

[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 城裕樹* 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、環境基準達成率は十分でない。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)の発生源は多種多様であり、野焼き等のバイオマス燃焼起源粒子の動態解明や寄与の把握、また、二次生成粒子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

2.1 秋季と夏季の炭素成分の比較 2011年の秋季および2012年の夏季と秋季に、騎西においてそれぞれ日単位のサンプリングを約2か月間行い、熱分離・光学補正法(IMPROVEプロトコル)によって、ECとOC、およびWSOCを分析した。WSOCは抽出水をフィルターに含浸・乾燥させて分析した。図1に期間平均の濃度を示す。期間中、PM_{2.5}が短期基準(日平均35 μg/m³)を超過した日数は2011年秋季に9日あった(他は0日)。PM_{2.5}濃度(期間平均)は、2011年秋季19.3 μg/m³、2012年夏季11.3 μg/m³、2012年秋季12.7 μg/m³と、2011年秋季は特に高かった。ECとOCは夏季に比べて秋季の方が1.4~2倍程度高く、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。主に化石燃料燃焼に由来するとされるsoot-EC(=EC₂+EC₃)は秋季と夏季とで同程度だが、主にバイオマス燃焼に由来するとされ

るchar-EC(=EC₁-OCP)は夏季よりも秋季の方が3~4倍程度、WSOCも1.4~2倍程度高かった。ただし、いずれの時期もWSOCはOCの約5割を占めた。フラクション別に見た場合、OCP(熱分解による炭化分)の8割以上、OC₄の5割前後、OC₂とOC₃の3~4割をWSOCが占めており、秋季と夏季に大きな差は見られなかった。

2.2 バイオマス燃焼の発生源組成 農作物残渣(大麦わら・小麦わら・稲わら)の焼却実験により採取したPM_{2.5}試料のWSOCを分析した結果、WSOC/OC比は0.4~0.5であった。また、実際に稲殻を焼却している現場の煙から採取したPM_{2.5}試料のWSOC/OC比は0.5~0.7であった。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・稲殻では検出されなかった。

2.3 秋季と春季のバイオマス燃焼の影響 2011年秋季(11月7~17日)と2012年春季(5月10~15日)に、騎西とさいたまにおいてそれぞれPM_{2.5}試料を採取し、レボグルコサンを分析した。試料をジクロロメタン/メタノール混合溶媒で抽出し、10%BSTFA-TMCSと70℃で2時間反応させて誘導体化後、GC-MSで分析した。2011年秋季のレボグルコサン濃度は2012年春季に比べて騎西で3.5倍、さいたまで2.5倍高く、バイオマス燃焼の影響は秋季に大きかった。また、騎西はさいたまに比べて秋季で2.3倍、春季で1.7倍高く、バイオマス燃焼の影響は県北部で相対的に大きいことが示唆された。PM_{2.5}日平均値が47~63 μg/m³と特に高濃度となった3日間を含む2011年11月1~7日について考察すると、OC、WSOC、レボグルコサン、char-EC、K⁺はいずれもPM_{2.5}の上昇に伴って高い傾向が見られ、レボグルコサンとWSOC、char-EC、およびK⁺がそれぞれ正の相関を示していた。

3 まとめと今後の予定・課題

レボグルコサンの結果から秋季はバイオマス燃焼の影響が大きく、またバイオマス燃焼から発生したWSOCの影響も示唆された。WSOC、char-EC、K⁺がいずれも上昇する場合はバイオマス燃焼の寄与が大きいと考えられる。

今後は、さらに大気試料の分析を進めて季節変動、地域分布を明らかにするとともに、バイオマス燃焼の発生源情報を収集し、これらを基に発生源寄与率の算出を行う。

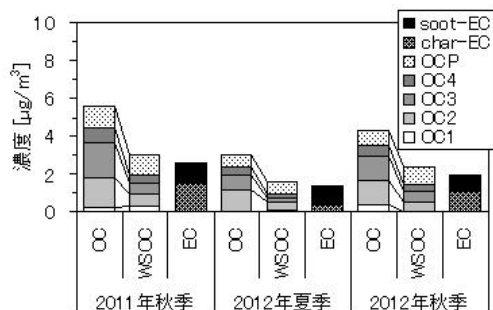


図1 IMPROVEプロトコルにより分析した各期間のEC、OC、WSOCの平均濃度