

4.3 PM2.5 高濃度事象の詳細解析(夏季)

4.3.1 高濃度の発生状況（日平均値 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超を高濃度日とする）

夏季に複数の地点で高濃度日が発生したのは7月26、27日と7月31～8月3日にかけてであった(表4-1-2)。このうち7月26、27日の事例をS1、7月31日～8月3日の事例をS2とする。

事例S1についてみると、7月26日に主に神奈川県東部と埼玉県南東部を中心とした地域で高濃度が発生し、翌27日は埼玉県西部で高濃度が発生した。また山梨県大月では両日とも高濃度となった(図4-3-1)。

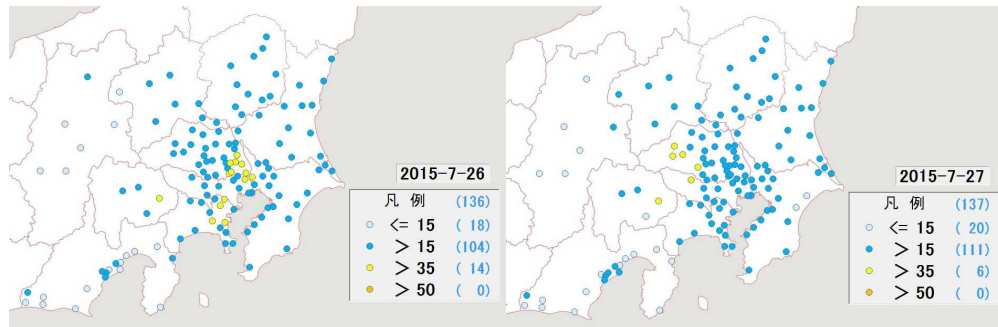


図 4-3-1 PM2.5 質量濃度分布(S1)（単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

事例S2についてみると、7月31日に高濃度となったのは4地点であったが、翌8月1日には関東平野の広い範囲で高濃度が発生した。千葉県松戸では日平均値 $57.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ の高濃度を記録した。翌2日になると高濃度の発生地域は減少し、茨城、栃木の一部や神奈川南部の相模湾沿いに発生した。8月3日にはさらに高濃度の発生地域は減少し、主に関東平野南部に発生した(図4-3-2)。

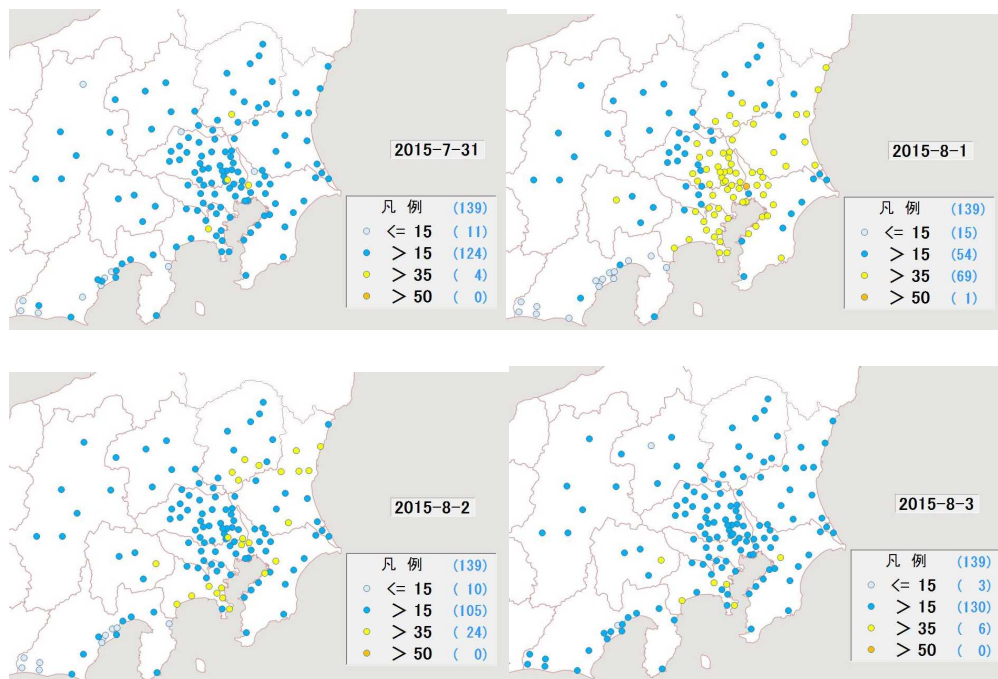


図 4-3-2 PM2.5 質量濃度分布(S2)（単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

4.3.2 高濃度の発生時刻や濃度変化の把握

事例 S1 についてみると、7 月 26 日は主に A、B、C 区域で日中の PM2.5 質量濃度の上昇が見られた(図 4-3-3)。A 区域では正午頃に $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える濃度となり、夜間になっても濃度は $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度までしか低下しなかった。翌 27 日にも日中の濃度上昇が見られたが、夜間の濃度が低下しており、日平均値としては高濃度日とはならなかった。D、E 区域も日中は濃度が上昇する傾向を示したものの他区域ほどは濃度が上がらず、また夜間には濃度が低下したことから日平均値としては高濃度日とはならなかった。

事例 S2 については、7 月 31 日の午前中に濃度が上昇し正午頃にピークとなったのち、濃度が低下するものの、多くの地点では夜間も $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度までしか下がらず、翌 1 日には再び濃度が上昇した。このように夜間に濃度が十分低下しないまま、翌日の日中に濃度が上昇することによって、連続して高濃度日が発生したと考えられた。

