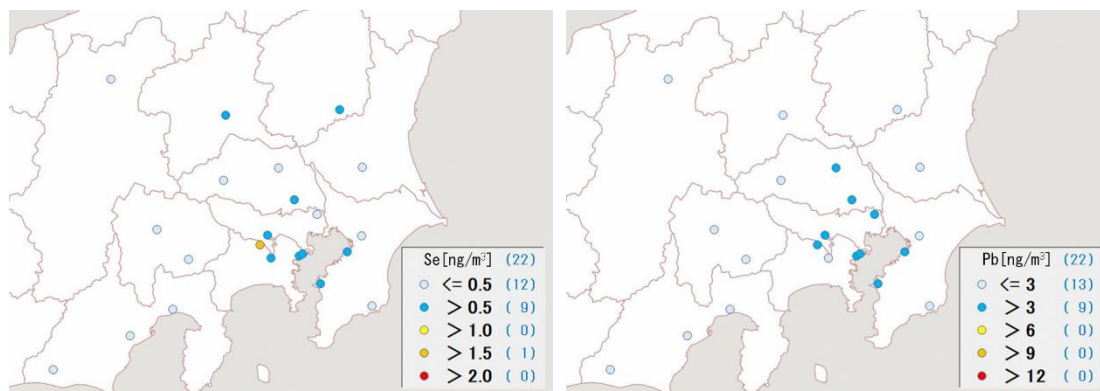


図 3-1-27 セレンの平均濃度分布

図 3-1-28 鉛の平均濃度分布

○マスクロージャーモデルについて

期間中の各地点の各日のデータから次式³⁾により推定した質量濃度を、標準測定法による質量濃度と比較することで、その妥当性を評価するものである。

$$\text{質量濃度 } M = 1.586[\text{SO}_4^{2-}] + 1.372[\text{NO}_3^-] + 1.605[\text{nss-Cl}^-] + 2.5[\text{Na}^+] + 1.634[\text{OC}] + [\text{EC}] + [\text{SOIL}]$$

ここで、 $[\text{nss-Cl}^-]$ については、次式により算出した。

$$[\text{nss-Cl}^-] = [\text{Cl}^-] - 18.98[\text{Na}^+]/10.56$$

※ $[\text{nss-Cl}^-]$ が負の値となった場合には、値をゼロとした。

また、 $[\text{SOIL}]$ の算出にあたっては、条件により以下の(1)式と(2)式を選択する方法があるが、今回はSiデータのない地点が複数あるため、(2)式のみを使用した。

- (1) 採取に石英繊維以外のフィルタを使用しており、Si分析値がある場合

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

- (2) Si分析値がない場合

$$[\text{SOIL}] = 9.19[\text{Al}] + 1.40[\text{Ca}] + 1.38[\text{Fe}] + 1.67[\text{Ti}]$$

○期間中の平均濃度の算出における検出下限値未満の測定値の取扱いについて

測定値が検出下限値未満の場合は、検出下限値の1/2の値を使用した。

参考文献

- 1) 気象庁：よくある質問
<http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/cgi-bin/view/explanation/faq.html>
- 2) 気象庁：2021年黄砂観測日および観測地点の表
https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa_table_2021.html
- 3) 環境省：大気中微小粒子状物質(PM2.5)成分測定マニュアル 精度管理解説、2019年5月

3.2 夏季

3.2.1 気象概況

梅雨入りは関東甲信地方で6月14日頃（平年より7日遅い）及び東海地方で6月13日頃（平年より7日遅い）、梅雨明けは関東甲信地方で7月16日頃（平年より3日早い）及び東海地方で7月17日頃（平年より2日早い）であった。

平均気温は、関東甲信地方及び東海地方で平年並みであった。降水量は、関東甲信地方でかなり多く、東海地方で7月は平年より多く8月は平年よりかなり多かった。日照時間は、関東甲信地方で平年並み、東海地方で7月は平年並み、8月は平年より少なかった。表3-2-1に各都県における主な地点の調査期間中の気象及び光化学オキシダントのデータを示した。

なお、調査期間中の調査地点において、光化学スモッグ注意報は発令されなかった。

表 3-2-1 気象データ及びオキシダント日最高1時間値

測定日	地点名	主風向	風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	雨量 (mm)	気圧 (hPa)	日射量 (MJ/m ²)	O _x (ppb)
7月22日	土浦	SSE	1.9	28.1	78	--	1009.1	21.5	52
	真岡	SSES	1.5	27.8	74	--	996.1	23.3	59
	前橋	ESE	1.3	28.9	66	--	998.7	25.2	76
	鴻巣	S	2.4	30.4	63	--	1009.2	23.3	88
	千葉	SW	2.2	29.5	66	--	1011.6	17.8	29
	多摩	SSE	0.5	27.3	83	--	1009.2	22.1	53
	横浜	SSE	4.0	28.2	71	--	1007.2	24.9	31
	甲府	W	0.8	27.8	70	--	979.9	20.1	60
	長野	NE	2.1	27.9	69	--	964.0	23.6	55
静岡	WNW	1.6	27.8	76	--	1012.4	25.4	42	
7月23日	土浦	SE	1.9	27.8	82	--	1008.3	23.8	40
	真岡	NNE,NE	1.9	26.6	86	3.5	995.6	19.3	55
	前橋	ESE	1.5	28.5	70	--	998.0	21.9	57
	鴻巣	S	1.9	30.1	68	--	1008.4	23.3	77
	千葉	SSW	2.0	29.7	66	--	1010.8	19.4	30
	多摩	SSE	0.5	27.7	84	--	1008.3	20.8	47
	横浜	SSE	3.8	28.6	71	--	1006.4	26.9	32
	甲府	C	0.6	26.8	76	6.5	979.3	20.0	48
	長野	E,SSW,W,N	2.2	27.8	68	--	963.2	24.8	51
静岡	NW	1.6	28.0	76	--	1011.4	20.0	35	
7月24日	土浦	NNE	2.0	27.6	78	--	1008.4	25.1	43
	真岡	ESE	1.9	26.5	78	--	995.6	21.5	46
	前橋	ESE	1.4	28.2	73	1.0	998.1	23.4	59
	鴻巣	SSE	1.9	30.2	67	--	1008.4	25.3	55
	千葉	ENE, SSE	2.3	29.3	67	--	1010.8	20.5	21
	多摩	SSES	0.5	27.2	83	--	1008.4	22.7	74
	横浜	SSE	3.2	28.5	69	--	1006.3	25.5	38
	甲府	C	0.7	27.4	72	12.0	978.8	23.8	43
	長野	W	2.8	28.3	63	--	962.8	22.6	48
静岡	NW	1.8	28.1	73	--	1011.0	27.4	35	
7月25日	土浦	NE	2.5	27.3	76	--	1005.9	27.4	27
	真岡	NE	2.3	27.1	72	--	993.2	25.0	32
	前橋	ESE	1.4	28.7	66	--	995.7	23.7	48
	鴻巣	NE	1.8	29.7	66	--	1005.8	21.8	43
	千葉	ENE	2.7	28.3	70	--	1008.2	14.1	38
	多摩	ESE	0.7	27.9	77	--	1005.9	19.8	68
	横浜	SE	4.1	28.4	66	--	1003.5	24.4	59
	甲府	E	0.8	28.0	63	--	976.2	25.3	54
	長野	NNE, ESE	2.2	26.5	73	--	960.9	23.0	50
静岡	WNW	1.8	28.4	67	--	1008.3	25.2	43	
7月26日	土浦	NNW	2.9	24.8	81	5.0	997.6	14.7	40
	真岡	NE	3.7	26.0	70	10.5	985.5	16.2	37
	前橋	SE	1.4	27.4	67	1.0	988.4	18.3	53
	鴻巣	NNE	2.1	26.9	74	18.5	997.9	15.8	46
	千葉	NNE	4.3	25.3	77	20.0	999.9	13.1	39
	多摩	NNW	0.8	25.9	78	21.0	998.1	15.1	55
	横浜	ENE, NNW	5.8	25.8	74	26.5	995.5	18.0	50
	甲府	E	1.0	27.8	68	1.5	968.8	19.2	50
	長野	NE	3.1	25.2	73	2.5	955.6	18.1	46
静岡	WNW	1.7	27.6	77	--	1000.7	17.9	50	
7月27日	土浦	N, NW	1.9	26.5	83	0.5	995.3	18.1	36
	真岡	NE	3.6	26.3	74	0.5	982.5	18.7	39
	前橋	W, NW	1.1	26.6	72	--	985.7	18.3	36
	鴻巣	NW	1.8	28.2	72	--	995.7	16.8	32
	千葉	SW	2.4	27.3	73	13.5	997.8	14.0	39
	多摩	NW	0.7	26.6	86	--	995.7	14.5	30
	横浜	SW	4.3	27.1	76	0.5	993.6	15.2	33
	甲府	C	0.4	25.2	82	3.0	967.8	13.1	35
	長野	E	1.5	22.7	93	4.5	953.4	9.7	30
静岡	NW	1.4	27.1	81	0.5	999.1	15.0	52	
7月28日	土浦	NE	2.4	27.4	81	1.0	998.5	21.7	58
	真岡	NE, ENE	2.6	25.6	86	100.5	985.7	15.0	72
	前橋	ESE, SE	1.2	27.1	79	55.0	988.3	19.8	67
	鴻巣	SSE, S	2.4	29.0	75	1.5	998.5	18.7	65
	千葉	SSW	3.0	29.5	73	--	1001.0	19.4	43
	多摩	SSE	0.6	27.1	87	--	998.5	16.3	53
	横浜	SW	5.4	28.3	75	--	996.5	19.6	45
	甲府	W	0.8	28.1	72	--	969.5	24.5	52
	長野	NE, ESE	2.5	26.5	74	--	954.2	26.5	26
静岡	WNW, WSW	2.0	29.0	71	--	1001.4	22.8	71	

測定日	地点名	主風向	風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	雨量 (mm)	気圧 (hPa)	日射量 (MJ/m ²)	Ox (ppb)
7月29日	土浦	SE	2.2	27.7	79	--	999.5	19.4	50
	真岡	S	2.2	26.3	88	2.0	986.8	13.5	60
	前橋	SE,WNW	1.3	26.1	84	88.5	989.4	19.2	66
	鴻巣	S	2.9	28.7	78	--	999.5	14.2	66
	千葉	SSW	2.8	29.1	71	--	1002.0	19.4	35
	多摩	SSE	0.6	27.0	88	--	999.4	13.8	47
	横浜	S	5.2	27.9	77	--	997.4	20.6	34
	甲府	C	0.7	26.9	78	32.0	970.4	22.6	40
	長野	W	1.9	24.9	83	23.0	955.2	21.3	36
静岡	W	1.4	28.3	76	--	1002.4	18.3	51	
7月30日	土浦	NE	1.6	25.1	88	39.5	1000.1	12.9	27
	真岡	NE,SE	1.8	25.8	86	2.5	987.3	14.9	27
	前橋	ESE	1.7	27.3	77	--	989.8	18.6	54
	鴻巣	ENE	1.1	28.0	79	--	1000.0	14.2	48
	千葉	E	1.7	25.9	86	40.0	1002.3	5.1	21
	多摩	SE	0.2	25.1	97	59.5	1000.0	12.8	35
	横浜	SSE	2.3	26.6	82	1.0	997.8	13.9	28
	甲府	C	0.7	26.7	79	35.0	970.6	20.8	50
	長野	SW,WSW	2.5	26.4	75	--	955.3	24.9	48
静岡	W	1.9	26.7	85	22.5	1002.5	19.7	41	
7月31日	土浦	ENE	1.9	26.9	83	--	999.2	25.7	29
	真岡	SSW	1.8	27.4	75	--	986.3	20.6	38
	前橋	SE	1.2	28.2	69	--	989.1	22.3	52
	鴻巣	NNE,ENE,SE,W	1.5	29.6	70	--	999.3	22.4	50
	千葉	E	2.3	28.5	70	--	1001.7	22.3	32
	多摩	S	0.4	27.0	86	--	999.3	19.6	66
	横浜	SSE	2.5	27.9	74	--	997.3	25.2	46
	甲府	C	0.6	27.1	77	13.5	970.7	19.6	44
	長野	NE	2.3	26.5	78	--	955.3	20.8	43
静岡	NW	1.5	27.1	82	--	1002.6	17.6	41	
8月1日	土浦	SSE	1.9	28.8	76	--	1002.3	25.6	70
	真岡	S	2.0	28.8	73	--	989.1	22.3	79
	前橋	NNW	1.3	27.9	69	--	991.9	21.1	53
	鴻巣	S	2.8	31.2	66	--	1002.3	24.7	76
	千葉	S	2.2	30.1	70	--	1004.7	21.7	62
	多摩	SSE	0.5	28.0	85	--	1002.2	23.1	55
	横浜	SSE	4.6	29.2	72	--	1000.3	24.8	51
	甲府	C	0.6	27.8	74	4.0	973.4	24.3	45
	長野	WSW	3.0	27.7	65	--	957.7	23.5	41
静岡	WNW ESE	1.7	28.5	78	--	1005.4	26.6	51	
8月2日	土浦	SE	2.1	28.2	84	0.5	1008.1	19.5	32
	真岡	S	2.3	28.4	80	--	994.9	17.4	41
	前橋	E	1.9	28.7	76	3.0	997.4	20.6	74
	鴻巣	SSE	3.0	30.0	77	0.5	1008.1	18.9	64
	千葉	S	2.7	29.2	78	1.0	1010.5	13.1	27
	多摩	SE	0.6	27.4	92	0.5	1008.0	16.9	48
	横浜	SSE	3.5	28.5	80	8.5	1005.9	17.1	45
	甲府	E	0.7	28.5	71	--	978.4	23.2	45
	長野	W	4.1	30.3	56	--	961.6	26.0	62
静岡	ENE	1.6	28.7	77	5.0	1010.2	21.2	41	
8月3日	土浦	S	2.3	29.0	78	--	1009.7	22.4	40
	真岡	S	2.7	29.4	76	--	996.7	16.3	43
	前橋	ESE	1.1	30.0	70	--	999.3	21.3	39
	鴻巣	S	3.2	30.5	74	--	1009.9	22.5	33
	千葉	SW	2.6	30.0	72	--	1012.5	20.3	20
	多摩	S	0.7	27.9	89	--	1009.9	20.1	23
	横浜	S	5.1	28.9	78	0.5	1008.0	20.8	16
	甲府	WSW,WNW,C	0.8	28.7	70	--	981.1	23.3	23
	長野	W	3.4	30.2	59	--	964.3	23.4	36
静岡	NW	1.6	28.3	79	--	1013.3	24.9	33	
8月4日	土浦	SE	1.7	28.7	79	--	1006.6	24.3	54
	真岡	SSE	1.7	28.8	77	--	993.8	23.0	75
	前橋	ESE	1.2	30.4	68	--	996.3	26.7	63
	鴻巣	S	1.9	31.0	69	--	1006.7	27.1	99
	千葉	SSW	1.7	30.0	68	--	1009.2	20.7	45
	多摩	SSE	0.5	28.1	86	--	1006.7	24.3	51
	横浜	SSE	3.3	28.5	76	--	1004.7	26.3	29
	甲府	WSW	0.8	30.2	66	--	977.2	27.7	37
	長野	NNE	2.1	29.1	70	--	962.2	24.8	41
静岡	NW	1.8	29.2	77	--	1009.5	26.7	41	

3.2.2 質量濃度及び組成

(1) 測定値の妥当性の検証

①イオンバランスの確認

図 3-2-1 に、期間中の各地点の各日のデータから求めた陽イオン (Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}) 及び陰イオン (Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}) それぞれの合計当量濃度の比較を示す。データの取り扱いは春季 (3.1.2 (1)) と同様である。陰イオン当量濃度合計/陽イオン当量濃度合計は概ね 0.8~1.2 (図 3-2-1 に点線で示す) に収まっていた。比が 0.7 未満と特に低いデータは 3 個、比が 1.3 を超えたデータは 3 個あった。

②マスクロージャーモデルによる検証

図 3-2-2 に、期間中の各地点の各日のデータから推定した質量濃度と、標準測定法による質量濃度の比較を示す。推定式とデータの取り扱いは春季 (3.1.2 (1)) と同様である。全 293 データのうち質量濃度が $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上であった 204 データにおける、標準測定法による質量濃度に対する推定質量濃度の比は、概ね 0.8~1.2 (図 3-2-2 に点線で示す) の範囲に収まっていた。比が 0.7 未満のデータは 0 個、比が 1.3 を超えたデータは 12 個であった。分布からのずれが大きかったのは、7月 22日、29日、31日、8月 1日の川崎等であった。

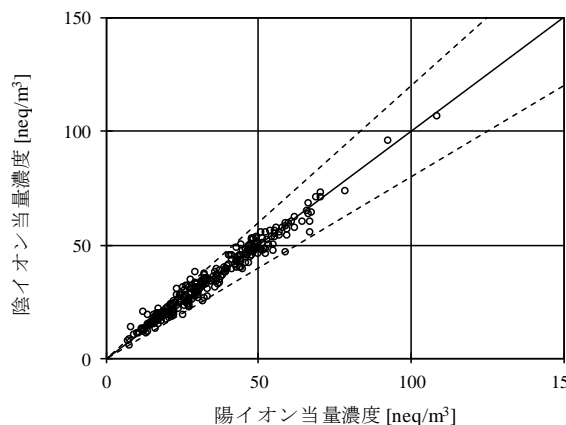


図 3-2-1 イオンバランス

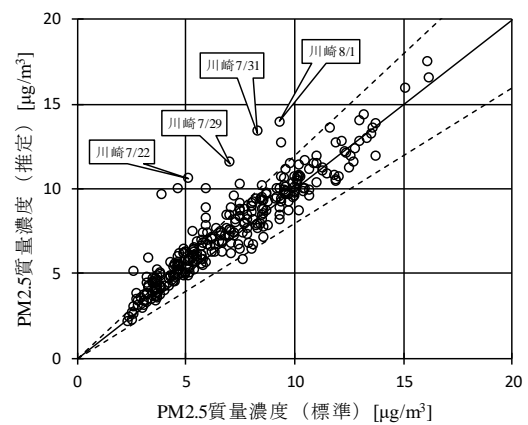


図 3-2-2 マスクロージャーモデル

(2) 季節平均濃度と組成の分布

図 3-2-3 に、期間中の各地点の PM2.5 平均濃度を地図に示す。また、一部の地点については、PM2.5 主要成分 (イオン成分、炭素成分) の組成を円グラフに示す。PM2.5 平均濃度は $6.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、例年よりも全体的に濃度が低かった。最も高かったのは秩父で $9.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最も低かったのは勝浦で $4.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。PM2.5 濃度に占める主要成分の組成比は、全ての地点で OC、 SO_4^{2-} の順に高く、次いで NH_4^+ もしくは EC のいずれかとなり、上位 3 成分が組成の半分以上を占めていた。図示していないが、特に川崎は OC の割合が高く、上位 3 成分の組成比の合計が 97% とほかの地点 (55~68%) と比べて高かった。NO₃ と Cl⁻ は、気温が高い夏季においてアンモニウム塩として粒子化しにくいため、濃度は非常に低かった。

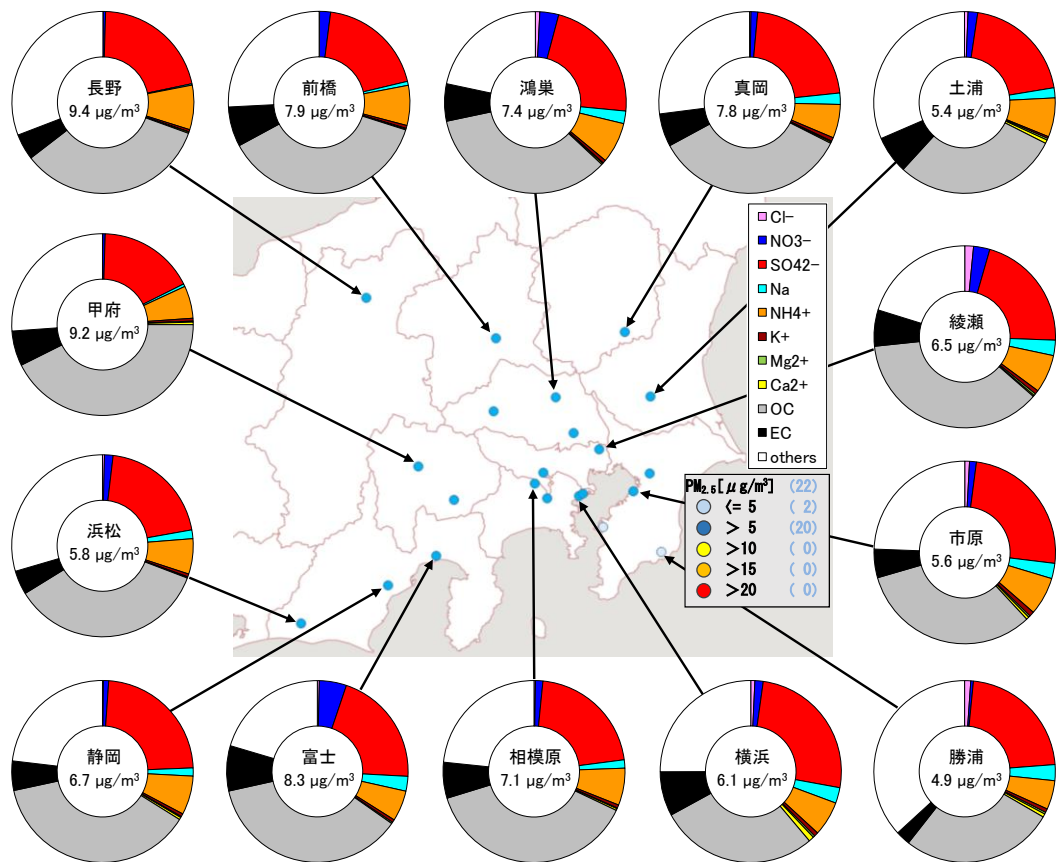


図 3-2-3 PM2.5 平均濃度 (地図) と PM2.5 主要成分組成 (円グラフ)

3.2.3 水溶性イオン成分濃度

図 3-2-4 に、期間中の SO_4^{2-} 及び SO_2 の平均濃度分布を示す。 SO_4^{2-} は広い範囲にわたって $1\sim 2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度となっており、例年と比較して濃度が低く、地域的傾向は明瞭ではなかった。一方 SO_2 は、埼玉県、千葉県、神奈川県、静岡県の一部地点で、やや高めの値がみられた。図 3-2-5 に、期間中の NO_3^- 及び NO_x の平均濃度分布を示す。 NO_x は関東平野南部の都市域で高い傾向だが、 NO_3^- は気温が高い夏季においてアンモニウム塩として粒子化しにくいため、すべての地点で $0.5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と低かった。図 3-2-6 に、期間中の Cl^- の平均濃度分布を示す。 Cl^- も NO_3^- と同様で、気温が高い夏季においてアンモニウム塩として粒子化しにくいため、東京都の一部の地点を除き、 $0.1\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と低かった。図 3-2-7 に、期間中の K^+ の平均濃度分布を示す。 K^+ は全地点で $0.1\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満であり、栃木県、埼玉県、山梨県の一部の地点を除き、 $0.05\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であった。

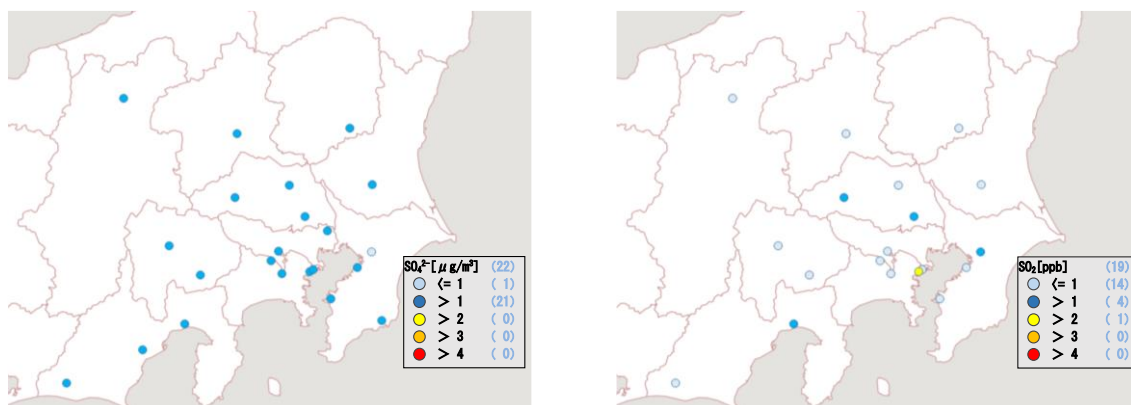


図 3-2-4 SO_4^{2-} (左) 及び SO_2 (右) の平均濃度分布

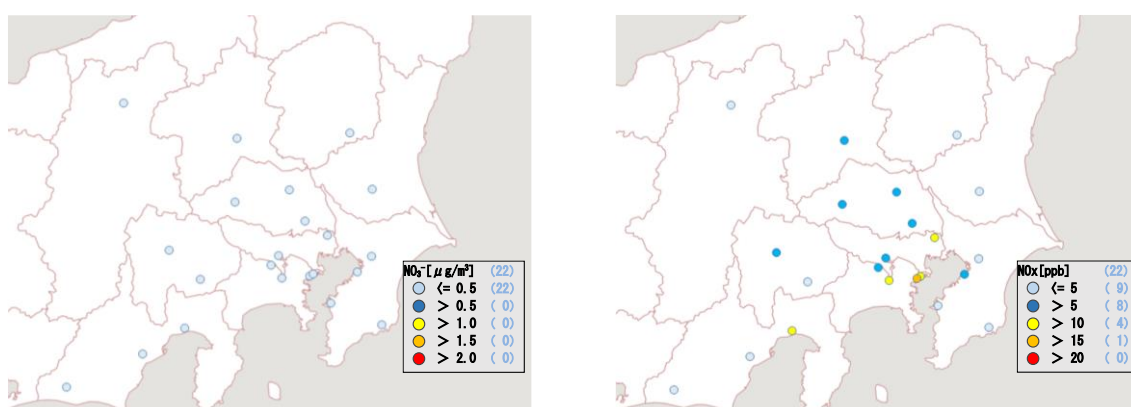


図 3-2-5 NO_3^- (左) 及び NO_x (右) の平均濃度分布

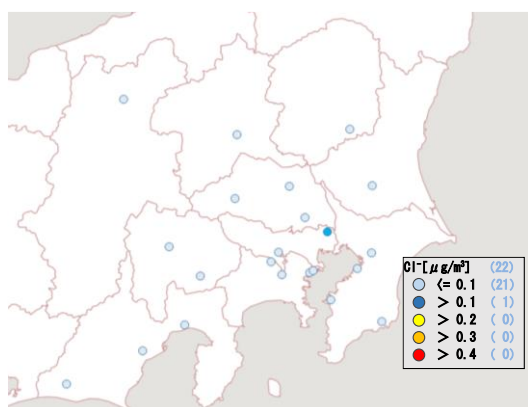


図 3-2-6 Cl^- の平均濃度分布

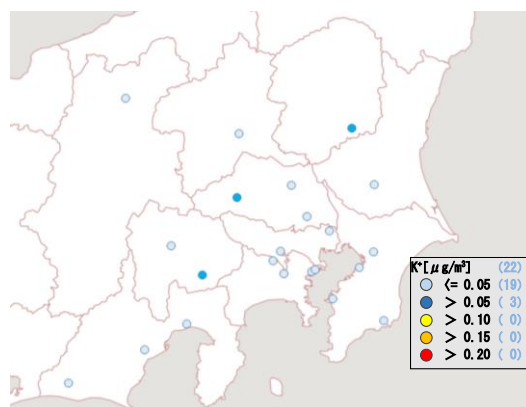


図 3-2-7 K^+ の平均濃度分布

3.2.4 炭素成分濃度

図 3-2-8 に期間中の EC 及び OC の平均濃度分布を示す。EC、OC ともに地域的傾向は明瞭ではなかったが、関東平野の中央部及び西部を中心に相対的に高い傾向がうかがわれた。図 3-2-9 に期間中の WSOC 及び Ox の平均濃度分布、図 3-2-10 に OC に占める WSOC の割合 (WSOC/OC) 及び TC に占める OC の割合 (OC/TC) の分布を示す。WSOC は内陸部で高い傾向がみられた。WSOC/OC については、明瞭な地域的傾向は見られず、さいたま、大和、浜松、吉田以外は 70%以下であった。令和 3 年度は梅雨明けが関東甲信地方及び東海地

方で7月17日頃（平年より3日早い）であり、梅雨の期間が試料採取期間と重ならなかったが、Ox平均濃度は夏季にしては全体的に低く、30 ppbを超えたところはなかった。OC/TCは78~92%となっており、地域的な特徴はみられなかった。図3-2-11に、期間中のNMHCの平均濃度分布を示す。埼玉県、千葉県の一部で0.15 ppmCを超える地点があり、関東平野の中央部で高い傾向がみられた。図3-2-12にOCとOx及びOCとNMHCの関係、図3-2-13にOCとK⁺及びWSOCとK⁺の関係、図3-2-14にchar-ECとK⁺の関係を示す。OCとOx、OCとK⁺、WSOCとK⁺は中程度の正の相関（相関係数0.42、0.51、0.53）がみられた。OCとOxに関しては、川崎の1地点（分布からのずれがやや大きい）を除くと、強い正の相関（相関係数0.70）に上昇した。OCとNMHC、char-ECとK⁺については、関係性はみられなかった（相関係数0.12、-0.01）。ただし、OCとNMHCに関して、NMHC/OCを上位6地点（鴻巣、さいたま、市原、大和、横浜、相模原）、中位6地点（土浦、真岡、前橋、富津、多摩、富士）、下位6地点（秩父、勝浦、川崎、甲府、長野、浜松）の3グループに分けると、上位6地点では相関が見られなかった（相関係数-0.20）が、中位6地点と下位6地点では強い正の相関（相関係数0.91、1.00）が見られた。地域的な特徴としては、中位6地点は北関東の地点が多く、下位6地点は関東平野ではない地点が多く含まれていた。

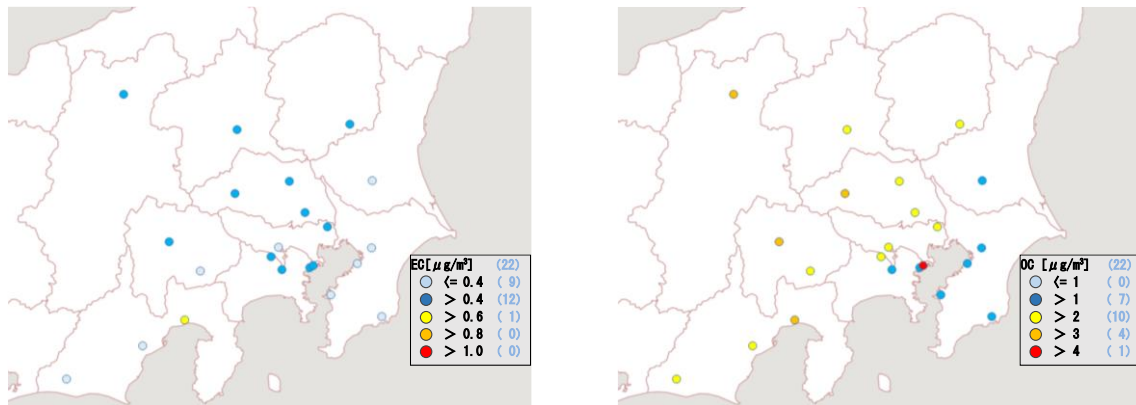


図3-2-8 EC（左）及びOC（右）の平均濃度分布

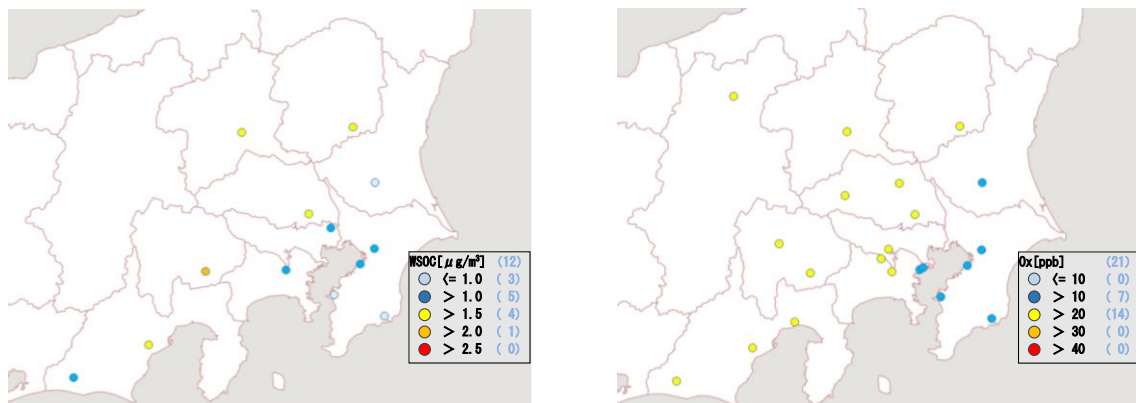


図3-2-9 WSOC（左）及びOx（右）の平均濃度分布

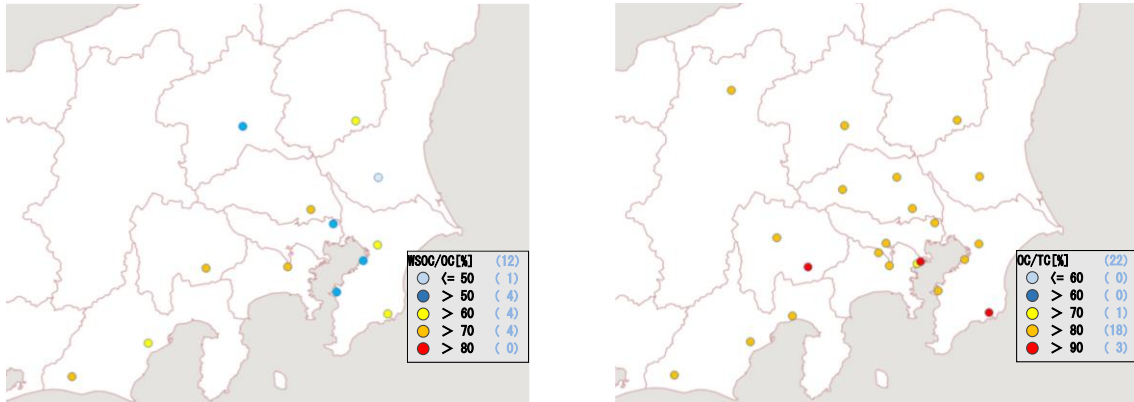


図 3-2-10 WSOC/OC (左) 及び OC/TC (右) の平均分布

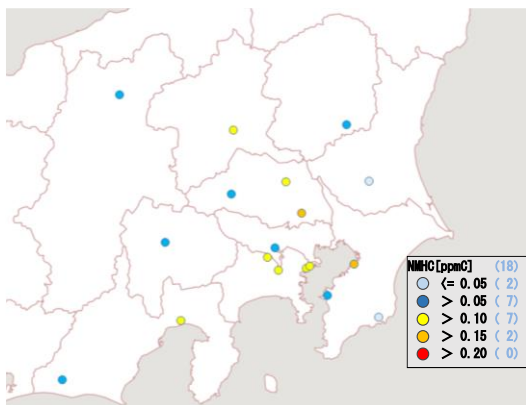


図 3-2-11 NMHC の平均濃度分布

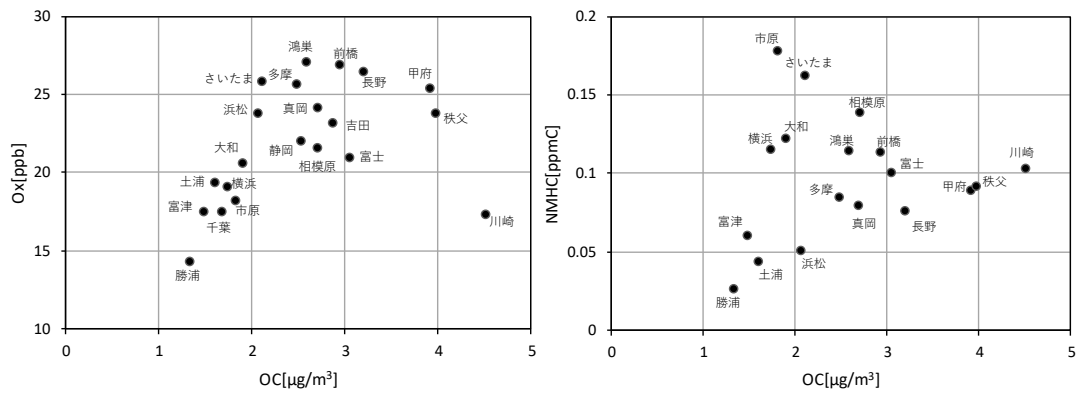


図 3-2-12 OC と Ox (左) 及び OC と NMHC (右) の関係

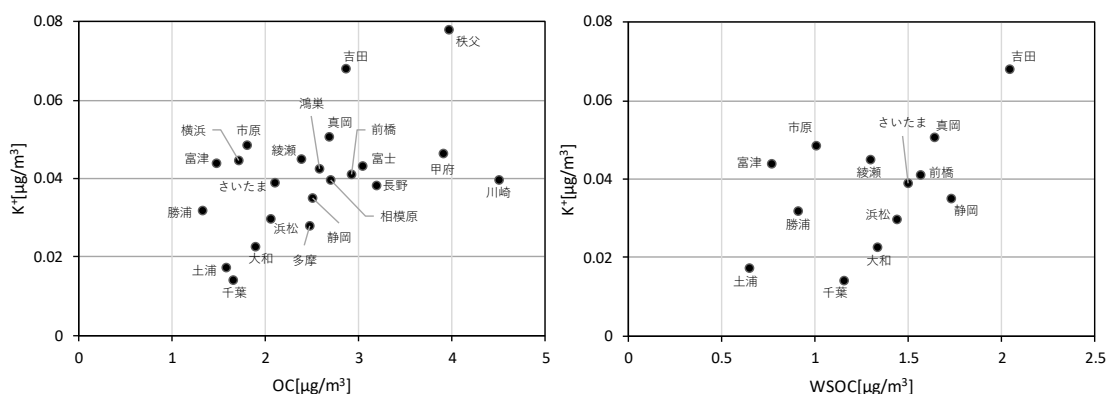


図 3-2-13 OC と K⁺ (左) 及び WSOC と K⁺ (右) の関係

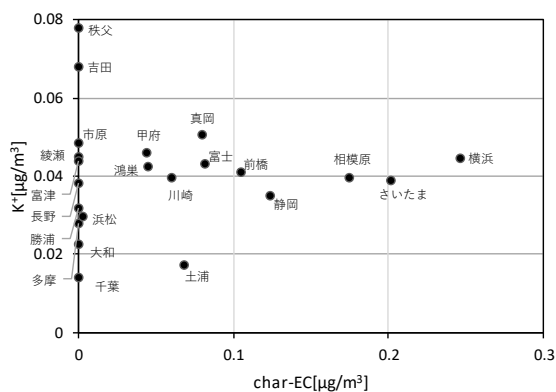


図 3-2-14 char-EC と K⁺ の関係

3.2.5 無機元素濃度

図 3-2-15～28 に、期間中のナトリウム (Na)、アルミニウム (Al)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、ヒ素 (As)、セレン (Se)、鉛 (Pb) の平均濃度分布をそれぞれ示す。V、Cr、Mn、Fe、Ni は沿岸部や都市部の一部の地点で相対的に高い傾向がみられ、工業活動や都市活動との関連が示唆された。川崎については、上記の全ての項目が他の地点よりも相対的に高かった。特に Fe は平均濃度が 300 ng/m³ 以上であり、他の地点と比べて極めて高かった。

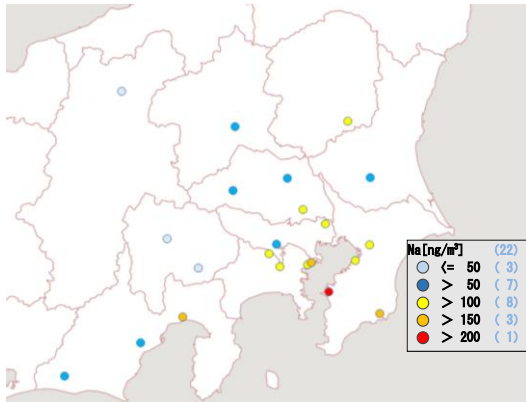


図 3-2-15 ナトリウムの平均濃度分布

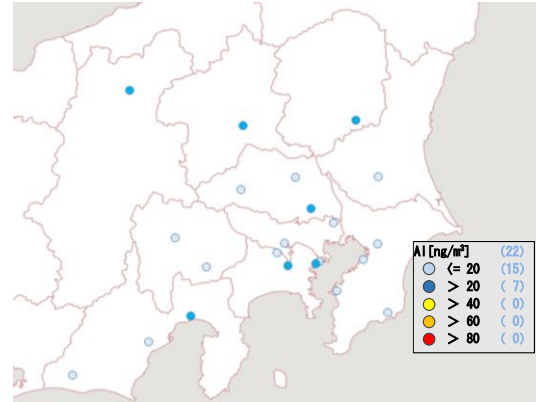


図 3-2-16 アルミニウムの平均濃度分布

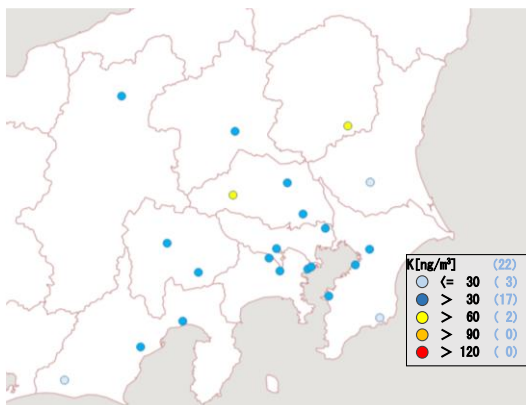


図 3-2-17 カリウムの平均濃度分布

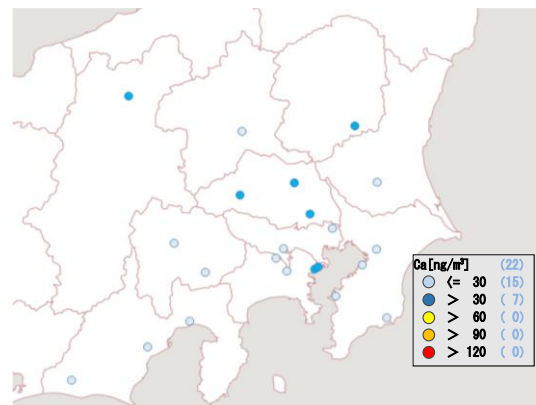


図 3-2-18 カルシウムの平均濃度分布

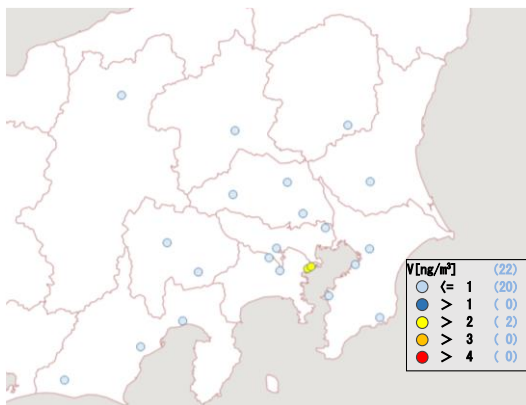


図 3-2-19 バナジウムの平均濃度分布

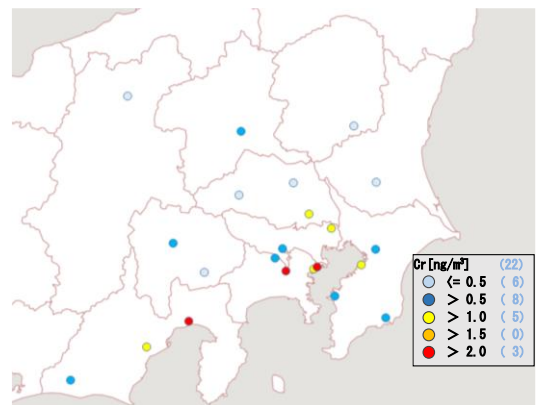


図 3-2-20 クロムの平均濃度分布

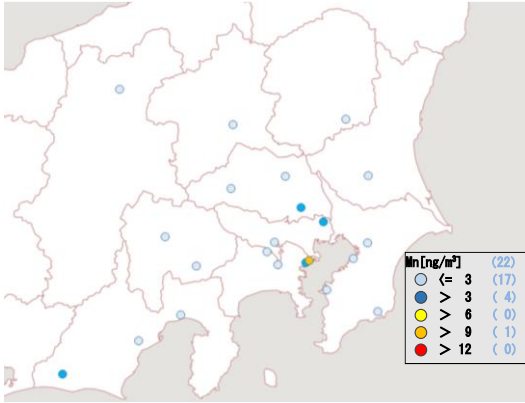


図 3-2-21 マンガンの平均濃度分布

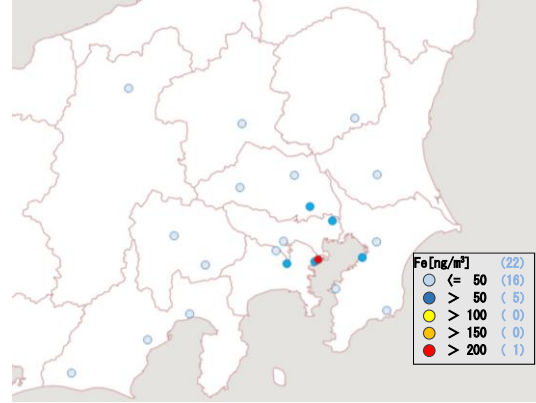


図 3-2-22 鉄の平均濃度分布

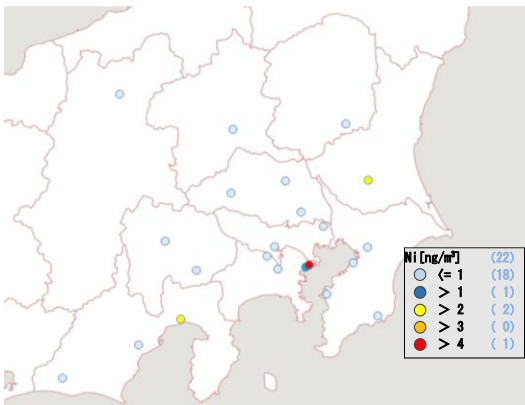


図 3-2-23 ニッケルの平均濃度分布

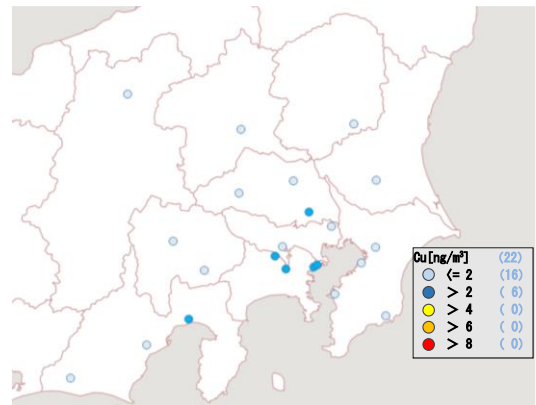


図 3-2-24 銅の平均濃度分布

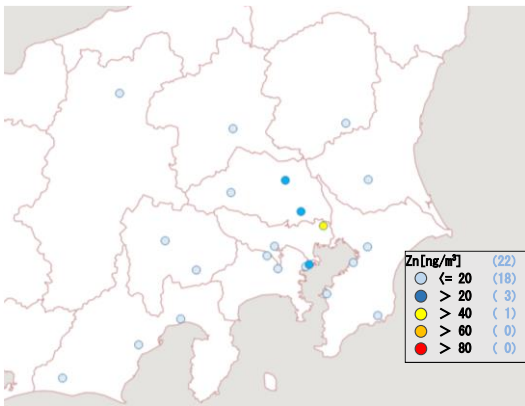


図 3-2-25 亜鉛の平均濃度分布

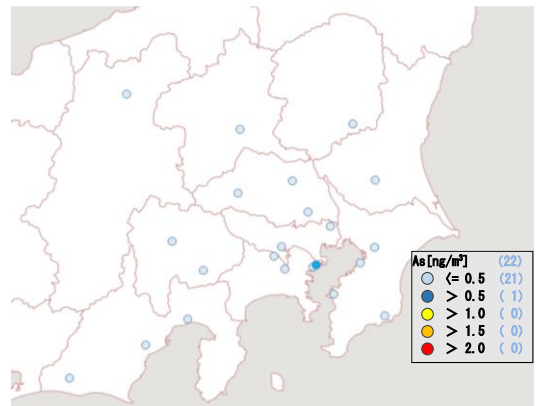


図 3-2-26 ヒ素の平均濃度分布

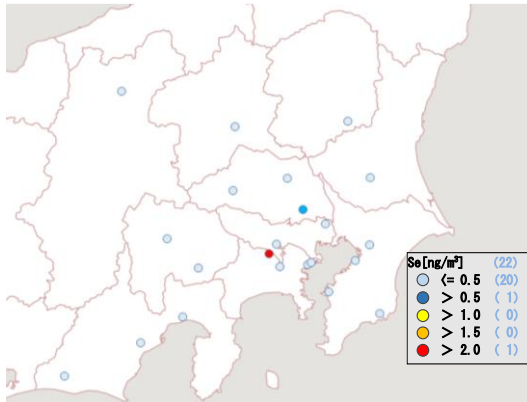


図 3-2-27 セレンの平均濃度分布

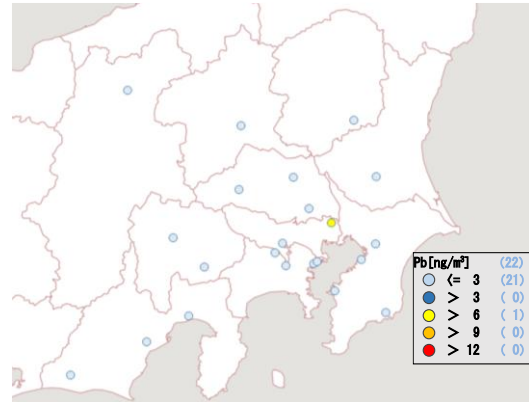


図 3-2-28 鉛の平均濃度分布

3.3 秋季

3.3.1 気象概況

平均気温は、関東甲信地方で10月は平年並み、11月は平年より高く、東海地方で10月は平年より高く11月は平年並みであった。降水量は、関東甲信地方では平年並み、東海地方で10月は平年より少なく11月は平年並みであった。日照時間は、関東甲信地方及び東海地方で10月は平年より多く、11月は平年よりかなり多かった。なお、表3-3-1に各都県における主な地点の調査期間中の気象のデータを示した。

表 3-3-1 気象データ

測定日	地点名	主風向	風速 (m/s)	気温 (℃)	湿度 (%)	雨量 (mm)	気圧 (hPa)	日射量 (MJ/m ²)
10月21日	土浦	NNE	2.1	13.2	74	6.0	1014.3	7.4
	真岡	NE	1.9	12.8	57	--	1000.9	12.3
	前橋	NNW	2.0	13.5	57	--	1004.0	12.8
	鴻巣	N	1.2	15.3	58	3.5	1014.4	8.7
	千葉	NE	2.2	15.2	63	4.5	1016.5	7.2
	多摩	NNW	0.7	14.3	66	1.0	1014.4	8.5
	横浜	N	3.3	14.8	65	4.0	1011.9	8.7
	甲府	E	0.6	13.7	65	--	983.4	10.6
	長野	NNE,W	2.4	10.0	72	--	968.9	16.4
静岡	NW	1.1	16.5	65	--	1015.8	7.7	
10月22日	土浦	NNE,N,NW	1.7	10.9	96	5.5	1012.8	6.3
	真岡	NNE	1.2	9.6	92	4.5	999.3	6.4
	前橋	NW	1.0	10.3	84	6.0	1002.9	6.1
	鴻巣	N	1.3	11.4	90	8.0	1013.1	5.9
	千葉	NNE	2.5	11.9	87	4.5	1014.8	3.5
	多摩	NNW	0.7	10.2	97	7.5	1012.9	3.8
	横浜	NNW	4.2	11.4	88	2.5	1010.5	5.5
	甲府	ESE	0.6	12.0	77	--	982.3	6.6
	長野	NNE	3.4	11.2	69	--	967.7	13.5
静岡	NW	1.3	14.7	77	--	1014.4	8.0	
10月23日	土浦	NNE	1.4	11.1	78	--	1020.7	15.0
	真岡	NE	2.5	9.5	66	--	1006.5	14.0
	前橋	NW	1.7	11.2	61	--	1010.7	12.8
	鴻巣	NW	2.0	13.7	54	--	1020.9	17.0
	千葉	NNE	2.3	13.6	54	--	1023.1	13.6
	多摩	NNW	1.3	12.7	63	--	1020.8	14.9
	横浜	N	4.6	14.5	50	--	1018.4	16.2
	甲府	C	1.1	11.4	57	--	991.0	17.1
	長野	E	2.3	8.3	78	--	976.3	11.7
静岡	NW	1.3	15.5	64	--	1022.9	16.5	
10月24日	土浦	NNE	1.3	12.3	79	--	1023.6	15.2
	真岡	NE	1.5	10.9	70	--	1010.1	14.4
	前橋	SE,WNW,NNW	1.1	12.7	64	--	1013.2	13.6
	鴻巣	WNW	1.0	14.8	61	--	1023.9	15.3
	千葉	NE,SE	1.6	14.5	60	--	1026.1	12.0
	多摩	NNW	0.3	13.2	75	--	1023.9	13.3
	横浜	N,SE,NNW	3.3	14.8	60	--	1021.4	13.4
	甲府	C	0.5	12.4	69	--	993.3	12.8
	長野	SW	2.0	10.7	73	--	976.7	13.0
静岡	WNW	1.7	16.8	61	--	1025.6	12.2	
10月25日	土浦	NNE	2.7	15.3	87	27.5	1016.1	6.8
	真岡	NNE,E,ENE	2.4	14.4	75	19.0	1003.8	8.8
	前橋	NW	1.4	13.6	75	12.5	1007.4	6.1
	鴻巣	NW	2.2	14.6	74	21.5	1016.4	5.9
	千葉	ENE	3.2	15.5	81	61.0	1018.1	4.4
	多摩	NW	1.3	13.9	82	21.5	1016.6	4.1
	横浜	NNW	5.5	14.3	75	29.5	1013.6	5.6
	甲府	C	0.5	11.3	92	15.5	987.1	5.9
	長野	WSW	2.0	11.1	89	21.0	971.3	5.8
静岡	NW	1.2	16.5	72	7.5	1016.7	6.3	
10月26日	土浦	NNE	1.5	14.0	91	--	1012.8	7.5
	真岡	NE	2.4	12.5	84	--	999.2	11.3
	前橋	NNW	1.4	14.3	70	--	1002.5	12.5
	鴻巣	NNE,C	1.2	16.4	77	--	1013.0	11.1
	千葉	ENE	1.8	14.9	84	--	1015.2	6.0
	多摩	N	0.5	16.3	84	--	1012.9	10.7
	横浜	N	3.4	16.5	78	--	1010.7	11.0
	甲府	C	0.6	15.4	71	--	982.9	14.4
	長野	ENE	1.9	11.0	86	--	968.3	8.3
静岡	NW	1.6	18.7	76	--	1015.1	13.8	
10月27日	土浦	W	1.3	14.7	97	1.5	1012.8	6.5
	真岡	NE,ENE	1.3	13.2	93	--	999.5	7.6
	前橋	ESE,SE,W	1.2	13.9	78	--	1002.8	9.8
	鴻巣	N	0.9	15.6	84	--	1013.1	8.4
	千葉	NE	1.5	15.4	90	6.5	1015.2	3.4
	多摩	NW,NNW	0.3	14.5	96	--	1013.0	6.4
	横浜	NNW	2.4	15.2	89	8.0	1010.6	7.4
	甲府	C	0.5	15.2	78	--	982.5	14.2
	長野	NNE,ENE	1.2	12.4	83	--	967.5	12.1
静岡	W	1.5	18.9	70	--	1014.8	14.6	

測定日	地点名	主風向	風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	雨量 (mm)	気圧 (hPa)	日射量 (MJ/m ²)
10月28日	土浦	NNE	1.9	15.1	73	--	1015.1	15.0
	真岡	ENE	2.1	13.0	61	--	1001.5	15.0
	前橋	N	2.3	14.2	56	--	1005.5	13.9
	鴻巣	NNE	1.9	17.4	48	--	1015.2	15.6
	千葉	ENE	2.5	16.7	61	--	1017.1	11.7
	多摩	NNW	1.6	16.4	55	--	1015.1	13.6
	横浜	N	5.7	17.2	49	--	1012.5	14.9
	甲府	E	0.9	14.7	61	--	985.0	16.0
	長野	NE,E,W	2.4	10.7	80	1.0	971.5	11.6
静岡	WNW	1.6	19.0	50	--	1016.3	16.4	
10月29日	土浦	NNE	1.8	13.0	79	--	1019.4	15.6
	真岡	ENE	2.4	10.5	62	--	1005.6	15.6
	前橋	NNW	2.5	12.6	55	--	1009.3	15.4
	鴻巣	NNE	1.5	15.3	54	--	1019.7	15.7
	千葉	NNE	2.5	14.3	64	--	1021.6	12.7
	多摩	N	1.1	13.4	68	--	1019.5	13.7
	横浜	NNW	4.7	15.1	57	--	1017.2	15.2
	甲府	C	0.8	12.2	62	--	989.3	16.1
	長野	NE	2.3	8.8	74	--	974.5	13.8
静岡	NW	1.5	17.4	57	--	1021.7	15.6	
10月30日	土浦	NNE	1.4	14.1	76	--	1022.6	13.0
	真岡	NE	1.8	12.0	67	--	1009.2	12.9
	前橋	NNW	1.2	13.1	62	--	1012.4	12.0
	鴻巣	WNW	1.2	15.7	60	--	1022.8	12.9
	千葉	NE	1.8	15.6	62	--	1025.0	10.3
	多摩	NNW	0.3	14.2	73	--	1022.8	12.3
	横浜	NNW	2.5	15.7	61	--	1020.4	11.6
	甲府	C	0.4	13.5	73	1.0	992.3	11.8
	長野	SW	1.5	11.2	76	--	975.5	12.2
静岡	WNW	1.5	17.7	67	--	1024.8	12.6	
10月31日	土浦	WNW	0.7	14.3	95	1.0	1019.6	4.7
	真岡	NE	1.2	12.5	81	--	1006.3	6.1
	前橋	NW	1.1	13.5	73	--	1009.6	5.9
	鴻巣	NW	0.7	15.0	78	--	1019.9	4.3
	千葉	NE	1.4	15.0	82	0.5	1022.0	3.3
	多摩	NNW	0.2	13.9	95	2.5	1019.9	3.3
	横浜	N	2.7	14.9	79	0.5	1017.4	5.3
	甲府	C	0.4	12.0	90	--	990.1	5.8
	長野	NNE,WSW	0.9	10.7	84	--	973.6	9.6
静岡	NW	0.8	15.8	83	1.5	1021.9	7.9	
11月1日	土浦	NE,NNE	2.0	16.7	90	0.5	1015.4	9.2
	真岡	ENE	1.5	15.8	82	0.5	1002.4	9.1
	前橋	NW	0.7	16.1	79	0.5	1005.4	10.3
	鴻巣	N	1.0	18.2	82	--	1015.6	11.5
	千葉	E	2.0	18.1	84	0.5	1017.8	6.4
	多摩	NW	0.4	16.9	87	--	1015.7	9.8
	横浜	N	2.9	18.1	82	--	1013.1	9.8
	甲府	C	0.4	14.9	81	--	985.5	10.9
	長野	NNE	0.9	12.7	82	--	969.9	10.5
静岡	NW	1.3	18.2	75	--	1017.8	13.7	
11月2日	土浦	NNE	1.7	15.8	82	--	1010.5	12.1
	真岡	NE,ENE	1.1	14.5	70	--	997.4	13.0
	前橋	NNW	1.7	16.4	60	--	1000.7	13.0
	鴻巣	C	0.8	17.6	72	--	1010.8	10.3
	千葉	ENE	2.4	16.9	71	--	1012.9	8.9
	多摩	N,NE	0.2	15.8	85	--	1010.8	8.5
	横浜	NNE	3.4	17.6	69	--	1008.4	12.1
	甲府	E	0.6	15.8	69	--	980.9	13.5
	長野	NNE	1.8	11.7	78	--	966.3	11.9
静岡	NW	1.3	18.1	71	--	1013.2	14.5	
11月3日	土浦	NNW	1.2	14.0	78	--	1010.1	13.6
	真岡	NE,ENE	1.5	12.9	63	--	996.6	13.3
	前橋	NNW	2.7	14.6	53	--	1000.3	13.2
	鴻巣	NNE	1.5	17.4	51	--	1010.3	14.1
	千葉	NE	1.8	16.9	57	--	1012.5	10.9
	多摩	NNW	0.7	15.9	64	--	1010.2	12.3
	横浜	N	3.6	17.2	50	--	1007.9	13.7
	甲府	C	0.6	14.4	65	--	980.6	14.1
	長野	NE	1.9	9.3	82	--	966.5	10.5
静岡	NW	1.5	17.4	71	--	1012.8	14.5	

3.3.2 質量濃度及び組成

(1) 測定値の妥当性の検証

①イオンバランスの確認

図 3-3-1 に、期間中の各地点の各日のデータから求めた、陽イオン (Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}) 及び陰イオン (Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}) それぞれの合計当量濃度の比較を示す。データの取り扱いは春季 (3.1.2 (1)) と同様である。陰イオン合計当量濃度/陽イオン合計当量濃度は概ね 0.8~1.2 (図 3-3-1 に点線で示す) の範囲に収まっていた。比が 0.7 未満と特に低いデータは、土浦の 10 月 29 日及び富士の 10 月 22 日、23 日、24 日、30 日の 5 個であった。一方で比が 1.3 を超えたデータは無かった。

②マスクロージャーモデルによる検証

図 3-3-2 に、期間中の各地点の各日のデータから推定した質量濃度と、標準測定法による質量濃度の比較を示す。推定式とデータの取り扱いは春季 (3.1.2 (1)) と同様である。標準測定法による質量濃度に対する推定質量濃度の比は概ね 0.8~1.2 (図 3-3-2 に点線で示す) の範囲に収まっていた。比が 0.7 未満と特に低いデータは、富士の 10 月 22 日の 1 個であった。一方で比が 1.3 を超えたデータは 9 個あり、分布からのずれが大きかった 2 個 (富士の 11 月 2 日、3 日) を図に示した。なお、富士の 10 月 24 日については、標準測定法による質量濃度が $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満であったが、分布からのずれが大きかったため図に示した。

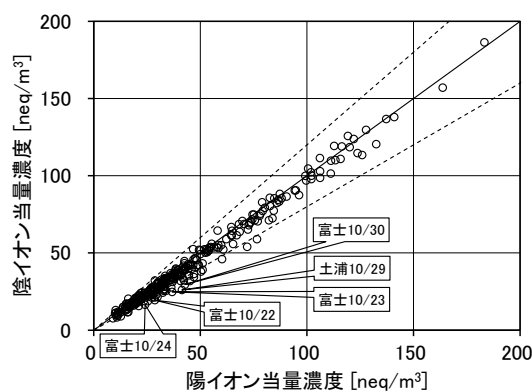


図 3-3-1 イオンバランス

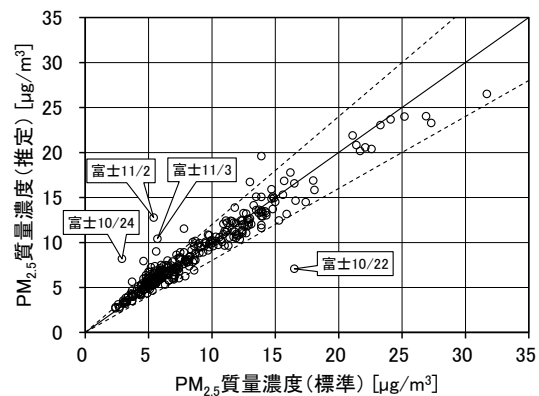


図 3-3-2 マスクロージャーモデル

(2) 季節平均濃度と組成の分布

図 3-3-3 に、期間中の各地点の PM_{2.5} 平均濃度を地図に示す。また、一部の地点については、PM_{2.5} 主要成分 (イオン成分、炭素成分) の組成を円グラフに示す。PM_{2.5} 平均濃度は、最大が綾瀬の $12.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小が吉田及び浜松の $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、全地点平均で $8.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、令和 2 年度 (最大が綾瀬及び千葉の $11.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小が静岡の $6.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、全地点平均が $9.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) と概ね同程度であった。全地点平均は、平成 27 年度から令和 3 年度までの 7 年間の中では、令和元年度に次いで 2 番目に低い値であった。PM_{2.5} 平均濃度の地域分布

については、関東平野の中央部及び東部を中心に相対的に高い例年同様の傾向がうかがわれた。主要成分組成については、令和2年度同様すべての地点でOCの割合が最大であり、全地点平均で30%（令和2年度は34%）であった。OCに次いで多い成分はさいたま、綾瀬、川崎の3地点を除くと、いずれの地点も SO_4^{2-} であり、令和2年度と同様に SO_4^{2-} の割合が高い傾向がみられた。

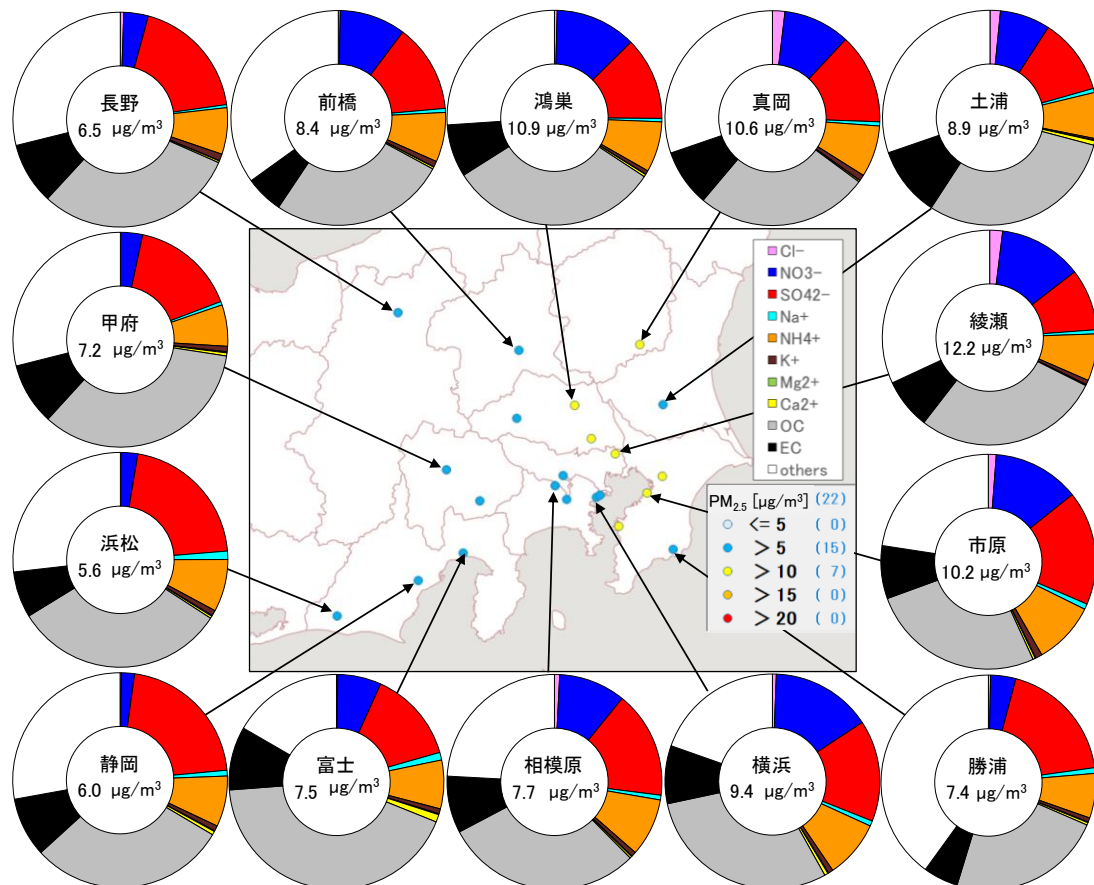


図 3-3-3 PM2.5 平均濃度 (地図) と PM2.5 主要成分組成 (円グラフ)

3.3.3 水溶性イオン成分濃度

図 3-3-4 に、期間中の SO_4^{2-} 及び SO_2 の平均濃度分布を示す。 SO_4^{2-} は、全体に1~2 μg/m³で地域的傾向は明瞭でなく、令和2年度と比較すると概ね同程度であった。一方 SO_2 は、神奈川県、千葉県の一部地点で、やや高めの値がみられた。図 3-3-5 に、期間中の NO_3^- 及び NO_x の平均濃度分布を示す。 NO_3^- は全体的に低めであったが、PM2.5濃度(図 3-3-3)と同様に、関東平野の中央部及び東部を中心に相対的に高い傾向がみられた。一方 NO_x は、東京都、神奈川県、千葉県を中心に、関東平野の南部で高い傾向がみられた。図 3-3-6 及び図 3-3-7 に、期間中の Cl^- 及び K^+ の平均濃度分布を示す。いずれの成分も全体的に低めであり、地域的傾向は明瞭ではなかったが、 Cl^- についてはPM2.5濃度同様、関東平野の中央部及び東部を中心に相対的に高い傾向がうかがわれた。

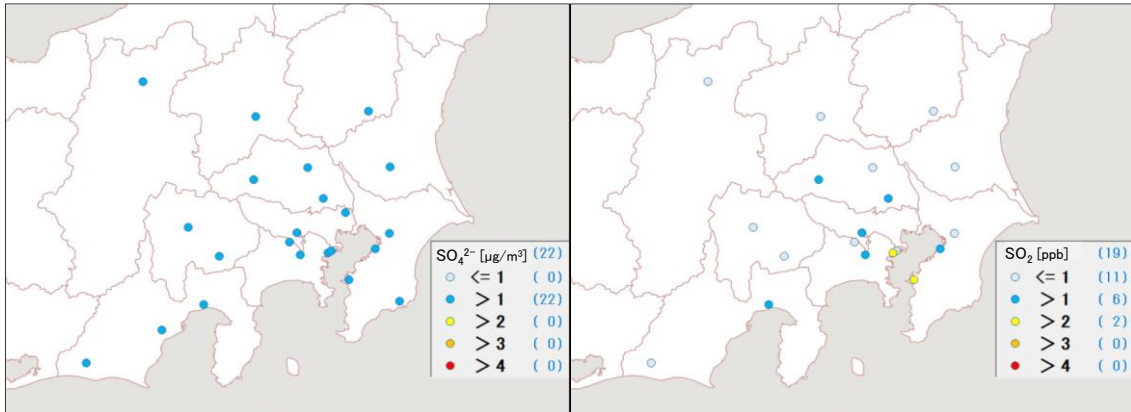


図 3-3-4 SO_4^{2-} (左) 及び SO_2 (右) の平均濃度分布

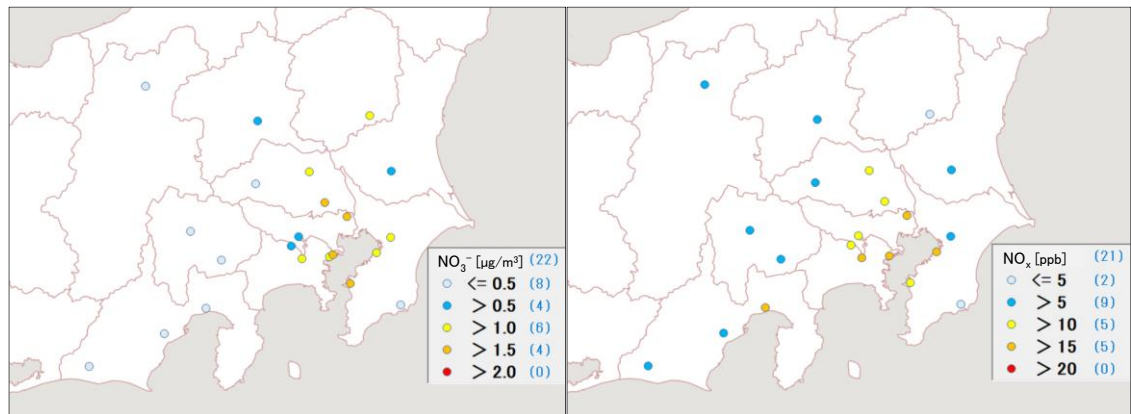


図 3-3-5 NO_3^- (左) 及び NO_x (右) の平均濃度分布

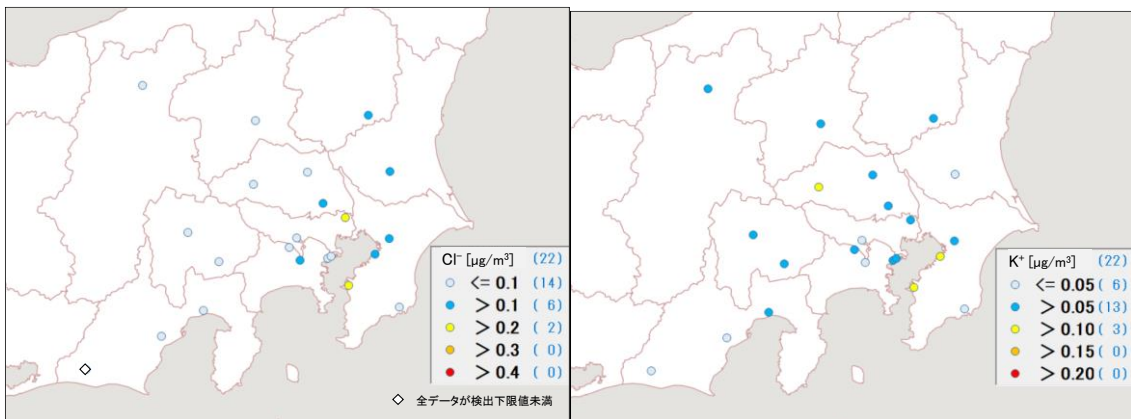


図 3-3-6 Cl^- の平均濃度分布

図 3-3-7 K^+ の平均濃度分布

3.3.4 炭素成分濃度

図 3-3-8 に、期間中の EC 及び OC の平均濃度分布を示す。EC、OC ともに全体的に低めであり、地域的傾向は明瞭ではなかったが、関東平野の中央部を中心に相対的に高い傾向がうかがわれた。図 3-3-9 に期間中の WSOC 及び Ox の平均濃度分布、図 3-3-10 に OC に占める WSOC の割合 (WSOC/OC) 及び TC に占める OC の割合 (OC/TC) の分布を示す。Ox は概ね 20~30 ppb となっていた。いずれについても明瞭な地域的傾向はみられなかった。図 3-3-11 に NMHC の平均濃度分布を示す。NMHC は東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県を中心に、関東平野の南部で高い傾向がみられた。図 3-3-12 に、OC と Ox 及び OC と NMHC の関係を示す。令和 2 年度同様、OC と Ox には明確な関係はみられず、光化学二次生成による大きな寄与は認められなかった。一方で OC と NMHC に関しては中程度の正の相関 (相関係数 0.44) がみられた。図 3-3-13 に OC と K⁺ 及び WSOC と K⁺ の関係を、図 3-3-14 に char-EC と K⁺ の関係を示す。OC と K⁺ 及び char-EC と K⁺ に関しては、弱い正の相関 (相関係数 0.35 及び 0.35) がみられ、いずれも土浦の 1 地点 (分布からのずれがやや大きい) を除くと、相関は中程度 (相関係数 0.41 及び 0.50) に上昇した。また、WSOC と K⁺ に関しては強い正の相関 (相関係数 0.74) がみられた。これらのことから、植物燃焼の影響の可能性が示唆された。

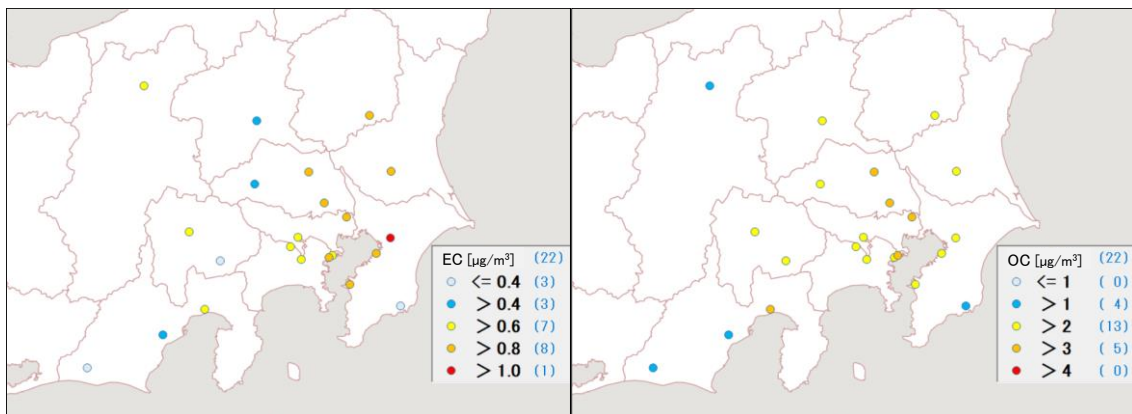


図 3-3-8 EC (左) 及び OC (右) の平均濃度分布

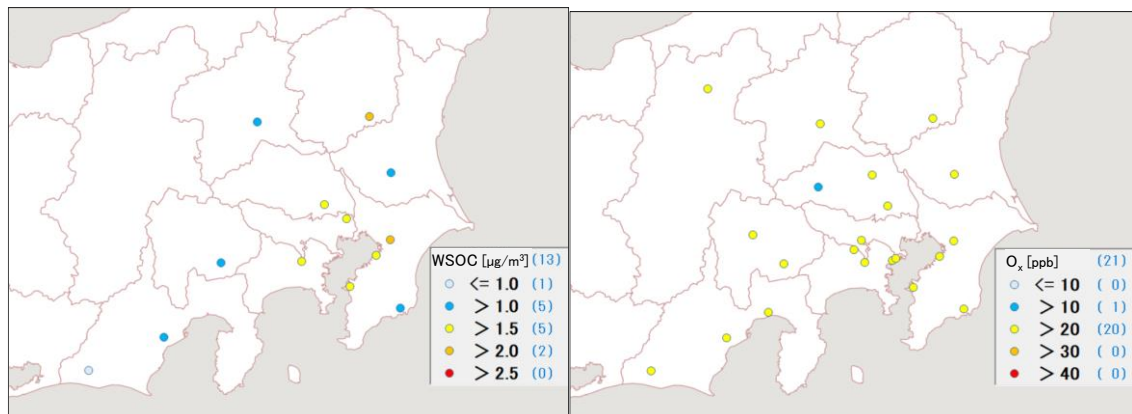


図 3-3-9 WSOC (左) 及び Ox (右) の平均濃度分布

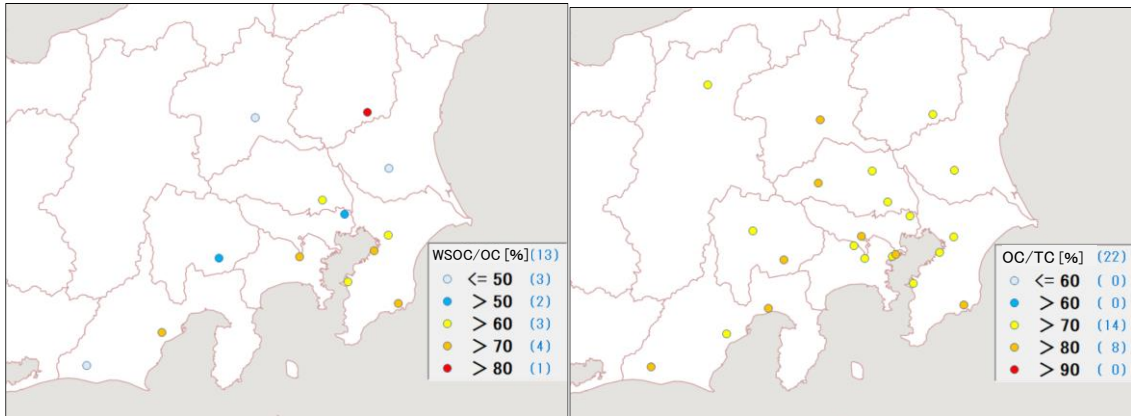


図 3-3-10 WSOC/OC (左) 及び OC/TC (右) の平均分布

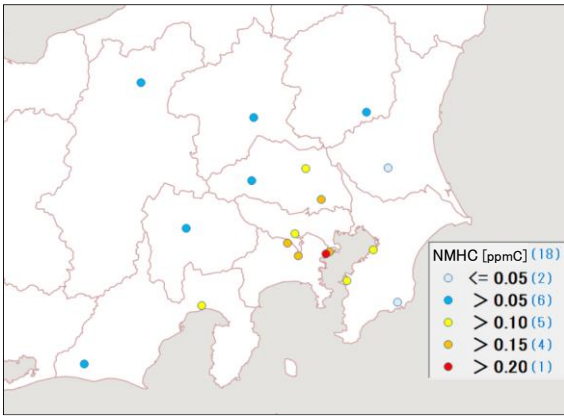


図 3-3-11 NMHC の平均濃度分布

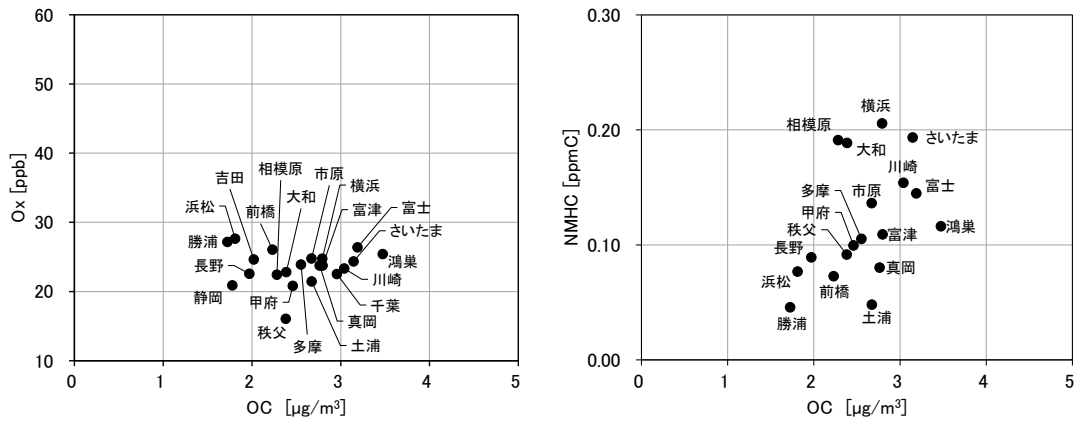


図 3-3-12 OC と Ox (左) 及び OC と NMHC (右) の関係

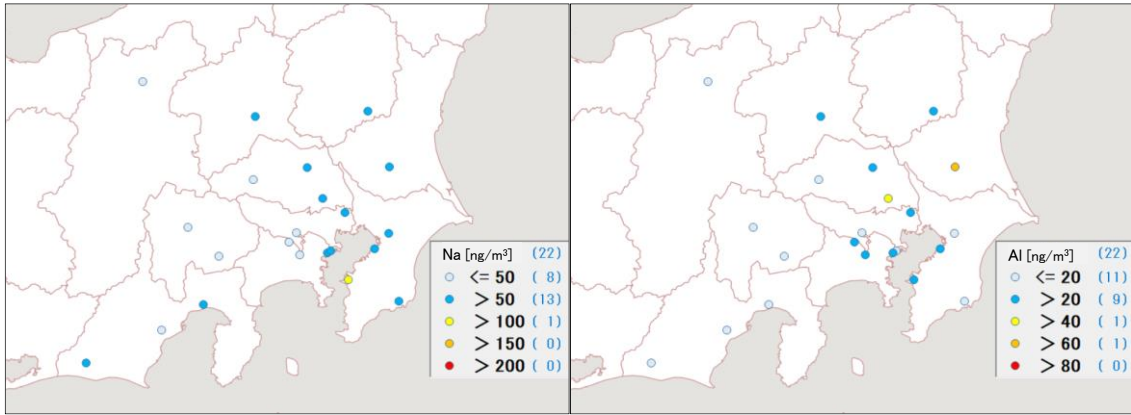


図 3-3-15 ナトリウムの平均濃度分布

図 3-3-16 アルミニウムの平均濃度分布

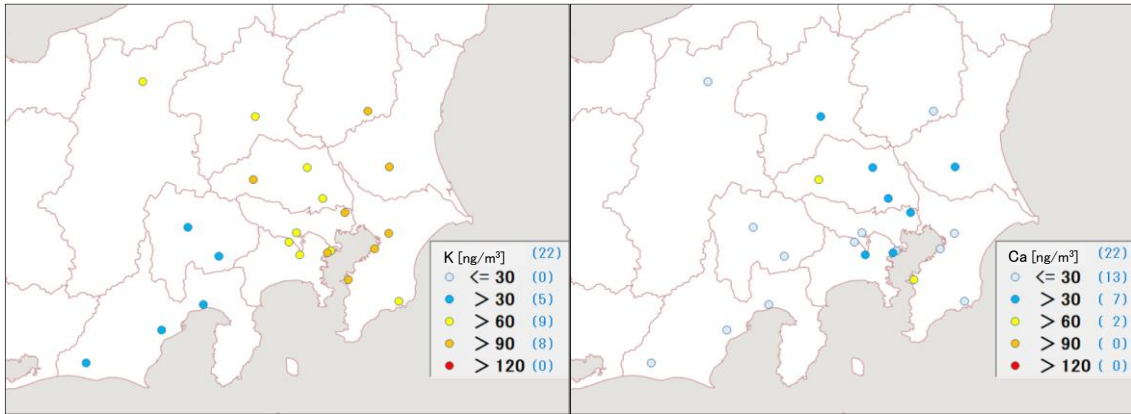


図 3-3-17 カリウムの平均濃度分布

図 3-3-18 カルシウムの平均濃度分布

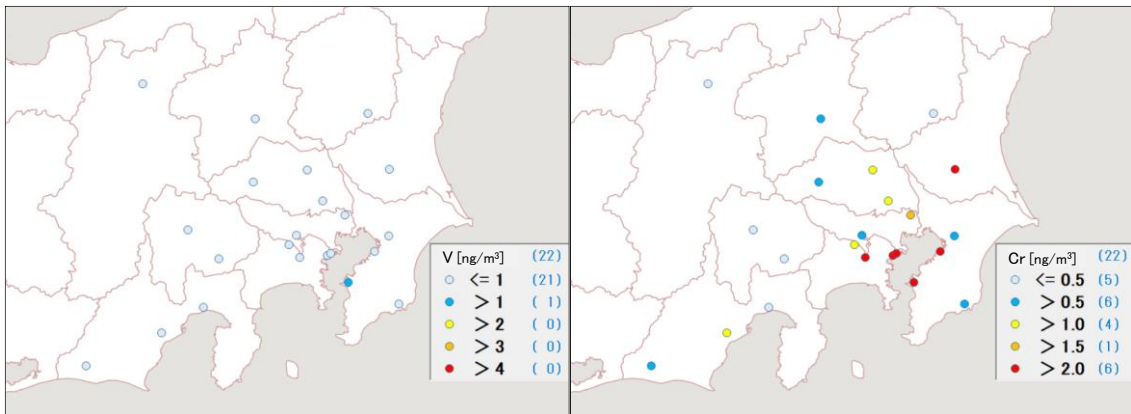


図 3-3-19 バナジウムの平均濃度分布

図 3-3-20 クロムの平均濃度分布

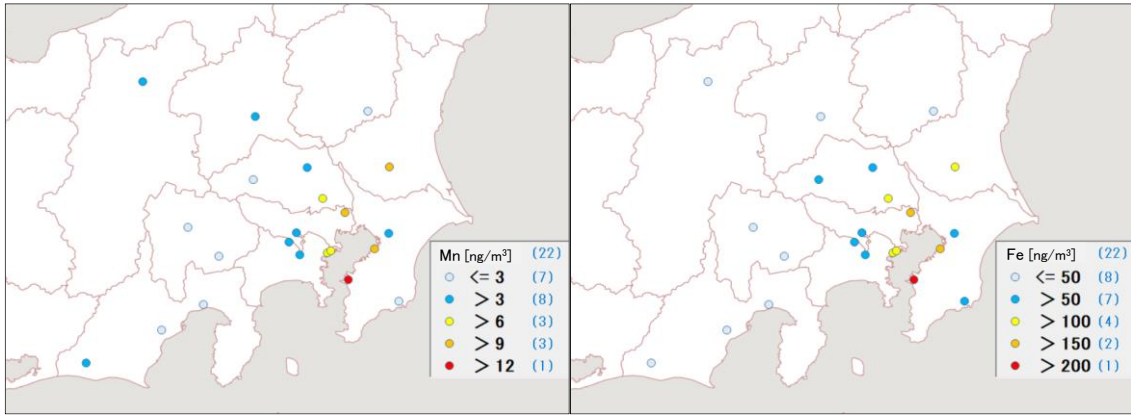


図 3-3-21 マンガンの平均濃度分布

図 3-3-22 鉄の平均濃度分布

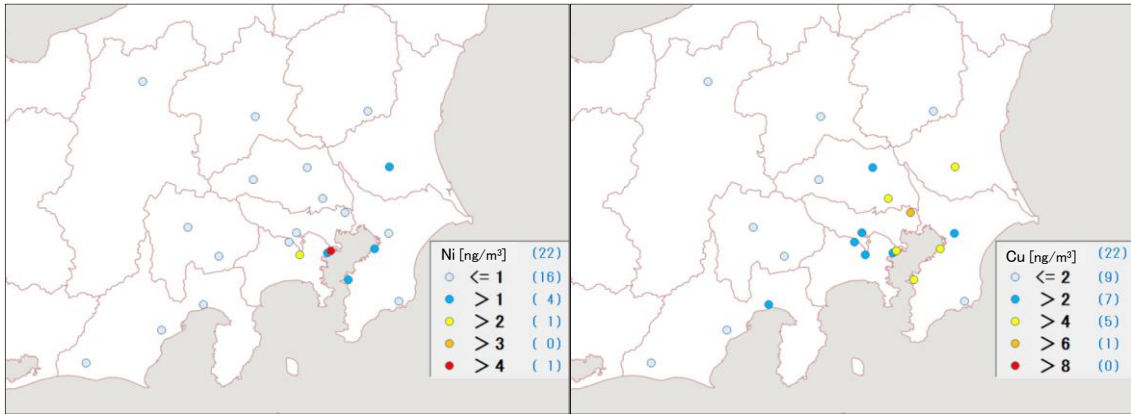


図 3-3-23 ニッケルの平均濃度分布

図 3-3-24 銅の平均濃度分布

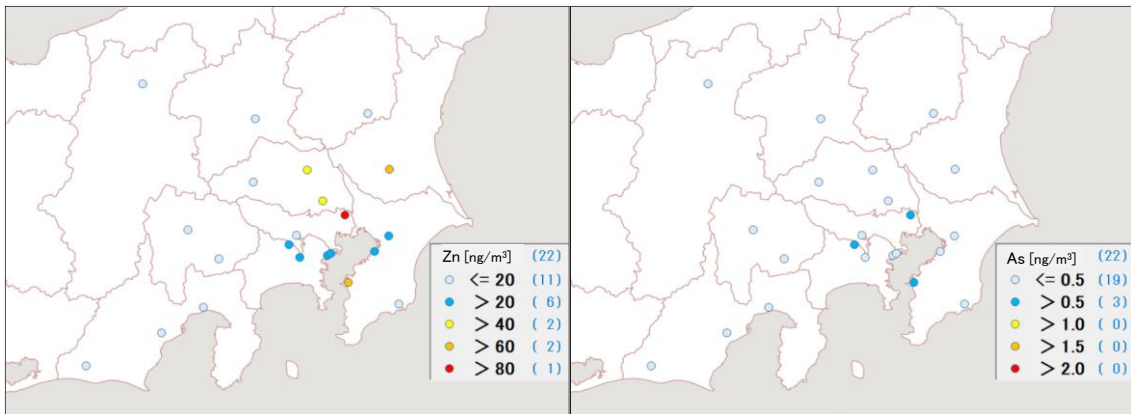


図 3-3-25 亜鉛の平均濃度分布

図 3-3-26 ヒ素の平均濃度分布

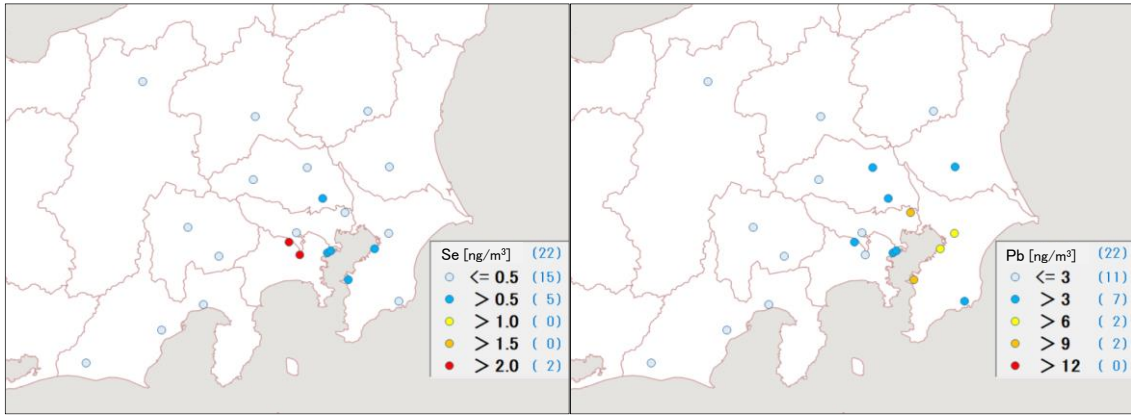


図 3-3-27 セレンの平均濃度分布

図 3-3-28 鉛の平均濃度分布

3.4 冬季

3.4.1 気象概況

平均気温は、関東甲信地方及び東海地方で平年より低かった。降水量は関東甲信地方で1月は平年より少なく2月は平年より多く、東海地方で平年より少なかった。日照時間は、関東甲信地方で多く、東海地方で平年並みであった。なお、表3-4-1に各都県における主な地点の調査期間中の気象のデータを示した。

