

都内における PM_{2.5} 中の水溶性有機炭素の通年観測

齊藤伸治・星 純也・池盛文数*

(*名古屋市環境科学調査センター)

【要約】PM_{2.5} 中の水溶性有機炭素 (WSOC) について、フィルター採取試料の分析結果と自動分析装置によって得られた結果とを併せて解析した結果、PM_{2.5} に占める WSOC の割合は年間を通しておよそ 1 割程度であり、夏の高濃度時には日中に増加、冬の高濃度時には夜間に増加する特徴が見られた。

【目的】

PM_{2.5} の主要成分の一つである有機炭素 (OC) は、燃焼等により大気中へ直接排出されるもの (一次有機エアロゾル: POA) のほか、ガス状有機物質が光化学反応等によって粒子化されるもの (二次有機エアロゾル: SOA) がある。SOA については水溶性に富むことから水溶性有機炭素 (WSOC) を SOA の指標として用いることが多い。ここでは、2015 年 4 月～2016 年 3 月にかけて得られたたフィルター採取による WSOC の日平均値と自動測定装置によって得られた WSOC の 1 時間値の通年観測結果を報告する。

【方法】

1) 試料採取

PM_{2.5} の採取は、当研究所 (東京都江東区) の屋上で 2013 年 4 月以降継続的に実施している。使用するろ紙は、あらかじめ 450 °C で 5 時間加熱処理した石英ろ紙 (Pallflex, 2500 QAT-UP) で、ローボリュームエアサンプラー (Thermo Scientific, FRM2000) にセットし、朝 10 時から翌朝 9 時まで 23 時間採取した。

2) WSOC 分析の前処理

採取済みのろ紙を 4 分割し、対角の 2 枚に超純水 10 mL を加えて超音波抽出した後、孔径 0.45 μm のディスクフィルターでろ過する。抽出液の 7 mL を分取し、超純水 7 mL を加え、合計 14 mL とし、TOC 計 (ガス透過膜式導電率測定法, Sievers900) を用いて分析した。

3) 自動測定装置による WSOC 測定

自動測定装置 (紀本電子工業, ACSA-08) による WSOC 測定については、1 時間ごとに捕集された PM_{2.5} 試料を硫酸アンモニウム水溶液 (50 μmol/L) 1mL で抽出し、紫外吸光度から濃度を求めた。

【結果の概要】

- (1) ACSA-08 で得られた WSOC の測定値とフィルター採取試料の分析結果を測定月ごとに比較した結果、両者の相関は R=0.73~0.97 と良好な値を示した (図 1)。しかし、傾きは a=95~303 と月によって大きく異なっていた。その理由の一つとして、WSOC の成分組成が季節によって変化することが考えられる。
- (2) PM_{2.5} の質量濃度については、年平均値: 14.4 μg/m³ と長期基準を下回るレベルであった。WSOC については質量濃度の変動とほぼ一致しており、質量濃度の 1 割程度を占めていた。
- (3) 夏の高濃度発生時においては、前半 (7/24~27 頃) は質量濃度と同様に WSOC 濃度も上昇していた (図 2)。また、日中増加し、夜間に減少する日内変動がみられ、光化学反応による WSOC の二次生成が示唆された。一方、後半 (8/1~3 頃) は WSOC の濃度はそれほど増加しておらず、SO₄²⁻ の増加が顕著に見られた。このように事例によって PM_{2.5} の濃度上昇要因が異なることが、成分の特別測定から明らかになった。
- (4) 冬については、PM_{2.5} 質量濃度は夜間において顕著な増加をしており、その主要成分は NO₃⁻ であった (図 3)。WSOC も同様の濃度変化を示しており、PM_{2.5} 濃度上昇要因が夏とは異なることが明らかとなった。

