**4.3　炭素成分**

**4.3.1　炭素成分濃度**

（1）有機炭素

　炭素成分は、多くの調査地点で7/23-8/6の測定データが得られていることから、これら2週間分のデータを用いて解析を行った。各地点における有機炭素濃度を図4-3-1に示す。最も高い濃度を示したのは日高（7/23-24）、秩父（7/23-24、7/26-27）、千葉（7/29-30）で、いずれも11μg/m3であり、最も低い濃度を示したのは湖西（8/3-4）の0.70μg/m3であった。期間中の平均濃度が最も高い地点は秩父で7.7μg/m3、最も低い地点は浜松で2.4μg/m3、全地点の平均は4.3μg/m3であった。



図4-3-1　PM2.5中の有機炭素濃度

　各地点における有機炭素の濃度推移を図4-3-2に示す。沿岸部においては、7/23-24、7/24-25に高濃度を示す地点がみられ、その後多くの地点で、7/29-30に最高濃度を示したのち、濃度は低下した。一方内陸部では、7/23-24、7/26-27に高濃度を示す地点がみられ、さらに7/29-30に高濃度を示し、その後の濃度低下は沿岸部と比べ緩やかであった。期間中の平均濃度が最も高い日は7/29-30で7.5μg/m3、最も低い日は8/4-5で2.1μg/m3であった。



内陸部

沿岸部

# 図4-3-2　PM2.5中の有機炭素濃度の推移

（2）元素状炭素

各地点における元素状炭素濃度を図4-3-3に示す。最も高い濃度を示したのは相模原（7/23-24）の3.1μg/m3であり、最も低い濃度を示したのは綾瀬（8/5-6）で検出下限値未満であった。期間中の平均濃度が最も高い地点は真岡で2.1μg/m3、最も低い地点は勝浦で0.45μg/m3、全地点の平均は1.1μg/m3であった。



# 図4-3-3　PM2.5中の元素状炭素濃度

　各地点における元素状炭素の濃度推移を図4-3-4に示す。沿岸部では、多くの地点で7/23-24、7/24-25に高濃度を示し、その後濃度は低下傾向であった。内陸部でも多くの地点で同様の傾向であったが、群馬県、埼玉県においては7/26-27に濃度の上昇がみられた。また、千葉と真岡では7/29-30に局所的な濃度上昇がみられた。期間中の平均濃度が最も高い日は7/24-25で1.9μg/m3、最も低い日は8/4-5、8/5-6で0.58μg/m3であった。





内陸部

沿岸部

# 図4-3-4　PM2.5中の元素状炭素濃度の推移

（3）水溶性有機炭素

　各地点における水溶性有機炭素濃度を図4-3-5に示す。最も高い濃度を示したのは真岡（7/23-24）の9.3μg/m3であり、最も低い濃度を示したのは千葉（8/4-5）の0.46μg/m3であった。期間中の平均濃度が最も高い地点は真岡で4.6μg/m3、最も低い地点は湖西で1.4μg/m3、全地点の平均は3.2μg/m3であった。



# 図4-3-5　PM2.5中の水溶性有機炭素濃度

各地点における水溶性有機炭素の濃度推移を図4-3-6に示す。沿岸部では、多くの地点で似た挙動を示し、7/29-30に高濃度を示した。有機炭素と比べて地点間の差が小さく、特に高濃度日ではその傾向が顕著であることから、二次生成により粒子が広域に分布しているものと考えられる。内陸部でも多くの地点で7/29-30に高濃度を示した。また、群馬県、埼玉県においては7/26-27に濃度の上昇がみられた。期間中の平均濃度が最も高い日は7/29-30で6.0μg/m3、最も低い日は8/5-6で1.3μg/m3であった。



内陸部

沿岸部

# 図4-3-6　PM2.5中の水溶性有機炭素濃度の推移

**4.3.2　PM2.5中の炭素成分の割合**

（1）有機炭素

　PM2.5中の有機炭素の割合を図4-3-7に示す。期間中の平均割合が最も高い地点は千葉、秩父で38%、最も低い地点は富津で19%であった。平均割合が最も高い日は7/28-29で37%、最も低い日は7/26-27で16%であった。全地点の平均は28%であった。



