

## 放射性炭素同位体 ( $^{14}\text{C}$ ) 測定による都内 $\text{PM}_{2.5}$ 中の炭素成分の起源推定について

星 純也・増田龍彦\*・齊藤伸治・秋山 薫・上野広行

(\*東京都下水道局)

\*\*\*\*\*

**【要約】**  $\text{PM}_{2.5}$  中の炭素成分の放射性炭素同位体 ( $^{14}\text{C}$ ) を測定し、炭素成分の起源の推定を行った。その結果、都内  $\text{PM}_{2.5}$  中の有機炭素 (OC) の起源は植物由来の割合が大きかった。また夏季の昼間には化石燃料 VOC 由来 OC 濃度が上昇し、昼夜濃度差はオキシダント最高濃度と一定の関係が認められた。

\*\*\*\*\*

### 【目的】

有機炭素 (OC) は  $\text{PM}_{2.5}$  の主要な構成成分の一つであり、大気中  $\text{PM}_{2.5}$  全体の濃度低減のためには有機炭素の濃度低減が必要である。対策のためには有機炭素の発生源を探ることが不可欠であるが、発生源が多岐にわたっており、その解明は困難である。本研究では放射性炭素同位体 ( $^{14}\text{C}$ ) の測定を行い、 $\text{PM}_{2.5}$  炭素成分中の化石燃料由来炭素と植物由来炭素の割合を求めることから OC の発生源 (起源) の推定を行ったので報告する。

### 【方法】

試料は東京都江東区の東京都環境科学研究所屋上で採取した。採取にはハイボリュームエアサンプラーを用い、10:00 から翌 9:30 (1 日採取) あるいは 10:00 から 16:00 と 16:30 から翌 9:30 (昼夜別採取) に分けて 1000L/min で採取した。試料を採取した石英繊維ろ紙は、SUNSET 社製炭素分析装置で OC を除去した試料と除去しない試料に分けた。各々の試料の放射性同位体炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) を加速器質量分析法によって測定し、試料中の pMC (化石燃料起源でない炭素の割合) を算出した。得られた EC 及び EC+OC の pMC の値と CMB 解析によって得た一次排出化石燃料由来 EC/一次排出化石燃料由来 OC (=2.19) を用いて、OC 濃度を化石燃料由来 OC (一次排出)、化石燃料 VOC 由来 OC (二次生成)、植物由来 OC (一次+二次) に振り分けた。

### 【結果の概要】

図 1 に  $\text{PM}_{2.5}$  中の OC の発生源別寄与濃度を示した。発生源寄与別にみると、植物由来 OC が最も多く平均では全体の 6 割を占めていた。大気中 OC 濃度の増減は植物由来 OC 濃度の増減に影響を受けており、OC 濃度と植物由来 OC 寄与濃度の相関は  $R=0.89$  と高い値を示した。ただし、本調査での植物由来 OC とは生育している植物から放出される VOC が二次生成したものの他、農業廃棄物等の野焼き、一般廃棄物中の厨芥や紙ごみを焼却した際に発生する一次排出 OC など含まれる。

また、化石燃料 VOC 由来 OC (二次生成) と大気中 OC 濃度との相関は  $R=0.46$  とそれほど高くなかったが、植物由来の割合が多い 12/9、7/29 昼、7/29 夜を除くと  $R=0.86$  と高い値を示した。特殊な状況を除くと化石燃料 VOC 由来 OC が生成されるような条件で OC 濃度全体も上昇していることが伺えた。2014 年の夏はシベリア地方で大規模な森林火災が発生しており、北海道では  $\text{PM}_{2.5}$  濃度にその影響が出ていることが報告されている<sup>1)</sup>。Backward Trajectory 解析の結果から 7 月 29 日の状況は、東京にシベリア方面からの気塊が流入してきており、森林火災の影響を受けた特殊な状況であったと考えられた。

夏季の昼間には夜間に比べ化石燃料 VOC 由来 OC が高くなる傾向が見られた。この差分が昼間に二次生成された濃度と仮定して、昼夜差濃度とオキシダント ( $\text{O}_x$ ) の日最高値との関係を検討した。図 3 には化石燃料由来 OC (一次) と植物由来 OC の昼夜差も合わせて図示した。化石燃料由来 OC (一次排出) には濃度の昼夜差が見られず、植物由来 OC (一次+二次) では逆相関に近い関係となったが、化石燃料 VOC 由来 OC (二次生成) は  $\text{O}_x$  最高濃度と一定の関係 ( $R=0.73$ ) が見られた。夏季の日中では  $\text{O}_x$  が生成されるような気象条件では VOC から  $\text{PM}_{2.5}$  への粒子化も起こりやすくなると考えられ、夏季の VOC 対策の重要性が示唆された。

