

PM2.5に含まれる有機炭素フラクションへの主要な発生源以外に由来する濃度の推定

秋山 薫 上野 広行

【要約】主要な6発生源以外に由来する有機炭素濃度を有機炭素フラクションごとに推定した。それによれば、都内の一般環境ではPyroフラクション以外は夏季を除けば地域的な濃度変化は少ない。夏季は郊外ほど濃度が高くなる傾向であった。またOC2フラクションを除いて、更に青梅市東青梅以外の地点では夏季の濃度が最も低くなる傾向であった。

【目的】

大気中の微小粒子状物質（以下、PM2.5と言う）の主要な成分の一つに有機炭素成分があるが、この成分については2008年から実施した、東京都のPM2.5に関わる詳細な調査でも発生源寄与割合の推定からはこの約8割が発生源について不明となっている。そこで、ここではこの成分の低減対策を進めるための発生源推定の一助として、表1に示した主要な6発生源以外（例えば、野焼きや他の一次発生源、及び二次生成など）に由来する有機炭素成分について有機炭素フラクションごとに濃度の推定を試みた。

【方法】

調査地点は表2に示した。炭素成分の分析は表3の熱分離光学補正法で行った。また、水溶性イオン成分はイオンクロマトグラフ法で、金属成分は中性子放射化分析法でそれぞれ行った。詳細は文献¹⁾に示してある。

主要な6発生源以外に由来する有機炭素のフラクション濃度の推定では、次式が成り立つと仮定して求めた。ここで、Pyroは自動車等からの排出は無視できると仮定した²⁾。このように自動車排出ガス等混入体積を求めることにより、有機

$$\text{道路沿道濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \{ \text{一般環境濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3) \times 1(\text{m}^3) + \text{自動車排出ガス等濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3) \\ \times \text{自動車排出ガス等混入体積}(\text{m}^3) \} / \{ 1(\text{m}^3) + \text{自動車排出ガス等混入体積}(\text{m}^3) \}$$

炭素フラクションごとの自動車排出ガス等濃度を算出し、この自動車排出ガス等濃度以外は表1の通り6発生源以外の有機炭素濃度として推計した。ここで得られたフラクション濃度の推定値の和を地点ごと季節別に求め、その値と表1から線形計画法で求めた6発生源以外に由来する有機炭素濃度を比較すると、それは0.92倍から1.04倍の範囲に収まった。このことから、ここでの有機炭素フラクションごとの推定値も概ね妥当な値が得られているものと考えた。

【結果の概要】

主要な6発生源以外に由来する有機炭素濃度の推計結果を図に示した。図から各有機炭素フラクション濃度の特徴を述べる。濃度の低いOC1では負の推計値が得られる場合があり、この場合濃度は0と見なした。このフラクションの地域別の傾向を見ると低濃度でもあり、地域変化は少ないと思われる。OC2も秋季と冬季は地域変化が少ないが、夏季や春季は郊外ほど高くなる傾向が見られた。OC3も地域変化は少ないが、夏季には郊外ほど高くなる傾向であった。OC4もOC3と同様に夏季には郊外ほど高くなる傾向であった。Pyroについては夏季が顕著だが、いずれの季節も郊外ほど高くなる傾向であった。次に季節別に見ると、OC2は夏季が高い傾向であった。他の4つのフラクションは夏季が最も低くて秋季が高くなる傾向であった。しかし、最も郊外に位置する青梅市東青梅ではOC2からPyroフラクションはむしろ夏季が高い傾向となった。山間部に最も近い青梅市東青梅については夏季の場合、都内の一般環境とは異なる特徴を示した。

【参考文献】

- 1) 東京都微小粒子状物質検討会報告、微小粒子状物質（PM2.5）等大気環境調査結果報告書（2012年9月）
- 2) 秋山薫ら、PM2.5に含まれる有機炭素フラクションへの自動車等寄与の推定、当研究所年報2012、p122-125

表1 発生源プロフィール

| | 自動車 | 重油 燃焼 | 廃棄物 焼却 | 鉄鋼 工業 | 道路 粉塵 | 海塩 |
|--------|----------|----------|-----------|----------|----------|---------|
| 元素炭素 | 49.4 | 30 | 5 | 0.5 | 1.28 | 2.8E-06 |
| バナジウム | 0.000725 | 0.638 | 0.0027 | 0.013 | 0.011 | 5.8E-06 |
| カリウム | 0.0197 | 0.085 | 20 | 1.32 | 1.27 | 1.1 |
| マンガン | 0.00193 | 0.012 | 0.033 | 2.2 | 0.106 | 5.8E-06 |
| アルミニウム | 0.157 | 0.21 | 0.42 | 0.999 | 6.11 | 2.9E-05 |
| カルシウム | 0.146 | 0.085 | 1.1 | 4.51 | 5.52 | 1.17 |
| ナトリウム | 0.00764 | 1 | 12 | 1.36 | 1.25 | 30.4 |
| 有機炭素 | 24.7 | 0 | 0 | 0 | 6.9 | 0 |

注 ムラタ計測器サービス株式会社:平成20年度 環境省請負業務結果報告書「平成20年度微小粒子状物質等実測調査(データ解析(発生源寄与濃度の推計)報告書」(2009)