# 図4-3-7　PM2.5中の有機炭素の割合

（2）元素状炭素

　PM2.5中の元素状炭素の割合を図4-3-8に示す。期間中の平均割合が最も高い地点は真岡で11%、最も低い地点は綾瀬で3.6%であった。平均割合が最も高い日は8/4-5で9.4%、最も低い日は7/26-27で4.2%であった。全地点の平均は6.7%であった。



# 図4-3-8　PM2.5中の元素状炭素の割合

**4.3.3　有機炭素中の水溶性有機炭素の割合**

　有機炭素中の水溶性有機炭素の割合を図4-3-9に示す。有機炭素よりも水溶性有機炭素が高い値となる事例があり、中でも勝浦（8/4-5）、真岡（7/23-24）は著しく高い割合を示した。水溶性有機炭素が有機炭素濃度を上回る場合、割合を100％とみなして計算すると、期間中の平均割合が最も高い地点は富津で95%、最も低い地点は千葉で39%であった。平均割合が最も高い日は7/23-24及び7/29-30で79%、最も低い日は8/5-6で60%であった。全地点の平均は71%であった。



# 図4-3-9　有機炭素中の水溶性有機炭素の割合

**4.3.4　元素状炭素中の成分の割合**

　各地点におけるchar-EC（EC1-pyroOC）と元素状炭素（EC:EC1+EC2+EC3-pyroOC）比を図4-3-10に示す。これらの値は分析条件及び機種により差が出ることが考えられるが、本解析においては両者が原因と考えられる明確な差がみられなかったため、区別せず扱うものとした。地点により傾向が大きく異なり、土浦、神奈川県東部で目立って高い傾向であった。char-ECはバイオマス燃焼の指標とされており、秋季や冬季においてバイオマス燃焼の影響を受けたと思われるPM2.5高濃度現象が報告されていることから、四季における動向を把握していくことは今後の課題である。また、地点によっては固定発生源等の影響も懸念されることから、併せて検討が必要と考えられる。



# 図4-3-10　元素状炭素中のchar-ECの割合

**4.3.5　高濃度日における炭素成分の地域変化**

　測定期間中PM2.5濃度が最も高かった7/23-24、有機炭素濃度が最も高かった7/29-30、参考としてPM2.5濃度が最も低かった8/4-5におけるPM2.5中の炭素成分濃度の割合を図4-3-11に示す。なお、地点により分析項目に違いがあるため、次の条件により作図した。

　・PM2.5濃度から炭素成分濃度を差し引き、残りをその他成分とみなす。

　・有機炭素から水溶性有機炭素を引いた残りを非水溶性有機炭素とする。

　　測定値が逆転した場合は4.3.3と同様に扱う。

　・水溶性有機炭素を未測定の場合、有機炭素全体として表す。

　7/23-24においては炭素成分濃度も高いものの、それ以上に他成分の割合が大きい。地域により炭素成分濃度に差がみられ、狭い地域での影響であったと考えられる。一方、7/29-30では地域差は比較的小さく、PM2.5のうち炭素成分が4割以上を占めていた。水溶性有機炭素の割合が高いことが特徴であり、広域にわたりPM2.5濃度を押し上げた事例であった。



7/23-24



7/29-30



8/4-5（参考）

# 図4-3-11　高濃度日における炭素成分の地域変化

**4.3.6　有機炭素及び水溶性有機炭素濃度とオキシダント濃度等との関係**

　有機炭素濃度とオキシダント濃度昼間値（5～20時の平均値）から相関係数を算出した。有意水準p<0.01で相関がみられた地点は土浦、前橋、富岡、市原、富津、横浜、川崎、相模原、甲府、東山梨、長野、富士、湖西、静岡、浜松の15地点であり、有意水準p<0.05で相関がみられた地点は真岡、日高、城南、勝浦、佐倉、多摩、大和の7地点であった。ほとんどの地点で相関がみられる結果となった。相関係数の高い3地点の散布図を図4-3-12に示す。



