【5-1403】有機マーカーに着目したPM_{2.5}の動態把握と正値行列因子分解モデルによる発生源寄与評価 (H26~H28 累計予算額 23,877 千円)
研究代表者 熊谷 貴美代 (群馬県衛生環境研究所)

1. 研究実施体制

- (1) 有機粒子の起源解明を目的とした包括的な観測・分析プロトコルの構築 (群馬県衛生環境研究所)
- (2) 正値行列因子分解 (PMF) モデルによる有機粒子の発生源寄与評価 (高崎経済大学)

2. 研究開発目的

効果的なPM_{2.5}の低減対策を立案するためには、各種発生源の寄与割合を把握することが必要であるが、特に有機粒子 (OA) に関しては環境動態や発生源寄与について未解明な点が多い。OAの起源探索に言及した先行研究を概観すると、寄与評価に資するいくつかの有用なマーカー成分が提案されている。本研究では、有機マーカー成分に着目したフィールド観測と、リセプターモデルによる発生源解析を融合させた研究フレーム (図1) により、OAの動態および発生源寄与に関する新たな知見を得ることを目的とした。さらに、本研究では、有機マーカー成分を含むPM_{2.5}の観測・解析手法を全国の自治体に普及すべく、地方自治体が行う『微小粒子状物質に係る常時監視成分分析調査』の枠組みの中で実施可能な有機マーカー成分の観測・分析プロトコル、およびそれらを用いたリセプターモデリングの確立も目指した。

サブテーマ (1) では、大気フィールド観測をメインとし、PM_{2.5}中の有機マーカー成分の多成分分析法の確立、立地環境の異なる3地点における有機マーカーを含むPM_{2.5}観測データセットの取得、有機粒子を中心としたPM_{2.5}各種成分の挙動に関する地域的、季節的特徴の把握を目的とした。また、有機マーカー成分を含むPM_{2.5}の観測・解析手法のマニュアル化も目指した。

サブテーマ (2) では、サブテーマ (1) で得られた観測データを基に構築した解析データセットに対して、正値行列因子モデルを適用し、有機エアロゾルの発生源セクターへの割り当てと寄与の定量的な評価を目的とした。

3. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

本研究において、これまで知見が十分に得られていなかったPM_{2.5}中の有機粒子に関して、関東の都市、郊外、森林における各種有機マーカー成分の季節的、地域的な特徴を明らかにした。例えば、都市および郊外地点では、バイオマス燃焼の影響が寒候期を中心に大きくなることが明らかとなった。また都市地点においては、調理や自動車などの有機マーカーが相対的に高いという特徴が見られた。暖候期では、SO₄が増加する傾向にあり、ジカルボン酸組成の違いから関東内陸 (本研究における森林、郊外地点) の方が粒子のエージングが進行した状態であることが分かった。イソプレン由来BSOAは暖候期に増加する傾向があり、特に森林地点においてはその傾向が顕著であることが明らかとなった。 α -ピネン由来BSOAと併せて、自然由来の二次生成有機粒子が無視できない割合で存在することが示された。

これまでの研究では、PM_{2.5}中の有機粒子 (OA) の発生源寄与について定量的に評価を行うことが困難であったが、本研究では有機マーカー成分を加えたリセプターモデリングによって、バイオプライマリー (BPOA)、モノテルペン由来BSOA、イソプレン由来BSOA、調理、都市ローカルOA、バイオマス燃焼等の複数の発生源寄与を定量的に評価することができた。フィールド観測とリセプターモデリングを組み合わせたPM_{2.5}の発生源寄与評価に関する研究例は国内では非常に少なく、本研究で確立した手法は全国の他の地域に応用が可能である。

本研究で得られたPM_{2.5}観測データセットと、発生源寄与解析で得られた寄与濃度データは、有機

粒子の予測精度の向上が課題とされているシミュレーションモデルの精緻化に資する学術的価値を有している。

(2) 環境政策への貢献（研究代表者による記述）

<行政が既に活用した成果>

本研究で確立したPM2.5中の有機マーカー多成分測定法については、これまでに学会発表の他、全国の地方環境研究所職員が参加する研究発表会、国立環境研究所と地方環境研究所のⅡ型共同研究などの場を通じて情報発信をしてきており、複数の地方環境研究所において本手法の導入検討が始められている。

<行政が活用することが見込まれる成果>

本研究で得た都市、郊外、森林地点におけるPM2.5中の有機マーカー成分の観測結果は、観測地点や季節によって有機粒子の化学的性状・発生源は一様ではないことを示しており、今後のPM2.5モニタリング調査のあり方を検討する際に有用な情報になり得る。

本研究では、PM2.5質量濃度の8～9割を12の発生源に割り当てることができた。BPOAやBSOA、バイオマス燃焼、調理など有機粒子に関する発生源についての寄与率を評価することが出来たことは大きな成果である。特に、有機粒子(OA)の発生源寄与率に着眼すると、次のような特徴が認められた。前橋の春季、秋季、冬季ではバイオマス燃焼の影響が大きく、最も有機粒子濃度に影響を与えていた。赤城の春季および夏季ではイソプレン由来BSOAの寄与濃度が顕著に高かった。さいたまの暖候期では都市部ローカルOAの影響が、寒候期ではバイオマス燃焼の影響が特徴的であった。PM2.5中のOAに関与する発生源の寄与割合は、前橋では39%、赤城では46%、さいたまでは41%に相当することから、PM2.5質量濃度の低減にはOA関連発生源への対策が有効であると結論付けられた。以上の成果は、我が国における今後のPM2.5低減策を立案する上での基礎資料となる。

本研究で作成した有機マーカー多成分測定マニュアルは、各地方自治体で実施されている大気汚染常時監視調査(PM2.5成分調査)に適用できる手法であり、地方環境研究所の既存の設備で実施可能なものである。これにより、本研究の観測・発生源寄与解析手法が全国の地方自治体に普及すれば、有機粒子に関する知見が集積され、今後のPM2.5発生源対策のあり方、対策効果の予測などの検討がより密に展開していくことが期待される。

4. 委員の指摘及び提言概要

これまで十分な実測データが得られていない有機エアロゾル成分の測定法を確立し、マニュアルにまとめた点は高く評価できる。有機マーカーを加えることで、PMFによる起源推定もより精緻になったのは重要な成果である。地環研による研究成果として高く評価できる。

一方で、OA以外の起源が半分以上を占めているので、PM2.5の効果的な削減対策を提言するには、全体のうち、制御可能な発生源を特定することが必要ではないか。多くの口頭発表があるが、論文としての誌上発表が望まれる。

5. 評点

総合評点：A