表 3-4-1 気象データ

測定日	地点名	主風向	風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	雨量 (mm)	気圧 (hPa)	日射量 (MJ/m ²)
1月20日	土浦	WNW,W	1.7	2.6	60	--	1011.9	12.1
	真岡	N	2.6	1.9	51	--	997.6	10.3
	前橋	NW	2.0	1.2	61	--	1002.1	10.4
	鴻巣	NW	2.5	3.9	45	--	1012.5	12.3
	千葉	N	3.3	4.7	42	--	1014.3	10.5
	多摩	NNW	2.0	2.6	53	--	1012.3	10.8
	横浜	NNW	4.5	4.4	42	--	1010.0	12.0
	甲府	NE	0.9	1.5	46	--	981.8	12.1
	長野	ENE	1.7	-2.4	91	12.5	967.1	6.7
静岡	WNW	2.0	3.9	44	--	1015.2	12.6	
1月21日	土浦	WNW	1.6	0.5	59	--	1019.9	10.5
	真岡	SW	1.8	-1.9	60	--	1005.3	8.8
	前橋	N,NW	2.0	0.2	50	--	1010.0	11.2
	鴻巣	NW	2.4	3.3	37	--	1020.2	13.4
	千葉	N	2.9	2.5	42	--	1022.5	9.2
	多摩	W	2.3	1.5	45	--	1020.0	11.8
	横浜	NNW	4.7	3.5	36	--	1017.6	12.2
	甲府	C	0.7	-0.2	42	--	989.8	13.7
	長野	ENE	2.1	-5.1	80	--	974.6	11.1
静岡	NW	1.6	4.1	44	--	1022.7	13.3	
1月22日	土浦	NNE	1.1	2.5	61	--	1020.6	11.1
	真岡	NE	1.3	1.3	53	--	1006.8	12.6
	前橋	NW	2.4	2.7	47	--	1010.3	12.0
	鴻巣	WNW	1.6	5.4	42	--	1020.9	12.4
	千葉	NNE	1.8	5.2	46	--	1023.2	11.1
	多摩	NW	0.8	4.0	61	--	1020.9	11.5
	横浜	N	3.1	5.6	47	--	1018.4	11.1
	甲府	C	0.4	0.6	58	--	989.8	12.5
	長野	E,WNW,C	1.1	-3.5	78	--	974.2	12.5
静岡	NW	1.7	5.4	64	--	1023.4	12.4	
1月23日	土浦	NNE	1.5	5.6	76	--	1013.2	6.5
	真岡	NE	0.9	3.5	67	--	999.8	7.3
	前橋	WNW	1.9	5.8	48	--	1003.3	8.5
	鴻巣	NNE,N	1.0	6.5	55	--	1013.5	7.0
	千葉	N	1.4	6.5	61	--	1015.9	5.0
	多摩	N	1.1	5.6	62	--	1013.7	5.9
	横浜	N	2.8	6.4	56	--	1011.0	4.8
	甲府	C	0.3	2.8	75	0.5	983.0	6.0
	長野	NNE,NE,E	1.6	-0.1	76	--	967.5	8.8
静岡	WNW	0.7	7.0	81	6.5	1015.7	5.0	
1月24日	土浦	NNE	2.4	3.0	62	--	1014.0	11.5
	真岡	ENE	2.3	1.9	56	--	999.6	12.3
	前橋	N	2.5	3.4	46	--	1003.7	12.2
	鴻巣	NNE	1.4	5.7	46	--	1014.1	11.0
	千葉	ENE	2.9	4.5	53	--	1016.3	8.0
	多摩	NNE	2.0	4.5	55	--	1013.9	9.5
	横浜	NE	4.9	5.9	48	--	1011.5	8.4
	甲府	C	0.6	2.9	64	--	982.8	11.8
	長野	NNE	2.6	-0.1	68	--	968.5	10.8
静岡	NW	1.0	8.7	56	--	1015.7	8.7	
1月25日	土浦	N	1.6	4.8	70	--	1015.9	8.5
	真岡	NE	1.2	3.2	59	--	1002.4	9.0
	前橋	NW	0.8	3.1	53	--	1005.5	9.1
	鴻巣	ENE	1.0	6.1	64	--	1016.1	9.3
	千葉	NE	2.5	6.3	67	--	1018.3	5.9
	多摩	N	1.0	5.3	71	--	1016.1	9.1
	横浜	N,NE	3.3	5.6	71	0.5	1013.5	3.6
	甲府	C	0.4	5.5	66	--	983.4	11.1
	長野	NE	1.4	0.7	72	--	967.9	11.1
静岡	WNW	1.3	6.9	80	0.5	1017.7	7.1	
1月26日	土浦	NE,W	1.3	4.4	88	--	1011.9	9.2
	真岡	S,SSW	1.0	2.9	79	--	997.9	11.4
	前橋	WNW	1.5	5.2	58	--	1001.5	11.9
	鴻巣	C	1.2	6.1	71	--	1012.3	9.2
	千葉	NNE,NE,ENE,ESE,W	1.4	4.5	81	--	1014.5	4.5
	多摩	WSW	0.7	4.7	84	--	1012.2	7.6
	横浜	NNW	2.4	5.9	79	--	1009.9	6.8
	甲府	C	0.6	5.9	63	--	980.8	13.4
	長野	NNE	1.5	1.1	80	--	966.3	10.4
静岡	NW	1.6	7.3	75	--	1014.6	10.9	

測定日	地点名	主風向	風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	雨量 (mm)	気圧 (hPa)	日射量 (MJ/m ²)
1月27日	土浦	NNE	1.6	5.5	53	--	1012.3	11.4
	真岡	ENE	1.4	3.4	50	--	998.4	13.0
	前橋	N	3.3	4.5	44	--	1002.6	11.8
	鴻巣	NW	2.8	7.3	37	--	1012.7	12.0
	千葉	N,NNE	2.1	7.9	37	--	1015.0	8.2
	多摩	N	2.3	6.4	44	--	1012.7	10.7
	横浜	N	5.8	7.2	38	--	1010.1	6.7
	甲府	W	1.1	5.4	46	--	981.2	13.8
	長野	ENE	2.5	-1.0	80	--	967.8	9.3
静岡	NW	1.4	8.7	68	--	1014.5	10.4	
1月28日	土浦	WNW,N	1.1	3.7	56	--	1010.7	11.1
	真岡	ENE	1.5	1.6	56	--	996.8	13.7
	前橋	N	2.7	4.0	50	--	1000.4	12.9
	鴻巣	NW	1.6	6.8	38	--	1011.1	9.1
	千葉	SW	1.5	6.2	42	--	1013.5	6.2
	多摩	NW	0.8	5.4	51	--	1011.0	8.3
	横浜	N	3.7	6.4	42	--	1008.7	9.2
	甲府	C	0.7	5.1	41	--	979.5	12.7
	長野	NNE	2.1	-0.4	80	--	965.2	12.1
静岡	WNW	1.8	7.0	61	--	1013.2	14.1	
1月29日	土浦	NNE	1.5	3.2	66	--	1008.1	9.7
	真岡	NE	1.6	2.1	57	--	994.4	12.7
	前橋	NW	1.9	4.2	49	--	997.9	12.4
	鴻巣	NNE	1.3	5.5	49	--	1008.3	12.3
	千葉	ENE	2.2	5.5	54	--	1010.4	8.1
	多摩	NW	1.0	5.0	61	--	1008.1	10.8
	横浜	N,NNW	3.4	6.1	50	--	1005.7	10.2
	甲府	C	0.4	3.7	54	--	976.8	11.7
	長野	E	2.1	0.4	76	--	962.2	13.0
静岡	NW	2.1	6.8	51	--	1010.2	11.9	
1月30日	土浦	N	1.3	2.7	47	--	1009.8	10.4
	真岡	ENE	1.5	0.4	50	--	995.7	12.5
	前橋	NNW	2.8	2.6	45	--	1000.2	11.7
	鴻巣	NW,NNW	2.9	5.3	36	--	1010.3	8.1
	千葉	NNE	2.7	5.9	33	--	1012.5	6.9
	多摩	N	2.0	4.1	47	--	1010.2	6.4
	横浜	N	5.5	5.1	39	--	1007.6	7.5
	甲府	C	0.7	2.6	50	--	979.1	8.9
	長野	ENE	3.5	-1.2	78	--	965.2	7.8
静岡	WNW	1.5	6.7	64	--	1012.0	7.5	
1月31日	土浦	NW,WNW	2.3	3.5	41	--	1012.9	14.2
	真岡	NE	1.8	0.5	47	--	998.7	15.0
	前橋	NNW	2.9	3.4	43	--	1002.9	12.9
	鴻巣	WNW	2.0	4.9	34	--	1013.5	14.7
	千葉	N	2.9	5.5	32	--	1015.7	12.4
	多摩	WSW	1.3	3.4	45	--	1013.4	13.0
	横浜	N	4.3	5.5	33	--	1011.1	13.5
	甲府	C	0.9	2.6	38	--	982.6	14.8
	長野	ENE	2.3	-1.6	64	--	967.4	12.1
静岡	NW	1.6	5.5	45	--	1016.2	15.1	
2月1日	土浦	W	1.8	4.4	59	--	1010.8	14.0
	真岡	S	1.4	2.9	53	--	996.9	14.6
	前橋	N,NW	1.7	5.0	48	--	1000.6	13.3
	鴻巣	SSE	1.5	6.2	48	--	1011.2	14.3
	千葉	NNE,SE,W	2.5	6.5	48	--	1013.3	12.3
	多摩	WSW	0.7	4.8	59	--	1011.0	12.6
	横浜	NNW	3.4	6.6	46	--	1008.8	13.3
	甲府	NE	0.9	5.6	33	--	980.2	14.7
	長野	E	2.5	0.8	80	6.5	964.8	11.6
静岡	W	3.5	7.7	41	--	1015.3	15.0	
2月2日	土浦	WNW	2.1	2.3	55	--	1013.9	13.5
	真岡	ENE	1.9	0.7	55	--	999.9	12.8
	前橋	NNW	2.3	3.7	47	--	1003.4	13.7
	鴻巣	NW	1.3	4.5	43	--	1014.3	13.7
	千葉	N	2.4	4.8	44	--	1016.6	11.7
	多摩	WSW	0.9	3.6	51	--	1014.3	12.1
	横浜	NNW	2.5	6.2	40	--	1011.9	10.1
	甲府	C	0.7	2.3	42	--	983.2	14.1
	長野	E	1.7	0.2	77	--	967.5	11.8
静岡	W	2.6	6.7	40	--	1017.1	13.2	

3.4.2 質量濃度及び組成

(1) 測定値の妥当性の検証

①イオンバランスの確認

図 3-4-1 に、調査期間中の各地点の各日のデータから求めた陽イオン (Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}) 及び陰イオン (Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}) それぞれの合計当量濃度の比較を示す。データの取り扱いは春季 (3.1.2 (1)) と同様である。陰イオン当量濃度合計/陽イオン当量濃度合計は概ね 0.8~1.2 (図 3-4-2 に点線で示す) に収まっており、全 303 データ中、1/23 土浦、1/30 大和、2/1、2/2 の富士の 4 個が 0.7 未満であった。また、1.3 を超過したものは 1/21、1/24 土浦の 2 個であった。

②マスクロージャーモデルによる検証

図 3-4-2 に、調査期間中の各地点の各日のデータから推定した質量濃度と、標準測定法による質量濃度の比較を示す。推定式とデータの取り扱いは春季 (3.1.2 (1)) と同様である。全 298 データのうち質量濃度が $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上であった 224 データにおける、標準測定法による質量濃度に対する推定質量濃度の比は、概ね 0.8~1.2 (図 3-4-2 に点線で示す) の範囲に収まっていた。1.3 を超過したものが 36 個であった。富士については、欠測以外の 1/25 から 2/2 までの全データが 1.3 以上であった。

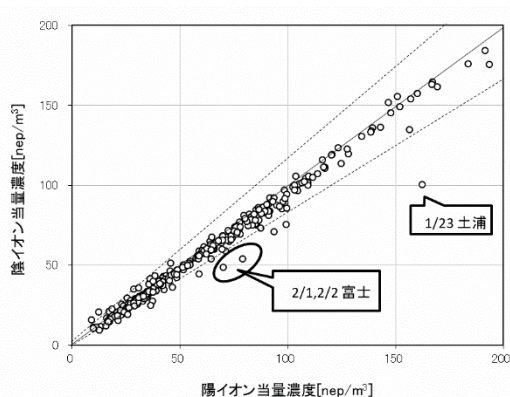


図 3-4-1 イオンバランス

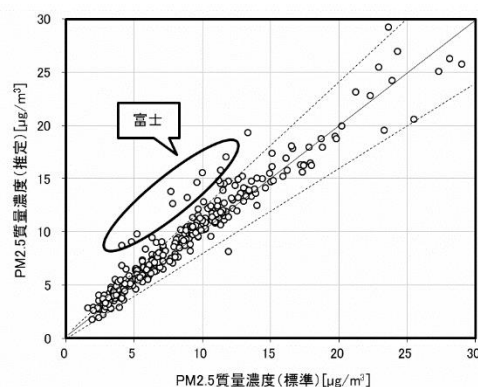


図 3-4-2 マスクロージャーモデル

(2) 季節平均濃度と組成の分布

図 3-4-3 に、調査期間中の各地点の PM2.5 平均濃度を地図に示す。また、一部の地点については、PM2.5 主要成分 (イオン成分、炭素成分) の組成を円グラフに示す。PM2.5 の平均濃度は、最大が真岡の $12.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小が勝浦の $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、平均で $8.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。令和 3 年度は、PM2.5 平均濃度が、 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた地点はなかった。令和 2 年度 (最大が綾瀬の $16.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小が静岡の $5.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均で $11.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) の冬季と比較すると、令和 3 年度は全体的に低かった。

主要成分組成は、全体的に NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ の 3 つのイオン比率が拮抗する傾向となっているが、富士、静岡、浜松は NO_3^- と比較して SO_4^{2-} の割合が高い傾向がみられた。OC については、冬季において、組成中最も高い割合を占める成分であり、土浦、富士、静岡の 3 地点は、組成中の割合が相対的に特に高い傾向がみられた。EC については、全地点平均値

と比べ、前橋、鴻巣で低い傾向がみられた。

冬季の質量濃度の特徴として、関東甲信静の東側で高く、西側で低い傾向を示した。

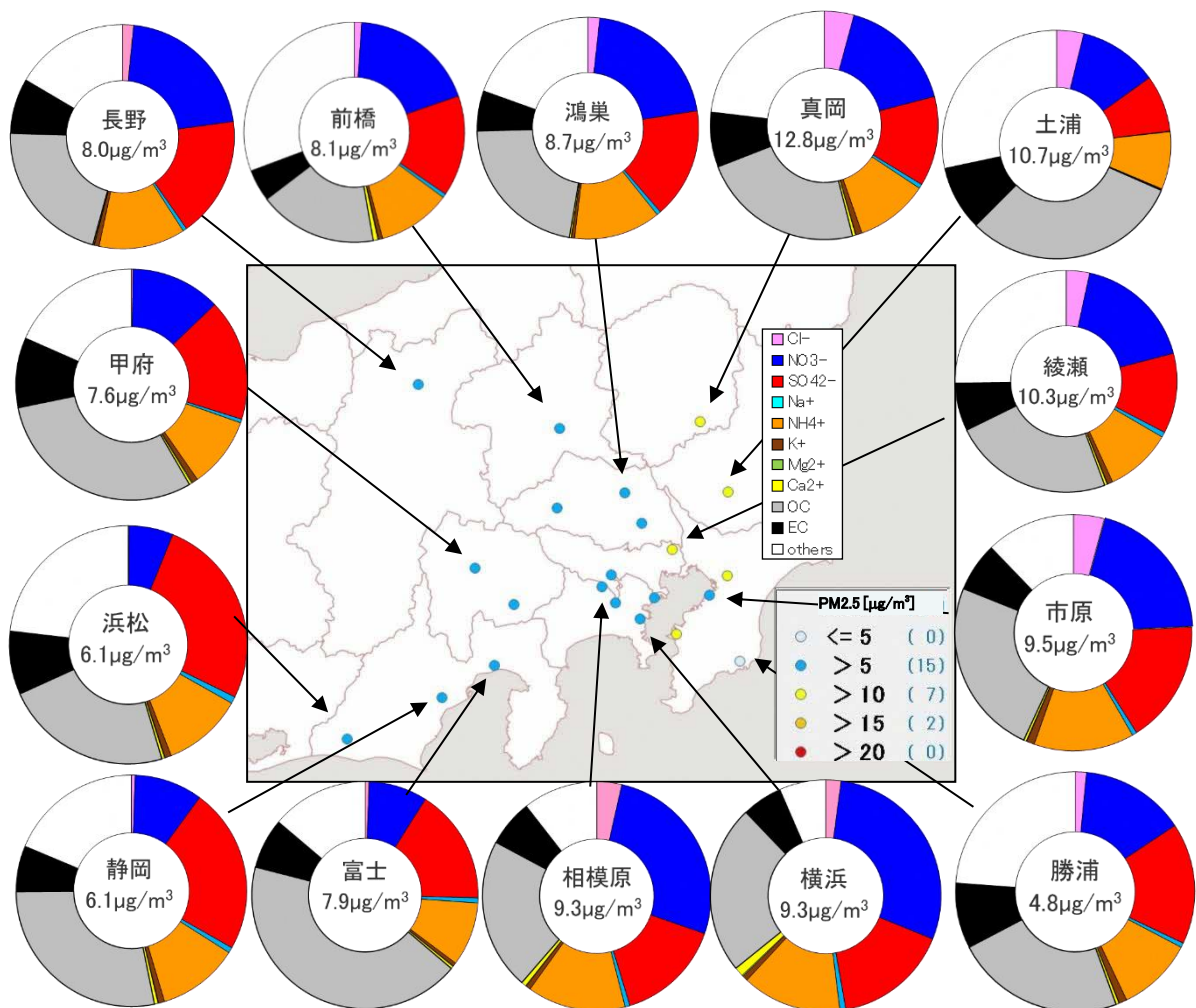


図 3-4-3 PM2.5 平均濃度（地図）と PM2.5 主要成分組成（円グラフ）

3.4.3 水溶性イオン成分濃度

図 3-4-4 に、調査期間中の SO_4^{2-} 及び SO_2 の平均濃度分布を示す。 SO_4^{2-} は横浜、富津で比較的高い傾向にあった。 SO_2 は東京湾周辺（横浜、富津）及び埼玉でやや高い傾向が見られた。図 3-4-5 に、調査期間中の NO_3^- 及び NO_x の平均濃度分布を示す。 NO_x は東京湾沿岸部を中心に全体的にやや高い傾向が見られた。 NO_3^- は、真岡、さいたま、川崎、横浜、大和でやや高かった。図 3-4-6 に、調査期間中の Cl^- の平均濃度分布を示す。 Cl^- はアンモニウム塩として、低温になる冬季には粒子成分として捕捉されやすく、関東の東部地域の地点で $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より高くなった。図 3-4-7 に、調査期間中の K^+ の平均濃度分布を示す。 K^+ は真岡、富津が比較的高い結果となった。

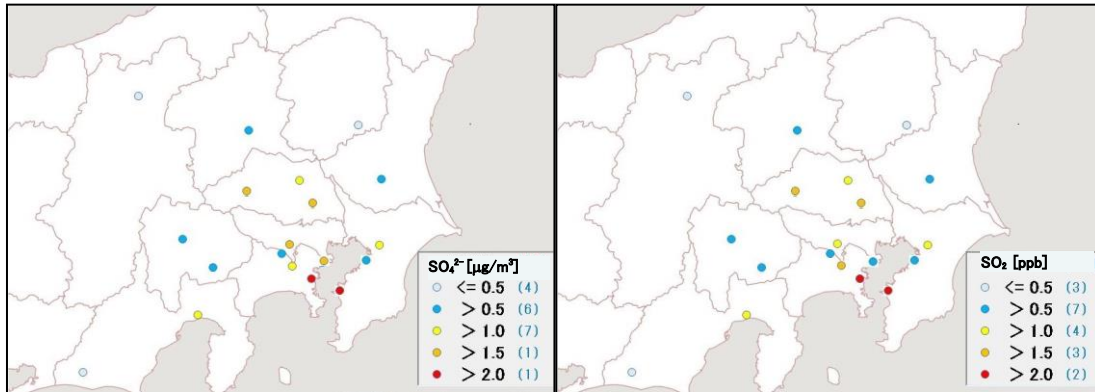


図 3-4-4 SO_4^{2-} (左) 及び SO_2 (右) の平均濃度分布

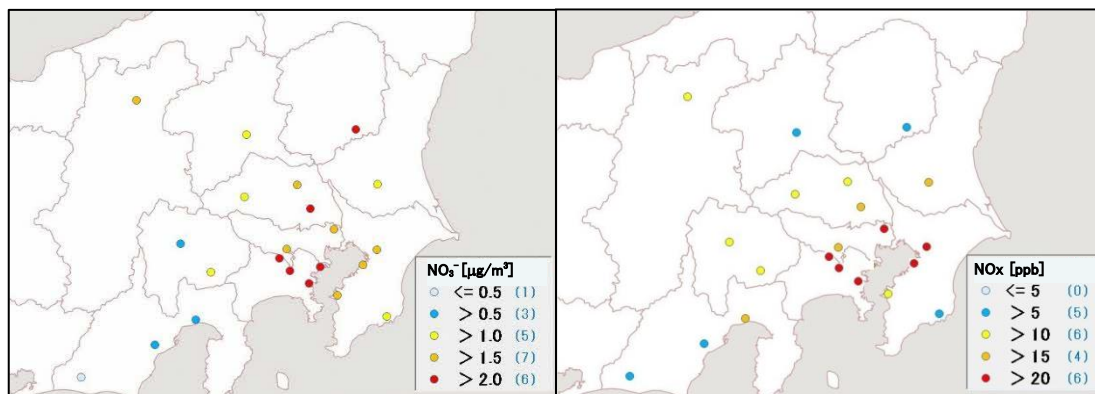


図 3-4-5 NO_3^- (左) 及び NO_x (右) の平均濃度分布

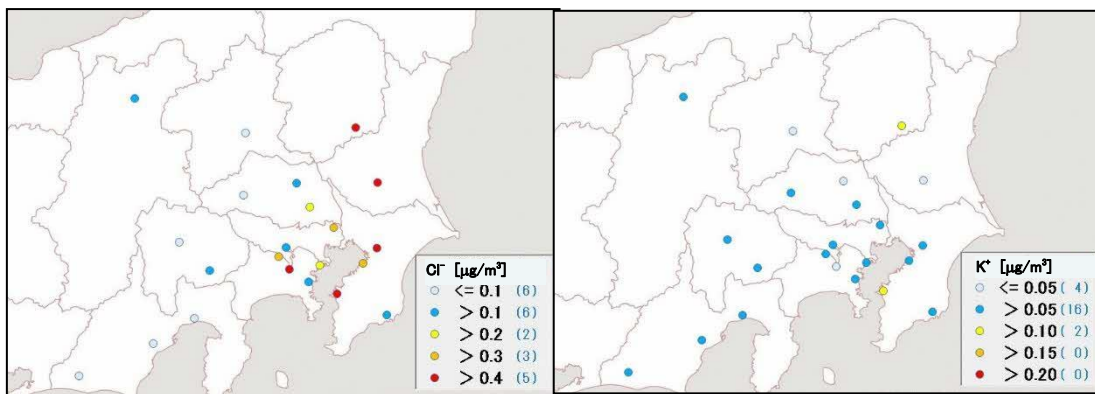


図 3-4-6 Cl^- の平均濃度分布

図 3-4-7 K^+ の平均濃度分布

3.4.4 炭素成分濃度

図 3-4-8 に、調査期間中の EC 及び OC の平均濃度分布を示す。EC で $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた地点は、千葉 1 地点であった。OC は富士が $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超え、土浦で $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える値となった。図 3-4-9 に、調査期間中の WSOC 及び Ox の平均濃度分布、図 3-4-10 に OC に占める WSOC の割合 (WSOC/OC) 及び TC に占める OC の割合 (OC/TC) の分布を示す。WSOC については、真岡、市原、千葉が比較的高い傾向にあった。Ox は 35 ppb を超えた地点はなく濃度差は小さかった。WSOC/OC については真岡、勝浦、富津、静岡以外はおおむね 70% 以下であった。OC/TC は鴻巣、さいたま、横浜、静岡以外で 60%~80% の範囲に収まり、比率の差は小さく顕著な傾向は見られなかった。図 3-4-11 に、調査期間中の NMHC の平均濃度分布を、図 3-4-12 に OC と Ox 及び OC と NMHC の関係を示す。OC と Ox の関係では中程度の負の相関が認められたが (相関係数-0.44)、OC と NMHC の関係では相関関係はみられなかった (相関係数 0.15)。図 3-4-13 に、OC と K^+ 及び WSOC と K^+ の関係を示す。OC と K^+ は相関がみられず (相関係数-0.0039)、WSOC と K^+ は中程度の相関があった (相関係数 0.63)。図 3-4-14 に、char-EC と K^+ の関係を示す。char-EC と K^+ の関係では弱い相関がみられた (相関係数 0.32)。

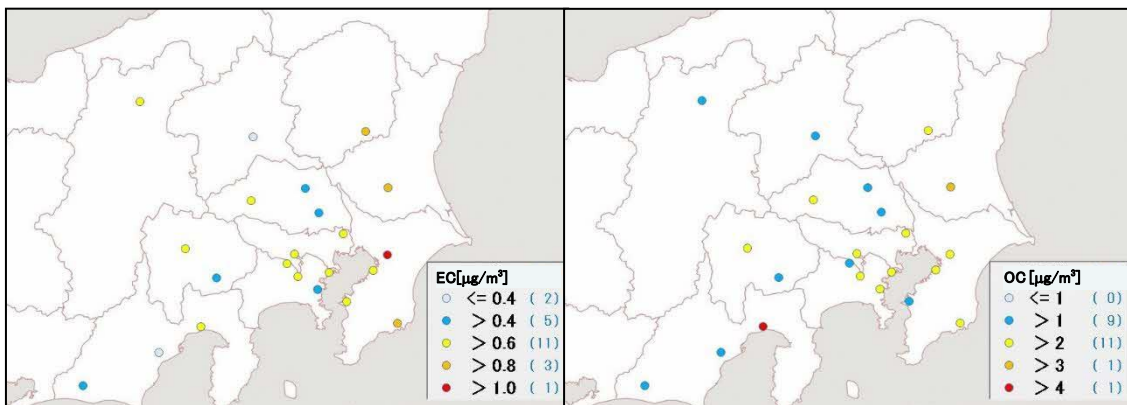


図 3-4-8 EC (左) 及び OC (右) の平均濃度分布

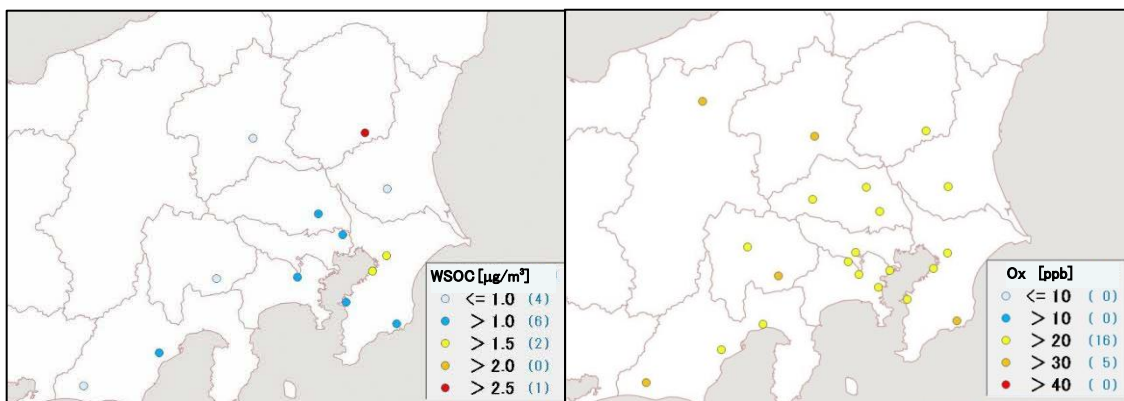


図 3-4-9 WSOC (左) 及び Ox (右) の平均濃度分布

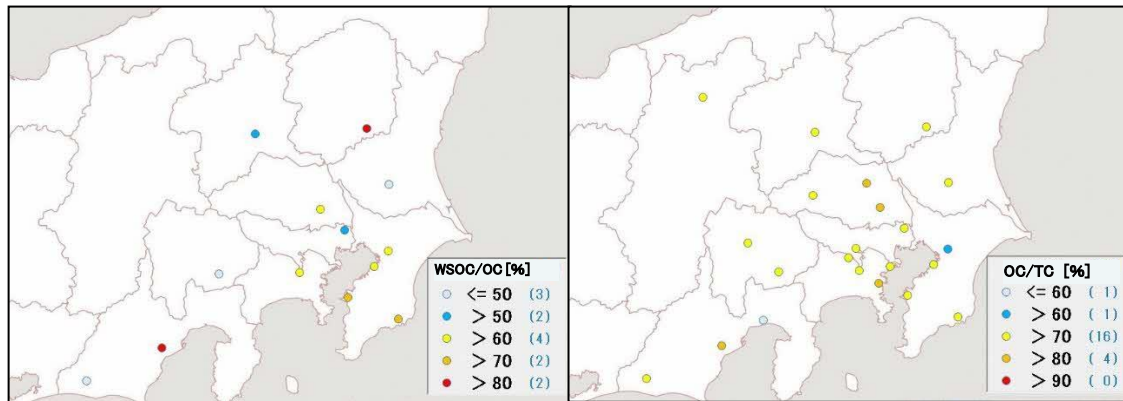


図 3-4-10 WSOC/OC (左) 及び OC/TC (右) の平均分布

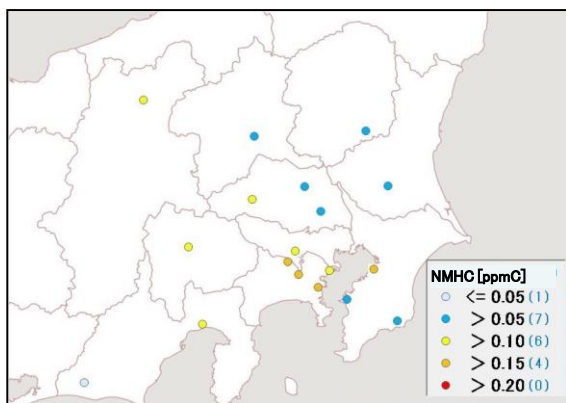


図 3-4-11 NMHC の平均濃度分布

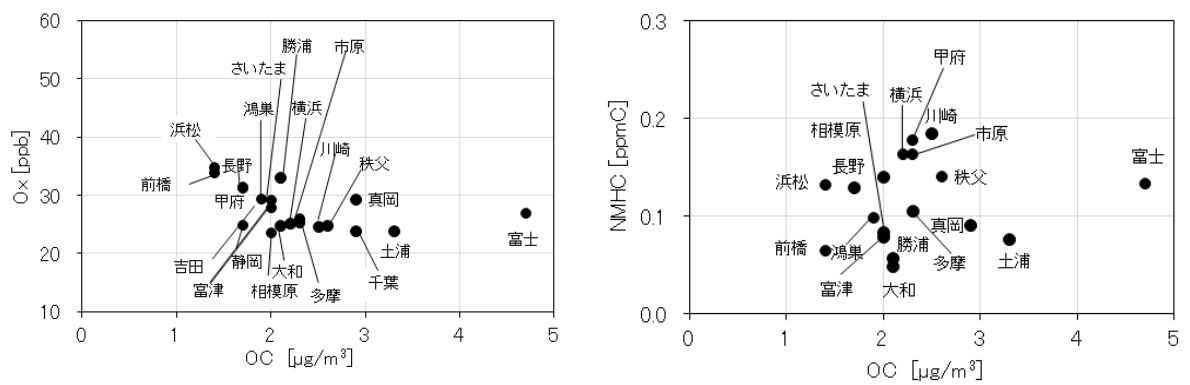


図 3-4-12 OC と O_x (左) 及び OC と NMHC (右) の関係

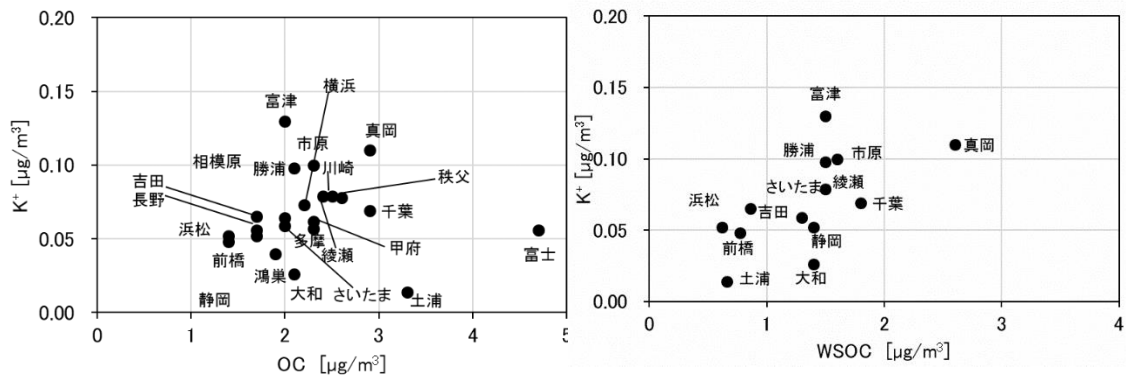


図 3-4-13 OC と K⁺ (左) 及び WSOC と K⁺ (右) の関係

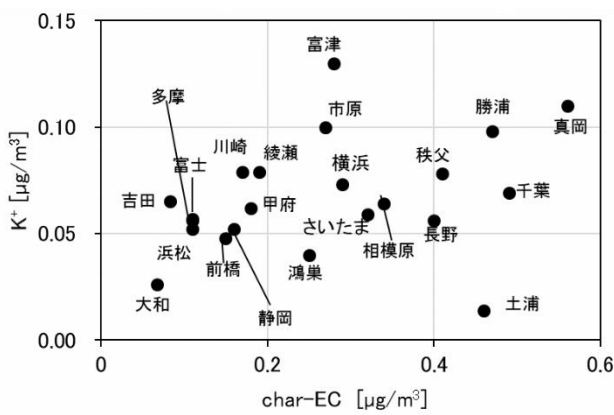


図 3-4-14 char-EC と K⁺ の関係

3.4.5 無機元素濃度

図 3-4-15~28 に、ナトリウム (Na)、アルミニウム (Al)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、ヒ素 (As)、セレン (Se)、鉛 (Pb) の平均濃度分布をそれぞれ示す。Cr、Mn、Fe、Cu、Zn は東京湾を中心とした沿岸部や都市部などで相対的に高い傾向が見られ、工業活動や都市活動との関連が示唆される。As については東京湾および関東内陸部を中心に高い傾向にあった。

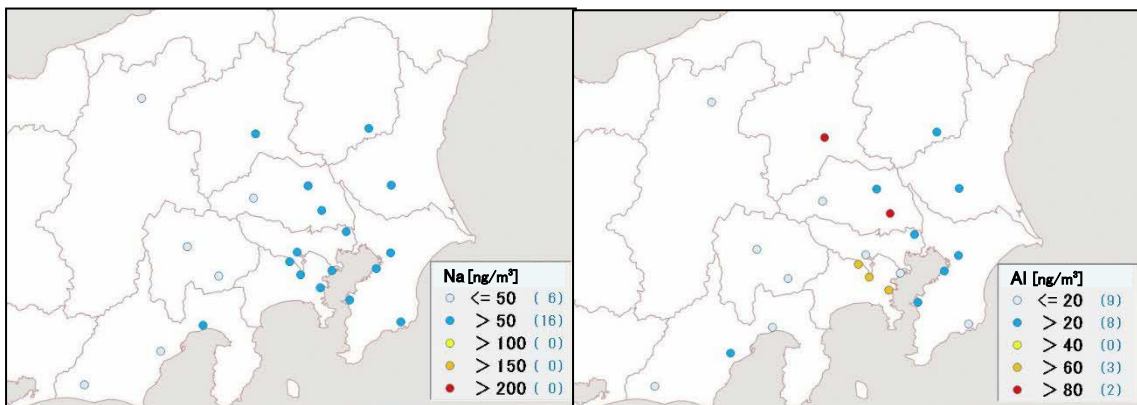


図 3-4-15 ナトリウムの平均濃度分布

図 3-4-16 アルミニウムの平均濃度分布

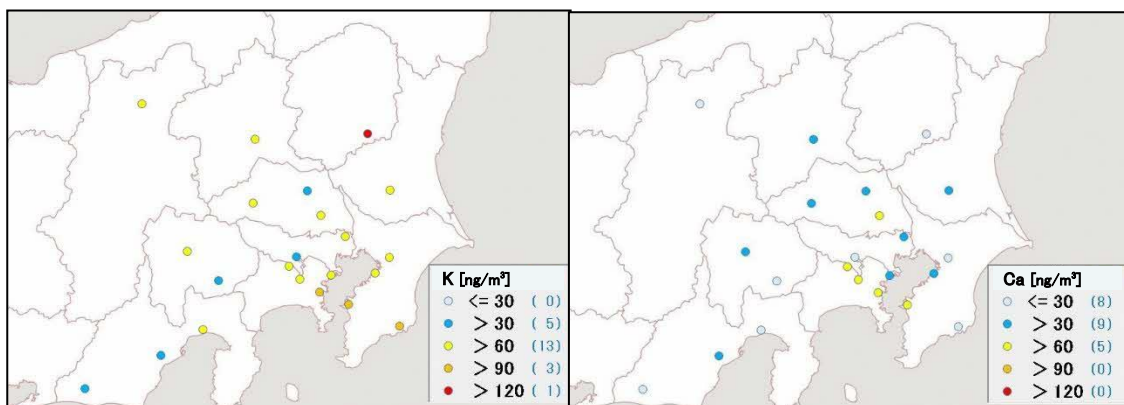


図 3-4-17 カリウムの平均濃度分布

図 3-4-18 カルシウムの平均濃度分布

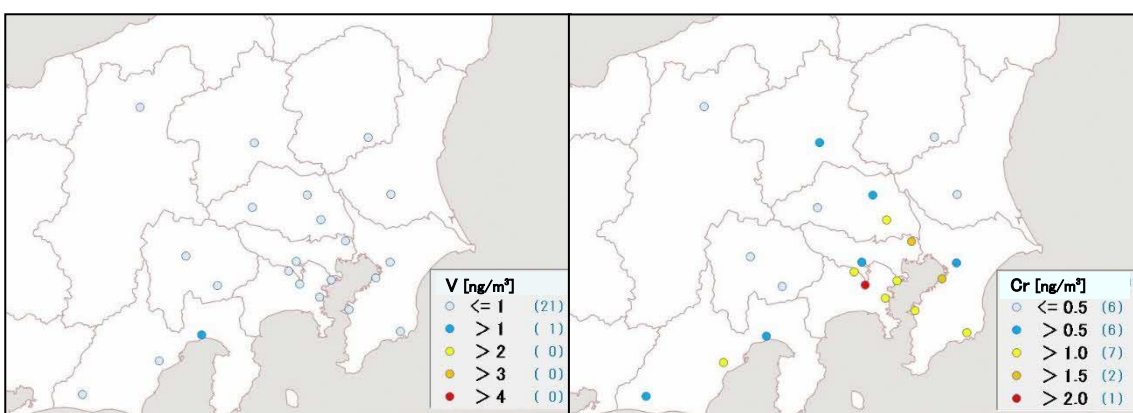


図 3-4-19 バナジウムの平均濃度分布

図 3-4-20 クロムの平均濃度分布

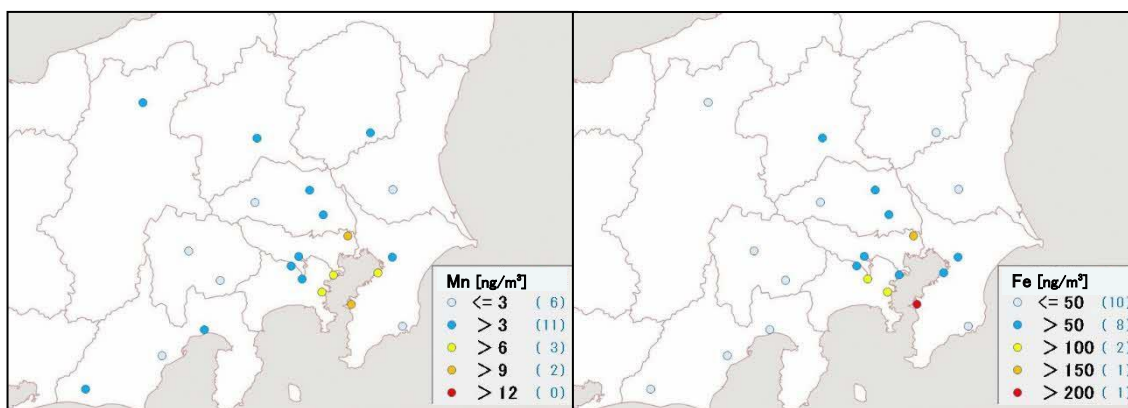


図 3-4-21 マンガンの平均濃度分布

図 3-4-22 鉄の平均濃度分布

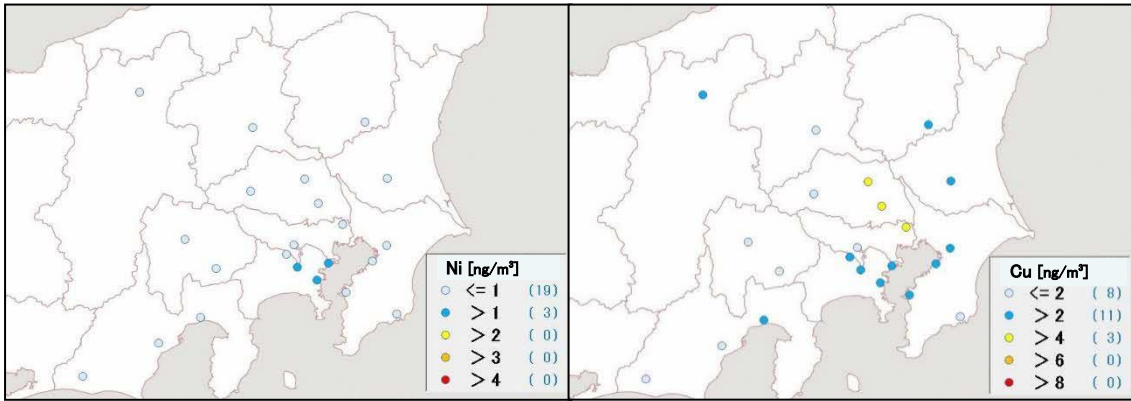


図 3-4-23 ニッケルの平均濃度分布

図 3-4-24 銅の平均濃度分布

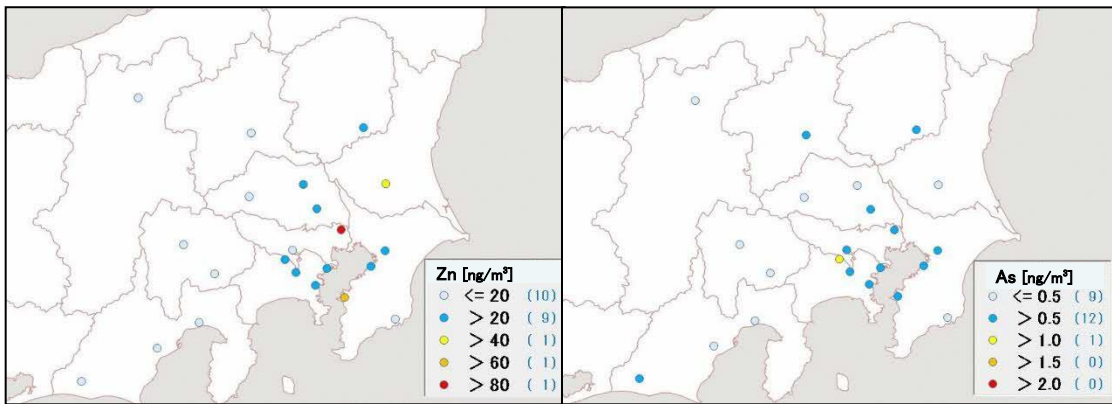


図 3-4-25 亜鉛の平均濃度分布

図 3-4-26 ヒ素の平均濃度分布

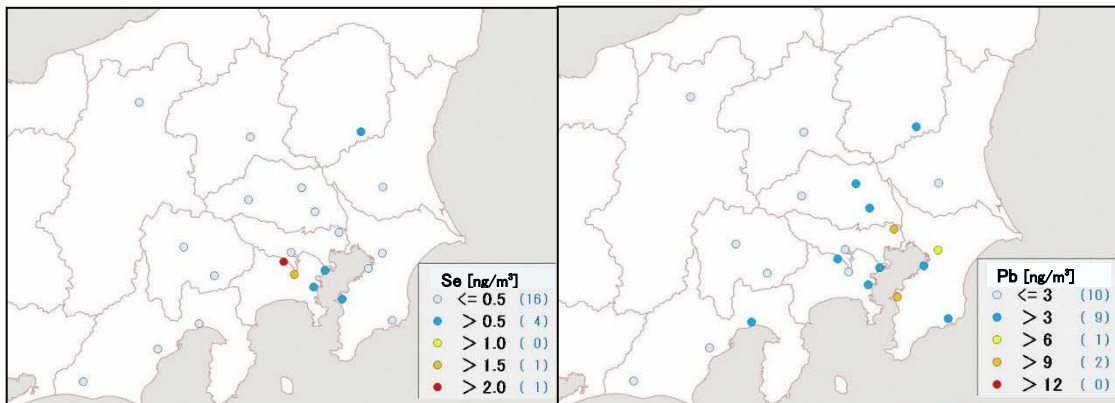


図 3-4-27 セレンの平均濃度分布

図 3-4-28 鉛の平均濃度分布

3.5 四季の比較

3.5.1 PM2.5 平均濃度及び主要成分組成

各季節のPM2.5平均濃度の階級分布を表3-5-1に示す。全体的に低い水準で推移し、春季及び夏季はほとんどの地点で10 µg/m³を下回っており、年間を通して15 µg/m³を超えた地点はなかった。

PM2.5平均濃度の全地点平均値(22地点の平均値)、最大値及び最小値を表3-5-2に、主要成分組成を図3-5-1に示す。全地点平均値は高い順に、冬季(8.8 µg/m³)、秋季(8.6 µg/m³)、春季(8.1 µg/m³)、夏季(6.9 µg/m³)であった。平均濃度の最大値は冬季の真岡で12.6 µg/m³であった。PM2.5の主要成分組成について、OCが年間を通して26~36%を占めており、最も割合の高い成分であった。また、NO₃⁻については、夏季は2%、冬季は19%と差があった。すべての季節において、SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、OC及びECの5成分によって組成の約70%かそれ以上を占めていた。

表 3-5-1 各季節のPM2.5平均濃度の階級分布

階級	質量濃度 (µg/m ³)	0~5 (≤5)	5~10 (>5)	10~15 (>10)	15~20 (>15)	20~ (>20)	計
年度 (地点数)	春季	1	19	2	0	0	22
	夏季	2	20	0	0	0	22
	秋季	0	15	7	0	0	22
	冬季	1	16	5	0	0	22
	合計	4	70	14	0	0	88

表 3-5-2 各季節のPM2.5平均濃度等

	(µg/m ³)		
	平均値	最大値	最小値
春季	8.1	10.7 多摩	4.0 富士
夏季	6.9	9.5 秩父	4.9 勝浦
秋季	8.6	12.2 綾瀬	5.6 吉田・浜松
冬季	8.8	12.6 真岡	4.8 勝浦

* 最大値、最小値の下段は対応する地点名を示す。

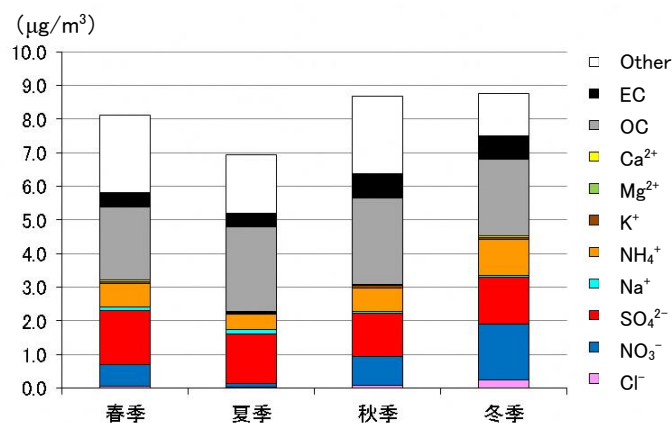


図 3-5-1 各季節の主要成分組成

3.5.2 水溶性イオン成分

SO₄²⁻は平均濃度が最も高かった春季でさえ1.6 µg/m³と低い値を示しており、地域的傾向は明瞭ではなかった。一方で、SO₄²⁻の前駆体であるSO₂の濃度が高い地点は、東京湾沿岸を中心とした一部地域に限られていた。

NO₃は秋季及び冬季に高い傾向を示していた。秋季では東京湾を中心に平均濃度が 1 µg/m³ を超えた地点がみられ、冬季では富士、静岡、浜松を除く全地点で 1 µg/m³ を超えていた。NO₃の前駆体である NO_x は東京湾沿岸を中心に高い傾向がみられ、都市部における燃焼発生源や自動車排出ガスが寄与していると考えられた。

Cl⁻は他の陰イオンと比較すると平均濃度は低く、冬季を除くと多くの地点で 0.2 µg/m³ を下回っていたが、冬季は東京湾岸から関東の東部にかけて相対的に値が高く、最大 0.53 µg/m³ となっていた。

その他のイオンについては、季節における特徴的な傾向はみられなかった。

3.5.3 炭素成分

EC は全季節を通して多くの地点で平均濃度が 1 µg/m³ 以下となっているが、千葉は秋季及び冬季で 1 µg/m³ を超えていた。

OC は全季節を通して平均濃度が 2 µg/m³ を超えていた地点が多くみられた。OC と O_x については、令和 3 年度では夏季に中程度の相関がみられた。春季と冬季においては弱～中程度の負の相関がみられ、秋季では明確な相関がみられなかった。一方、OC と NMHC については、春季と秋季においては中程度の相関がみられたが、夏季と冬季においては相関がみられなかった。

WSOC と K⁺の関係については、全季節を通して中～強程度の相関がみられた。OC と K⁺の関係については、冬季では明確な相関がみられなかったが、それ以外の季節では弱～中程度の相関がみられた。char-EC と K⁺の関係については、秋季と冬季に弱い相関がみられたが、春季と夏季においてはほとんど相関がみられなかった。

3.5.4 無機元素成分

Na は夏季、次いで春季に値が高く、概ね沿岸部で高い傾向がみられることから、海塩粒子の影響が大きいと考えられた。

Cr、Mn、Fe、Cu、Zn、Pb については、概ね東京湾沿岸や都市部を中心に値が高く、鉄鋼工業などの工業活動や都市活動との関連が示唆され、季節変動としては概ね冬季に高い傾向がみられた。

V、Ni については、概ね沿岸部で高く、船舶や臨海部における石油燃焼施設等の影響が考えられた。

元素によっては、近傍の発生源の影響が示唆される高濃度が見られた地点もあった。

3.5.5 まとめ

調査期間における各季節の PM_{2.5} 平均濃度は全体的に低い水準で推移した。

平均組成は、主要成分である OC、次いで SO₄²⁻が一年を通して高く、NO₃は主に冬季に高い傾向がみられた。ただし、SO₄²⁻は例年と比較すると夏季の濃度が低く、季節変動はあまり見られなかった。また、鉄鋼工業、石油燃焼、海塩粒子などの発生源に特徴的な元素については、沿岸部や内陸部などの地域によって濃度に大きな差がみられ、それぞれ季節によっても影響の大きさが異なっていた。

4 年間のPM2.5高濃度発生状況

4.1 常時監視データによるPM2.5高濃度日出現状況の把握

4.1.1 解析方法

使用データは、令和3年4月1日から令和4年3月31日までのPM2.5自動測定機による日平均値（速報値）を用い、解析対象地点は一般局136局とした。表 4-1-1 に都県別の測定局数及び日平均値データ数、図 4-1-1 に解析対象測定局の位置を示す。

各測定局の欠測日の割合は、136局中125局が5%未満であり、6局は5～25%、5局は25%以上の割合となり、131局で有効日数250日以上を満たしていた。高濃度日の定義は、日平均値の環境基準値（35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を超えた日とし、それぞれの発生頻度を集計した。

表 4-1-1 都県別の測定局数及び日平均値データ数(延べ日数)

都県	測定局数	データ数
茨城県	18	6,485
栃木県	10	3,611
群馬県	8	2,920
埼玉県	20	7,116
千葉県	22	7,474
東京都	8	2,901
神奈川県	12	4,146
山梨県	6	2,187
長野県	6	2,156
静岡県	26	8,735
合計	136	47,731

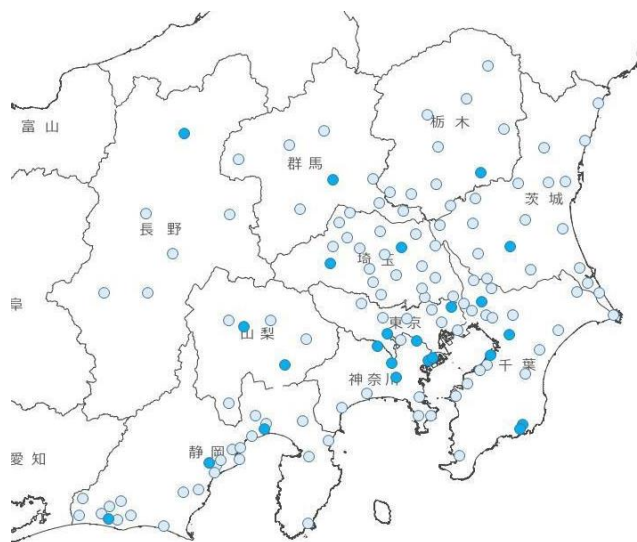


図 4-1-1 解析対象測定局（濃青色は成分分析実施地点）

4.1.2 結果

(1) 高濃度日の発生状況

令和3年度に高濃度日は1日発生し、全測定データ（47,731日）の0.002%であった。なお、令和元年度は67日（同0.1%）、令和2年度は141日（同0.3%）であった。

表 4-1-2 に都県別の日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた局数を集計した結果を示す。なお、令和2年度末に広域で高濃度となったことから、ここでは令和3年3月28日からのデータを示す。令和3年3月30日から31日にかけて広範囲で日平均値35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える事象が発生したが4月1日以降は高くても25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ～35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にとどまり、4月1日から翌年3月31日にかけては広範囲で日平均値35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える事象は発生しなかった。

令和3年4月1日から令和4年3月31日までの都県別の日平均値の最大値の推移を図 4-1-2 に示す。日平均値の最大値は1月23日に山梨県東山梨局で観測された46.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えたのはこの1日・1地点のみであった。

図 4-1-3 に全測定局数に対する25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過局数の割合を示す。全測定局のうち25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した測定局の割合は、令和3年4月1日の20%が最大であり、以降は令和4年3月31日まで10%を上回らなかった。

表 4-1-3に主な高濃度事象の発生期間及び発生範囲を示す。令和3年3月30日から3月31日の高濃度事象は令和2年度の事例であるが、高濃度が4月1日以降まで継続している可能性があったため令和2年度の詳細解析の対象外としており、令和3年度に4.2節において詳細解析を実施した。

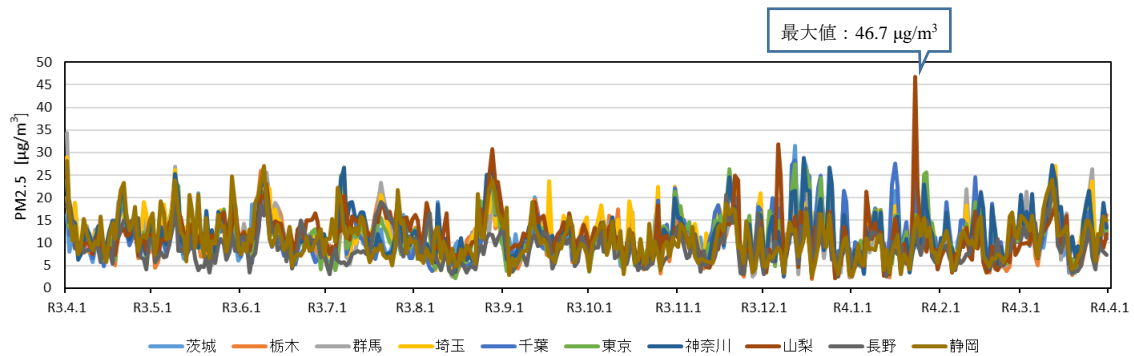


図 4-1-2 都県別の日平均値の最大値の推移

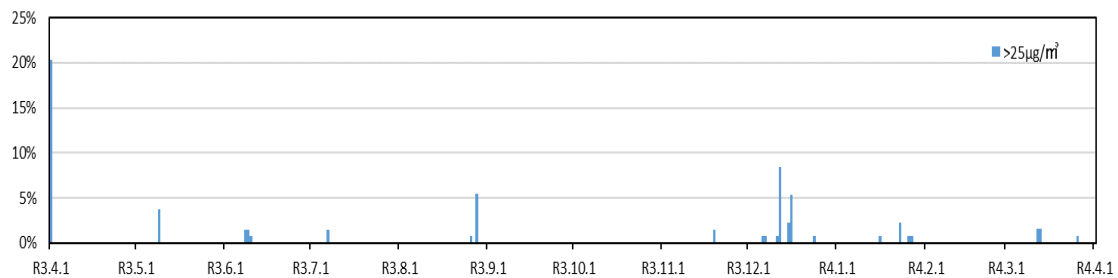


図 4-1-3 全測定局数に対する 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過局数[※]の割合

※ 1月23日の山梨県東山梨局のみ 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過。

表 4-1-3 主な高濃度事象の発生期間及び発生範囲

期間	発生範囲	詳細解析
2021/3/30~31	茨城、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、長野、静岡	4.2節 ※

※ 高濃度事例が4月1日以降まで継続している可能性があったため令和2年度の詳細解析の対象外としていた事象である。

表 4-1-2 (つづき) PM2.5 高濃度日 (日平均値 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過) 出現状況 (枠内の数値は該当局数)

※表中の矢印⇔は主な高濃度事象を示す

O35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	成分分析期間																																							
	10月										11月										12月																			
茨城																																								
栃木																																								
群馬																																								
埼玉																																								
東京																																								
神奈川																																								
山梨																																								
長野																																								
静岡																																								
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	成分分析期間																																							
	10月										11月										12月																			
茨城																																								
栃木																																								
群馬																																								
埼玉																																								
東京																																								
神奈川																																								
山梨																																								
長野																																								
静岡																																								
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	成分分析期間																																							
	1月										2月										3月																			
茨城																																								
栃木																																								
群馬																																								
埼玉																																								
東京																																								
神奈川																																								
山梨																																								
長野																																								
静岡																																								
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	成分分析期間																																							
	1月										2月										3月																			
茨城																																								
栃木																																								
群馬																																								
埼玉																																								
東京																																								
神奈川																																								
山梨																																								
長野																																								
静岡																																								
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

(2) 高濃度日の発生率の推移

高濃度発生率（ $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過データ数/全データ数）を用いて高濃度日の発生状況を比較した。図 4-1-4 に平成 26 年度から令和 3 年度までの高濃度日発生率を示す。平成 26 年度は 4 月から 7 月にかけて多くの地点で高濃度事象が発生したため、当該月の高濃度日発生率が突出して高く、季節によって違いが見られていたが、平成 27 年度以降は全体的に発生率が低くなっている。令和 3 年度は先述のとおり高濃度日は 1 日しかなかったため発生率は 0.002%であった。

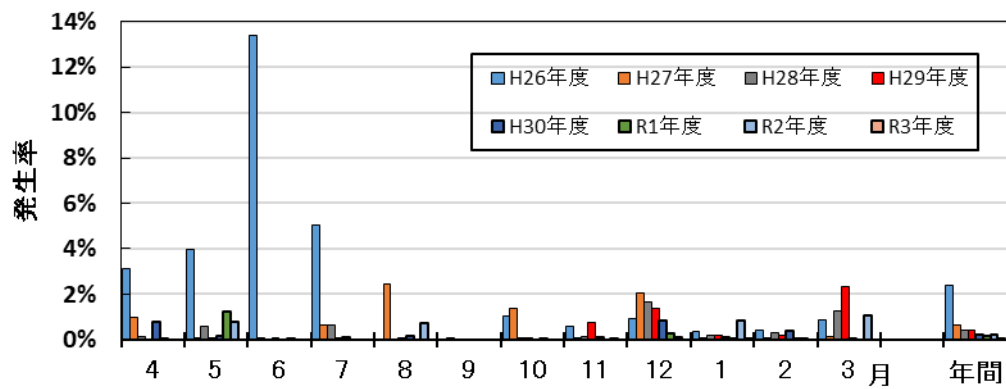


図 4-1-4 平成 26 年度から令和 3 年度までの高濃度日発生率

4.2 PM2.5 高濃度事象の詳細解析（春季3月）

4.2.1 解析方法

解析対象期間は令和3年3月29日～4月1日とした。解析対象地点は図4-2-1に示したとおりである。解析には大気汚染常時監視項目（PM2.5、NOx、SO₂、Ox、NMHC、風向、風速、気温、湿度）の1時間値を使用した。

PM2.5の環境基準の評価では日平均値（常時監視データ）は0時を起点にした24時間平均値が用いられるが、成分分析では10時を起点とした24時間で評価する地点が多く、同じ日でもPM2.5質量濃度は異なる場合がある。また、PM2.5の1時間値については、その精度が保証されておらず、今回の解析では経時変化等を把握するうえでの参考として使用した。

さらに、高濃度事象の発生時刻や解析期間中の濃度変化の地域差を比較するため、図4-2-1及び表4-2-1のとおり東京湾沿岸部、関東平野中央及び内陸部、太平洋沿岸部（①、②）、甲信地方の5区域（A～E）に分け、その中から常時監視項目や成分分析の実施状況、地理的分布を踏まえて選定した。



図 4-2-1 区域及び選定地点

表 4-2-1 5 区域と選定地点

区域	名称（測定局名）	区域	名称（測定局名）
A 東京湾 沿岸部	木更津(木更津中央)	D 太平洋 沿岸部②	平塚(旭小学校)
	千葉(千城台わかば小学校)		下田(下田市役所)
	江戸川(江戸川区南葛西)		富士(救急医療センター)
	川崎(国設川崎)		藤枝(藤枝市)
B 関東平野 中央及び 内陸部	前橋(衛生環境研究所)	E 甲信地方	浜松(北部)
	小山(小山市役所)		長野(環境保全研究所)
	土浦(土浦保健所)		松本(松本)
	熊谷(熊谷)		甲府(甲府富士見)
C 太平洋 沿岸部①	青梅(青梅市東青梅)		
	水戸(水戸石川)		
	香取(香取羽根川)		
	勝浦(勝浦小羽戸)		
	館山(館山亀ヶ原)		

4.2.2 高濃度の発生状況

日平均値 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 超を高濃度とすると、複数の地点で PM2.5 濃度が高濃度となったのは 3 月 30 日から 31 日にかけてであった（表 4-1-2）。3 月 30 日は長野県、埼玉県、茨城県、千葉県、静岡県 の合計 12 地点で $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた。31 日はほぼ全域で $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超え、群馬県、埼玉県、東京都、神奈川県、千葉県、静岡県 の合計 33 地点で $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた。また、4 月 1 日は静岡県や埼玉県を中心とした合計 26 地点で $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた（図 4-2-2）。

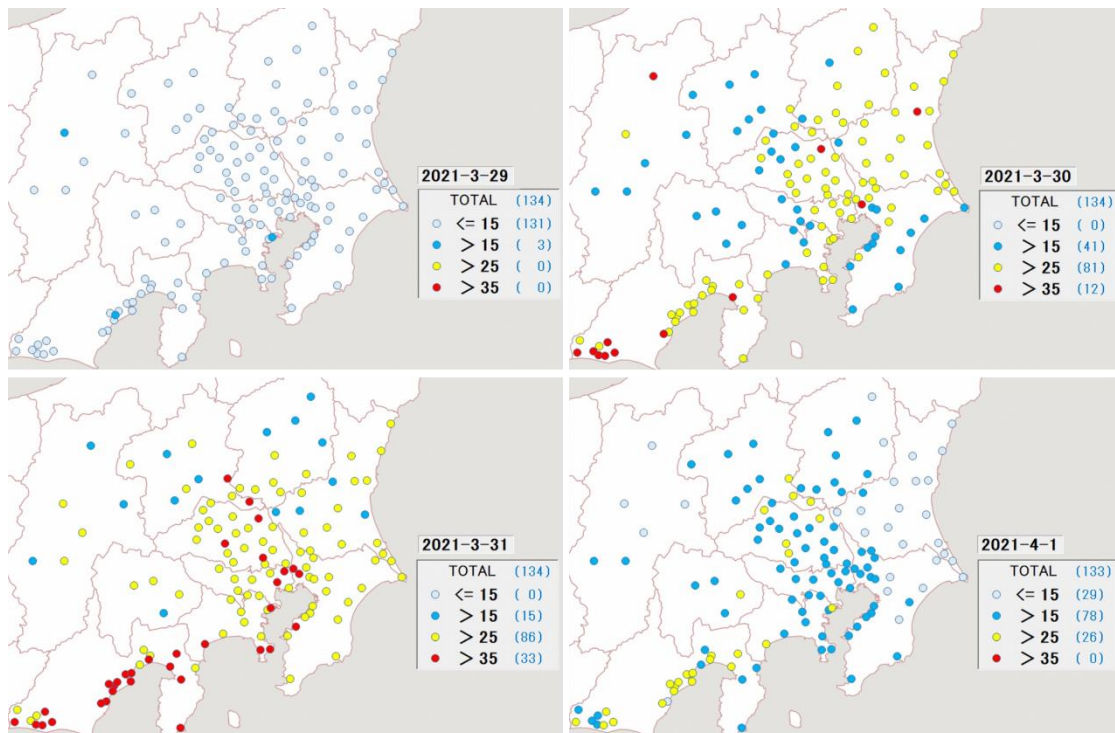


図 4-2-2 令和 3 年 3 月 29 日から 4 月 1 日の PM2.5 質量濃度分布(日平均値)
(単位 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.2.3 高濃度の発生時刻や濃度変化の把握

各区域の 3 月 29 日～4 月 1 日における PM2.5 質量濃度の推移を図 4-2-3 に示す。

A 区域では、4 地点全てにおいて概ね同様の推移を示した。29 日 18 時頃から緩やかに上昇し、川崎では 30 日 21 時に $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を観測した。上昇後は $30\sim 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で推移し、4 月 1 日朝から緩やかに減少した。

B 区域では、3 月 30 日 0 時頃から緩やかに上昇し $30\sim 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で推移した後、4 月 1 日夕方から緩やかに減少した。前橋では 29 日 11 時に $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、30 日 19 時に $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、31 日の 21 時に $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を観測した。

C 区域では、勝浦、館山では 29 日 18 時頃から緩やかに上昇し、 $20\sim 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度で推移した後、4 月 1 日朝から緩やかに減少した。香取では 3 月 30 日未明から上昇し、 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で推移した後、4 月 1 日 3 時頃から緩やかに減少した。水戸では日中に上昇し、夜間に下降する周期的な挙動がみられ、30 日 13 時には $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を観測した。

D 区域では、下田、浜松で 29 日昼頃から緩やかに上昇し、30 日昼頃から $30\sim 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程

度で推移した後、4月1日未明から緩やかに減少した。藤枝、富士では昼～夕方頃に上昇する傾向が見られた。平塚では30日21時に62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を観測した。

E区域では、長野では29日昼頃から上昇し、40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で推移した後、31日未明から緩やかに減少した。松本は夜、甲府は日中に上昇する傾向が見られた。

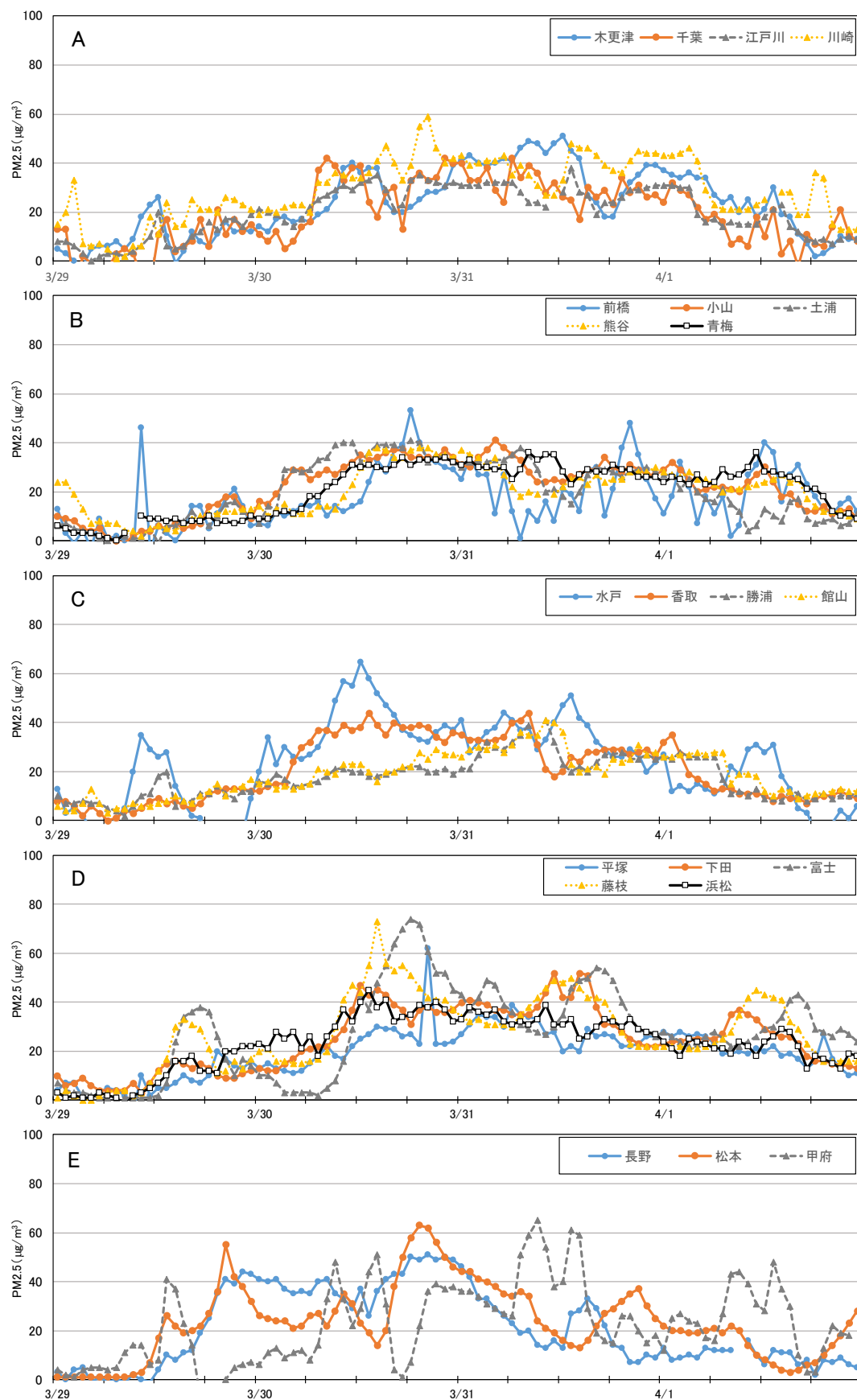


図 4-2-3 PM2.5 質量濃度の推移

4.2.4 気象を含めた詳細解析

(1) 気象概要

天気図を図4-2-4に示す。3月29日は広く晴れ、茨城県では30℃を超える地点もあった。30日は日本付近で気圧の谷となり、全国的に曇りであった。31日は高気圧に覆われ西日本から北日本は概ね晴れであった。4月1日も高気圧に覆われて全国的に晴れた。29日から31日にかけて移動性高気圧が日本に接近し、西～北日本の広い範囲で黄砂が観測され、30、31日には東京でも観測された(図4-2-5)。PM2.5濃度も西～北日本の広い範囲で高濃度が観測された(図4-2-6)。

3月29日～4月1日について、都庁を起点として後方流跡線解析を実施した結果(図4-2-7)、3月29日12時の後方流跡線はモンゴルから中国の華北地域と韓国、30日12時の後方流跡線は中国の西北地域及び華東地域から韓国、31日及び4月1日12時の後方流跡線はロシアから中国の華北地域及び東北地域を経由しており、この結果から越境汚染が起きていた可能性が考えられる。

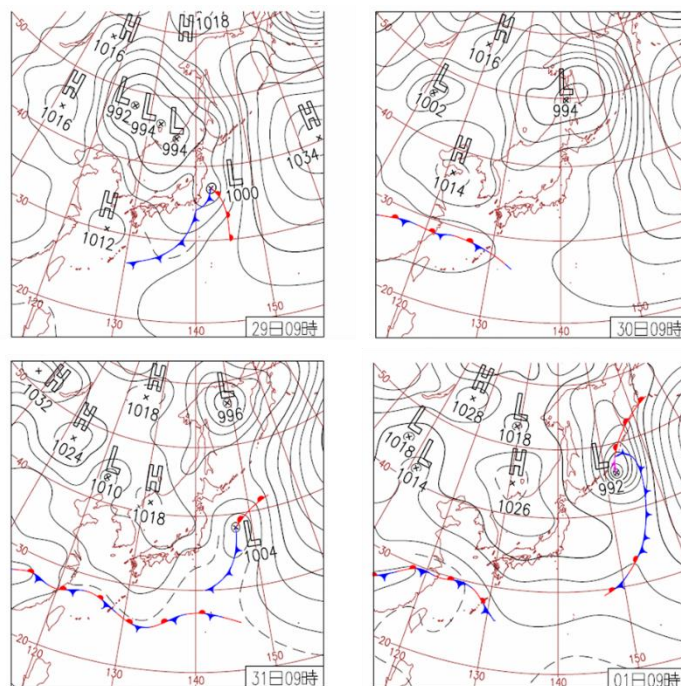
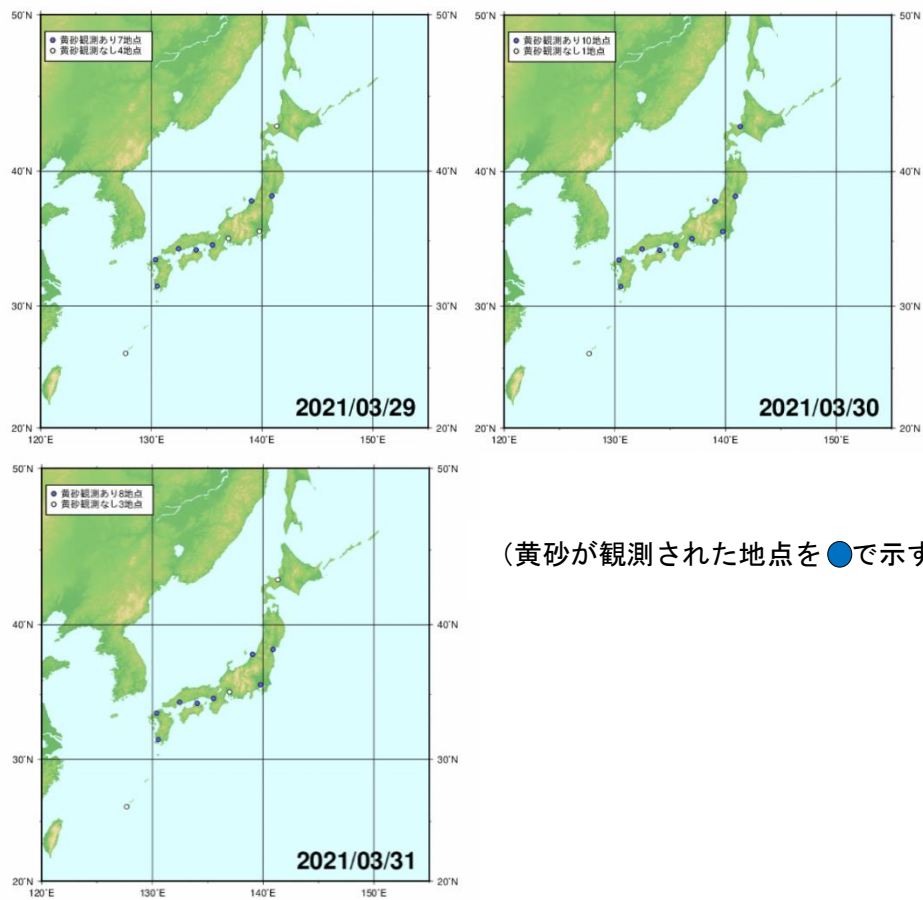


図4-2-4 令和3年3月29日から4月1日の9時における天気図
(気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/>)



(黄砂が観測された地点を●で示す。)

図 4-2-5 黄砂発生状況

(気象庁 https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa_table_2021.html)

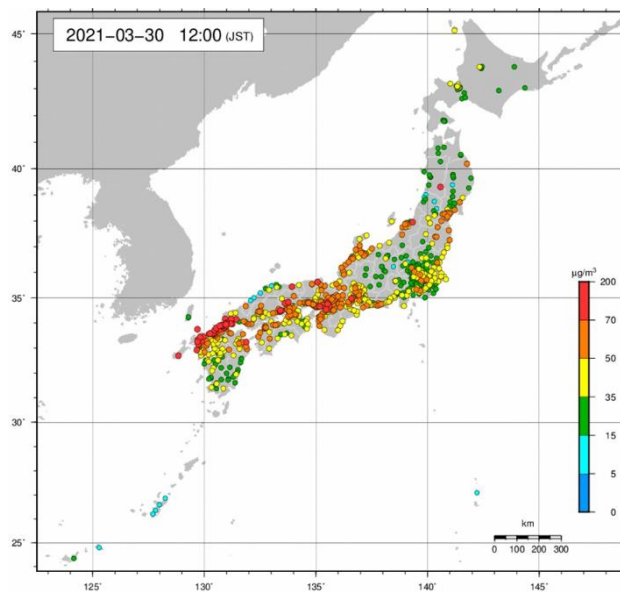


図 4-2-6 令和 3 年 3 月 30 日 12 時における PM2.5 濃度分布図

(そらまめ君ギャラリー <https://tenbou.nies.go.jp/gis/realtime/soramame.html>)

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 0300 UTC 01 Apr 21
GDAS Meteorological Data

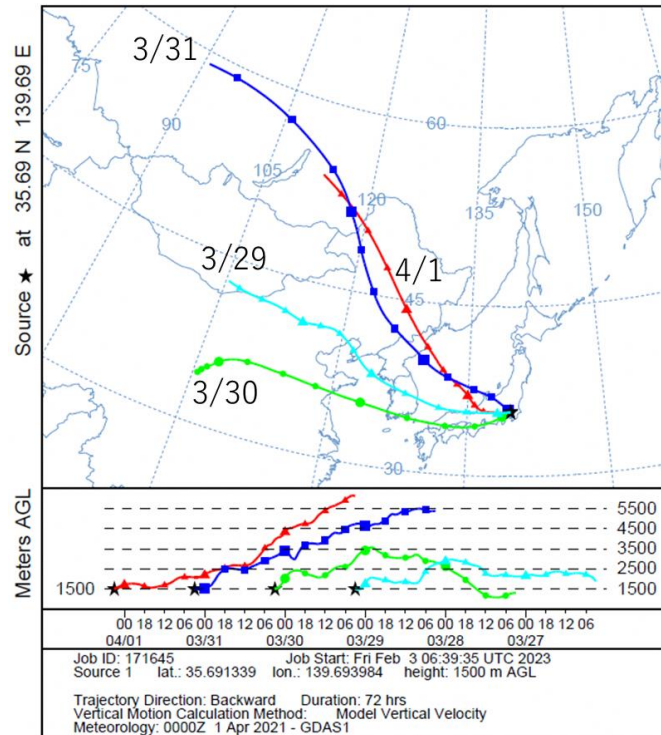


図 4-2-7 後方流跡線解析結果（都庁上空、出発高度 1500m、遡及時間 72 時間）
(<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>)

(2) PM_{2.5} や関連物質の挙動

複数地点で高濃度が発生した 3 月 30 日、31 日を中心に解析した。

① 3 月 29 日（図 4-2-8～図 4-2-10）

- 気温は昼過ぎに広い範囲で 20 °C を上回っていた。
- 12 時には全域で Ox 濃度が 40 ppb を超えた。18 時には東京湾と静岡県沿岸部や風が弱く風下となった群馬県付近では 60 ppb を超える地点もあった。PM_{2.5} 濃度は、東京湾と静岡県沿岸部や長野県などで 15 μg/m³ を上回っており、Ox 濃度の高濃度域と同じ地域であった。
- 21 時の高層気象データにより接地逆転層が形成されていた可能性がある（図 4-2-19）。

② 3 月 30 日（図 4-2-11～図 4-2-14）

- 29 日夜から 30 日朝にかけて関東甲信静のほぼ全域で風速が 2 m/s 以下であり、関東南部では湿度が 90% を超える地点もあった。神奈川県、東京都、埼玉県、静岡県を中心に NO_x と NMHC の濃度が上昇し、これに似た範囲で PM_{2.5} 濃度も上昇し 15 μg/m³ を超える地点が広がった。
- 昼過ぎには広い範囲で 20 °C を超え、茨城県常陸大宮では 28.8 °C まで上昇した。
- 日中は太平洋から東風、静岡県では南西風が強く吹き、東京都、埼玉県付近では風が弱くなった。関東甲信静北部で Ox 濃度が 40 ppb、南部で 60 ppb を上回り、沿岸部では 80 ppb を超える地点もあった。PM_{2.5} 濃度も関東甲信静全域で 15 μg/m³ を超え、沿岸

部や風の弱い東京都、埼玉県付近では $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えていた。静岡県では 18 時には風が弱まり $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える地点が複数現れた。

- 24 時には関東甲信静全域で $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回る地点が 63 地点あった。全域的に風が弱まり、埼玉県や静岡県では $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える地点も現れた。湿度は全域で 80% を超え、千葉県や埼玉県などでは 90% を超える地点もあった。Ox は広い範囲で 40 ppb を超えており、沿岸部で NOx が 10 ppb を、主に埼玉県、千葉県、神奈川県、山梨県で NMHC が 0.1 ppmC を上回った。
- ③ 3 月 31 日 (図 4-2-15～図 4-2-18)
 - 6 時から東京湾へ巻き込むように内陸部から北西～北風が吹き続け、 $\text{PM}_{2.5}$ 高濃度域が押し出され、12 時までに内陸部の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が低下した。
 - 昼前から夕方にかけて全域的に $\text{PM}_{2.5}$ 濃度は $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回っていったが、埼玉県、神奈川県や沿岸部では $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えていた。Ox は全域的に 40 ppb を超え、昼過ぎに気温が $20 \text{ }^\circ\text{C}$ を上回った静岡、神奈川、東京、埼玉などの地点では 18 時に 60 ppb を超えた。
 - 夜間は風が弱まり、埼玉県、東京都、神奈川県付近では $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた。

(3) まとめ

3 月 30 日、31 日に複数地点で $\text{PM}_{2.5}$ が高濃度となった。気象概要で述べたとおり、3 月 30 日～31 日は気象庁により黄砂が観測され、日本国内では全国的に $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が高かった。後方流跡線解析結果からも越境汚染が起きていた可能性が示唆され、この期間は黄砂を含む粒子状物質の移流が関東甲信静地域の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度上昇に影響を及ぼした可能性が高い。また、3 月 30 日の夜遅くから未明にかけて埼玉県、東京都付近では微風であり、地域的に発生した大気汚染物質も滞留しやすい状況であったと示唆される。これらの地域的な汚染と越境汚染が複合して高濃度になった可能性も考えられる。