# 図4-3-12　有機炭素濃度とオキシダント濃度との関係

　同様に、水溶性有機炭素濃度とオキシダント濃度昼間値から相関係数を算出した。有意水準p<0.01で相関がみられた地点は前橋、市原、勝浦、富津、川崎、甲府、東山梨、長野、静岡の9地点であり、有意水準p<0.05で相関がみられた地点は真岡、佐倉、大和、湖西の4地点であった。相関係数の高い3地点の散布図を図4-3-13に示す。



# 図4-3-13　水溶性有機炭素濃度とオキシダント濃度との関係

　また、有機炭素濃度と非メタン炭化水素濃度から相関係数を算出した。有意水準p<0.01で相関がみられた地点は甲府、長野の2地点であり、有意水準p<0.05で相関がみられた地点は城南、富津、富士の3地点であった。

　さらに、水溶性有機炭素濃度と非メタン炭化水素濃度から相関係数を算出した。有意水準p<0.01で相関がみられた地点はなく、有意水準p<0.05で相関がみられた地点は真岡、富津、甲府、長野の4地点であった。

有機炭素濃度及び水溶性有機炭素濃度とオキシダント濃度は相関関係がみられる地点が多かった。一方、非メタン炭化水素濃度はオキシダント濃度ほどではないが、相関が認められる地点がみられた。内陸部と沿岸部での明確な差異は確認できなかった。

**4.3.7　高濃度日等の有機炭素、水溶性有機炭素、オキシダント及び非メタン炭化水素の**

**関係**

測定期間中PM2.5濃度が最も高かった7/23-24、有機炭素濃度が最も高かった7/29-30の有機炭素、水溶性有機炭素、オキシダント及び非メタン炭化水素の濃度分布を図4-3-14に示す。両日ともに、オゾン、非メタン炭化水素の濃度が高い地点は有機炭素が高くなる傾向がみられた。

**4.3.8　まとめ**

炭素成分の調査地点の平均値をみると、有機炭素濃度は4.3μg/m3（2.4～7.7μg/m3）、元素状炭素濃度は1.1μg/m3（0.45～2.1μg/m3）、水溶性有機炭素濃度は3.2μg/m3（1.4～4.6μg/m3）であった。

PM2.5中の炭素成分の割合は、有機炭素は28%（16～37%）、元素状炭素は6.7%（3.6～9.4%）であった。

炭素成分の地域特性として、有機炭素は沿岸部と内陸部で異なる挙動がみられ、秩父、日高、富岡で高い傾向であった。元素状炭素は真岡、千葉、秩父で高い傾向であり、地点によっては特異的な高濃度がみられた。水溶性有機炭素は広域で同様の挙動を示し、特に高濃度時に顕著であった。真岡、鴻巣、東山梨で高い傾向であった。

7/29-30においてはPM2.5のうち炭素成分が4割以上を占めており、特に水溶性有機炭素の割合が高く、二次生成により粒子化が進んだと考えられる。PM2.5濃度を押し上げる原因のひとつであることから、前駆物質や生成過程の検討は今後の課題である。

有機炭素、水溶性有機炭素、オキシダント及び非メタン炭化水素の相関関係をみると、相関が認められる地点が多くみられた。昨年の解析では特に内陸部で相関が認められたが、今年は明確な差異は確認できなかった。気象条件等により粒子化に至る挙動が異なるものと考えられ、今後さらなる知見の蓄積が求められる。

修正点メモ（最終稿で削除します）

・有機炭素濃度で日高と秩父の高濃度日表記が逆になっている

　→正しく修正しました。

・沿岸部、内陸部の分け方について

　→事務局からの連絡に基づき修正しました。

・WIOCの標記について

　→非水溶性有機炭素と修正しました。

・char-ECの解析について

　→プロトコル、機種が原因とみられる明確な差は

確認できませんでした。

　　そのため、「値に差が出ることが考えられるが、明確な差が

　　みられないため本解析では区別せず扱う」旨を追記しました。

7/23-24

7/29-30



有機炭素

(g/m3)



水溶性

有機炭素

(g/m3)

※測定地点少ないため参考図



オキシ

ダント

（ppb）



非メタン

炭化水素

（ppmC）

図4-3-14　有機炭素、水溶性有機炭素、オキシダント及び非メタン炭化水素の濃度分布