A 区域ではどの地点もこの傾向がみられた。B 区域は 8 月 2 日の午後に急激な濃度低下がみられたが、前橋や小山では雷雨や降雨が観測されており、地域的な気象の影響を受けたものと考えられた。C 区域では水戸で日中の濃度が上昇していた。日平均値の分布図でも 8 月 1、2 日は水戸付近の地点で濃度が高いことが確認できた(図 4-3-2)。これは C 区域のうち、8 月 1 日の夜間に南風によって関東北部(栃木、茨城)に PM2.5 が移動し濃度が高まったこと(後述の図 4-3-6②左図)、千葉の太平洋側では強い海風の進入によって光化学オキシダントや PM2.5 濃度が低下したが、茨城の太平洋側ではこうした状況が起らなかったこと(後述の図 4-3-6②右図)などが影響したと考えられた。E 区域は日中の濃度上昇がみられるものの、A～C 区域ほどは上昇せず、また夜間に濃度が低下したことから日平均値としては高濃度日とはならなかった。

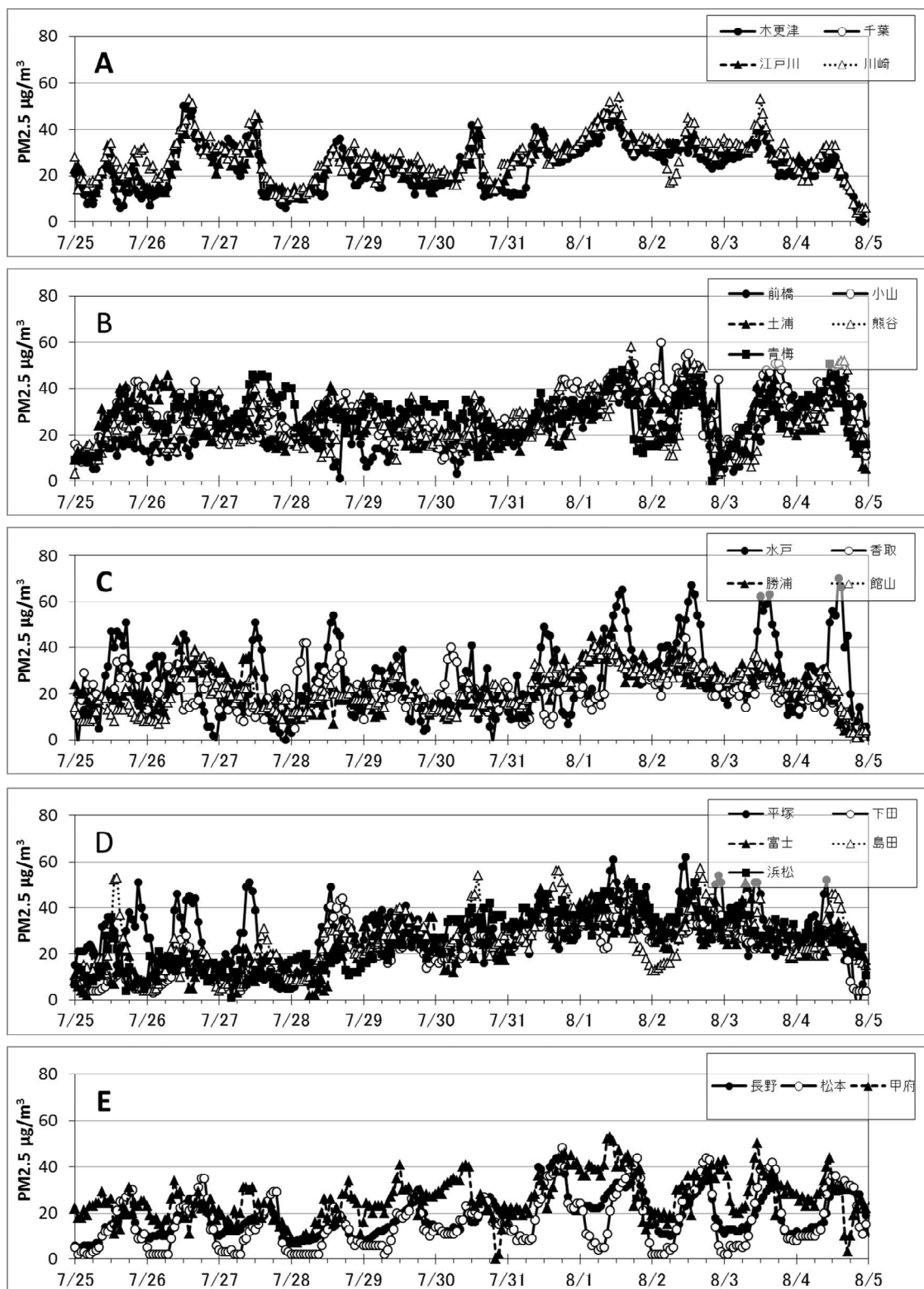


図 4-3-3 PM2.5 質量濃度の推移

4.3.3 気象を含めた詳細解析

(1) 気象概要

事例 S1 の発生期間において、7 月 26 日は長崎県に台風 12 号が上陸(のち熱帯低気圧に変化)したものの、全国 129 地点*で猛暑日となった。東京では今年初めての猛暑日となった。翌 27 日も東日本は晴れて、群馬県館林では 38.7℃を記録するなど関東甲信では 40 地点*で猛暑日となった。天気図を図 4-3-4①に示す。

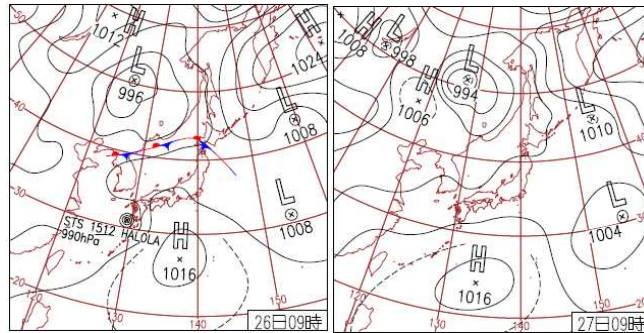


図 4-3-4① 天気図 (気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/>)