3月29日 12:00

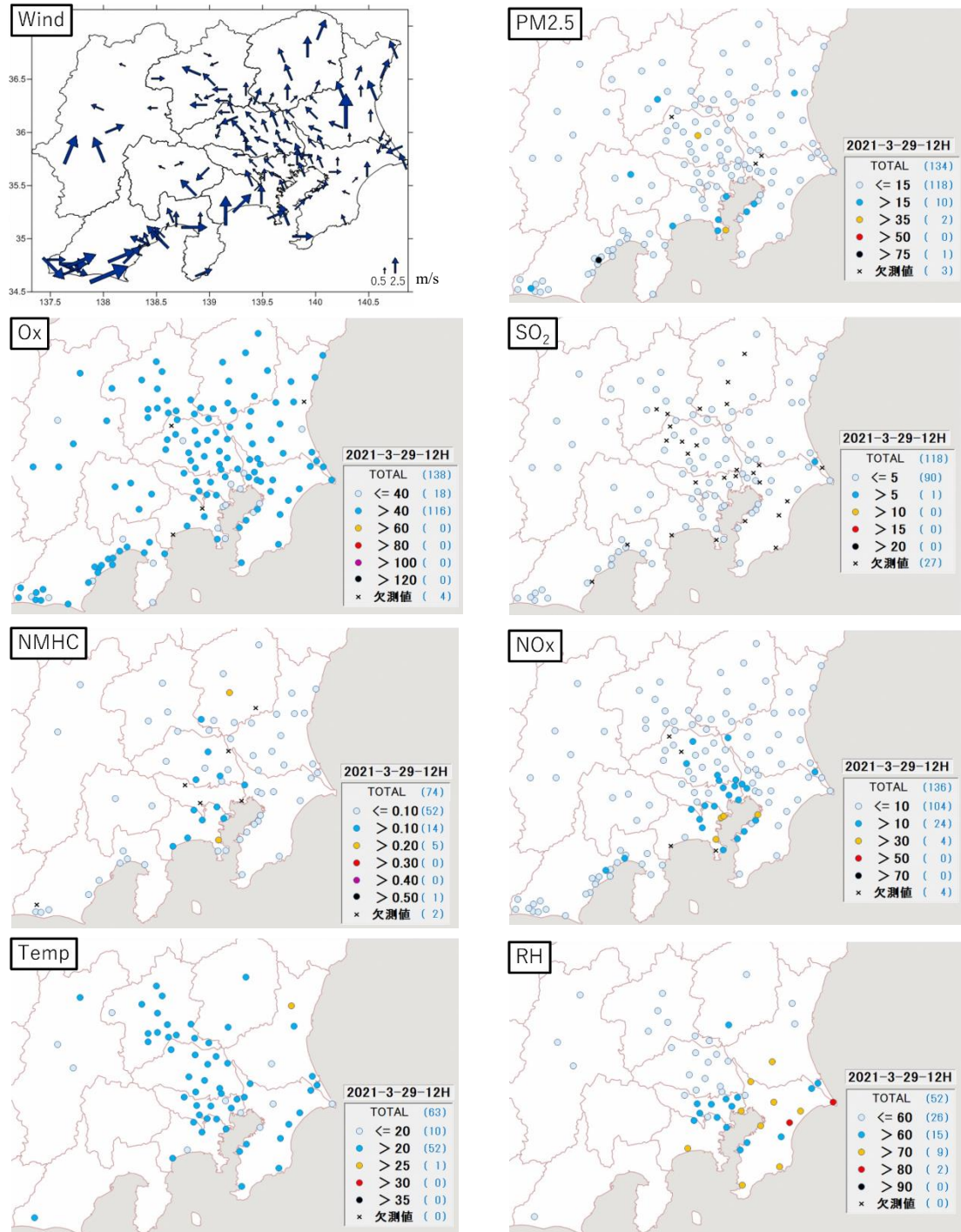


図 4-2-8 PM2.5 質量濃度等の分布状況 1

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

3月29日 18:00

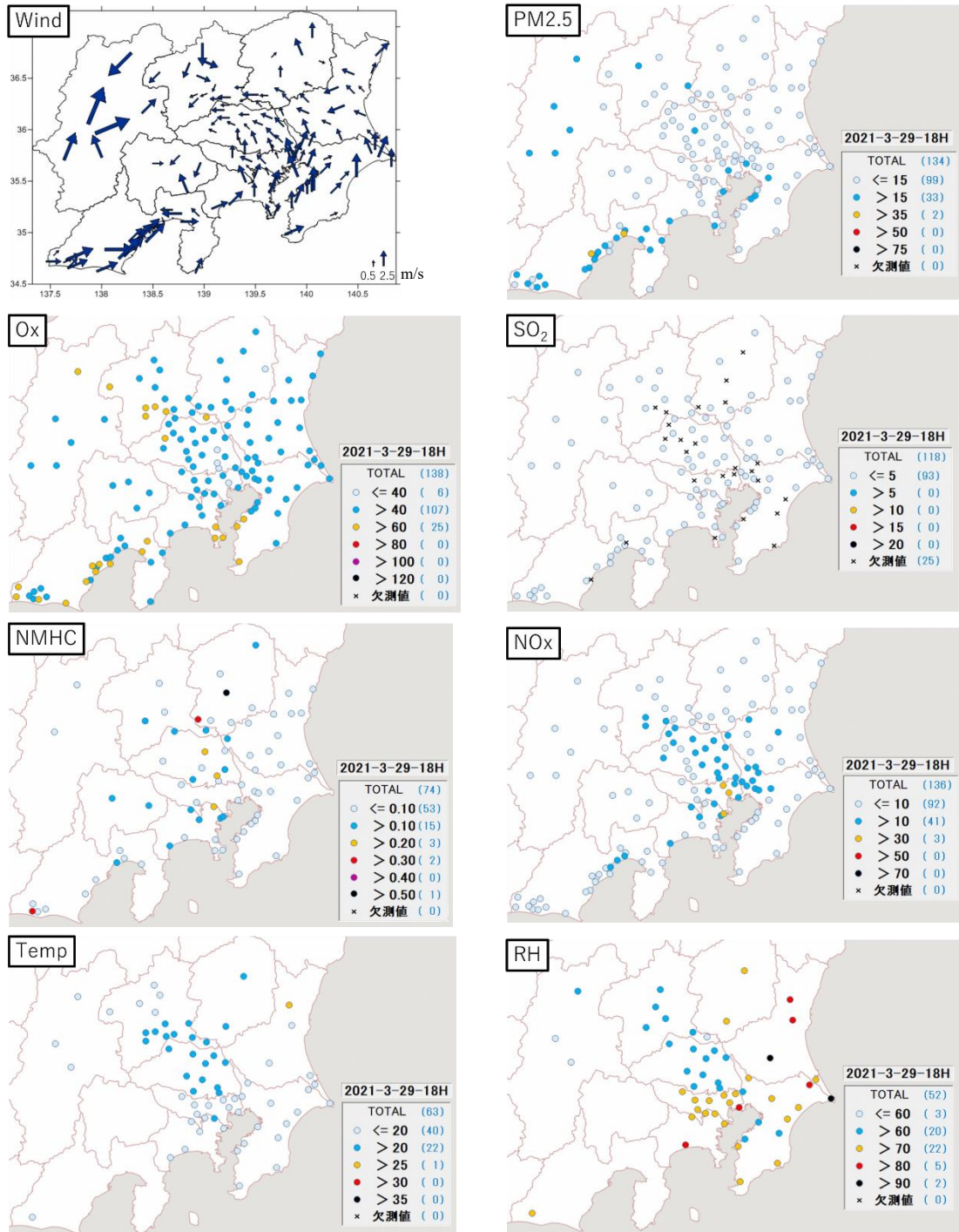


図 4-2-9 PM2.5 質量濃度等の分布状況 2

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

3月29日 24:00

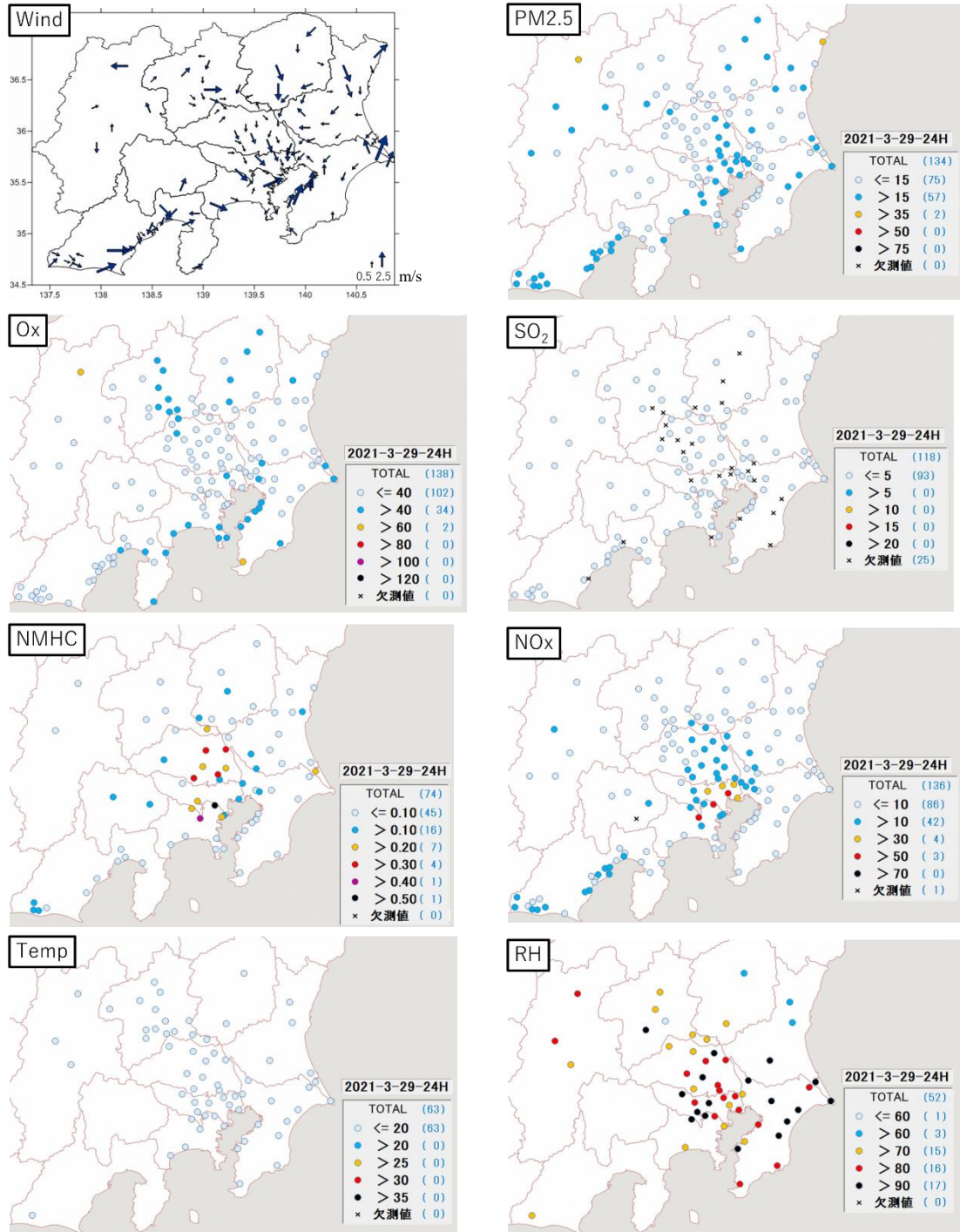


図 4-2-10 PM2.5 質量濃度等の分布状況 3

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

3月30日 06:00

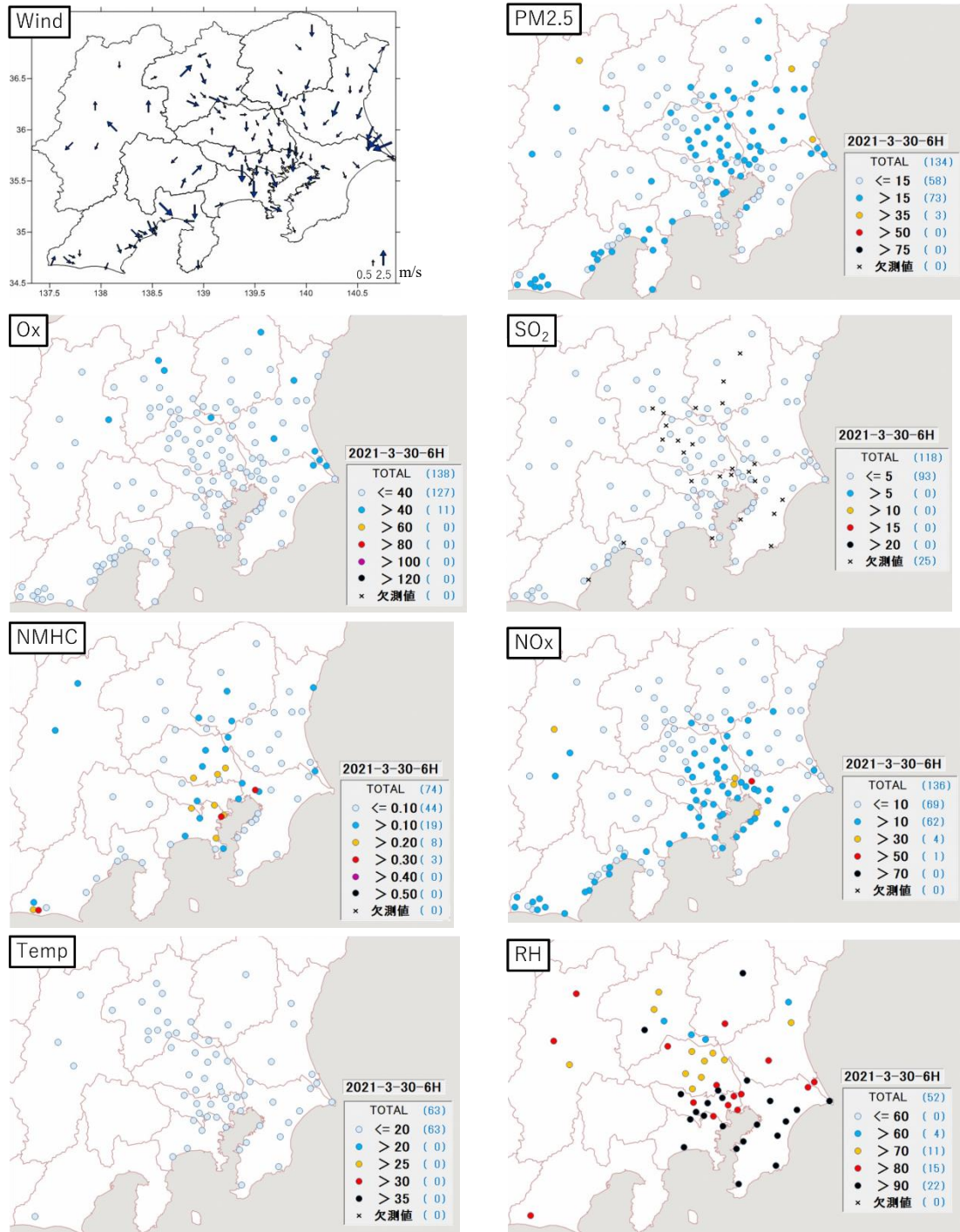


図 4-2-11 PM2.5 質量濃度等の分布状況 4

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

3月30日 12:00

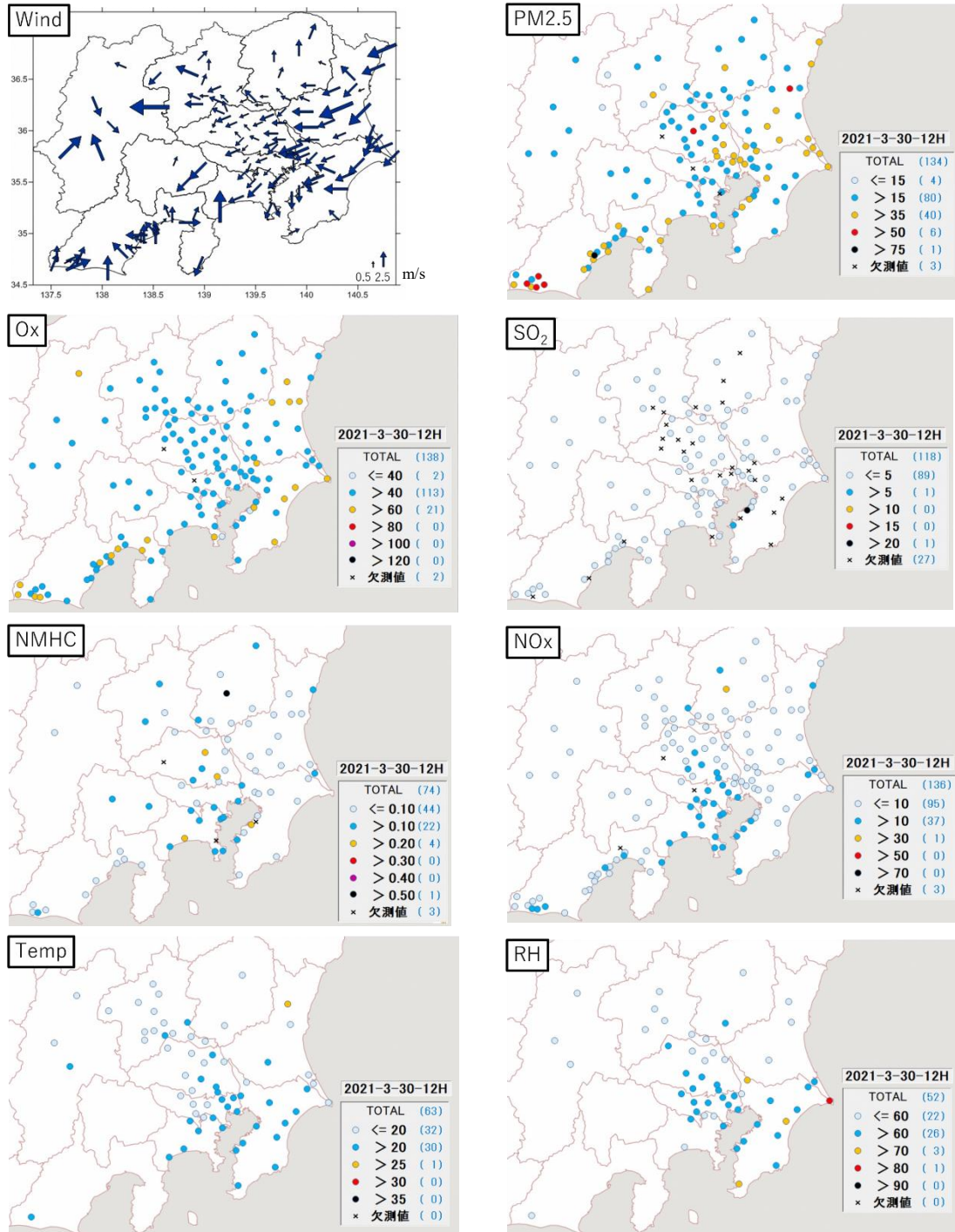


図 4-2-12 PM2.5 質量濃度等の分布状況 5

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

3月30日 18:00

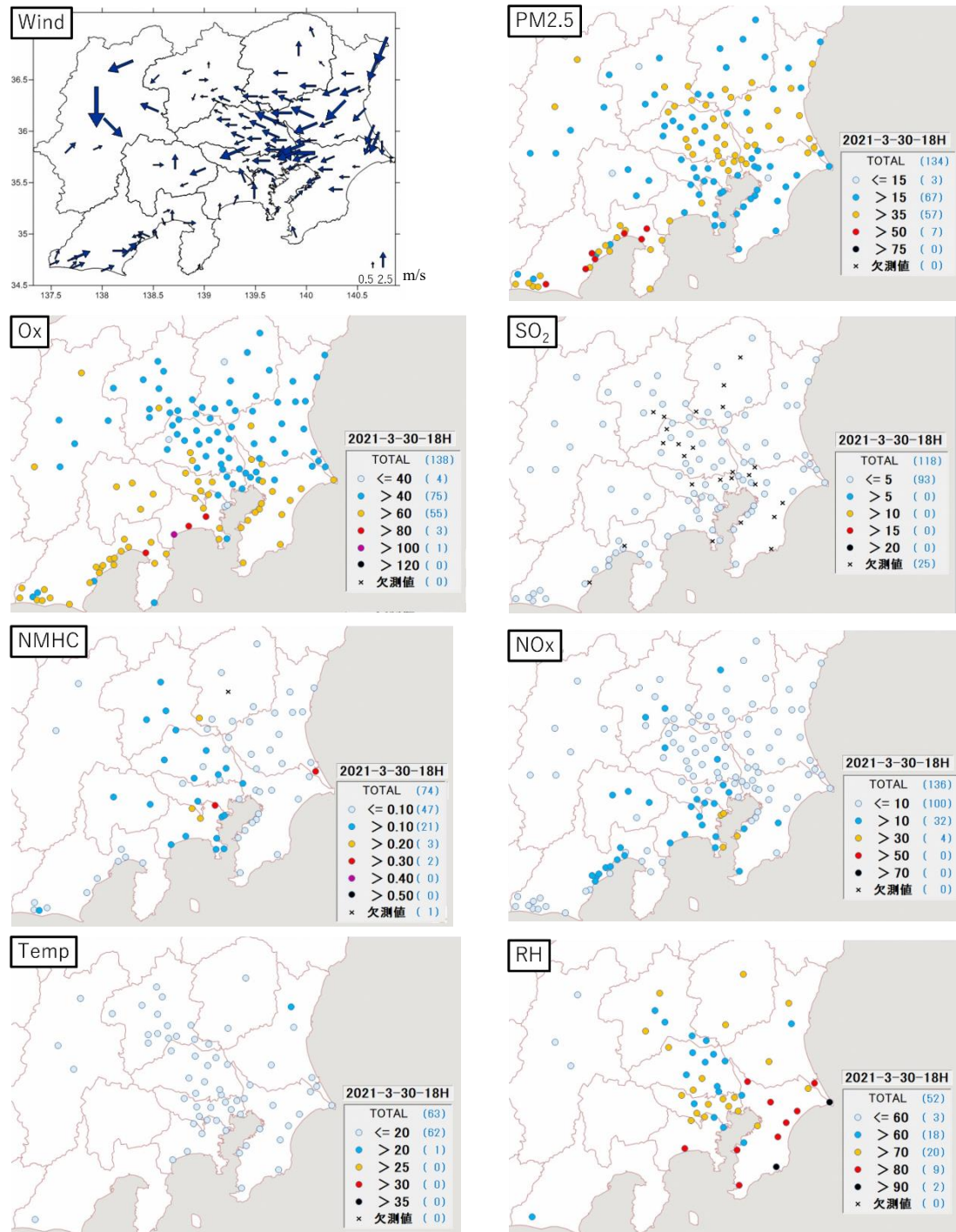


図 4-2-13 PM2.5 質量濃度等の分布状況 6

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

3月30日 24:00

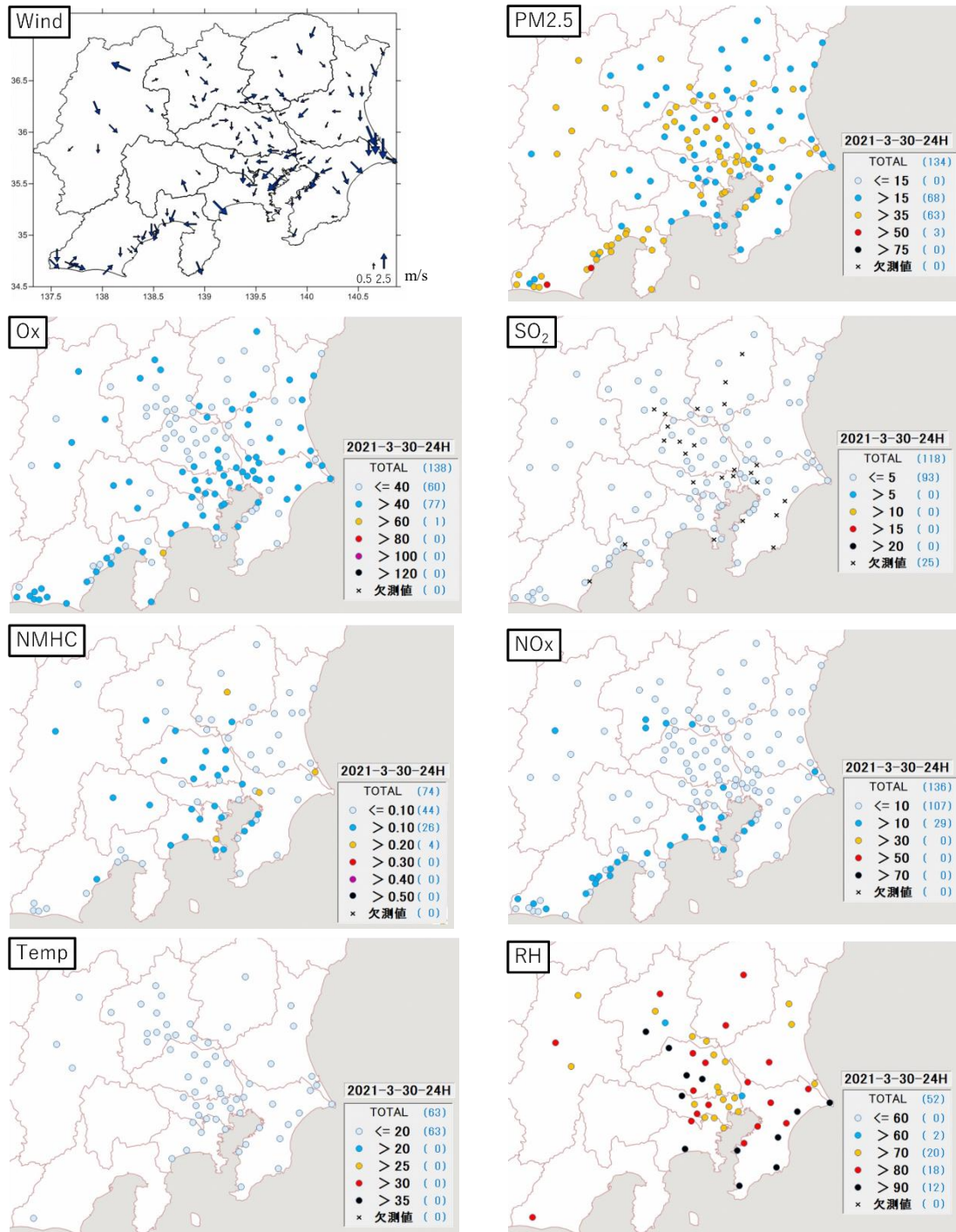


図 4-2-14 PM2.5 質量濃度等の分布状況 7

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

3月31日 06:00

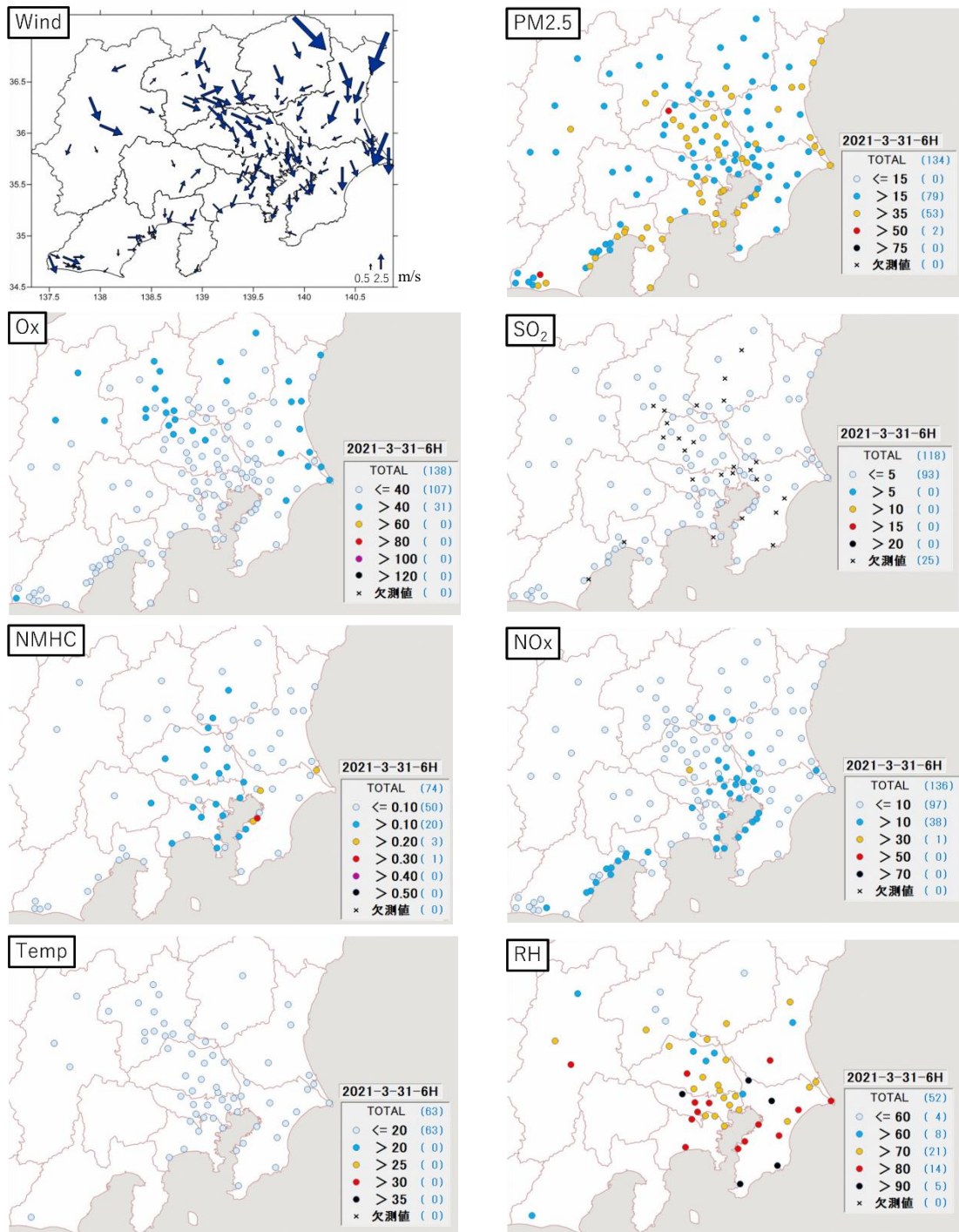


図 4-2-15 PM2.5 質量濃度等の分布状況 8

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

3月31日 12:00

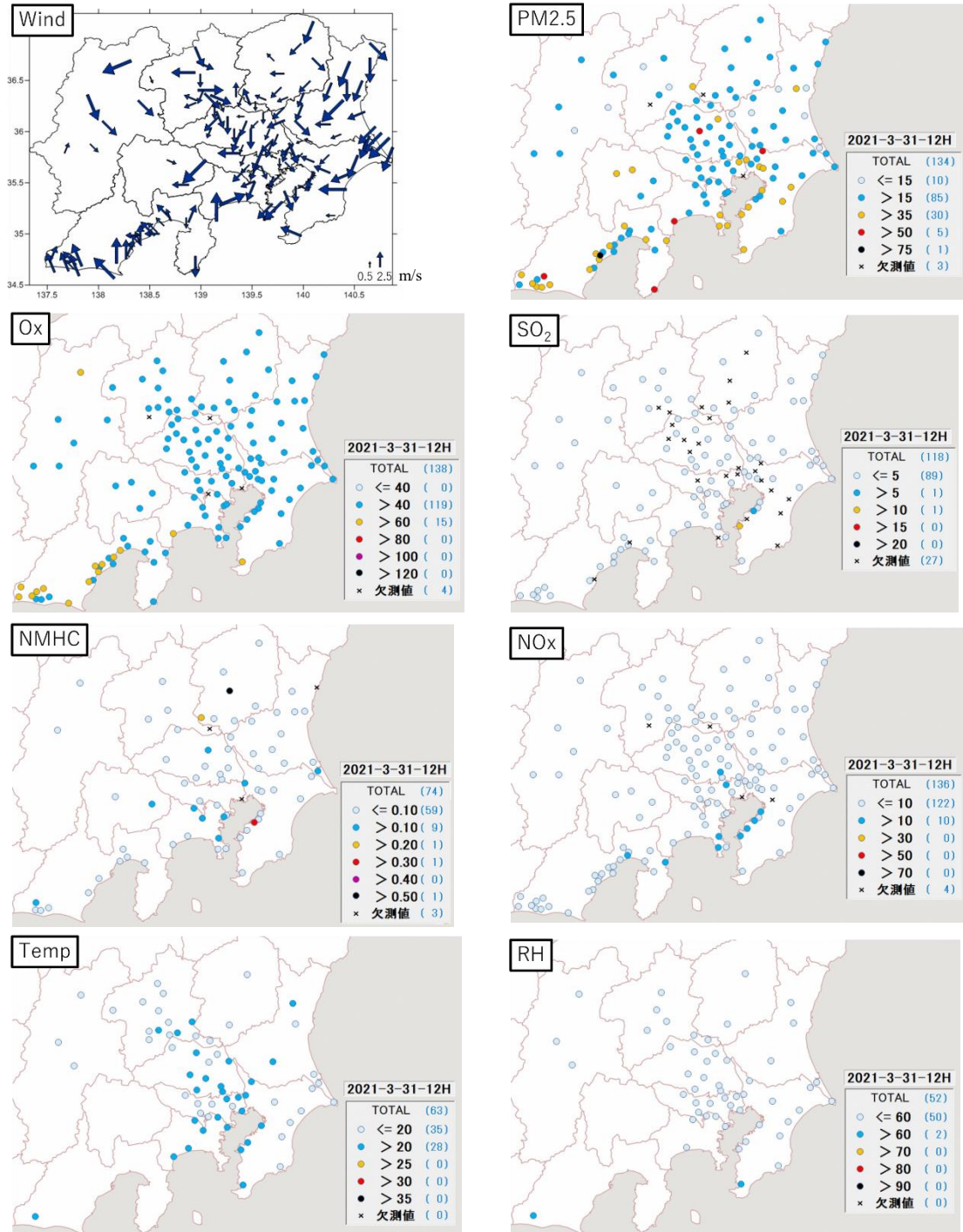


図 4-2-16 PM2.5 質量濃度等の分布状況 9

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

3月31日 18:00

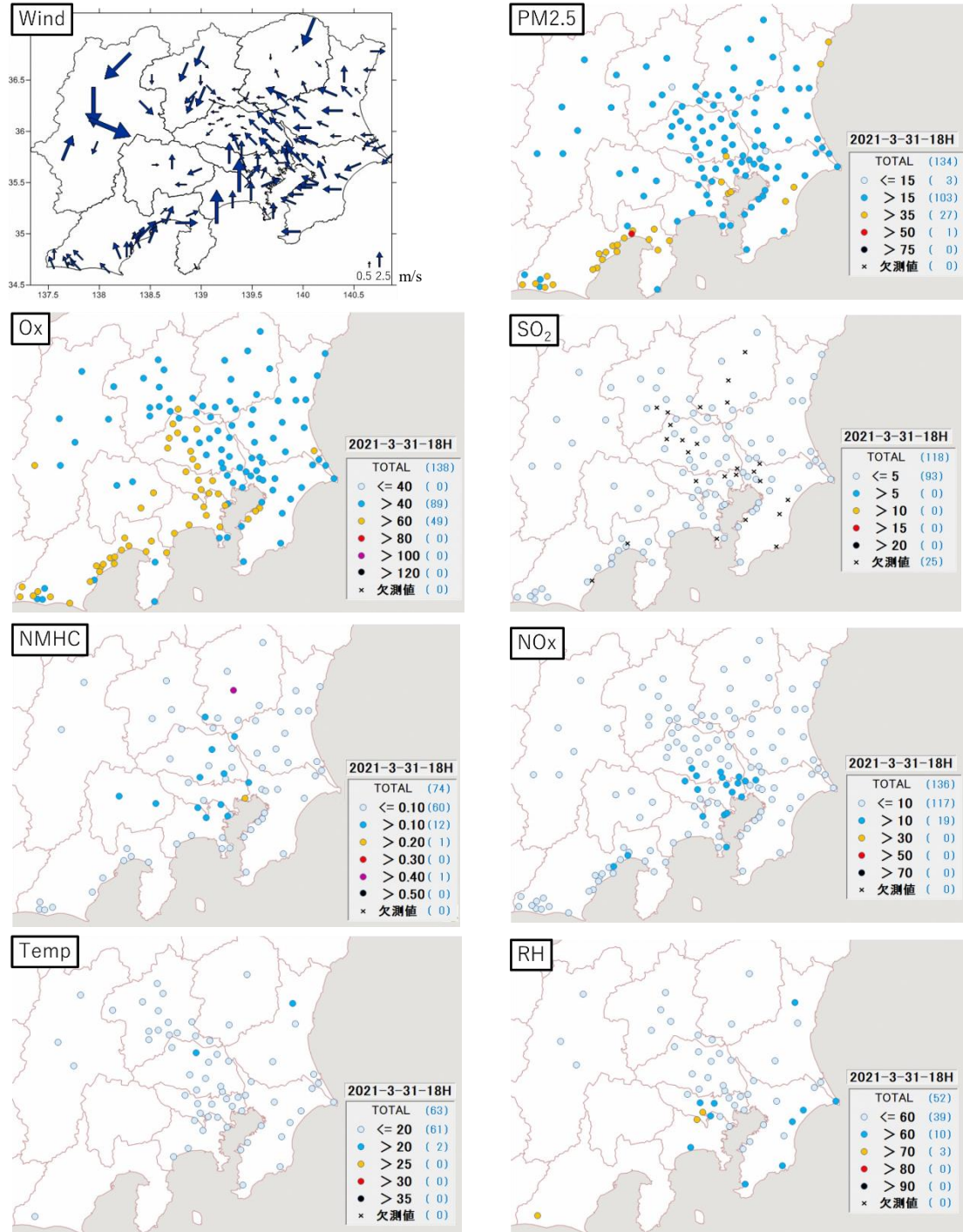


図 4-2-17 PM2.5 質量濃度等の分布状況 10

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

3月31日 24:00

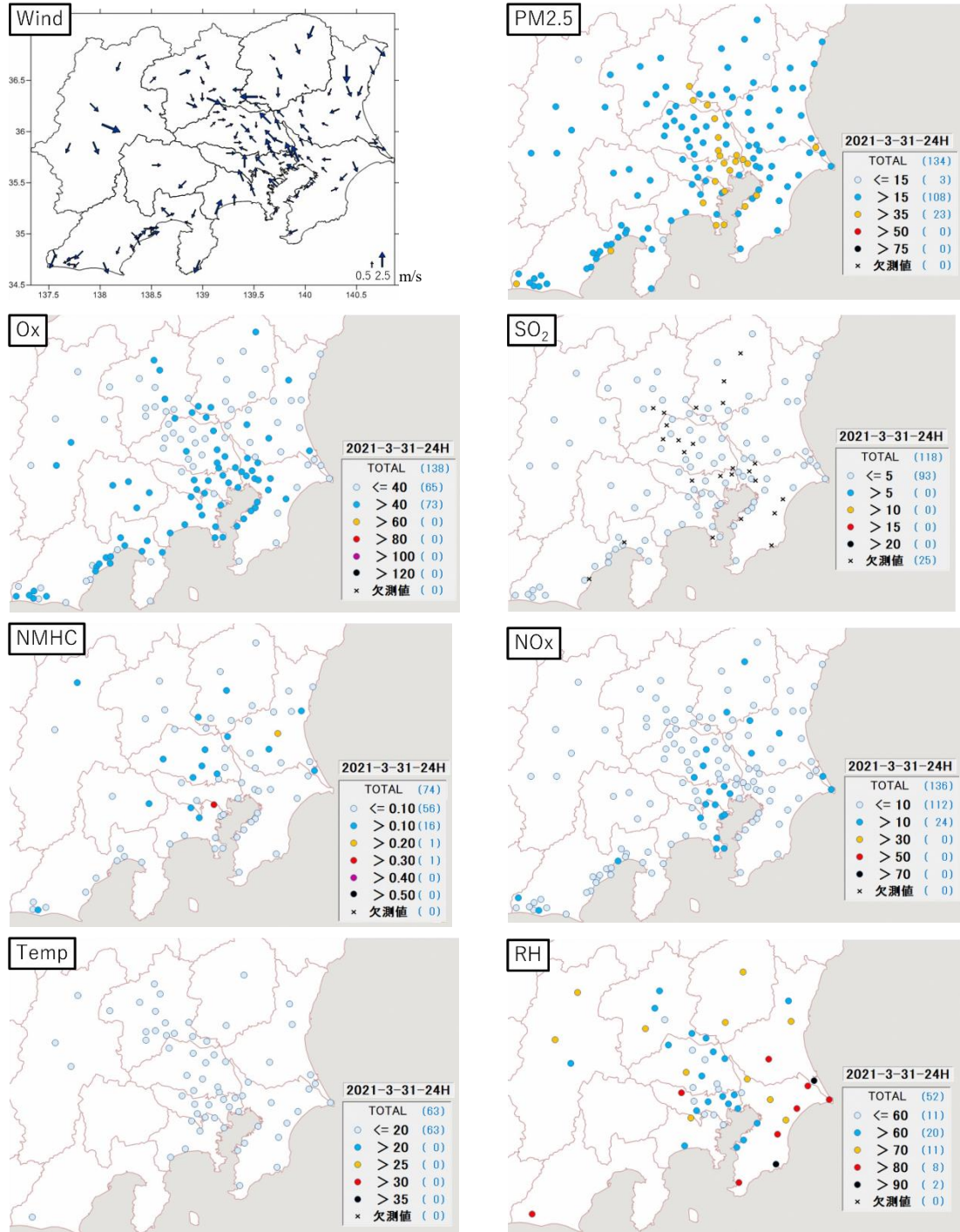


図 4-2-18 PM2.5 質量濃度等の分布状況 11

(単位 : PM2.5 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NMHC : ppmC、Temp : $^{\circ}\text{C}$ 、RH : %、その他 : ppb)

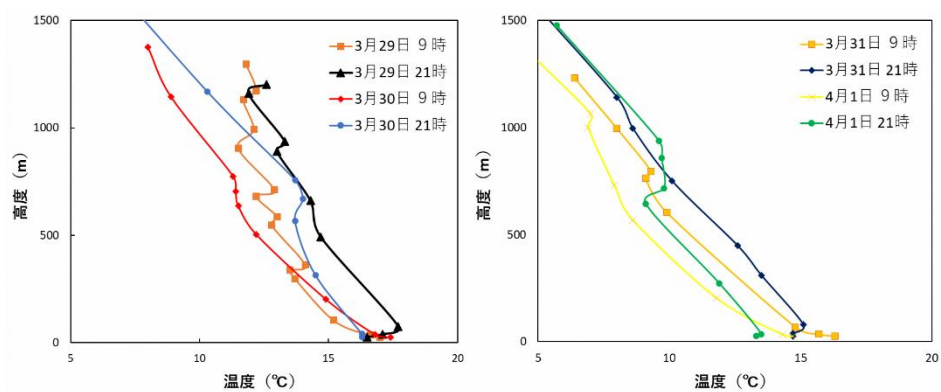


図 4-2-19 館野の高度別気温の鉛直分布
 (気象庁過去データ <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/upper/index.php>)

5 発生源寄与の推定

5.1 計算方法

発生源寄与の推定では、レセプターモデルの一つである CMB(Chemical Mass Balance)法を使用した。発生源寄与の推定には平成 27 年度からと同様に、マニュアル^{1),2)}が整備されていることから、米国 EPA が提供する解析用ソフトウェア EPA-CMB8.2 を使用して行った。このソフトウェアでは、環境 PM2.5 中の各成分濃度（環境データ）と発生源プロファイルから、有効分散最小自乗法により発生源寄与濃度が推定される。

CMB 法での発生源寄与計算の確からしさは、使用する発生源プロファイルの妥当性に大きく依存する。昨年度までは、東京都微小粒子状物質検討会報告書³⁾を参考に一次粒子の発生源として土壌・道路粉じん、海塩粒子、石油燃焼、廃棄物燃焼、鉄鋼工業、自動車排ガス、ブレーキ粉じん、植物燃焼を使用してきた。しかし、これらのプロファイルには近年に測定されたものではないものもあり、現状を反映していない可能性がある。今回、令和 2 年度までの報告書で使用してきた発生源プロファイルのうち、石油燃焼および廃棄物燃焼を近年採取された試料を用いて構築された⁴⁾、LSA 重油ボイラーおよび廃棄物焼却炉のプロファイルを用いて、それぞれ石油燃焼、廃棄物燃焼として更新することとした。プロファイルの変更に伴う計算結果の変化等は「補足説明」に記載した。

CMB 法は主に一次粒子の発生源寄与解析に使用されるものであるが、二次粒子を発生源プロファイルに加え寄与を解析する例も報告されており²⁾、本報告書でも二次粒子として、硫酸アンモニウム $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ (SO_4^{2-} : 72.7%、 NH_4^+ : 27.3%)、硝酸アンモニウム $[\text{NH}_4\text{NO}_3]$ (NO_3^- : 77.5%、 NH_4^+ : 22.5%)、塩化アンモニウム $[\text{NH}_4\text{Cl}]$ (Cl^- : 66.3%、 NH_4^+ : 33.7%)、有機炭素 $[\text{OC}]$ (OC:100%)を発生源として加えた 12 発生源とした。

解析対象の成分は、発生源プロファイルに含まれており、各発生源で特徴的な成分である、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、V、Fe、Mn、Sb、OC、EC に加え、環境データで検出下限値未満の比率が 20%未満である成分(表 5-1-1)とし、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、Ti、V、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、As、Se、Rb、Sb、Ba、La、OC、EC の 21 項目を使用した。前述した特徴的な成分が一つでも欠測している日および EC=0 の日を除いた日を計算に使用する有効日とし、有効日について検出下限値未満の比率を算出した。イオン成分、無機成分が重複している元素(Na, K, Ca)については、イオン成分のみを解析対象とした。

表記については、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ は、「二次（硫酸塩）」、 NH_4NO_3 は「二次（硝酸塩）」、 NH_4Cl は「二次（塩化物）」、二次有機エアロゾルについては「二次（OC）」とした。なお、二次（OC）は、OC の計算値に 有機エアロゾルの係数として 1.6 を乗じて算出した。また、質量濃度の実測値と計算値の差については「その他」と表記した。

発生源プロファイルは、環境省調査⁵⁾で使用されたもののうち、東京都の報告³⁾で使用されている土壌・道路粉じん、海塩粒子、鉄鋼工業、自動車排ガス、ブレーキ粉じんを引用した。植物燃焼については、東京都³⁾が構築した方法と同様に、EPA のデータベース SPECIATE4.2⁶⁾から Agricultural Burning-Composite (No.91000 : 9 種類の小麦、稲わらのプロファイルの中央値) の元データと東京都調査⁷⁾による稲わらおよび雑草・剪定枝の 2 つのデータを合わせた計 11 データの中央値とした。

計算は、各地点 1 日ごとに発生源寄与を計算し、季節ごとの平均の発生源寄与および高濃

度日の発生源寄与を算出した。

測定誤差 (uncertainty) については、環境データに誤差情報がないため、マニュアル²⁾を参考に一律 20%とした。検出下限値未満のデータの取り扱いについては、測定値を 0 とし、測定誤差として検出下限値を与えた。

CMB8.2 での計算は Source Elimination のオプションを選択し解析した。これは「負の寄与となる発生源について除外して再計算する」ものである。

以上、本報告書における CMB 計算の設定条件をまとめると以下の通りとなる。

- ① 計算に用いる環境データは、指定した各季節の調査期間 14 日間を対象とし、1 日単位で計算した。
- ② 解析対象成分は発生源に特徴的な成分に検出下限値未満の比率が 20%未満である成分を加えた計 21 成分とした。
- ③ CMB 計算に使用する成分が 1 つでも欠ける場合および EC の値が 0 以下となった日は、その日は欠測扱いとした。
- ④ 測定誤差 (uncertainty) は測定値の 20%とした。検出下限値未満の成分の測定値は 0 とし、検出下限値の値を測定誤差とした。
- ⑤ CMB 計算のオプションは Source Elimination を選択した。

表 5-1-1 検出下限値未満の比率

	DL未満日数	有効日数	DL未満率 %
Cl ⁻	254	1188	21
NO ₃ ⁻	71	1188	6
SO ₄ ²⁻	7	1188	1
Na ⁺	40	1188	3
NH ₄ ⁺	3	1188	0
K ⁺	50	1188	4
Ca ²⁺	318	1188	27
Ti	144	1188	12
V	68	1188	6
Cr	272	1188	23
Mn	13	1188	1
Fe	15	1188	1
Co	337	1188	28
Ni	222	1188	19
Cu	40	1188	3
Zn	79	1188	7
As	42	1188	4
Se	140	1188	12
Rb	61	1188	5
Sb	21	1188	2
Ba	26	1188	2
La	71	1188	6

表 5-1-2 発生源プロファイル

g/g	石油燃焼		廃棄物燃焼		土壌・道路粉じん		海塩粒子		鉄鋼		プレーキ粉じん	
Na ⁺	2.5E-03	1.3E-03	5.8E-02	2.9E-02	1.3E-02	2.7E-03	3.0E-01	1.5E-02	1.4E-02	2.7E-03	7.6E-03	3.9E-03
NH ₄ ⁺	4.6E-02	2.3E-02	1.7E-03	8.5E-04	6.1E-03	9.7E-04	0	0	0	0	0	0
K ⁺	4.2E-04	2.1E-04	4.9E-02	2.5E-02	1.3E-02	3.4E-03	1.1E-02	1.1E-03	1.3E-02	2.6E-03	3.5E-03	6.4E-03
Cl ⁻	0	0	2.1E-01	1.1E-01	3.4E-04	1.5E-04	5.5E-01	2.8E-02	3.4E-02	6.8E-03	1.3E-02	7.0E-04
NO ₃ ⁻	6.3E-04	3.2E-04	4.3E-04	2.2E-04	1.9E-04	1.2E-04	0	0	0	0	0	1.5E-03
SO ₄ ²⁻	5.3E-01	2.7E-01	1.1E-01	5.5E-02	5.7E-04	4.5E-04	7.8E-02	1.6E-02	0	0	4.9E-03	2.5E-03
OC	5.5E-02	2.1E-02	2.2E-02	6.2E-03	6.9E-02	2.8E-02	0	0	0	0	8.0E-02	3.1E-02
EC	1.0E-04	2.9E-02	2.3E-02	1.6E-02	1.3E-02	4.1E-03	2.8E-08	2.8E-08	5.0E-03	5.0E-03	1.5E-01	7.6E-02
Ti	2.4E-03	1.2E-03	1.6E-03	8.0E-04	5.1E-03	5.4E-04	2.9E-08	1.5E-08	1.0E-03	2.0E-04	9.0E-03	1.2E-05
V	9.5E-05	4.8E-05	1.0E-05	5.0E-06	1.1E-04	3.5E-05	5.8E-08	1.7E-08	1.3E-04	2.5E-05	5.9E-05	8.4E-05
Mn	2.4E-04	1.2E-04	5.8E-04	2.9E-04	1.1E-03	3.9E-04	5.8E-08	1.7E-08	2.2E-02	2.2E-03	7.2E-04	1.8E-02
Fe	1.3E-02	6.5E-03	8.0E-03	4.0E-03	5.3E-02	6.4E-03	2.9E-07	8.7E-08	1.6E-01	1.6E-02	9.1E-02	3.2E-06
Co	1.6E-05	8.0E-06	1.1E-05	5.5E-06	2.2E-05	9.5E-06	1.5E-08	4.5E-09	4.4E-05	4.4E-05	1.6E-05	4.8E-05
Ni	9.7E-04	4.9E-04	3.9E-04	2.0E-04	8.0E-05	7.0E-05	1.5E-08	4.5E-09	2.9E-03	2.9E-03	9.6E-05	2.6E-06
Cu	7.9E-05	4.0E-05	1.8E-03	9.0E-04	2.7E-04	1.7E-04	1.7E-08	5.1E-09	3.7E-03	3.7E-03	1.3E-02	6.5E-04
Zn	6.7E-04	3.4E-04	1.7E-02	8.5E-03	1.3E-03	8.0E-04	2.9E-08	8.7E-09	5.2E-02	1.0E-02	3.3E-03	4.4E-06
As	8.4E-06	4.2E-06	4.8E-05	2.4E-05	1.1E-05	4.2E-06	2.9E-08	8.7E-09	1.0E-04	1.0E-04	2.2E-05	1.8E-06
Se	6.8E-06	3.4E-06	5.7E-06	2.9E-06	1.4E-06	5.5E-07	1.2E-07	3.6E-08	5.1E-05	5.1E-05	3.5E-06	9.8E-06
Rb	1.5E-06	7.5E-07	1.9E-04	9.5E-05	5.6E-05	1.8E-05	3.5E-06	1.1E-06	7.7E-05	7.7E-05	2.1E-05	5.9E-05
Sb	1.7E-06	8.5E-07	1.4E-04	7.0E-05	1.3E-05	7.4E-06	1.4E-08	4.2E-09	9.0E-05	9.0E-05	2.1E-03	5.1E-06
Ba	8.9E-05	4.5E-05	4.6E-04	2.3E-04	5.0E-04	8.5E-05	8.6E-07	2.6E-07	5.0E-04	5.0E-04	1.2E-02	1.4E-06
La	7.9E-07	4.0E-07	2.4E-06	1.2E-06	3.1E-05	1.1E-05	9.0E-09	2.7E-09	9.8E-06	9.8E-06	7.0E-06	4.8E-06
g/g	自動車排ガス		植物燃焼		二次(硫酸塩)		二次(硝酸塩)		二次(塩化物)		二次(OC)	
Na ⁺	7.6E-05	7.6E-06	6.6E-03	1.3E-03	0	0	0	0	0	0	0	0
NH ₄ ⁺	0	0	1.3E-02	2.5E-03	2.7E-01	2.7E-02	2.3E-01	2.3E-02	3.4E-01	3.4E-02	0	0
K ⁺	2.0E-04	2.0E-05	6.3E-02	1.3E-02	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl ⁻	2.0E-04	2.0E-05	2.6E-02	5.2E-03	0	0	0	0	6.6E-01	6.6E-02	0	0
NO ₃ ⁻	0	0	2.0E-03	4.1E-04	0	0	7.7E-01	7.7E-02	0	0	0	0
SO ₄ ²⁻	2.2E-02	2.2E-03	1.6E-02	3.2E-03	7.3E-01	7.3E-02	0	0	0	0	0	0
OC	2.5E-01	2.5E-02	4.1E-01	8.3E-02	0	0	0	0	0	0	1.0E+00	1.0E-01
EC	4.9E-01	4.9E-02	9.7E-02	1.9E-02	0	0	0	0	0	0	0	0
Ti	1.5E-04	1.5E-05	1.0E-05	2.0E-06	0	0	0	0	0	0	0	0
V	7.3E-06	7.3E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn	1.9E-05	1.9E-06	1.0E-05	2.0E-06	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	9.9E-04	9.9E-05	1.0E-04	2.0E-05	0	0	0	0	0	0	0	0
Co	1.5E-06	1.5E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni	9.9E-06	9.9E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	1.1E-04	1.1E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	6.2E-04	6.2E-05	1.0E-04	2.0E-05	0	0	0	0	0	0	0	0
As	3.7E-06	3.7E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Se	1.7E-06	1.7E-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rb	4.9E-07	4.9E-08	1.0E-04	2.0E-05	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb	2.0E-05	2.0E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba	9.9E-05	9.9E-06	2.5E-04	5.0E-05	0	0	0	0	0	0	0	0
La	3.4E-07	3.4E-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

各発生源の右側の数値は誤差を示す。

5.2 各季節の計算結果

各地点の季節ごとの平均の発生源寄与量および寄与率を図 5-2-1～図 5-2-4 に、全地点の季節ごとの平均の発生源寄与量および寄与率を図 5-2-5 に示した。なお、寄与率は発生源寄与量推定結果のうち、その他を除いた総計に対する各発生源の百分率として算出した。結果が得られた日数は、5.1 で示した計算条件で欠測とした日、計算が収束しなかった日を除き、989 日となった（表 5-2-1）。

CMB8.2 では計算結果の統計的妥当性を示す指標として χ^2 値、 R^2 値が出力される。EPA のマニュアル²⁾による許容範囲は $\chi^2 < 4$ 、 $R^2 > 0.8$ であるが、本検討での平均値は $\chi^2 = 7.3$ 、 $R^2 = 0.75$ となり、許容範囲内となった比率はそれぞれ、5%、24%であった。

表 5-2-1 結果が得られた日数

	春	夏	秋	冬	合計
土浦	14	10	9	12	45
真岡	12	10	14	14	50
前橋	9	7	8	11	35
鴻巣	11	11	11	14	47
秩父	7	8	9	11	35
さいたま	12	11	14	14	51
市原	11	11	8	14	44
勝浦	10	10	14	14	48
富津	12	14	12	14	52
千葉	11	11	13	12	47
綾瀬	13	14	14	14	55
多摩	12	11	12	14	49
大和	13	14	13	14	54
横浜	9	12	8	13	42
川崎	8	6	11	14	39
相模原	11	12	12	14	49
甲府	12	12	8	7	39
長野	10	3	12	14	39
富士	12	11	10	7	40
吉田	12	6	11	13	42
静岡	13	14	9	12	48
浜松	6	12	11	10	39
合計	240	230	243	276	989

5.2.1 春季

春季の寄与率は二次（OC）が高く、24～47%を占め、全地点の平均値が 34%であった。次に二次（硫酸塩）が高く、14～31%を占め、全地点の平均値が 22%であった。次に寄与率が高い土壌・道路粉じんは8～17%を占め、全地点の平均値が 11%で他の季節よりも高めであった。また、一次粒子では土壌・道路粉じんに次いで、自動車排ガスが平均 10%と比較的高い寄与を示していた。二次（硝酸塩）の全地点の平均値も 11%と土壌・道路粉じんと同程度であったが、関東地方が高めで甲信静地方が低めの傾向があり地域差が見られた。

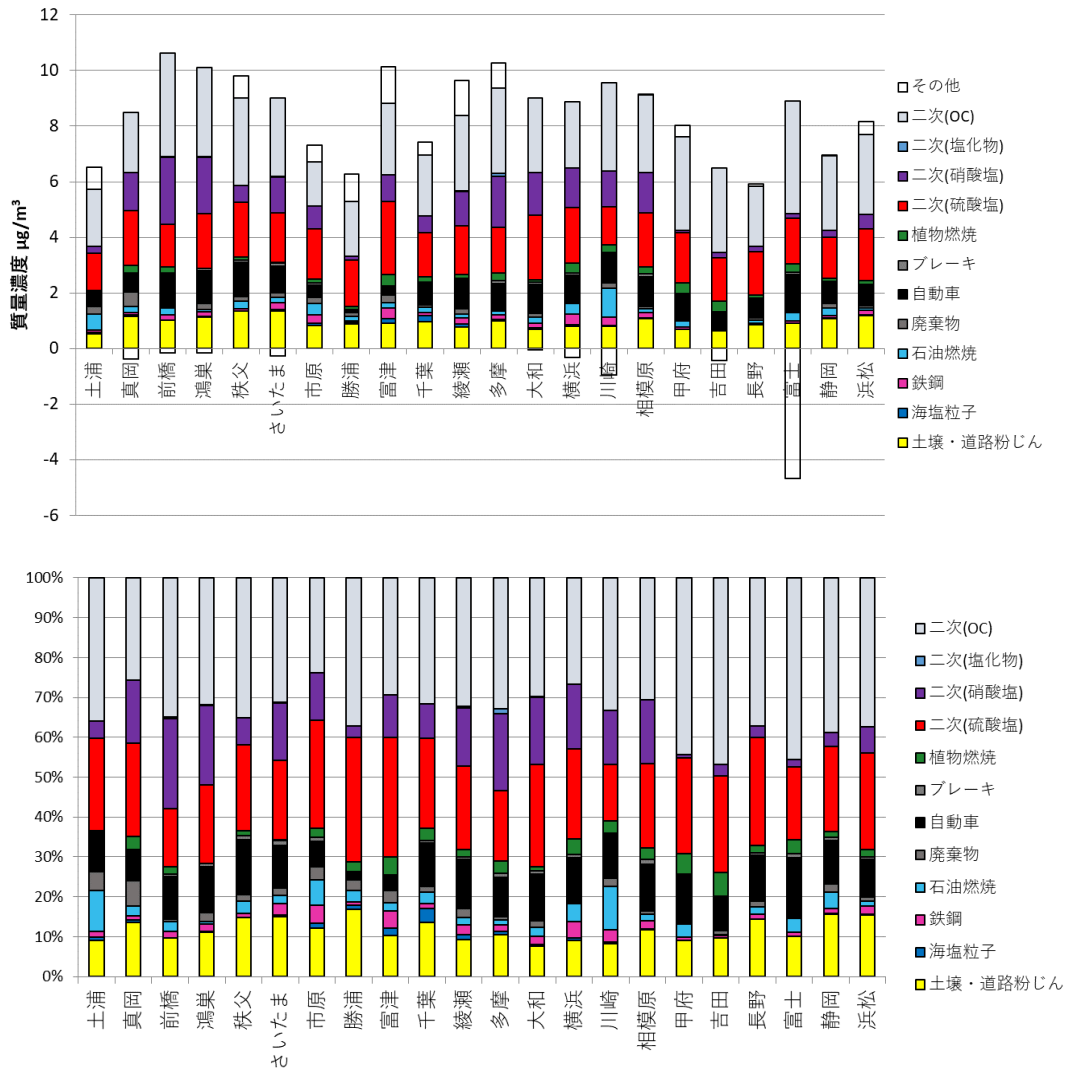


図 5-2-1 春季の発生源寄与量および寄与率推定結果

5.2.2 夏季

夏季の寄与率は二次（OC）が高く、33～64%を占め、全地点の平均値が49%であった。次に二次（硫酸塩）が高く、7～29%を占め、全地点の平均値が20%であった。3番目に寄与率が高い自動車は5～17%を占め、全地点の平均値が11%であった。4番目以降は全地点の平均値は石油燃焼、植物燃焼、土壌・道路粉じんの順になっているが、地点により各項目の寄与率の差異が大きかった。

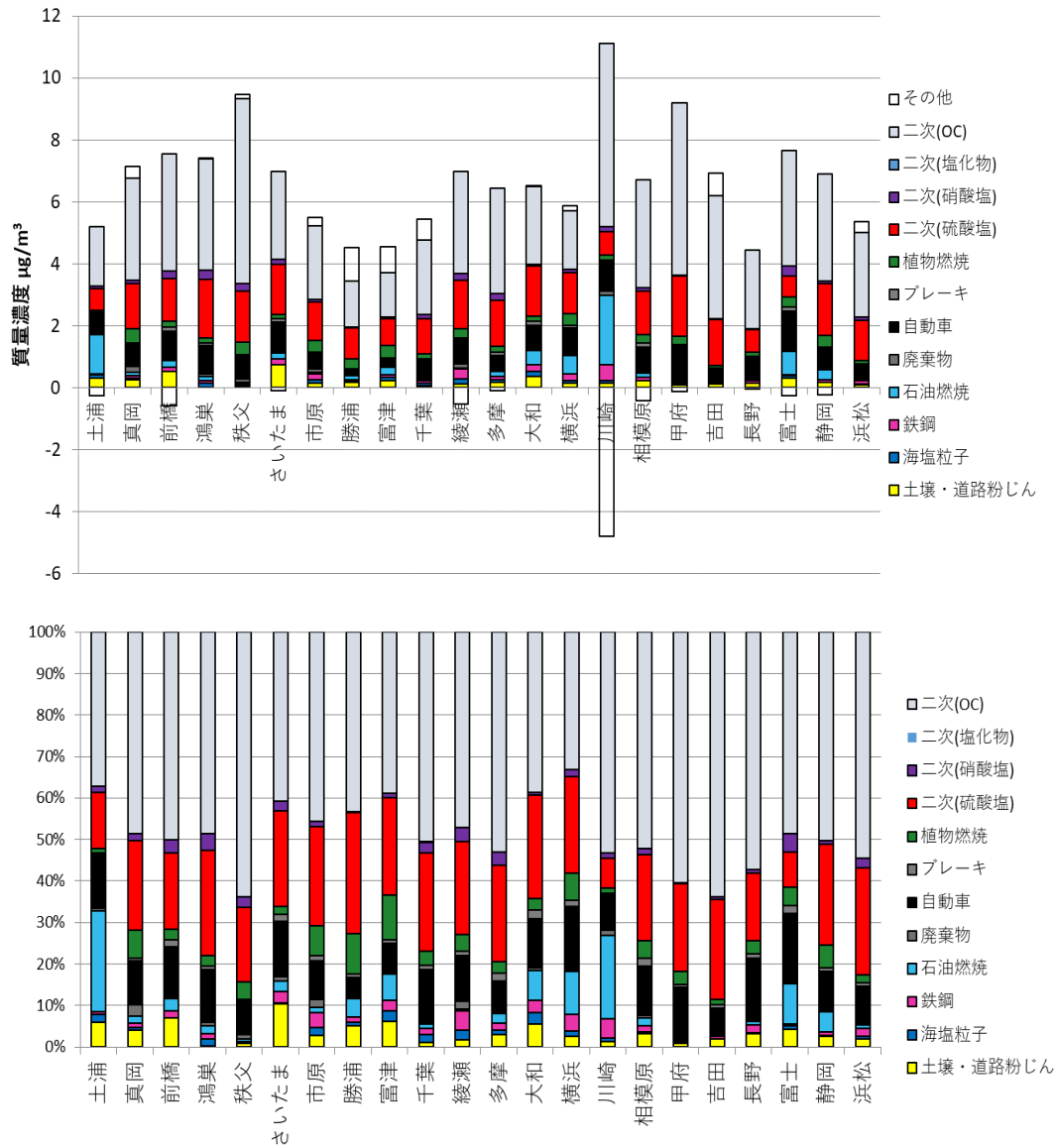


図 5-2-2 夏季の発生源寄与量および寄与率推定結果

5.2.3 秋季

秋季の寄与率は二次（OC）が最も高く、24～48%を占め、全地点の平均値が 35%であった。次いで二次（硫酸塩）が高く、11～25%を占め、全地点の平均値が 17%であった。3番目に寄与率が高い自動車は 11～22%を占め、全地点の平均値が 15%であった。二次（硝酸塩）の全地点の平均値も 14%と自動車と同程度であったが、横浜、市原、川崎などの関東地方の都市部では高い傾向があり地域差が見られた。

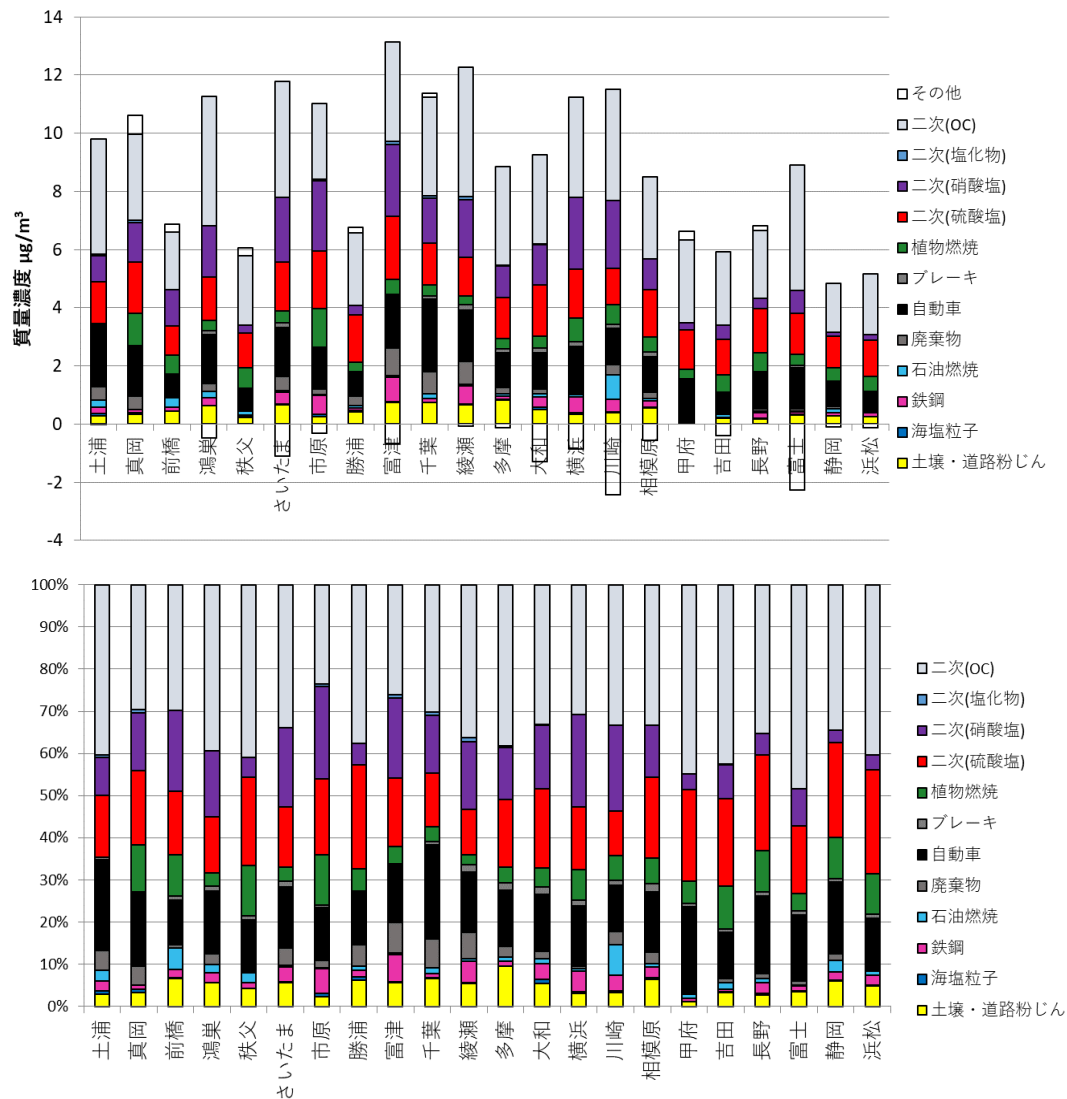


図 5-2-3 秋季の発生源寄与量および寄与率推定結果

5.2.4 冬季

冬季の寄与率は二次（OC）が最も高く、17～42%を占め、全地点の平均値が 26%であった。二次（硝酸塩）は、9～32%を占め、全地点の平均値が 23%と二次（OC）に次いで高くなっていたが、1/3 以上の地点で最も寄与率が高くなっており、地域差が見られた。3 番目に寄与率が高い二次（硫酸塩）は11～37%を占め、全地点の平均値が 18%であった。4 番目に寄与率が高い自動車は8～22%を占め、全地点の平均値が 13%であった。

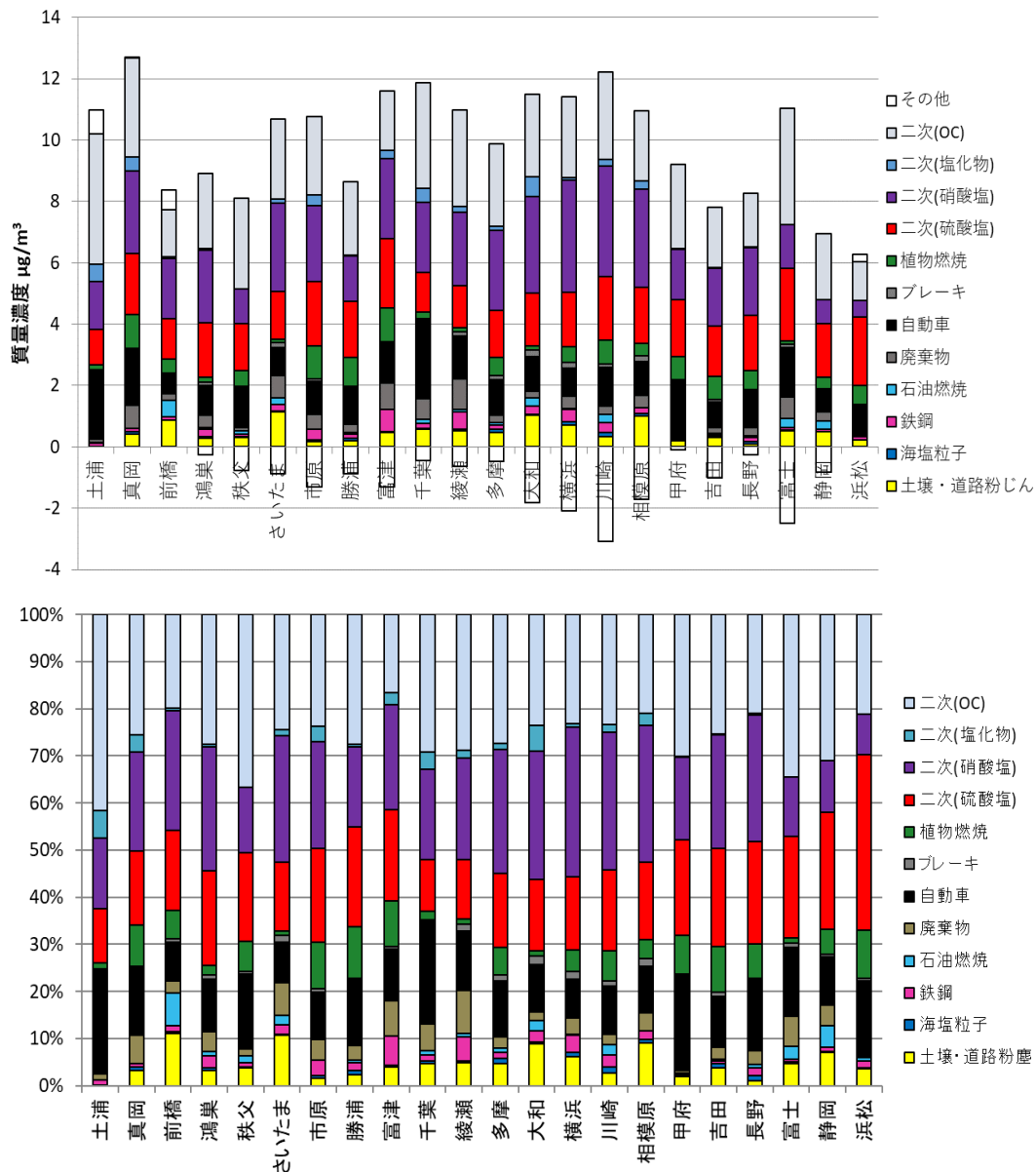


図 5-2-4 冬季の発生源寄与量および寄与率推定結果

5.2.5 季節ごとの平均濃度

寄与量は全季節を通じて二次粒子が高くなる傾向がみられ、二次（硝酸塩）は夏に低く、冬に高い季節性を示していたが、二次（OC）、二次（硫酸塩）の季節変動は小さかった。季節間の寄与率は、二次（硫酸塩）は大きな変動は見られなかったが、二次（OC）は夏が高く、二次（硝酸塩）は冬に高い傾向を示していた。また、一次粒子では、高い寄与率を示した自動車排ガスに大きな季節変動はみられず、土壌・道路粉じん、石油燃焼がそれぞれ春、夏に高くなる季節性が見られた。

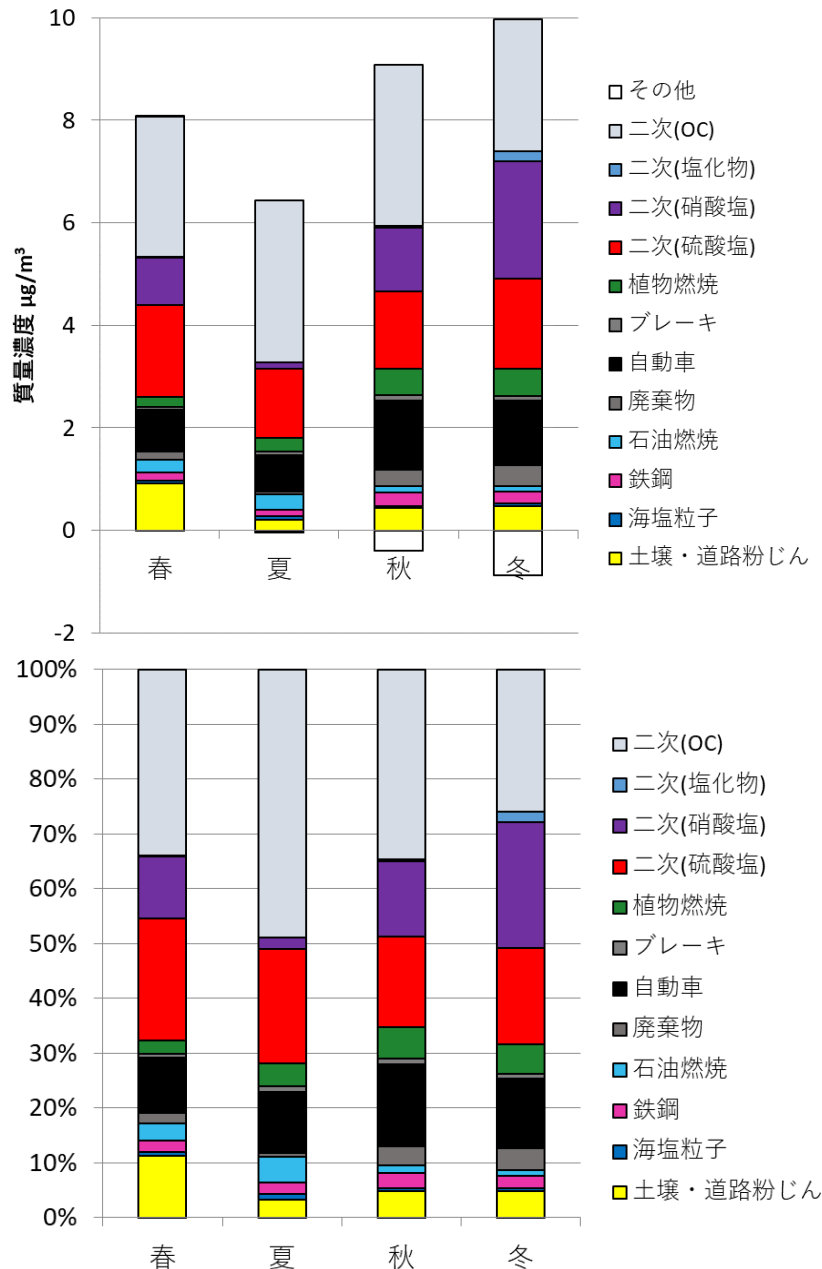


図 5-2-5 季節ごとの全地点平均の発生源寄与量および寄与率推定結果

5.3 高濃度日の解析

5.3.1 解析対象日

期間中に広域で高濃度を示した日について、濃度増加の要因を明らかにするために高濃度日を選定し、詳細な解析を行った。解析対象日は質量濃度が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた地点が複数ある日を候補とし、地点数が多い令和3年10月31日および令和4年1月26日の2日を選定した（表 5-3-1）。

表 5-3-1 質量濃度 $>15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の地点数上位 10 日

	地点数	最大濃度
1月26日	14	28
10月31日	11	32
1月23日	10	40
10月27日	4	21
1月25日	4	18
5月17日	2	18
5月20日	2	16
11月2日	2	16
1月27日	2	17
5月13日	1	17

5.3.2 計算結果

(1) 令和3年10月31日

10月31日の環境データから CMB 計算によって得られた 18 地点の発生源寄与量を図 5-3-1 に、10月31日と秋季平均の差分を図 5-3-2 に示した。10月31日に質量濃度が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となった地点では、二次粒子が全体の 61~78 %を占めており、特に二次（OC）、二次（硝酸塩）が高くなっていた。一次粒子では自動車排ガスが最も高く、全体の 10~21%の寄与があった。石油燃焼の寄与はほとんどみられず、土浦、さいたま、多摩、浜松以外は 0 であった。各地点の秋季平均と比較した一次粒子の増加幅は $-0.3 \sim 5.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、二次粒子は $0.3 \sim 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、主に二次（硝酸塩）の増加幅が大きかったが、自動車排ガスや植物燃焼の一次粒子も増加していた。

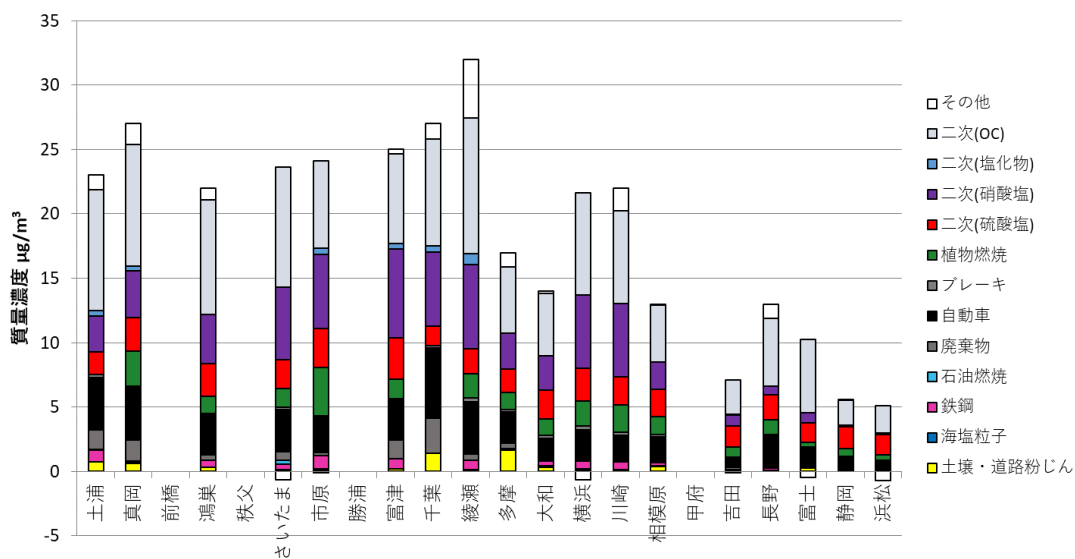


図 5-3-1 10月31日の発生源寄与

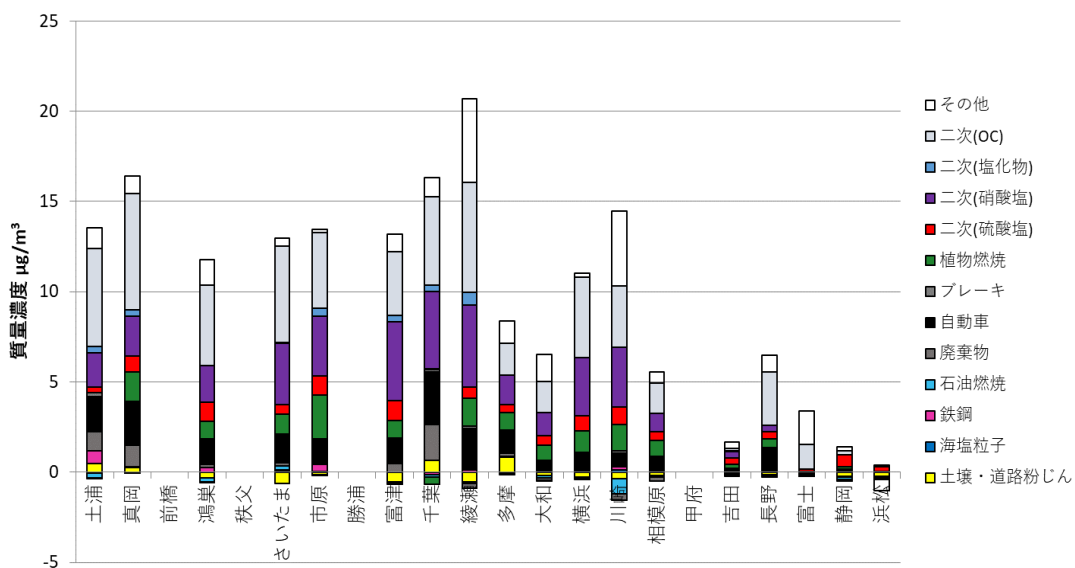


図 5-3-2 10月31日と秋平均の発生源寄与量の差分

(2) 令和4年1月26日

1月26日の環境データからCMB計算によって得られた19地点の発生源寄与量を図5-3-3に、1月26日と冬季平均の差分を図5-3-4に示した。1月26日に質量濃度が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となった地点では、二次粒子が全体の62~83%と高く、特に二次（硝酸塩）が顕著に高くなっていた。一次粒子の合計は最も高い千葉で $7.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で、それ以外の地点は $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回っていることも多く、全体的に低濃度であった。平均濃度との差分では、全体的に自動車排ガスの寄与の増加、二次（硝酸塩）の増加がみられた。増加幅はそれぞれ一次粒子が $-0.4 \sim 3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、二次粒子は $0.3 \sim 14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。二次（硝酸塩）は特に神奈川県内の4地点および多摩の比較的狭い範囲で、顕著に増加していた。

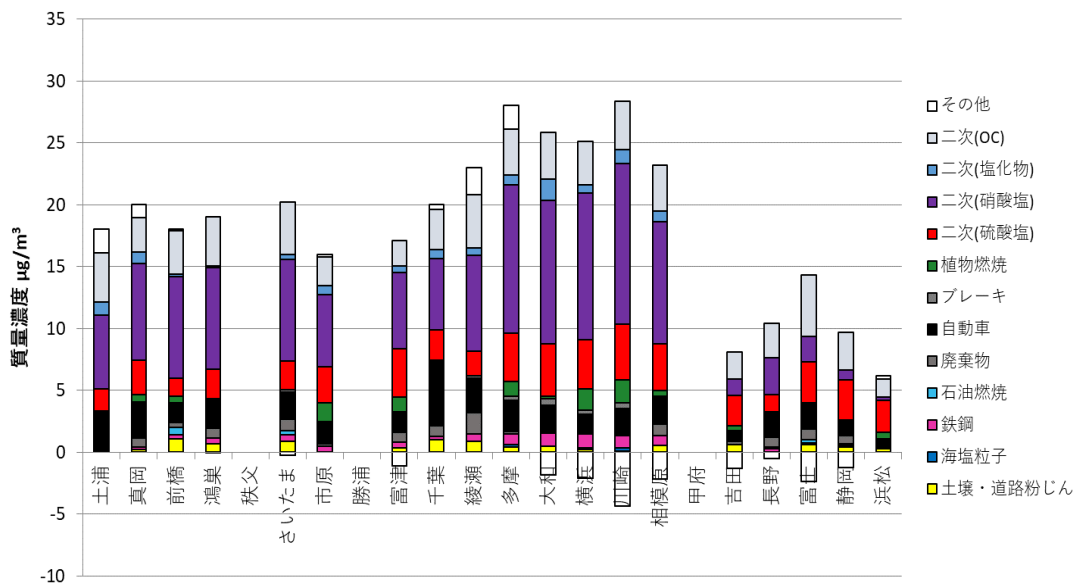


図 5-3-3 1月26日の発生源寄与

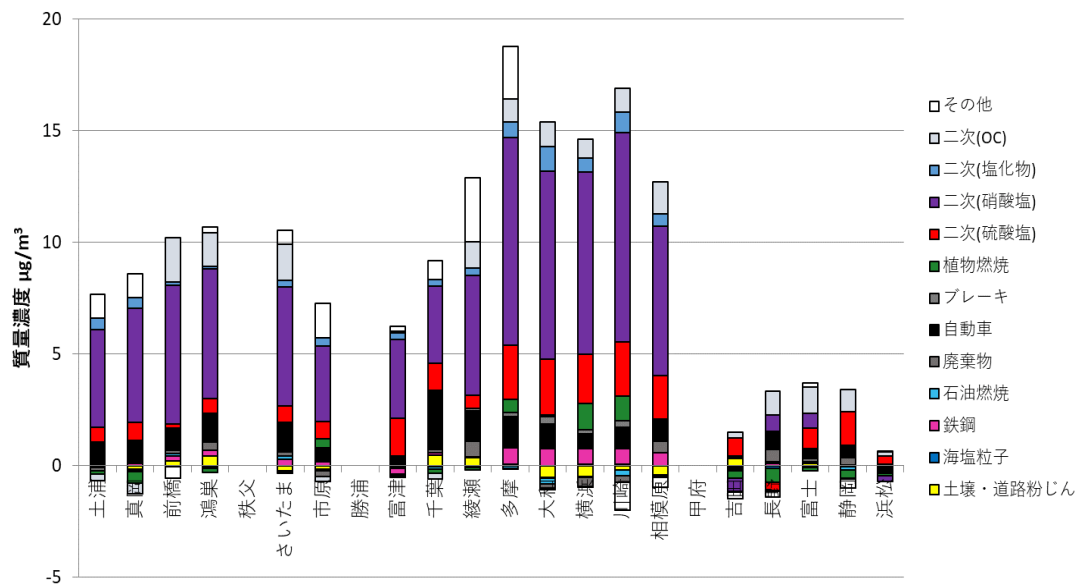


図 5-3-4 1月26日と冬平均の発生源寄与量の差分

5.4 まとめ

関東甲信静の22地点におけるPM2.5成分分析結果を用いてCMB法により発生源寄与量を推定した。その結果、一次粒子では自動車排ガスが通年で高い寄与率を示していた。その他の一次粒子は春には道路・土壌粉じん、夏に石油燃焼、秋、冬に植物燃焼が高くなる季節性を示した。二次粒子は通年で高い寄与率を示したが、季節によって傾向が異なり、二次（OC）は夏に、二次（硝酸塩）は冬に最も高くなっていた。二次（硫酸塩）は比較的変動が小さかった。

広域で高濃度を示した日に注目して解析したところ、次のように濃度増加の要因となった発生源や地点による違いを示した。

・10月31日

一次粒子、二次粒子ともに増加がみられ、主に自動車排ガス、植物燃焼、二次（硝酸塩）、二次（OC）の寄与が大きかった。

・1月26日

一次粒子の増加幅は比較的小さく、二次（硝酸塩）が大きく増加しており、特に神奈川県周辺の地点で増加が見られた。

今回の結果では、石油燃焼由来の寄与が高いと思われる東京湾沿岸部で、内陸部よりも低くなっている地点があった。沿岸部の環境は内陸部と異なり、ボイラー以外の大規模固定発生源や船舶等の石油燃焼由来の発生源の影響を強く受けていると考えられるため、推定結果が実際の状況を反映できていない可能性がある。また、発生源プロファイルを近年測定された新しいものに変更したが、統計的指標である R^2 値、 χ^2 値が許容範囲に収まる日は少数であった。今後も計算精度改善のために、使用する発生源プロファイルの検討を進めていく必要がある。

参考文献

- 1) EPA : EPA-CMB8.2 User's Manual
<http://www3.epa.gov/ttn/scram/models/receptor/EPA-CMB82Manual.pdf>
- 2) EPA : CMB Protocol
https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-10/documents/cmb_protocol.pdf
- 3) 東京都微小粒子状物質検討会：東京都微小粒子状物質検討会レセプターワーキング報告書－レセプターモデルによるPM2.5発生源寄与割合の推定－
http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/air_pollution/torikumi/pm25-report2011.files/9_Receptor_working_report.pdf
- 4) 飯島明宏：発生源プロファイルの刷新および複数のレセプターモデルの連携によるPM2.5発生源寄与推計（全国の環境研究機関の有機的連携によるPM2.5汚染の実態解明と発生源寄与評価，環境省環境研究総合推進費5B-1101終了成果報告書，菅田誠治編），2014年，pp.23～51
- 5) ムラタ計測機器サービス：平成20年度微小粒子状物質等実測調査（発生源寄与濃度の推計）報告書，2011年
- 6) USA EPA : SPECIATE4.2
<https://www.epa.gov/air-emissions-modeling/speciate>

7) 東京都微小粒子状物質検討会：微小粒子状物質（PM2.5）等発生源調査結果報告書
https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/air/air_pollution/torikumi/pm25-report2011.files/02_hassei.pdf

補足説明 発生源プロファイルの更新について

1 概要

CMB 法による発生源寄与量の精度は、計算に用いる発生源プロファイルの確からしさに大きく影響を受けることから¹⁾、信頼性のある結果を得るには、現状の発生源を反映したプロファイルを使用する必要がある。しかし、これまで使用してきたプロファイルのうち、植物燃焼以外は環境省調査²⁾で使用されたものとして様々な文献で使用されてはいるが、近年に測定されたものではなく、化学種の構成が現在の発生源とは異なっている可能性がある。そこで、発生源寄与計算の精度向上を目的として、石油燃焼および廃棄物燃焼プロファイルを飯島ら³⁾によって構築された発生源プロファイルを用いて更新することとした。

また、計算に使用する化学種は精度よく測定されているものでなくてはならない¹⁾。これまでは、東京都報告⁴⁾で使用された化学種のうち、検出下限値未満が多数であるとして Sc を除外していたが、明確な除外基準は設定されていなかったため、今回から、発生源プロファイル、環境データに共通する成分のうち検出下限値未満の比率が 20%以上ある化学種を除外することとした。ただし、各発生源の指標となる化学種については検出下限値未満の比率によらず計算に使用することとした。(固定して使用する化学種は本文に記載)

2 発生源プロファイルの違いについて

表 5-補-1、表 5-補-2 に新プロファイル、旧プロファイルの主要な成分を示した。石油燃焼は V 濃度が大幅に低下、廃棄物燃焼では、石油燃焼ほどの違いは見られないものの、K⁺や Cl⁻が低下しており、両発生源ともに指標とされる化学種が大きく変化している。