表2 調査地点及び調査期間

| | 一般環境 | 道路沿道 |
|-----|---------------------------|-----------|
| 区部 | ① 中央区晴海 | ⑩ 永代通り新川 |
| | ② 港区白金 | ⑪ 京葉道路亀戸 |
| | ③ 練馬区練馬 | ⑫ 中原口交差点 |
| | ④ 足立区綾瀬 | ⑬ 甲州街道大原 |
| | ⑤ 江戸川区鹿骨 | ⑭ 北本通り王子 |
| 多摩部 | ⑥ 青梅市東青梅 | ⑮ 連雀通り下連雀 |
| | ⑦ 町田市中町 | ⑯ 甲州街道国立 |
| | ⑧ 小金井市本町 | ⑰ 青梅街道柳沢 |
| | ⑨ 多摩市愛宕 | |
| 春季 | 2008/5/19 (月) ~ 6/2 (月) | |
| 夏季 | 2008/7/28 (月) ~ 8/11 (月) | |
| 秋季 | 2008/11/4 (火) ~ 11/18 (火) | |
| 冬季 | 2009/2/2 (月) ~ 2/16 (月) | |

表3 炭素成分の分析条件

| 炭素フラクション | 設定温度 | 分析雰囲気 |
|----------|-------|------------------------|
| OC1 | 120°C | He |
| OC2 | 250°C | He |
| OC3 | 450°C | He |
| OC4 | 550°C | He |
| EC1 | 550°C | 98%He+2%O ₂ |
| EC2 | 700°C | 98%He+2%O ₂ |
| EC3 | 800°C | 98%He+2%O ₂ |

注:この他に、元素炭素のフラクションに含まれるが、レーザ光により補正される有機炭素成分、Pyroフラクションがある。

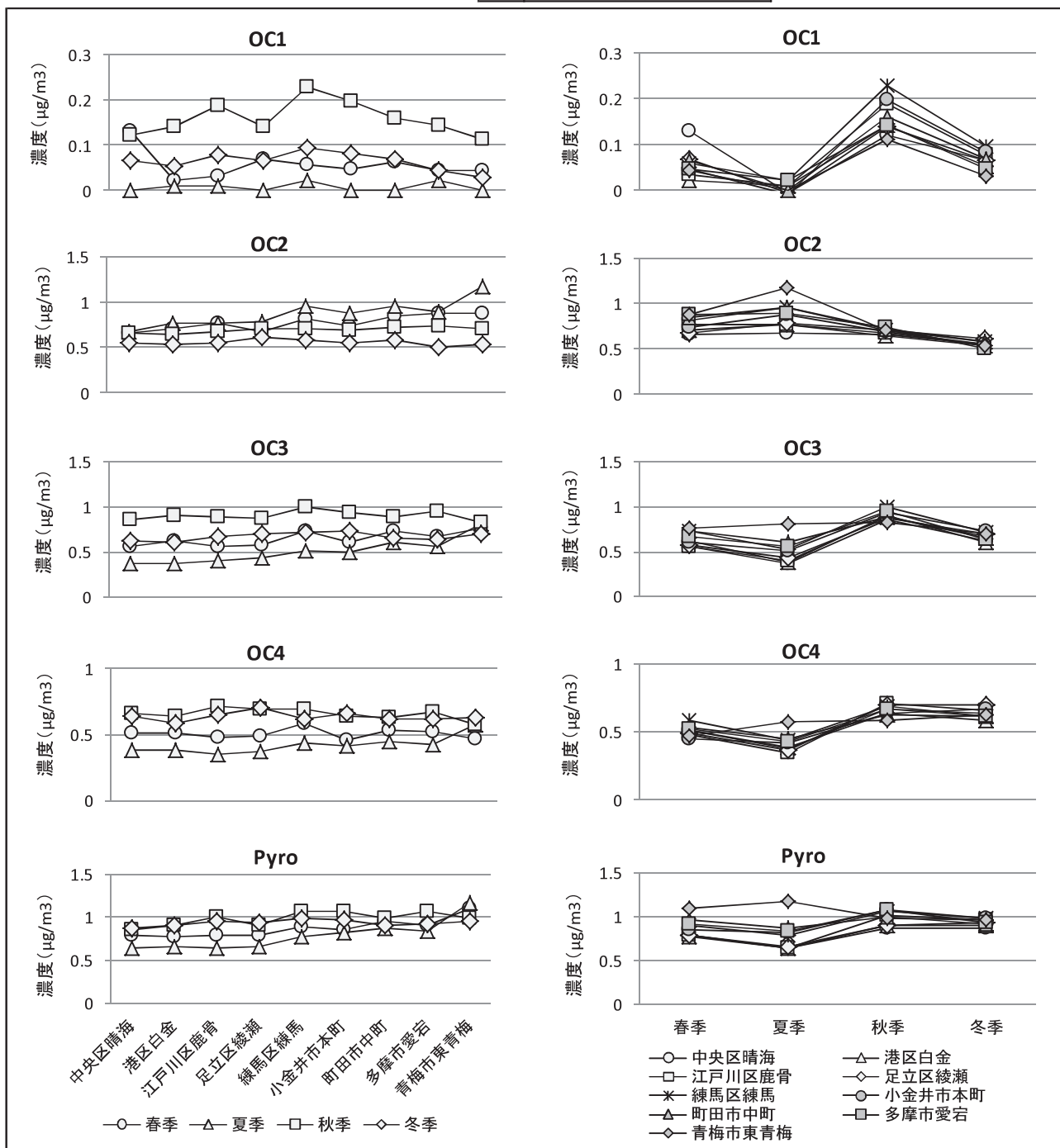


図 主要な6発生源以外に由来する有機炭素濃度のフラクションごとの地域的特徴と季節特性