事例 S2 の発生期間において、7 月 31 日は西日本から東日本にかけて 157 地点で猛暑日となった。翌 8 月 1 日も東日本の内陸部を中心に気温が上昇し、全国 223 地点*で猛暑日となり、群馬県館林では気温 39.4℃を記録した。2 日も引き続き気温が上昇し、全国 179 地点*で猛暑日となった。3 日も高気圧に覆われたことから西日本から東日本にかけて気温が上昇し、全国 132 地点*で猛暑日となった。天気図を図 4-3-4②に示す。

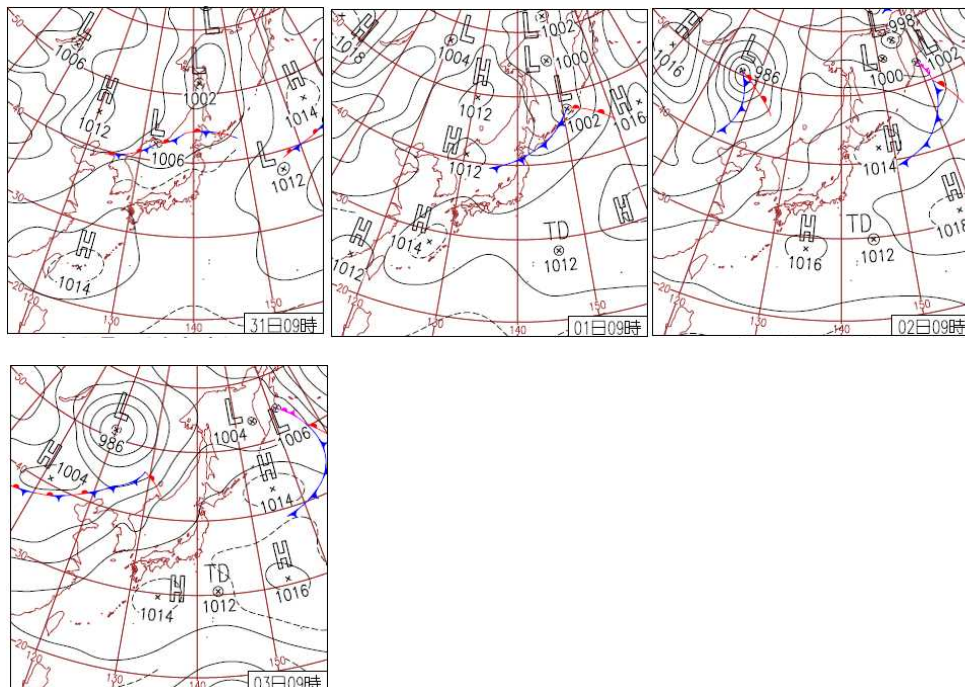


図 4-3-4② 天気図 (気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/>)

*地点数は気象庁気象観測所における気温の測定地点

(2) PM2.5 や関連物質の挙動

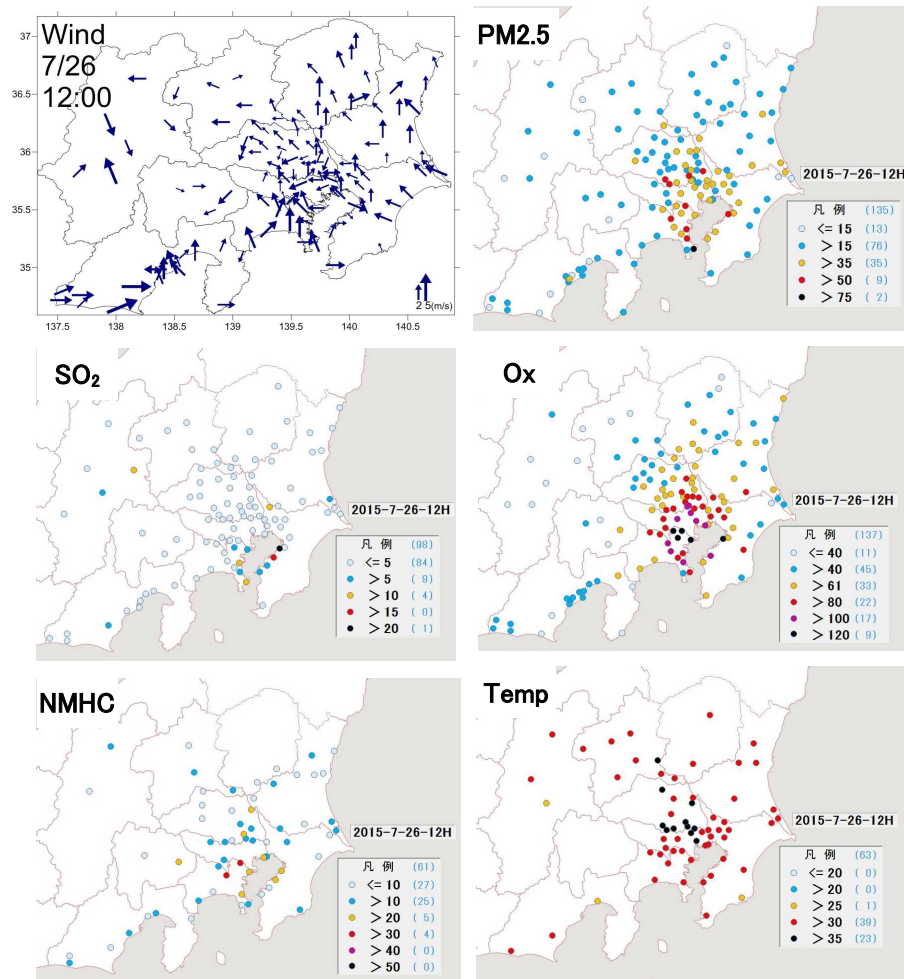
事例 S1,2 の発生期間を含む夏季の PM2.5 成分分析から、主要成分は SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、OC であることが確認された(3.2「夏季解析」及び後述の 4.3.3(3)「成分分析結果」を参照)。ここでは PM2.5 質量濃度のほかに主要成分の前駆物質である SO_2 や NMHC と、これら前駆物質からの二次粒子の形成に影響を及ぼす光化学オキシダントを中心に解析した。