表 5-補-1 石油燃焼

g/g	新	旧	新/旧
SO ₄ ²⁻	0.53	0.32	1.66
NO ₃ ⁻	0.00063	0	-
Cl ⁻	0	0.00092	0
Na ⁺	0.0025	0.01	0.25
K ⁺	0.00042	0.00085	0.49
NH ₄ ⁺	0.046	0	-
OC	0.055	0	-
EC	0.0001	0.3	0.00033
V	0.000095	0.00638	0.01
Mn	0.00024	0.00012	2
Fe	0.013	0.0046	2.83
Sb	1.7E-06	6.9E-06	0.25

表 5-補-2 廃棄物燃焼

g/g	新	旧	新/旧
SO ₄ ²⁻	0.11	0	-
NO ₃ ⁻	0.00043	0	-
Cl ⁻	0.21	0.27	0.78
Na ⁺	0.058	0.12	0.48
K ⁺	0.049	0.2	0.25
NH ₄ ⁺	0.0017	0	-
OC	0.022	0	-
EC	0.023	0.05	0.46
V	0.00001	0.000027	0.37
Mn	0.00058	0.00033	1.76
Fe	0.008	0.0061	1.31
Sb	0.00014	0.00095	0.15

3 発生源プロファイルの更新、化学種の変更が発生源寄与推定に与える影響

計算条件が発生源寄与推定に与える影響を確認するために、石油燃焼および廃棄物燃焼プロファイルを更新した条件、化学種の選定条件を更新した条件を組み合わせた下記の 3 条

件で季節ごとの平均を求めた。計算に使用した化学種は、令和2年度までの報告書の条件を旧、本報告書での条件を新とし、表5-補-3に示した。

計算条件

- ① プロファイル更新 + 新化学種
- ② 旧プロファイル + 新化学種
- ③ 旧プロファイル + 旧化学種

表5-補-4および図5-補-1に条件ごとの発生源寄与季節平均を示した。条件①では、石油燃焼は、いずれの季節においても寄与が増加しており、廃棄物燃焼は夏以外の季節に増加がみられた。既存発生源への影響としては、植物燃焼の増加が顕著であったが、その他の発生源への影響は軽微であった。

また、化学種の変更による変化として、土壌・道路粉じんの減少、鉄鋼の増加、ブレーキの減少がみられた。

表5-補-3 使用した化学種

化学種	旧	新
SO ₄ ²⁻	○	○
NO ₃ ⁻	○	○
Cl ⁻	○	○
Na ⁺	○	○
K ⁺	○	○
Ca ²⁺	○	
NH ₄ ⁺	○	○
OC	○	○
EC	○	○
Al	○	
Zn	○	○
V	○	○
Cr	○	
Mn	○	○
Fe	○	○
Sb	○	○
La	○	○
As	○	○
Se	○	○
Ti		○
Ni		○
Cu		○
Rb		○
Ba		○

表5-補-4 条件ごとの発生源寄与季節平均 (μg/m³)

春	土壌・道路粉塵	海塩粒子	鉄鋼	石油燃焼	廃棄物	自動車	ブレーキ	植物燃焼
①	0.95	0.05	0.17	0.22	0.14	0.81	0.06	0.21
②	0.90	0.03	0.16	0.13	0.08	0.79	0.06	0.05
③	1.2	0.03	0.11	0.14	0.07	0.74	0.17	0.01
夏	土壌・道路粉塵	海塩粒子	鉄鋼	石油燃焼	廃棄物	自動車	ブレーキ	植物燃焼
①	0.23	0.06	0.13	0.31	0.05	0.72	0.07	0.27
②	0.24	0.05	0.12	0.19	0.04	0.66	0.08	0.14
③	0.55	0.05	0.07	0.25	0.05	0.61	0.10	0.03
秋	土壌・道路粉塵	海塩粒子	鉄鋼	石油燃焼	廃棄物	自動車	ブレーキ	植物燃焼
①	0.43	0.03	0.25	0.12	0.30	1.3	0.09	0.57
②	0.45	0.02	0.27	0.07	0.18	1.3	0.09	0.19
③	0.62	0.02	0.19	0.06	0.17	1.3	0.21	0.03
冬	土壌・道路粉塵	海塩粒子	鉄鋼	石油燃焼	廃棄物	自動車	ブレーキ	植物燃焼
①	0.48	0.05	0.20	0.11	0.42	1.2	0.09	0.57
②	0.47	0.04	0.21	0.07	0.21	1.2	0.08	0.24
③	0.61	0.05	0.15	0.08	0.21	1.2	0.16	0.08

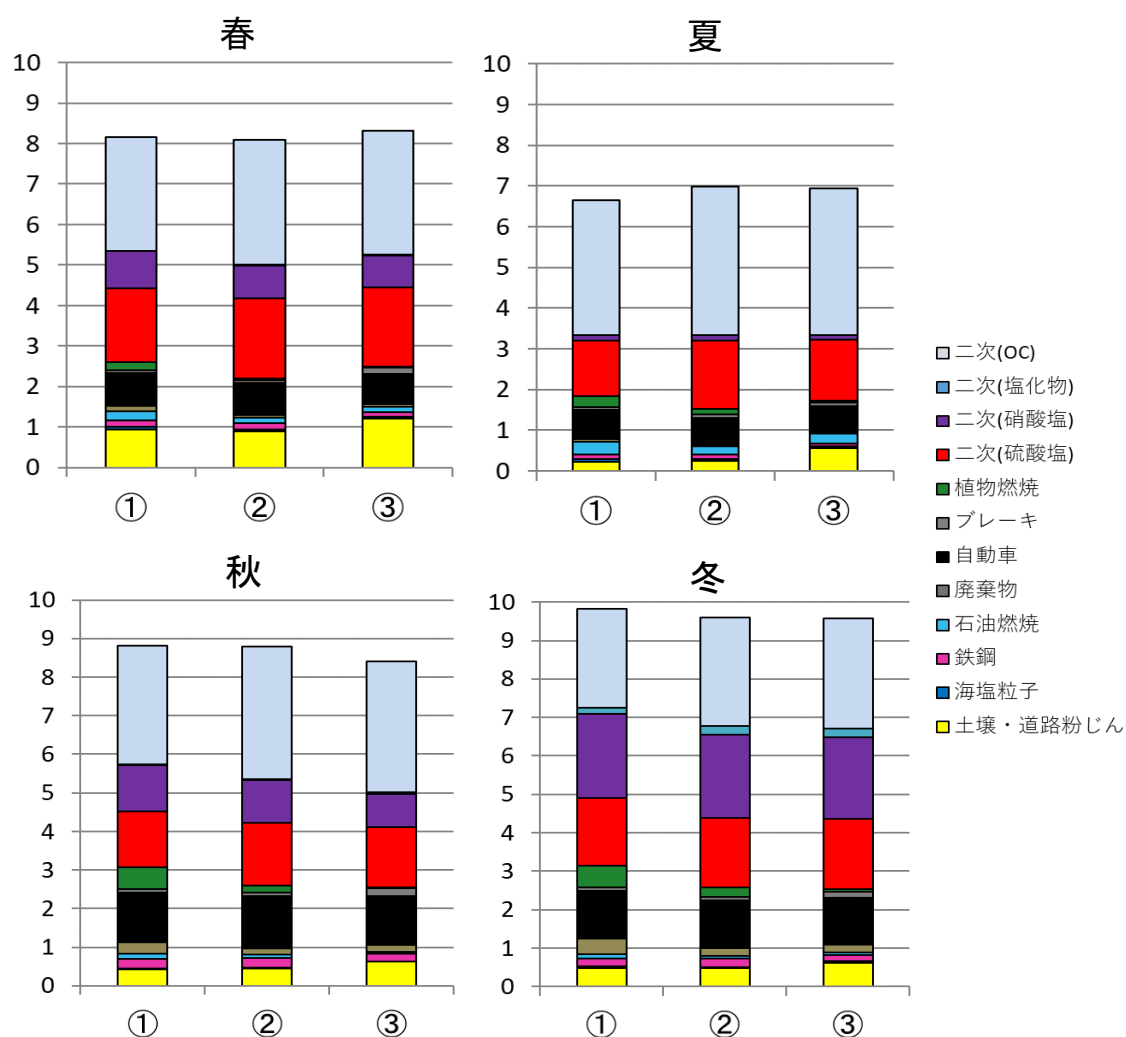


図 5-補-1 条件ごとの発生源寄与季節平均 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

参考文献

- 1) 飯島明宏：入門講座 大気モデル-第 5 講レセプターモデル-, 大気環境学会誌 46(4), 2011 年, pp.53~60
- 2) ムラタ計測機器サービス：平成 22 年度微小粒子状物質成分分析業務データ解析（発生源寄与濃度の推計）報告書, 2011 年
- 3) 飯島明宏：発生源プロファイルの刷新および複数のレセプターモデルの連携による PM2.5 発生源寄与推計（全国の環境研究機関の有機的連携による PM2.5 汚染の実態解明と発生源寄与評価, 環境省環境研究総合推進費 5B-1101 終了成果報告書, 菅田誠治編), 2014 年, pp. 23~51
- 4) 東京都微小粒子状物質検討会：東京都微小粒子状物質検討会レセプターワーキング報告書—レセプターモデルによる PM2.5 発生源寄与割合の推定—
http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/air_pollution/torikumi/pm25-report2011.files/9_Receptor_working_report.pdf

6 総括

6.1 まとめ

各季節の PM2.5 成分組成の概況では、PM2.5 質量濃度及び成分（イオン成分、炭素成分及び無機元素成分）について、季節毎に平均組成を算出し、各成分の濃度分布や前駆物質、関連物質との関係性を調べた。令和3年度における各調査期間の PM2.5 濃度の全地点平均値は、四季を通して $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と全体的に低い水準となり、特に夏季は $6.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下と例年よりも低い濃度となった。平均組成は、主要成分である OC、次いで SO_4^{2-} が年間を通して高く、 NO_3^- は主に冬季に高い傾向がみられた。 SO_4^{2-} は例年と比較して夏季の濃度が低く、季節変動はあまり見られなかった。また、鉄鋼工業、石油燃焼、海塩粒子などの発生源に特徴的な元素については、沿岸部や内陸部などの地域によって濃度に大きな差がみられ、それぞれ季節によっても影響の大きさが異なっていた。

年間の PM2.5 高濃度事象の発生状況では、136 地点の PM2.5 常時監視データの日平均値から、1 年間の PM2.5 高濃度日の発生状況について調査した。令和3年度は例年と比較して PM2.5 濃度が低く、高濃度日数は 1 日（1 地点）のみ、高濃度発生率は 0.002% であり、広範囲で日平均値 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた日はなかった。令和2年度末に高濃度事象が発生したことから、今回の調査では令和3年3月29日から4月1日までの期間を対象として、常時監視データを用いた詳細解析を行い、高濃度化の要因について考察した。30日から31日にかけては、気象庁により黄砂が観測されており、関東甲信静地域だけでなく全国的に PM2.5 濃度が高くなった。後方流跡線解析結果からも越境汚染が起きていた可能性が示唆され、この期間は黄砂を含む粒子状浮遊物質の移流が PM2.5 濃度上昇に影響を及ぼした可能性が高い。また、3月30日の夜遅くから未明にかけて埼玉県及び東京付近では微風であり、地域的に発生した大気汚染物質も滞留しやすい状況であったと示唆される。これらの地域的な汚染と越境汚染が複合して高濃度になった可能性が考えられる。

発生源寄与の推定では、22 地点の PM2.5 成分測定結果を用いて、CMB 法による発生源寄与解析を行った。季節別に発生源寄与率を計算し、各地点の発生源構成を明らかにするとともに、季節の傾向を比較・考察した。年間を通して寄与率は、二次生成による OC が最も高かった。二次粒子では OC が夏に、硝酸塩が冬に高くなる季節性が見られたが、硫酸塩には季節変動が見られなかった。一次粒子では自動車排ガスが通年で高い寄与率を示し、春に道路・土壌粉じん、夏に石油燃焼、秋と冬に植物燃焼が高くなる季節性を示した。また、広域で PM2.5 濃度が $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となった令和3年10月31日及び令和4年1月26日を対象として、同様の発生源解析を行い、濃度増加の要因を調査した。10月31日は一次粒子、二次粒子ともに増加がみられ、主に自動車排ガス、植物燃焼、二次生成による硝酸塩、OC の寄与が大きかった。1月26日は二次生成による硝酸塩が大きく増加しており、特に神奈川県周辺地点での増加がみられた。

6.2 今後の課題

令和2年以降、国内外における新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の広まりが社会・経済活動に多大な影響を及ぼした。そして、新型コロナウイルス感染症による社会・経済活動の強い制限によって大気汚染の改善が国内外でみられており、改めて社会・経済活動と大気質との密接な関連が明らかになった。国内のPM2.5は年々低下傾向であり、今年度の本調査結果についてもその傾向が続いていると考えられるが、今後は新型コロナウイルス感染症の影響のみならず、脱炭素社会への変革に向けた動きなど、社会・経済活動の変化を注視し、人為発生源の変化がPM2.5濃度へもたらす影響について考察することで、大気汚染対策への有効な知見の獲得へつなげていくことが重要である。

また、PM2.5は本調査地域内でも多くの地点で環境基準を達成しているが、令和2年には東京都がPM2.5の全局年平均値を令和12年度までに10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下とすることを新たな目標に掲げ、さらに令和3年にはWHO（世界保健機関）が大気汚染から健康を保護するためのガイドライン値を、10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ から引き下げて5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とするなど、PM2.5の更なる低減に向けた動きもみられる。PM2.5の濃度低減には、地域全体での連携が重要であり、関東甲信静の自治体が連携して調査検討を進める本調査会議の意義は大きい。

なお、本調査会議の情報発信の強化のため平成26年度にホームページ（<http://kanto-spm.org/>）を作成し、調査結果を公開している。また、本調査会議主催の講演会や大気環境学会年会においても、調査結果を発表している。今後も本調査会議の活動及び調査結果について、こうした情報発信を続けていく。

II 光化学オキシダント調査

1 調査目的

光化学オキシダントは二次生成物質であり、原因となる前駆物質の発生源の分布や風の流れを中心とした気象条件の影響が大きく、広域的に高濃度となるため、対策に向けた有用な知見を得るためには、自治体ごとよりも広域的に検討する必要がある。

このため、各自治体が常時監視データや前駆物質等の測定データを持ち寄り、濃度分布や経年変化などの汚染実態を把握し、高濃度の光化学オキシダント生成に影響を及ぼす VOC 発生源や気象要因を解析することは、効果的な対策を検討するために極めて重要である。

こうした状況の中、令和 2 年度はオリンピック・パラリンピック大会の開催が予定され、開催期間中は交通システムや労働状況が例年とは異なることが予想されたため、事業活動等の変化が光化学オキシダント及び関連物質の濃度に及ぼす影響を把握することを目的として、本調査会議において VOC 等測定調査の実施が提案された。実際には新型コロナウイルス感染症拡大のため 1 年延期となり、オリンピック・パラリンピック大会は令和 3 年度に実施され、本調査会議では大会前年の令和 2 年度及び大会開催の令和 3 年度のそれぞれ夏季に合同調査を実施した。

本報告書では、2 ヶ年にわたる VOC 等測定調査の結果を取りまとめた。加えて、令和 3 年度に発生した光化学オキシダント広域高濃度事例を抽出し、発生要因を解析するとともに、規模の大きかった 1 事例について、高濃度化の要因を考察した。さらには平成 23～30 年度（一部令和元年度を含む）の光化学オキシダントの経年推移について解析を行った。

2 VOC 測定調査

2.1 令和2年度測定調査

2.1.1 調査概要

大気試料を採取し、揮発性有機化合物 (VOC) 成分を測定するとともに常時監視測定データ等を用いて光化学オキシダント (Ox) 及び関連成分の濃度分布や移動状況を把握した。

2.1.2 調査内容

調査地域は関東地方大気環境対策推進連絡会 微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議自治体のうち、参加可能な自治体域とした。

調査期間は令和2年7月から9月のうち、次の日を候補とした。

- ①7月29日(水)～30日(木)、②8月4日(火)～5日(水)、
- ③8月19日(水)～20日(木)、④8月27日(木)～28日(金)、
- ⑤9月10日(木)～11日(金)

採取間隔は24時間を基本とし、可能な範囲で次のとおり分割した採取を行った。

パターン A【分割なし】：24時間採取。開始時刻は任意(9～10時頃を想定)

パターン B【昼夜2分割】：9時～17時(8h) + 17時～翌9時(16h)

パターン C【2時間間隔】：0時開始、以降2時間ずつ

測定項目はPAMS成分、HAPS成分及びアルデヒド(ホルムアルデヒド・アセトアルデヒド等)とした。また、Ox、窒素酸化物(NOx)、非メタン炭化水素(NMHC)、風向・風速、気温、湿度などの常時監視測定データを収集し、解析に使用した。

表 2-1-1 参加自治体

調査日	茨城県	栃木県	群馬県	埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県	山梨県	長野県	静岡県
7月29日	○	○	○	○		○	○	○	○	○
8月4日	○	○	○		△	○	○	○	○	
8月19日	○	○		○	○	○	○			
8月27日	○	○			○	○	○			
9月10日	○	○	○		○	○	○			

調査日	さいたま市	千葉市	横浜市	川崎市	相模原市	静岡市	浜松市	参加数	最大Ox濃度
7月29日	○	○	○	○			○	14	0.068
8月4日	○		○	○		△ _{8/3}	○	13	0.116
8月19日	*	○	○	○				10	0.168
8月27日	*	○	○	○			○	10	0.065
9月10日	○	○	○	○				10	0.064

△:午前中欠測 * :アルデヒド類のみ測定

2.1.3 調査結果

(1) 解析対象日の選定

各測定調査日における参加自治体を表 2-1-1 に示す。併せて各測定調査日における調査地域内の最大 Ox 濃度を示した。その結果、参加自治体数は 10 と少ないものの、最大 Ox 濃度が 0.168 ppm であった令和 2 年 8 月 19 日、次いで 0.116 ppm と比較的高濃度となった令和 2 年 8 月 4 日、Ox 濃度は低いものの参加自治体数が 14 と多かった令和 2 年 7 月 29 日の 3 事例を解析対象とした。

(2) 解析対象日の Ox 発生状況

①令和 2 年 7 月 29 日

関東地方では終日にわたり北東風が卓越し、Ox 濃度は低いまま推移した。静岡県西部では西風が入り、Ox 濃度が上昇したが、0.08 ppm に届かなかった (図 2-1-1)。

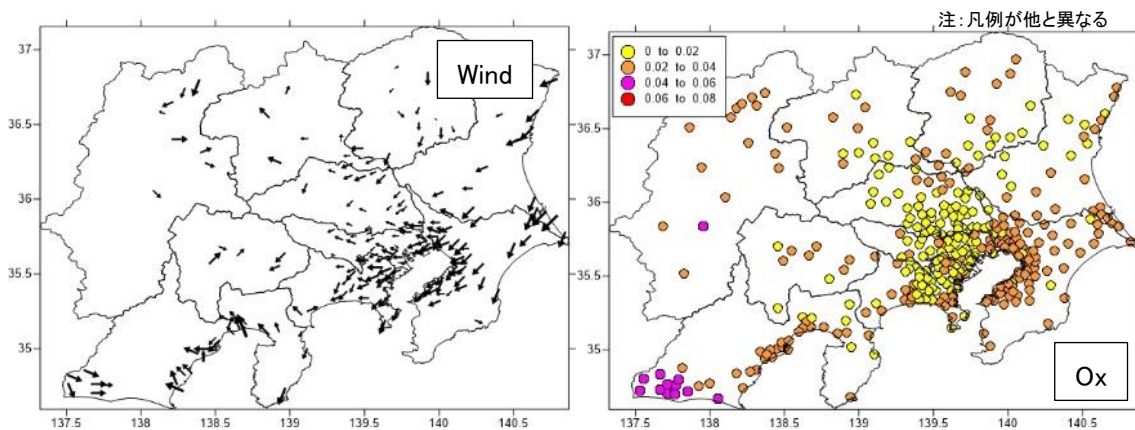


図 2-1-1 令和 2 年 7 月 29 日 12 時の風向風速及び Ox 濃度状況

②令和 2 年 8 月 4 日

午前中は北関東で弱い北風、東京湾岸で弱い南風が吹いていたが、昼頃から関東全域で南風になり、初めに千葉県北部で上昇し、埼玉県方面へ移流し、千葉県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県の県境帯で Ox 濃度が上昇した。15 時に埼玉県の都市部で 0.1 ppm を超える高濃度となり、その後汚染気塊は北上した。なお、東京都及び神奈川県では高濃度とならなかった (図 2-1-2)。

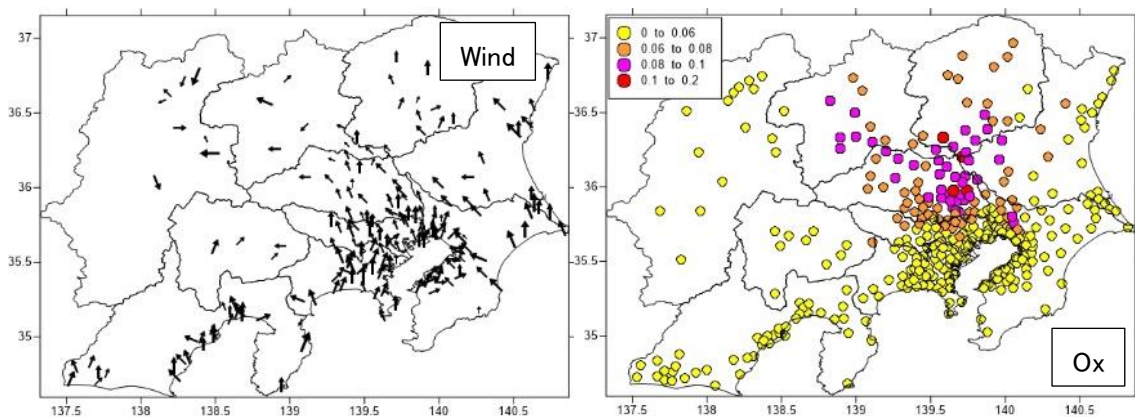
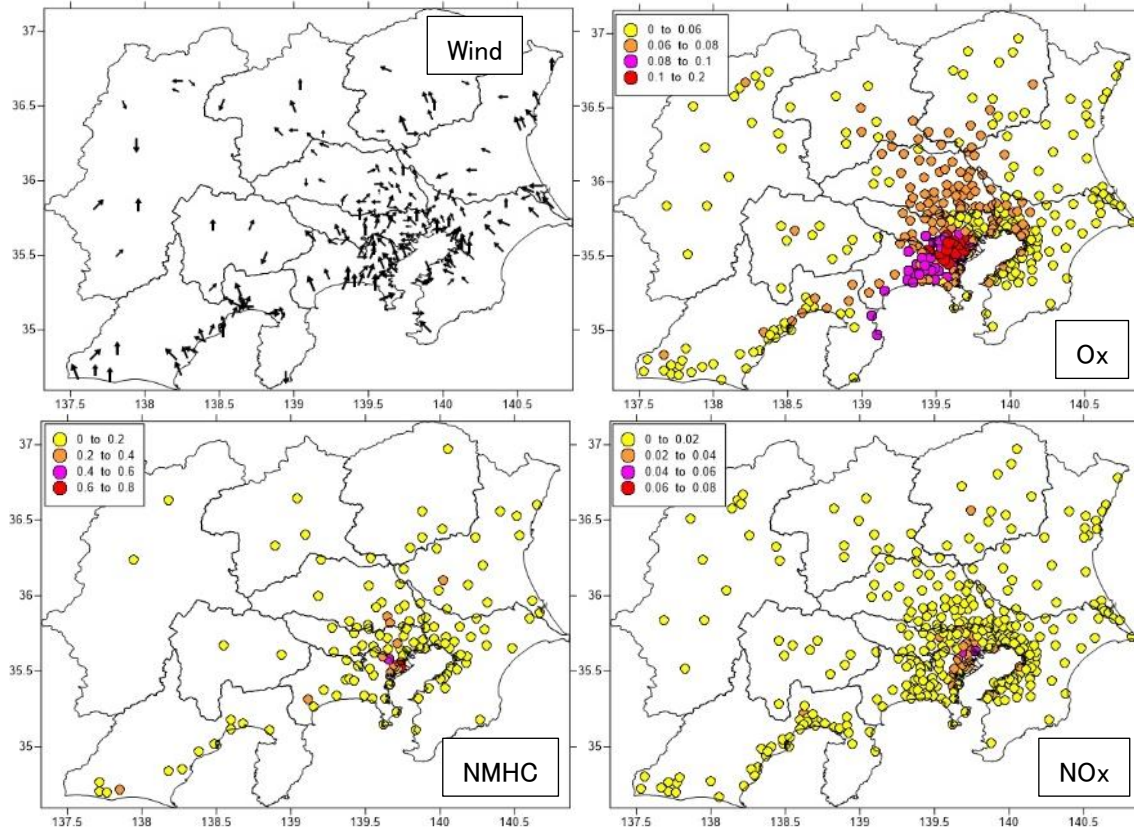


図 2-1-2 令和 2 年 8 月 4 日 15 時の風向風速及び Ox 濃度状況

(a)12時



(b)17時

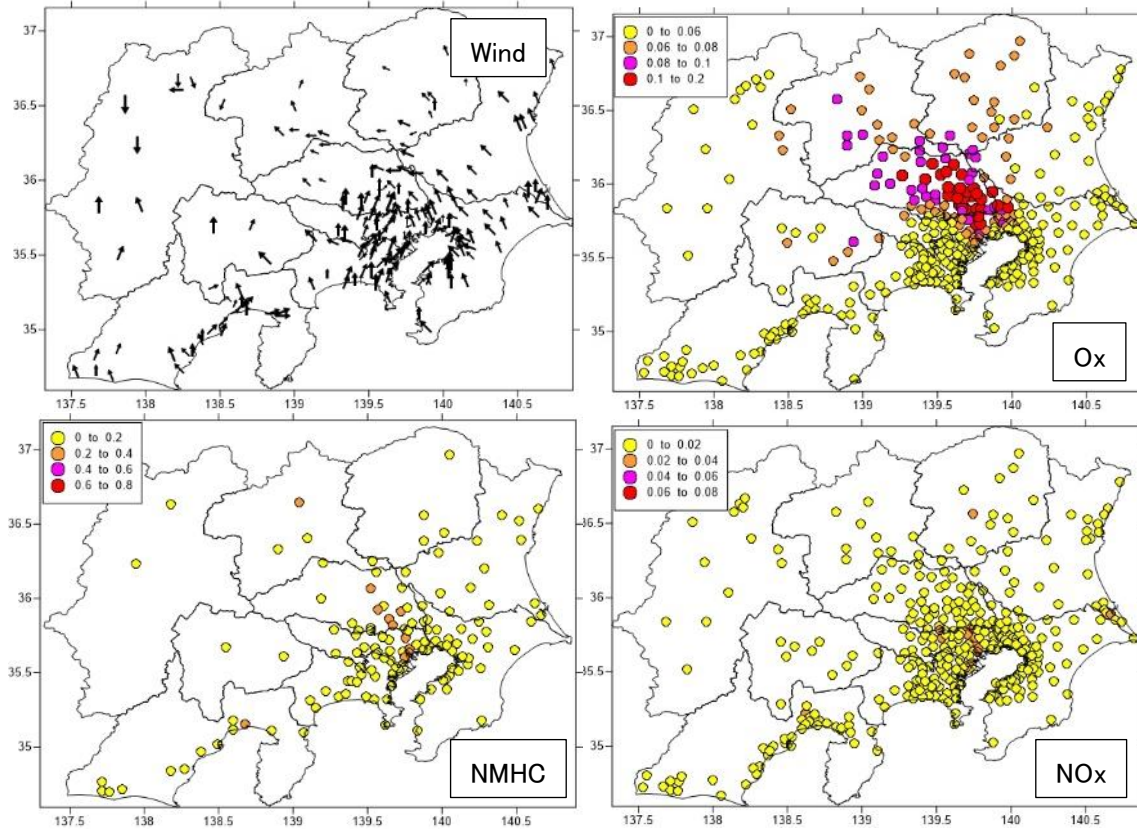


図 2-1-3 令和 2 年 8 月 19 日 12 時及び 17 時の風向風速及び大気汚染状況

③令和2年8月19日

早朝北東風が卓越していたが、徐々に南風に移行し、昼前に神奈川県でOx濃度が上昇した。同時刻にNMHC及びNOxも東京都東部で高濃度となっていた。その後南風により汚染気塊は北上し、東京都、埼玉県でOxが高濃度となり、NMHCも埼玉県で濃度上昇がみられたが、NOxについて埼玉県での濃度上昇はみられなかった(図2-1-3)。

(3) VOC測定地点及び測定状況

VOC測定調査を実施した測定地点を図2-1-4に示す。また、表2-1-2に測定地点、近傍の常時監視測定局及び採取時間を示した。近傍測定局でNMHCを測定していない場合、()内の測定局のデータを使用した。また、表2-1-3に各測定地点の最大測定項目数を表に示す。採取間隔及び分析項目が異なるため、以降の検討において、厳密な地点間の比較はできないこと、自治体によっては、測定日によっても項目数が異なることに注意が必要である。なお、海の森は江東と同じ、大和、川崎、千葉は横浜と同様である。

表2-1-2 各自治体のVOC測定地点、近傍常時監視局、採取時間

自治体	測定地点	測定地点略称	常時監視局	採取時間
茨城県	土浦保健所	土浦	土浦保健所	昼夜(10時～、18時～)
栃木県	栃木市上下水道局庁舎	栃木	栃木市役所 (小山市役所)	24h(10時～10時)
群馬県	衛生環境研究所	前橋	衛生環境研究所	昼夜(10時～、18時～)
埼玉県	環境科学国際センター	加須	環境科学国際C (鴻巣)	昼夜(6時～、18時～)
さいたま市	さいたま市役所	さいたま	さいたま市役所	昼夜(9時～、17時～)
千葉県	環境研究センター	市原	市原岩崎西	偶数時から1hおき (0時～0時)
千葉市	寒川小学校	千葉	寒川小学校	2h間隔(0時～0時)
東京都	東京都環境科学研究所	江東	江東区大島	2h間隔(0時～0時)
東京都	環境局中防合同庁舎	海の森	港区台場	2h間隔(0時～0時)
神奈川県	大和市役所	大和	大和市役所	2h間隔(0時～0時)
横浜市	中区本牧	横浜	中区本牧	2h間隔(0時～0時)
川崎市	大師測定局	川崎	大師測定局	2h間隔(0時～0時)
山梨県	山梨県衛生環境研究所	甲府	甲府富士見	昼夜(10時～、18時～)
長野県	環境保全研究所	長野	環境保全研究所	昼夜(9時～、17時～)
静岡県	鷹岡小学校	富士	鷹岡小学校 (救急医療C)	24h(10時～10時)
静岡市	静岡市立服織小学校	静岡	服織小学校 (常磐公園)	24h(10時～10時)
浜松市	浜松市立葵が丘小学校	浜松	北部測定局	24h(10時～10時)

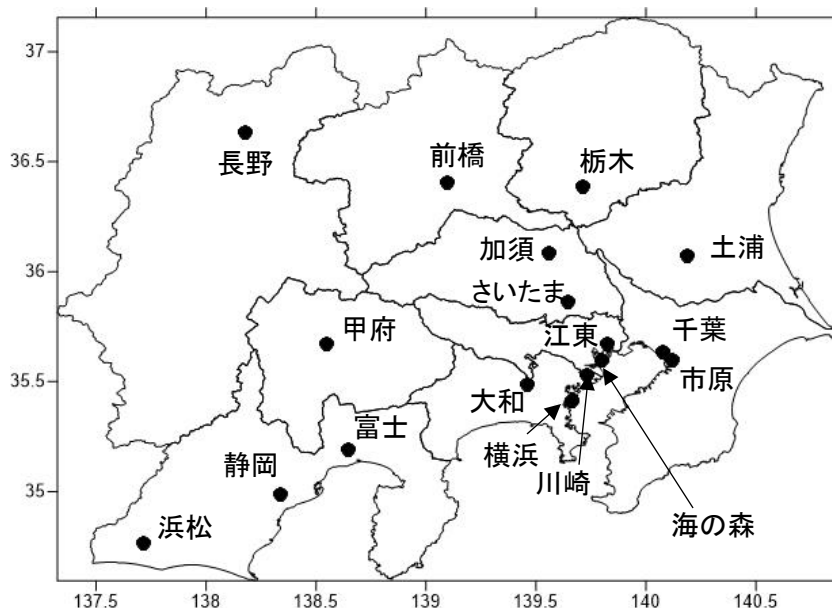


図 2-1-4 VOC 測定地点

表 2-1-3 各自治体の最大測定項目数

項目数	横浜	江東	前橋	加須	市原	土浦	浜松	甲府	さいたま	栃木	長野	富士	静岡
alkane	27	27	24	24	18				1		1	1	
alkene	23	21	8	6	8	1	1	1	1	1	1	1	1
aromatic	20	18	16	15	16	9	9	9	9	9	6	7	2
biogenic	3	5	3	3	3				1		2		
aldehyde	2	2	2	2		2	2	2	2	2			2
ketone	4	4											
oxygenate	8	8											
others	42	40	40	37	29	40	33	32	26	19	16	9	7
計	129	125	93	87	74	52	45	44	40	31	26	18	12

(4) 解析対象日の VOC 測定結果-NMHC との比較-

各測定地点における VOC の ppmC 換算値の合計（以下、VOC 合計という。）と近傍常時監視測定局の NMHC データを比較した。

①24 時間平均の比較

昼夜 2 分割で採取を行った前橋、加須、土浦、甲府、さいたま、長野、24 時間採取を行った浜松、栃木、富士及び静岡の結果を表 2-1-4 に示す。測定項目数の多い地点から降順で示した。昼夜 2 分割採取地点の VOC データは平均値として算出し、NMHC は各測定地点の採取期間平均値とした。併せて近傍常時監視測定局の最大 Ox 濃度も示した。令和 2 年 7 月 29 日は 3.5%（さいたま）~46.9%（加須）、令和 2 年 8 月 4 日は 5.6%（さいたま）~27.4%（前橋）、令和 2 年 8 月 19 日は 9.0%（土浦）~43.3%（加須）であり、測定項目数が多い前橋や加須で高く、27.4~46.9%であった。測定項目数が概ね同等の土浦、浜松、甲府、さいたま、栃木を比較すると、さいたまが突出して VOC/NMHC 比が小さく、次いで土浦、栃木が 12%程度、甲府、浜松が 25%程度であった。測定項目数の少ない長野、富士、静岡では 8.5~19.3%であった。

表 2-1-4 各自治体の VOC 測定結果 (VOC 合計) (ppmC)

測定地点	令和 2 年 7 月 29 日				令和 2 年 8 月 4 日			
	VOC 合計	NMHC	VOC /NMHC	Ox (Max)	VOC 合計	NMHC	VOC /NMHC	Ox (Max)
前橋	0.031	0.094	33.4%	0.030	0.033	0.121	27.4%	0.083
加須	0.046	0.098	46.9%	0.025				
土浦	0.005	0.018	17.4%	0.024	0.009	0.152	12.0%	0.067
浜松	0.021	0.093	22.5%	0.060	0.018	0.080	22.7%	0.041
甲府	0.026	0.084	30.5%	0.037	0.019	0.078	24.9%	0.041
さいたま	0.005	0.155	3.5%	0.023	0.009	0.152	5.6%	0.084
栃木	0.010	0.131	7.8%	0.028	0.023	0.192	12.1%	0.101
長野	0.009	0.111	8.5%	0.035	0.014	0.089	16.2%	0.046
富士	0.029	0.148	19.3%	0.032				
静岡*					0.010	0.096	10.3%	0.046

*8 月 3 日に実施

測定地点	令和 2 年 8 月 19 日				VOC 測定項目数
	VOC 合計	NMHC	VOC /NMHC	Ox (Max)	
前橋					93
加須	0.064	0.147	43.3%	0.117	87
土浦	0.006	0.060	10.5%	0.072	52
浜松					45
甲府					44
さいたま					40
栃木	0.025	0.281	9.0%	0.082	31
長野					26
富士					18
静岡*					12

②昼夜別平均の比較

昼夜 2 分割採取した前橋、加須、土浦、甲府、さいたま、長野について、昼夜それぞれの結果を表 2-1-5 に示す。2 時間間隔採取の江東、海の森、大和、横浜、川崎、千葉及び 1 時間おき採取の市原は、昼は 10~18 時、夜は 18~24 時の平均値として算出し、NMHC は各測定地点の採取期間平均値とした。Ox については、昼は 10-18 時、夜は翌日昼の 10-18 時の最大値を示した。表は測定項目数の多い地点から降順で示した。

令和 2 年 7 月 29 日昼は 8.1% (長野) ~94.8% (海の森)、同 7 月 29 日夜は 7.9% (さいたま) ~160% (海の森)、令和 2 年 8 月 4 日昼は 9.2% (さいたま) ~166% (市原)、同 8 月 4 日夜は 12.3% (さいたま) ~81.5% (江東)、令和 2 年 8 月 19 日昼は 9.8% (土浦) ~185% (市原)、同 8 月 19 日夜は 11.5% (土浦) ~245% (市原) であった。各日の昼夜で比較すると、川崎、千葉、市原では VOC/NMHC 比は昼の方が大きい傾向がみられた。その他の地点で

は明瞭な傾向は見られなかった。

VOC/NMHC 比が高かったのは江東、海の森及び市原であった。江東、市原は昼のみ、海の森では夜間においても 100%を超える事例が確認され、常時監視測定局で NMHC として捕捉できていない VOC の発生源が近傍に存在している可能性が示唆された。特に市原の令和 2 年 8 月 4 日昼は低級炭化水素が極めて高濃度となっており、近傍の石油化学系の発生源からの特異的な排出があったと考えられた。

測定項目数が概ね一緒の大和、横浜、川崎、千葉、江東、海の森については、上述の通り江東、海の森で VOC/NMHC 比が高い一方で、同じく発生源近傍と考えられる川崎は 20.0~56.1%と比較的低かった。大和、横浜、千葉では、日によって違いはあるものの概ね 50%前後であった。

土浦は NMHC 濃度が極めて低かった令和 2 年 7 月 29 日夜を除き、VOC/NMHC 比は概ね 10%程度、さいたま、長野も 10%前後であった。①の栃木を含め、この 4 地点は常時監視測定局で VOC 調査を実施しているが、NMHC の約 90%は今回の VOC 測定で未把握であった。

表 2-1-5① 各自治体の VOC 測定結果 (ppmC 換算値の合計) (ppmC)

測定地点	7 月 29 日昼				7 月 29 日夜				VOC 測定項目数
	VOC 合計	NMHC	VOC /NMHC	Ox (Max)	VOC 合計	NMHC	VOC /NMHC	Ox* (Max)	
大和	0.079	0.140	56.3%	0.025	0.061	0.133	45.8%	0.034	129
横浜	0.031	0.065	48.1%	0.022	0.029	0.060	48.0%	0.027	129
川崎	0.023	0.087	27.0%	0.025	0.017	0.086	20.0%	0.041	129
千葉	0.023	0.058	40.3%	0.026	0.018	0.053	34.0%	0.030	129
江東	0.072	0.126	57.1%	0.027	0.043	0.064	66.2%	0.041	125
海の森	0.060	0.064	94.8%	0.020	0.082	0.051	160%	0.041	125
前橋	0.040	0.104	39.0%	0.030	0.040	0.089	44.7%	0.049	94
加須	0.051	0.102	50.3%	0.025	0.041	0.093	44.0%	0.053	87
土浦	0.004	0.033	13.7%	0.024	0.006	0.011	55.0%	0.029	52
甲府	0.030	0.081	37.5%	0.037	0.031	0.085	35.9%	0.043	44
さいたま	0.024	0.233	10.1%	0.023	0.009	0.109	7.9%	0.046	40
長野	0.009	0.117	8.1%	0.035	0.010	0.107	9.3%	0.040	26

表 2-1-5② 各自治体の VOC 測定結果 (ppmC 換算値の合計) (ppmC)

測定地点	8月4日昼				8月4日夜				VOC測定項目数
	VOC合計	NMHC	VOC/NMHC	Ox (Max)	VOC合計	NMHC	VOC/NMHC	Ox* (Max)	
大和	0.043	0.138	31.4%	0.045	0.059	0.123	48.1%	0.044	129
横浜	0.052	0.090	58.3%	0.043	0.076	0.103	73.8%	0.038	129
川崎	0.108	0.220	49.3%	0.050	0.057	0.150	37.9%	0.047	129
江東	0.167	0.129	130%	0.048	0.085	0.104	81.5%	0.050	125
海の森	0.144	0.147	98.2%	0.051	0.080	0.146	54.7%	0.037	125
前橋	0.027	0.128	21.4%	0.083	0.026	0.118	22.5%	0.077	94
市原	1.38	0.831	166%	0.050	0.069	0.047	146%	0.042	74
土浦	0.007	0.071	10.0%	0.067	0.011	0.073	14.6%	0.062	52
甲府	0.018	0.081	22.3%	0.041	0.022	0.076	28.9%	0.047	44
さいたま	0.023	0.251	9.2%	0.083	0.011	0.092	12.3%	0.099	40
長野	0.018	0.086	20.5%	0.046	0.012	0.091	13.1%	0.059	26

表 2-1-5③ 各自治体の VOC 測定結果 (ppmC 換算値の合計) (ppmC)

測定地点	8月19日昼				8月19日夜				VOC測定項目数
	VOC合計	NMHC	VOC/NMHC	Ox (Max)	VOC合計	NMHC	VOC/NMHC	Ox* (Max)	
大和	0.062	0.124	50.0%	0.086	0.072	0.153	47.1%	0.047	129
横浜	0.069	0.116	58.9%	0.095	0.048	0.081	58.7%	0.046	129
川崎	0.246	0.439	56.1%	0.116	0.051	0.153	33.7%	0.045	129
千葉	0.059	0.073	81.8%	0.098	0.030	0.047	64.0%	0.048	129
江東	0.113	0.115	98.4%	0.101	0.169	0.174	96.7%	0.103	125
海の森	0.206	0.117	176%	0.086	0.287	0.117	245%	0.080	125
加須	0.054	0.150	35.9%	0.117	0.074	0.144	51.6%	0.099	87
市原	0.253	0.136	185%	0.108	0.045	0.056	81.6%	0.040	74
土浦	0.006	0.058	9.8%	0.072	0.007	0.062	11.5%	0.092	52

(5) 解析対象日の VOC 測定結果-個別成分濃度と最大 Ox 生成量-

各地点における上記3調査日の VOC 濃度及び最大 Ox 生成量の変化を検討した。

①24 時間平均の比較

昼夜2分割で採取を行った前橋、加須、土浦、さいたま、甲府、長野、24時間採取を行った浜松、栃木、富士及び静岡の結果を図 2-1-5 に示す。昼夜2分割採取の地点の VOC データは平均値として算出した。また、各地点の最大 Ox 濃度を図に示した。図は測定項目数の多い地点から降順で示した。

いずれの地点においても、最大 Ox 生成量と最大 Ox 濃度は相関していた。

前橋及び加須はアルデヒド類や植物由来 VOC、アルカン、アルケン類の分析を行っており、n-ブタン、イソペンタンなどが検出され、最大 Ox 生成量にアルカン、アルケンの寄与

がみられた。令和2年7月29日の結果を比較すると、最大Ox生成量は同程度であるが、最も寄与していたのは前橋では芳香族炭化水素及びアルデヒド類、加須では芳香族炭化水素であり、地点による差がみられた。

土浦、さいたまはいずれの日も全VOCに占めるアルデヒド類の濃度が高く、最大Ox生成量の大部分がアルデヒド類の寄与によるものであった。浜松、甲府はアルデヒド類に加えトルエン濃度が高く、最大Ox生成量に最も寄与していたのはアルデヒド類、次いで芳香族炭化水素であった。浜松はその他成分の寄与も見られ、これはcis-及びtrans-1,3-ジクロロプロペンによるものであった。

栃木はアルデヒド類を測定しているのは令和2年7月29日のみであるが、アルデヒド類と芳香族炭化水素の最大Ox生成量への寄与は同等であった。長野は植物由来VOCのイソプレンを測定しており、これが最大Ox生成量に大きく寄与していた。アルデヒド類は測定なしのため、その寄与は不明であった。富士では、トルエン濃度が最も高く、最大Ox生成量に最も寄与していたのは芳香族炭化水素であった。同じくアルデヒド類は測定なしのため、その寄与は不明であった。静岡は令和2年8月3日の測定であり、他自治体とは日が異なっていることに注意が必要であるが、トルエン、ホルムアルデヒドの順に濃度が高く、最大Ox生成量に最も寄与していたのはアルデヒド類、次いで芳香族炭化水素であった。

図中の数値は該当日の最大Ox濃度(ppm)を示す
以下同じ

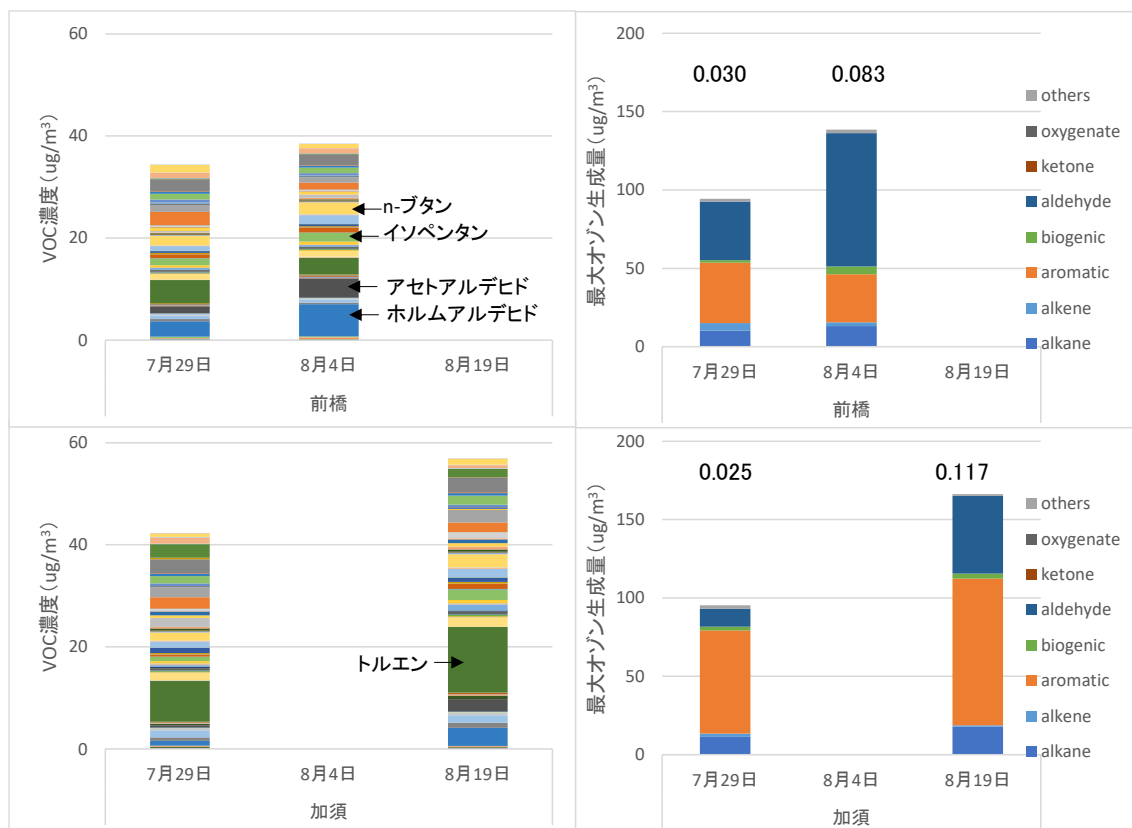


図 2-1-5① 前橋及び加須のVOC濃度、最大Ox生成量及び最大Ox濃度(ppm)

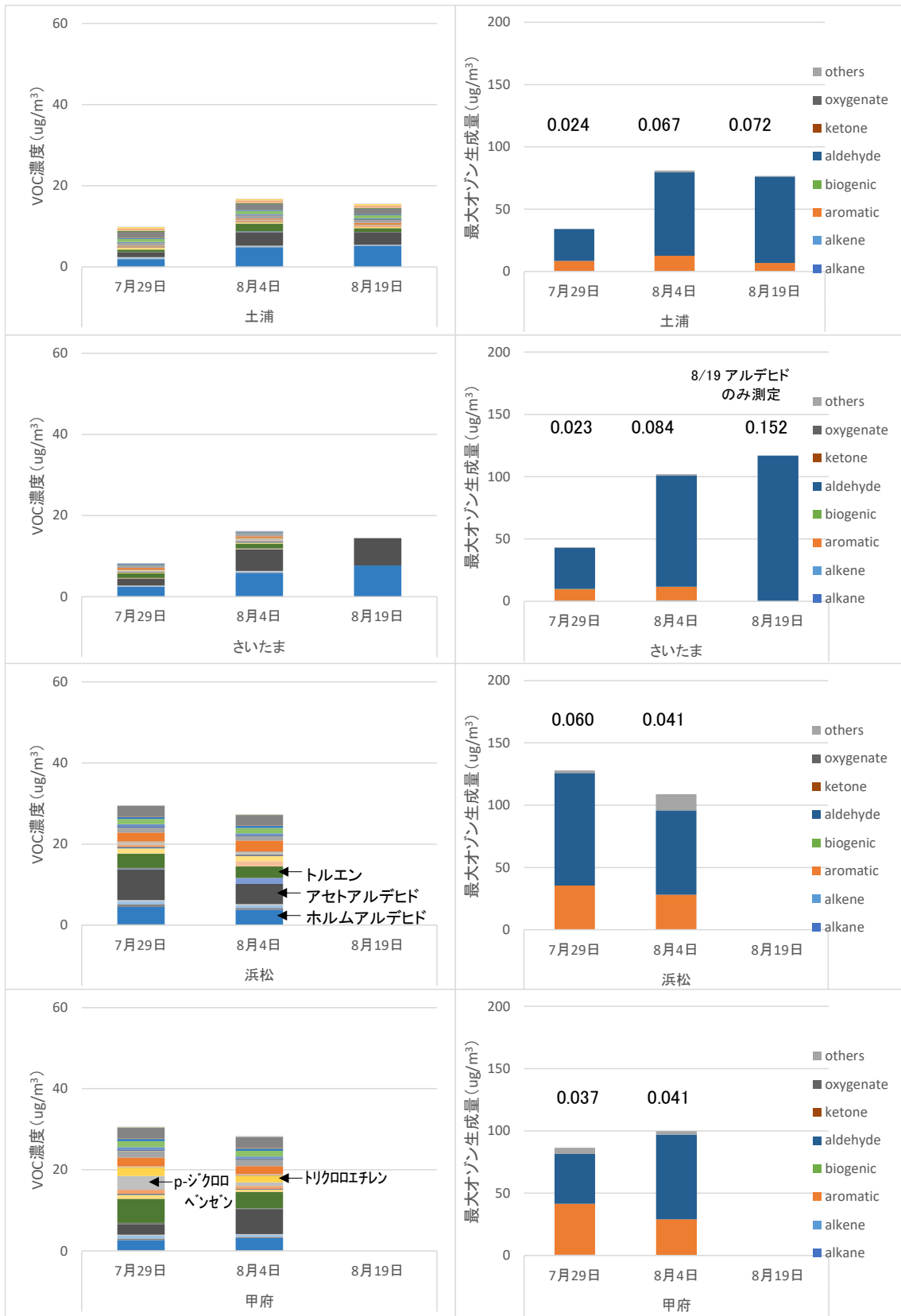


図 2-1-5② 土浦、さいたま、浜松及び甲府の VOC 濃度、最大 O_x 生成量及び最大 O_x 濃度 (ppm)

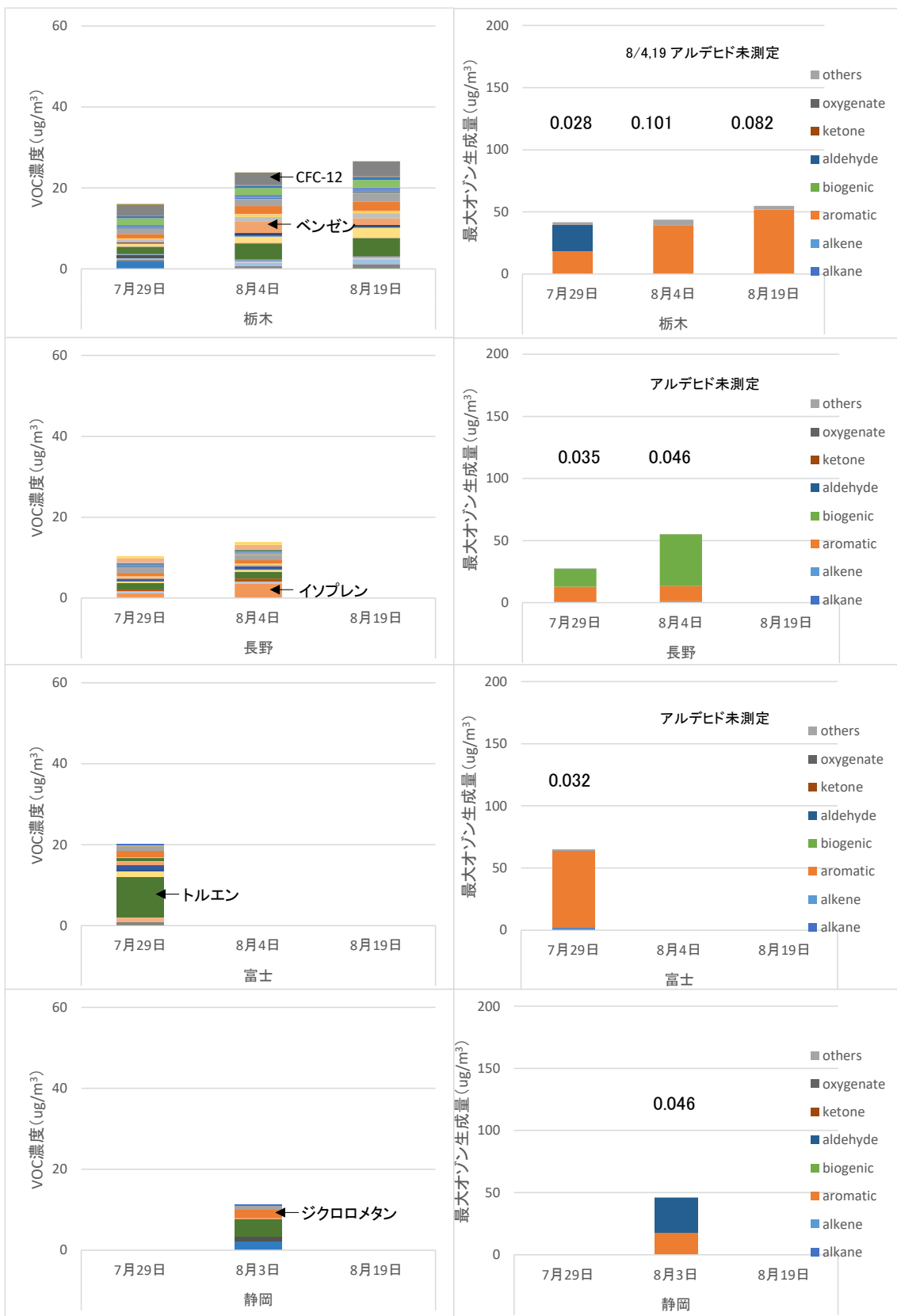


図 2-1-5③ 栃木、長野、富士及び静岡の VOC 濃度、最大 O_x 生成量及び最大 O_x 濃度 (ppm)

②昼夜別平均の比較

昼夜2分割採取した地点について、昼夜のVOC濃度及び最大Ox生成量の変化について検討した。

大和、横浜、千葉、川崎、江東、海の森は0～24時の2時間採取、市原は1時間おき採取であるため、10～18時及び18時～24時の各平均を図2-1-6に示した。また、各地点の最大Ox濃度（夜については翌日の最大Ox濃度）を図に示した。図は測定項目数の多い地点から降順で示した。

大和、横浜、千葉では、VOC濃度は夜間の方が高い場合もあるものの、最大Ox生成量は必ず昼の方が高く、その大きな理由としてアルデヒド類が昼間に濃度が高いことが挙げられた。また、横浜では、植物由来のイソプレンの濃度及び最大Ox生成量が昼にのみ大きかった。各地点においては、最大Ox生成量が大きい日に最大Ox濃度が高い傾向はみら

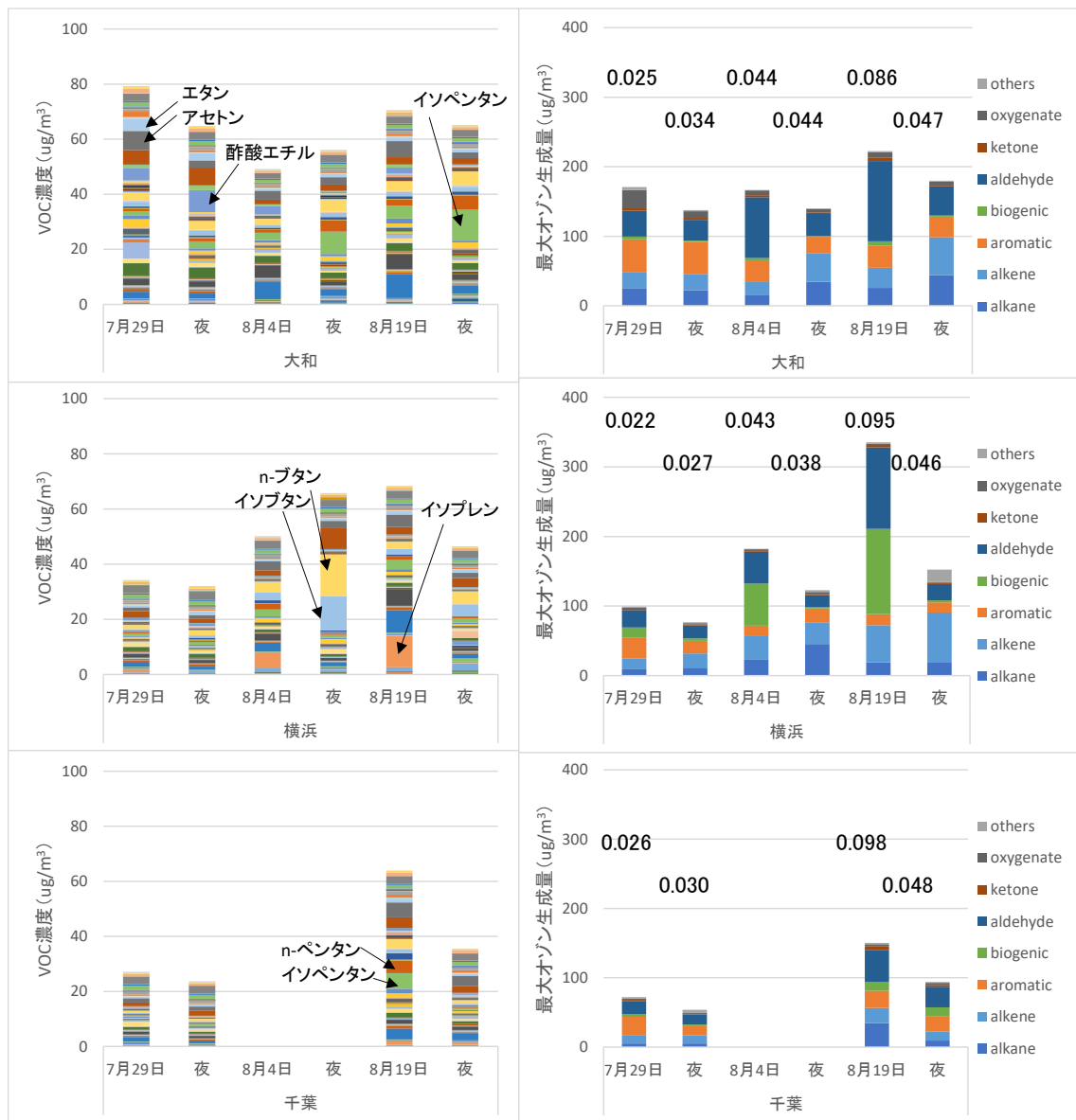


図 2-1-6① 大和、横浜及び千葉の VOC 濃度、最大 Ox 生成量及び最大 Ox 濃度 (ppm)

れたが、地点間では、例えば令和2年8月19日を比較すると、最大Ox生成量は横浜、大和、千葉の順に高く、横浜は千葉の2倍以上であったが、最大Ox濃度は千葉、横浜、大和の順であり、横浜及び千葉のOx濃度は大きな差はなかった。

川崎、江東、海の森は前3地点に比べ、VOC濃度も最大Ox生成量も大きかった。発生源近傍と考えられるこれら3地点では、1,3-ブタジエンをはじめとするアルケン類の濃度が高く、最大Ox生成量に占める割合も他地点と比べて極めて高かった。また、江東及び海の森では、令和2年8月19日夜間にもこれらの濃度及び最大Ox生成量が大きく、翌8月5日昼間のOx濃度も他地点より高かった。このことから、東京湾岸地域におけるOx生成にアルケン類の影響が大きいことが示唆された。

市原は8月4日昼12~13時及び14~15時のみ、近傍発生源由来と考えられる低級炭化水素が高濃度であった。市原のOx濃度日最大値は令和2年8月4日が0.050ppm、翌5日

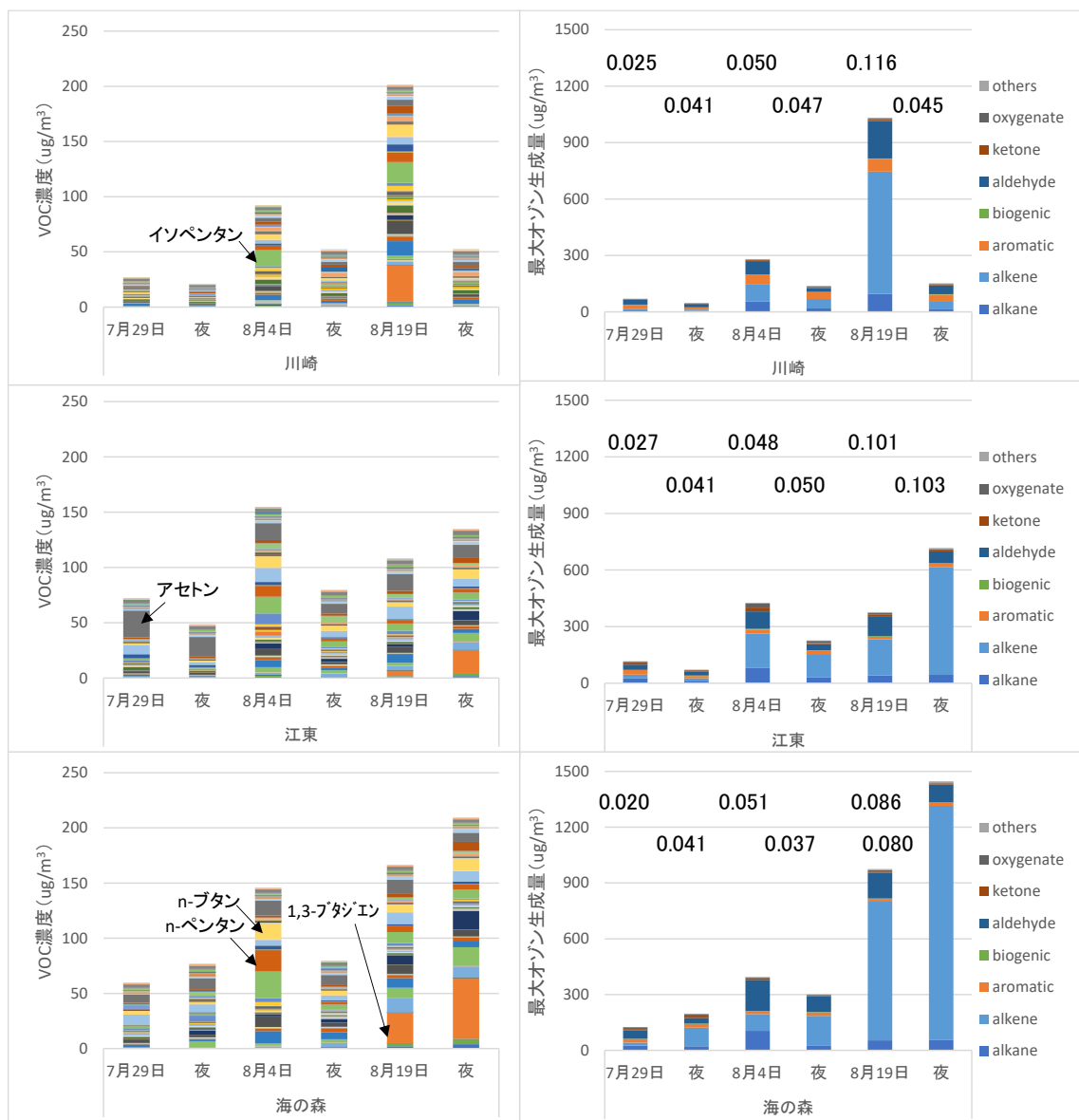


図 2-1-6② 川崎、江東及び海の森の VOC 濃度、最大 Ox 生成量及び最大 Ox 濃度 (ppm)

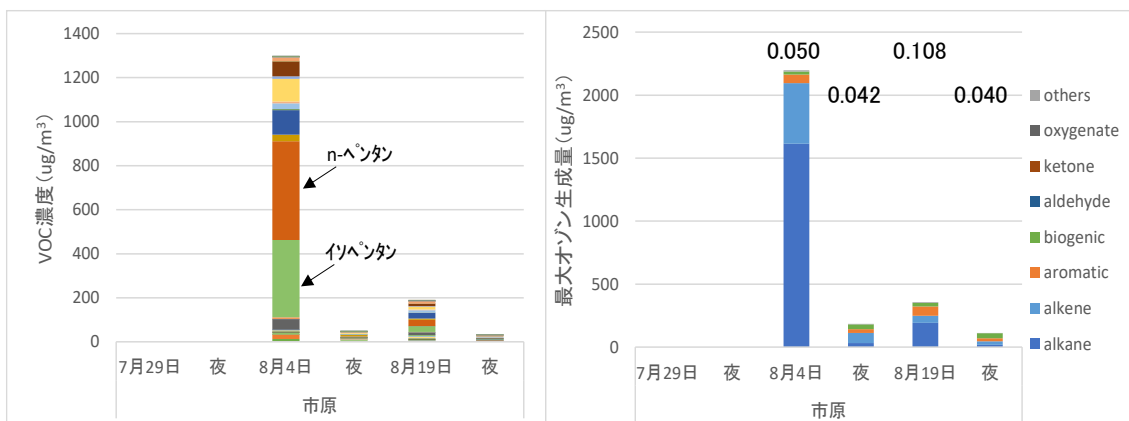


図 2-1-6③ 市原の VOC 濃度、最大 Ox 生成量及び最大 Ox 濃度 (ppm)

が 0.042 ppm であり、一時的な低級炭化水素高濃度が発生源地域の Ox 濃度の上昇に及ぼす影響は限定的と考えられるが、風下地域への影響は否定できない。

前橋及び加須は、令和 2 年 7 月 29 日は夜間に VOC 濃度及び最大 Ox 生成量が低下していた。令和 2 年 8 月 4 日の前橋は、VOC 濃度は夜の方が上昇していたが、最大 Ox 生成量は夜の方が低下していた。令和 2 年 8 月 19 日の加須では VOC 濃度及び最大 Ox 生成量ともに夜間の方が上昇していた。アルデヒド類は必ず夜間に濃度が低下するが、トルエン濃度は昼間の Ox 濃度が高いときに夜間上昇する傾向が見られた。

土浦は前述のとおり全 VOC に占めるアルデヒド類の濃度が高く、夜間には下がる傾向がみられた。甲府は昼夜の濃度差はそれほど見られなかった。令和 2 年 8 月 4 日の夜のみ、

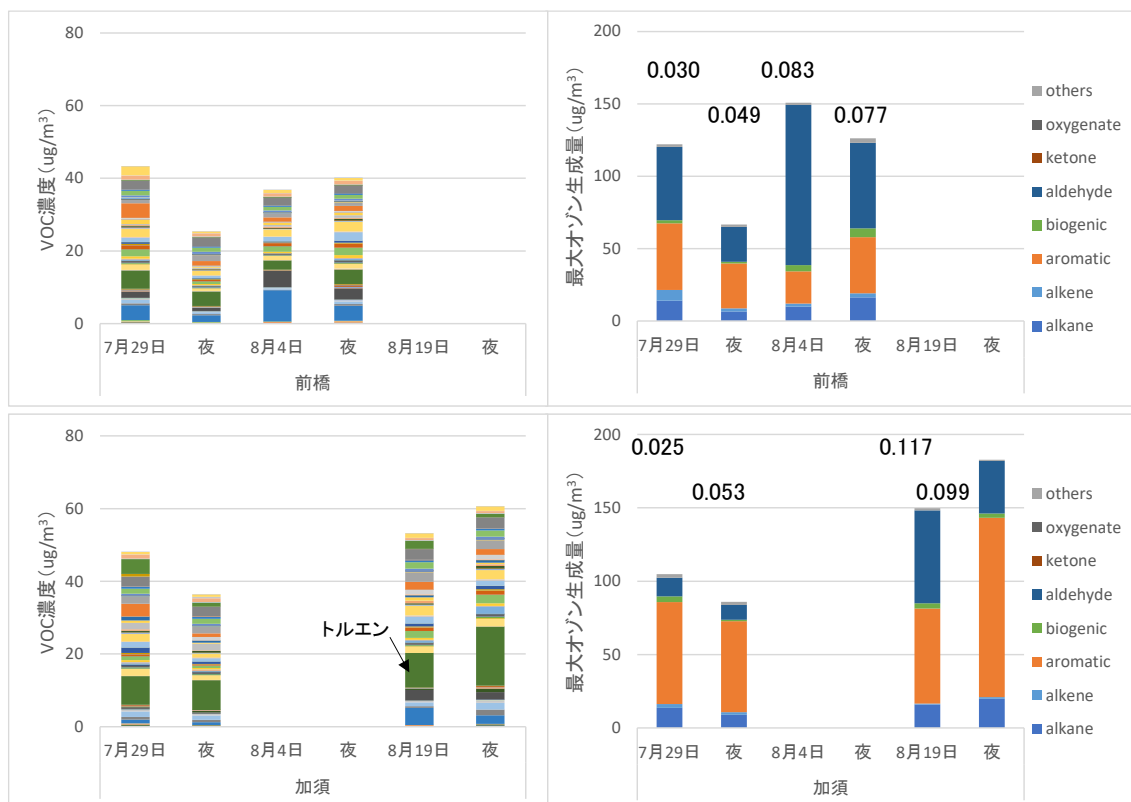


図 2-1-6④ 前橋及び加須の VOC 濃度、最大 Ox 生成量及び最大 Ox 濃度 (ppm)

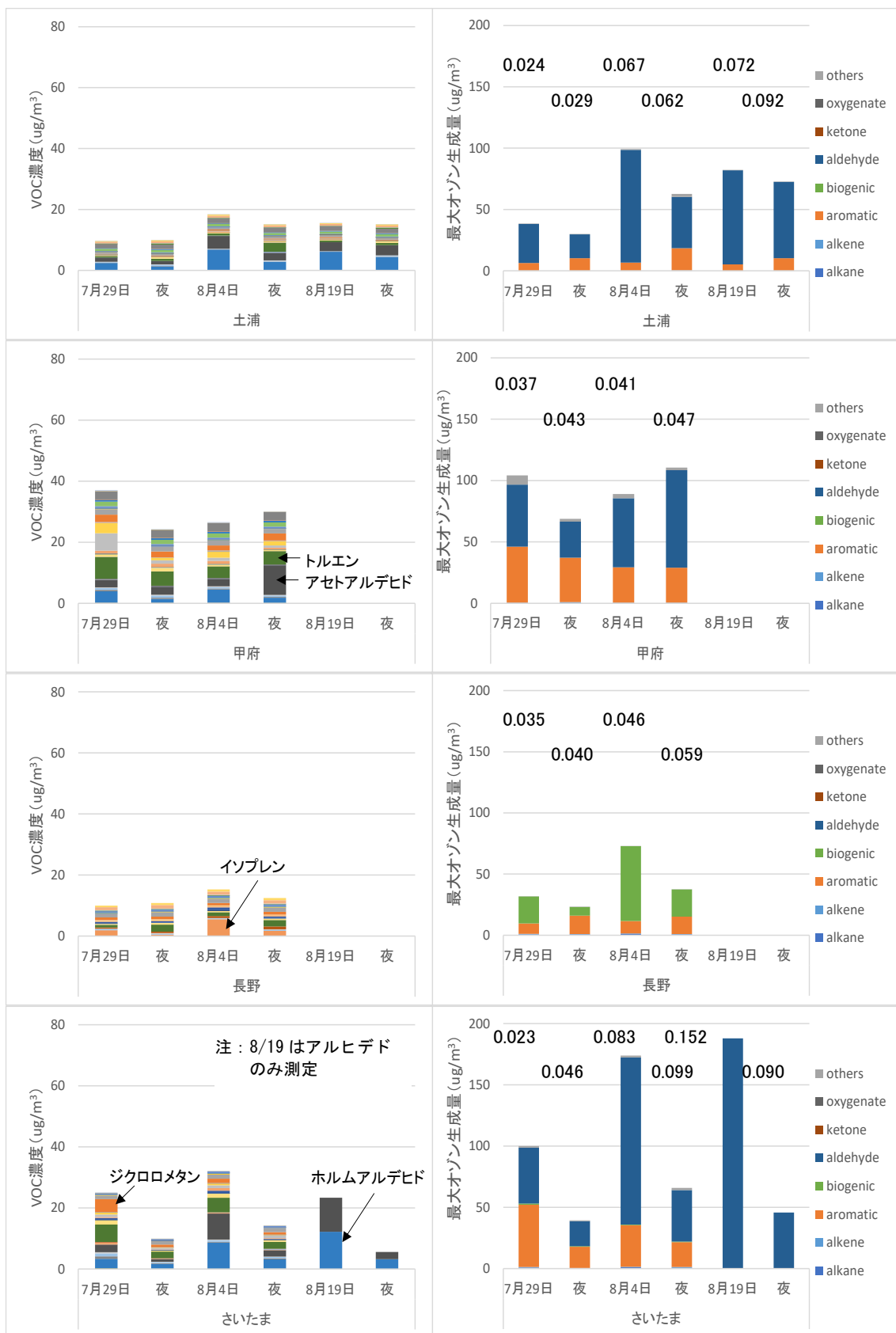


図 2-1-6⑤ 土浦、甲府、長野及びさいたまの VOC 濃度、最大 O_x 生成量及び最大 O_x 濃度 (ppm)

アセトアルデヒドが高濃度になっていた。長野県も前述のとおり独自にイソプレンを測定しており、令和2年8月4日の昼はイソプレンが高濃度となっていた。それ以外は昼夜の濃度差はあまり見られなかったが、群馬及び埼玉と同様にトルエン濃度が夜間に高くなる傾向がみられた。さいたまもアルデヒド濃度が高く最大 Ox 生成量のほとんどがアルデヒドの寄与によるものだが、夜間は大幅に減少していた。

(6) VOC 成分の地点間比較

①アルカン類

アルカン類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-1-7 に示す。なお、前橋、加須及び市原ではエタン及びプロパンは測定していない。Ox 濃度が低かった令和2年7月29日は、すべての地点でアルカン類の濃度が低かった。江東と海の森でイソブタンが高く、大和でエタン、プロパンが高かった。大和にエタン等の発生源はないと考えられ、横浜、千葉、川崎、大和でアルカン類の割合がほぼ同様であるため、発生源近傍の東京湾岸から光化学反応が進まない状態で北東~東風によって移流したものと考えられる。令和2年8月4日は江東及び海の森で昼に n-ブタン、イソペンタン、n-ペンタン等が高濃度となっていた。

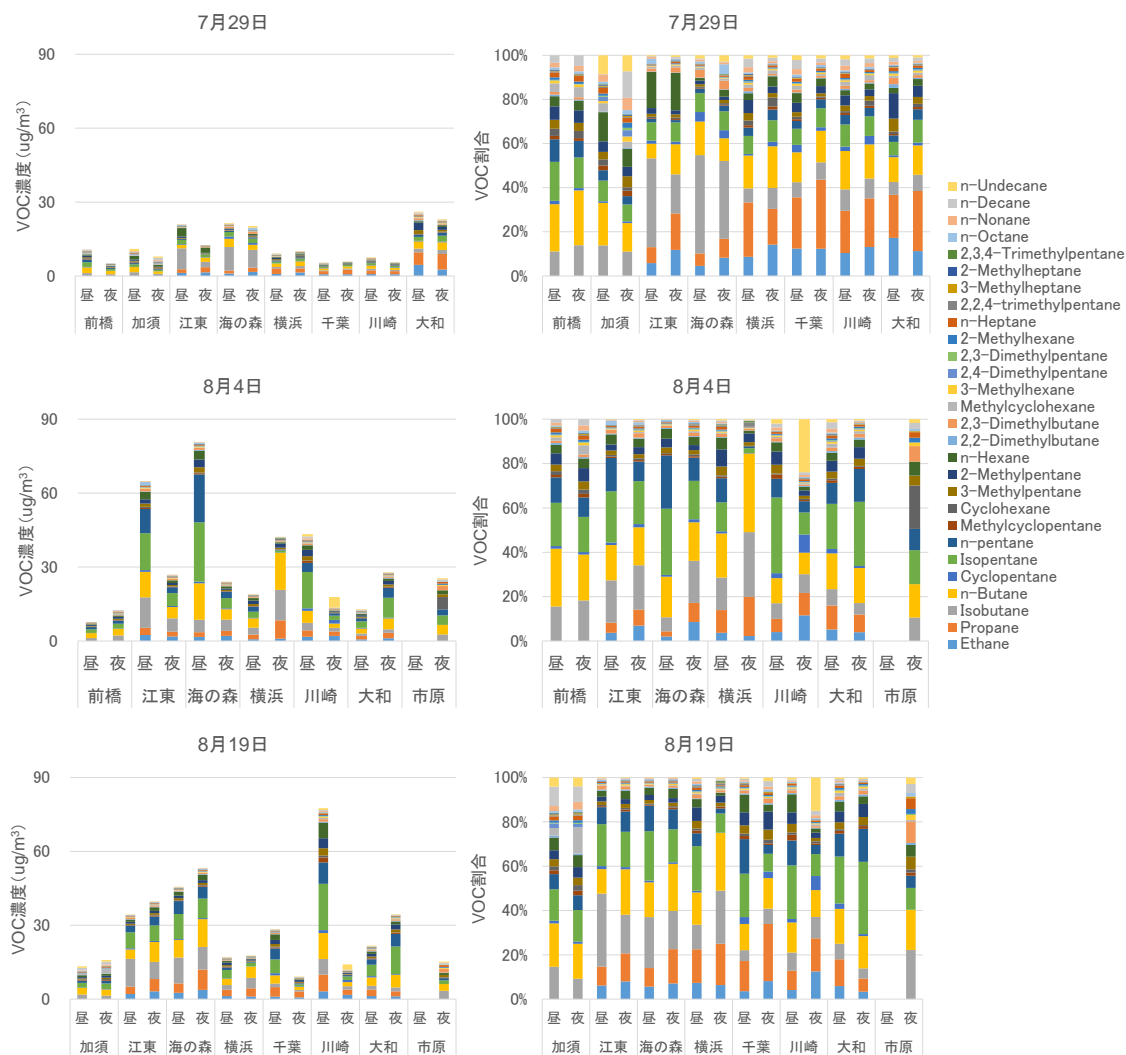


図 2-1-7 アルカン類の濃度及び割合

また、図からは除外しているが、市原の昼間に江東及び海の森のさらに 100 倍近い低級炭化水素の高濃度があった（図 2-1-6③参照）。8 月 4 日は市原では Ox 濃度は上昇しておらず、風下地域の Ox 濃度は最大で 0.116 ppm であった。令和 2 年 8 月 19 日は川崎及び市原（図 2-1-6③参照）でアルカン類の濃度が高いが、令和 2 年 8 月 4 日の市原に比べ 10~100 倍程度低い。この日神奈川県東部で Ox 濃度が上昇し、その後東京湾岸を北上し、千葉県の一部も高濃度になってから埼玉県方面へ移流しており、風下地域の最大 Ox 濃度は 0.175 ppm であった。これらのことから、風下地域への影響は否定できないが、アルカン類の発生源地域での Ox 濃度の上昇に及ぼす影響は限定的である可能性があった。前橋や加須では、Ox 濃度にかかわらずアルカン類の濃度は低かった。

②アルケン類

アルケン類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-1-8 に示す。なお、前橋、加須及び市原ではエチレン及びプロピレンは測定していない。アルカン類と同様、Ox 濃度が低かった令和 2 年 7 月 29 日はアルケン類の濃度も全地点において低かった。前述のとおり千葉県でまず Ox 濃度が上昇した令和 2 年 8 月 4 日は市原で 1,3-ブタジエンが高く、それ以外の地点ではアルケン類の濃度は低かった。神奈川県東部で Ox 濃度が上昇し、その後東京湾岸を北上した令和 2 年 8 月 19 日は、東京湾西側の江東、海の森、川崎でプロピレン、1,3-ブタジエン、1-ブテンの濃度が高く、Ox の前駆物質として低級アルケン類の影響が大きい可能性が示された。

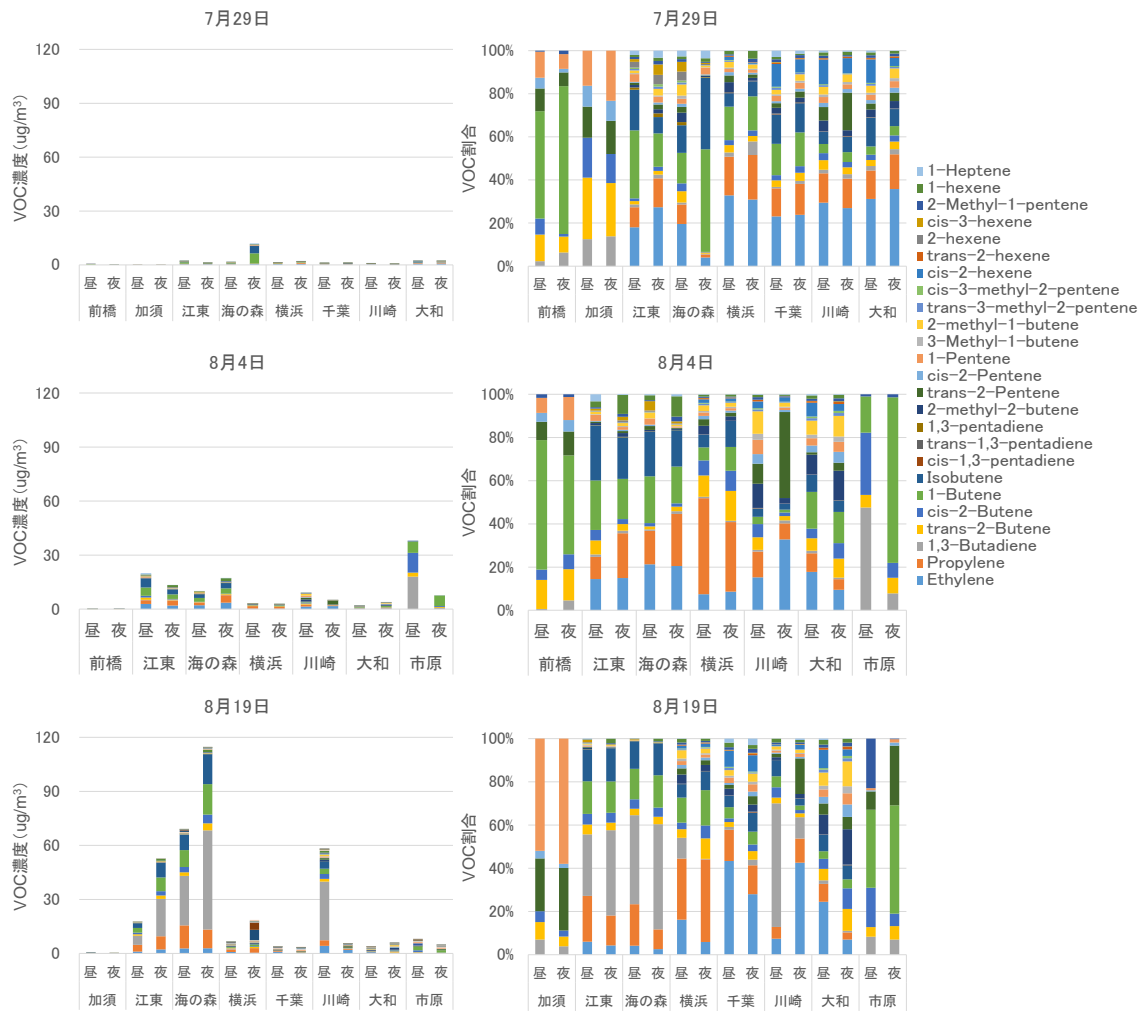


図 2-1-8 アルケン類の濃度及び割合

③芳香族類

芳香族類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-1-9 に示す。芳香族類は、24 時間平均でも昼夜別平均でも、その濃度と Ox 濃度の上昇に明瞭な関係性は見られなかった。Ox 濃度の低かった令和 2 年 7 月 29 日と高かった令和 2 年 8 月 4 日、19 日で、いくつかの地点を除き、概ね濃度範囲に違いはなかった。令和 2 年 7 月 29 日は、富士や加須でトルエンが高く、江東～川崎の発生源周辺及び土浦、長野で全体的に濃度が低かった。令和 2 年 8

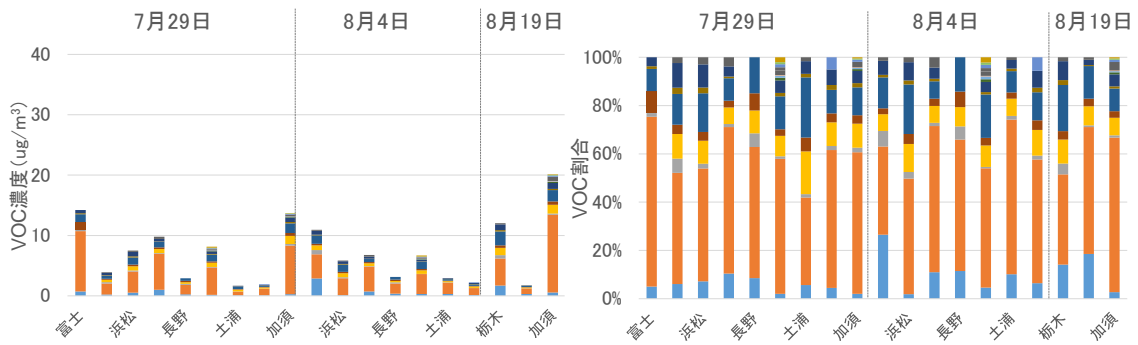


図 2-1-9① 芳香族類の濃度及び割合（24 時間平均） 凡例は図 2-1-9②と同じ

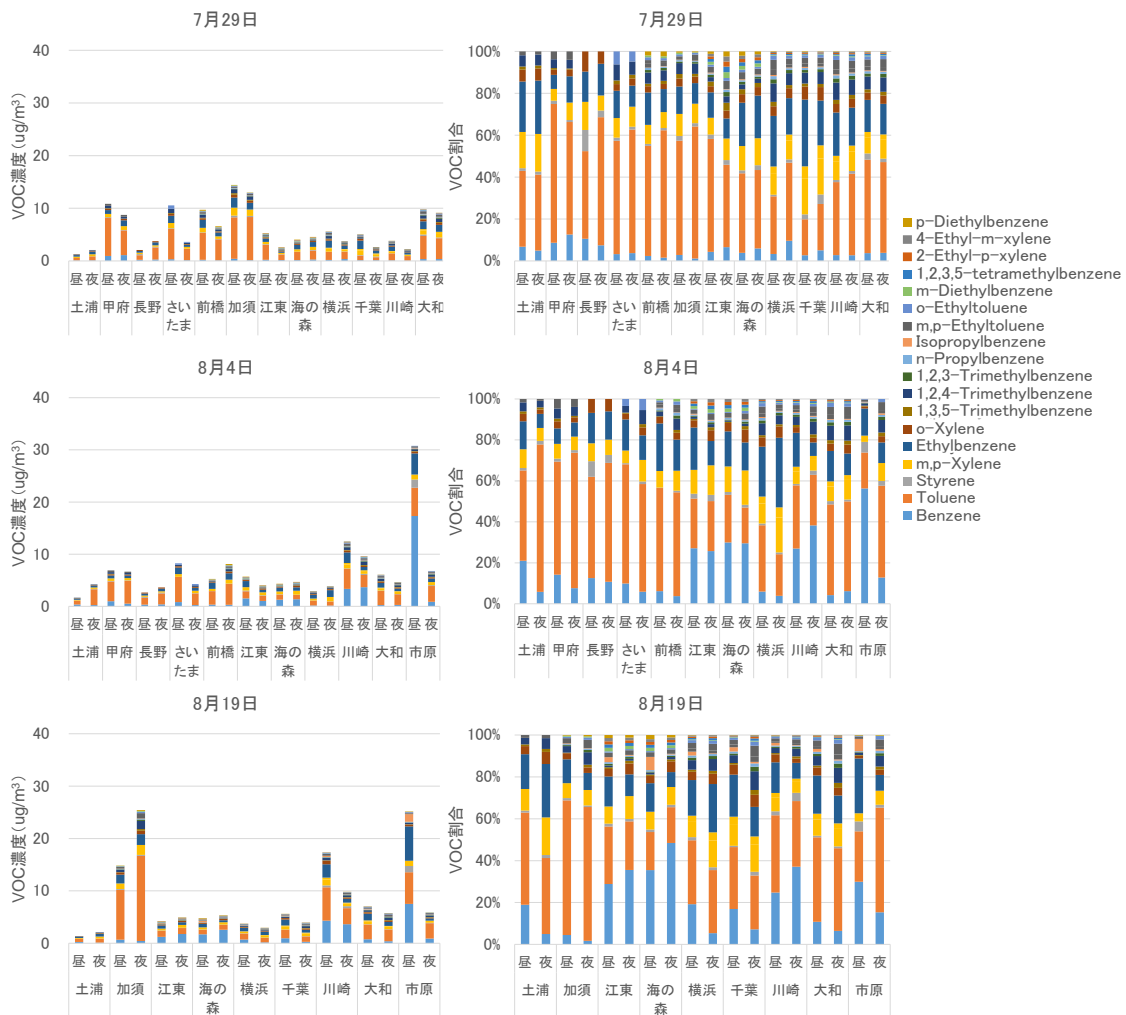


図 2-1-9② 芳香族類の濃度及び割合（昼夜別平均）

月4日は、川崎、市原でベンゼンが高かったが、それ以外の地点で大きな差はなかった。令和2年8月19日は川崎、市原でベンゼンが高く、加須でトルエン濃度が高かったが、それ以外は大きな特徴は見られなかった。川崎のベンゼン濃度は令和2年8月4日と令和2年8月19日で差はないが、令和2年8月4日は神奈川県でOx濃度は上昇せず、令和2年8月19日は神奈川県東部でOx濃度が上昇していることから、ベンゼンはOx濃度上昇の直接の要因ではない可能性があった。