**【参考文献】** 1) 池盛文教：第 56 回大気環境学会年会講演要旨集 pp84-85 (2015)

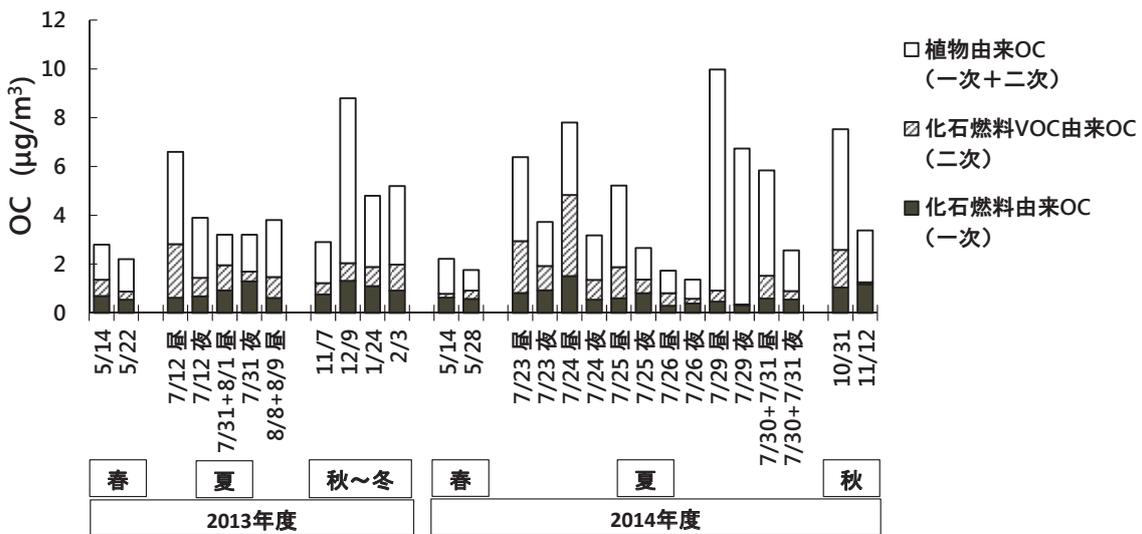


図1 PM<sub>2.5</sub> 中の有機炭素 (OC) の発生源別の寄与濃度

OC への寄与は植物由来が最も多い。また、夏の化石燃料由来(二次生成)OC は夜に比べ昼の方が高濃度となった。

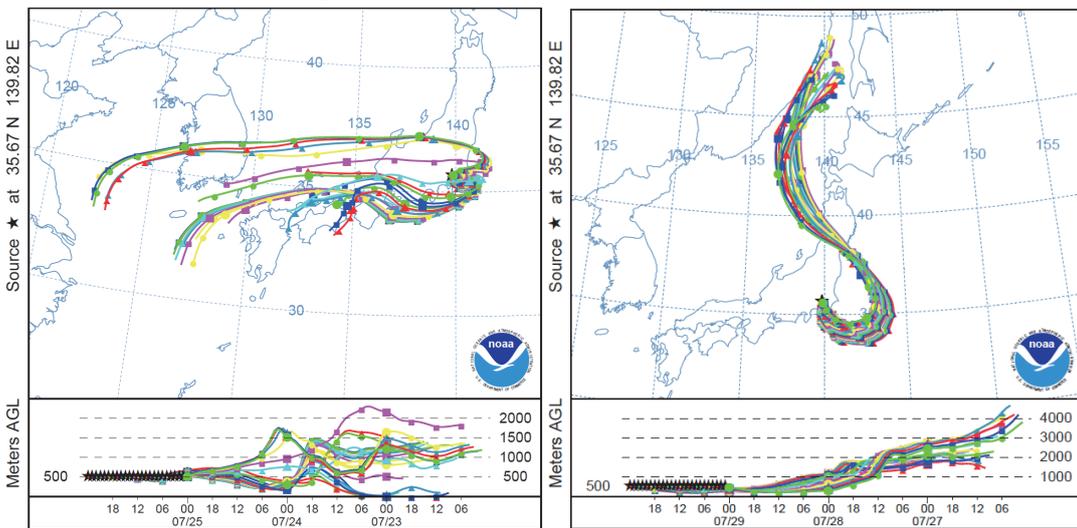


図2 Backward Trajectory 解析結果(左 2014年7月25日9時-翌9時、右 2014年7月29日9時-翌9時)

7/29 はシベリア地方からの気塊が流入しており、森林火災の影響を受けている可能性がある。

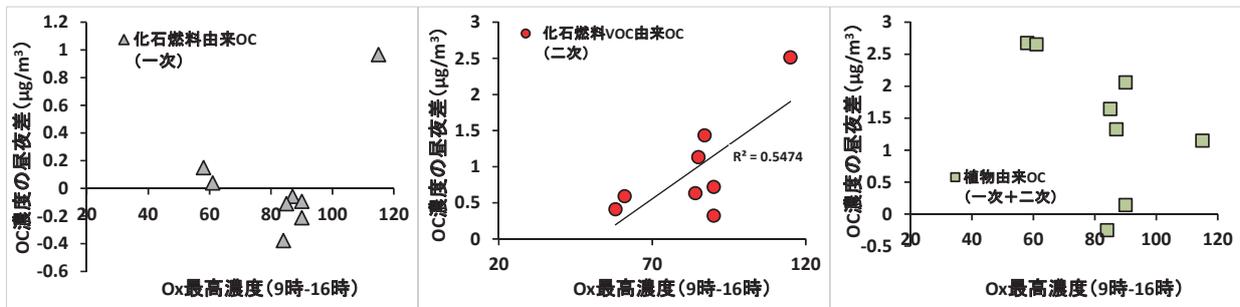


図3 昼夜のOC 寄与濃度と光化学オキシダント(Ox)日最高濃度との関係

化石燃料由来(二次生成)のOCはOx濃度が上昇すると昼に増加する傾向が見られ、光化学反応によるVOCの二次生成の影響が示唆された。