①事例 S1

7 月 26 日は関東平野内の各地で気温が上昇し、埼玉、東京、千葉、神奈川では光化学スモッグ注意報が発令されており、光化学反応による二次粒子の形成が盛んに起こったと考えられた。PM2.5 質量濃度は正午頃に最も高くなったことから(図 4-3-3)、この時刻の状況をみると PM2.5 は東京湾沿岸部及びその周縁部の濃度が高く、光化学オキシダントの濃度分布とも概ね一致した(図 4-3-5 左)。風向は相模湾海風と東京湾海風によって東京と神奈川の境を中心に収束線がみられており、光化学オキシダント濃度等はこの付近で高かった。また気温は埼玉、東京で 35°C を超えた分布を示した。一方、この時茨城や千葉の太平洋側では海風が吹いており、これら沿岸部では PM2.5 や光化学オキシダント濃度は低かった。 SO_2 と NMHC をみると、 SO_2 は東京湾沿岸部の千葉県側で高く、NMHC は東京湾沿岸部の神奈川県側で高い分布を示した。21 時になっても概ね同様の風向を示し、収束域は埼玉へと移動した(図 4-3-5 右)。夜間であっても埼玉、東京、神奈川では同時刻に光化学オキシダント濃度が 80ppb を超えていた。翌 27 日正午も 26 日と同様の風向や気温分布を示し、PM2.5 や光化学オキシダント濃度の高い状況が続いた。

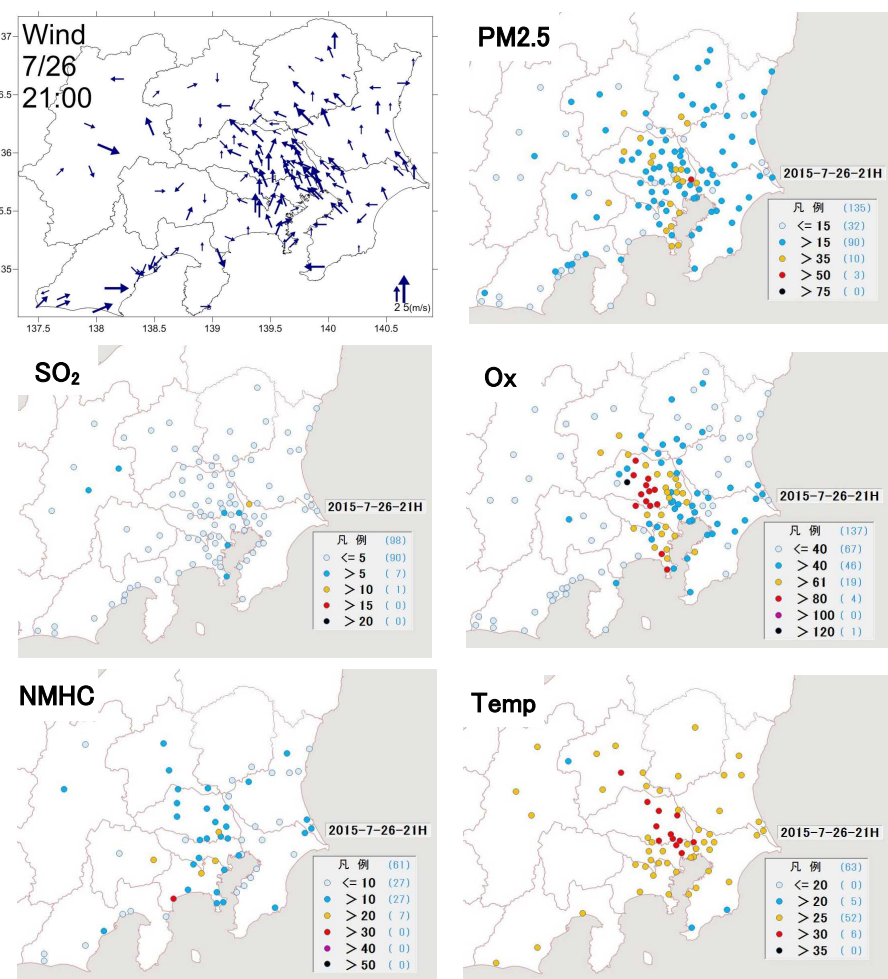
②事例 S2

7 月 31 日は気温が上昇し、各地で猛暑日となった。光化学スモッグ注意報が埼玉、千葉、茨城で発令されており、事例 S1 と同様に光化学反応による二次粒子の形成が盛んであったと考えられた。夜間になると光化学オキシダント濃度は低下するものの PM2.5 質量濃度は $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える地点が多く、8 月 1 日の午前 3 時(図 4-3-6①左)の時点でも関東平野の中央部付近を中心に高い濃度が継続していた。また、平野部では 25°C を超える地点が多かった。1 日正午には(図 4-3-6①右)、東京湾の沿岸部や静岡から千葉、茨城にかけての太平洋側でやや強い海風が吹いているものの、平野部の風は比較的弱く、東京や埼玉では風の収束域がみられるとともに気温が 35°C を超えていた。この時 PM2.5 質量濃度は関東平野中央部(埼玉、東京)付近を中心に広い地域で高濃度となっており、光化学オキシダント濃度が 100ppb を超える地点が東京、埼玉、千葉でみられた。千葉や神奈川の一部では SO_2 の濃度が 10ppb を超え、これらの地域では NMHC も 0.3ppmC を超える濃度となった。午後 9 時には海風が強くなり(図 4-3-6②左)、関東平野の広い地域で南風となった。このとき、PM2.5 質量濃度が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える地点が関東平野北部の栃木、茨城でもみられており、南風の影響を受けて高濃度域が移動したと考えられた。翌 2 日も気温が上昇し、埼玉や千葉では光化学スモッグ注意報が発令されるなど、活発な光化学反応により二次粒子が形成されたと考えられた。風向や気温分布、また、PM2.5 や光化学オキシダント濃度分布も 1 日と概ね同じ傾向にあった。(図 4-3-6②右)。