④ケトン類

ケトン類を測定している地点の日ごとの結果を図2-1-10に示す。ケトン類は、いずれの日も江東、海の森で高く、そのほとんどがアセトン及びメチルエチルケトンであった。東京でOx濃度が高かった令和2年8月19日が最もケトン類の濃度が低かった。濃度としては小さいが、横浜、千葉、川崎、大和でメチル-イソ-ブチルケトンが検出され、Ox濃度が高かった令和2年8月19日に最も割合が大きかった。

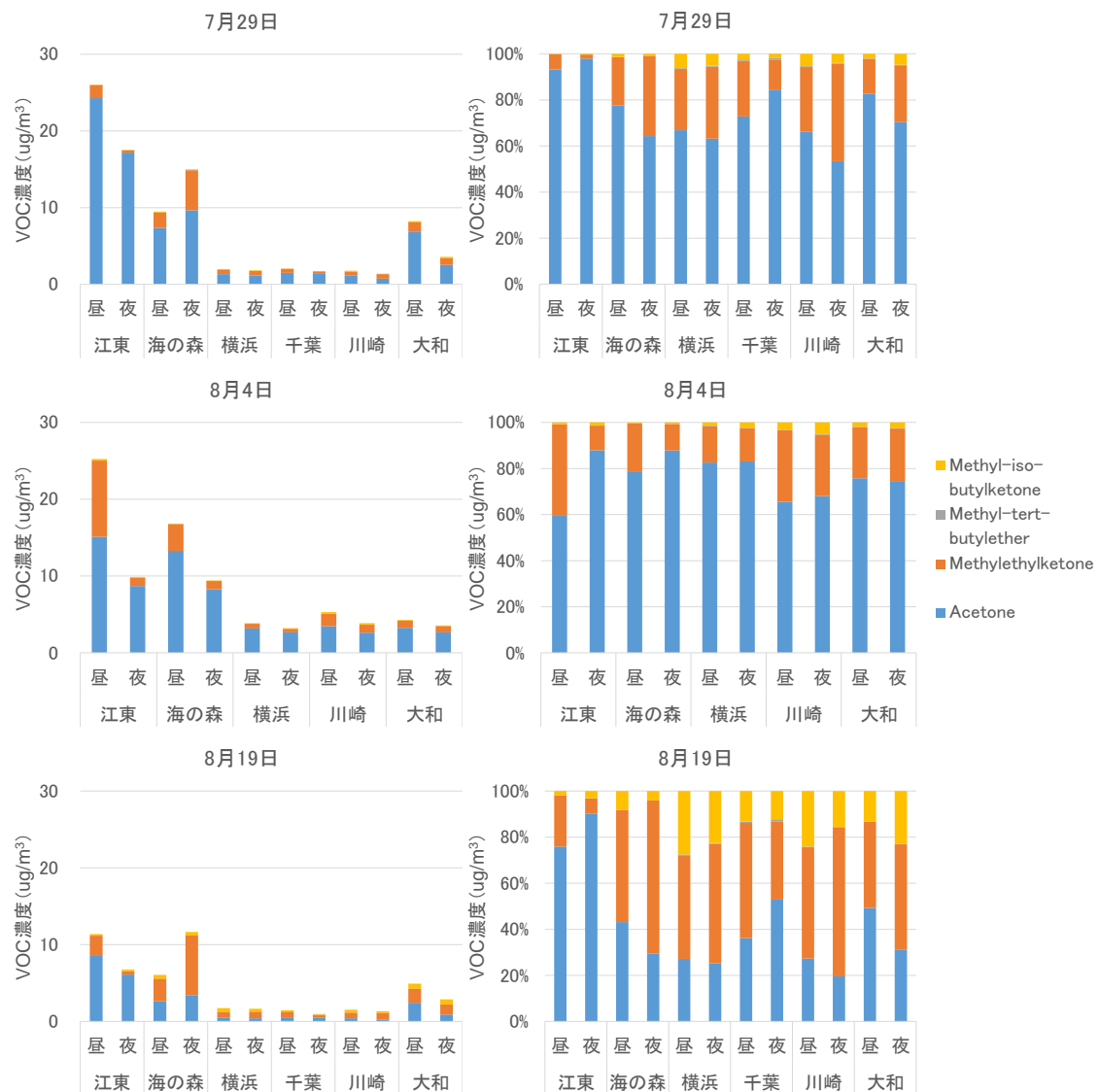


図 2-1-10 ケトン類の濃度及び割合（昼夜別平均）

⑤含酸素類

含酸素類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-1-11 に示す。含酸素類は、その濃度と Ox 濃度に関係性は見られなかった。江東及び海の森でイソプロパノールが高い傾向がみられ、令和 2 年 8 月 4 日はイソブタノールの濃度も江東で高かった。大和で酢酸エチルの濃度が高い傾向がみられた。

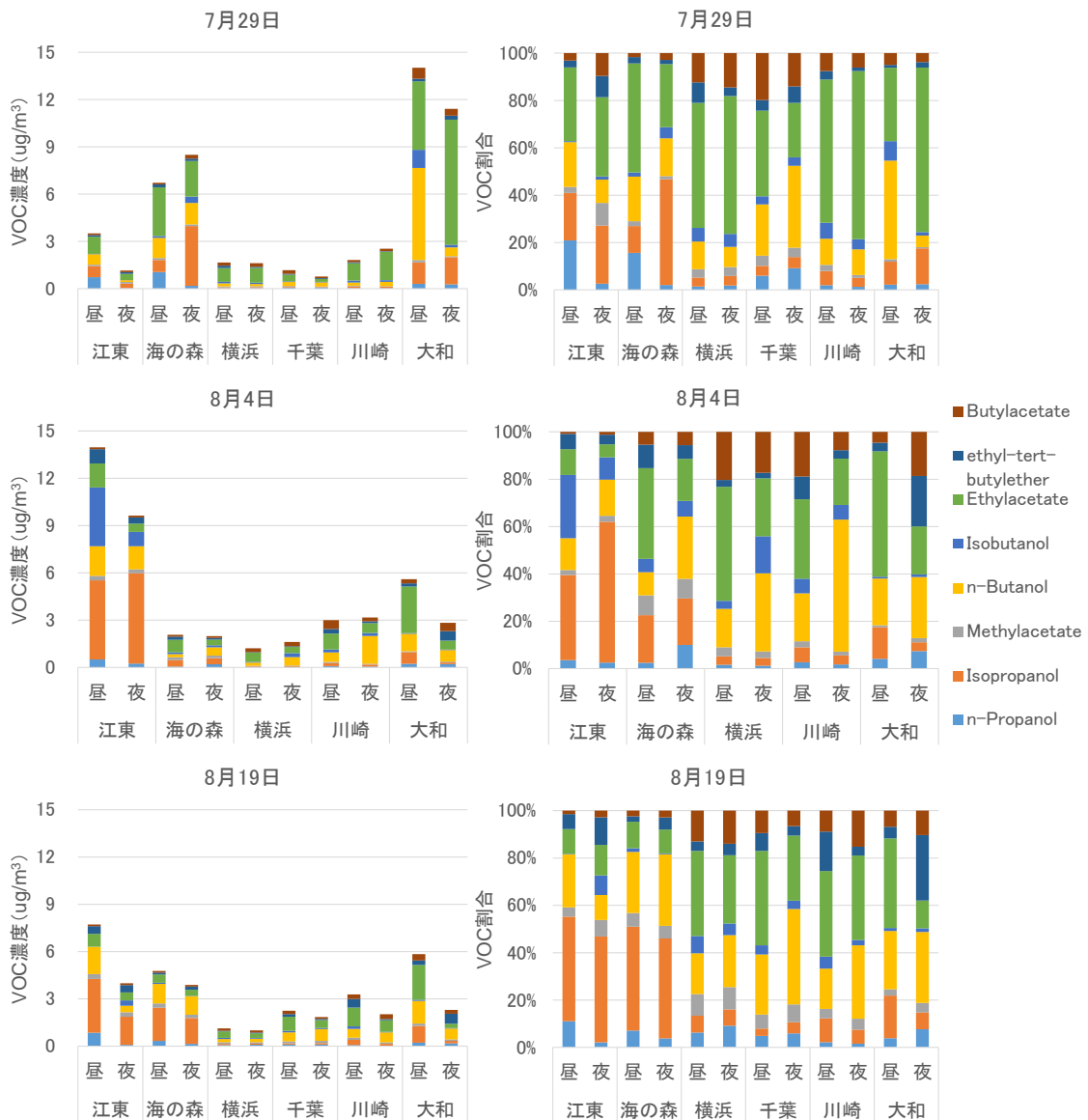


図 2-1-11 含酸素類の濃度及び割合 (昼夜別平均)

⑥植物由来 VOC 類

植物由来 VOC 類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-1-12 に示す。横浜は、近隣に大きな公園があり、長野と同等のイソプレン濃度が検出された。また、市原でも比較的大きなイソプレン、 α -ピネン、 β -ピネンの寄与がみられた。カンフェン及びリモネンは江東及び海の森しか測定していないが、東京都心部においても一定の寄与がみられた。Ox 濃度が最も高かった令和 2 年 8 月 19 日に横浜で最も高濃度となっており、植物由来 VOC と Ox 濃度の上昇には一定の関係性がみられた。

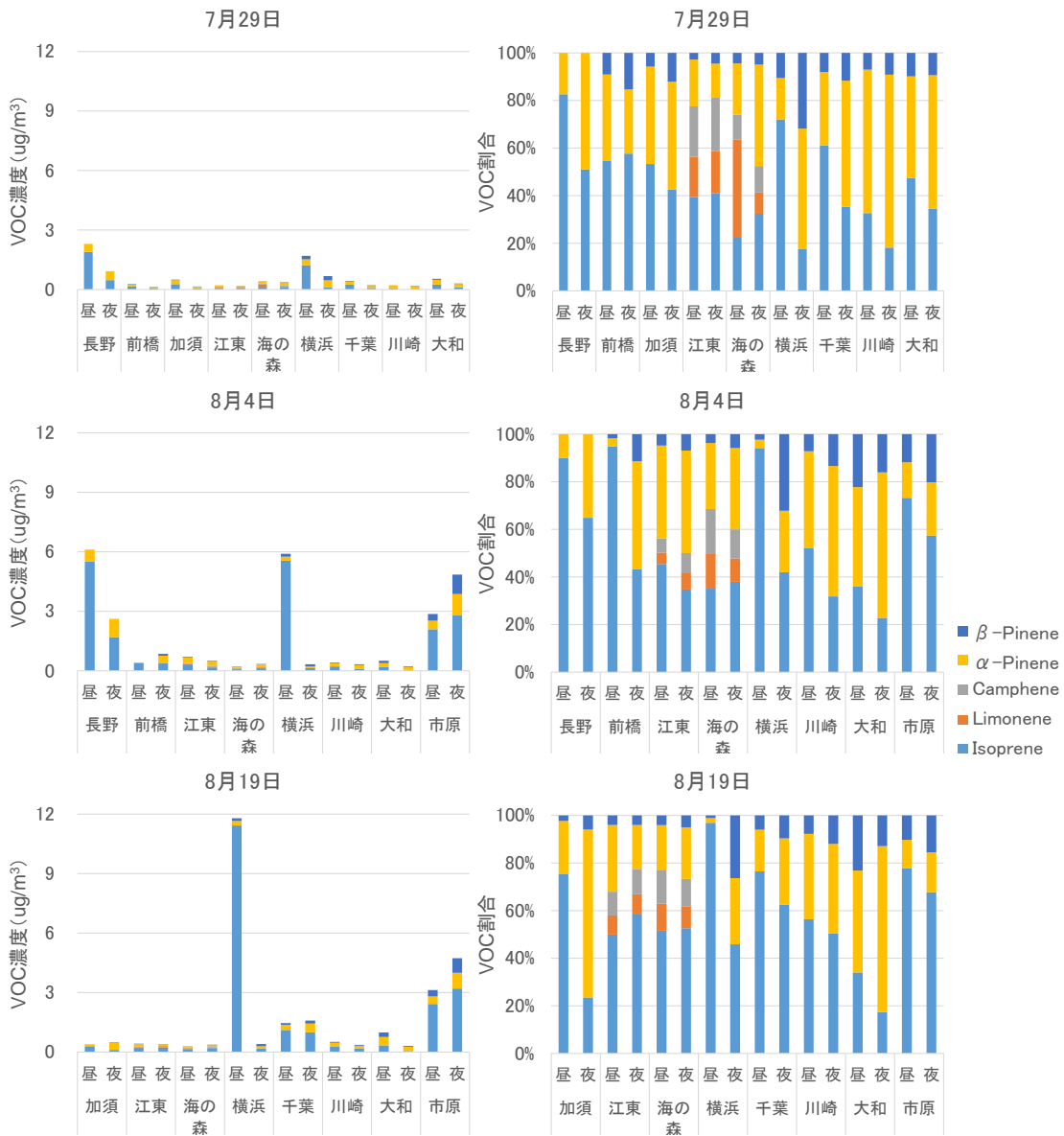


図 2-1-12 植物由来 VOC 類の濃度及び割合（昼夜別平均）

⑦その他

その他成分を測定している地点の日ごとの結果を図 2-1-13 に示す。その他成分は、24 時間平均でも昼夜別平均でも、その濃度と Ox 濃度に関係性は見られなかった。その他成分で濃度が大きい CFC11 などのフロン類、四塩化炭素、クロロメタンは測定している概ねすべての地点で同程度の濃度であった。ジクロロメタンは、前橋、さいたま、加須など昼間に高濃度となる地点があった。

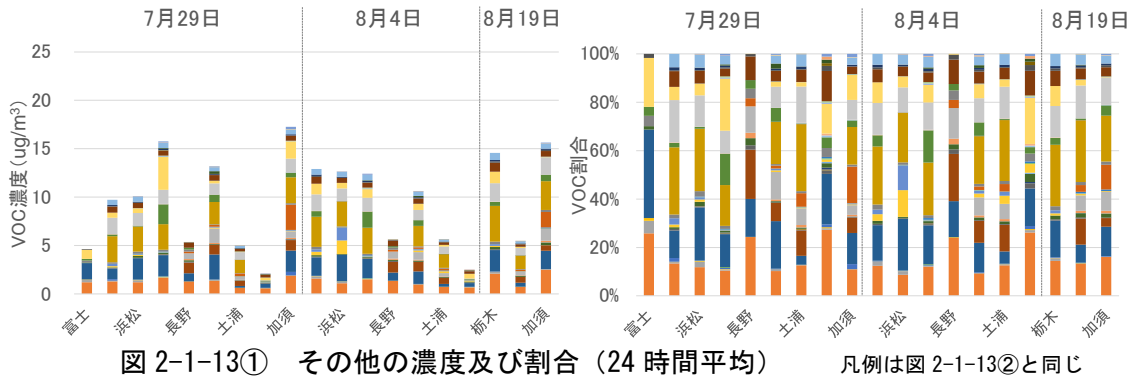


図 2-1-13① その他の濃度及び割合 (24 時間平均) 凡例は図 2-1-13②と同じ

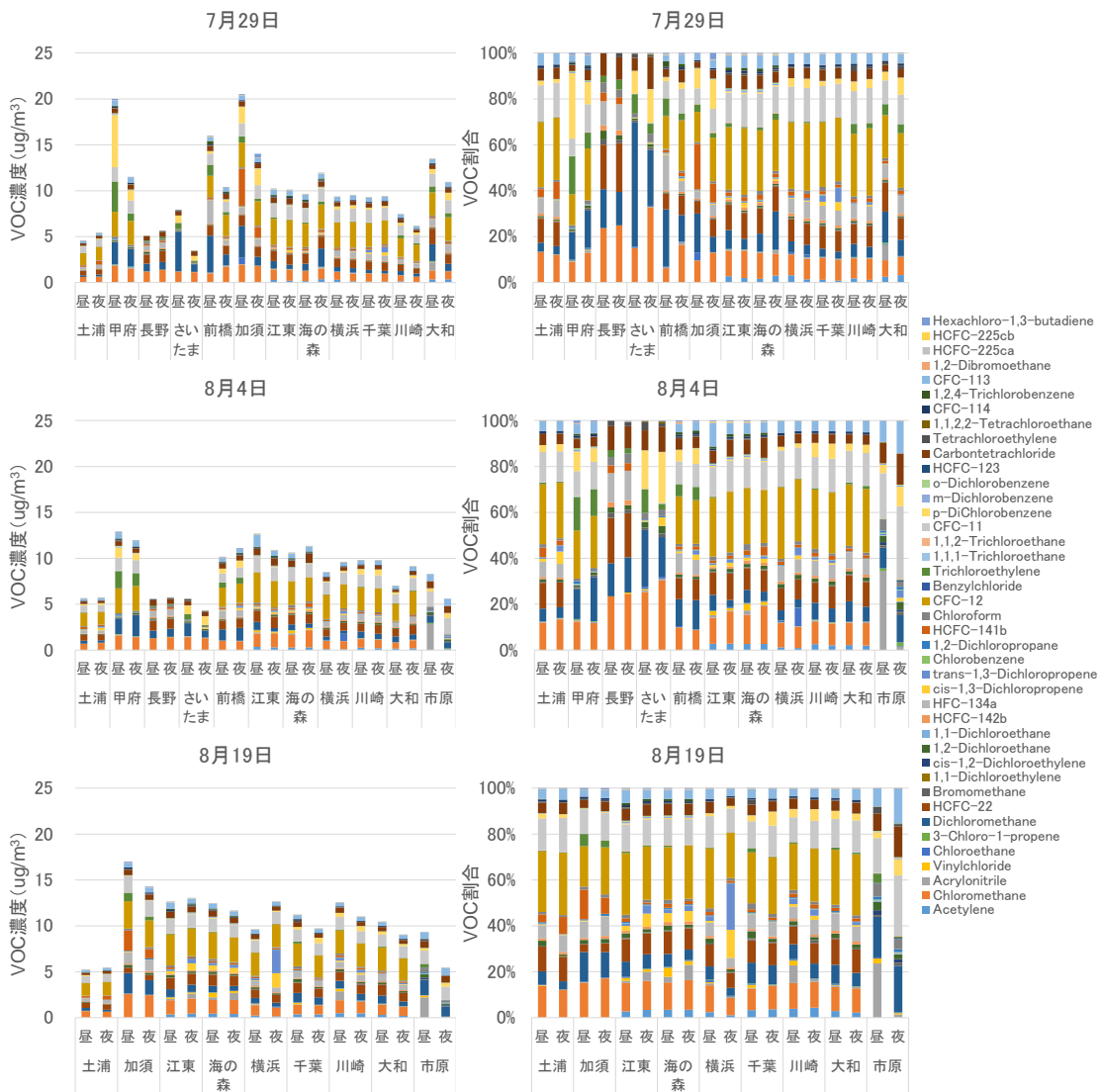


図 2-1-13② その他の濃度及び割合 (昼夜別平均)

なお、その他成分には光化学生成能が0の物質も多くあり、また物質によって光化学生成能が大きく異なることから、最大Ox生成量及びその割合について図2-1-14に示した。令和2年8月4日の市原のアクリロニトリル、令和2年8月19日の江東、海の森、横浜のcis-及びtrans-1,3-ジクロロプロペンなどはOx濃度上昇に寄与している可能性があった。

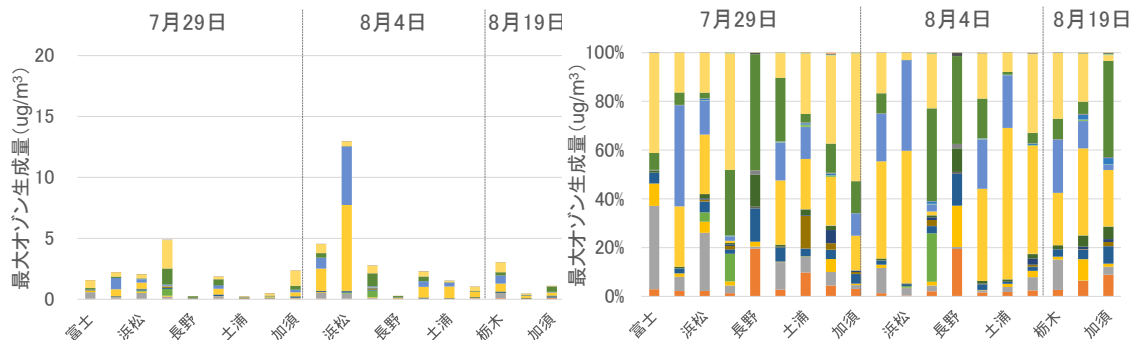


図 2-1-14① その他の最大Ox生成量及び割合（24時間平均） 凡例は図2-1-14②と同じ

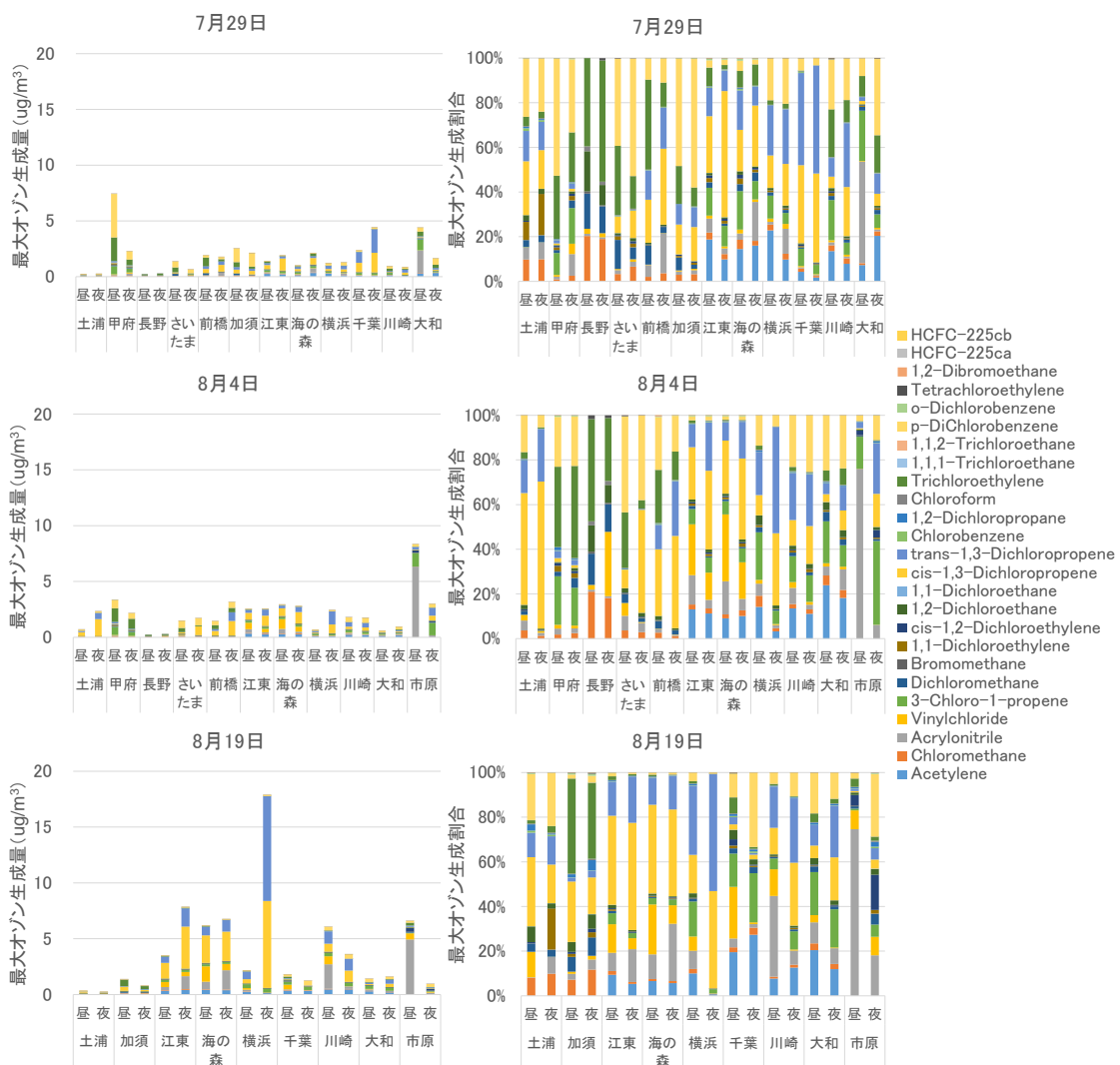


図 2-1-14② その他の最大Ox生成量及び割合（昼夜別平均）

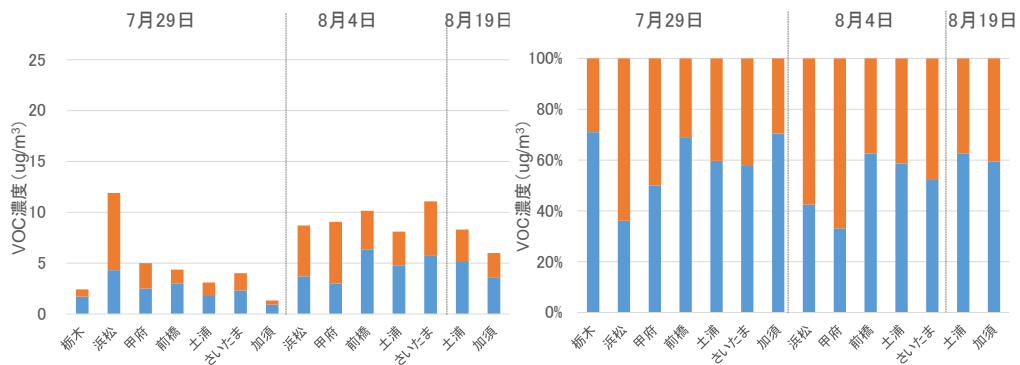


図 2-1-15① アルデヒド類の濃度及び割合 (24 時間平均) 凡例は図 2-1-15②と同じ

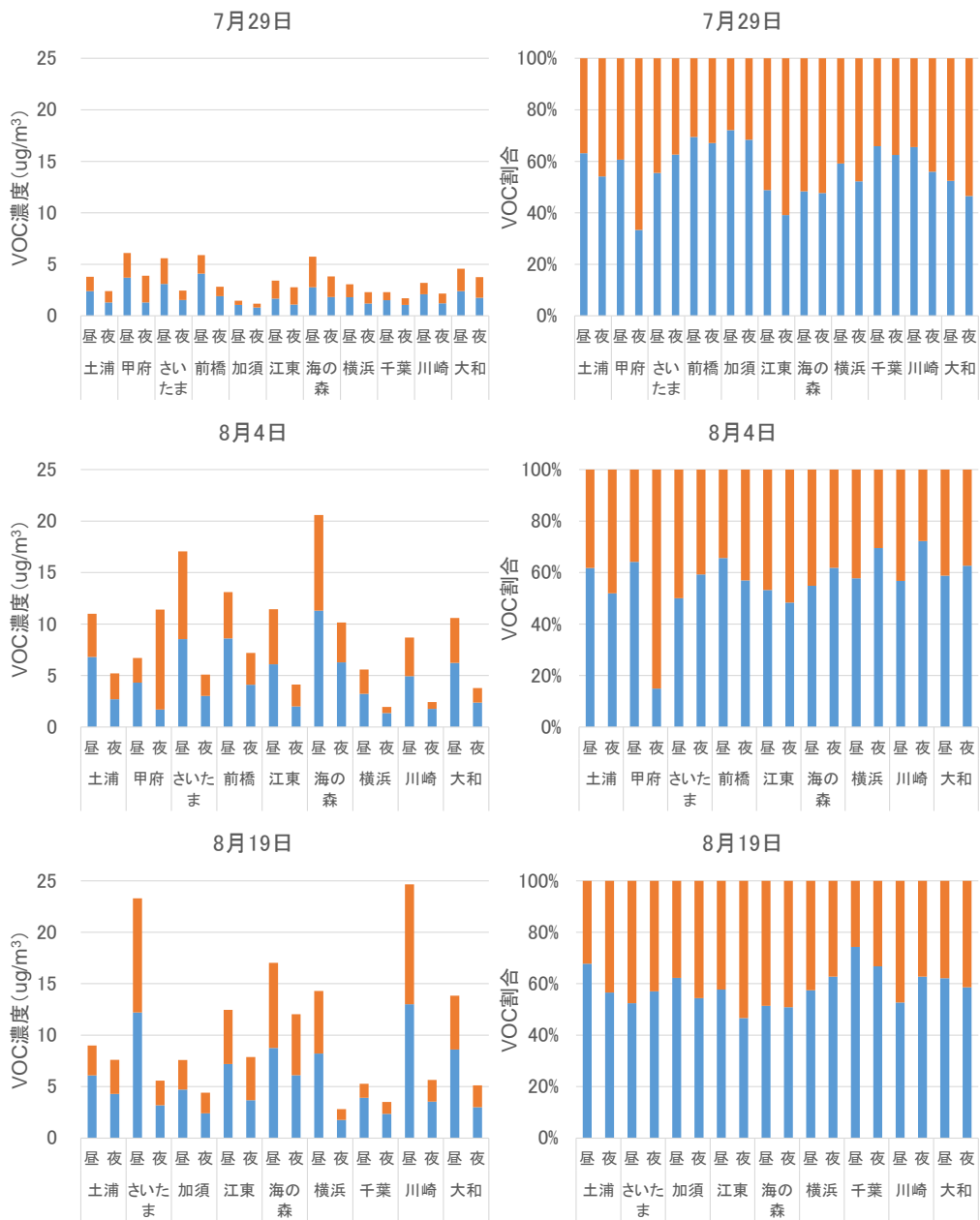


図 2-1-15② アルデヒド類の濃度及び割合 (昼夜別平均)

■ホルムアルデヒド ■アセトアルデヒド

⑧アルデヒド類

アルデヒド類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-1-15 に示す。アルデヒド類は、概ねどの地点でも昼の方が夜より濃度が高く、アルデヒド類の濃度が高いとき最大 Ox 濃度が高い傾向を示した。Ox 濃度が低かった令和 2 年 7 月 29 日は、浜松を除き、アルデヒド類の濃度は低く、地点間差も顕著でなかった。浜松は、2.1.3 (2) で述べたとおり、西風により東海からの汚染気塊が移流したとみられ、他地点よりアルデヒド濃度及び Ox 濃度は高かった。令和 2 年 8 月 4 日は海の森、さいたままで昼に高濃度であった。令和 2 年 8 月 19 日は、川崎、海の森、江東、横浜、さいたまで昼に高濃度であり、最大 Ox 濃度が高濃度であった地点と一致していた。

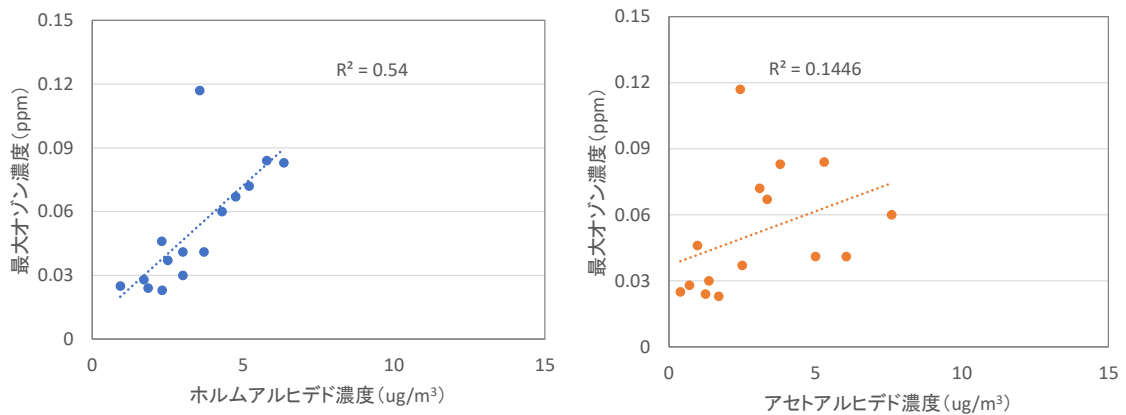


図 2-1-16① アルデヒド類の濃度と最大 Ox 濃度の関係 (24 時間平均)

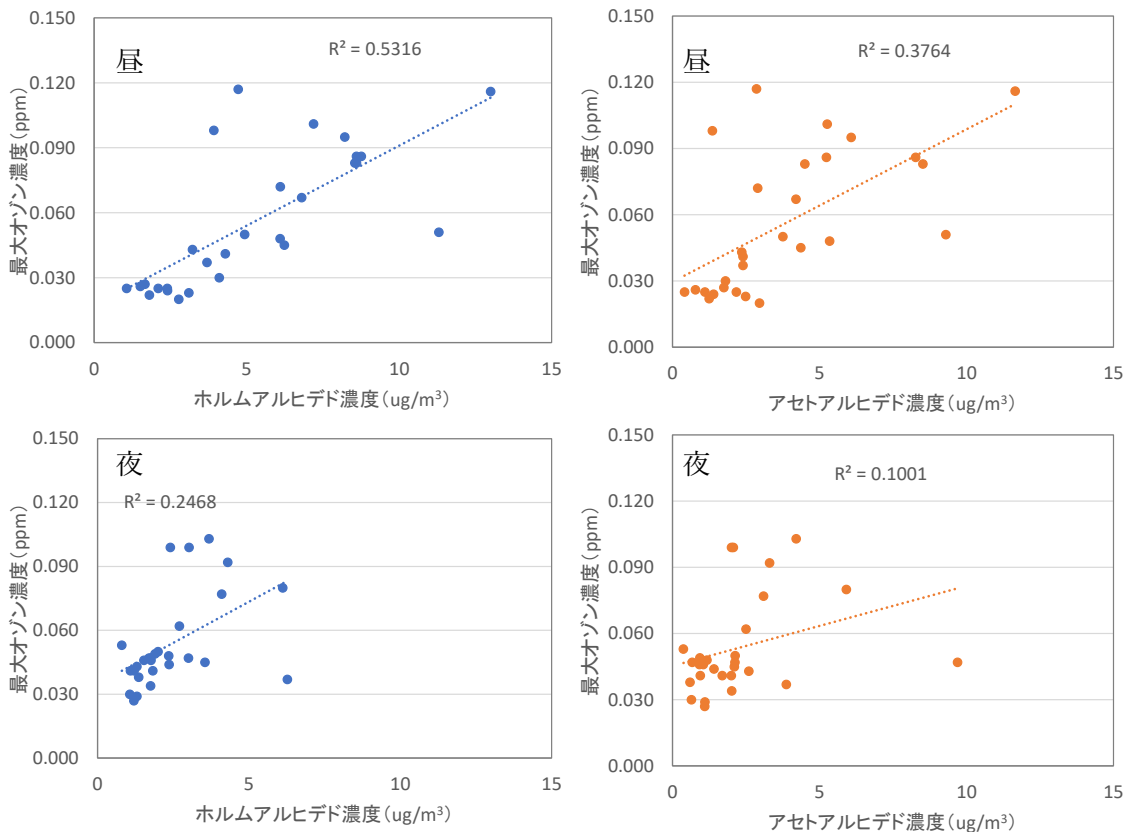


図 2-1-16② アルデヒド類の濃度と最大 Ox 濃度の関係 (昼夜別平均)

ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド濃度と最大 Ox 濃度の関係を図 2-1-16 に示す。24 時間平均及び昼平均のホルムアルデヒド濃度は最大 Ox 濃度と中程度の相関を示した（それぞれ $R^2=0.54$ 、 0.53 ）。昼平均に関しては、アセトアルデヒドも弱い正の相関を示した（ $R^2=0.38$ ）。ホルムアルデヒドは事業所や移動体などから直接排出される一次排出と汚染物質等の反応による二次生成がある。特に夏季の都市域では活発に二次生成するとされており、今回の結果もそれを反映したものと考えられる。

2.1.4 結果のまとめ

新型コロナウイルス感染拡大のため令和 2 年 4~5 月に初めて緊急事態宣言が発出され、令和 2 年夏季は 5 月 25 日に緊急事態宣言が解除された後、緩やかに経済活動が再開され、それに伴い再び新型コロナウイルス感染が拡大して、いわゆる第 2 波と言われる状況にあった。そのような通常とは異なる状況下において、関東地方大気環境対策推進連絡会 微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議として初の試みとなる VOC の広域調査を実施した。Ox 濃度が高濃度となる 7~9 月に 5 回広域調査を実施し、Ox 濃度は低いものの参加自治体数が最も多かった令和 2 年 7 月 29 日、千葉県北部から Ox 濃度が上昇し、北関東が高濃度となった令和 2 年 8 月 4 日、神奈川県東部から Ox 濃度が上昇し、東京都、埼玉県と高濃度 Ox が北上した令和 2 年 8 月 19 日の 3 日を解析対象とした。参加の有無、調査方法、測定項目数が任意であったため、解析するのが難しかったが、概ね次の結果が得られた。

今回の VOC 調査は有害大気汚染物質調査を基本に各自治体が任意で追加測定項目を調査しており、常時監視測定項目の NMHC とは調査目的が異なるため、VOC の ppmC 換算値の合計（VOC 合計）は NMHC データとは一致しなかった。アルカン類、アルケン類を多く測定した地点では VOC 合計の NMHC に占める割合は多かったが、それ以外の地点では 10%程度しか説明していない状況であった。逆に、東京湾岸の発生源周辺では、VOC 合計が NMHC を上回る地点もあった。

VOC 成分の地点間比較をおこなった。アルカン類は、Ox 濃度が低かった令和 2 年 7 月 29 日は測定した全地点で、前橋、加須の北関東では Ox 濃度にかかわらず低濃度であった。Ox 濃度が上昇した令和 2 年 8 月 4 日と 19 日に発生源地域で炭素数 4 及び 5 のアルカン類の高濃度がみられたが、アルカン濃度と Ox 濃度の関係から、風下地域への影響は否定できないが、発生源地域の Ox 濃度上昇に及ぼす影響は限定的と考えられた。アルケン類も Ox 濃度が低かった令和 2 年 7 月 29 日は測定した全地点で、前橋、加須の北関東では Ox 濃度にかかわらず濃度が低かった。令和 2 年 8 月 4 日に市原で 1,3-ブタジエンが、令和 2 年 8 月 19 日に東京湾西側の江東、海の森、川崎でプロピレン、1,3-ブタジエン、1-ブテンの濃度が高く、Ox の前駆物質として低級アルケン類の影響が大きい可能性が示された。芳香族類はその濃度と Ox 濃度の上昇に明瞭な関係性は見られず、いくつかの地点を除き、Ox 濃度にかかわらず関東甲信静で概ね同等の濃度範囲であった。ケトン類は東京湾岸地域しか測定していないが、江東及び海の森でアセトン及びメチルエチルケトンが高い地域的な特徴がある他は、Ox 濃度の上昇との明瞭な関係性は見られなかった。含酸素類も江東及び海の森でイソプロパノールが高く、大和で酢酸エチルの濃度が高い地域的な特徴がある他は、Ox 濃度の上昇との明瞭な関係性は見られなかった。植物由来 VOC については、

長野のほか近隣に大きな公園がある横浜でも昼間イソプレン濃度が高く、Ox 濃度が最も高かった令和2年8月19日に横浜で最も高濃度となっており、植物由来 VOC と Ox 濃度の上昇には一定の関係性がみられ、都市部においても植物由来 VOC が重要であることが示された。その他成分については、その濃度と Ox 濃度上昇との関係性は不明瞭であるが、令和2年8月4日の市原のアクリロニトリル、令和2年8月19日の江東、海の森、横浜の cis-及び trans-1,3-ジクロロプロペンなどは Ox 濃度上昇に寄与している可能性があった。アルデヒド類は、その濃度が高いとき最大 Ox 濃度が高い傾向を示し、24時間平均及び昼平均のホルムアルデヒド濃度は最大 Ox 濃度とよい相関を示した。ただし、夏季の都市域ではアルデヒド類は活発に二次生成するとされており、今回の結果もそれを反映したものと考えられる。

2.2 令和3年度測定調査

2.2.1 調査概要

大気試料を採取し、揮発性有機化合物(VOC)成分を測定するとともに常時監視測定データ等を用いて光化学オキシダント(Ox)及び関連成分の濃度分布や移動状況を把握した。

2.2.2 調査内容

関東地方大気環境対策推進連絡会 微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議自治体のうち、参加可能な自治体域とした。

調査期間は令和3年7月から10月のうち、次の日を候補とした。

- ①7月29日(木)～30日(金)、②8月5日(木)～6日(金)、
- ③8月18日(水)～19日(木)、④8月31日(火)～9月1日(水)、
- ⑤10月20日(水)～21日(木)

採取間隔は24時間を基本とし、可能な範囲で次のとおり分割した採取を行った。

パターン A【分割なし】：24時間採取。開始時刻は任意(9～10時頃を想定)

パターン B-1【昼夜2分割】：9時～17時(8h)＋17時～翌9時(16h)

パターン B-2【昼夜2分割】：10時～18時(8h)＋18時～翌10時(16h)

パターン C【1～2時間間隔】：0時開始、以降2時間ずつ

測定項目はPAMS成分、HAPS成分及びアルデヒド(ホルムアルデヒド・アセトアルデヒド)とした。またOx、窒素酸化物(NOx)、非メタン炭化水素(NMHC)、風向・風速、気温、湿度などの常時監視測定データを収集し、解析に使用した。

表 2-2-1 参加自治体

調査日	茨城県	栃木県	群馬県	埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県	山梨県	長野県	静岡県
7月29日	○	○	○	○加須	○	○	○	○	○	△ _{7/28}
8月5日	○	○	○	○他4地点	○	○	○	○	○	
8月18日	○	○			○	○	○			
8月31日	○	*	○		○	○	○	○		
10月20日	○	○	○		○	○	○			

調査日	さいたま市	千葉市	横浜市	川崎市	相模原市	静岡市	浜松市	参加数	最大Ox濃度
7月29日	○		○	○		△ _{8/2}	○	15	0.076
8月5日	○	○	○	○				17	0.148
8月18日	○	○	○	○				9	0.039
8月31日	○	○	○	○			○	12	0.098
10月20日	○	○	○	○		△ _{9/1}		11	0.054

*:アルデヒド類のみ測定 △:調査日が異なる

2.2.3 調査結果

(1) 測定実施状況

各測定調査日における参加自治体を表 2-2-1 に示した。併せて各測定調査日における調査地域内の最大 Ox 濃度を示した。

(2) 測定実施日の Ox 濃度状況

①令和3年7月29日

和3年7月29日10時の風向風速及び Ox 濃度状況を図 2-2-1 に示す。東京湾岸は南～南西の風が卓越し、北関東では弱い北風が吹いていた。収束線付近の東京中央部～埼玉県東部で Ox 濃度が上昇するものの 0.080 ppm に届かなかった。

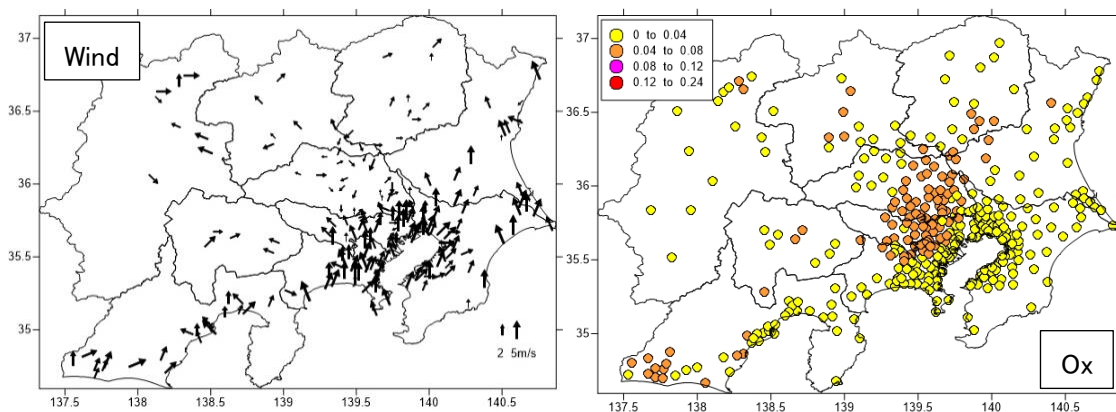


図 2-2-1 令和3年7月29日10時の風向風速及び Ox 濃度状況

②令和3年8月5日

令和3年8月5日12時及び15時の風向風速及び Ox 濃度状況を図 2-2-2 に示す。朝は弱い北～北東系の風が吹いていたが、10時頃から南西風に変化し、神奈川県東部で Ox 濃度が上昇した。その後汚染気塊は北上し、東京都中央部～埼玉県南部へ移流、停滞し、上野原で 0.148 ppm となった。17時以降埼玉県西部及び山梨県へ移流した。

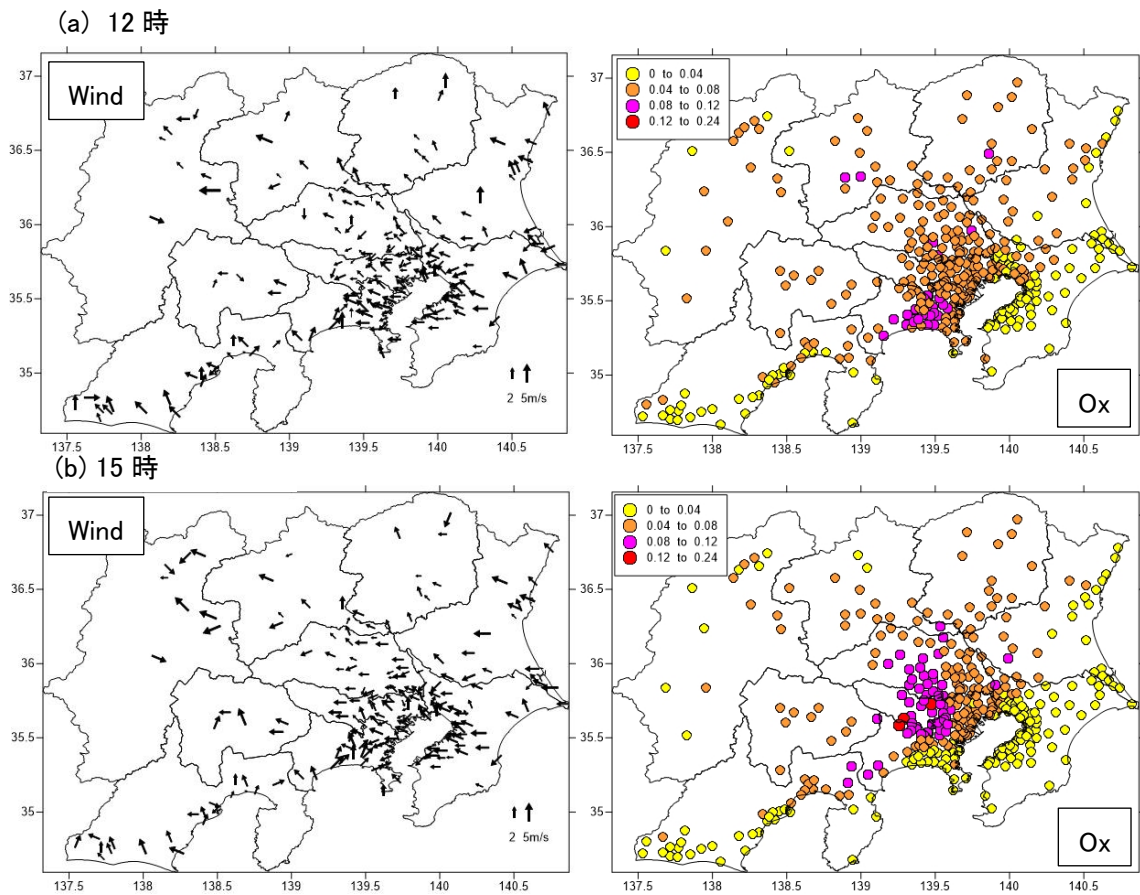


図 2-2-2 令和 3 年 8 月 5 日 12 時及び 15 時の風向風速及び Ox 濃度状況

③ 8 月 18 日

8 月 18 日 12 時の風向風速及び Ox 濃度状況を図 2-2-3 に示す。朝から強い南風が吹き、一日を通して Ox 濃度は上昇しなかった。

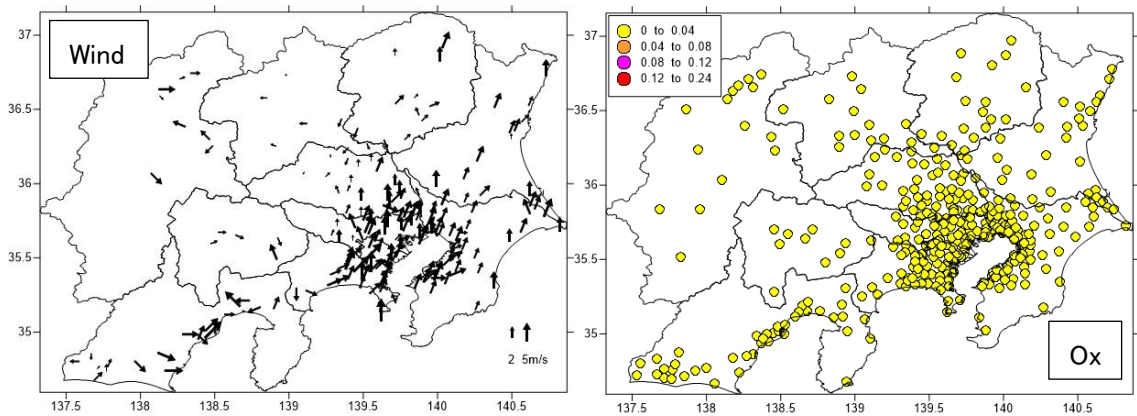


図 2-2-3 8 月 18 日 12 時の風向風速及び Ox 濃度状況

④令和3年8月31日

令和3年8月31日14時及び16時の風向風速及びOx濃度状況を図2-2-4に示す。北東風が昼頃南東風へ変化し、収束線周辺の川崎～相模湾岸でOx濃度が上昇した。また、静岡県でも県南部～西部の海岸線沿いでOx濃度が上昇した。

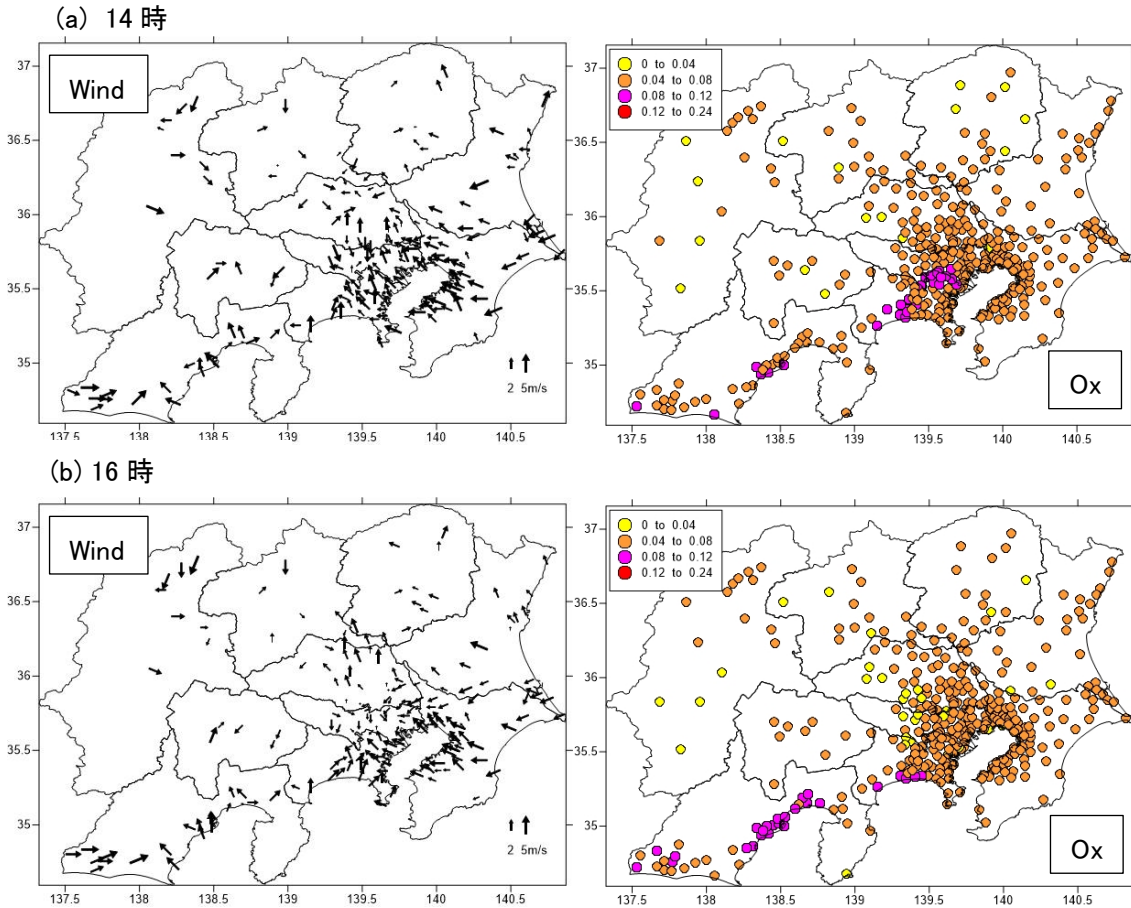


図2-2-4 8月31日14時及び16時の風向風速及びOx濃度状況

⑤令和3年10月20日

令和3年10月10日12時の風向風速及びOx濃度状況を図2-2-5に示す。朝から北西風が吹き、関東北部でOx濃度が上昇し、昼頃には関東南部の広い地域でOx濃度が上昇したが、0.060 ppmに届かなかった。

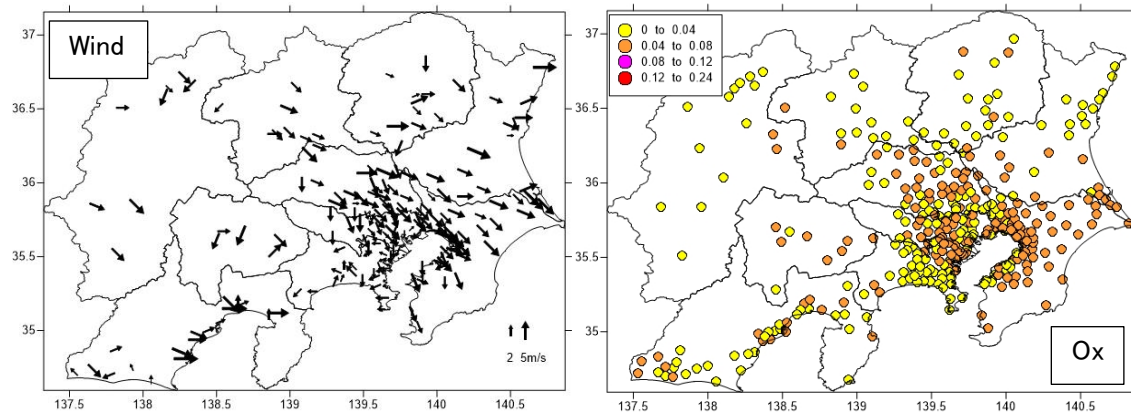


図2-2-5 10月20日12時の風向風速及びOx濃度状況

(3) VOC 測定地点及び測定状況

VOC 測定調査を実施した測定地点を図 2-2-6 に示す。また、表 2-2-2 に測定地点、近傍の常時監視測定局及び採取時間を示した。また、表 2-2-3 に各測定地点の最大測定項目数を表に示す。採取間隔及び分析項目が異なるため、以降の検討において、厳密な地点間の比較はできないこと、自治体によっては、測定日によっても項目数が異なることに注意が必要である。なお、埼玉県 5 地点は加須（アルデヒド未測定）を除き同じ、東京都 3 地点は同じ、大和、川崎、千葉は横浜と同じである。

表 2-2-2 各自治体の VOC 測定地点、近傍常時監視局、採取時間

自治体	測定地点	測定地点略称	常時監視局	採取時間
茨城県	土浦保健所	土浦	土浦保健所	昼夜(10 時～、18 時～)
栃木県	栃木市上下水道局庁舎	栃木	栃木市役所	24h(10 時～10 時)
群馬県	衛生環境研究所	前橋	衛生環境研究所	昼 2h 間隔(10～18 時) 夜(18 時～)
埼玉県	環境科学国際センター	加須	環境科学国際 C	昼夜(6 時～、18 時～)
	戸田局	戸田	戸田局	昼夜(6 時～、18 時～)
	鴻巣局	鴻巣	鴻巣局	昼夜(6 時～、18 時～)
	幸手局	幸手	幸手局	昼夜(6 時～、18 時～)
	寄居局	寄居	寄居局	昼夜(6 時～、18 時～)
さいたま市	さいたま市役所	さいたま	さいたま市役所	昼夜(9 時～、17 時～)
千葉県	環境研究センター	市原	市原岩崎西	偶数時から 1h おき (0 時～0 時)
千葉市	寒川小学校	千葉	寒川小学校	2h 間隔(0 時～0 時)
東京都	東京都環境科学研究所	江東	江東区大島	2h 間隔(0 時～0 時)
	環境局中防合同庁舎	海の森	港区台場	2h 間隔(0 時～0 時)
	立川合同庁舎	立川	立川市泉町	2h 間隔(0 時～0 時)
神奈川県	大和市役所	大和	大和市役所	2h 間隔(0 時～0 時)
横浜市	中区本牧	横浜	中区本牧	2h 間隔(0 時～0 時)
川崎市	大師測定局	川崎	大師測定局	2h 間隔(0 時～0 時)
山梨県	山梨県衛生環境研究所	甲府	甲府富士見	昼夜(10 時～、18 時～)
長野県	環境保全研究所	長野	環境保全研究所	昼夜(10 時～、18 時～)
静岡県	鷹岡小学校	富士	鷹岡小学校	24h(10 時半～10 時半)
静岡市	静岡市立服織小学校	静岡	服織小学校	24h(10 時～10 時)
浜松市	浜松市立葵が丘小学校	浜松	北部測定局	24h(10 時～10 時)

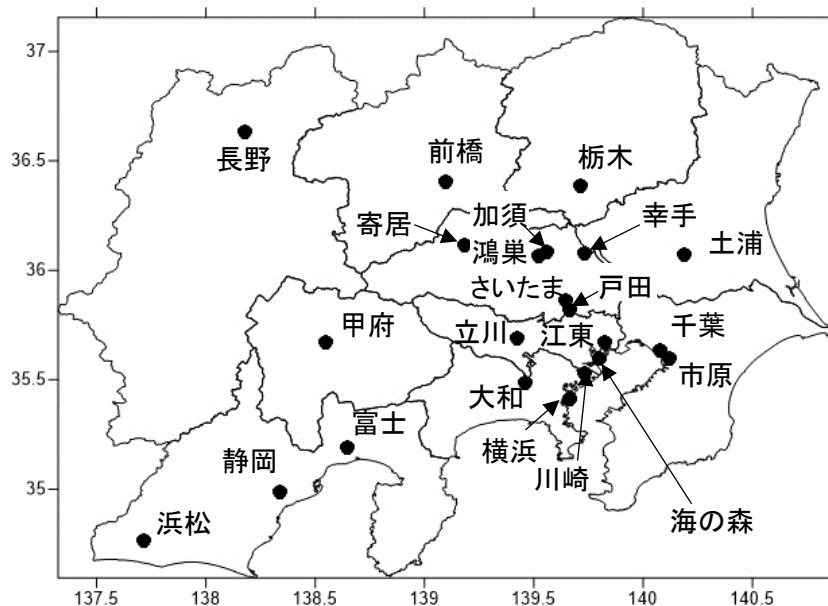


図 2-2-6 VOC 等測定地点

表 2-2-3 各自治体の最大測定項目数

項目数	横浜	東京都	前橋	甲府	埼玉県	市原	土浦	浜松	さいたま	栃木	長野	富士	静岡
alkane	27	27	25	25	24	19			1		1	1	
alkene	23	23	8	9	6	8	1	1	1	1	1	1	1
aromatic	20	19	16	15	15	14	9	9	9	9	6	7	2
biogenic	3	3	3	3	1	3			2		2		
aldehyde	2	2	2	2	2		2	2	2	2			2
ketone	4	4											
oxygenate	8	8											
others	42	41	40	33	37	26	33	33	27	19	16	9	8
計	129	127	94	87	85	70	45	45	42	31	26	18	13

(4) 解析対象日の VOC 測定結果-個別成分濃度と最大 Ox 生成量-

各地点における上記 5 調査日の VOC 濃度及び最大 Ox 生成量の変化を検討した。

①24 時間平均の比較

昼夜 2 分割で採取を行った前橋、甲府、埼玉県内 5 地点（加須、戸田、鴻巣、幸手、寄居）、土浦及びさいたま、長野、24 時間採取を行った浜松、栃木、富士及び静岡の結果を図 2-2-7 に示す。2 分割採取の地点の VOC データは平均値として算出した。また、各地点の最大 Ox 濃度を図に示した。図は測定項目数の多い地点から降順で示した。

いずれの地点においても、最大 Ox 生成量と最大 Ox 濃度は概ね相関していた。

前橋、甲府及び埼玉県内 5 地点は概ね同様の物質を測定している。前橋で最大 Ox 生成量に最も寄与していたのはアルデヒド類とトルエンであった。甲府では p-ジクロロベンゼンの濃度が特異的に高い日があったが、最も Ox 濃度が高かった令和 3 年 8 月 5 日は高濃

度ではなかったことから、Ox 濃度上昇には寄与しない可能性があった。その他、イソペンタンや n-ブタンなどのアルカン類も比較的高濃度であった。埼玉県内 4 地点（加須は未測定）のアルデヒド類の濃度は前橋及び甲府と同程度であったが、トルエン濃度が高く、芳香族類の最大 Ox 生成量への寄与が最も大きかった。埼玉県内 5 地点でもイソペンタンや n-ブタンが検出された。

土浦、浜松及びさいたまはいずれの日も全 VOC に占めるアルデヒド類の濃度が高く、最大 Ox 生成量に占めるアルデヒド類の寄与が大きかった。浜松は令和 3 年 8 月 31 日にジクロロメタンが高濃度となっているが、Ox 濃度上昇には寄与しないと考えられた。

栃木は令和 3 年 8 月 18 日にトルエンが高濃度であり、最大 Ox 生成量が大きくなっているが、最高 Ox 濃度は 0.019 ppm と低かった。長野は植物由来 VOC のイソプレンを測定しており、これが最大 Ox 生成量に大きく寄与していた。アルデヒド類は測定なしのため、その寄与は不明であった。富士及び静岡は測定日が他自治体とは日が異なっていることに注意が必要であるが、トルエン、ホルムアルデヒドの順に濃度が高く、最大 Ox 生成量に最も寄与していたのはアルデヒド類、次いで芳香族炭化水素であった。

図中の数値は該当日の最大 Ox 濃度 (ppm) を示す
以下同じ

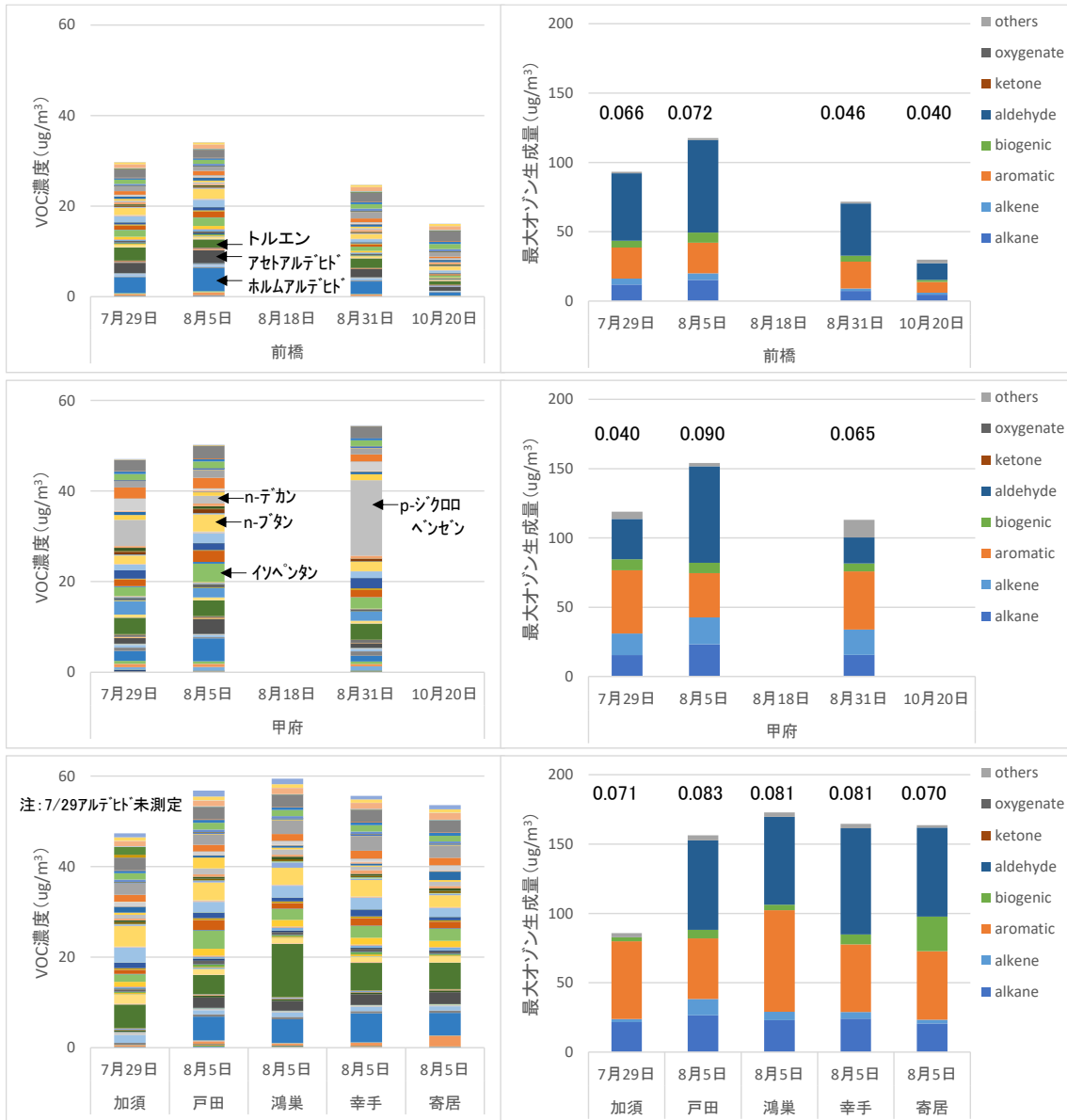


図 2-2-7① 前橋、甲府及び埼玉県内 5 地点の VOC 濃度、最大 Ox 生成量及び最大 Ox 濃度 (ppm)

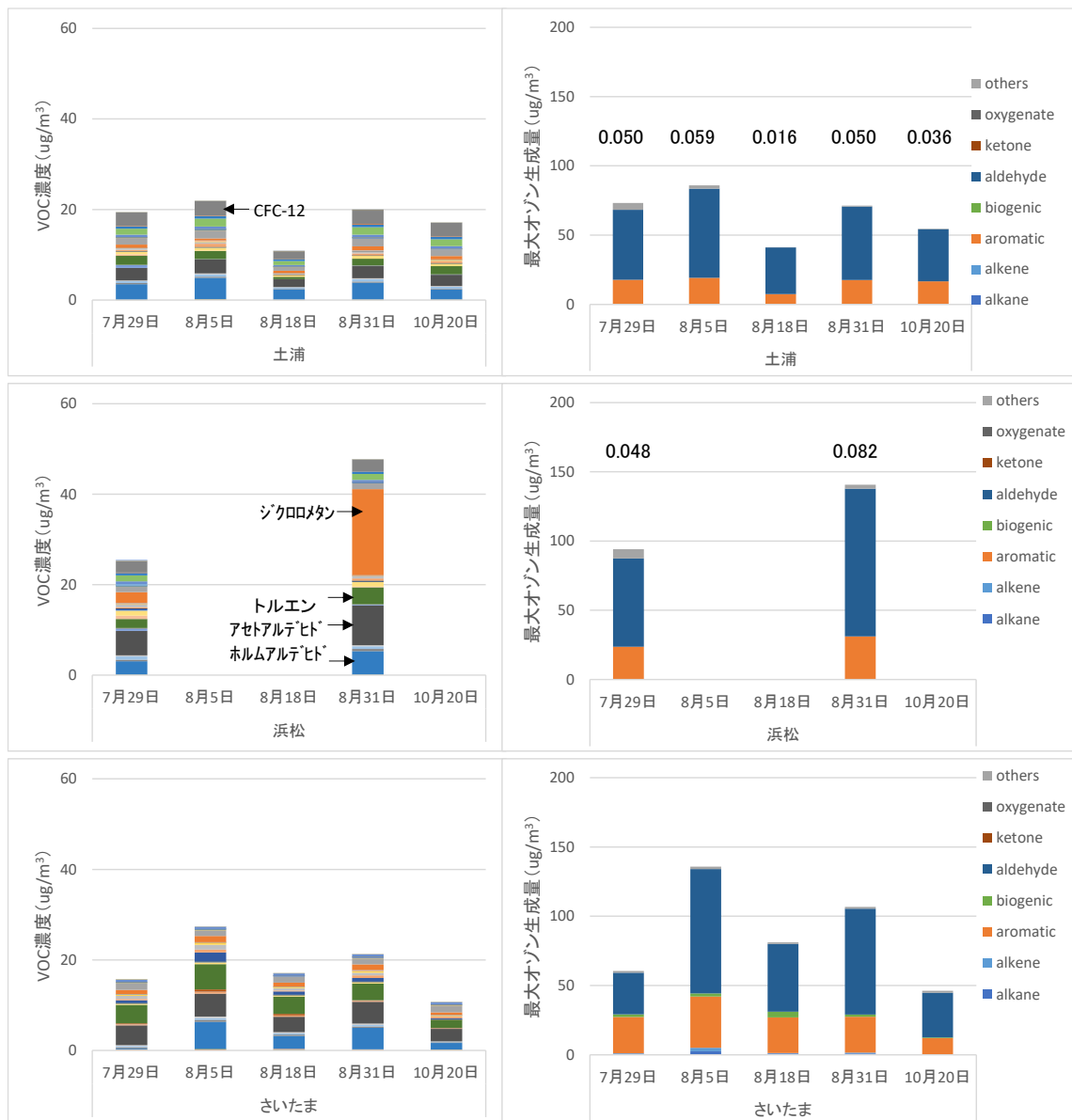


図 2-2-7② 土浦、浜松及びさいたまの VOC 濃度、最大 O₃ 生成量及び最大 O_x 濃度 (ppm)

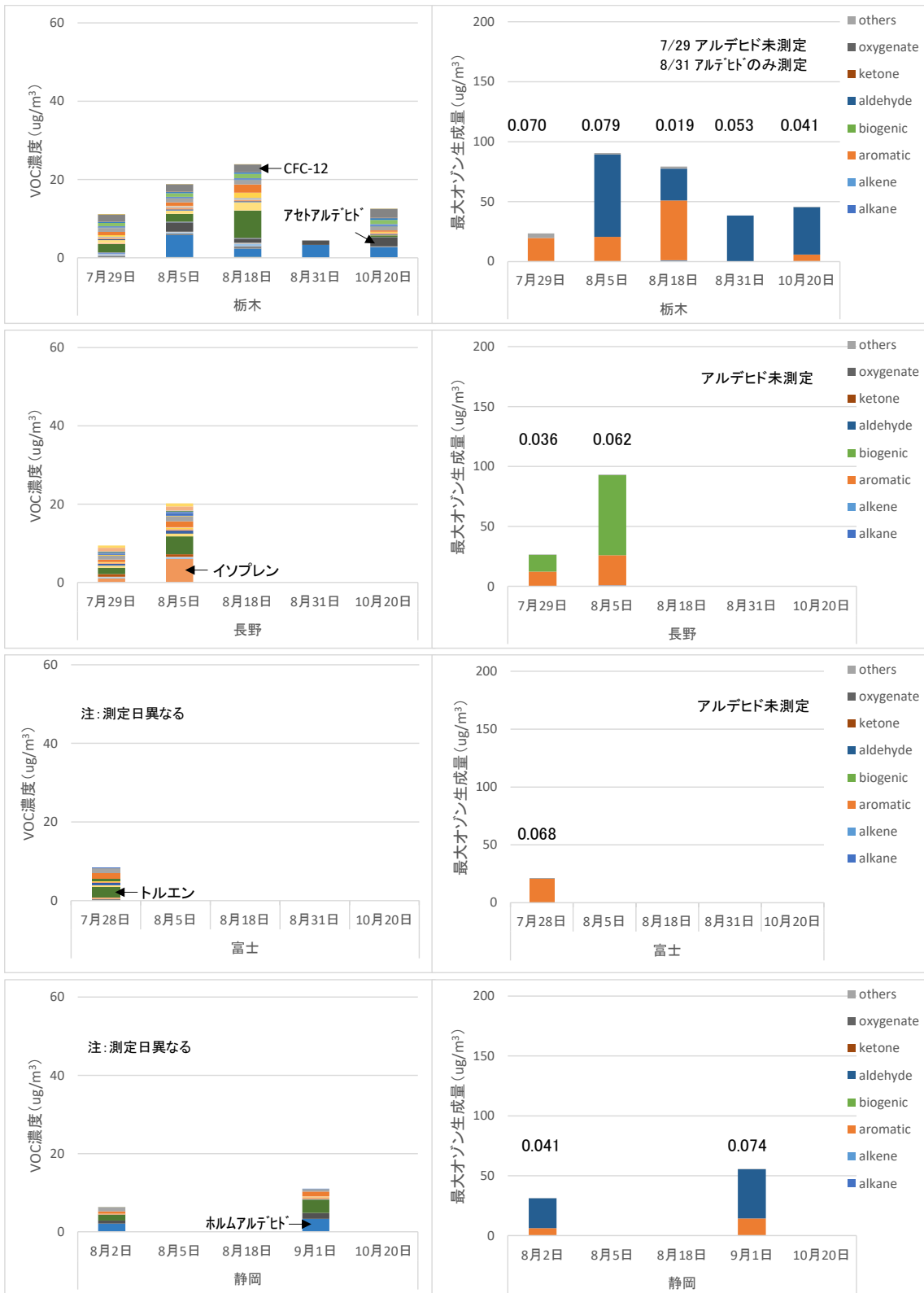


図 2-2-7③ 栃木、長野、富士及び静岡の VOC 濃度、最大 O_x 生成量及び最大 O_x 濃度 (ppm)

②昼夜別平均の比較

昼夜2分割採取した地点について、昼夜のVOC濃度及び最大Ox生成量の変化について検討した。

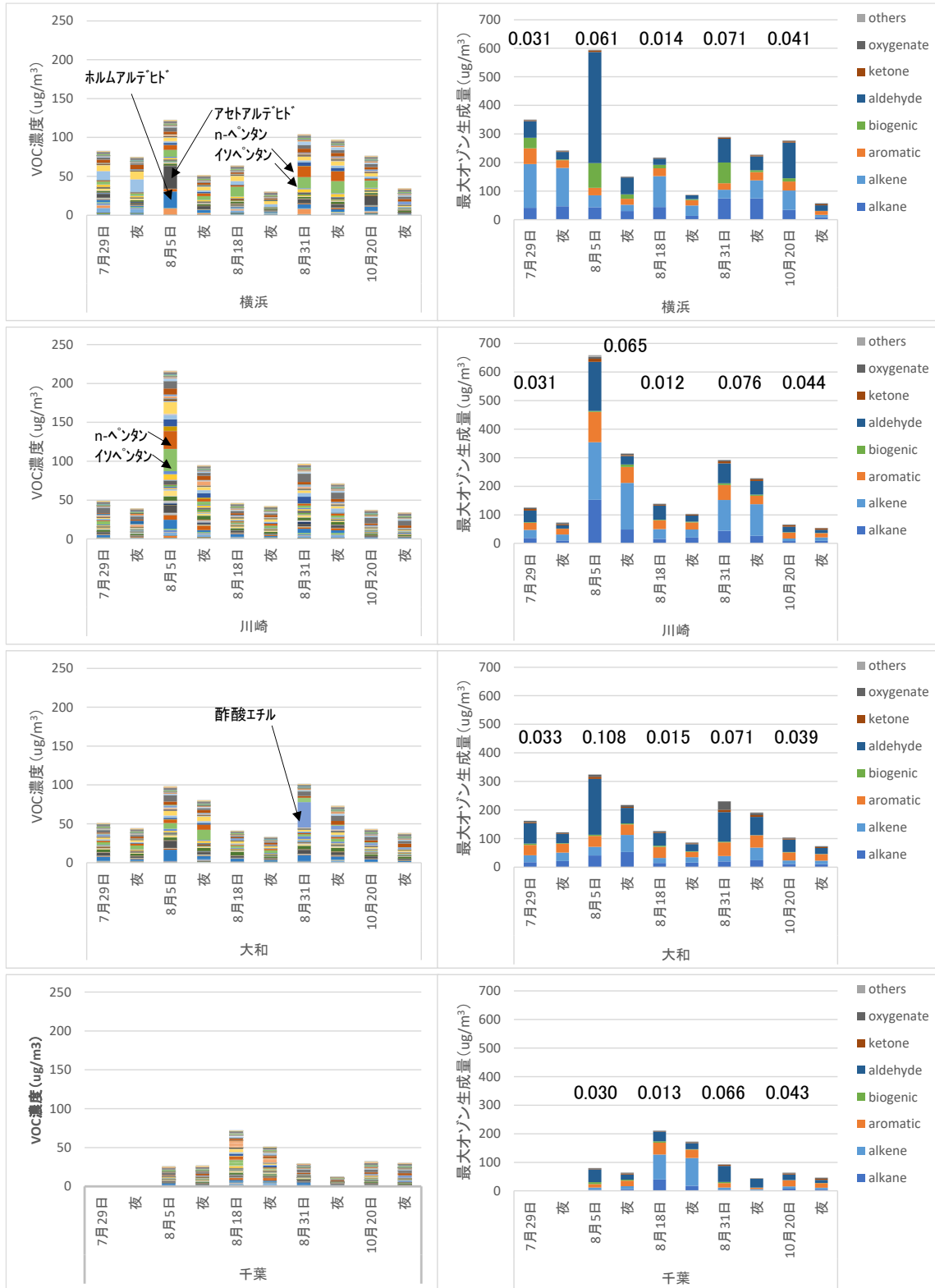


図 2-2-8① 横浜、川崎、大和及び千葉の VOC 濃度、最大 Ox 生成量及び最大 Ox 濃度 (ppm)

横浜、川崎、大和、千葉、江東、海の森及び立川は0～24時の2時間採取、市原は1時間おき採取であるため、10～18時及び18時～24時の各平均を図2-2-8に示した。また、各地点の当該日昼の最大Ox濃度を図に示した。図は測定項目数の多い地点から降順で示した。

横浜、川崎、大和及び千葉では、VOC濃度も最大Ox生成量も昼の方が若干高かった。その原因はアルデヒド類と、横浜についてはイソプレンが昼に濃度が高いためであった。横浜では、植物由来のイソプレン濃度及び最大Ox生成量が昼に大きく、最大Ox濃度とも相関がみられた。横浜及び川崎では、アルケン類、アルカン類、芳香族の最大Ox生成量に占める割合が高かった。千葉は令和3年8月18日のみアルカン類及びアルケン類の最大Ox生成量に占める割合が高かったが、最大Ox濃度は0.013ppmと低かった。大和はアルデヒド類の寄与が高かった。大和で比較的Oxが高濃度となった令和3年8月5日及び8月31日は、川崎で昼にアルカン類及びアルケン類の濃度が高く、大和では逆に夜にこれらの濃度が昼より高くなる傾向がみられた。

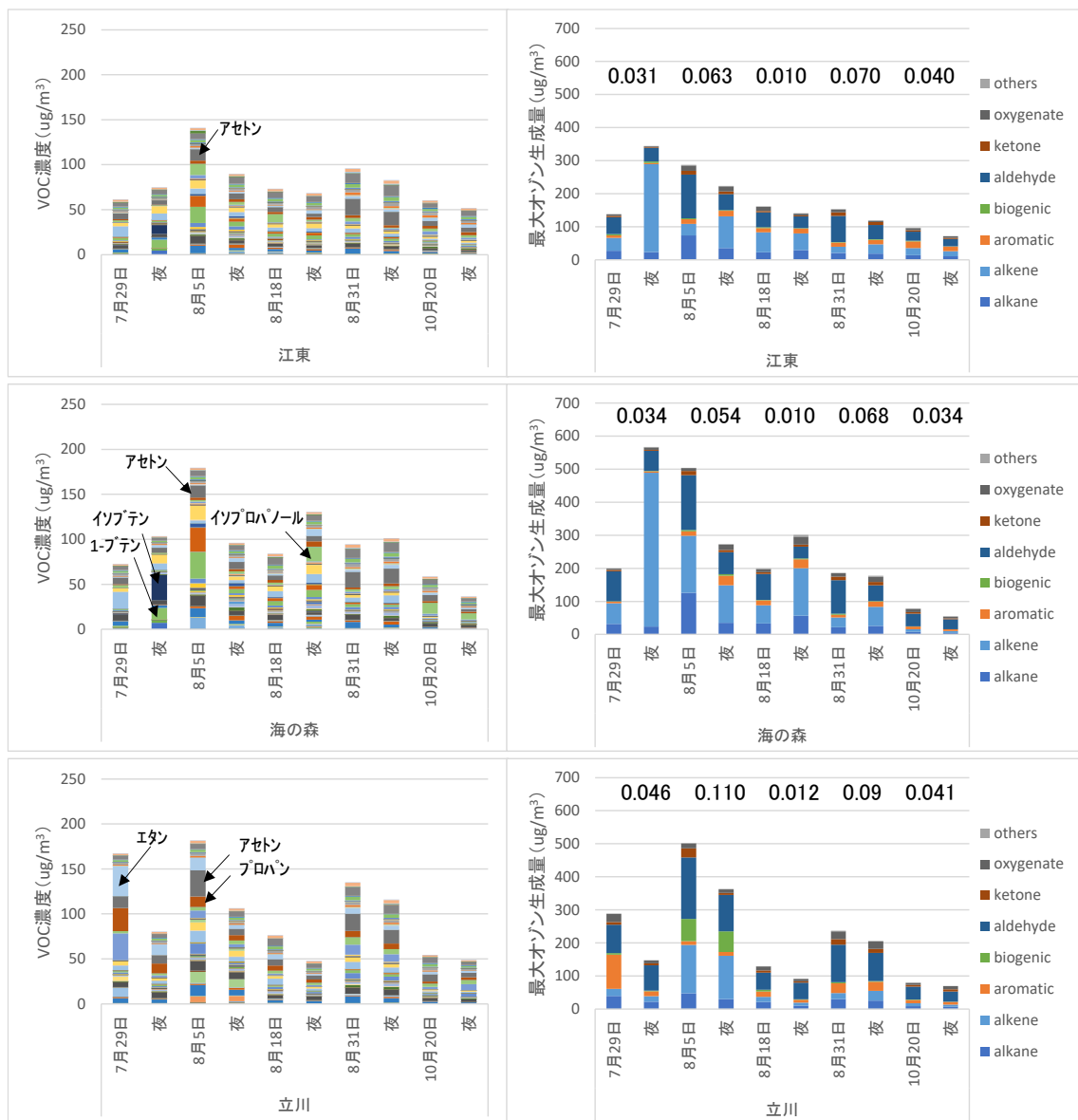


図2-2-8② 江東、海の森及び立川のVOC濃度、最大Ox生成量及び最大Ox濃度(ppm)

江東及び海の森では、アルケン類及びアルデヒド類の最大Ox生成量への寄与が大きかった。令和3年7月29日夜にはイソブテン、1-ブテンが高濃度となり、最大Ox生成量を大きく引き上げていたが、翌日昼の最大Ox濃度は低く、夜間におけるこれらの濃度上昇は

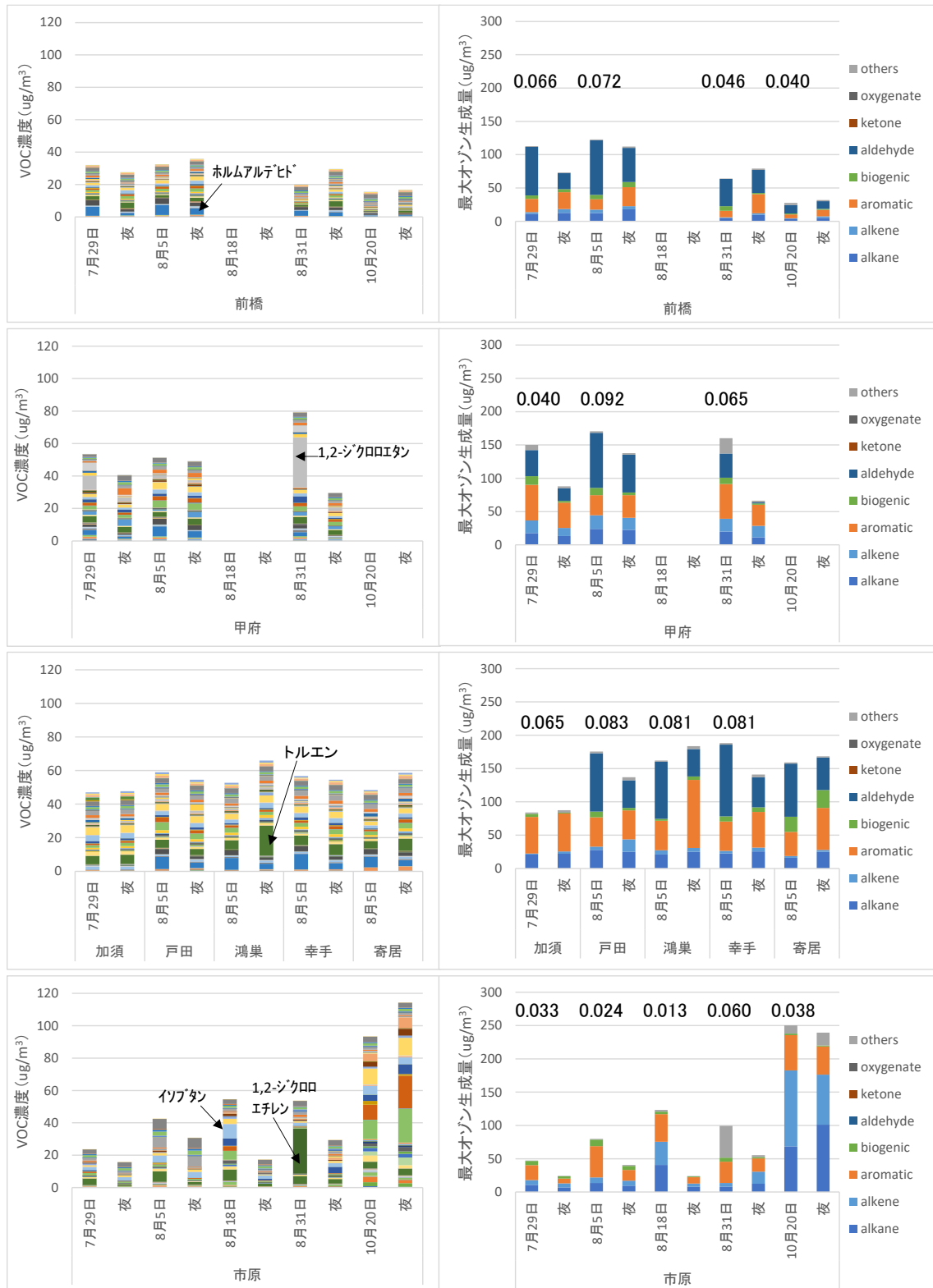


図 2-2-8③ 前橋、甲府、埼玉県内5地点及び市原のVOC濃度、最大Ox生成量及び最大Ox濃度 (ppm)

翌日の Ox 生成に関与しないと考えられた。また、江東及び海の森では最大 Ox 生成量と最大 Ox 濃度に相関は見られなかった。立川では令和 3 年 8 月 5 日にアルケン類、植物由来成分、アルデヒド類の寄与が大きく、最大 Ox 濃度は 0.110 ppm と高かった。

前橋、甲府では、最大 Ox 生成量に占めるアルデヒド類の寄与が大きく、埼玉県内加須を除く 4 地点及び市原ではアルデヒド類と芳香族の寄与が同程度であった。埼玉県で夜間にトルエン濃度が上昇する傾向があるのは、令和 2 年度と同様であった。市原で令和 3 年 10 月 20 日に n-ペンタン、イソペンタンが高濃度となり、最大 Ox 生成量を押し上げていたが、当該日の最大 Ox 濃度は 0.038 ppm であり、これらの濃度上昇は Ox 生成に関与しない可能性があった。

土浦及びさいたまは全 VOC に占めるアルデヒド類の濃度が高く、夜間には下がる傾向がみられた。長野県は令和 3 年 8 月 5 日の昼にイソプレンが高濃度となっていた。