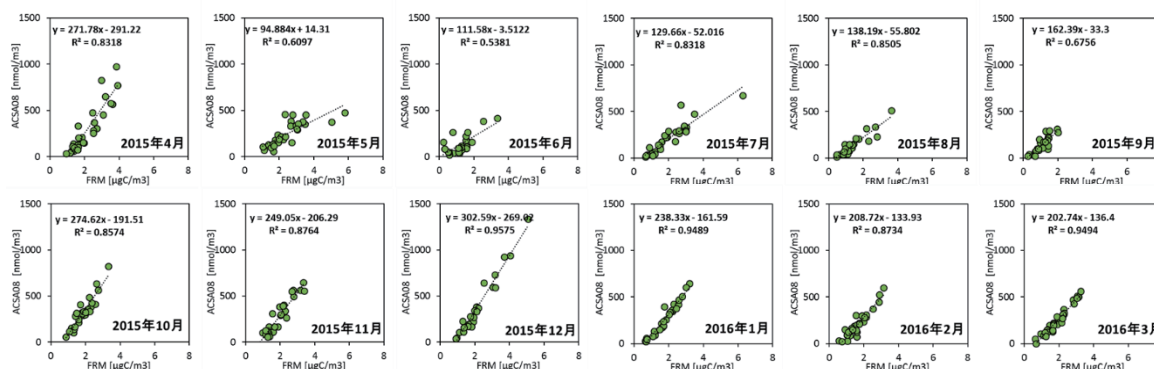


図1 フィルター採取法 (FRM) と自動測定装置 (ACSA08) による WSOC 測定値の比較。FRM については、10:00~翌9:00 の23時間採取。ACSA08 については、1時間ごとの測定値をFRMに合わせて平均し、比較した。両者には概ね良い相関が見られたが、傾きが季節によって異なっていた。

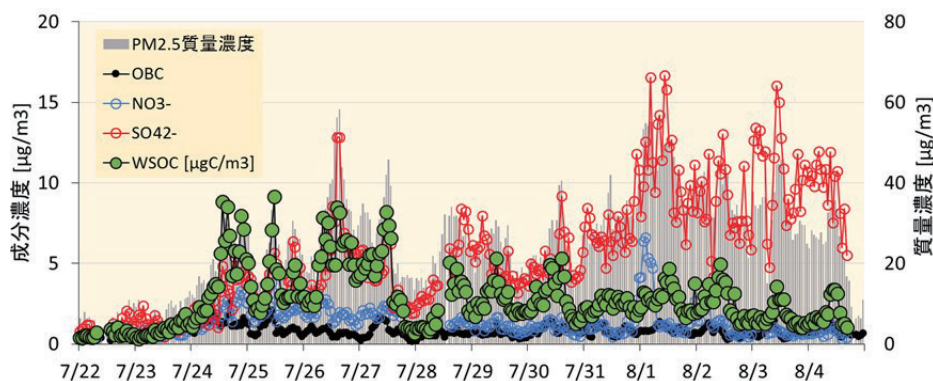


図2 2016年夏の高濃度におけるPM_{2.5}質量濃度の推移とWSOC、硫酸イオン (SO₄²⁻)、硝酸イオン (NO₃⁻)、ブラックカーボン (OBC) 濃度の推移。7/24~27にかけてはWSOC濃度が相対的に高かった。また、日中に増加する日変化を示しており、光化学反応によるWSOCの二次生成が活発であったと考えられる。一方、8/1~3にかけてはSO₄²⁻の増加が顕著に見られ、7/24~27とはPM_{2.5}濃度上昇要因が異なっていた。

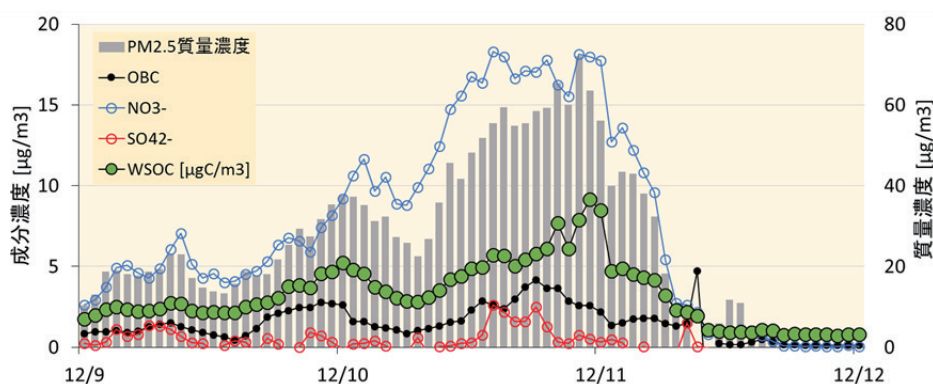


図3 2016年冬の高濃度におけるPM_{2.5}質量濃度の推移とWSOC、硫酸イオン (SO₄²⁻)、硝酸イオン (NO₃⁻)、ブラックカーボン (OBC) 濃度の推移。PM_{2.5}質量濃度は夜間において顕著に増加しており、主要成分はNO₃⁻であった。WSOCも同様に夜間の増加が見られたことから、PM_{2.5}濃度上昇の要因が夏とは異なると考えられる。

参考データ P104