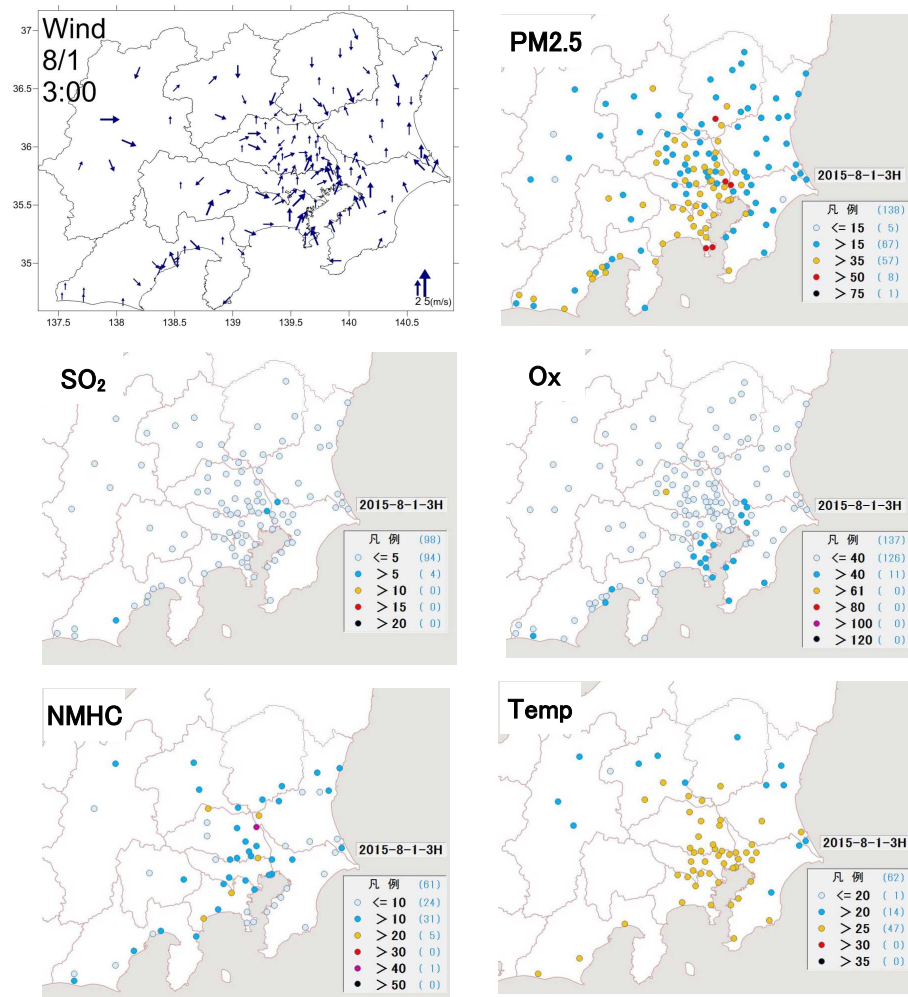
【7月26日 12:00】

図 4-3-5 PM2.5 質量濃度等の分布状況(事例 S1 7月26日)



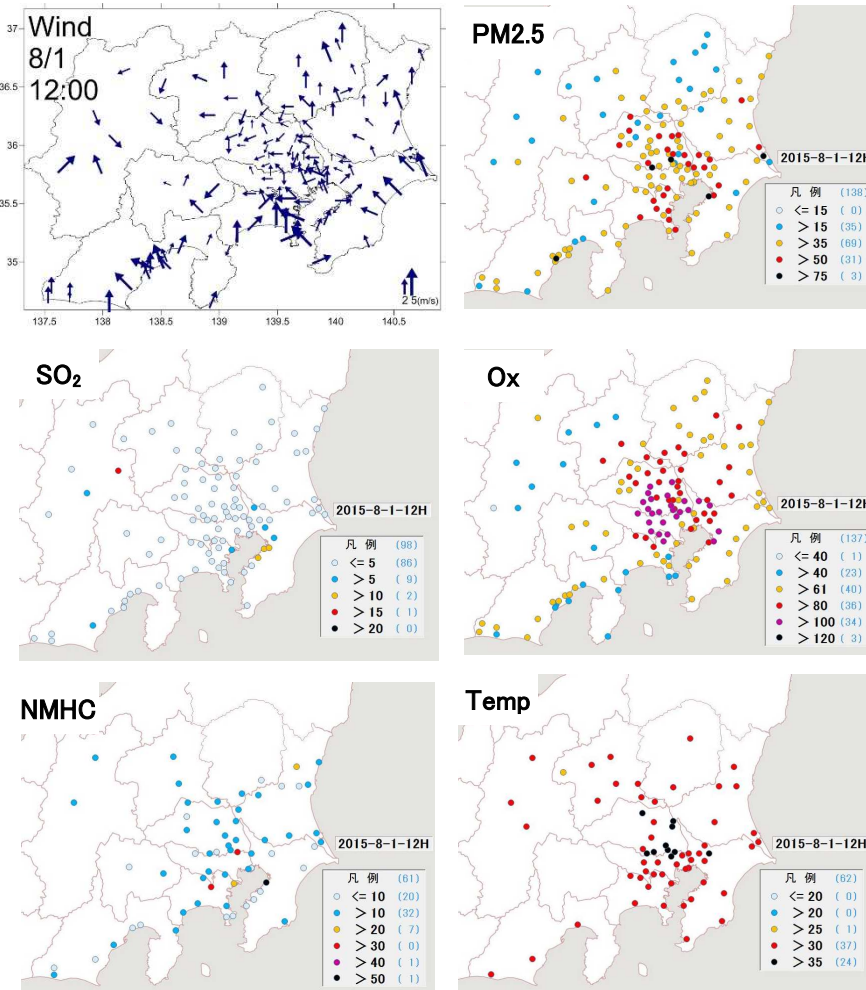
【7月26日 21:00】

(単位 PM2.5: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NMHC: 0.01ppmC, 気温: $^{\circ}\text{C}$, その他: ppb)