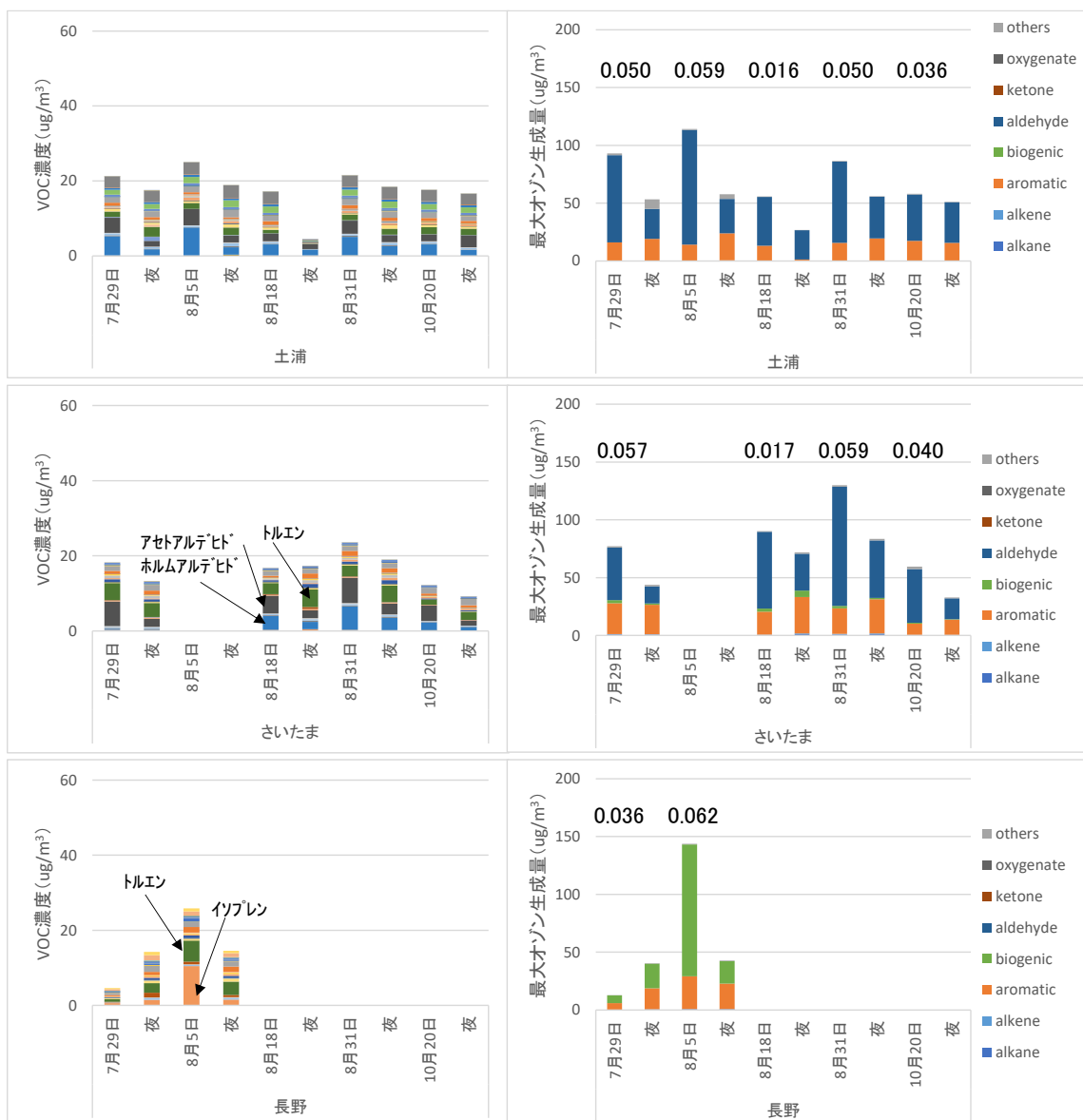


図 2-2-8④ 土浦、さいたま及び長野の VOC 濃度、最大 Ox 生成量及び最大 Ox 濃度 (ppm)

(5) VOC 成分の地点間比較

①アルカン類

アルカン類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-2-9 に示す。高濃度であった令和 3 年 8 月 5 日昼の海の森及び川崎を別に示した。なお、甲府、前橋、埼玉県内 5 地点及び市原はエタン及びプロパンは測定していない。

24 時間平均の地点では、イソブタン、n-ブタン及びイソペンタンの割合が高く、この 3 成分で 30~50%を占めていた。当該日のアルカン類の積算濃度と最大 Ox 濃度の関係を見ると、令和 3 年 7 月 29 日の甲府を除き、中程度の正の相関がみられた (図 2-2-10)。アルカン類の主な発生源が東京湾岸地域であるとする、当該地域からの移流強度と郊外地域の最大 Ox 濃度が相関する可能性があった。

昼夜別採取の地点では、令和 3 年 7 月 29 日の立川で特異的なエタン、プロパンの高濃度があった。令和 3 年 8 月 5 日、31 日も他地点に比べて立川で高濃度となっているが、東京湾岸では高濃度となっておらず、原因は不明である。令和 3 年 8 月 5 日は、海の森と川崎で n-ブタン、イソペンタン及び n-ペンタンが高濃度となっていた。令和 3 年 8 月 5 日は 2.2.3 (2) ② に示した通り、神奈川県南部～東京都中央部、埼玉県南部で高濃度となったが、海の森及び川崎では Ox 濃度は上昇していない。Ox 濃度が低かった令和 3 年 10 月 20 日も

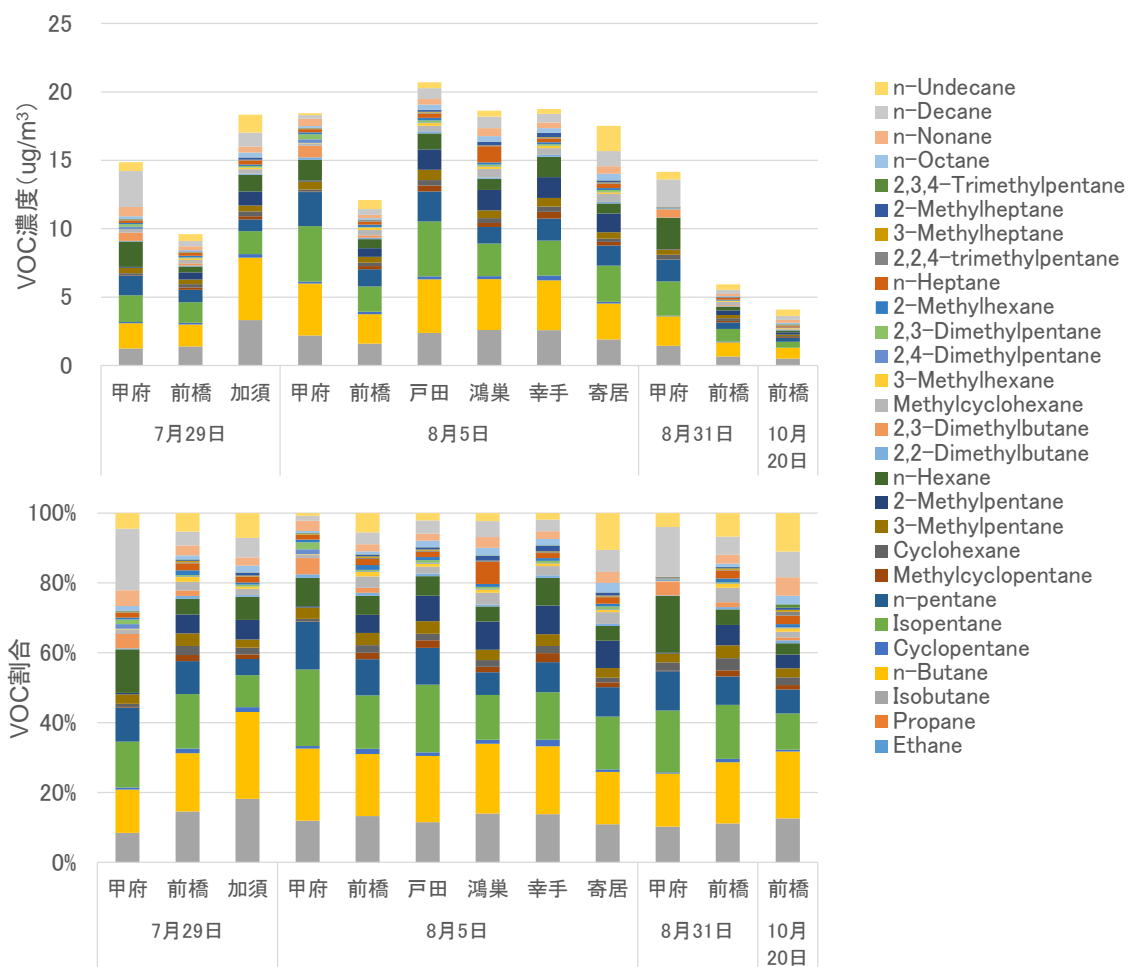


図 2-2-9① アルカン類の濃度及び割合 (24 時間平均)

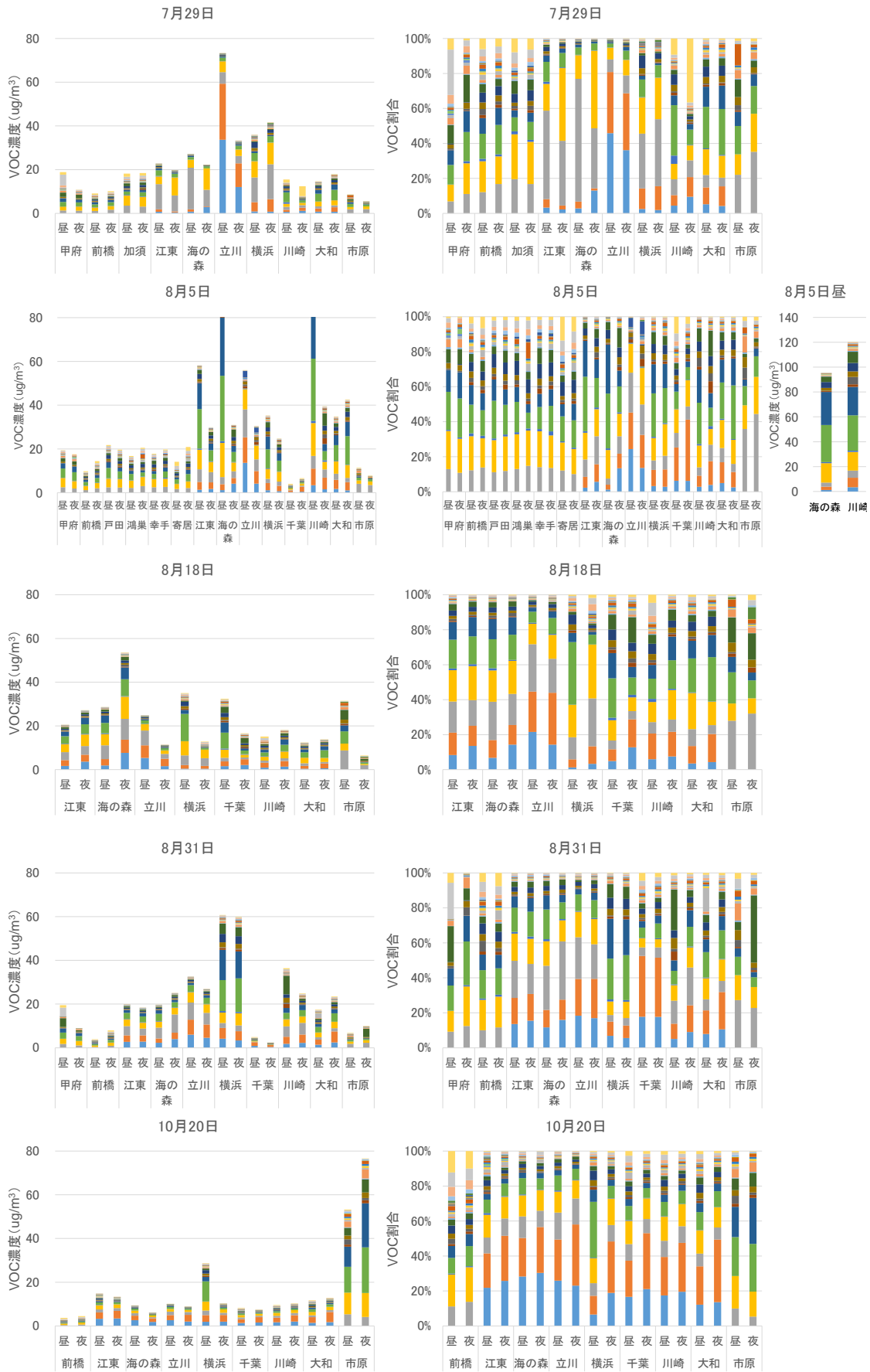


図 2-2-9② アルカン類の濃度及び割合（昼夜別採取） 凡例は図 2-2-9①と同じ

市原でアルカン類が高濃度となっており、Ox 濃度とアルカン類の濃度の関係は不明瞭であった。

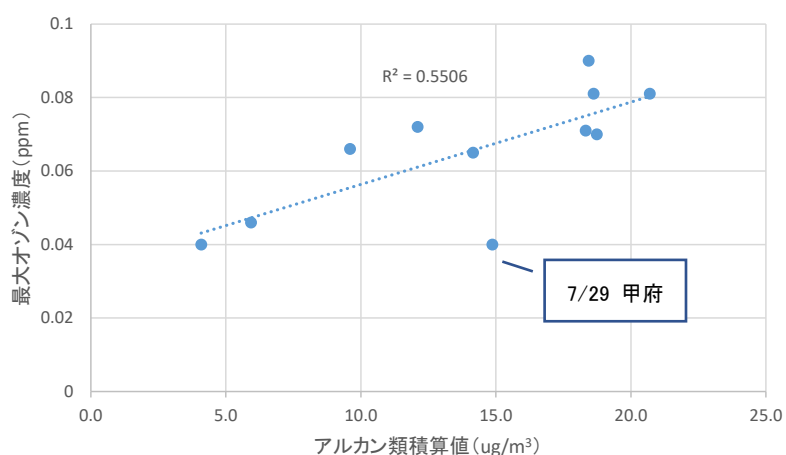


図 2-2-10 アルカン類の積算値と最大 Ox 濃度との関係

時系列測定を実施している地点について、最も Ox 濃度が高かった令和 3 年 8 月 5 日のアルカン類の最大 Ox 生成濃度と Ox 濃度の関係を図 2-2-11 に示す。Ox 濃度は各 2 時間の最大値を使用し、以下同じとする。

海の森及び川崎では午後に濃度が急上昇しており、Ox 濃度と同様の挙動をしている。これは、気温や日射量など Ox 濃度上昇とも関連する要因でアルカン類の濃度が上昇している可能性が考えられ、Ox 濃度上昇の直接の原因ではない可能性があった。一方で、海の森、千葉及び市原で 6~8 時にアルカン類の最大 Ox 生成濃度の小ピークがあり、Ox 濃度の上昇に伴い、アルカン類の濃度が減少する傾向がみられた。サンプリング等の不具合により 6~8 時が欠測になっているため不明瞭であるが、川崎も同様の傾向であった可能性がある。これら東京湾岸の早朝のアルカン類は Ox 濃度上昇に寄与している可能性があった。

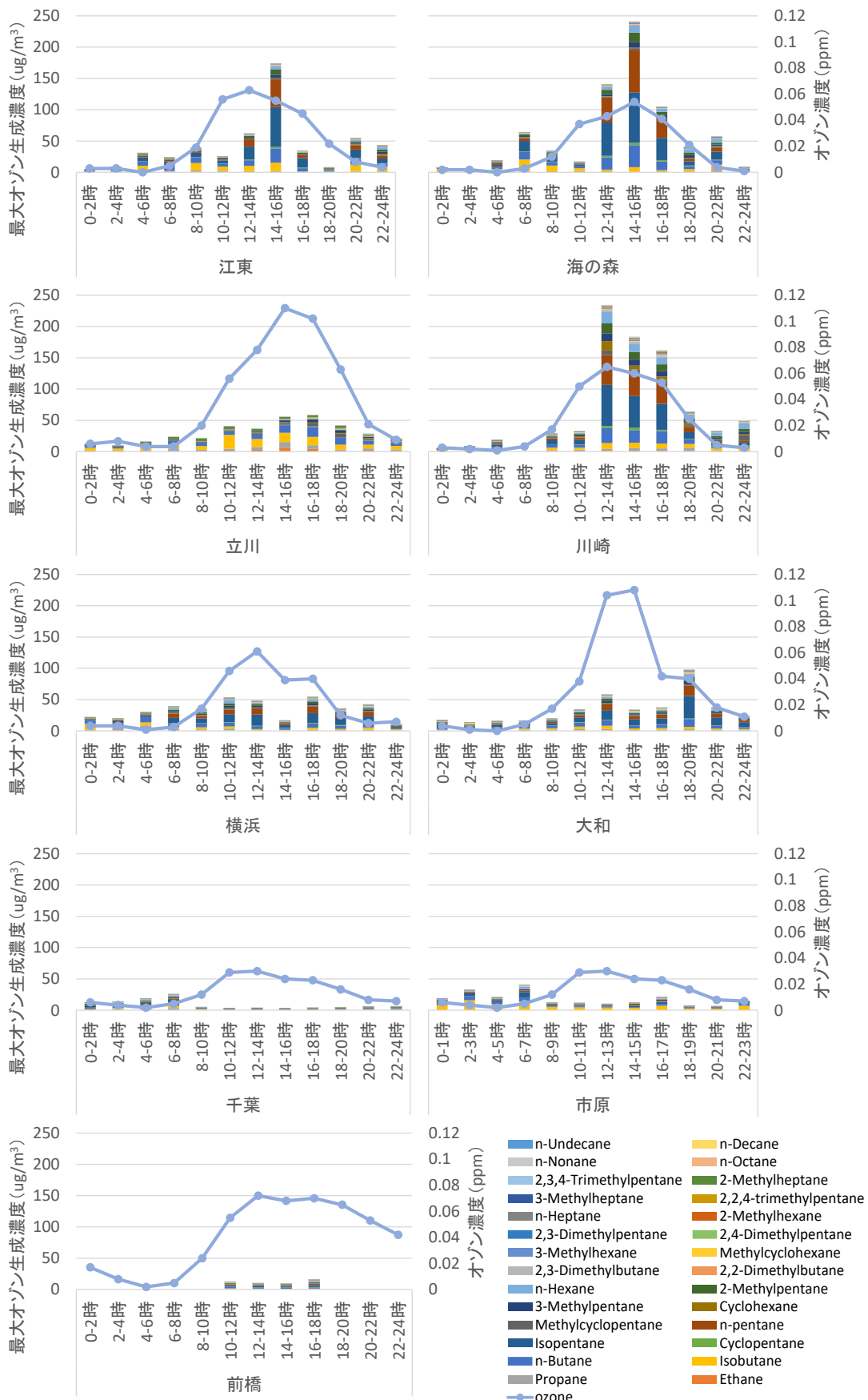


図 2-2-11 令和 3 年 8 月 5 日のアルカン類の最大 0x 生成濃度と 0x 濃度の時間推移

②アルケン類

アルケン類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-2-12 に示す。高濃度であった令和 3 年 7 月 29 日夜の江東及び海の森を別に示した。

24 時間平均の地点では、プロピレンは甲府のみで測定しているが、プロピレン濃度は最大 Ox 濃度と相関はなかった。次いで濃度が高かったのは 1-ブテンであり（埼玉県 5 地点は測定していない）、前橋に比べ甲府で濃度が高い地域の特徴があるが、最大 Ox 濃度との相関は見られなかった。埼玉県 5 地点で濃度が高かったのは cis-及び trans-2-ブテンであるが、これらも最大 Ox 濃度との相関は見られなかった。甲府を除く郊外地域のアルケン類は、東京湾岸地域のそれに比べ、10 分の 1 程度かそれ以下の濃度であり、東京湾岸地域からの移流中に光化学反応等により変化している可能性がある。甲府については、Ox 濃度に関わらず、1-ブテンは東京湾岸地域と同程度の濃度であった。

昼夜別採取の地点では、令和 3 年 7 月 29 日夜間に江東及び海の森で特異的な 1-ブテン、イソブテンの高濃度があった。また、横浜のみ、昼夜ともプロピレンの高濃度がみられた。令和 3 年 7 月 29 日及び翌 30 日は Ox 濃度は低く、これらの高濃度は Ox 生成とは関連していないと考えられた。Ox 濃度が高くなった令和 3 年 8 月 5 日は、江東、海の森及び川崎でエチレン、プロピレンが高濃度であった。立川で昼夜とも 1-ペンテンの特異的高濃度があったが、他の地点や他の日は低濃度であり、原因は不明である。

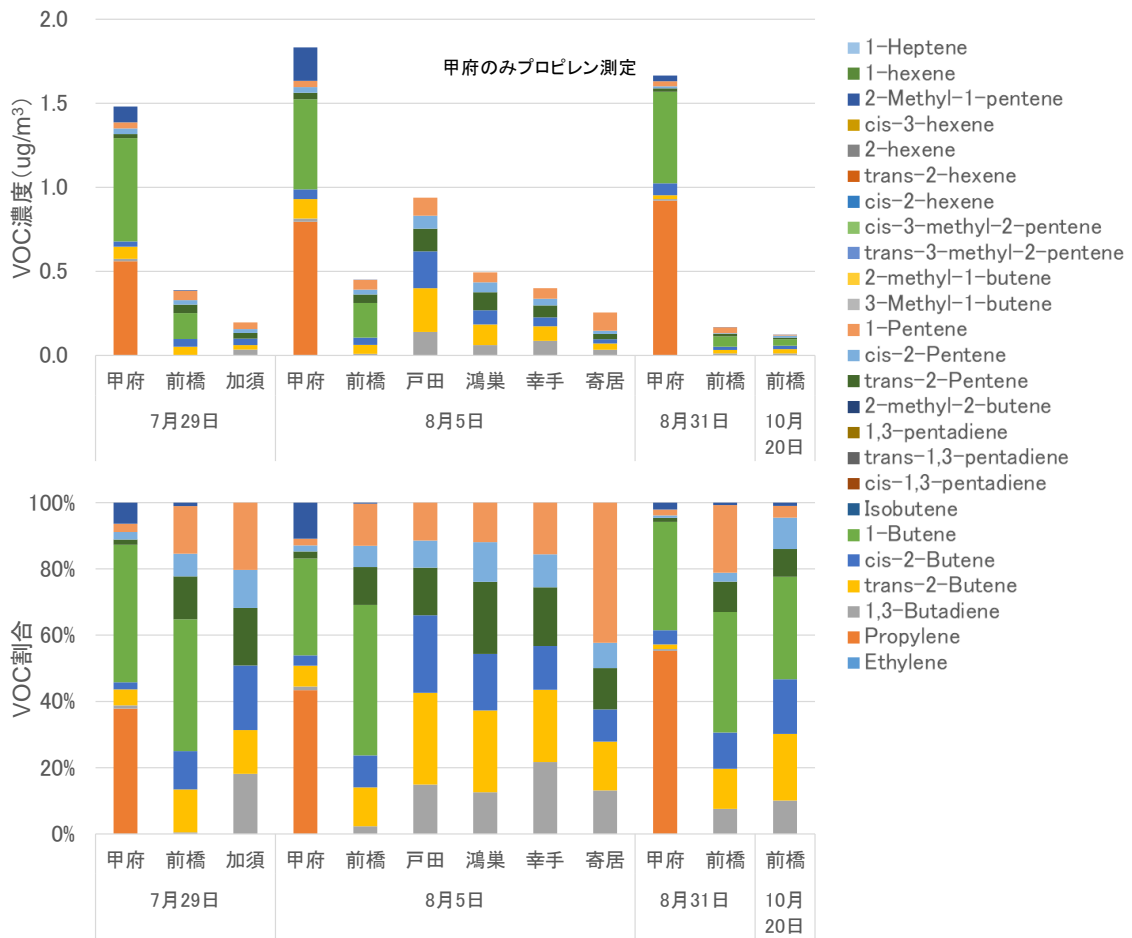


図2-2-12① アルケン類の濃度及び割合(24時間平均)

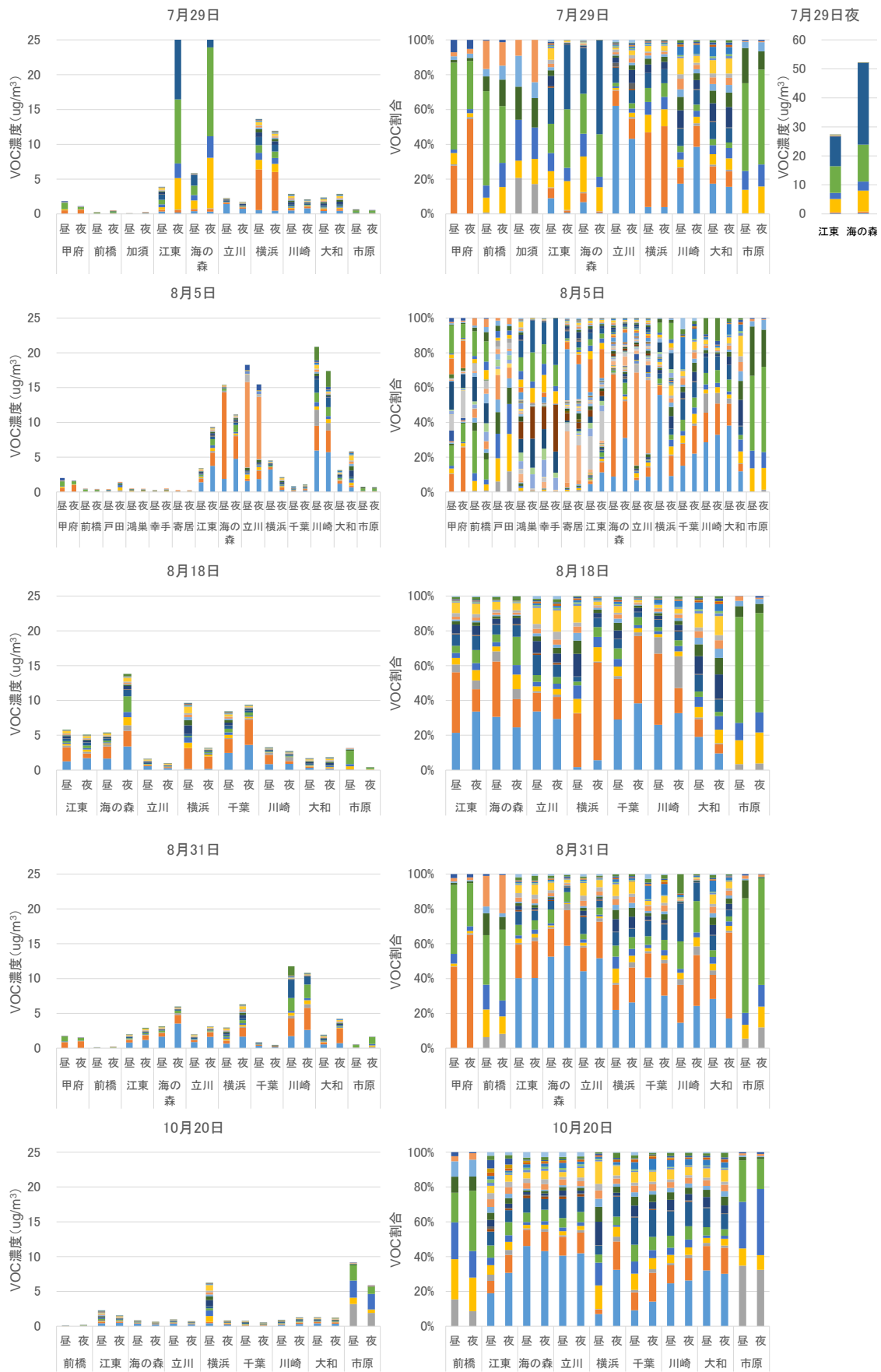


図 2-2-12② アルケン類の濃度及び割合（昼夜別採取） 凡例は図 2-2-12①と同じ
II-50

時系列測定を実施している地点について、最も Ox 濃度が高かった令和 3 年 8 月 5 日のアルケン類の最大 Ox 生成濃度と Ox 濃度の関係を図 2-2-13 に示す。

江東、海の森、千葉及び市原で 4~6 時あるいは 6~8 時にアルケン類の最大 Ox 生成濃度のピークがあり、Ox 濃度の上昇に伴い、アルケン類の濃度が減少する傾向が、アルカン類より顕著にみられた。サンプリング等の不具合により 6~8 時が欠測になっているため不明瞭であるが、川崎も同様の傾向であった可能性がある。特に江東や海の森は、アルケン類の大気中濃度と Ox 濃度がきれいに逆相関しており、日中はアルケン類が光化学反応により消費されている可能性があった。早朝の 1,3-ブタジエンやプロピレンなどが Ox 濃度上昇に大きく寄与し、午後 Ox 濃度が減少していくにつれ、大気中濃度が上昇する傾向がみられた。川崎は、午後にアルケン類の濃度が急上昇しており、江東や海の森とは挙動が異なっていた。上でも述べた通り、立川では 1-ペンテンが高濃度となっており、Ox 濃度上昇から 2 時間程度遅れてピークとなっていた。

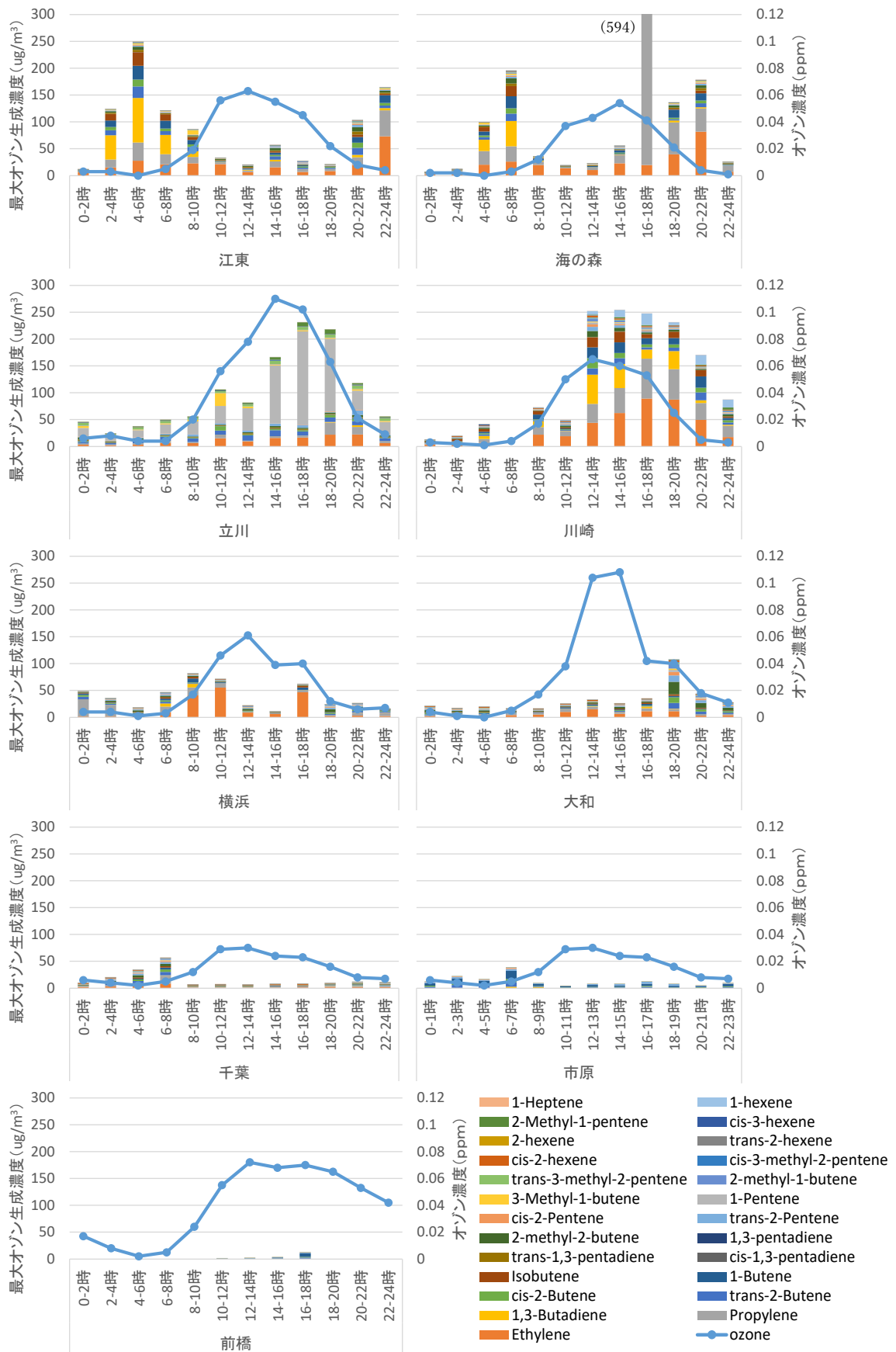


図 2-2-13 令和 3 年 8 月 5 日のアルケン類の最大 O_x 生成濃度と O_x 濃度の時間推移

③芳香族類

芳香族類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-2-14 に示す。芳香族類は、24 時間平均でも昼夜別平均でも、その濃度と Ox 濃度の上昇に明瞭な関係性は見られなかった。Ox 濃度の低かった 7 月 29 日、8 月 18 日と高かった 8 月 5 日、31 日で、いくつかの地点を除き、概ね濃度範囲や VOC 割合に違いはなかった。

時系列測定を実施している地点について、最も Ox 濃度が高かった 8 月 5 日の芳香族類の最大 Ox 生成濃度と Ox 濃度の関係を図 2-2-15 に示す。川崎を除く多くの地点で、芳香族類は日内変動しておらず、一定の濃度で推移しており、芳香族類は Ox 濃度上昇に寄与していないか、寄与が小さい可能性が示唆された。川崎は、アルカン類及びアルケン類と同様、午後に芳香族類の濃度が上昇し、Ox 濃度と同じ挙動をしていた。川崎ではアルカン類、アルケン類及び芳香族類が同じ発生源かまたは近傍の発生源から発生しており、気温や日射量など Ox 濃度上昇とも関連する要因で発生量が増加し、午前中にその中の一部が光化学反応により消費されている可能性があった。

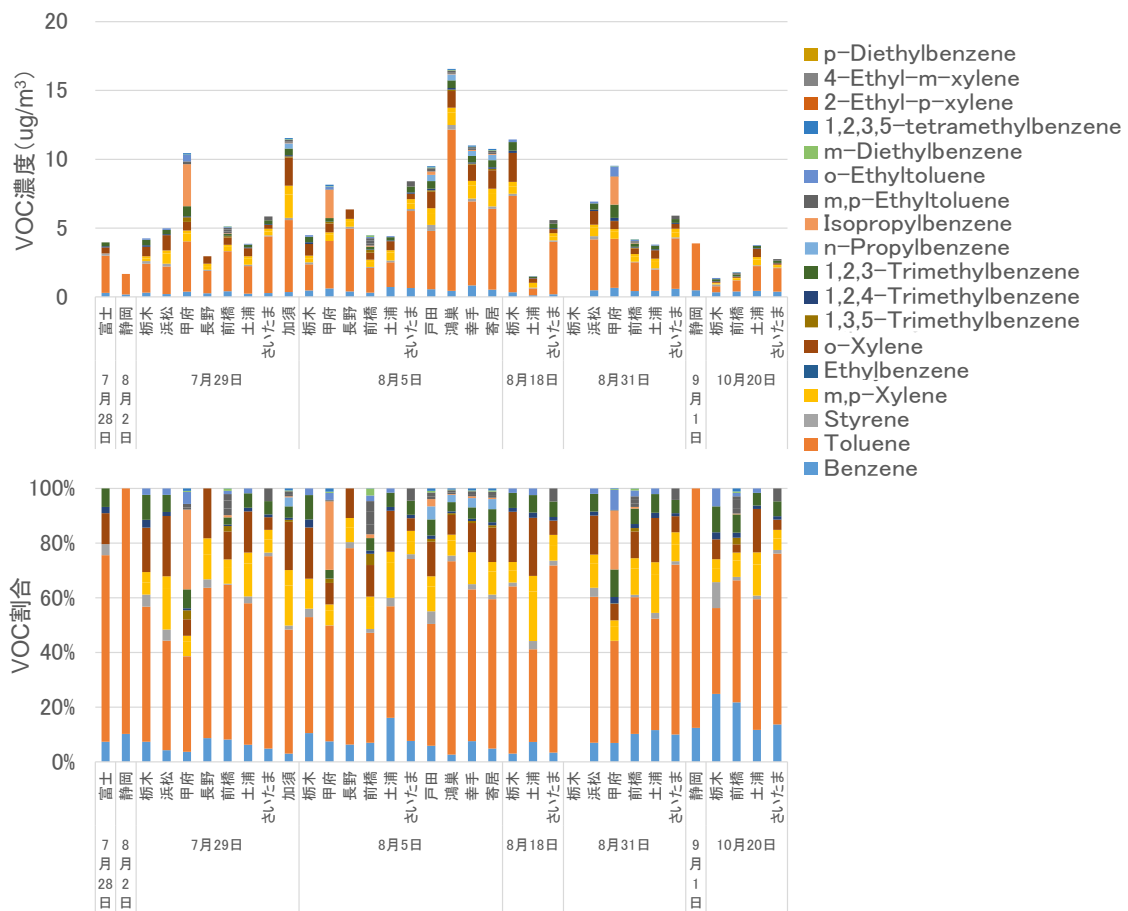


図 2-2-14① 芳香族類の濃度及び割合 (24 時間平均)

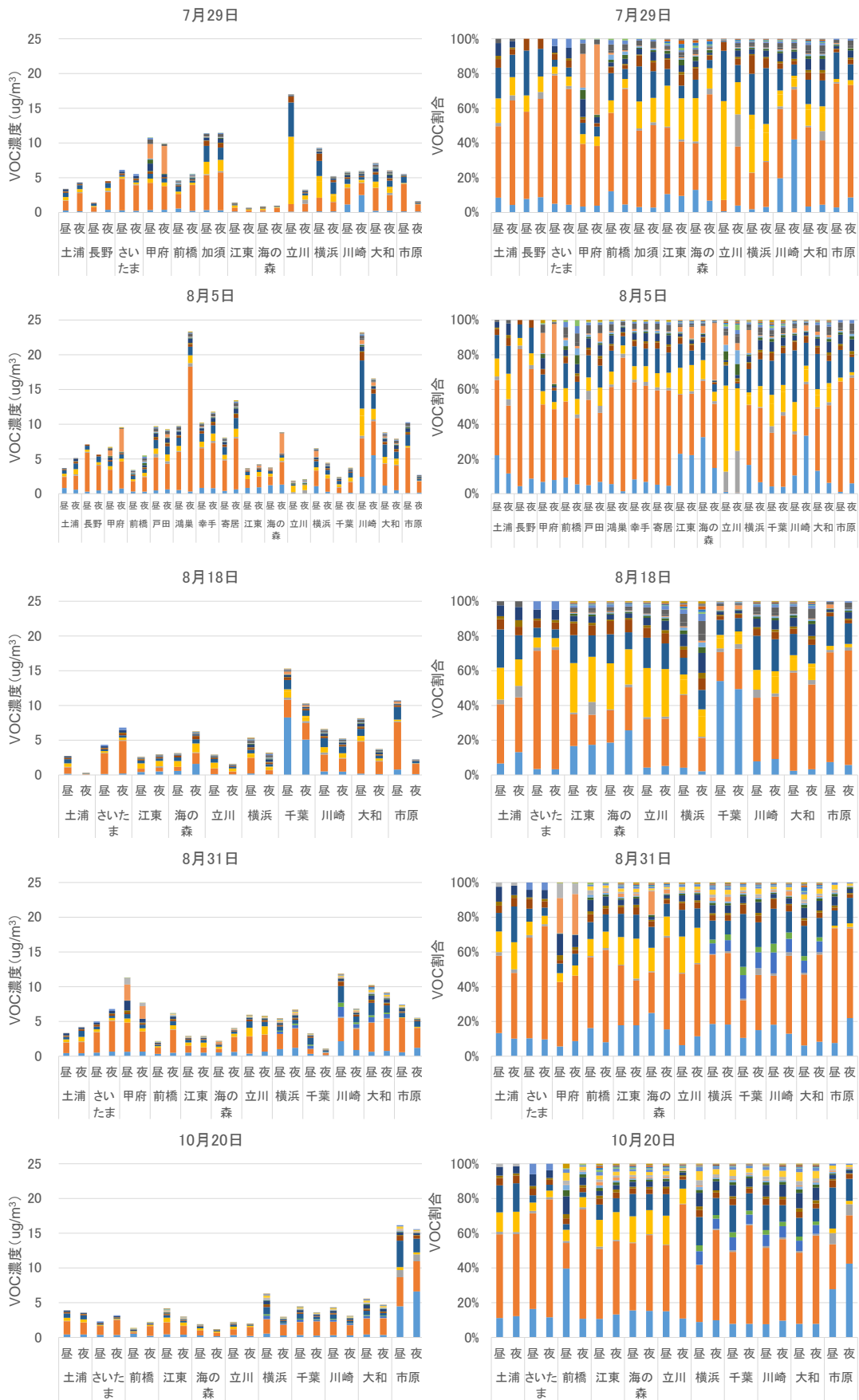


図 2-2-14② 芳香族類の濃度及び割合（昼夜別採取）

凡例は図 2-2-14①と同じ

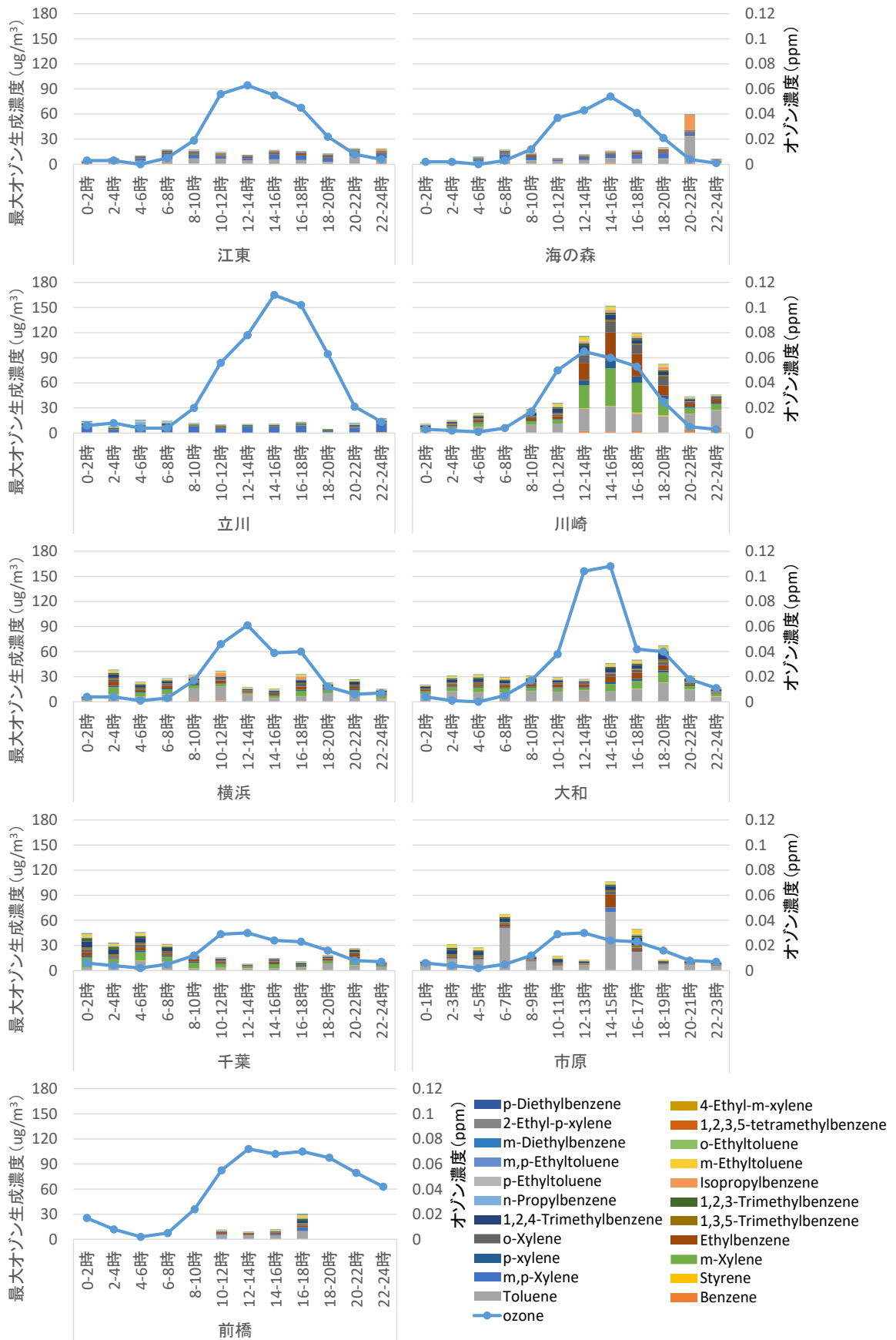


図2-2-15 令和3年8月5日の芳香族類の最大Ox生成濃度とOx濃度の時間推移

④ケトン類

ケトン類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-2-16 に示す。ケトン類は、いずれの地点でもアセトンが 60~90%を占めており、立川を含む東京都で高い傾向がみられた。また、Ox 濃度が高かった令和 3 年 8 月 5 日及び 31 日は、他の日より東京都のアセトン濃度が高く、東京都のアセトン濃度と Ox 濃度には一定の関係性がみられた。

時系列測定を実施している地点について、最も Ox 濃度が高かった令和 3 年 8 月 5 日のケトン類の最大 Ox 生成濃度と Ox 濃度の関係を図 2-2-17 に示す。ケトン類は、東京湾岸周辺では日中に若干濃度が上昇する程度であったが、立川では 10-12 時の特異的なメチルエチルケトンの濃度上昇を除き、Ox 濃度と同様の挙動であった。発生源地域より立川の方が濃度が高いことから、ケトン類は Ox 生成に寄与するのではなく、光化学反応により生成されながら移流している可能性があった。

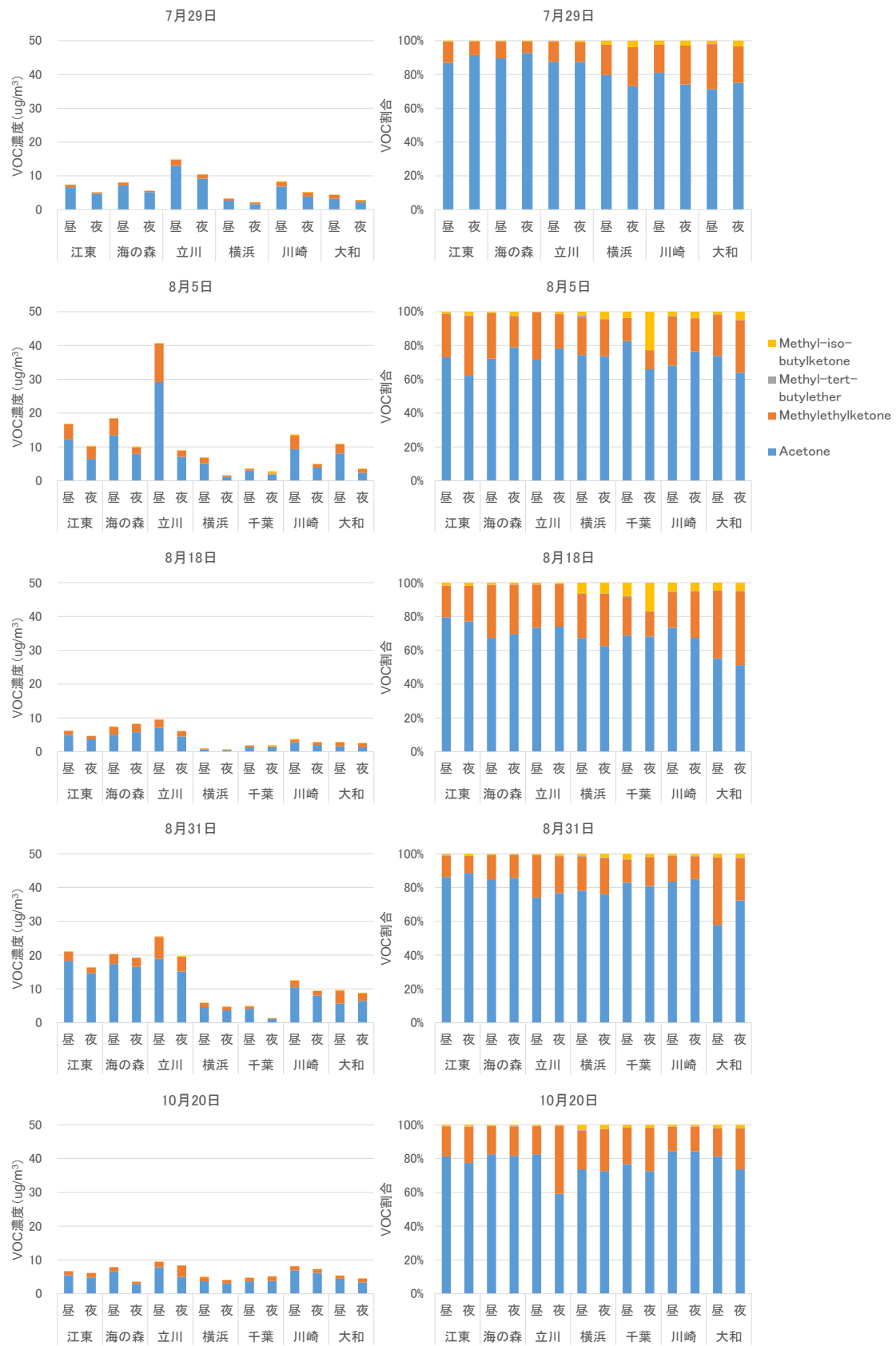


図 2-2-16 ケトン類の濃度及び割合（昼夜別採取）

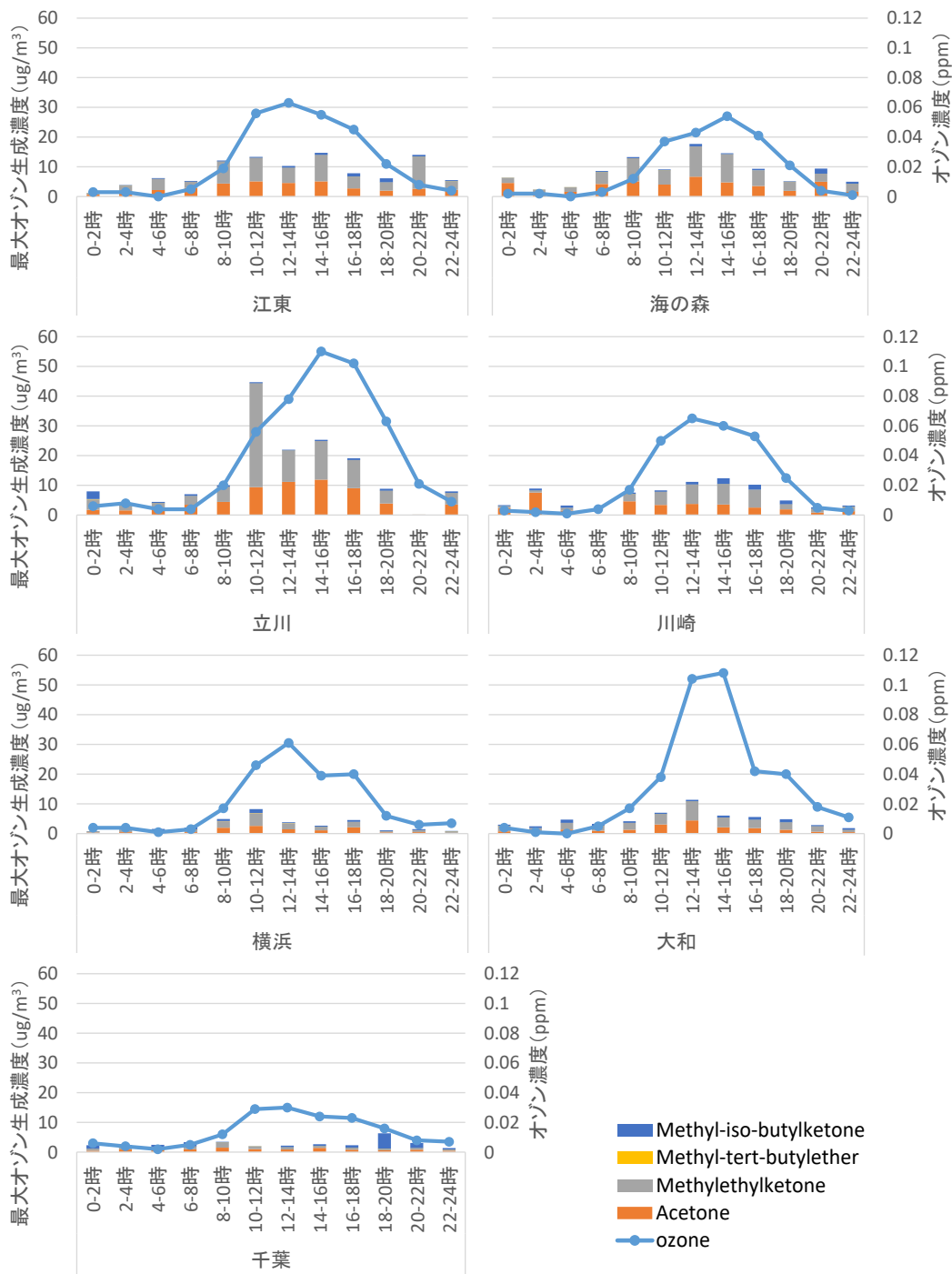


図 2-2-17 令和 3 年 8 月 5 日のケトン類の最大 0x 生成濃度と 0x 濃度の時間推移

⑤含酸素類

含酸素類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-2-18 に示す。含酸素類は、立川を含む東京都でイソプロパノールが高く、横浜、川崎及び千葉では Ox 濃度に関わらず濃度が低い地域的な特徴がみられた。立川及び大和では、特異的な高濃度がみられる日もあった。

時系列測定を実施している地点について、最も Ox 濃度が高かった令和 3 年 8 月 5 日の含酸素類の最大 Ox 生成濃度と Ox 濃度の関係を図 2-2-19 に示す。海の森、立川及び千葉で、Ox 濃度の上昇に伴い含酸素類濃度が低下する逆相関関係がみられたが、江東の 20-22 時の n-プロパノールや海の森の 20-22 時の n-ブタノールのような特異的な高濃度もあり、Ox との関係は不明瞭であった。

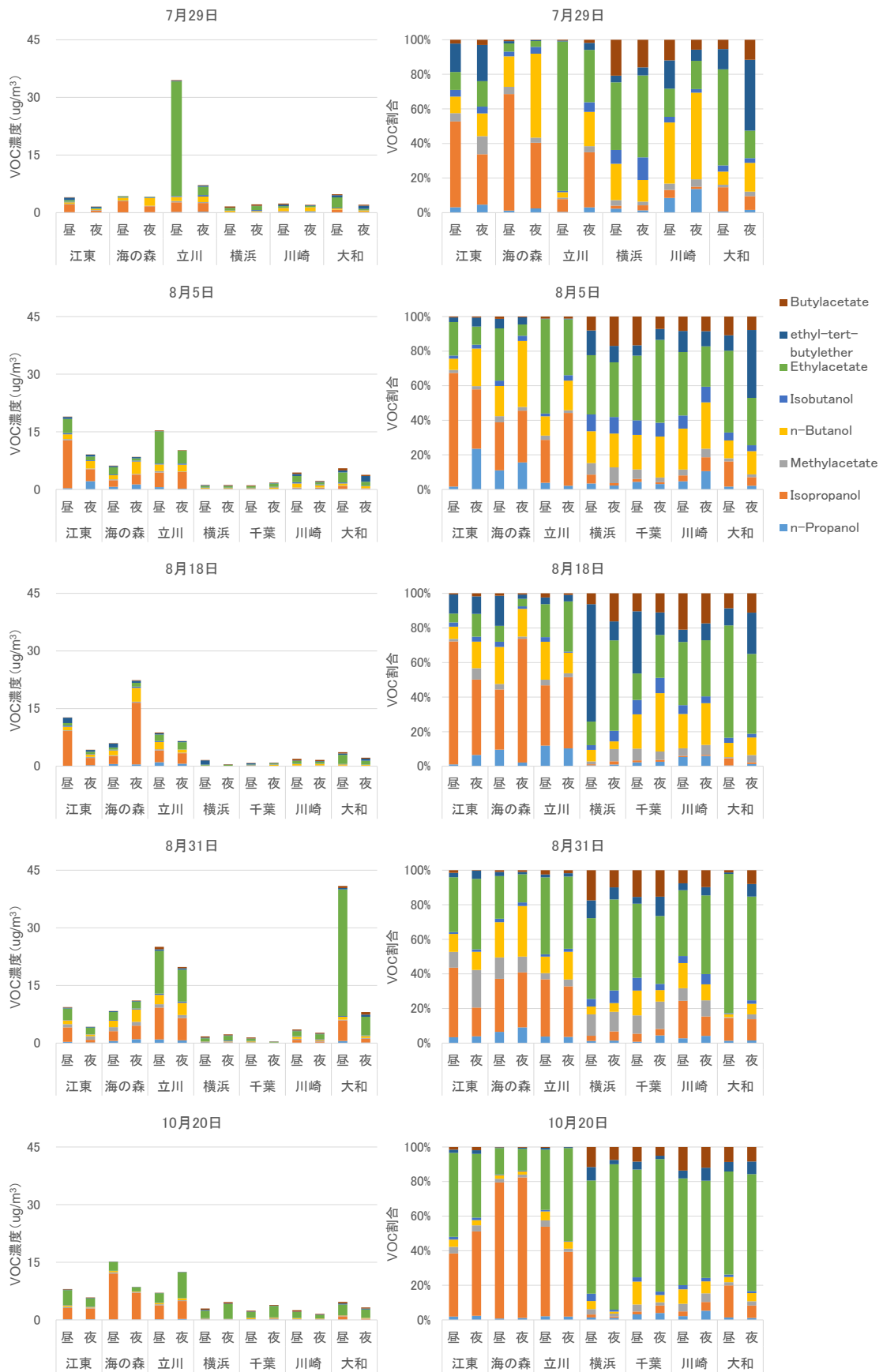


図 2-2-18 含酸素類の濃度及び割合（昼夜別採取）

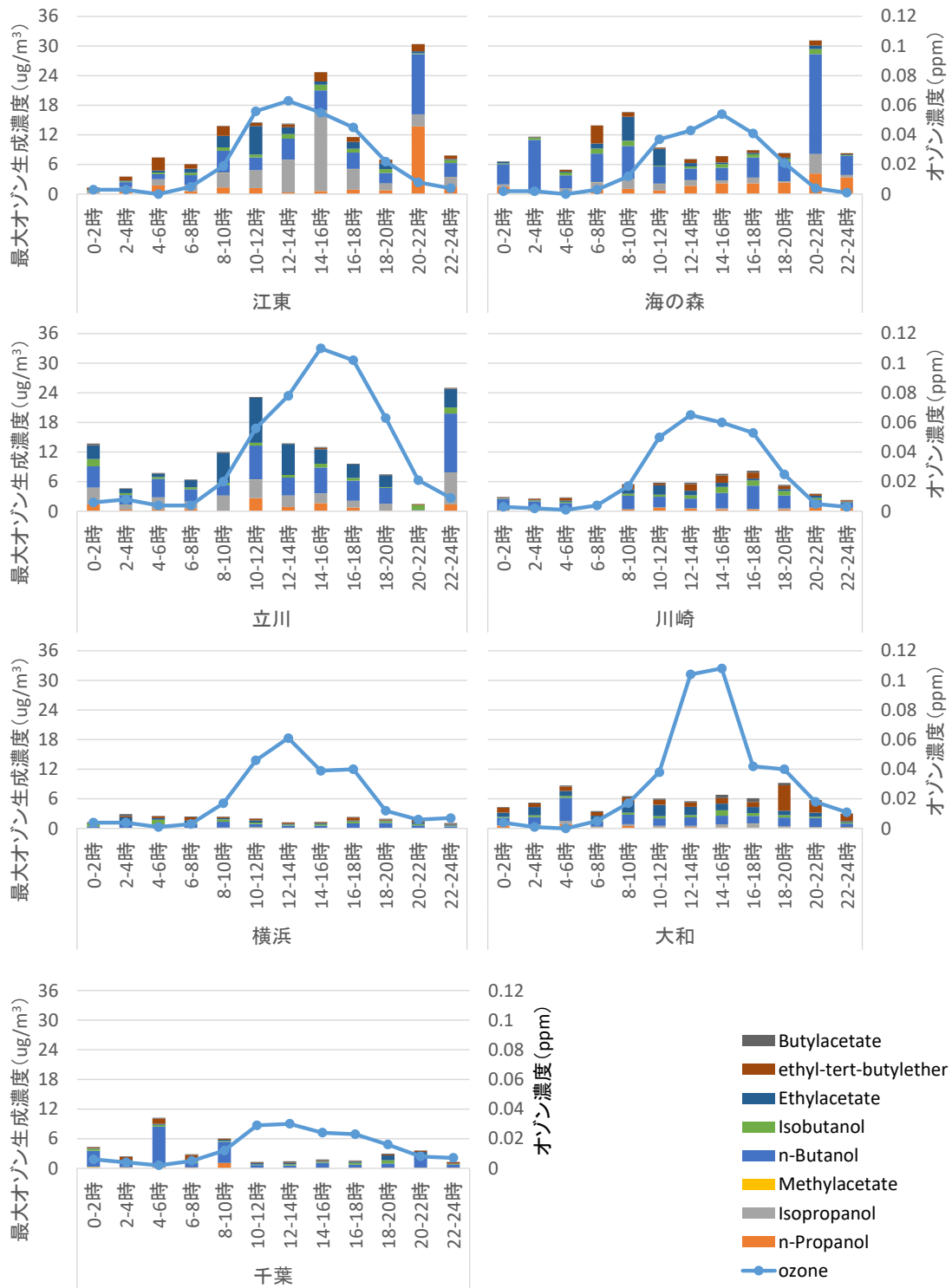


図 2-2-19 令和 3 年 8 月 5 日の含酸素類の最大 $0x$ 生成濃度と $0x$ 濃度の時間推移

⑥植物由来 VOC 類

植物由来 VOC 類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-2-20 に示す。長野、立川及び横浜でイソプレン濃度が高い地域的傾向がみられた。植物由来 VOC は、葉からの放出が気温や日射量に依存し、日中晴れて気温が高くなると放出量が多くなる傾向がある。令和 3 年 8 月 5 日はさいたま市役所で最高気温 38 度を記録するなど、気温が高かったため、植物由来 VOC 濃度が高くなったと考えられた。

時系列測定を実施している地点について、最も Ox 濃度が高かった令和 3 年 8 月 5 日の植物由来 VOC 類の最大 Ox 生成濃度と Ox 濃度の関係を図 2-2-21 に示す。横浜では Ox 濃度と同様に濃度上昇しているが、立川では、イソプレン濃度は Ox より 6~8 時間程度遅れて上昇している。濃度は低いが、市原でも同様の傾向がみられた。

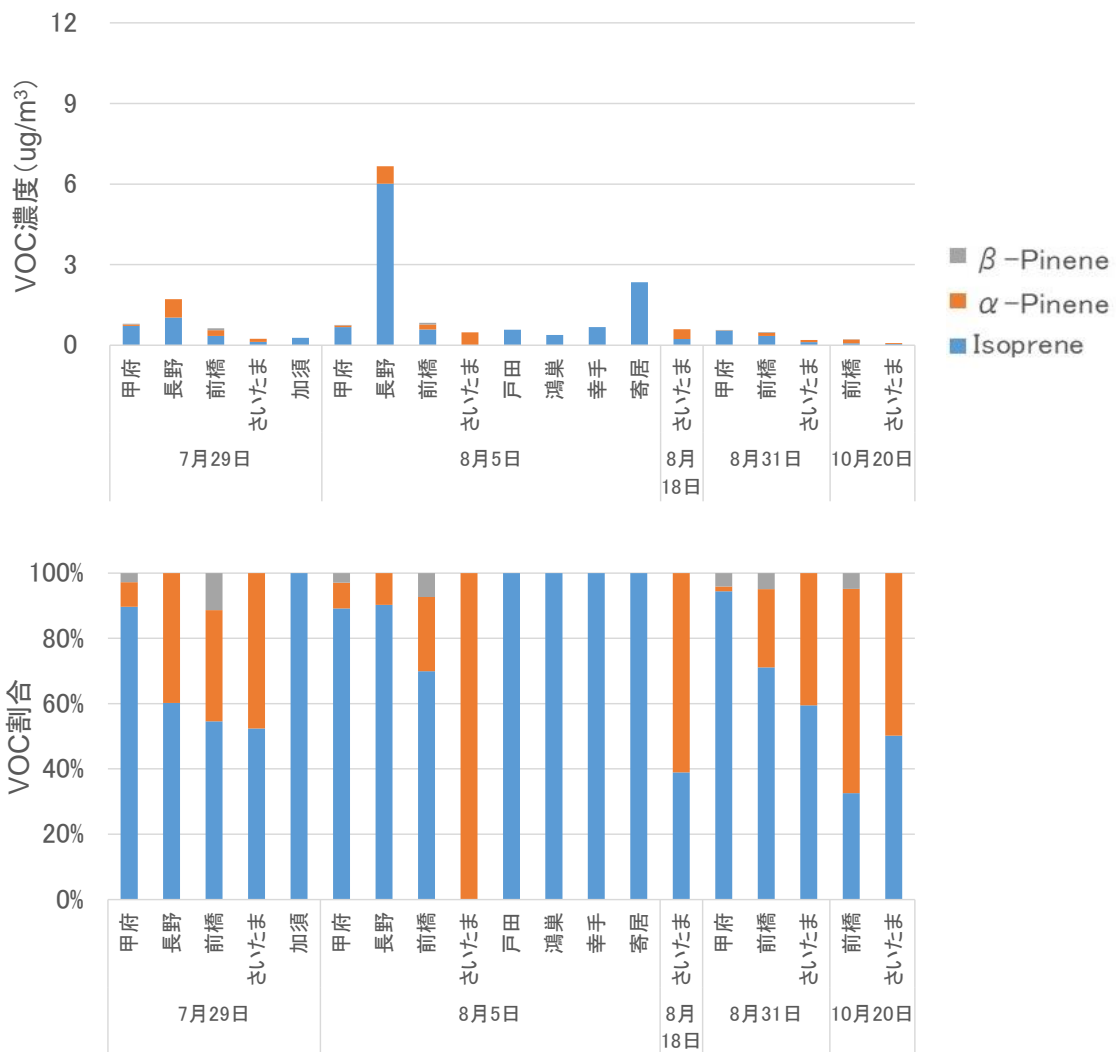


図 2-2-20① 植物由来 VOC 類の濃度及び割合 (24 時間平均)

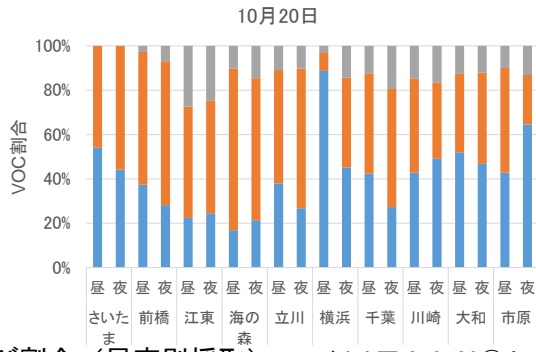
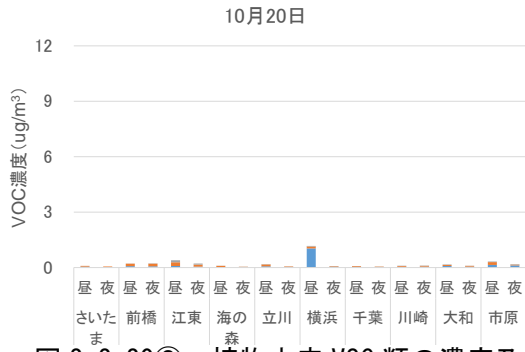
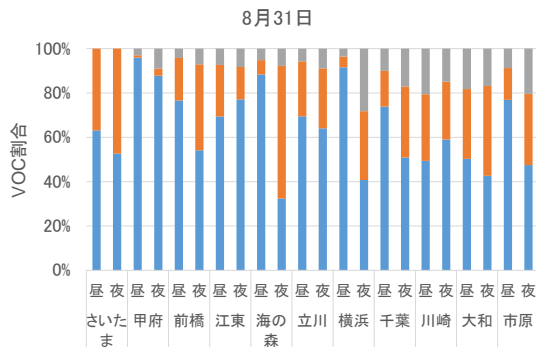
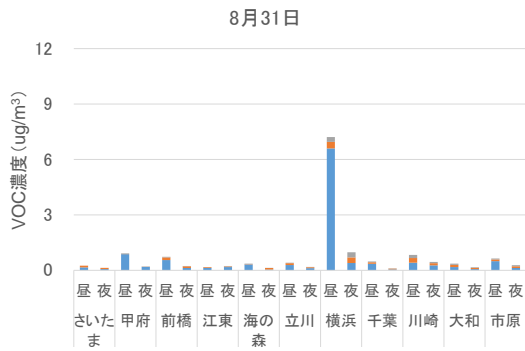
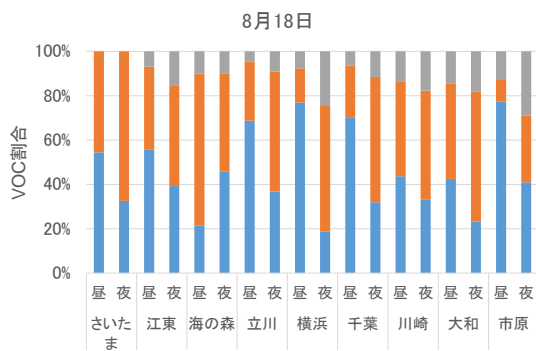
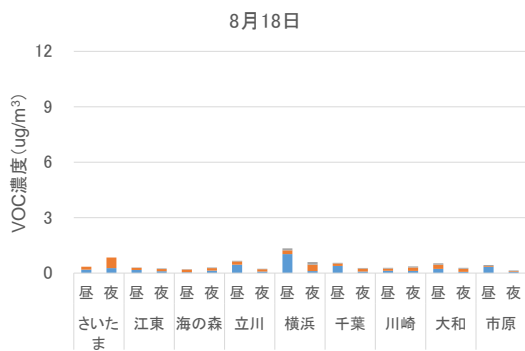
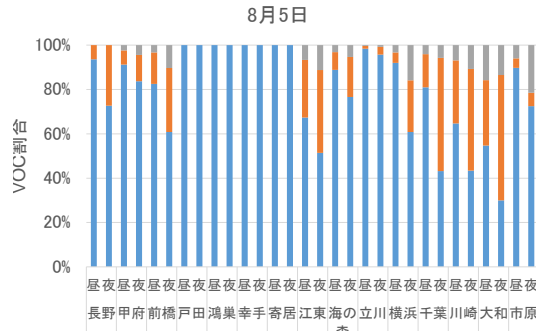
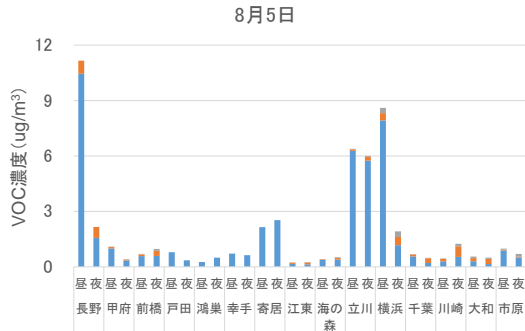
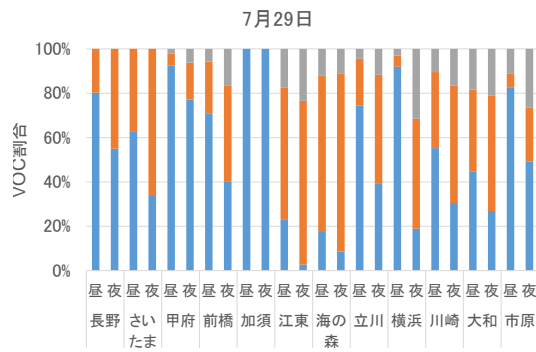
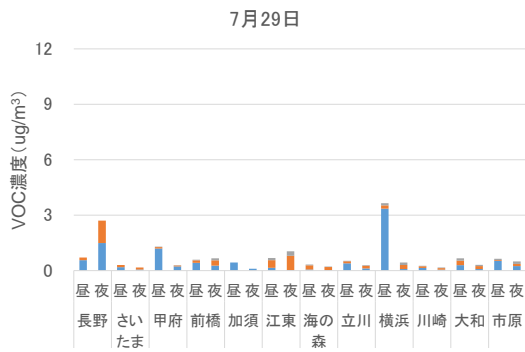


図 2-2-20② 植物由来 VOC 類の濃度及び割合 (昼夜別採取) 凡例は図 2-2-20①と同じ

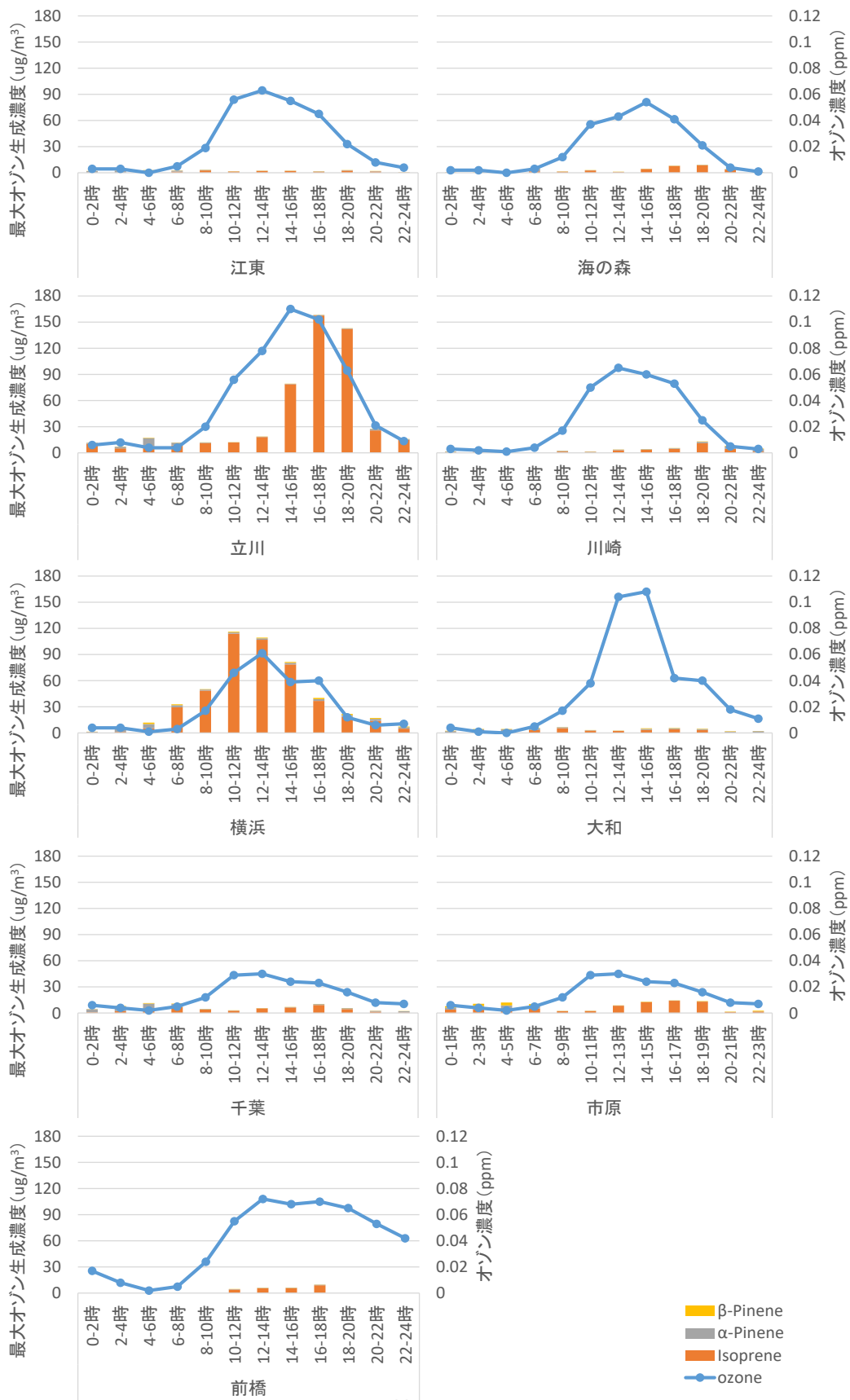


図 2-2-21 令和 3 年 8 月 5 日の植物由来 VOC 類の最大 0x 生成濃度と 0x 濃度の時間推移

⑦その他成分

その他成分を測定している地点の日ごとの結果を図 2-2-22 に示す。また、その他成分には光化学生成能が 0 の物質も多くあり、また物質によって光化学生成能が大きく異なることから、最大 Ox 生成濃度及びその割合について図 2-2-23 に示した。高濃度であった令和 3 年 8 月 31 日昼の浜松及び市原、令和 3 年 10 月 20 日の市原は別に示した。

その他成分は、クロロメタン、ジクロロメタン、CFC-12 などのフロン類が比較的地点に寄らず同様な割合で存在していた。濃度的には立川を含む東京都で高い傾向がみられた。令和 3 年 8 月 31 日の浜松のジクロロメタンや甲府の p-ジクロロベンゼン、市原の cis-1,2-ジクロロエチレンなど、特異的な高濃度がみられた。

最大 Ox 生成量で見ると、郊外地域では cis、trans-1,3-ジクロロプロペンや p-ジクロロベンゼンなど、東京湾岸ではアクリロニトリルの寄与が大きかったが、Ox 濃度との関係は見られなかった。

時系列測定を実施している地点について、最も Ox 濃度が高かった令和 3 年 8 月 5 日のその他成分の最大 Ox 生成濃度と Ox 濃度の関係を図 2-2-24 に示す。市原及び大和は他の東京湾岸地域に比べ 5 倍程度その他成分による最大 Ox 生成濃度が高く、スケールが異なることに注意されたい。江東及び海の森の早朝の塩化ビニル及びアクリロニトリル、川崎、横浜及び千葉の早朝の p-ジクロロベンゼン、市原の塩化ビニル及びトリクロロエチレンなどは Ox 生成に寄与している可能性があった。市原及び大和の深夜の cis 及び trans-1,3-ジクロロプロペンについては、濃度低下が Ox 濃度上昇より早く起こっているため、Ox 生成には関与していないと考えられた。

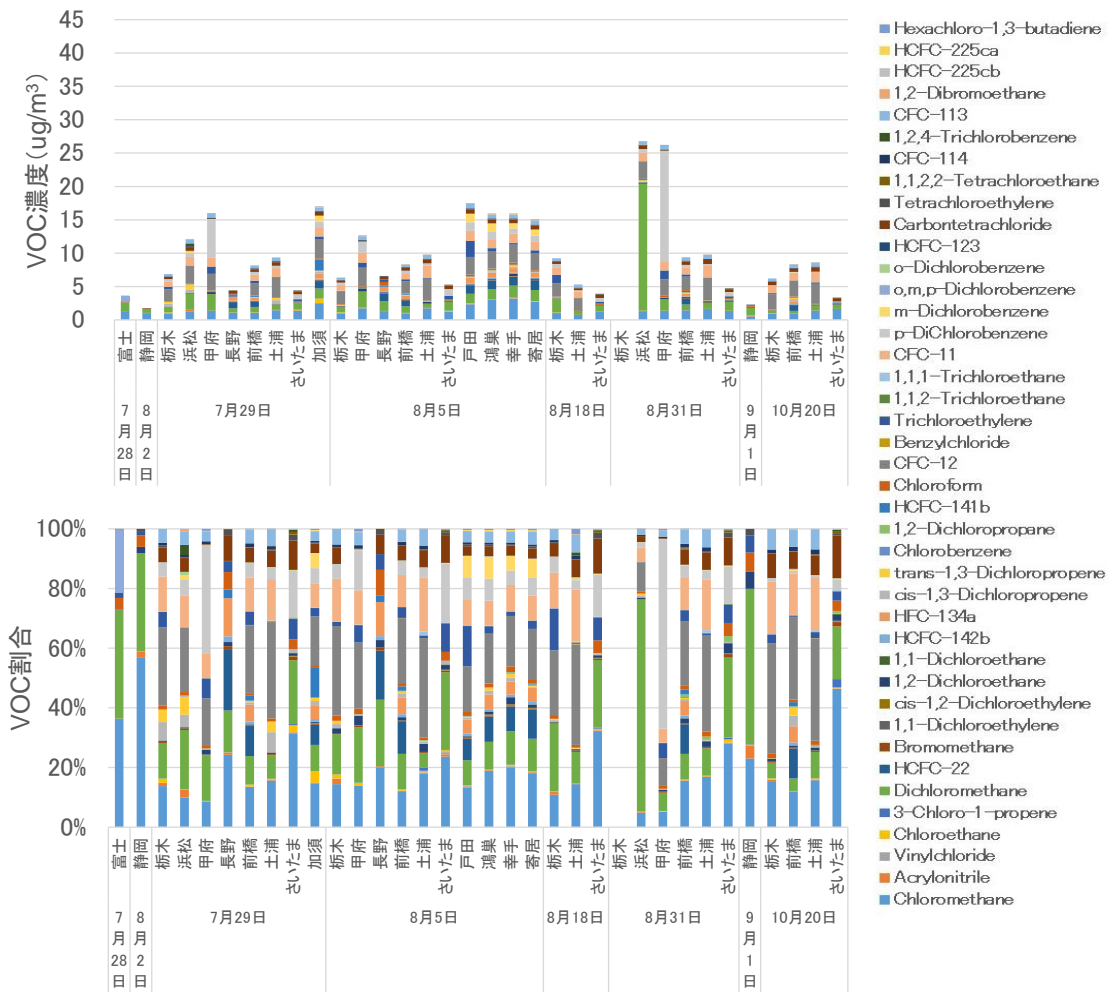


図 2-2-22① その他成分の濃度及び割合 (24 時間平均)

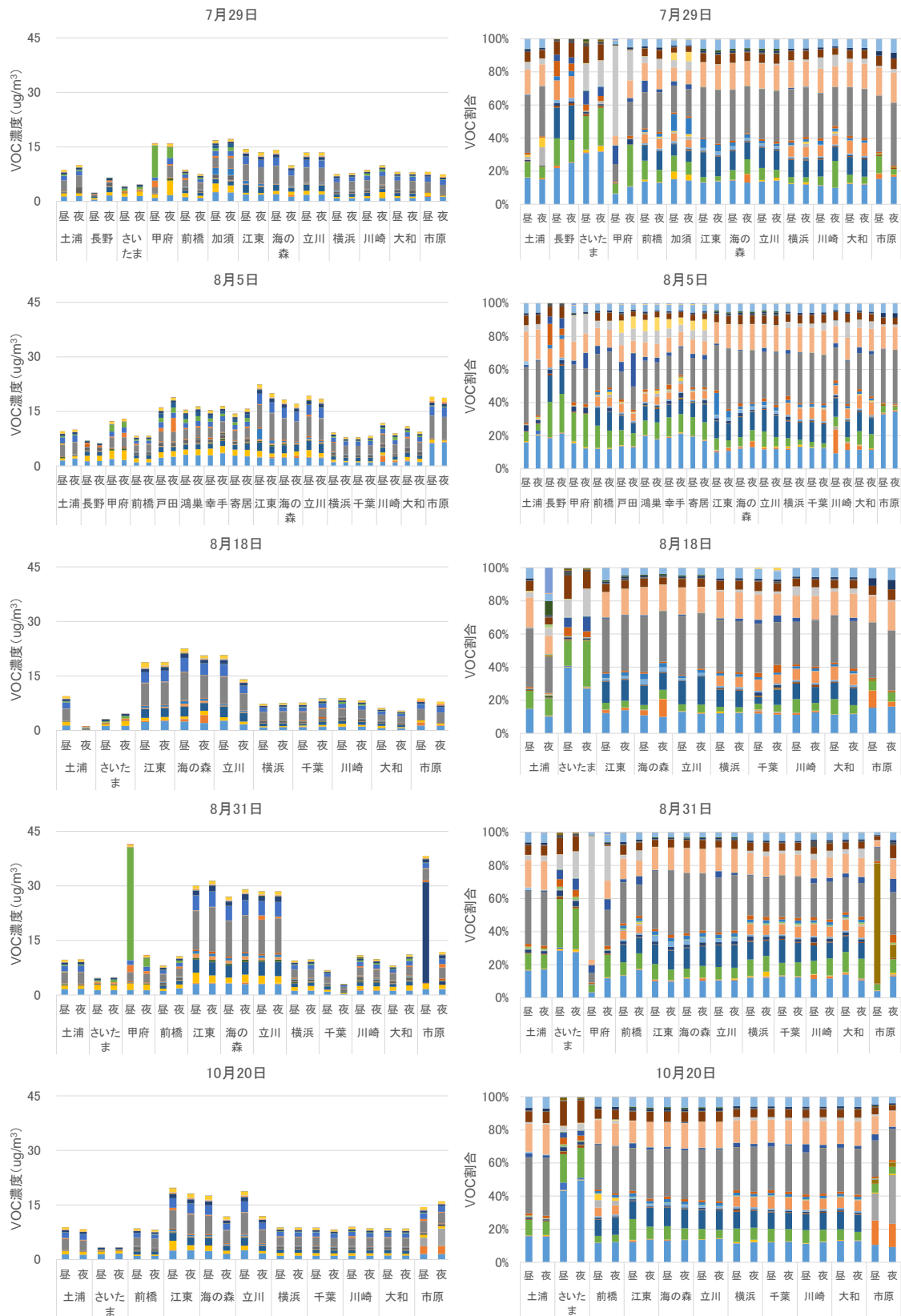


図 2-2-22② その他成分の濃度及び割合（昼夜別採取）

凡例は図 2-2-22①と同じ

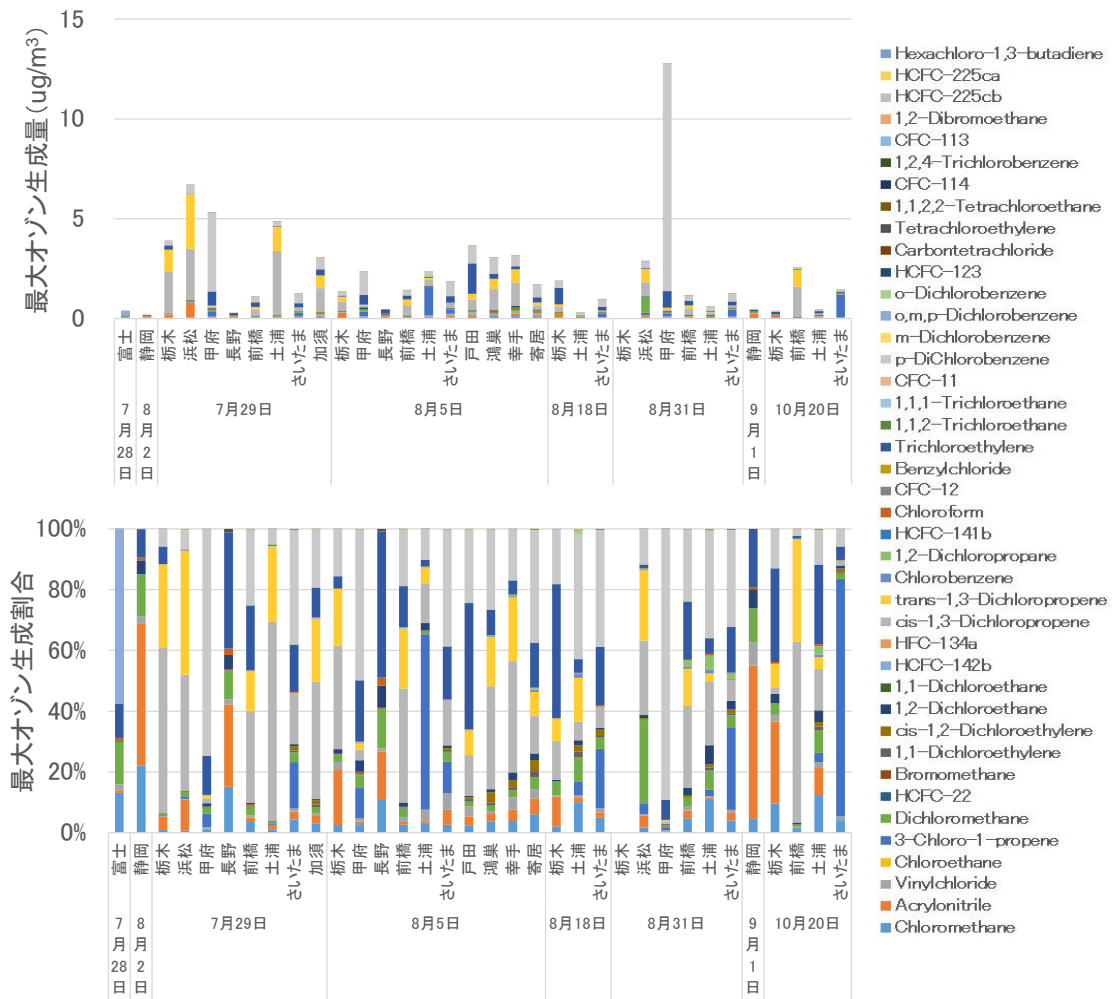


図 2-2-23① その他成分の最大 O_x 生成量及び割合 (24 時間平均)

