

[自主研究]

微小有機成分粒子の一次排出および二次生成の寄与割合推定に関する基礎的研究

長谷川就一 米持真一 梅沢夏実 松本利恵 佐坂公規

1 背景と目的

微小粒子状物質(PM_{2.5})の濃度は年々低下してきているものの、現状では環境基準を達成できていない。PM_{2.5}を構成する主な成分のうち、元素状炭素(EC)は燃焼起源だが、有機炭素(OC)は発生源が多種多様であり、野焼き等のバイオマス燃焼起源に関する動態解明や寄与の把握、また、二次生成の寄与の把握が遅れている。そこで、本研究では、バイオマス燃焼起源及び二次生成の指標となるレボグルコサン及び水溶性有機炭素(WSOC)を測定し、微小有機成分粒子の発生源を適切に推定するための手法検討やデータ収集などの基礎的な研究を行う。

2 方法と結果

秋季(2011年10~12月)と夏季(2012年7~9月)に、騎西において日単位でサンプリングを行い、熱分離・光学補正法(IMPROVEプロトコル)によって、ECとOC、および抽出水を含浸・乾燥させた試料によりWSOCを分析した。図に期間平均の濃度を示す。この期間にPM_{2.5}が短期基準(日平均35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)を超過した日数は秋季に9日あった(夏季は0日)。PM_{2.5}濃度(期間平均)は、秋季19.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、夏季11.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と秋季の方が高かった。ECとOCはいずれも秋季の方が2倍近く高く、秋季と夏季のPM_{2.5}濃度差の半分程度はECとOCによるものだった。ECをバイオマス燃焼の寄与が大きいとされるchar-ECと化石燃料燃焼の寄与が大きいとされるsoot-ECに分けて見ると、soot-ECは秋季と夏季とで同程度だが、char-ECは夏季よりも秋季の方が4倍程度高かった。このため、秋季はバイオマス燃焼の寄与増大によってPM_{2.5}の濃度が高くなることが示唆された。

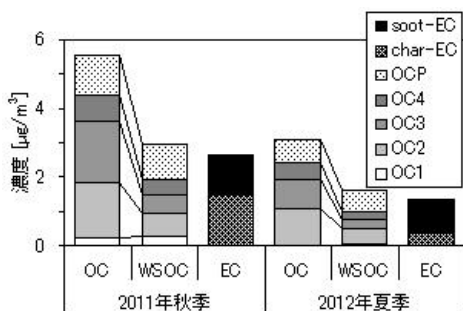


図 各期間のEC、OC、WSOCの平均濃度

一方、WSOCも夏季より秋季の方が2倍近く高かったが、WSOC/OC比は同程度(約5割)だった。OCとWSOCはいずれも、揮発温度を4つに分け(OC1~OC4)、さらに熱分解による炭化分(OCP)も求めている。これらのフラクション別にOCとWSOCを比較すると、OCPの8割以上、OC4(550°C)の4割(夏季)から5割(秋季)程度、OC2(250°C)とOC3(450°C)の3~4割をWSOCで占めており、夏季と秋季とで特徴は大きく異ならなかった。しかし、WSOC濃度は夏季より秋季の方が明らかに高いことから、WSOCがバイオマス燃焼から発生している可能性が考えられる。

PM_{2.5}が特に高濃度となった11月3日および5~6日(日平均値50~70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)について考察すると、このときは弱風で大気が安定または中立であった。また、char-ECが3~5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (秋季の期間平均の2~3倍)、OCが9~19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と非常に高く、WSOCも高かった。K⁺なども高かったことから、大気が滞留しやすい気象的要因に加え、バイオマス燃焼の寄与が大きかったと推測される。

一方、農作物残渣(大麦・小麦・稲のわら)の焼却実験によるPM_{2.5}試料を採取し、ECとOCを分析したところ、OCの方が数倍から数十倍高かった。char-ECは、大麦わら・稲わらでECの8割以上を占めていたが、小麦わらでは検出されず、soot-ECのみで構成されていた。このように、char-ECは種類によって異なっていた。一方、OCフラクション割合は種類に関わらずほぼ一定しており、揮発温度が低いOC1とOC2で約7割を占めていた。

また、レボグルコサンの前処理条件を検討した。抽出溶媒について、アセトンでジクロロメタン/ヘキサン混合と同等の抽出効率を得られたことから、溶媒の有害性の面からアセトンを選択することにした。また、内標準添加による測定値の再現性に及ぼす詳細な手順などの影響を検討し、最適化を進めた。

3 今後の予定や課題

騎西等における大気試料および発生源試料のレボグルコサン・WSOCの分析を進め、季節変動、地域分布を把握する。これらを基に発生源寄与率計算の準備・試行を行う。