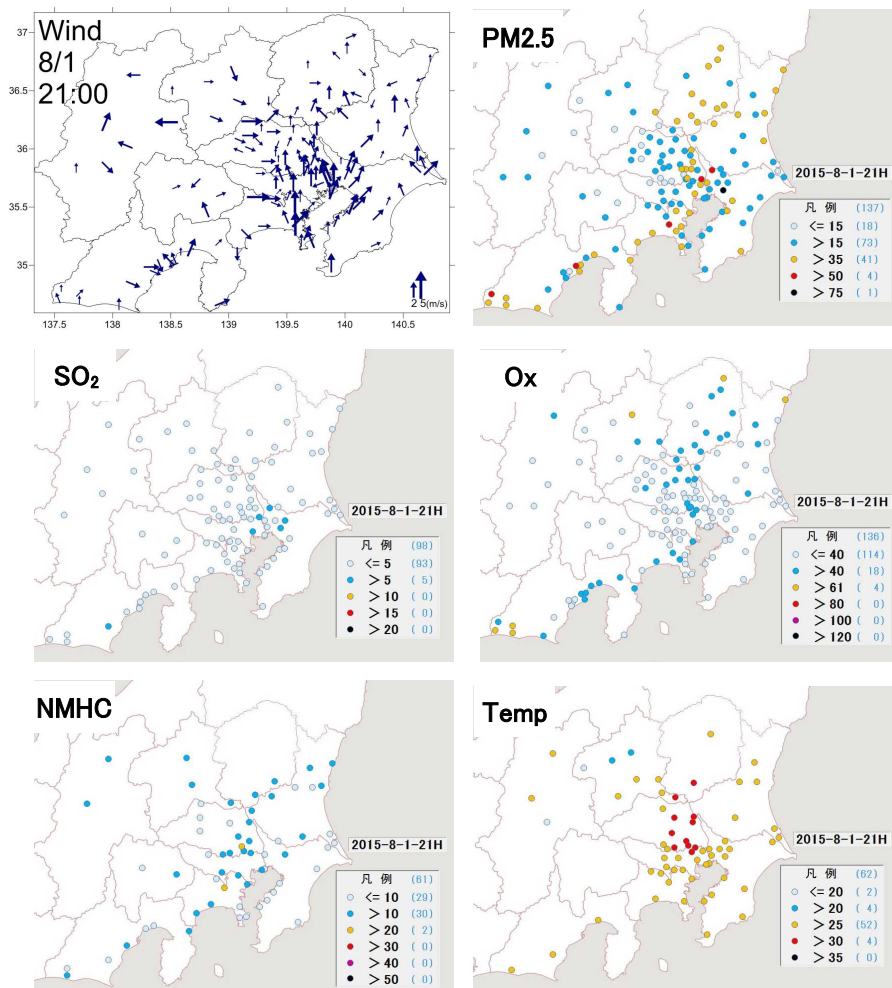
【8月1日 3:00】

図 4-3-6① PM2.5 質量濃度等の分布状況(事例 S2 8月1日)



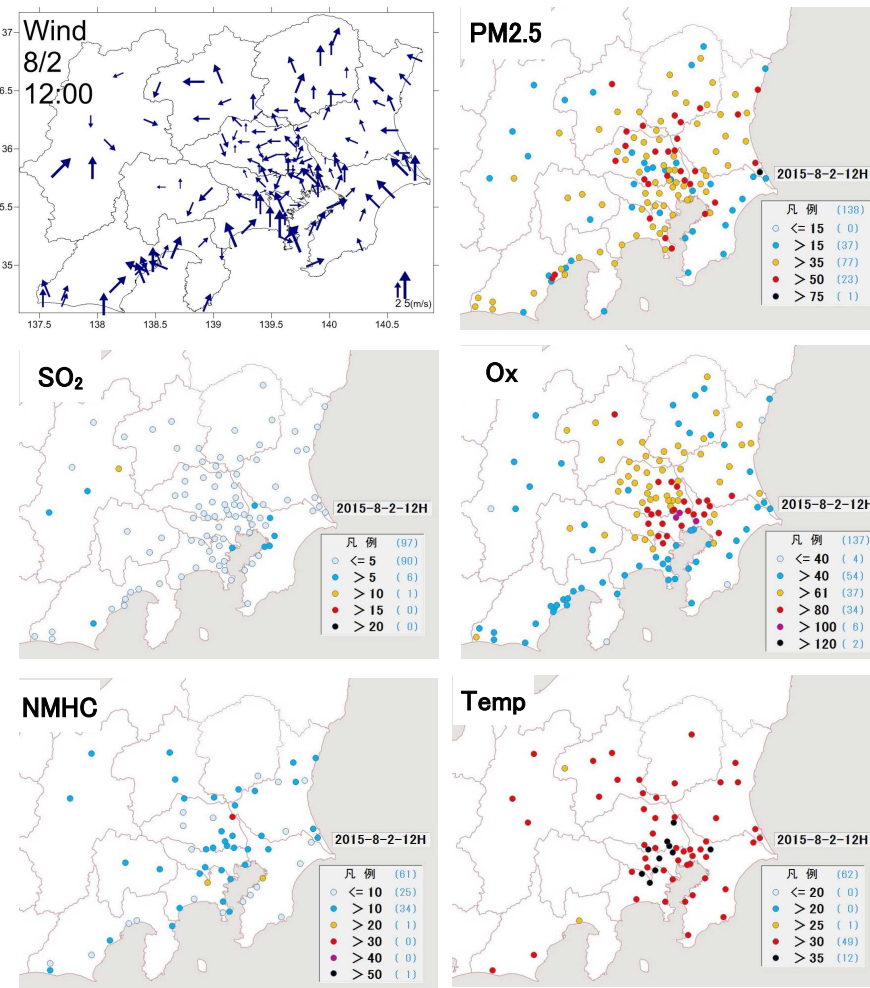
【8月1日 12:00】

(単位 PM2.5: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NMHC:0.01ppmC, 気温:°C, その他:ppb)