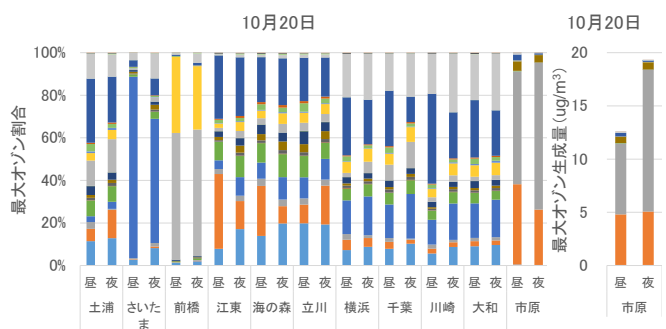
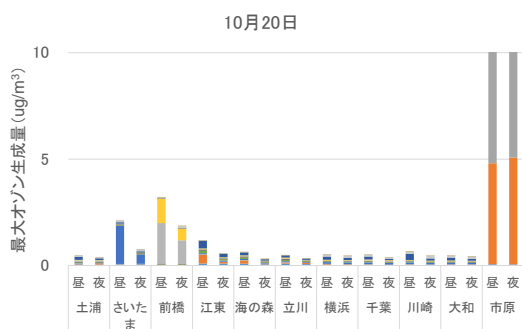
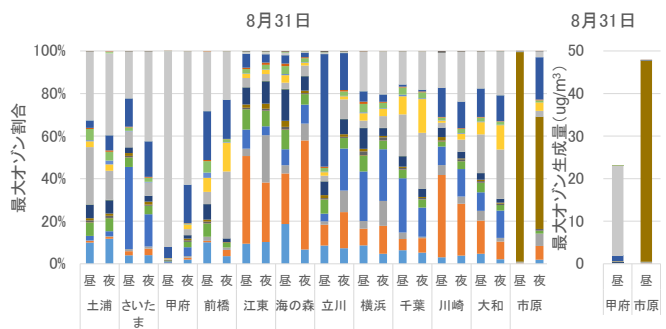
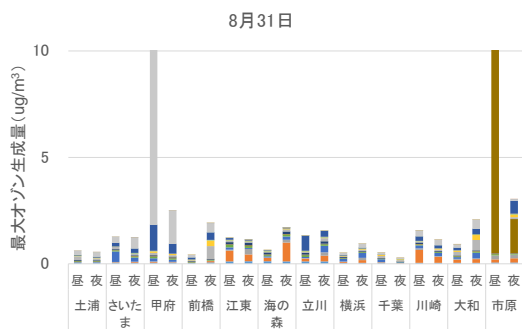
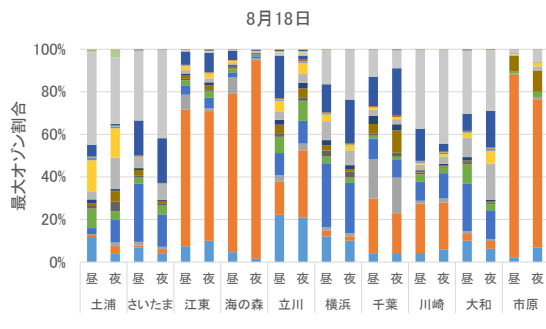
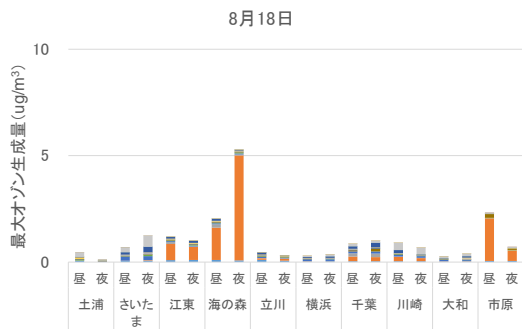
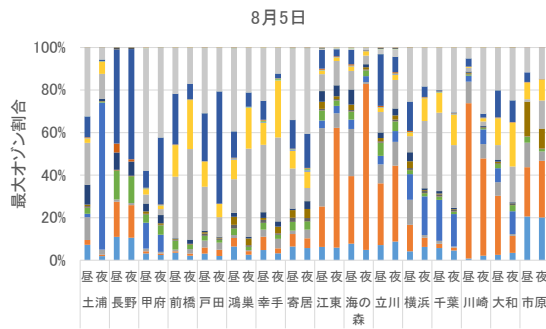
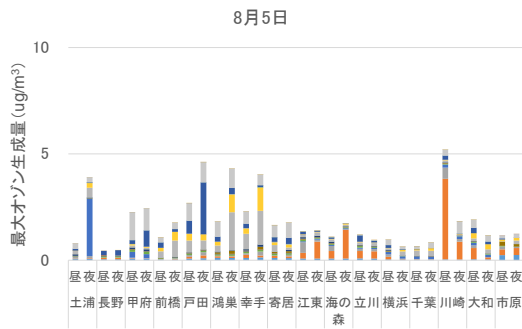
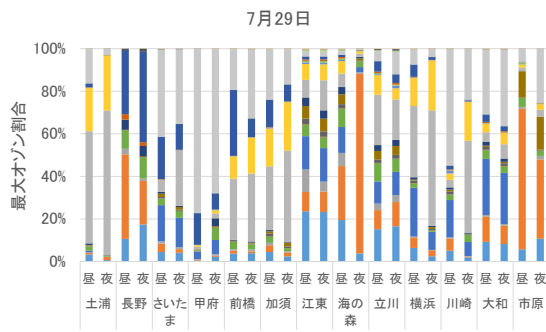
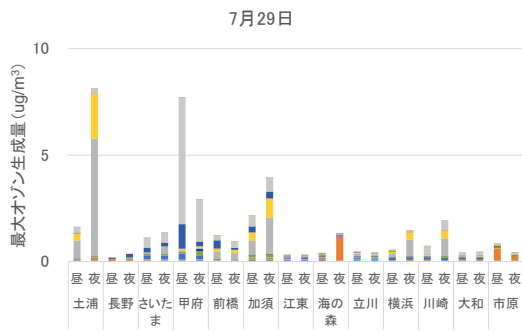


図 2-2-23② その他成分の最大 0x 生成量及び割合（昼夜別採取） 凡例は図 2-2-23①と同じ

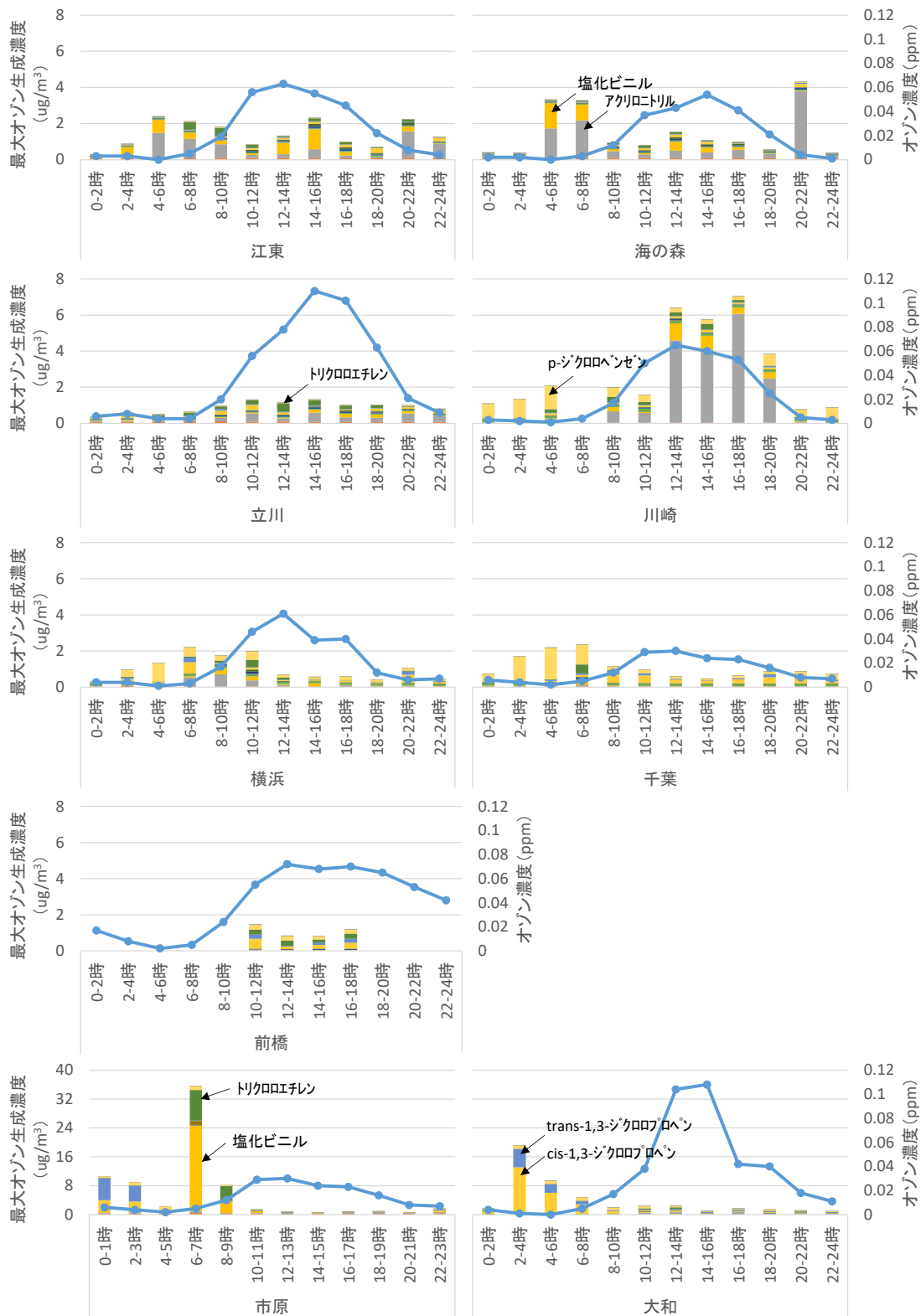


図 2-2-24 令和 3 年 8 月 5 日の其他成分の最大 O₃ 生成濃度と O₃ 濃度の時間推移

⑧アルデヒド類

アルデヒド類を測定している地点の日ごとの結果を図 2-2-25 に示す。高濃度であった令和 3 年 8 月 5 日昼の横浜を別に示した。Ox 濃度の高かった令和 3 年 8 月 5 日は明らかに、令和 3 年 8 月 31 日は若干ではあるが、アルデヒド類の濃度は他の日より高かった。

時系列測定を実施している地点について、最も Ox 濃度が高かった令和 3 年 8 月 5 日のアルデヒド類の最大 Ox 生成濃度と Ox 濃度の関係を図 2-2-26 に示す。横浜及び大和では、Ox 濃度と同様にアルデヒド類の最大 Ox 生成濃度が上昇していた。一方、江東や川崎では、8-10 時まで Ox 濃度と同様に上昇していたが、その後横ばいで推移しており、アルデヒド類が光化学反応により消費されていた可能性があった。横浜は、アルデヒド類の最大 Ox 生成濃度が他の地点より高いが、Ox 濃度はそれほど高くないことから、アルデヒド類は風下側の地域の Ox 濃度上昇に寄与する可能性はあるが、発生源周辺での Ox 濃度上昇にはそれほど関与しない可能性があった。

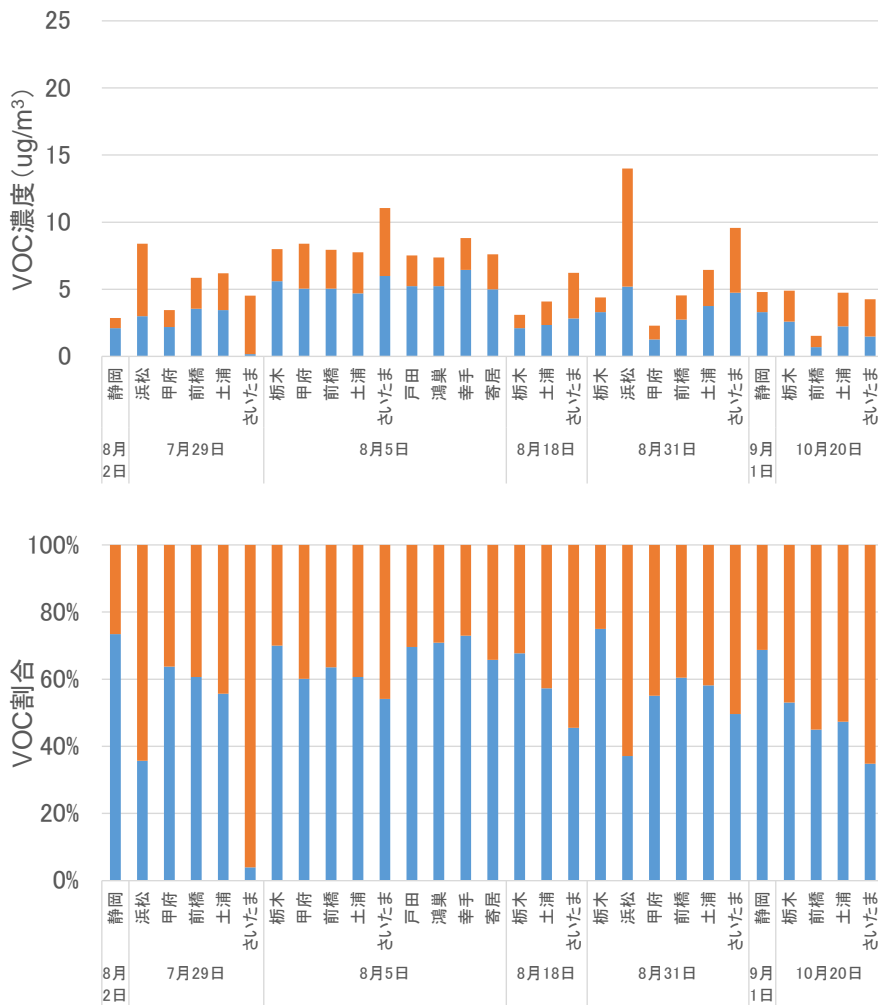


図 2-2-25① アルデヒド類の VOC 濃度及び割合 (24 時間平均)

■ホルムアルデヒド ■アセトアルデヒド

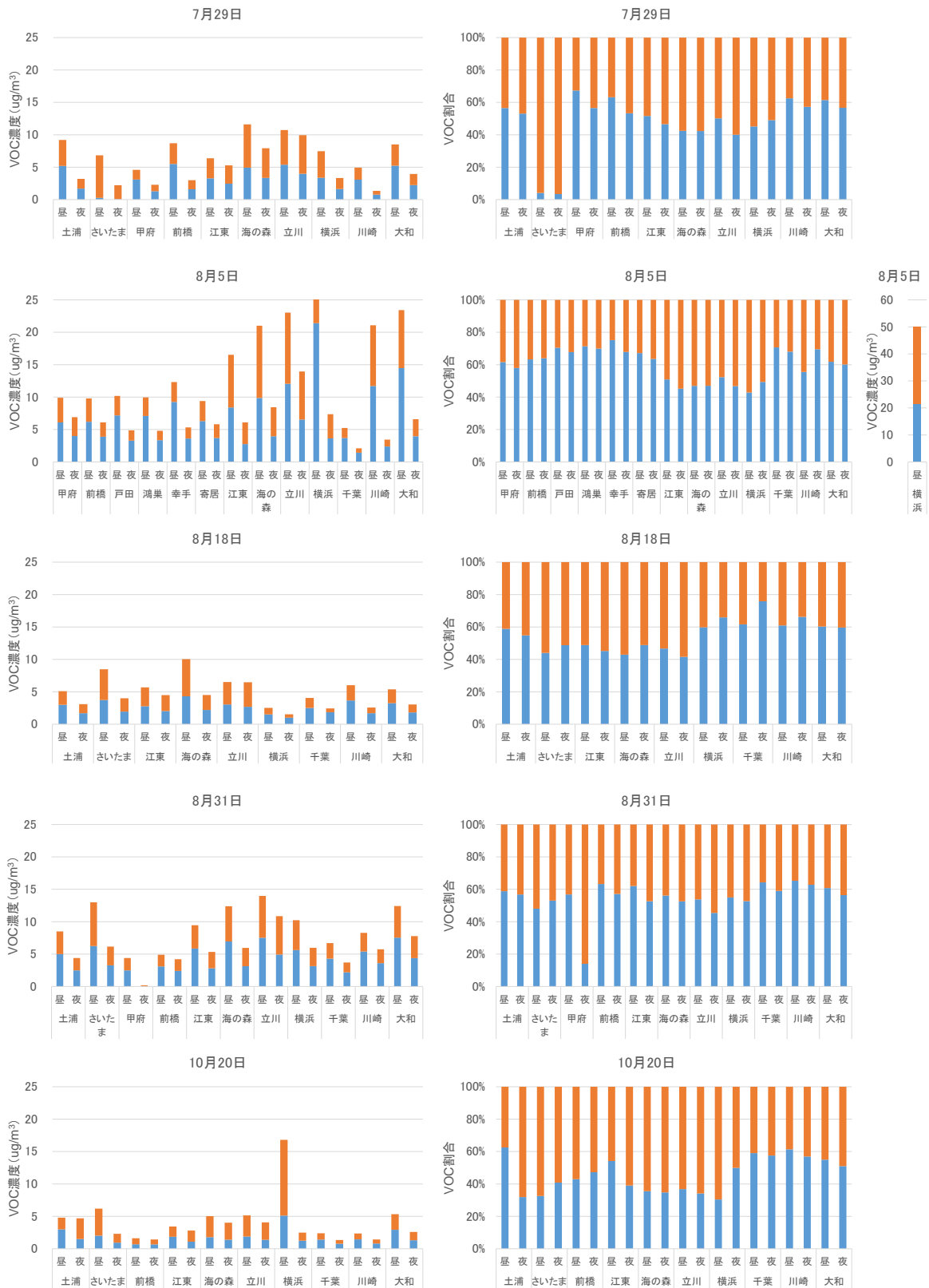


図 2-2-25② アルデヒド類の VOC 濃度及び割合 (屋夜別採取) 凡例は図 2-2-25①と同じ

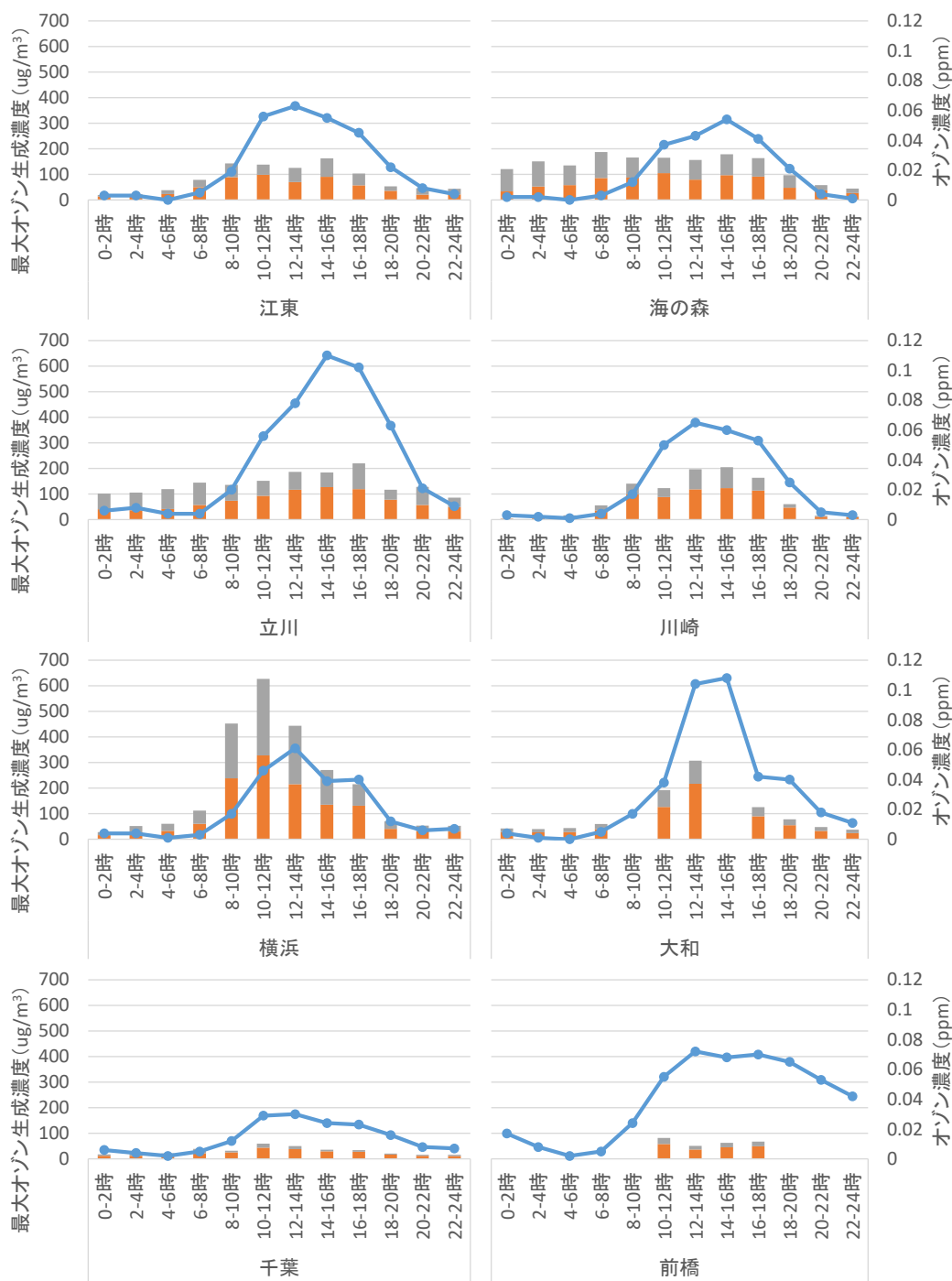


図 2-2-26 令和 3 年 8 月 5 日のアルデヒド類の最大 O₃ 生成濃度と O₃ 濃度の時間推移

2.2.4 結果のまとめ

令和3年度夏季は、4月20日からのまん延防止等重点措置に引き続いての3回目の緊急事態宣言下でオリンピック・パラリンピックが無観客で実施されるという、通常とは異なる状況で、関東地方大気環境対策推進連絡会 微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議では令和2年度と同様にVOC調査を実施した。Ox濃度が高濃度となる7~8月と、対照としてOx濃度が高濃度になりにくい10月に計5回の広域調査を実施し、解析した。参加の有無、調査方法、測定項目数が任意であったため、解析するのが難しかったが、概ね次の結果が得られた。

VOC成分の地点間比較とOx濃度との関係を検討した。東京湾岸地域では、n-ブタン、イソペンタン及びn-ペンタンなどのアルカン類が特異的に高濃度となる場合があるが、必ずしもOx濃度は高濃度とならず、アルカン類は発生源地域のOx濃度上昇にはそれほど寄与しないと考えられた。一方、郊外地域のアルカン類の積算濃度と最大Ox濃度の関係には中程度の正の相関がみられ、アルカン類の主な発生源が東京湾岸地域であるとする、当該地域からの移流強度と郊外地域の最大Ox濃度が相関する可能性があった。最もOx濃度が上昇した令和3年8月5日の東京湾岸及び前橋におけるアルカン類濃度の経時変化(以下同じ)をみると、海の森、千葉及び市原で6~8時にアルカン類の最大Ox生成濃度の小ピークがあり、Ox濃度の上昇に伴い濃度が減少する傾向がみられ、東京湾岸の早朝のアルカン類はOx濃度上昇に一部寄与している可能性があった。

甲府を除く郊外地域のアルケン類は、東京湾岸地域のそれに比べ、10分の1程度かそれ以下の濃度であり、東京湾岸地域からの移流中に光化学反応等により変化している可能性があった。8月5日の経時変化をみると、江東、海の森、千葉及び市原で4~6時あるいは6~8時にアルケン類の最大Ox生成濃度のピークがあり、Ox濃度の上昇に伴い、アルケン類の濃度が減少する傾向が、アルカン類より顕著にみられた。特に江東や海の森は、アルケン類の大気中濃度とOx濃度がきれいに逆相関しており、早朝の1,3-ブタジエンやプロピレンなどが光化学反応により消費され、Ox濃度上昇に大きく寄与している可能性があった。

芳香族類は、その濃度とOx濃度の上昇に明瞭な関係性は見られなかった。Ox濃度の低かった7月29日、8月18日と高かった8月5日、31日で、いくつかの地点を除き、概ね濃度範囲やVOC割合に違いはなかった。8月5日の経時変化をみると、川崎を除く多くの地点で日中一定の濃度で推移しており、芳香族類はOx濃度上昇に寄与していないか、寄与が小さい可能性が示唆された。川崎では、アルカン類、アルケン類及び芳香族類がOx濃度と同様の挙動をしており、同じ発生源かまたは近傍の発生源から発生しており、気温や日射量などOx濃度上昇とも関連する要因で発生量が増加し、午前中にその中の一部が光化学反応により消費されている可能性があった。

ケトン類は、いずれの地点でもアセトンが60~90%を占めており、立川を含む東京都で高い傾向がみられた。Ox濃度が高かった8月5日及び31日に東京都のアセトン濃度が高く、東京都のアセトン濃度とOx濃度には一定の関係性がみられた。8月5日の経時変化をみると、立川ではOx濃度と同様の推移をしており、発源地域より立川の方が濃度が高いことから、ケトン類は光化学反応により生成されながら移流している可能性があった。

含酸素類は、東京都でイソプロパノールが高く、横浜、川崎及び千葉ではOx濃度に関

わらず濃度が低い地域的な特徴がみられた。立川及び大和では、特異的な高濃度がみられる日もあり、Ox 濃度との関係は不明瞭であった。

植物由来 VOC について、長野、横浜及び立川で日中イソプレン濃度が高かった。横浜ではイソプレン濃度は Ox 濃度と同様に上昇しているが、立川では Ox より 6~8 時間遅れて上昇しており、その理由は不明である。

その他成分については、その濃度と Ox 濃度上昇との関係性は不明瞭であるが、江東及び海の森の早朝の塩化ビニル及びアクリロニトリル、川崎、横浜及び千葉の早朝の p-ジクロロベンゼン、市原の塩化ビニル及びトリクロロエチレンなどは Ox 生成に寄与している可能性があった。

アルデヒド類は、全体としてはその濃度が高いとき Ox 濃度が高い傾向を示したが、横浜ではアルデヒド類の濃度が他の地点より高いが、Ox 濃度はそれほど高くないことから、発生源周辺での Ox 濃度上昇にはそれほど関与しない可能性があった。アルデヒド類は、光化学反応により生成するが、自身も高い光化学反応性を有している点が複雑であり、さらなる検討が必要である。

3 年間の光化学オキシダント高濃度発生状況

3.1 令和3年度Ox高濃度日出現状況

本節では令和3年度における光化学オキシダント（Ox）の高濃度出現状況について報告する。光化学オキシダント注意報（以下、Ox注意報）の発令は春や夏が中心であることから、解析期間は4月～9月とした。各都県のOx測定局数（解析対象局）は表3-1-1のとおりである。

表 3-1-1 Ox 解析対象局数

	局数
茨城県	30
栃木県	20
群馬県	14
埼玉県	56
千葉県	88
東京都	40
神奈川県	63
山梨県	10
長野県	16
静岡県	40
合計	377

3.1.1 Ox注意報発令状況

関東甲信静地域の令和3年度におけるOx注意報の発令状況を表3-1-2に示す。また、図3-1-1に主な発令日におけるOx最高濃度の分布図、図3-1-2に各都県のOx日最高値の推移を示す。

関東甲信静地域内で2021年度にOx注意報が発令された日は9日であった（表3-1-2）。最も発令日数が多かったのは、東京都および神奈川県の6日であり、次いで千葉県の4日であった。長野県では0日であった。発令日9日のうち6日は、複数の自治体で発令されていた。6月や8月の事例では2～3日連続して注意報が発令された。図3-1-2のOx日最高値の推移をみると、5月中旬以降に120ppbを越える高濃度が出現しており、複数の都県で同時に高濃度となっていた。ただし、5、6月の高濃度発生日には全都県で高めの濃度になっていたが、7月については関東地域内でも地域差が大きく、必ずしも一様に高い濃度とはならないことがうかがわれた。甲信静地域で高濃度となった日は、関東地域でも同等の高い値となっていた。

以下に複数自治体で発令された日の概況を示す。

- ・6月8～9日： 2日間連続で注意報が発令された。8日は千葉県、東京都、神奈川県、山梨県の1都3県で発令され、その日の最高濃度は神奈川県で148ppbであった。図3-1-1をみると千葉県の沿岸地域および東京都の内陸地域から神奈川県および山梨県の県境付近を中心に高濃度となっていた。翌9日は神奈川県、山梨県、静岡県で発令された。この日の最高濃度は神奈川県で132ppbであった。図3-1-1から9日は相模湾周辺地域で高濃度となっていた。
- ・8月5日： 東京都、神奈川県、山梨県で注意報が発令された。図3-1-1をみるとこの3都県境付近で高濃度となっており、最高濃度は山梨県で148ppbであった。
- ・8月26～28日： この事例は3日間にわたり注意報が発令された。8月26日は南関東を中心に発令され、最高濃度は東京都の168ppbであった。27日は東京都の一部地域と神奈川県、静岡県の東部で発令され、最高濃度は神奈川県の144ppbであった。28日は千葉県、東京都、埼玉県以北の関東全域で発令された。この日の最高濃度は埼玉県の145ppbであった。図3-1-1から、26日は東京湾を中心とした地域、27日は相模湾沿岸地域、28日は埼玉県を中心とした平野内陸部で高濃度となっており、3日間とも高濃度の

出現地域は異なっていた。なお、この8月26～28日のOx高濃度事例については、3-2節で詳細に解析する。

表 3-1-2 2021 年度光化学オキシダント注意報発令状況

	発令日	茨城県	栃木県	群馬県	埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県	山梨県	長野県	静岡県
1	2021/5/24					市原地域					
2	2021/6/8					千葉地域 葛南地域 市原地域 印西地域	区西部 多摩中部 多摩北部 多摩南部	横浜地域 川崎地域 相模原地域	上野原地域		
3	2021/6/9							県央地域 湘南地域	上野原地域		伊東地域
4	2021/7/7							横浜地域 川崎地域 横須賀地域			
5	2021/7/19						多摩北部				
6	2021/8/5						多摩南部	相模原地域 県央地域	大月地域 上野原地域 吉田・都留地域		
7○	2021/8/26				県南東部 県南中部 県南西部	千葉地域 葛南地域 君津地域 市原地域	区東部 区西部 区北部 多摩中部 多摩北部	横浜地域 川崎地域 横須賀地域			
8○	2021/8/27						多摩南部	横浜地域 相模原地域 県央地域 西湘地域 湘南地域			伊東地域 熱海地域
9○	2021/8/28	下妻地域 古河地域	南部	県東南部	県南東部 県南中部 県南西部 県北東部 県北中部	千葉地域 葛南地域 東葛地域 市原地域	区西部 区北部				
	発令日数(実数)	1	1	1	2	4	6	6	3	0	2

○：詳細解析対象日

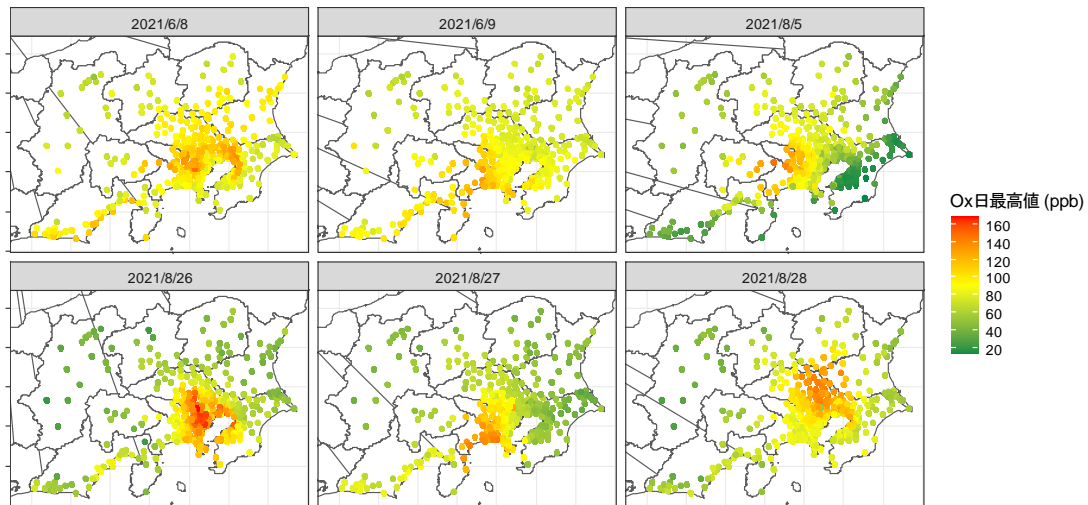


図 3-1-1 2021 年度の主な Ox 注意報発令日における Ox 日最高値の分布

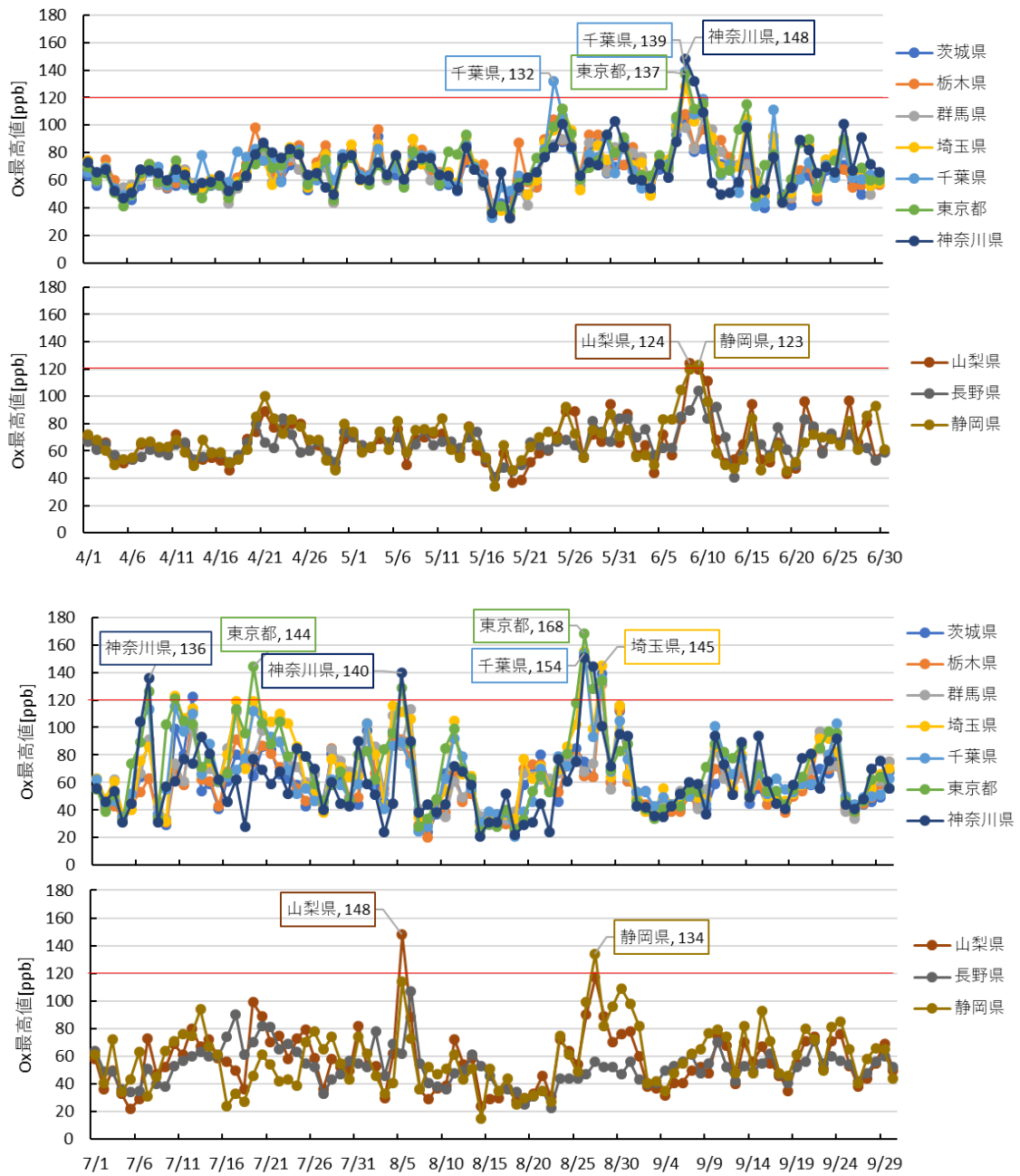


図 3-1-2 都県別日最高値の推移（上 2 段：2021/4/1～6/30，下 2 段：2021/7/1～9/30）

3. 1. 2 各都県の Ox 日最高値の濃度レベル

図 3-1-3 に令和 3 年度における各都県の Ox 注意報発令地域毎の Ox 日最高値の濃度レベルを示す。グラフは 4～9 月の Ox 日最高値のデータについて作成した。

Ox 日最高値の濃度レベルは東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県といった南関東を中心に、東京湾沿岸および関東平野中央部の地域で高い傾向が見られた。東京都や神奈川県では全域的に高い濃度が出現しているのに対し、それ以外の県では、例えば千葉県では東京湾沿岸地域、埼玉県では南部地域といったように、高い濃度の出現状況は県内で地域差が見られた。

また日最高値の平均は、高濃度が多く出現している地域で必ずしも高いわけではなく、埼玉県や群馬県南部、東京都多摩地区など内陸地域で高い傾向が見られた。

図 3-1-4 に Ox 注意報発令地域毎の発令回数、図 3-1-5 に Ox 注意報発令地域毎の高濃度日数 (Ox 日最高値 \geq 100 ppb) を示す。自治体毎に測定局数が大きく異なるため、図 3-1-5 については、各地域のいずれかの局で日最高値が 100 ppb 以上となった日数を集計した。注意報発令回数が多かったのは、千葉県市原地域と神奈川県横浜地域の 4 日間で、次いで東京都多摩地域など南関東の複数の地域で 3 日間であった。発令された月は、前節でも述べたとおり、8 月が多かった。一方で、図 3-1-5 に示した日最高値が 100 ppb 以上となった日数をみると、注意報発令回数が少なかった埼玉県では頻度が多く、茨城県内陸地域や山梨県東部、静岡県などでもある程度の頻度となっていた。すなわち、注意報発令レベル (120 ppb 超過) に達しないまでも、関東甲信静地域の多くの地域で比較的高い濃度となっていたことが分かった。さらに出現月に着目すると、図 3-1-4 では 8 月の頻度が多かったが、図 3-1-5 では 6、7 月も 8 月と同程度の頻度となっていた。このことから、暖候期を通じて Ox 高濃度の出現に注意する必要がある。

Ox の高濃度発生状況については、その年の気象状況に左右されるため、同様の解析を複数年実施して比較検討していく必要がある。

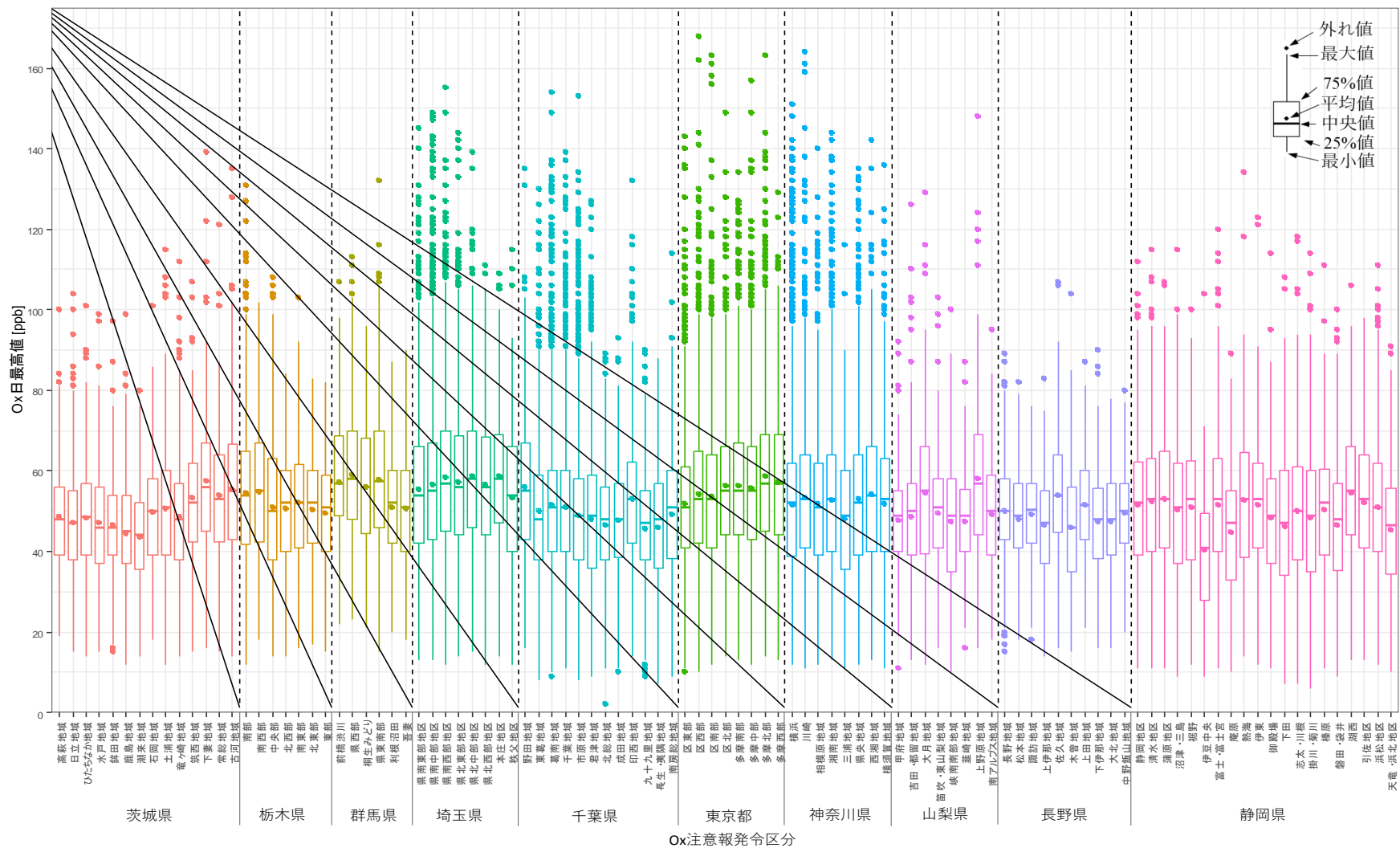


図 3-1-3 2021 年度 4~9 月における 0x 注意報発令地域毎の 0x 日最高値の濃度レベル

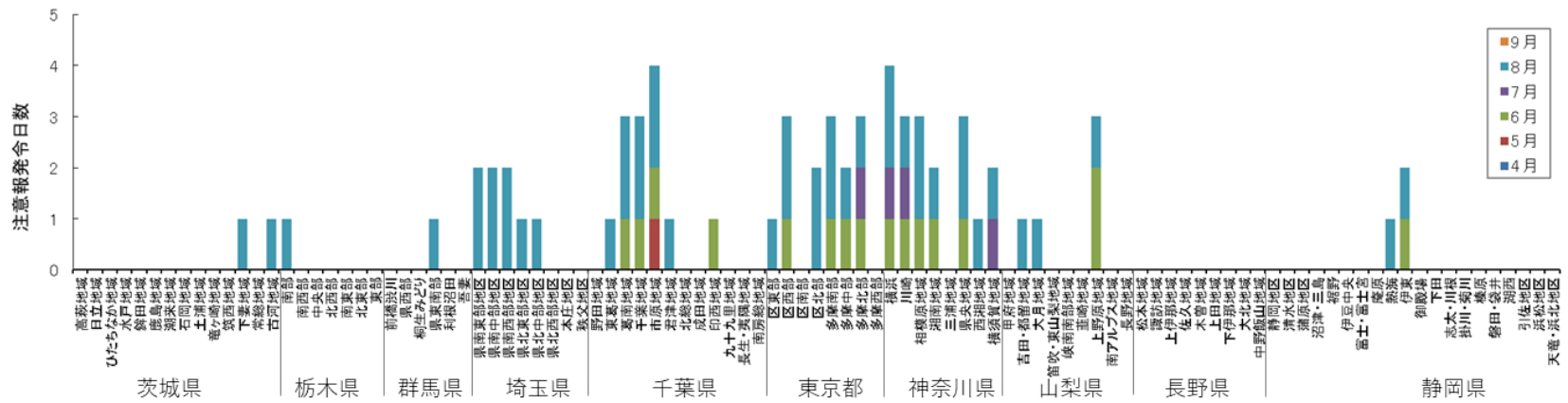


図 3-1-4 0x 注意報発令地域毎の注意報発令日数

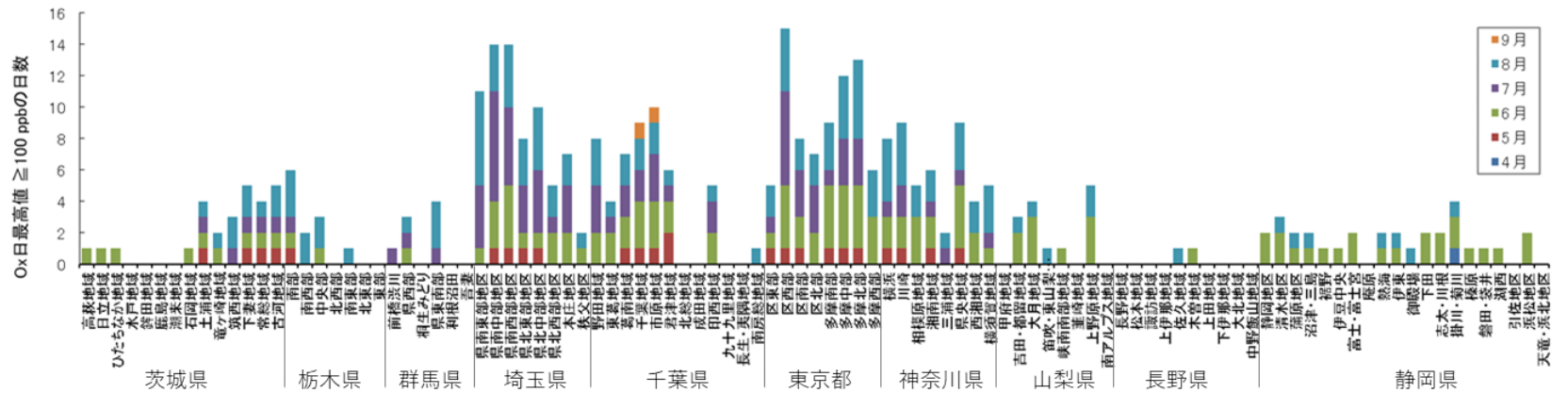


図 3-1-5 0x 注意報発令地域毎の高濃度日数 (0x 日最高値 ≥ 100 ppb)

3.2 令和3年度Ox高濃度事例解析

3.2.1 解析方法

3.1で示されたように解析期間は8月26～28日とした。解析に使用したデータは、一般環境大気測定局における1時間値であり、以下ではOx(138地点)、NOx(132地点)、NMHC(74地点)、風向・風速(135地点)のデータを用いた。

3.2.2 高濃度と気象の状況

8月26～28日の3日間は、本州の南に中心を持つ太平洋高気圧に覆われて、全般的に日射が十分あり、最高気温が35℃程度まで上がったところも多かった。まとまった降雨は8月26日深夜に栃木であったが、そのほかはなく、日中に降雨により濃度が低下するような状況はみられなかった。光化学スモッグ注意報は、8月26日は東京・神奈川・千葉・埼玉、8月27日は東京・神奈川、8月28日は東京・千葉・埼玉・茨城・栃木・群馬で発令された。以下にOxの時間的・空間的な移り変わりを風況と合わせて述べる。

① 8月26日(図3-2-1)

関東では12時頃には東京、神奈川、千葉の東京湾岸で60ppbを超えたところが多く、一部は90ppbを超えたところもあり、全般に海風(東京湾の北側では南寄りの風)が吹くようになった。14時頃には東京湾岸やその周辺で120ppbを超えるところが現れた。16～18時頃には60ppbを超えるところは埼玉や群馬にも拡大し、120ppb超などの高濃度域は北方向に移り変わっていった。その後、神奈川から東京、埼玉南部では22時頃にかけて南寄りの風は続いたが次第に濃度は低下した。

8月27日(図3-2-2)

12時頃には神奈川や静岡で60ppbを超えるところが出てきて、14時頃には東京・埼玉・群馬・栃木などにも広がり、相模湾沿岸で120ppbを超えるところが現れた。16時頃には相模湾沿岸やその周辺で120ppb超などの高濃度域が拡大し、18時頃には海風(南寄りの風)により東京西部でも90ppb超となった。また、静岡でも高く、駿河湾沿岸では一部で90ppb超が出た。一方、関東の東京以北の平野部では南東の風が卓越し、群馬にある平野部の奥まで60ppb超のところが広がったが、相模湾沿岸から東京西部の高濃度域はそれ以上北には拡大しなかった。これは風系の違いによるものと推察され、埼玉では18時頃には南東あるいは東寄りの風が入ったところでは60ppb以下に低下したところが多かった。その後、全般に濃度は低下したが、神奈川から東京・埼玉の西部にかけての内陸では低下が鈍く、翌日4時頃にかけて60ppb超のエリアが残っており、一部は90ppbを下らなかった。

② 8月28日(図3-2-3)

前2日間よりも早く10時頃には神奈川で60ppbを超えており、既に海風が吹いていた。12時頃には東京・埼玉・群馬・千葉・茨城・栃木・静岡といった広い範囲にわたって60ppbを超えた。ただ、東京・埼玉などの内陸ではまだ海風(南寄りの風)とはなっていないと

ころもあった。14 時頃には東京から埼玉南部・千葉北西部・茨城西部にかけて 90 ppb を超えるところが広がり、中には 120 ppb を超えるところも現れた。16～18 時頃にかけては南寄りの風により 120 ppb 超が北方向に移動し、栃木南部にまで達した。また、山梨でも 60 ppb を超えたところがあった。その後、全般に濃度は低下したが、22 時頃には栃木・群馬・埼玉北部では北寄りの風だった一方、南寄りの風が続いていた神奈川の内陸を中心に 60 ppb 超が残っていた。

3.2.3 前駆物質の状況

前駆物質 (NMHC、NO_x) の状況を概観するため、図 3-2-4 に 3 日間それぞれの 9 時、12 時、16 時の NMHC 濃度と NO_x 濃度の関係を都県別にして示す。9 時と 12 時は光化学反応が活発になる前から活発になり始めた時間、16 時は光化学反応が活発な時間もしくは活発になった後の時間として取り上げた。全体的に目立つ点として、静岡では NMHC が突出して高いところがみられた。静岡では NMHC 濃度の時間変動が比較的大きく、高濃度になる地点は駿河湾岸から遠州灘沿岸東部に多いが、地点や時間は一定していない。一方、NO_x がかなり高いところが主として神奈川にみられた。

9 時と 12 時を比べると、全体的に NMHC はあまり変わらず、NO_x が 12 時に低下する傾向であるが、特に 8 月 26 日の 9 時は NO_x が高いところが神奈川・千葉を中心に多かった。12 時と 16 時を比べると、やはり全体的に NMHC はあまり変わらず、NO_x が 16 時に一部で上昇する傾向であった。関東平野南部の東京・神奈川・千葉では、程度の差はあるが 9 時・12 時・16 時いずれも NO_x と NMHC が比例する傾向がみえるが、関東平野北部の埼玉・茨城・栃木・群馬では、9 時で若干比例する傾向があるものの、12 時と 16 時では関東平野南部とは異なり比例する傾向はみられなかった。

3.2.2 で述べた高濃度と気象の状況を踏まえ、関東平野で高濃度になったときの前駆物質 (NMHC、NO_x) の状況について、NMHC と NO_x の両方を測定している地点を図 3-2-5 のように選んで 6 つのエリアに分けることで考察した。

6 つのエリアごとに平均した NMHC と NO_x の経時変化を図 3-2-6 と図 3-2-7 に示す。NMHC については、8 月 26 日の未明から日中にかけて全般にやや高い傾向であり、中でも湾岸東京神奈川では高かった。このエリア付近の風は、図 3-2-1 に示した 10 時以降でみると概ね海風であり、その風下で O_x が高濃度になっていたため、これが前駆物質として影響した可能性が考えられる。また、8 月 27 日の日中に湾岸東京神奈川で高かった。このときの風は図 3-2-2 に示した 10 時と 12 時でみると北東寄りの風であり、相模湾岸西部での O_x の上昇に影響したかもしれない。これら以外の時間帯は、どのエリアも 0.1～0.2 ppmC 前後の範囲に収まっていて大きな差はなかったが、南部では未明から朝、および夕方から夜に上昇する変動パターンが見受けられた。

NO_x については、全体として湾岸東京神奈川で高く、特に 8 月 26 日は顕著であった。それ以外のエリアでは 10 ppb 前後の濃度レベルで大きな差はなかったが、湾岸千葉では 8 月 26 日午前のように高いときもあった。全体的には朝と午後には上昇する変動パターンが多かった。

各地点の NMHC/NO_x 比を 6 つのエリアごとに平均した経時変化を図 3-2-8 に示す。全体的な変動の傾向として、NO_x が高くなる朝に NMHC/NO_x 比が小さく、逆に日中に大きく

なっている。そのような傾向の中で、湾岸東京神奈川は NO_x が高いことを反映して NMHC/NO_x 比自体が相対的に小さめである一方、北部・中部・南部ではそれほど違いはない。 NO_x が高くなる朝は NO が上昇しているが、 NO_x に占める NO の割合は高くても 2～3 割 (NO_x が高かった 8 月 26 日は 4 割前後) であり、それ以外はほぼ NO_2 が占めていた。高濃度の分布や規模が大きく異なった 8 月 27 日と 8 月 28 日の違いをみると、前夜から朝にかけての NMHC/NO_x 比が南部で 8 月 28 日の方が高く、また中部でも 27 日より 28 日の方が高い時間が長かった。これらが 8 月 28 日の広域高濃度に影響した可能性が考えられる。ただ、湾岸東京神奈川では違いはみられなかった。同様に 8 月 26 日と 8 月 27 日についてもみると、北部・中部・南部・湾岸東京神奈川では違いはみられなかったことから、主として気象が濃度分布に影響した可能性が考えられる。

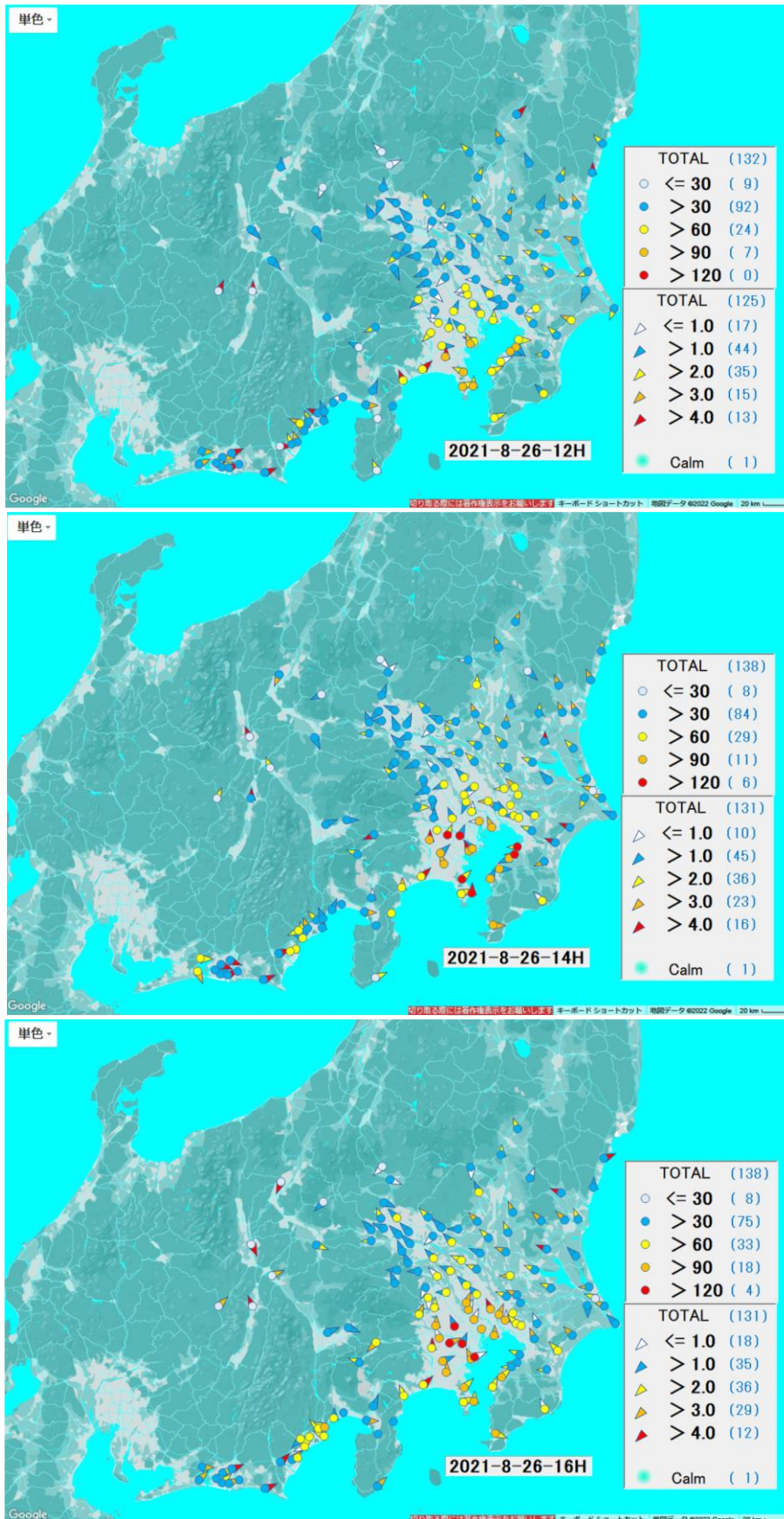


図 3-2-1 0x の濃度分布及び各地点の風向・風速(8月26日)

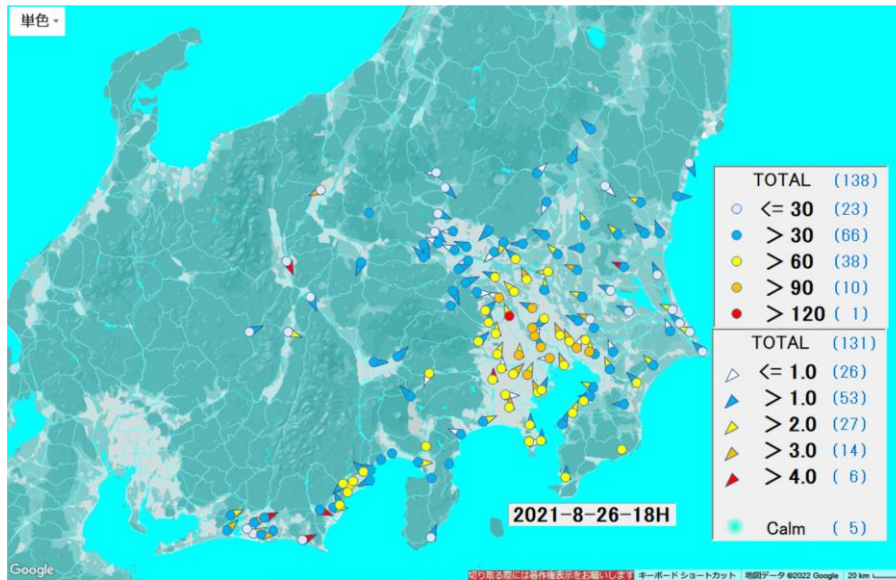


図 3-2-1 (つづき) O₃ の濃度分布及び各地点の風向・風速(8月26日)
 ※風向は吹き流しスタイル(凡例は北東の風)

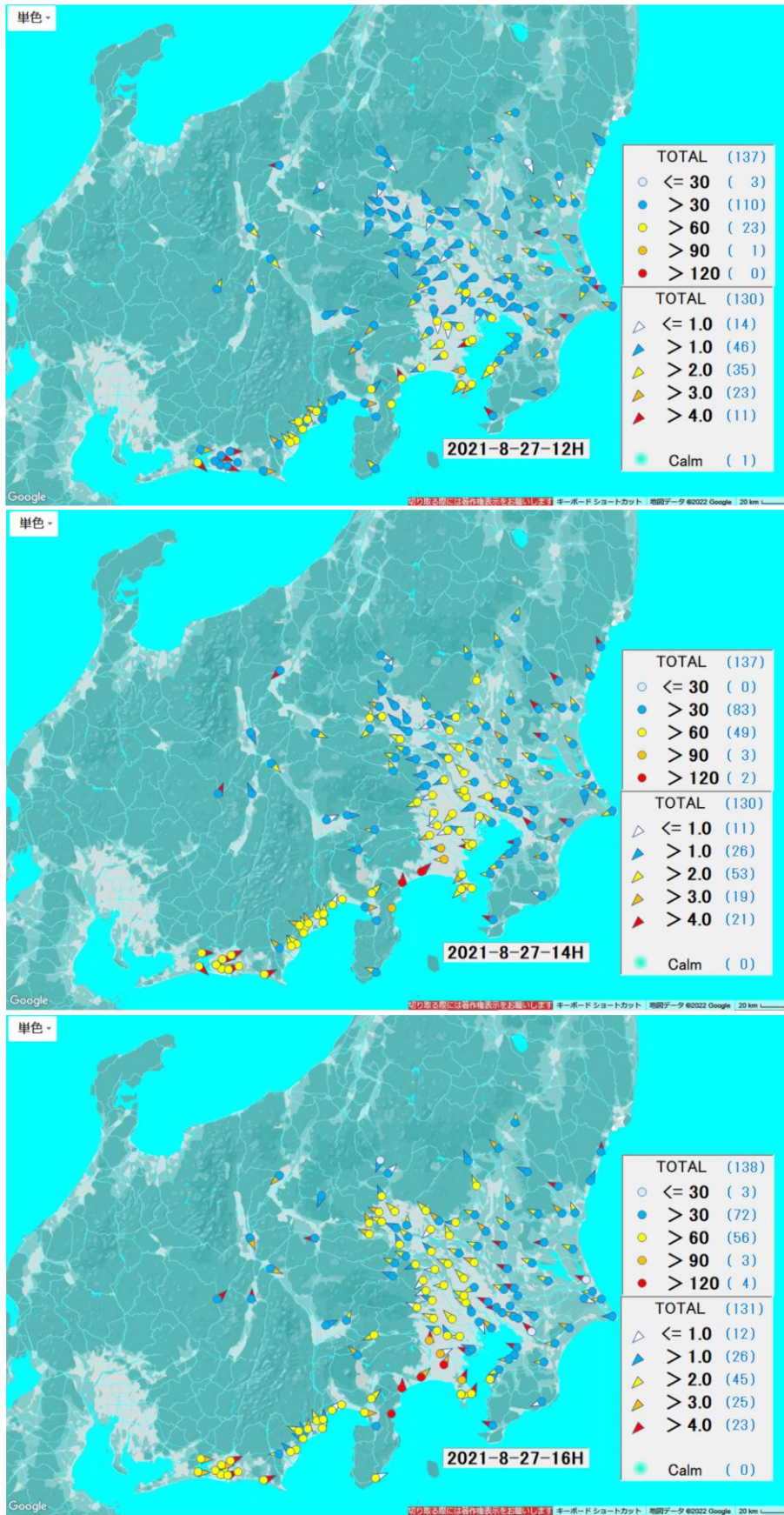


図 3-2-2 0x の濃度分布及び各地点の風向・風速(8月27日)

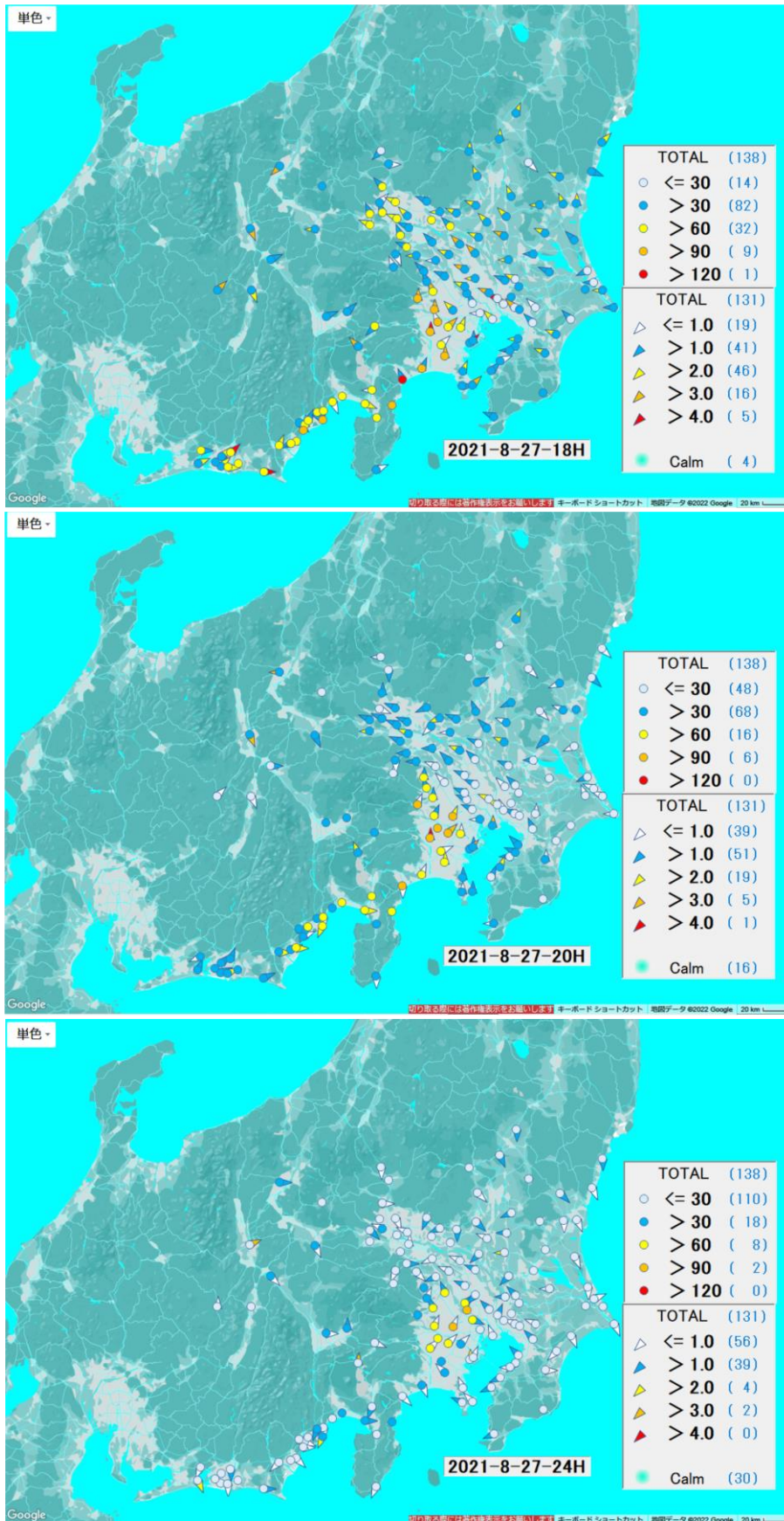


図 3-2-2 (つづき) 0x の濃度分布及び各地点の風向・風速(8月27日)

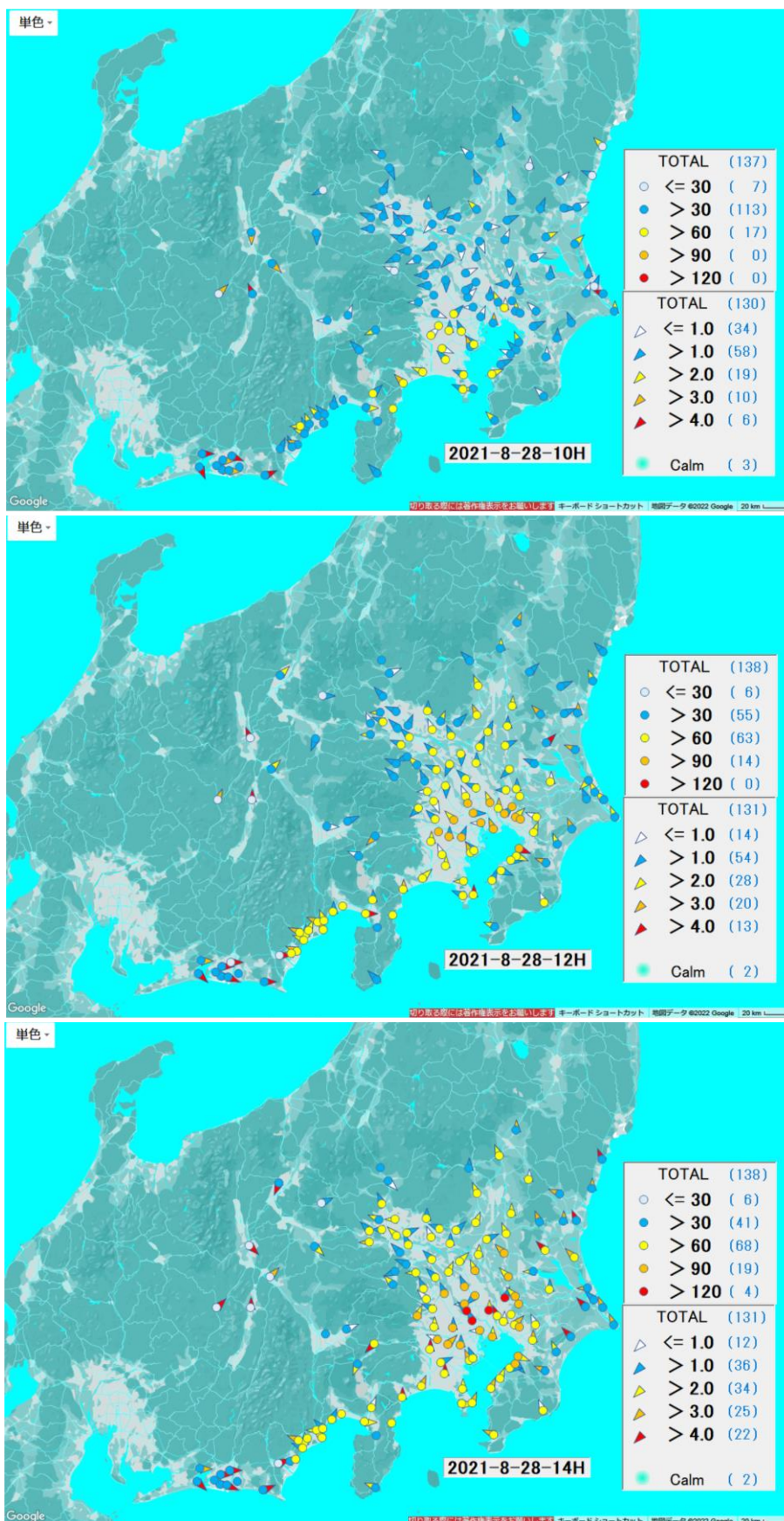


図 3-2-3 Ox の濃度分布及び各地点の風向・風速(8月28日)

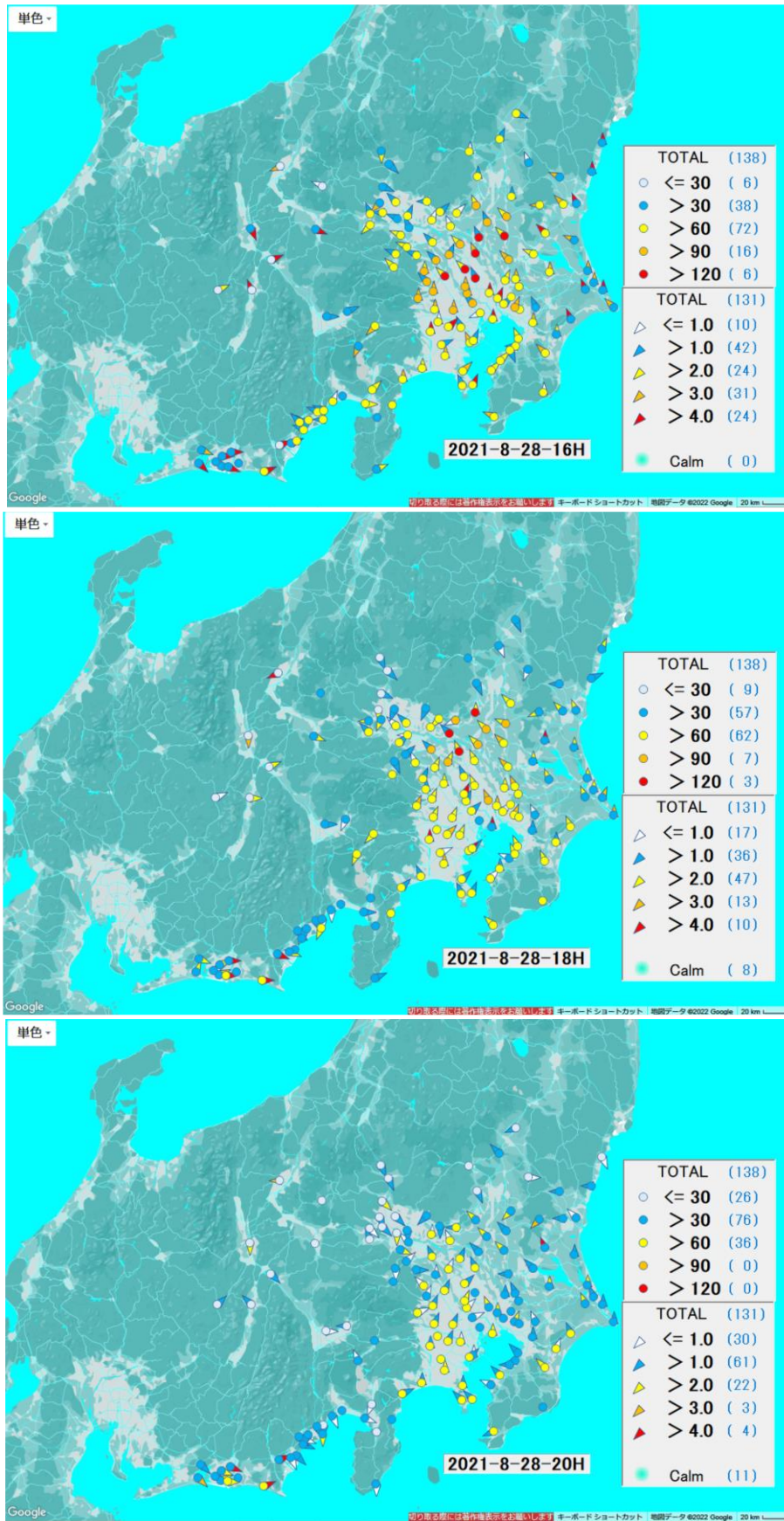


図 3-2-3 (つづき) Ox の濃度分布及び各地点の風向・風速(8月28日)

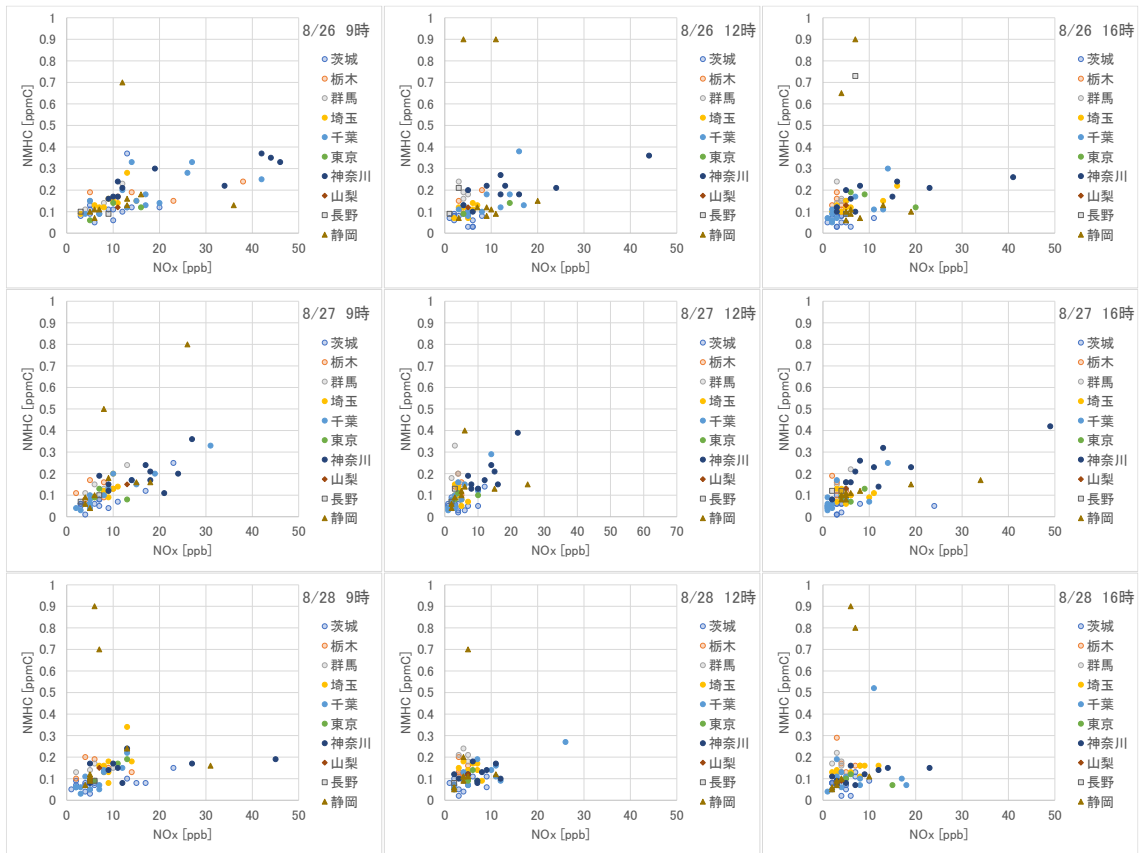


図 3-2-4 8月26~28日の9時・12時・16時の各地点のNOxとNMHCの関係

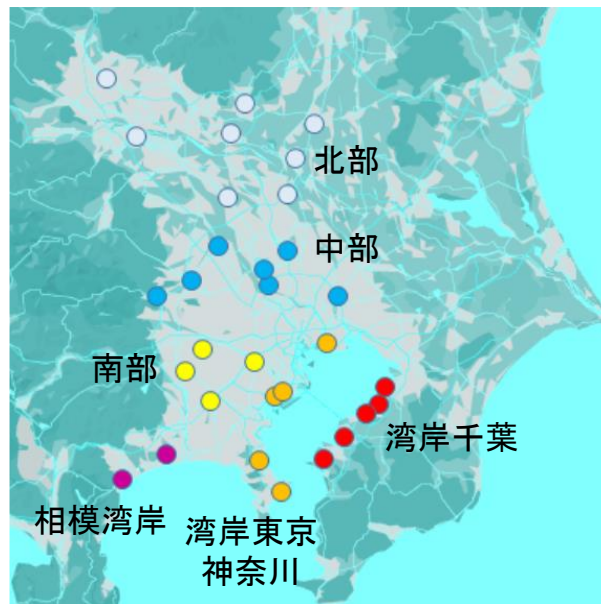


図 3-2-5 6つのエリアにおける地点

北部：古河市役所、県安蘇庁舎、大谷中学校、前橋、館林、幸手、鴻巣、本庄

中部：戸田、入間、さいたま市役所、さいたま市城南、川越市川越、松戸根本、青梅市東青梅

南部：多摩市愛宕、高津、相模原市役所、大和市役所

湾岸東京神奈川：江戸川区南葛西、鶴見区潮田交流プラザ、田島、追浜行政センター、久里浜行政センター

湾岸千葉：木更津中央、市原姉崎、市原岩崎西、富津下飯野、袖ヶ浦長浦

相模湾岸：小田原市役所、平塚市旭小学校

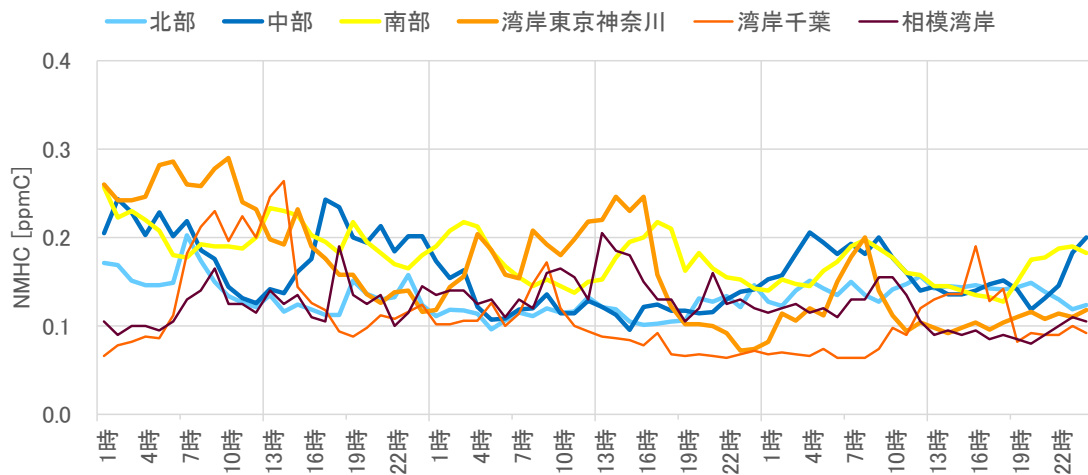


図 3-2-6 6つのエリアごとに平均した NMHC の経時変化 (8月26~28日)

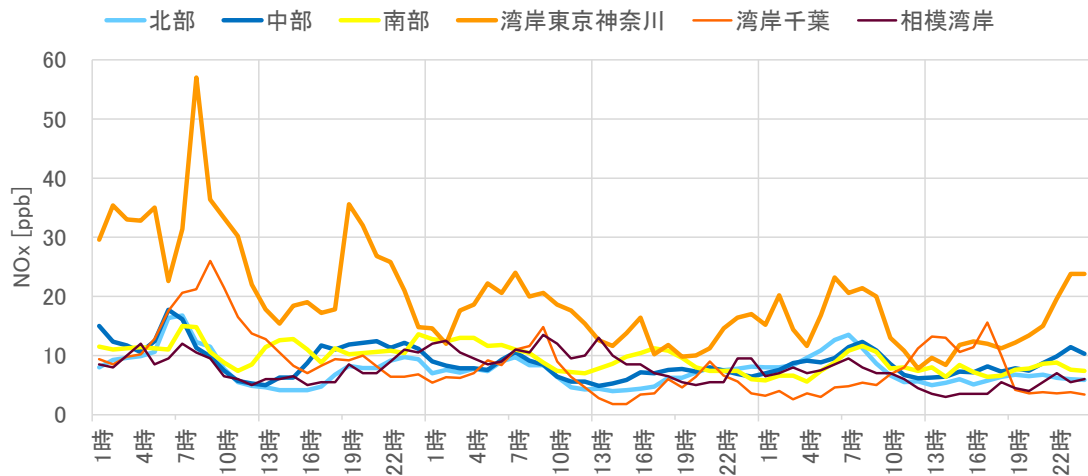


図 3-2-7 6つのエリアごとに平均した NOx の経時変化 (8月26~28日)

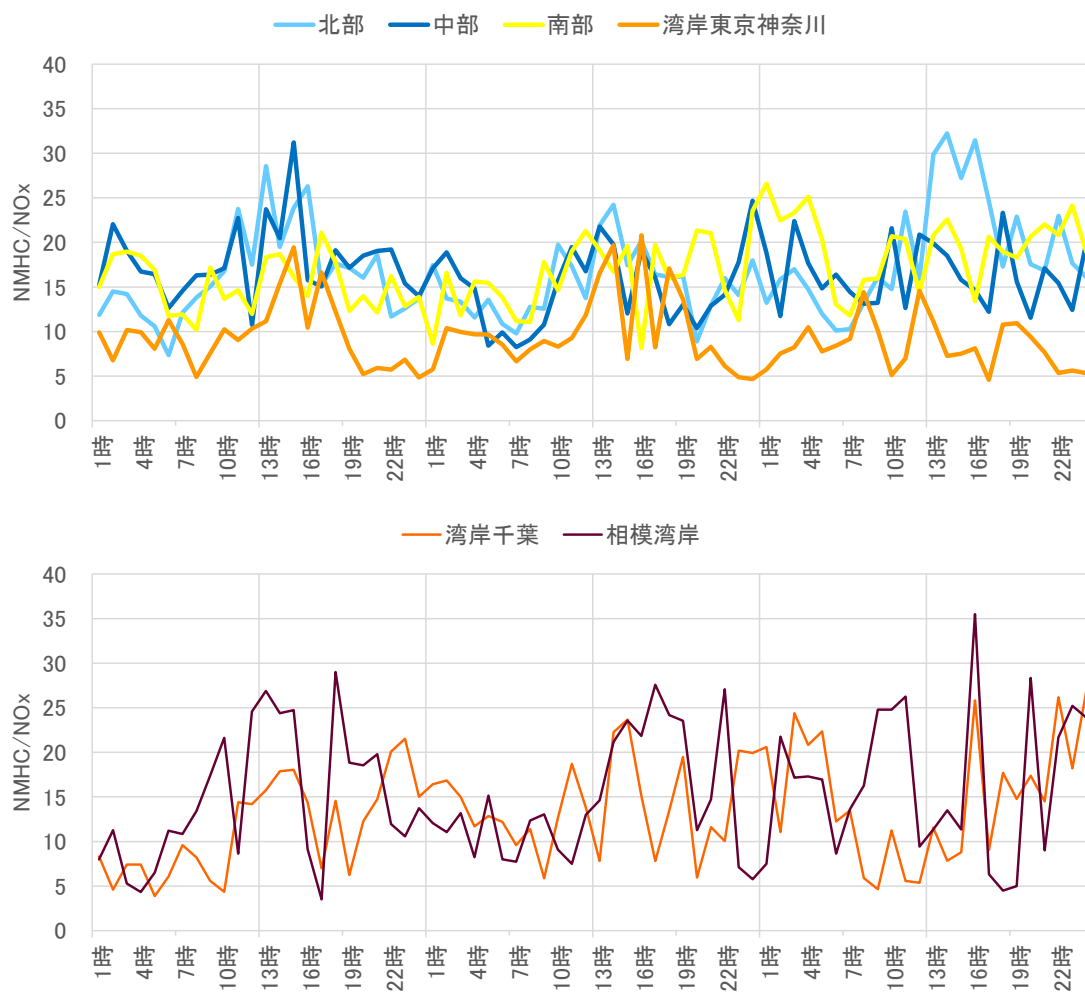


図 3-2-8 6つのエリアごとに平均した NMHC/NOx 比の経時変化 (8月26~28日)
 (※NMHCとNOxの濃度をppbとしてNMHC/NOx比を計算した)

4 光化学オキシダント経年推移

4.1 目的

関東甲信静地域では、毎年のように光化学オキシダント注意報が発令されており、大気汚染対策において重要課題の一つとなっている。そこで、近年における光化学オキシダント（以下 Ox）の濃度分布や経年変化を把握することを目的に解析を実施した。

4.2 解析方法

4.2.1 対象期間および地点

経年変化解析にあたり、Ox 測定方法の変更によってデータ継続性に注意を要する場合があることから、本調査の解析においては、Ox 校正方法が変更になった以降の期間を対象とし、解析対象期間は平成 23～30 年度（一部の解析では平成 31 年度（令和元年度）速報値も使用）とした。

解析対象地点は、一般環境測定局から各都県で 1～4 局を選定し、合計 22 地点とした。地点一覧を表 4-2-1 に、位置を図 4-2-1 に示す。

表 4-2-1 解析対象地点一覧

都県	測定局番号	Ox解析局
茨城県	8203010	土浦
栃木県	9209010	真岡
群馬県	10201090	前橋
	11217010	鴻巣
埼玉県	11408010	寄居
	11204010	さいたま
	12219190	市原
千葉県	12226010	富津
	12201090	千葉
東京都	13111010	大田
	13220010	東大和
神奈川県	14213010	大和
	14104030	横浜
	14131020	川崎
	14209010	相模原
山梨県	19201020	甲府
	19206010	大月
長野県	20201030	長野
	20208020	小諸
静岡県	22210010	富士
	22201090	静岡
	22202160	浜松

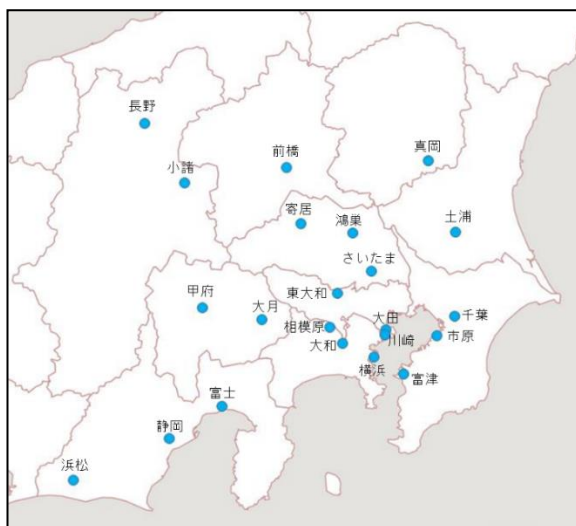


図 4-2-1 解析対象地点

4.2.2 解析方法

解析に使用したデータは、大気汚染常時監視データの Ox、NOx、NMHC の 1 時間値である。これらの他にポテンシャルオゾン (PO) も次式により算出し、解析に使用した。

$$[PO]=[Ox]+[NO_2]-0.1\times[NOx]$$

Ox、PO については、全日平均、日中平均値、日最高値、濃度ランク別出現時間数を、

Ox の原因物質である NOx、NMHC は全日平均値を求め、各項目について経年変化を検討した。

4.3 Ox 濃度等の経年変化

平成 23～30 年度を対象に、Ox、PO の全日平均値、日中平均値（6～20 時値）、日最高値について年度平均を求め、その経年変化を調べた。増減傾向は、回帰式の傾き（変化率）で評価した。さらに同様の項目を月毎に集計し、月別の経年変化も解析した。なお、解析において、有効測定日が少ない地点（年度毎の解析には年 250 日未満、月毎の解析は月 20 日未満）は対象外とした。

4.3.1 Ox の状況

図 4-3-1 (a、b) に平成 23～30 年度における Ox 全日平均値の年平均の経年変化率、日中平均値の年平均の変化率を示す。また、月別の経年変化解析の結果のうち、5 月、8 月の全日平均値または日中平均値の変化率を図 4-3-1 (c～f) にそれぞれ示す。図 4-3-2 には、Ox 全日平均値の年平均、5 月平均、8 月平均における経年変化率の分布も合わせて示す。

Ox 全日平均値の経年的な変化率（図 4-3-1a）は、真岡と静岡を除いて正值であり、多くの地点で増加傾向であることが分かった。最も値が大きかったのは、大和で、次いで大月であった。変化率の全地点平均は+0.43 ppb/年度であった。Ox 日中平均値（図 4-3-1b）でも、全日平均値と同様に真岡と静岡を除いて変化率は正值であり、地点の相対的な関係は全日平均と概ね同じであった（全地点平均：+0.40 ppb/年度）。

年平均で見ると Ox の変化傾向は上述のとおりであるが、これを月単位で評価すると増減傾向は必ずしも一様でない。5 月における Ox 全日平均値の変化率（図 4-3-1c）では、22 地点中 20 地点は正值（全地点平均：+0.44 ppb/年度）、日中平均値の変化率（図 4-3-1d）では 19 地点で正值（全地点平均：+0.51 ppb/年度）であり、ほとんどの地点で増加傾向であった。一方で、8 月（図 4-3-1e、f）については、地域により変化率の正負が異なっており、概ね関東内陸および長野県では変化率は負値であり減少傾向、東京湾岸および山梨県では横ばい又はやや増加傾向、静岡県では増加傾向であった。また、全日平均よりも日中平均の方が変化傾向は大きかった。

4.3.2 PO の状況

図 4-3-3 (a、b) に PO の全日平均値および日中平均値の経年変化率、図 4-3-3 (c～f) に 5 月および 8 月の全日平均値、日中平均値の経年変化率をそれぞれ示す。図 4-3-4 には、PO 全日平均値の年平均、5 月平均、8 月平均における変化率の分布も合わせて示す。なお、富士は NOx データがないため、PO は算出していない。

PO の経年変化率は、Ox の変化率（図 4-3-1）に比べると全体的に小さくなる傾向であった。全日平均値の変化率では、Ox については 22 地点中 20 地点が正值で増加傾向（図 4-3-1a）だったのに対し、PO（図 4-3-3a）では+0.1 ppb/年度以上は 10 地点で、0 付近（-0.1～+0.1 の範囲が 5 地点）の地点も比較的多く見られた。PO 全日平均値の変化率の全地点平均は+0.07 ppb/年度であった。PO の全日平均値の変化率で最も高かった地点は前橋（+0.55 ppb/年度）、次いで小諸（+0.50 ppb/年度）であった。鴻巣、さいたま、千葉な