【8月1日 21:00】

図 4-3-6② PM2.5 質量濃度等の分布状況(事例 S2 8月1～2日)



【8月2日 12:00】

(単位 PM2.5: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NMHC:0.01ppmC, 気温:°C, その他:ppb)

(3) 成分分析結果(夏季成分分析)

夏季成分分析期間における PM2.5 中の成分濃度を地点別に図 4-3-7 に示す。また、 SO_4^{2-} と OC の濃度推移を地点別に図 4-3-8 として示す。

成分分析の結果から、主要成分は SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、OC であることが確認された。

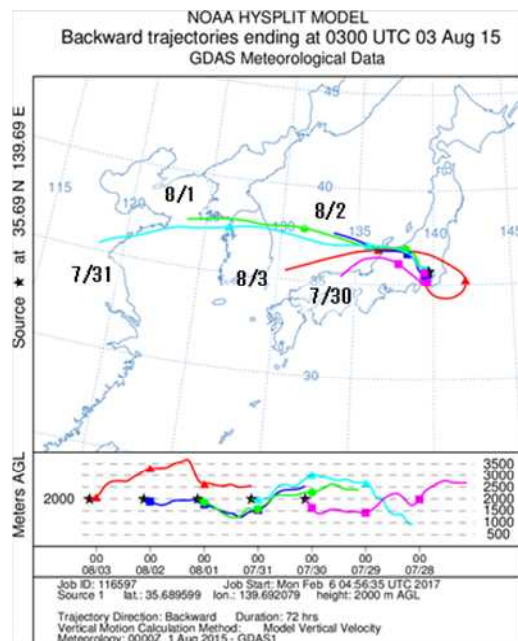
SO_4^{2-} は S2 (7 月 31 日～8 月 2 日) で濃度が高く、OC は 7 月 25、26 日の濃度が高い傾向にあり、両成分の濃度がピークとなる日には違いが見られた。

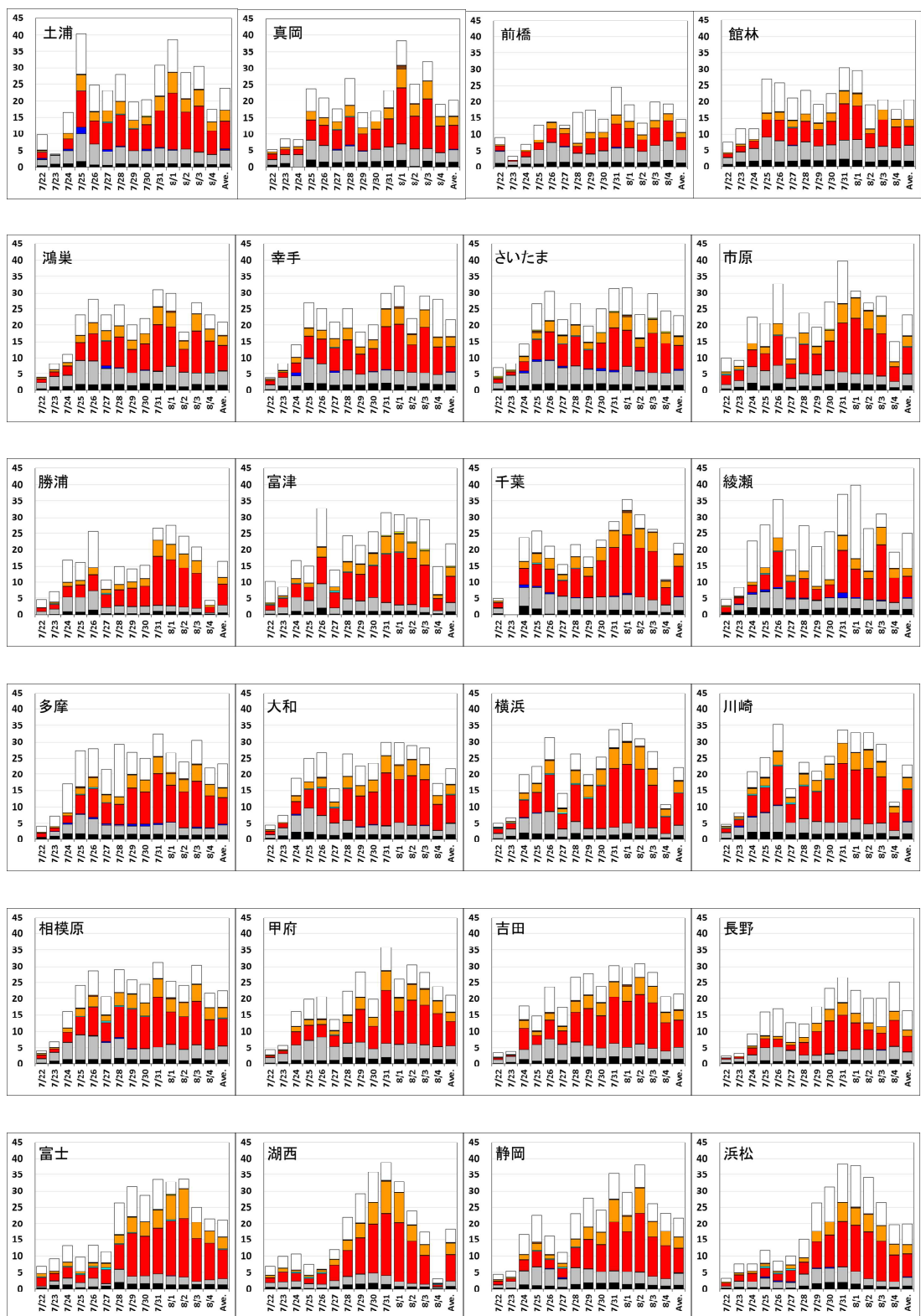
(なお、成分分析は 10 時～翌日 10 時を起点として算出されており、自動濃度測定機の測定日とのずれが生じる)

SO_4^{2-} についてみると多くの地点で成分分析期間の開始日である 7 月 22 日以降は降雨が観測された 7 月 27 日を除き、日を追うごとに概ね増加傾向にあった。

OC も SO_4^{2-} と同様に 7 月 22 日以降は増加傾向を示すものの、 SO_4^{2-} とは異なり 28 日以降の濃度上昇はみられなかった。気温が上昇する日が連続したことから、OC が揮発しやすく PM2.5 中の粒子として存在しにくい条件下にあった可能性が考えられた。

PM2.5 の高濃度日が連続して発生した S2 期間について後方流跡線解析を行ったところ(図 4-3-7)、東京上空(都庁上空 2,000 m)を起点とする大気は、 SO_4^{2-} 濃度が増加した 7 月 31 日から 8 月 2 日にかけて朝鮮半島方面を経由していたことが明らかとなった。ただし越境汚染など、関東域外の影響をどの程度受けていたかは不明であり、さらなる検討が必要である。





(単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ■EC, ■OC, ■ Cl^- , ■ NO_3^- , ■ SO_4^{2-} , ■ Na^+ , ■ NH_4^+ , ■ K^+ , ■ Mg^{2+} , ■ Ca^{2+} , □Others)

図 4-3-7 PM2.5 中の成分濃度(夏季成分分析期間)

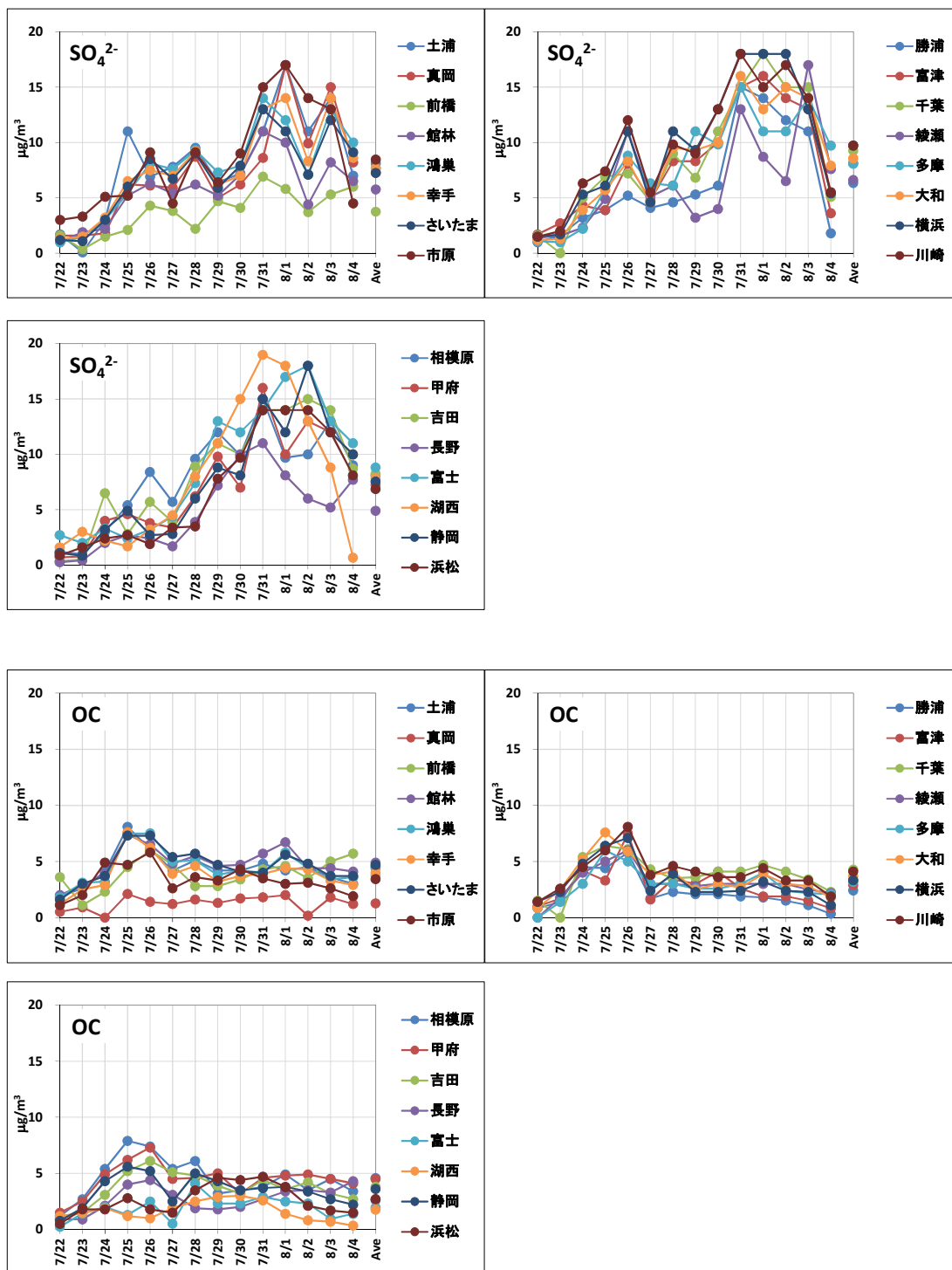


図 4-3-8 硫酸イオン及び有機炭素濃度の推移(夏季成分分析期間)