どでは Ox は正值であったが、 PO では負値に転じており、増減傾向は Ox と PO で異なっていた。日中平均値でも全日平均値と概ね同様の結果であった（全地点平均+0.07 ppb/年度）。

月別の解析では、5月の全日平均値の変化率において、 Ox （図 4-3-1c）はほとんどの地点で増加傾向であったが、 PO （図 4-3-3c）は半数近くが負値となった。 PO で値が大きかったのは前橋、小諸、大月だった。8月（図 4-3-3e）では大和、横浜、浜松を除く 18 地点で負値となっており、特にさいたま以北の地点の減少が顕著であった。さいたま以北の地域では、 Ox でも減少傾向であったので、 Ox も PO も減少傾向という結果であった。一方、東京湾周辺の地点では、 Ox では減少傾向は認められなかったが、 PO では減少傾向となっており、実質的には Ox 汚染は改善傾向と示唆される。 PO の変化率が顕著に大きかった浜松は、5月よりも8月の方が変化率は大きいという点も特徴的であり、関東地域とは汚染状況が異なっている可能性がある。また、 Ox 同様に全日平均よりも日中平均の方が変化傾向は大きかった。

4.3.3 NOx および NMHC の状況

図 4-3-5a に NOx の全日平均値の経年変化率、図 4-3-5b に NMHC の経年変化率を示す。またそれらの変化率の分布図を図 4-3-6 (a, b) に示す。 NOx の経年変化率は、全地点で負値であり、減少傾向であった（全地点平均：-0.84 ppb/年度）。最も減少率が大きかったのは、大月（-2.1 ppb/年度）、次いで大和（-1.5 ppb/年度）であった。全体的には都市地点の減少率が大きかった。 NMHC の経年変化率は、浜松と真岡は正值であったが、それ以外の地点は負値であった（全地点平均：-0.0086 ppmC/年度）。 NOx も NMHC も減少傾向であることが分かった。

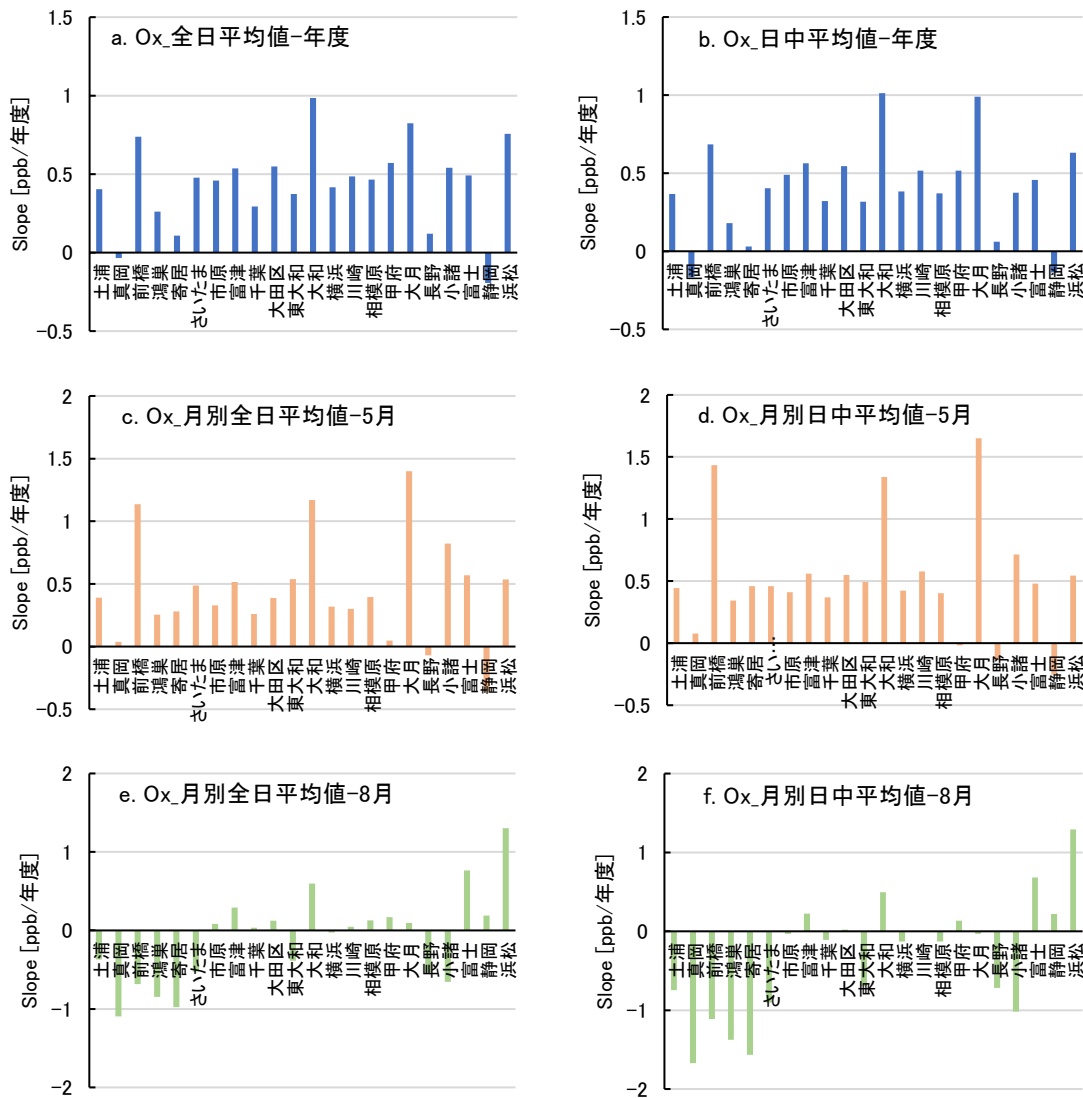


図 4-3-1 平成 23~30 年度における O₃ 全日平均値および日中平均値、月別 O₃ 全日平均値および日中平均値 (5 月と 8 月) の経年変化の傾き (Slope)

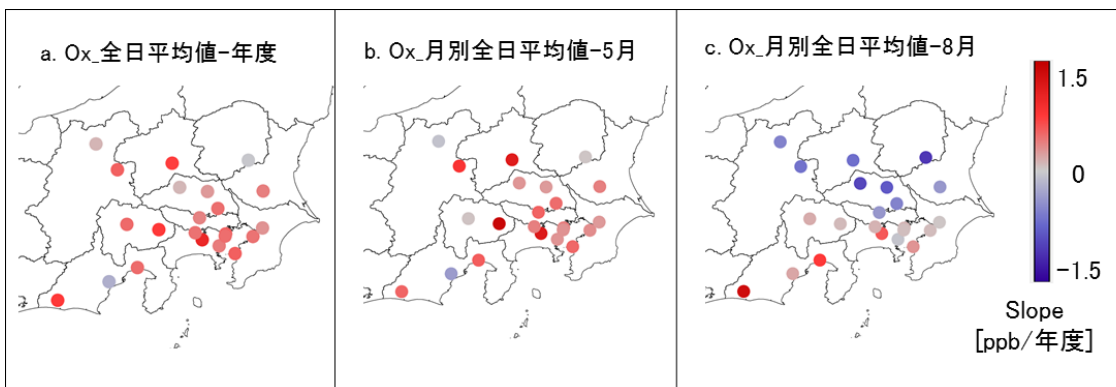


図 4-3-2 平成 23~30 年度における O₃ 全日平均値の年平均 (a)、5 月平均 (b)、8 月平均 (c) における経年変化の変化率の分布

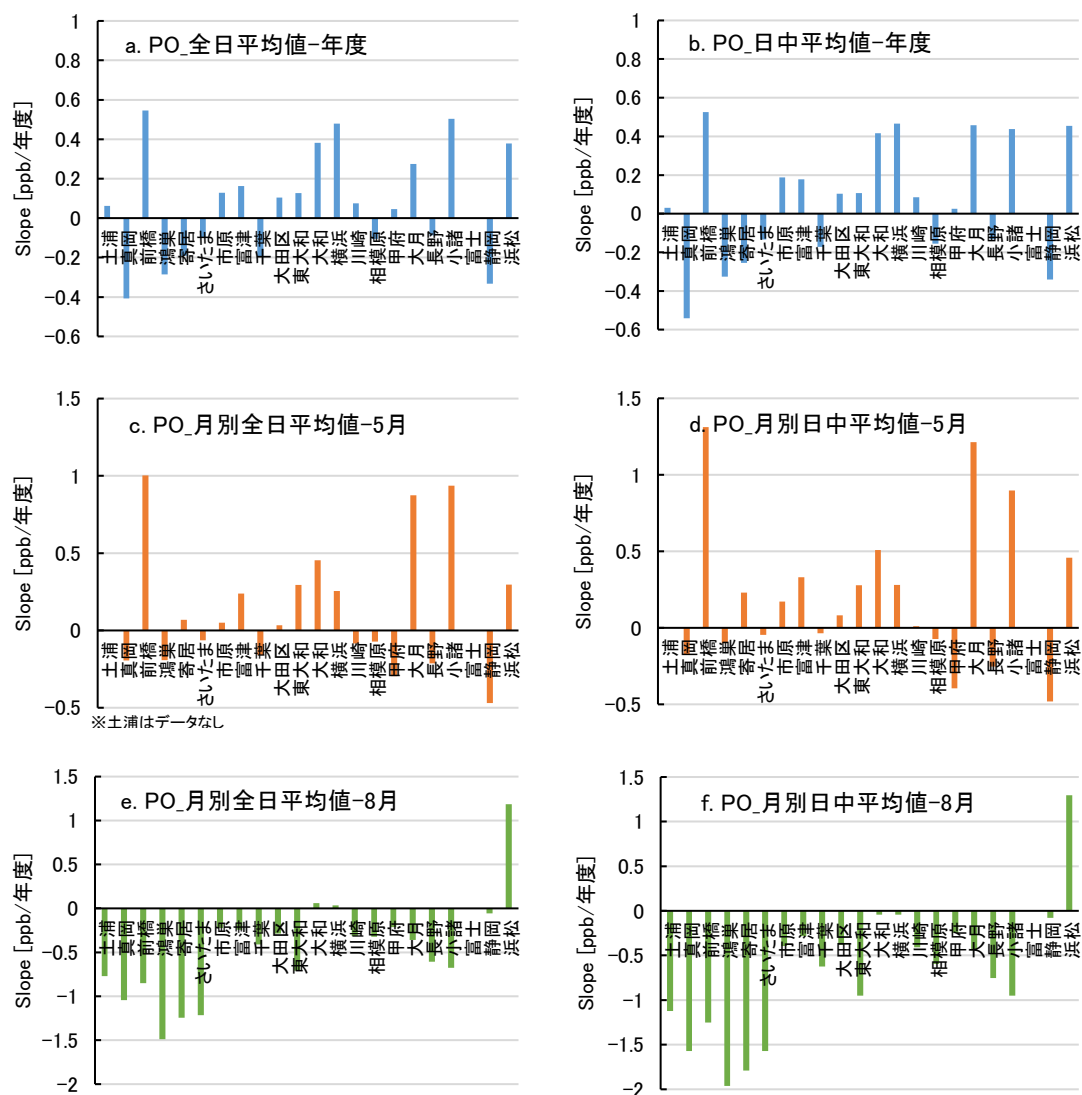


図 4-3-3 平成 23～30 年度における P0 全日平均値および日中平均値、月別 P0 全日平均値および日中平均値（5 月と 8 月）の経年変化の傾き（Slope） ※浦安は P0 データなし

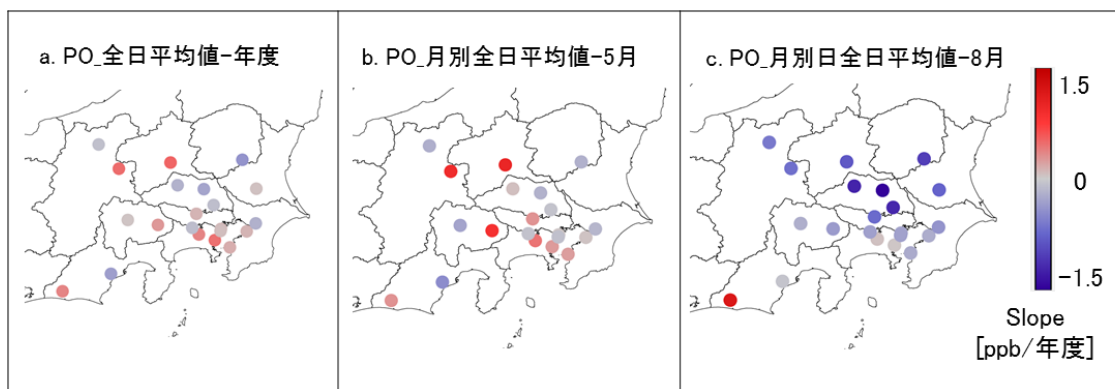


図 4-3-4 平成 23～30 年度における P0 全日平均値の年平均 (a)、5 月平均 (b)、8 月平均 (c) における経年変化の変化率の分布

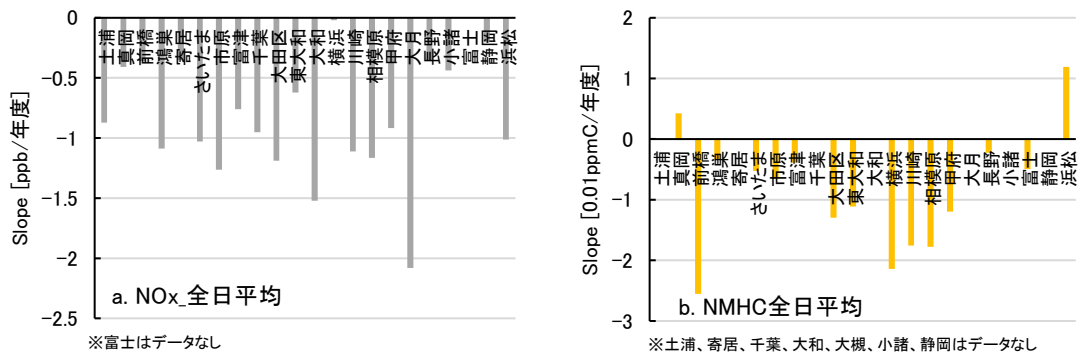


図 4-3-5 平成 23～30 年度における NOx および NMHC の全日平均値の経年変化の傾き (Slope)

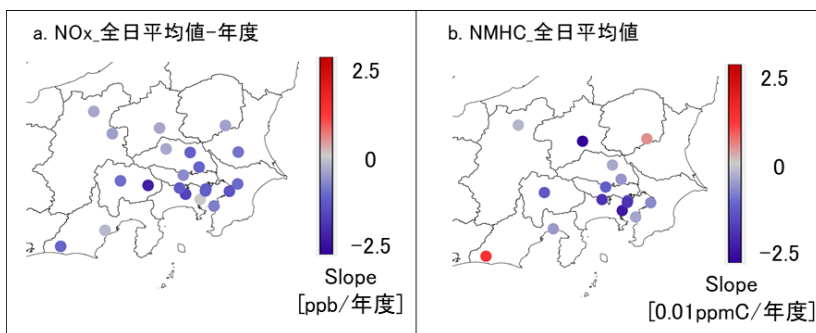


図 4-3-6 平成 23～30 年度における NOx (a) 及び NMHC (b) 全日平均値の年平均における経年変化の変化率の分布

4.4 O_x、P₀ 濃度経年変化の平日と休日の比較

O_x、P₀、NO_x 濃度について、平日（月～金曜日）と休日（土日曜日）に分けて、全日平均、日中平均、日最高値等の年平均値を求め、それぞれの年変化率を求めた。例として、鴻巣と大田区における平日と休日の O_x、P₀ 全日平均の年平均濃度の経年推移を図 4-4-1 に示す。O_x 濃度は平日よりも休日の方が高く、その差は鴻巣よりも NO_x 濃度レベルが高い大田区の方が大きい(平成 23 年度 NO_x 年平均値は鴻巣 19 ppb に対して大田区 34 ppb)。O_x の変化率に関しては両地点とも平日と休日とでは同等の値であった。P₀ に関しては平日と休日の濃度差はほぼなくなることから、平日と休日の O_x 濃度差は NO タイトレーション効果の影響を受けていると考えられる。O_x に比べると P₀ の変化率は相対的に小さく、平日と休日では休日の方が若干高かった。

図 4-4-1 で得られる経年変化の傾きを全地点について求め、平日と休日とで比較したものが図 4-4-2 である。O_x 全日平均の変化率（傾き）では、平日と休日とで大きな差は見られないが、P₀ 全日平均ではほぼすべての地点が 1:1 の直線よりも上側にプロットされた。すなわち休日の方が平日に比べ P₀ 変化率が相対的に大きいことを示す。また、O_x 日最高値の変化率（図 4-4-3）では平日と休日の差がより明確に見られた。平日よりも休日の方が日最高値の増加傾向が強いと考えられる。

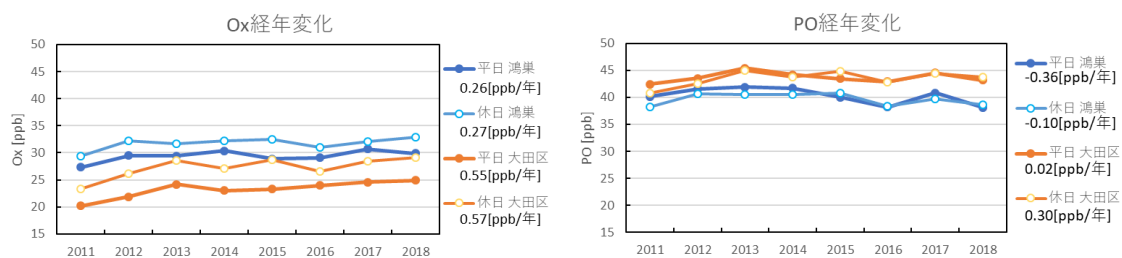


図 4-4-1 平日と休日のOx全日平均値(左)およびPO全日平均値(右)の経年推移

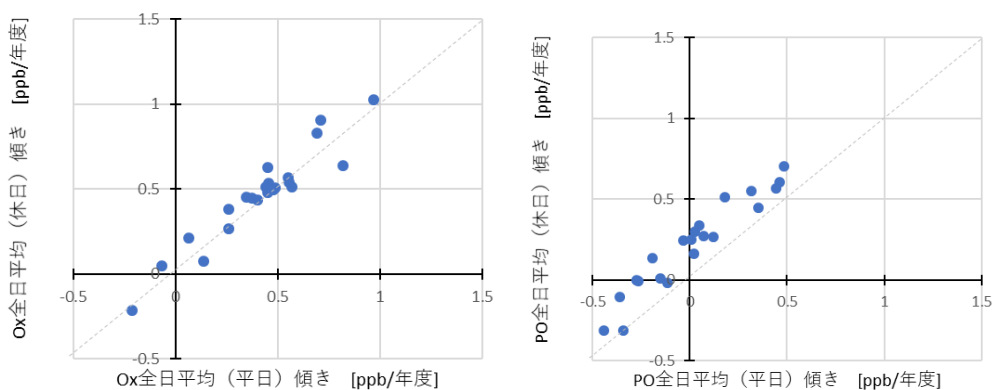


図 4-4-2 平日と休日のOx全日平均(左)およびPO全日平均(右)の経年変化率(傾き)の比較 (図中の点線は $y = x$ を表す)

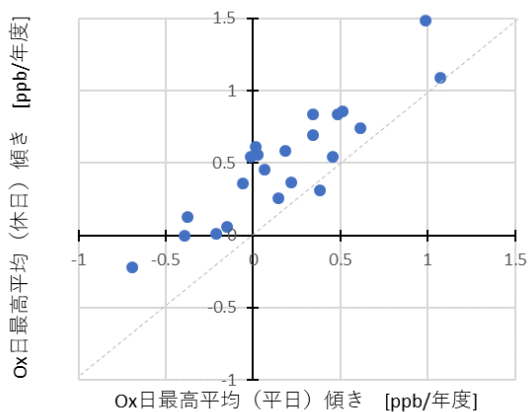


図 4-4-3 平日と休日のOx日最高値の経年変化率(傾き)の比較

4.5 0x 高濃度時間数の経年変化

図 4-2-1 の対象地点と一部の追加地点（群馬県館林、東京都足立）について、0x 濃度 1 時間値が 80~100、100~120、120ppb 以上となった時間数を集計した。図 4-5-1 に 5~8 月における月毎の高濃度出現時間数の経年推移を示す。

高濃度時間数が特に多い地点は、館林、寄居、鴻巣、東大和であり、関東平野の内陸部に集中しており、これらの地点では 120ppb 超過時間数も多かった。また沿岸部よりも内陸部の方が高濃度時間数は多い傾向が見られた。長野県、山梨県の地点では、長野<小諸または甲府<大月と関東平野に近い地点の方が高濃度出現時間数は多かった。各月の経年変化をみると、年度のばらつきはあるものの、5 月は前橋、寄居、東大和など内陸部の地点を中心に増加している地点が複数見られるのに対し、7、8 月はほとんどの地点で減少傾向であった。



図 4-5-1 5~8 月における 0x 濃度 80ppb 以上の月別時間数の経年変化（平成 23~31 年度※）

※平成 31 年度は速報値

謝 辞

本章の経年変化解析に関わる常時監視データセットおよび解析結果の一部は、国立環境研究所・地方環境研究所のⅡ型共同研究「光化学オキシダントおよびPM2.5汚染の地域的・気象的要因の解明」によるものです。常時監視データセットの作成においては、国立環境研究所 曾我稔氏にご協力いただきました。ここに謝意を表します。

5 総括

5.1 まとめ

令和2年度及び令和3年度に関東地方大気環境対策推進連絡会 微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議として初の VOC 夏季測定調査を実施した。調査方法、測定項目数も任意の調査であったが、以下の知見を得た。炭素数の少ないアルカン類やアルケン類は、東京湾岸地域と郊外地域（甲府を除く）で大きな濃度差があり、東京湾岸地域に発生源があることが推定された。特にアルケン類は光化学反応性が高いため、早朝の東京湾岸地域の低級アルケン類（プロピレン、1,3-ブタジエン等）は関東地域のオゾン濃度上昇に大きく寄与している可能性が示唆された。早朝のアルカン類も一部寄与している可能性があった。郊外地域のアルカン類は東京湾岸地域から移流したものと考えられ、アルカン類の積算濃度と当該地域の最大オゾン濃度は正の相関を示した。他にオゾン濃度との関連が考えられる項目として植物由来 VOC があり、東京湾岸地域でも大きな緑地帯の近傍では高濃度となっているが、オゾン濃度上昇との関連性は不明であり、さらなる検討が必要であった。また、アルデヒド類は、一次排出や光化学反応による二次生成により発生し、自身も高い光化学反応性を有しているため、オゾン濃度上昇との関連性は不明な部分があり、さらなる検討が必要であった。芳香族類やフロン等その他成分については、東京湾岸地域と郊外地域でそれほど濃度差がなく、オゾン濃度上昇との関連も限定的と考えられるが、アクリロニトリル、cis- & trans-1,3-ジクロロプロペンなど一部成分については関連が伺われ、広域で調査することに意義があると考えられた。

令和3年度 Ox 高濃度日出現状況では、本調査会議域内の一般局全局にあたる 377 地点の常時監視データの Ox 日最高値から、4～9月の高濃度日の発生状況について調査した。Ox 注意報が発令されたのは5月末から8月末までの9日であり、最も発令日数が多かったのは東京都及び神奈川県の日、次いで千葉県の日であった。Ox 日最高値の推移は各都県で同様の変動をしており、発令日9日のうち6日は複数の自治体で発令されていた。また、6月や8月の事例では2～3日連続して注意報が発令された。3日間連続して Ox が高濃度となった8月26～28日の事例について、高濃度化の要因について考察した。8月26～28日の3日間は、本州の南に中心を持つ太平洋高気圧に覆われて日射が十分あり、最高気温が35℃程度まで上がったところも多かった。8月26日は12時頃には全般に南東～南系の海風が吹き、14時頃に東京湾岸やその周辺で120 ppb を超えるところが現れ、その後高濃度域は北へ移動した。光化学スモッグ注意報は東京・神奈川・千葉・埼玉で発令された。8月27日は14時ごろまで東～北東風が卓越し、神奈川県西部相模湾沿岸で120 ppb を超過した。16時頃に神奈川県で南東～南系の風に変化し、東京西部でも90 ppb 超となったが、高濃度域はそれ以上北には拡大しなかった。光化学スモッグ注意報は東京・神奈川で発令された。また、静岡でも高く、駿河湾沿岸の一部で90 ppb を超えた。8月28日は10時頃には東京湾岸で既に海風が吹いており、12時頃には関東平野及び静岡の広い範囲にわたって60 ppb を超えた。風の収束域の東京都から埼玉南部・千葉北西部・茨城西部にかけて120 ppb を超えるところが現れた。16～18時頃には内陸部でも南寄りの風に変化し、高濃度域が北方向に移動し、栃木南部に達した。光化学スモッグ注意報は東京・千葉・埼玉・茨城・栃木・群馬で発令された。これら3日間の前駆物質（NO_x 及び NMHC）濃度及

び NMHC/NOx 比を検討したところ、地域による違いはあるものの、3 日間で大きな違いは見られなかったことから、上記高濃度域の発生状況及び移流状況は、主として気象（風向風速）が影響した可能性が考えられた。

平成 23～30 年度（一部令和元年度を含む）の Ox 経年推移については、Ox 及びポテンシャルオゾン（PO）について、全日平均値、日中平均値（6～20 時値）、日最高値の年度平均、5 月及び 8 月の月別平均を求め、その経年変化を調べた。その結果、Ox の全日平均値の年度平均及び 5 月平均は本調査会議域内の多くの地点で増加していた。一方 8 月平均は関東内陸部及び長野県で減少傾向、東京湾岸及び山梨県で横ばいから微増傾向、静岡県では増加傾向であった。PO についてみると、全日平均値の年度平均及び 5 月平均は減少傾向がみられる地点もあり、8 月平均は横ばいから減少傾向となっている地点が大部分であった。東京湾周辺では、Ox は減少傾向は認められなかったが、PO では減少傾向となっており、実質的には Ox 汚染は改善傾向と示唆された。Ox も PO も増加傾向にあった浜松は、5 月よりも 8 月の方が変化率が大きく、関東地域とは汚染状況が異なっている可能性があった。前駆物質である NOx は全域で、NMHC は多くの地点で減少傾向にあった。平日と休日で分けて検討したところ、Ox 濃度は平日よりも休日の方が高く、PO 濃度から、平日と休日の Ox 濃度差は NO タイトレーション効果の影響を受けていると考えられた。経年的にみると休日の方が PO の変化率及び日最高値の変化率が高い傾向がみられた。Ox 濃度 1 時間値が 80～100、100～120、120 ppb 以上となった時間数を集計したところ、高濃度時間数が特に多い地点は関東平野の内陸部に集中していた。月別に見ると、5 月は内陸部の地点を中心に高濃度出現時間数が増加しているのに対し、7、8 月はほとんどの地点で減少傾向であった。

5.2 今後の課題

PM2.5 は本調査地域内でも多くの地点で環境基準を達成している一方で、Ox は環境基準達成率が低い状態で推移し、光化学スモッグ注意報の発令も無くなっていないことから、本調査会議において、VOC 測定調査や高濃度事象解析及び経年変化解析を実施する意義は大きい。ただし、VOC 測定調査は試料採取及び分析解析等に大きなコストがかかることから、令和 2～3 年度の調査方法及び調査結果を踏まえ、より簡便で効果的な調査に変更していく必要がある。

採取時間について、発生源近傍である東京湾岸地域で余力のある自治体は、オゾン濃度上昇との関連を見るうえで時間分解能をあげた昼間調査が効果的である。その他の地点では、昼夜 2 分割採取か、昼のみの採取が簡便でよい。測定項目について、東京湾岸の発生源地域では、炭素数 2 及び 3 を含むアルカン類及びアルケン類の測定が必要と考えられる。ブタン以降のアルカン類、1,3-ブタジエン、1-ブテン等の低級アルケン類は地方自治体の有する一般的な機器で対応可能と考えられ、標準ガス等を融通するなどの手段を講じることができれば、本調査地域内全域で測定可能である。植物由来 VOC はその実態把握が必要であり、イソプレン及び α ピネンの 2 成分だけでも分析できるとよい。アルデヒド類は、多くの自治体で測定可能であり、その発生（一次排出及び二次生成）及びオゾン濃度上昇との関連性は不明でさらなる検討が必要であるため、本調査地域内域での測定が望まれる。芳香族類は、今回オゾン濃度との直接的な関係は見られなかったが、トルエン、m,p-キシ

レン、エチルベンゼンなどが郊外地域で最大オゾン生成量に大きな寄与を示しており、HAPS 標準ガスを有する自治体であれば測定可能であるので、同時測定することに意義があると考え。その他成分では、一部成分についてはオゾン濃度との関連が伺われ、HAPS 標準ガスを有する自治体であれば測定可能であるので、同時測定してもよいと思われる。調査間隔については、毎年実施するのではなく、2年調査を実施し次の1年は解析に専念する、あるいはもっと間隔をあけて調査するなど、できるだけ負担を減らした形で長期的に継続できれば、VOC 濃度等と Ox 濃度上昇との関連性及び VOC 濃度の長期的な変動など、今後の対策に資する知見が蓄積できる可能性がある。また、各年度の高濃度日出現状況の把握や、定期的な経年推移の把握など実施することにより、本調査会議域内における広域的な Ox 汚染の状況把握に資すると考えられ、大気汚染対策への有効な知見の獲得へつなげていくことが重要である。

付録

1 微小粒子状物質 (PM2.5) 調査に関する資料

1.1 試料採取要領

PM2.5 採取については、「環境大気常時監視マニュアル第6版(平成22年3月)」(以下、常時監視マニュアル) や成分測定マニュアルに準拠した。捕集に使用した PM2.5 サンプラー及びろ紙を表 1-1 に示した。

表 1-1 捕集に使用した PM2.5 サンプラー及びろ紙

番号	地点名	PTFE			石英		
		サンプラー	ろ紙		サンプラー	ろ紙	
			メーカー	品名		メーカー	品名
1	土浦	FRM2025i	Whatman	PM2.5 エアモニタリング用 フィルター46.2 mm 2 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
2	真岡	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
3	前橋	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
4	鴻巣	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
5	秩父	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
6	さいたま	MCAS-SJ	GVS	PM2.5 環境モニタリングメンブレン フィルター46.2 mm 2.0 μm	MCAS-SJ	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
7	市原	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
8	勝浦	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
9	富津	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
10	千葉	LV-250R	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	LV-250R	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
11	綾瀬	LV-250R	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	LV-250R	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
12	多摩	LV-250R	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	LV-250R	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
13	大和	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
14	横浜	FRM2025	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	MCAS-SJ	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
15	川崎	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
16	相模原	MCAS-SJ	GVS	PM2.5 環境モニタリングメンブレン フィルター46.2 mm 2.0 μm	MCAS-SJ	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
17	甲府	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
18	吉田	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025i	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
19	長野	MCAS-SJA	Whatman	PM2.5 エアモニタリング用 フィルター46.2 mm 2 μm	MCAS-SJA	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
20	富士	FRM2025i	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025D	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
21	静岡	MCAS-SJ-M4	GVS	PM2.5 環境モニタリングメンブレン フィルター46.2 mm 2.0 μm	MCAS-SJ-M4	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ
22	浜松	FRM2025	Pall	Teflo 47 mm Φ 2.0 μm	FRM2025	Pall	2500QAT-UP 47 mm Φ

注) 2025: FRM 2025 吸引ガス量16.7 L/分
 2025i: FRM 2025i 吸引ガス量16.7 L/分
 2025D: 2025-D(FEM) 吸引ガス量16.7 L/分
 LV-250R: 柴田科学 吸引ガス量16.7 L/分
 MCAS-SJ: ムラタ計測器 吸引ガス量30 L/分
 *吸引ガス量はすべて実流量

1.2 測定方法

各成分の測定方法について記載した。なお、令和2年度まで記載していた定量下限値及び検出下限値については、後日環境省HPにて公開されるため、令和3年度報告書から記載しないこととした。

1.2.1 粒子状物質濃度

(1) ろ紙の秤量

常時監視マニュアル及び成分測定マニュアルに準拠し、ろ紙を一定の温度(21.5±1.5℃)、相対湿度(35±5%)で恒量化し、精密電子天秤で秤量した。秤量の条件を表1-2-1に示した。

表 1-2-1 ろ紙の秤量に関する測定地点ごとの条件

番号	地点名	精密電子天秤			番号	地点名	精密電子天秤		
		感度 (μg)	メーカー	機種			感度 (μg)	メーカー	機種
1	土浦	0.1	METTLER TOLEDO	WRP2UV	12	多摩	1	METTLER TOLEDO	XP26, XP26V
2	真岡	1	METTLER TOLEDO	MX-5	13	大和	0.1	Sartorius	SE2-F
3	前橋	1	Sartorius	MSE6.6S-000-DF	14	横浜	0.1	Sartorius	ME5-F
4	鴻巣	1	Sartorius	MSE6.6S-000-DF	15	川崎	1	METTLER TOLEDO	XP6
5	秩父	1	Sartorius	MSE6.6S-000-DF	16	相模原	0.1	Sartorius	SE2-F
6	さいたま	0.1	Sartorius	SE2-F	17	甲府	0.1	Sartorius	MSA2.7S-000-DF
7	市原	1	エー・アンド・デー	BM-20	18	吉田	1	METTLER TOLEDO	XPR26V
8	勝浦	1	エー・アンド・デー	BM-20	19	長野	1	Sartorius	ME5-F
9	富津	1	エー・アンド・デー	BM-20	20	富士	1	Sartorius	ME5-F
10	千葉	1	METTLER TOLEDO	XPR26V	21	静岡	0.1	Sartorius	SE2-F
11	綾瀬	1	METTLER TOLEDO	XP26, XP26V	22	浜松	1	Sartorius	MSA2.7S-000-DF

(2) 濃度の算出

ろ紙の秤量結果及び吸引大気量から次式により粒子状物質の濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) を求めた。

$$\text{粒子状物質の濃度} = (W_e - W_b - \Delta WL) \div V$$

ただし W_e : 捕集後のろ紙の重量 (μg)

W_b : 捕集前のろ紙の重量 (μg)

ΔWL : ラボブランク用フィルター (3枚以上) の
捕集前後の質量変化の算術平均値

V : 吸引大気量 (m^3)

1.2.2 水溶性イオン成分濃度

分析方法は、成分測定マニュアルに準拠した。ろ紙を切出し、抽出瓶に入れた。ここに超純水を加えて抽出した後、フィルターでろ過し、試験液とした。これをイオンクロマトグラフに注入し、試験液中の陽イオン5成分 (NH₄⁺、Na⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺)、陰イオン3成分 (Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻) の濃度を測定した。分析条件を表 1-2-2 に示した。

表 1-2-2 水溶性イオン成分濃度の分析条件

番号	地点名	ろ紙種別	切出し(枚)	親水処理	超純水添加量(mL)	抽出		前処理フィルター			イオンクロマトグラフ		
						方法	時間(分)	メーカー	品名	型式	メーカー	カチオン	アニオン
1	土浦	PTFE	1/2	-	10	振とう+超音波	20	ADVANTEC	DISMIC	25HP020AN	Thermo Scientific	INTEGRION	
2	真岡(春)	石英	1/4	-	10	振とう+超音波	20	ADVANTEC	DISMIC	25CS045AN	DIONEX	ICS-2100	
	東ソー										IC-2010		
3	前橋	PTFE	1/4	-	15	振とう+超音波	20+16	Millipore	Milllex	SLLHH13NL	DIONEX	ICS-1100	
4	鴻巣	PTFE	1/2	+	10	超音波	30	Whatman	ミニユニ	US203NPEORG	DIONEX	ICS-2100	
5	秩父	PTFE	1/2	+	10	超音波	30	Whatman	ミニユニ	US203NPEORG	DIONEX	ICS-2100	
6	さいたま	石英	1/4	-	20	超音波	15	島津GLC	TORAST Disc	GLCTD-PES1345	DIONEX・Thermo Scientific	ICS-1000、ICS-1500・INTEGRION	
7	市原	石英	1/4	-	5	超音波	30	ADVANTEC	DISMIC	13HP	島津製作所(+) 東ソー(-)	Prominence イオン分析システム	IC-2010
8	勝浦	石英	1/4	-	5	超音波	30	ADVANTEC	DISMIC	13HP	島津製作所(+) 東ソー(-)	Prominence イオン分析システム	IC-2010
9	富津	石英	1/4	-	5	超音波	30	ADVANTEC	DISMIC	13HP	島津製作所(+) 東ソー(-)	Prominence イオン分析システム	IC-2010
10	千葉	PTFE	1/4	-	10	振とう+超音波	10+10	ADVANTEC	DISMIC	13HP020CN	Metrohm	940 professional IC Vario	
11	綾瀬	PTFE	1/4	-	10	振とう+超音波	20	ADVANTEC	DISMIC	13HP020CN	Metrohm	940 professional IC Vario	
12	多摩	PTFE	1/4	-	10	振とう+超音波	20	ADVANTEC	DISMIC	13HP020CN	Metrohm	940 professional IC Vario	
13	大和	石英	1/8	-	4	超音波	20	Millipore	Milllex syringe filter unit	SLCRX13NL	DIONEX	AQUION	
14	横浜	石英	1/4	-	10	超音波	15	島津GLC	TORAST Disc	GLCTD-PES1345	DIONEX・Thermo Scientific	ICS-1000、ICS-1500、INTEGRION	
15	川崎	石英	1/4	-	5	超音波	10	ADVANTEC	DISMIC	25HP020AN	Metrohm	930コンパクトICFlex	
16	相模原	石英	1/4	-	10	超音波	15	島津GLC	TORAST Disc	GLCTD-PES1345	DIONEX・Thermo Scientific	ICS-1000・INTEGRION	
17	甲府	PTFE	1/2	-	10	超音波	20	ADVANTEC	DISMIC	25CS045AS	Metrohm	IC-850	
18	吉田	石英	1/2	-	10	超音波	20	PALL	Acrodisc	13mm、0.45 μm	島津製作所	HIC-20Asp	
19	長野	石英	1/4	-	10	超音波	15	GL Sciences	GLクロマトディスク	25AI	Thermo Scientific	DIONEX INTEGRION CT	
20	富士	石英	1/4	-	10	振とう+超音波	10	ADVANTEC	DISMIC	13HP045AN	DIONEX	INTEGRION	INTEGRION-RFIC
21	静岡	石英	1/4	-	20	超音波	15	島津GLC	TORAST Disc	GLCTD-PES1345	DIONEX・Thermo Scientific	ICS-1000、ICS-1500・INTEGRION	
22	浜松	PTFE	1/2	-	15	超音波	30	ADVANTEC	DISMIC	25HP045AN	Thermo Scientific	DIONEX INTEGRION HPIC	

1.2.3 炭素成分

(1) 炭素成分濃度

分析方法は、成分測定マニュアルに準拠した。試料を捕集した石英ろ紙を切出し、炭素分析装置で、IMPROVE プロトコルにより濃度を測定した。なお、分析雰囲気は、OC1 から OC4 までが He または Ar、EC1 から EC3 までが 98% He + 2% O₂ または 98% Ar + 2% O₂ である。分析条件を表 1-2-3 (1) に示した。

表 1-2-3 (1) 炭素成分濃度測定に関する測定地点ごとの条件

番号	地点名	ろ紙 前処理		切出し	分析装置 機種名	分析条件(秒)						
		温度(°C)	時間(h)			OC1	OC2	OC3	OC4	EC1	EC2	EC3
						120 °C	250 °C	450 °C	550 °C	550 °C	700 °C	800 °C
1	土浦	350	1	0.515cm ²	DRI MODEL2001A	—	—	—	—	—	—	—
2	真岡	350	1	0.503cm ²	DRI MODEL2001A	—	—	—	—	—	—	—
3	前橋	350	1	0.503cm ²	DRI MODEL2001A	—	—	—	—	—	—	—
4	鴻巣	350	0.5	0.503cm ²	DRI MODEL2001A	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580
5	秩父	350	0.5	0.503cm ²	DRI MODEL2001A	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580
6	さいたま	350	1	0.503cm ²	DRI MODEL2001 DRI MODEL2001A	FIDのピークが溶出し終わるまで分析時間をとる設定						
7	市原	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580
8	勝浦	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580
9	富津	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580
10	千葉	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580
11	綾瀬	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory Model 4L, 5	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580
12	多摩	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory Model 4L, 5	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580
13	大和	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory	160-580	160-580	160-580	160-580	160-580	160-580	160-580
14	横浜	600	1	0.503cm ²	DRI MODEL2001A	—	—	—	—	—	—	—
15	川崎	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580
16	相模原	350	1	0.503cm ²	DRI MODEL2001A	FIDのピークが溶出し終わるまで分析時間をとる設定						
17	甲府	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory	180	180	180	180	240	210	210
18	吉田	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory Model 5	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580	150-580
19	長野	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory	180	180	180	180	480	210	210
20	富士	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory	180	180	180	180	240	210	210
21	静岡	350	1	0.503cm ²	DRI MODEL2001 DRI MODEL2001A	FIDのピークが溶出し終わるまで分析時間をとる設定						
22	浜松	350	1	1cm ²	Sunset Laboratory	180	180	180	180	240	210	210

(2) 水溶性有機炭素成分濃度 (WSOC)

試料を捕集したろ紙を切出し、新鮮な超純水を加えて抽出し、その抽出液をフィルターでろ過した。一部自治体においては、ろ過した抽出液の一部を取り出し、再度希釈する 2 段希釈法を採用した。燃焼酸化-赤外線式 TOC 分析法により TOC 装置を用いて、抽出液中の全炭素の濃度を測定した。分析条件を表 1-2-3 (2) に示した。

表 1-2-3 (2) 水溶性有機炭素成分濃度測定に関する測定地点ごとの条件

番号	地点名	ろ紙種別	切出し (枚)	超純水 添加量 (mL)	抽出		前処理フィルター			分析装置	
					方法	時間(分)	メーカー	品名	型式	メーカー	機種
1	土浦	PTFE	1/2	10 5→15	振とう器+超音波	10+10	ADVANTEC	DISMIC	25HP020AN	島津製作所	TOC-V
2	真岡	石英	1/2	20	超音波	20	ADVANTEC	DISMIC	25HP020AN	アナリティクイエナ ジャパン	multi N/C 3100
3	前橋	PTFE	1/4	15	振とう器+超音波	20+15	Millipore	Millex	SLLHH13NL	島津製作所	TOC-L CSN
4	鴻巣	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	秩父	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	さいたま	石英	1/4	20	超音波	15	PALL	Ekicrodisc	13CR	島津製作所	TOC-V CPH
7	市原	石英	1/4	5	超音波	30	ADVANTEC	DISMIC	13HP	島津製作所	TOC-L
8	勝浦	石英	1/4	5	超音波	30	ADVANTEC	DISMIC	13HP	島津製作所	TOC-L
9	富津	石英	1/4	5	超音波	30	ADVANTEC	DISMIC	13HP	島津製作所	TOC-L
10	千葉	石英	1/4	30	振とう器+超音波	30+30	ADVANTEC	DISMIC	13HP020CN	島津製作所	TOC-V CPH
11	綾瀬	石英	1/4	3 2→14	超音波	20	ADVANTEC	DISMIC	13HP045AN10JS	GE Analytical Instrument	Sievers 900
12	多摩	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	大和	石英	1/4	3 1→9	超音波	15	Millipore	Millex syringe filter unit	SLLGX13NL	アナリティクイエナ ジャパン	multi N/C 3100
14	横浜	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	川崎	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	相模原	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	甲府	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	吉田	石英	1/2	10 4→16	超音波	20	PALL	Acrodisc	13mm 0.45 μm	GE Analytical Instruments	Sievers M5310C
19	長野	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	富士	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	静岡	石英	1/4	20	超音波	15	PALL	Ekicrodisc	13CR	島津製作所	TOC-V CPH
22	浜松	石英	1/4	1	超音波	20	GL sciences	プロピレンフィルター バイアル	1030-19001	島津製作所	TOC-V CPH

注: ¹⁰_{5→15} は10mlで抽出したのち、そのうち5mlを分取し、15mlに定量したことを意味する

1.2.4 金属等の無機元素成分濃度

分析方法は成分測定マニュアルに準拠し、酸分解/ICP-MS 法、またはエネルギー分散型蛍光 X 線分析法により、次の無機元素の濃度を測定した。ナトリウム (Na)、アルミニウム (Al)、ケイ素 (Si)、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)、モリブデン (Mo)、アンチモン (Sb)、セシウム (Cs)、バリウム (Ba)、ランタン (La)、セリウム (Ce)、サマリウム (Sm)、ハフニウム (Hf)、タングステン (W)、タンタル (Ta)、トリウム (Th)、ベリリウム (Be)、鉛 (Pb) (測定地点により異なる)。分析条件を表 1-2-4 に示した。

(1) 酸分解/ICP-MS 法

試料を捕集した PTFE 製ろ紙を切出し、密閉容器に入れ、酸を加えて分解した。分解後の溶液を、ホットプレート上で加熱蒸発させ、希硝酸を少量加えて加熱し、全量フラスコに移して標線まで希硝酸を加えて試験液を調製した。調製した試験液を、内標準物質を用いて ICP-MS で測定した。

(2) エネルギー分散型蛍光 X 線分析法 (EDX)



試料を捕集したろ紙を切り出さず、そのままサンプルホルダにセットし、エネルギー分散型蛍光 X 線装置で測定した。

表 1-2-4 無機元素成分の分析条件

番号	地点名	測定方法	切出し (枚)	硝酸	ふっ化 水素酸	過酸化 水素	分解装置		希硝酸 調製濃度 (mol/L)	フラスコ 容量 (mL)	内標準物質	分析装置	
							メーカー	機種				メーカー	機種
1	土浦	酸分解/ICP-MS	1/2	7	2	1	Milestone General	ETHOS UP	0.32	10	In	Agilent	8800
2	真岡	酸分解/ICP-MS	1/2	5	2	1	Milestone General	ETHOS One	0.8	50	Li, Ge, Y, In, Bi	Agilent	7800
3	前橋	酸分解/ICP-MS	1/2	6	3	1	Milestone General	ETHOS UP	0.3	50	In	Agilent	7800
4	鴻巣	酸分解/ICP-MS	1/2	5	1	1	Milestone General	ETHOS One	0.2	10	In	Agilent	7700x
5	秩父	酸分解/ICP-MS	1/2	5	1	1	Milestone General	ETHOS One	0.2	10	In	Agilent	7700x
6	さいたま	ICP-MS/ 蛍光X線分析法	1/2	5	2	1	AntonPaar	Multiwave PRO	0.3	25	In	Agilent Malvern Panalytical	7700x Epsilon5
7	市原	酸分解/ICP-MS	1/2	8	1	1	Milestone General	ETHOS One	0.3	15	In	Perkin Elmer	NexION 300D
8	勝浦	酸分解/ICP-MS	1/2	8	1	1	Milestone General	ETHOS One	0.3	15	In	Perkin Elmer	NexION 300D
9	富津	酸分解/ICP-MS	1/2	8	1	1	Milestone General	ETHOS One	0.3	15	In	Perkin Elmer	NexION 300D
10	千葉	ICP-MS/ 蛍光X線分析法	1/4	5	2	1	PerkinElmer	Titan	0.8	50	Li, Y, In, Tl	Thermo Scientific 島津製作所	iCAP TQ EDX-7000
11	綾瀬	酸分解/ICP-MS	1/4	5	2	1	PerkinElmer	Titan	0.8	50	Li, Y, In, Tl	Thermo Scientific	iCAP TQ
12	多摩	酸分解/ICP-MS	1/4	5	2	1	PerkinElmer	Titan	0.8	50	Li, Y, In, Tl	Thermo Scientific	iCAP TQ
13	大和	酸分解/ICP-MS	1/2	5	2	1	AntonPaar	Microwave5000	0.67	10	In	Agilent	7800
14	横浜	ICP-MS/ 蛍光X線分析法	1/2	5	2	1	PerkinElmer AntonPaar	Multiwave 3000 Multiwave PRO	0.3	25	In	Agilent	7700x
15	川崎	酸分解/ICP-MS	1/2	5	2	1	Milestone General	ETHOS UP	0.3	15	Y, In, Ce, Tl	Agilent	7800x
16	相模原	ICP-MS/ 蛍光X線分析法	1/2	5	2	1	PerkinElmer AntonPaar	Multiwave 3000 Multiwave PRO	0.3	25	In	Agilent Malvern Panalytical	7700x Epsilon5
17	甲府	酸分解/ICP-MS	1/2	5	2	1	AntonPaar	Multiwave PRO	0.224	10	In	Agilent	7700x
18	吉田	酸分解/ICP-MS	1/4	5	2	1	PerkinElmer	Titan	0.8	50	Li, Y, In, Tl	Thermo Scientific	iCAP TQ
19	長野	酸分解/ICP-MS	1/2	5	2	1	Analtikjena	TOPwave	0.3	15	Y, In, Tl	Agilent	7700x
20	富士	酸分解/ICP-MS	1/4	5	2	1	AntonPaar	Multiwave PRO	0.8	50	In	Agilent	7700x
21	静岡	ICP-MS/ 蛍光X線分析法	1/2	5	2	1	PerkinElmer AntonPaar	Multiwave 3000 Multiwave PRO	0.32	25	In	Agilent スペクトリス	7700x Epsilon5
22	浜松	酸分解/ICP-MS	1/2	5	2	1	AntonPaar	Multiwave 3000	0.7	15	Li, In, Y	Agilent	7800

※全測定地点でPTFE製ろ紙を使用

1.3 調査地点の概況

項目		内容
調査地点番号		1
調査地点名		土浦(茨城県土浦保健所)
地点名読み仮名		つちうら
種類		一般局
都縣市コード		8203
住所		茨城県土浦市下高津2-7-46
調査地点の緯度・経度	北緯	36° 04' 16"
	東経	140° 11' 27"
	比高	3m
用途地域		第一種中高層住居専用地域
採取位置		局舎屋上
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、北約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。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		2
調査地点名		真岡(真岡市役所)
地点名読み仮名		もおか
種類		一般局
都縣市コード		9209
住所		栃木県真岡市荒町5191
調査地点の緯度・経度	北緯	36° 26' 25"
	東経	140° 0' 45"
	比高	26m
用途地域		近隣商業地域
採取位置		真岡市役所 庁舎屋上
工場及び道路等付近の状況		周囲は住宅地であり、東部には田地が広がる。 南東約500mに国道294号があり、工業団地は西側約5kmにある。
地形等の自然条件		付近は平坦地で拓けている。市役所の道路を挟んですぐ脇を北東から南西に五行川が流れている。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目	内容	
調査地点番号	3	
調査地点名	前橋(群馬県衛生環境研究所)	
地点名読み仮名	まえばし	
種類	一般局	
都県市コード	10201	
住所	群馬県前橋市上沖町378	
調査地点の緯度・経度	北緯	36° 24' 18"
	東経	139° 05' 45"
	比高	3m
用途地域	市街化調整区域	
採取位置	地上	
工場及び道路等付近の状況	付近は田園地帯であり、約500m南には住宅地が広がる。約2km北に小規模の工業団地がある。約150m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。	
調査地点位置図		
測定局周辺の風景	 <p>PM2.5採取装置(左・中央)、PM2.5自動測定装置(右)</p>	

項目		内容
調査地点番号		4
調査地点名		鴻巣(鴻巣市役所)
地点名読み仮名		こうのす
種類		一般局
都県市コード		11217
住所		埼玉県鴻巣市中央1-1
調査地点の緯度・経度	北緯	36° 03' 57"
	東経	139° 31' 16"
	比高	3m(標高14.8m)
用途地域		第一種中高層住居専用地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		付近は住宅街であるが、約500m北からは田園地帯が広がる。北300mには免許センター、南西約420mに国道17号線がある。
地形等の自然条件		周辺は平坦地で、北約600mのところ、西から東に元荒川が流れている。
調査地点位置図		 <p>出典: 国土地理院ホームページ</p>
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		5
調査地点名		秩父(秩父農林振興センター)
地点名読み仮名		ちちぶ
種類		一般局
都県市コード		11207
住所		埼玉県秩父市日野田町1-1-44
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 59' 18"
	東経	139° 04' 51"
	比高	4m(標高238m)
用途地域		第一種住居地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		付近は住宅街であるが、東約300mに国道140号線がある。
地形等の自然条件		秩父山地に囲まれた秩父盆地にあり、西900mに南西から北に荒川が流れている。南約5kmに武甲山があり、石灰岩の採掘が行われている。
調査地点位置図		 <p>出典: 国土地理院ホーム</p>
測定局周辺の風景		

項目	内容	
調査地点番号	6	
調査地点名	さいたま(市役所測定局)	
地点名読み仮名	さいたま	
種類	一般局	
都県市コード	11107	
住所	埼玉県さいたま市浦和区常盤6-4-4	
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 51' 45"
	東経	139° 38' 45"
	比高	3 m
用途地域	商業地域	
採取位置	地上	
工場及び道路等付近の状況	市役所測定局は、さいたま市役所内の北側に位置し、東側には国道17号が通っている。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4.4kmのところから北から南へ荒川が流れている。	
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		7
調査地点名		市原(千葉県環境研究センター)
地点名読み仮名		いちはら
種類		一般局
都県市コード		12219
住所		千葉県市原市岩崎西1-8-8
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 31' 36"
	東経	140° 04' 05"
	比高	地上7m
用途地域		準工業地域
採取位置		千葉県環境研究センター本館屋上(測定局の南南西80m)
工場及び道路等付近の状況		京葉臨海工業地帯に隣接し、北東から南西に国道16号(24時間交通量42,007台 大型車混入率30.2%)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。庁舎は特別工業地区内にある。
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、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二級河川の養老川があり、川への最短距離は東1000mである。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>中央の建物が市原岩崎西局</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>本館屋上のFRM2025i</p> </div> </div>



項目		内容
調査地点番号		8
調査地点名		勝浦(旧勝浦市立北中学校) ※平成28年度末で廃校
地点名読み仮名		かつうら
種類		一般局
都県市コード		12218
住所		千葉県勝浦市小羽戸58-2
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 10' 46"
	東経	140° 15' 57"
	比高	地上5m
用途地域		無指定地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		主要地方道天津小湊夷隅線(24時間交通量4,974台)から50mほど入ったところにある。
地形等の自然条件		海岸までは直線で4.7kmあり、周囲は森林と畑で民家は少ない
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		8
調査地点名		勝浦
地点名読み仮名		かつうら
種類		一般局
都縣市コード		12218
住所		勝浦市植野72
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 09′ 13″
	東経	140° 15′ 10″
	比高	地上5m
用途地域		無指定地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		主要地方道天津小湊夷隅線(24時間交通量4,974台)から130mほど入ったところにある。
地形等の自然条件		海岸までは直線で1.9kmある。小学校の一角に位置し、南側は森林、北側は農地が広がっている。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		9
調査地点名		富津(富津市富津中学校)
地点名読み仮名		ふつつ
種類		一般局
都縣市コード		12226
住所		千葉県富津市下飯野1135
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 19' 20"
	東経	139° 51' 14"
	比高	地上5m
用途地域		第一種低層住居専用地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		北西600mの方向に国道16号(24時間交通量9,485台)がある。約3km北に日本製鉄の製鉄所がある。周辺は砂利の駐車場。
地形等の自然条件		平坦で周辺は水田が多い。東京湾が北から南西の方向にあり最短距離は北西1.3kmである。二級河川の小糸川が東から北へ流れ、最短距離は北東1.6kmである。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		



項目		内容
調査地点番号		10
調査地点名		千葉(千葉県千葉市立千城台わかば小学校)
地点名読み仮名		ちば
種類		一般局
都縣市コード		12104
住所		千葉市若葉区千城台北1-4-1
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 37' 43"
	東経	140° 11' 01"
	比高	5m
用途地域		第一種低層住居専用地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		大規模な住宅団地内の北端にある小学校の一角に位置している。周囲に大規模な工場はない。
地形等の自然条件		測定地点付近は平地であり、北側には雑木林がある。測定地点から南西約1.5kmのところ、北西から南東に川が流れている。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		11
調査地点名		綾瀬(東京都立東綾瀬公園)
地点名読み仮名		あやせ
種類		一般局
都県市コード		13121
住所		東京都足立区綾瀬6-23
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 46' 13"
	東経	139° 49' 33"
	比高	3m
用途地域		住居地域
採取位置		地上
工場及び道路等付近の状況		都立東綾瀬公園内にあり、周囲は中低層の住宅である。西へ約300mに首都高6号線がある。
地形等の自然条件		付近は平坦地である。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		12
調査地点名		多摩(愛宕測定局)
地点名読み仮名		たま
種類		一般局
都区市コード		13224
住所		東京都多摩市愛宕1-65-1
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 38' 05"
	東経	139° 25' 54"
	比高	3m
用途地域		住居地域
採取位置		地上
工場及び道路等付近の状況		多摩市所有の緑地帯の中にあり、周囲は神社・小学校・住宅等がある。南400mに都道158号・多摩ニュータウン通りがある。
地形等の自然条件		傾斜地の中腹にある。周囲は丘陵地帯の住宅地で緑地が多く残されている。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目	内容	
調査地点番号	13	
調査地点名	大和(大和市役所)	
地点名読み仮名	やまと	
種類	一般局	
都県市コード	14213	
住所	神奈川県大和市下鶴間1-1-1	
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 29' 14"
	東経	139° 27' 28"
	比高	2m
用途地域	住居地域	
採取位置	大和市役所	
工場及び道路等付近の状況	付近は住宅地で学校、病院等がある。北にショッピングモールが隣接している。南400mには国道246号、南600mには東名高速道路がある。	
地形等の自然条件	付近は平坦地で、東800mには境川があり、北から南に流れている。	
調査地点位置図		
測定局周辺の風景	 <p>局舎(コンテナ)上に採取機を設置し、試料採取を実</p>	

項目		内容
調査地点番号		14
調査地点名		横浜市(鶴見区潮田交流プラザ)
地点名読み仮名		よこはま
種類		一般局
都縣市コード		14100
住所		神奈川県横浜市鶴見区本町通4-171-23
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 30' 01"
	東経	139° 41' 06"
	比高	15.2m
用途地域		商業地域
採取位置		測定局上
工場及び道路等付近の状況		南に1km程で首都高と産業道路あり。南に2～3kmに京浜工場地帯。
地形等の自然条件		平坦な土地で南に約2～3kmで東京湾。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		15
調査地点名		川崎(田島測定局・市立田島支援学校)
地点名読み仮名		かわさき
種類		一般局
都県市コード		14131
住所		神奈川県川崎市川崎区田島町20-5
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 30' 54"
	東経	139° 42' 44"
	比高	4.0m
用途地域		住居地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		採取場所から南南東約400m先を県道東京大師横浜線、首都高速横浜羽田線が走り、その先は臨海工業地帯である。北東8kmに羽田空港、東5km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。南東5kmに東京湾、北2.4kmに多摩川が流れる。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		16
調査地点名		相模原(相模原市役所)
地点名読み仮名		さがみはら
種類		一般局
都縣市コード		14209
住所		神奈川県相模原市中央2-11-15
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 34' 19"
	東経	139° 22' 23"
	比高	3m
用途地域		商業地域
採取位置		地上
工場及び道路等付近の状況		付近は公共施設が多い官庁街であり、西側には住宅地が広がっている。北約200mに国道16号がある。
地形等の自然条件		相模原台地北部に位置しており、付近は平坦地である。南側5kmに相模川が流れている。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		


項目		内容
調査地点番号		17
調査地点名		甲府(山梨県衛生環境研究所)
地点名読み仮名		こうふ
種類		一般局
都縣市コード		19201
住所		山梨県甲府市富士見1-7-31
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 40' 19"
	東経	138° 33' 02"
	比高	4.5m
用途地域		住居地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		甲府市の北西部に位置し、付近は住宅地域で工場等はない。交通量が多い道路として北約100m及び400mに幹線道路がある。
地形等の自然条件		甲府盆地の北部、標高280m地点で、西側約100mを富士川水系の荒川が流れる。平成24年6月、測定局舎南側に隣接する形で託児所が建設されたため、東風又は西風が卓越している。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		18
調査地点名		吉田(富士吉田合同庁舎)
地点名読み仮名		よしだ
種類		一般局
都県市コード		19202
住所		山梨県富士吉田市上吉田1丁目2-5
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 28' 50"
	東経	138° 48' 03"
	比高	3m
用途地域		住居地域
採取位置		地上
工場及び道路等付近の状況		富士吉田市の中心部に位置し、学校が隣接している。周囲には住宅及び商業施設があるが、大規模な工場等はない。交通量が多い道路として北東側約500m及び東側750mに幹線道路がある。
地形等の自然条件		富士山の北側、富士五湖地域中東部の標高800m地点の山麓扇状地に位置する。付近は山麓地であり、西側約150mに河川が流れているが、平常時の水量は少ない。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		19
調査地点名		長野(長野県環境保全研究所)
地点名読み仮名		ながの
種類		一般局
都県市コード		20201
住所		長野県長野市安茂里米村1978
調査地点の緯度・経度	北緯	36° 38' 07"
	東経	138° 10' 43"
	比高	4m
用途地域		第一種低層住居専用地域
採取位置		局舎屋上
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300～400mで、周囲は海拔1000～2000mの山地に囲まれる。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		20
調査地点名		富士(富士市救急医療センター)
地点名読み仮名		ふじ
種類		一般局
都県市コード		22210
住所		静岡県富士市津田蓮台場217
調査地点の緯度・経度	北緯	35° 09' 15"
	東経	138° 40' 39"
	比高	60m
用途地域		工業地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		富士市街地の南東部に位置し、周囲は工場地域であるが、製紙工場を中心に様々な工場が点在する。南約1kmに東海道新幹線、北約2.8kmに東名高速自動車道があり、また北約200mと西約10mに比較的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		付近は平坦地で、西南約200mに潤井川が西から南に流れ、田子の浦港にそそいでいる。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		21
調査地点名		静岡(静岡市立服織小学校)
地点名読み仮名		しずおか
種類		一般局
都縣市コード		22101
住所		静岡県静岡市葵区羽鳥6丁目9-1
調査地点の緯度・経度	北緯	34° 59' 06"
	東経	138° 20' 09"
	比高	3m
用途地域		住居地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		静岡市街の北西部にあり、小学校の敷地の隅に設置されている。周辺は住宅地で大きな工場はない。交通量が多い道路として東約1.4kmに国道1号線バイパス及び南約200mに国道362号線がある。
地形等の自然条件		付近は平坦で、住宅と田畑が混在している。東～北～西側は山地に、東～南～西側は安倍川と藁科川に囲まれている。標高は36mであり、北西の風が多い。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

項目		内容
調査地点番号		22
調査地点名		浜松(浜松市立葵が丘小学校)
地点名読み仮名		はままつ
種類		一般局
都県市コード		22131
住所		静岡県浜松市中区高丘東3-51-1
調査地点の緯度・経度	北緯	34° 45' 43"
	東経	137° 43' 03"
	比高	4m
用途地域		住居地域
採取位置		局舎屋上
工場及び道路等付近の状況		住宅地の中であるが、約300m北には東名高速道路が東西に走っており、約300m以南には工業地域が広がっている。
地形等の自然条件		平坦地の住宅地内にあり、近傍には河川などはない。1.5kmほど東には染地川や馬込川が南北に流れている。7~8kmほど西から南西にかけては浜名湖が広がっている。
調査地点位置図		
測定局周辺の風景		

1.4 気象要素の測定地点

表 1-4 気象項目ごとの測定局一覧

地点名	光化学スモッグ注意報等 発令地域区分	風向風速	気温	湿度	雨量	日射量
土浦 (土浦保健所)	茨城県 土浦地域	アメダス土浦	アメダス土浦	つくば市館野気象台 (高層気象台)	アメダス土浦	つくば市館野気象台 (高層気象台)
真岡 (真岡市役所)	栃木県 南東部地域	真岡市役所測定局	アメダス真岡	宇都宮地方気象台	アメダス真岡	宇都宮地方気象台
前橋 (群馬県衛生環境研究所)	群馬県 前橋渋川地域	前橋測定局	前橋測定局	前橋測定局	前橋地方気象台	前橋地方気象台
鴻巣 (鴻巣市役所)	埼玉県 県北中部地区	鴻巣測定局	鴻巣測定局	鴻巣測定局	アメダス鴻巣	環境科学国際センター測定局
千葉 (千城台わかば小学校)	千葉県 千葉地域	千城台わかば小学校	宮野木測定局	宮野木測定局	千葉気象台	宮野木測定局
多摩 (多摩市愛宕)	東京都 多摩南部地域	多摩市愛宕測定局	多摩市愛宕測定局	多摩市愛宕測定局	アメダス府中	東京管区気象台
横浜 (鶴見区瀬田交流プラザ)	神奈川県 横浜地域	鶴見区瀬田交流プラザ測定局	横浜地方気象台	横浜地方気象台	横浜地方気象台	中区本牧測定局
甲府 (山梨県衛生環境研究所)	山梨県 甲府地域	山梨県衛生環境研究所	山梨県衛生環境研究所	山梨県衛生環境研究所	甲府地方気象台	甲府地方気象台
長野 (長野県環境保全研究所)	長野県 長野地域	環境保全研究所測定局	環境保全研究所測定局	環境保全研究所測定局	長野地方気象台	環境保全研究所測定局
静岡 (静岡市立服織小学校)	静岡県 中部地域	服織小学校測定局	静岡地方気象台	静岡地方気象台	静岡地方気象台	静岡地方気象台

1.5 高濃度事象解析の対象地点

表 1-5 年間高濃度事象解析の対象地点（一般局）

都県	測定局名	地点数	都県	測定局名	地点数
茨城県	北茨城中郷	18	埼玉県	鴻巣	20
	日立市役所			寄居	
	常陸那珂勝田			幸手	
	水戸石川			戸田	
	大宮野中			入間	
	笠間			日高	
	鉾田			蓮田	
	鹿島宮中			加須	
	神栖消防			東松山	
	波崎太田			熊谷	
	石岡杉並			毛呂山	
	土浦保健所			小川	
	江戸崎公民館			本庄児玉	
	取手市役所			皆野	
	筑西保健所			八潮	
	下妻			本庄	
	常総			秩父	
	古河市役所			さいたま市役所	
栃木県	栃木市役所	10	群馬県	さいたま市城南	8
	県安蘇庁舎			川越市川越	
	鹿沼市役所			衛生環境研究所	
	今市小学校			桐生市立東小学校	
	大谷中学校			太田市立中央小学校	
	真岡市役所			沼田市立沼田小学校	
	矢板市役所			館林市民センター	
	黒磯保健センター			富岡市立富岡小学校	
	県南那須庁舎			東吾妻町立吾妻中学校	
	足利市役所			嬭恋村運動公園	
長野県	環境保全研究所	6	山梨県	甲府富士見	6
	松本			吉田	
	諏訪			大月	
	伊那			東山梨	
	佐久			南部	
	木曾			韭崎	

東京都	千代田区神田司町 板橋区氷川町 足立区綾瀬 江戸川区南葛西 立川市泉町 武蔵野市関前 青梅市東青梅 多摩市愛宕	8	神奈川県	鶴見区潮田交流プラザ 泉区総合庁舎 国設川崎(川崎田島) 生活文化会館(高津) 弘法松公園(麻生) 相模原市役所 大和市役所 小田原市役所 追浜行政センター 久里浜行政センター 横須賀市西行政センター 平塚市旭小学校	12
静岡県	下田市役所 熱海総合庁舎 裾野市民文化センター 大仁北小学校 富士宮市役所 富士広見小学校 救急医療センター 島田市役所 藤枝市大気 掛川市大東支所 磐田市役所 湖西市役所 常磐公園 千代田小学校 長田南中学校 服織小学校 清水庵原中学校 清水三保第一小学校 清水興津北公園 蒲原 三ヶ日 浜松中央 西部 東南部 北部 浜北	26	千葉県	千城台わかば小学校 銚子栄 市川大野 船橋高根台 館山亀ヶ原 木更津中央 松戸根本 茂原高師 佐倉江原新田 東金堀上 柏大室 勝浦小羽戸 勝浦植野 市原姉崎 市原岩崎西 八千代高津 我孫子湖北台 鎌ヶ谷軽井沢 富津下飯野 香取羽根川 横芝光横芝 袖ヶ浦長浦	22
合計地点数			136		

1.6 精度管理結果

1.6.1 イオン成分

(1) 試料調製

(a) 陰イオン混合試料

Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻標準液（富士フィルム和光純薬社製, 1000 mg/L）それぞれ 300 μL、2000 μL、3000 μL を 1 L のメスフラスコに分取後、超純水でメスアップし、精度管理試料とした。

(b) 陽イオン混合試料

Na⁺、NH₄⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺標準液（富士フィルム和光純薬社製, 1000 mg/L）それぞれ 600 μL、1000 μL、400 μL、300 μL、400 μL を 1 L のメスフラスコに分取後、超純水でメスアップし、精度管理試料とした。

(2) 測定結果

測定結果を表 1-6-1 に示す。各成分の平均値は調製濃度とほぼ同等の値で、変動係数(CV)も小さく、良好な結果であった。

表 1-6-1 精度管理試料の調製濃度と各機関の測定結果（イオン成分）

機関番号	陽イオン					陰イオン		
	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
1	0.60	1.0	0.40	0.30	0.40	0.30	2.0	3.0
2	0.54	0.94	0.35	0.28	0.36	0.26	1.8	2.8
3	0.63	1.0	0.40	0.29	0.41	0.30	2.0	3.0
4	0.63	1.0	0.40	0.32	0.43	0.28	2.1	3.3
5	0.61	0.99	0.40	0.30	0.40	0.30	2.0	3.0
6	0.60	1.0	0.39	0.30	0.38	0.30	2.0	3.0
7	0.60	1.0	0.39	0.29	0.38	0.30	2.0	3.0
8	0.61	1.1	0.31	0.40	0.38	0.29	2.0	3.0
9	0.61	1.0	0.41	0.31	0.41	0.30	1.9	2.9
10	0.60	1.0	0.39	0.30	0.38	0.31	2.0	3.0
11	0.59	1.0	0.40	0.30	0.40	0.30	2.0	3.0
12	0.61	1.0	0.40	0.30	0.41	0.29	2.0	2.9
13	0.59	1.0	0.41	0.30	0.39	0.30	2.0	3.0
14	0.60	1.0	0.38	0.32	0.39	0.30	2.0	3.0
15	0.61	0.99	0.40	0.30	0.40	0.30	2.0	3.0
16	0.60	1.0	0.39	0.29	0.38	0.30	2.0	3.0
17	0.68	0.95	0.41	0.35	0.52	0.29	1.9	2.9
平均値	0.61	1.0	0.39	0.31	0.40	0.30	2.0	3.0
標準偏差	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.06	0.10
CV (%)	4	3	6	9	9	4	3	3
調製濃度	0.60	1.0	0.40	0.30	0.40	0.30	2.0	3.0
※同一分析機関・同一機種・同一値を1つとして扱った場合 (n=14)								
平均値	0.61	1.0	0.39	0.31	0.40	0.29	2.0	3.0
標準偏差	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.01	0.07	0.11
CV (%)	5	4	7	10	9	4	4	4

1.6.2 炭素成分

(1) 試料採取

炭素成分については、既知濃度の物質から模擬試料を作製することが難しいため、大気から採取した同一試料を用いることとした。試料採取については以下のように行った。

- ・サンプラー： ハイボリウムエアサンプラー 2 台 (柴田科学社製, HV-RW および HV-1000R)
- ・サンプリング粒径： TSP (分粒なし)
- ・フィルター： 石英繊維フィルター (Pall 社製, 2500QAT-UP、8×10inch)、あらかじめ 350°C で 1 時間程度の加熱処理
- ・サンプリングデータ：

日時： 2021 年 11 月 1 日 10 : 00 ~ 2 日 10 : 00 (24 時間 ; 2 台同時)

流量： 1000 L/min (採気量: 1440 m³)

場所： 埼玉県環境科学国際センター

天候： 概ね曇り、弱風

2 台のサンプラーによる大気試料について、濃度レベルの確認、フィルター間の差異の確認、フィルター内の差異の確認のため、2 つのフィルターからそれぞれ 7 か所 (中央付近 1 か所、長辺寄り各 2 か所、短辺寄り各 1 か所、場所は 2 つのフィルターで概ね同じ) を切り出し、炭素成分の分析を行った。

	サンプラー	OC	EC	TC
平均 [μg/m ³]	1	5.1	1.3	6.4
	2	5.1	1.3	6.4
	比	1.00	1.01	1.01
CV [%]	1	3.0	2.9	2.4
	2	3.9	5.5	3.2

濃度レベルは、PM_{2.5} 成分分析における近年の大気試料ではやや高めだが、通常出現しうるレベルであった。また、フィルター間の差異を平均で見ると、非常に小さかった。また、フィルター内の差異を CV でみると、相対的にはフィルター 2 の方が若干大きかったが、ばらつきとしてはいずれも小さいレベルであった。

採取した大気試料については、47 mmφ のポンチで打ち抜き、その 1 枚を 1 機関分の試料とした。ブランクについても大気試料と同様に 47 mmφ のポンチで打ち抜き、その 1 枚を 1 機関分の試料とした。

(2) 測定結果

測定結果を表 1-6-2 に示す。

- ・OC、EC の平均はそれぞれ 17 μg/cm²、4.5 μg/cm² であり、これは大気中濃度に換算すると 4.7 μg/m³、1.3 μg/m³ であった。
- ・OC、EC、TC の CV はそれぞれ 6%、6%、5% であった。
- ・フラクション別の CV は、OC1 で 61%、EC3 で 84% と大きかった。
- ・機種別では、OC、EC、TC の平均ではほぼ同じだったが、OC の各フラクションの平均では DRI > Sunset の傾向がみられた (OC1 + OC2 ではその差が縮小) (※これらは前年度も同様の傾向)。また、CV が全般に DRI < Sunset の傾向 (EC3 は除く) で、特に OC1 で DRI 26% < Sunset 66% となり、違いが大きかった。

- 2.1 で示した、2枚のフィルター各7か所、計14か所の分析によるCV（表1-6-2の最下行）に比べて明らかに大きければ、機差が大きいと考えられる。OC、EC、TCの機差は小さいが、フラクション別ではOC1（DRI、Sunset）、OC4（DRI、Sunset）、EC2（Sunset）、EC3（DRI）で機差が大きかった。
- 水溶性有機炭素（WSOC）については、11機関で測定した結果、平均値は153 µgC/枚（大気濃度換算: 3.6 µgC/m³）であった。CVは12%であり、OC（6%）に比べて大きかった。機関1の測定値が小さく、機関12の測定値が大きかった。

表 1-6-2 各機関の精度管理試料測定結果 (炭素成分、水溶性有機炭素)

機関番号	機種	OC	EC	OC1	OC2	OC3	OC4	OCpyro	EC1	EC2	EC3	char-EC	TC	WSOC
6	DRI	17	4.8	1.1	3.7	7.1	2.6	2.8	6.6	0.93	0	3.8	22.03	150
7	DRI	17	4.4	0.82	3.7	6.9	2.3	3.1	6.8	0.81	0	3.7	21.33	
10	DRI	17	4.5	1.1	3.2	6.7	2.1	3.6	7.4	0.73	0	3.8	21.23	160
12	DRI	17	4.3	1.2	3.5	6.7	1.7	3.9	7.1	0.91	0.17	3.2	21.28	189
16	DRI	18	4.6	0.87	3.9	7.2	2.6	3.1	6.8	0.91	0	3.7	22.28	
17	DRI	18	4.7	0.54	4	7.5	3.2	2.7	6.5	0.88	0.072	3.8	22.692	140
1	Sunset	15	4.6	0.27	3.7	6	1.6	3.5	6.5	1.6	0.056	3	19.726	110
2	Sunset	17	4.3	0.5	4.2	7.1	1.2	3.8	6.8	1.1	0.14	3	21.04	
3	Sunset	16	4.4	0.32	4.3	6.1	1.3	3.8	6.9	1.1	0.18	3.1	20.2	150
4	Sunset	16	4.8	0.35	4.2	6.2	1.6	3.6	6.7	1.6	0.05	3.1	20.7	
5	Sunset	17	4.5	0.19	4.4	6.1	2	3.8	6.9	1.4	0.13	3.1	21.12	160
8	Sunset	15	3.9	0.22	3.7	6	1.6	3.6	6	1.3	0.14	2.4	18.96	150
9	Sunset	16	4.5	0.28	4.3	6.2	1.3	4.1	7.4	0.96	0.18	3.3	20.62	
11	Sunset	16	4.7	0.29	4	6.7	2.2	3.3	7	0.9	0.055	3.7	21.145	150
13	Sunset	17	5	0.93	4.1	6.4	1.8	3.9	7.8	1	0.082	3.9	22.112	
14	Sunset	17	4.8	0.92	3.7	7	2.4	2.8	6.5	1	0	3.7	21.52	160
15	Sunset	18	4.5	0.2	4.7	6.9	2.1	4	7.1	1.4	0.099	3.1	22.499	160
平均		17	4.5	0.59	4.0	6.6	2.0	3.5	6.9	1.1	0.080	3	21	153
標準偏差		0.92	0.26	0.36	0.37	0.47	0.54	0.45	0.42	0.27	0.07	0.42	0.99	19
CV		6	6	61	9	7	27	13	6	25	84	12	5	12
平均	DRI	17	4.6	0.9	3.7	7.0	2.4	3.2	6.9	0.9	0.04	3.7	21.8	
平均	Sunset	16	4.5	0.4	4.1	6.4	1.7	3.7	6.9	1.2	0.10	3.2	20.9	
CV	DRI	3	4	26	8	4	21	15	5	9	173	6	3	
CV	Sunset	6	6	66	8	7	23	10	7	21	57	13	5	
CV(埼玉県)	DRI	3	4	9	4	3	7	10	4	7	89	5	3	

※各機関の測定結果の単位: $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
WSOCのみ $\mu\text{gC}/\text{枚}$ (47mm Φ)

1.6.3 無機元素成分

(1) 試料調製

大気環境分析用混合標準液（SPEX 社製 XSTC-1667、XSTC-1668）をそれぞれ 0.4 mL、4.5 mL 分取し、2% HNO₃ 溶液で 1 L にメスアップし精度管理試料とした。各混合標準液に含まれる成分は表 1-6-3 に示すとおりである。

表 1-6-3 精度管理に用いた混合標準液（無機元素成分）

混合標準液	XSTC-1667	XSTC-1668
元素	<i>Si, Ti, V, As, Se, Sb, Hf, Ta, W</i>	<i>Be, Na, Al, K, Ca, Sc, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Mo, Cd, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Pb, Th</i>
濃度	10 mg/L	10 mg/L
マトリックス	2% 硝酸/ tr HF/ tr 酒石酸	5% 硝酸

斜字は報告対象外

(2) 測定結果

測定結果を表 1-6-4 に示す。概ね良好な結果であったが、As が調製濃度より高め、Ba が調製濃度よりも低めとなった。As は機関 14 の測定値が高く、Ba は機関 3・5・9・15 の測定値が低かった。このため、この 2 元素は CV も As が 13%、Ba が 12% であり他の元素よりもばらつきが大きかった。ただし、同一分析機関・同一機種・同一値を 1 つとして扱った場合、Ba の CV は 7% となった（機関 3・5・9・15 が同一であるため）。

表 1-6-4 精度管理試料の調製濃度と各機関の測定結果（無機元素成分）

												(µg/L)
機関番号	Na	Al	K	Ca	Sc	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
1	43	44	43	45	47	3.8	47	47	47	46	45	47
2	45	47	45	42	46	4.1	47	46	46	47	46	46
3	47	45	46	44	44	3.7	43	44	45	43	43	44
4	38	45	43	44	43	3.7	43	45	45	43	42	43
5	47	45	46	44	44	3.7	43	44	45	43	43	44
6	46	46	46	46	46	4	46	47	46	46	46	46
7	46	46	46	46	46	4	46	47	46	46	46	47
8	45	45	42	43	44	3.7	47	44	44	46	43	48
9	47	45	46	44	44	3.7	43	44	45	43	43	44
10	46	46	47	46	46	4	46	46	46	46	46	46
11	48	50	46	46	47	4.1	47	47	48	47	47	48
12	46	47	45	43	46	4	46	44	46	46	45	47
13	42	46	43	44	45	3.9	45	45	45	45	44	45
14	46	46	47	46	45	4.2	45	45	48	45	44	45
15	47	45	46	44	44	3.7	43	44	45	43	43	44
16	46	46	47	46	46	4.1	46	47	46	47	46	47
17	43	45	41	44	46	3.9	44	45	47	46	45	47
平均値	45	46	45	45	45	3.9	45	45	46	45	45	46
標準偏差	2.5	1.3	1.9	1.3	1.2	0.2	1.6	1.3	1.1	1.6	1.5	1.6
CV(%)	5.4	2.9	4.2	2.9	2.7	4.5	3.6	2.8	2.4	3.4	3.4	3.4
調整濃度	45	45	45	45	45	4.0	45	45	45	45	45	45
※同一分析機関・同一機種・同一値を1つとして扱った場合 (n=14)												
平均値	45	46	45	45	46	3.9	46	46	46	46	45	46
標準偏差	2.5	1.4	2.0	1.4	1.2	0.2	1.4	1.2	1.1	1.3	1.5	1.5
CV(%)	5.7	3.1	4.5	3.1	2.5	4.2	3.1	2.7	2.5	2.8	3.3	3.2
機関番号	Zn	As	Se	Rb	Mo	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Sm	Pb
1	45	4.7	4	47	47	3.9	46	45	45	46	46	46
2	44	4.4	3.9	46	48	4.1	47	47	46	47	46	46
3	44	3.8	3.7	44	45	3.8	44	34	42	42	44	44
4	40	4.6	3.8	43	44	3.7	43	44	42	43	42	42
5	44	3.8	3.7	44	45	3.8	44	34	42	42	44	44
6	46	4	4.1	47	47	4.1	47	47	46	47	46	46
7	46	3.9	4.1	46	46	4.1	47	47	46	46	46	46
8	42	4.5	3	44	45	3.7	47	44	46	46	44	47
9	44	3.8	3.7	44	45	3.8	44	34	42	42	44	44
10	46	3.9	4.1	46	46	4.1	47	46	46	46	45	46
11	43	3.8	4.1	48	47	3.8	46	45	43	45	45	44
12	43	3.9	3.8	46	45	4.1	46	46	46	46	45	47
13	42	3.9	3.9	45	46	3.9	45	45	44	44	44	44
14	44	6	4.3	43	45	4.2	45	44	44	45	44	44
15	44	3.8	3.7	44	45	3.8	44	34	42	42	44	44
16	46	4	4	46	46	4.1	46	47	46	46	46	46
17	43	4.4	3.7	46	47	3.9	46	44	44	46	46	45
平均値	44	4.2	3.9	45	46	3.9	46	43	44	45	45	45
標準偏差	1.7	0.6	0.3	1.5	1.1	0.2	1.3	5.1	1.8	1.9	1.1	1.4
CV(%)	3.8	13.4	7.5	3.3	2.3	4.2	2.9	12.0	4.0	4.1	2.6	3.0
調整濃度	45	4.0	4.0	45	45	4.0	45	45	45	45	45	45
※同一分析機関・同一機種・同一値を1つとして扱った場合 (n=14)												
平均値	44	4.3	3.9	46	46	4.0	46	45	45	45	45	45
標準偏差	1.8	0.6	0.3	1.5	1.1	0.2	1.2	3.3	1.5	1.4	1.2	1.4
CV(%)	4.2	13.8	8.0	3.3	2.4	4.3	2.7	7.4	3.4	3.2	2.7	3.1

2 沿革

年号	概要
昭和 56(1981)年度～	<ul style="list-style-type: none"> 一都三県公害防止協議会を母体とした1都3県2市(東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県、横浜市、川崎市)による「南関東浮遊粒子状物質合同調査」を開始し、後に山梨県及び千葉市が参加
平成 7(1995)年度	<ul style="list-style-type: none"> 栃木県及び群馬県が参加 「関東 SPM 検討会」として調査を開始
平成 8(1996)年度	<ul style="list-style-type: none"> 茨城県が参加
平成 12(2000)年度	<ul style="list-style-type: none"> 長野県及び静岡県が参加 「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
平成 15(2003)年度	<ul style="list-style-type: none"> さいたま市が参加
平成 18(2006)年度	<ul style="list-style-type: none"> 静岡市が参加
平成 20(2008)年度	<ul style="list-style-type: none"> 浜松市が参加
平成 22(2010)年度	<ul style="list-style-type: none"> 相模原市が参加(現在の1都9県7市の体制となる) 「関東地方環境対策推進本部大気環境部会」が現在の「関東地方大気環境対策推進連絡会」に名称変更
平成 29(2017)年度	<ul style="list-style-type: none"> 調査の中心がPM2.5に移行したことも踏まえ、名称を「微小粒子状物質調査会議」に変更
令和 3(2021)年度	<ul style="list-style-type: none"> 環境基準達成率が低く、二次生成粒子との関連もある光化学オキシダントについても調査対象にしたことを受けて、名称を「微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議」に変更

3 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リゼーション，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リゼーション（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リゼーション（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リゼーション（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リゼーション（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リゼーション（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リゼーション（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リゼーション（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リゼーション（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リゼーション（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化(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化(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化, 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化(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化(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化(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化(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化(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化(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化(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化(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化(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化(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化(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リゼーション（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（茨城県霞ヶ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リゼーション（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リゼーション（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リゼーション（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49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リゼーション（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リゼーション（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のキャラクタリゼーション（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）
- 秋山薫（（財）東京都環境整備公社東京都環境科学研究所），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のキャラクタリゼーション（第2報），第52回大気環境学会講演要旨集，408（2011）
- 米持真一（埼玉県環境科学国際センター），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：関東甲信静におけるPM2.5のキャラクタリゼーション（第3報），第53回大気環境学会講演要旨集，498（2012）
- 米持真一（埼玉県環境科学国際センター）：関東甲信静における合同調査から見た最近のPM2.5の状況，第53回大気環境学会講演要旨集，70-71（2012）
- 山田大介（川崎市環境局環境対策部環境対策課），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：PMFモデルを用いた関東広域のPM2.5の発生源解析（2008～2010），第53回大気環境学会講演要旨集，499（2012）
- 小松宏昭（神奈川県環境科学センター），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：関東甲信静におけるPM2.5のキャラクタリゼーション（第4報），第54回大気環境学会講演要旨集，218（2013）

- 内藤季和（千葉県環境研究センター），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：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 5 報），第 55 回大気環境学会講演要旨集，381（2014）
- 三宅健司（静岡県環境衛生科学研究所），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：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 6 報），第 56 回大気環境学会講演要旨集，217（2015）
- 柳尚仁（静岡県くらし・環境部環境局生活環境課），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：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（平成 25 年度のまとめ），全国大気汚染防止連絡協議会第 61 回全国大会（2015）
- 大橋泰浩（山梨県衛生環境研究所），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：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 7 報），第 57 回大気環境学会講演要旨集，467（2016）
- 前田良彦（茨城県霞ヶ浦環境科学センター），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：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 8 報）（1），第 58 回大気環境学会年会講演要旨集，474（2017）
- 内藤季和（千葉県環境研究センター），大橋泰浩（山梨県衛生環境研究所），城 裕樹（さいたま市健康科学研究所），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：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 8 報）（2），第 58 回大気環境学会年会講演要旨集，475（2017）
- 熊谷貴美代，田子博（群馬県衛生環境研究所），関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質調査会議：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 9 報），第 59 回大気環境学会年会講演要旨集，378（2018）
- 中込和徳（長野県環境保全研究所），関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質調査会議：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 10 報）（1）-平成 29 年度調査結果の概要-，第 60 回大気環境学会年会講演要旨集，207（2019）
- 小松宏昭，武田麻由子（神奈川県環境科学センター），熊谷貴美代，田子博（群馬県衛生環境研究所），関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質調査会議：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 10 報）（2）-経年変化のまとめ-，第 60 回大気環境学会年会講演要旨集，208（2019）
- 佐藤翔大（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微小粒子状物質調査会議：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 11 報）-平成 30 年度調査結果の概要-，第 61 回大気環境学会年会講演要旨集，177（2020）
- 齊藤伸治（（公財）東京都環境公社東京都環境科学研究所），関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 12 報），第 62 回大気環境学会年会講演要旨集，341（2021）
- 長谷川就一（埼玉県環境科学国際センター），関東地方大気環境対策推進連絡会微小粒子状物質・光化学オキシダント調査会議：関東甲信静における PM2.5 のキャラクターゼーション（第 13 報），第 63 回大気環境学会年会講演要旨集，237（2022）

4 執筆担当自治体

主担当（副担当）

I 微小粒子状物質（PM2.5）調査

- | | |
|--------------------------------|---------------|
| 1 調査目的 | 神奈川県（千葉県） |
| 2 調査方法 | 神奈川県（千葉県） |
| 3 各季節の概況 | |
| 各季節の気象概況 | 相模原市（静岡市） |
| 3.1 春季 | 静岡市（栃木県） |
| 3.2 夏季 | 川崎市（浜松市） |
| 3.3 秋季 | 長野県（川崎市） |
| 3.4 冬季 | 静岡県（長野県） |
| 3.5 四季の比較 | 浜松市（静岡県） |
| 4 年間のPM2.5高濃度発生状況 | |
| 4.1 常時監視データによるPM2.5高濃度日出現状況の把握 | 茨城県（群馬県） |
| 4.2 PM2.5高濃度事象の詳細解析（春季） | 横浜市（茨城県） |
| 5 発生源寄与の推定 | 千葉県・山梨県・さいたま市 |
| 6 総括 | 神奈川県（千葉県） |

II 光化学オキシダント（Ox）調査

- | | |
|-----------------------|-------------|
| 1 調査目的 | 神奈川県（東京都） |
| 2 測定調査 | 神奈川県（東京都） |
| 3 年間の光化学オキシダント高濃度発生状況 | |
| 3.1 令和3年度高濃度日出現状況 | 群馬県（埼玉県） |
| 3.2 令和3年度高濃度事例解析 | 埼玉県（神奈川県） |
| 4 経年推移 | 群馬県・東京都・千葉市 |
| 5 総括 | 神奈川県（東京都） |

付録

- | | |
|--------------------------|------|
| 1 微小粒子状物質（PM2.5）調査に関する資料 | |
| 1.1 試料採取要領 | 神奈川県 |
| 1.2 測定方法 | 神奈川県 |
| 1.3 調査地点の概況 | 神奈川県 |
| 1.4 気象要素の測定地点 | 相模原市 |
| 1.5 高濃度事象解析の対象地点 | 茨城県 |
| 1.6 精度管理結果 | 埼玉県 |
| 2 沿革 | 神奈川県 |
| 3 調査結果の発表及び投稿一覧 | 神奈川県 |
| 4 執筆担当 | 神奈川県 |
- 編集・事務局 神奈川県