

## 兵庫県における微小粒子状物質の成分分析と発生源解析

○常友大資<sup>1)</sup>、中坪良平<sup>1)</sup>、平木隆年<sup>1)</sup>、島正之<sup>2)</sup>、余田佳子<sup>2)</sup>、唐寧<sup>2)</sup>、齊藤勝美<sup>2,3)</sup>  
<sup>1)</sup> 兵庫県環境研究センター、<sup>2)</sup> 兵庫医科大学、<sup>3)</sup> 環境計測

【はじめに】兵庫県における微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の主要な発生源とその寄与割合を推定することを目的として、環境条件が異なる2地点でPM<sub>2.5</sub>の並行測定を行った。測定は1年間4季節において、各季24時間捕集を20日間実施し、質量濃度及び主要成分 (炭素成分、イオン成分、無機元素成分) の分析を行った。得られた成分濃度に Positive Matrix Factorization (PMF) 解析を適用し、地点別の発生源について解析を行った。

【方法】測定は、兵庫県環境研究センター (神戸、北緯 34.65 度、東経 135.13 度、地上高約 25m) 及び姫路市飾磨市民センター (姫路、北緯 34.80 度、東経 134.68 度、地上高約 30m) において、春季 (2011 年 5 月 10 日～29 日)、夏季 (同年 8 月 4 日～23 日)、秋季 (同年 11 月 2 日～21 日)、冬季 (2012 年 1 月 11 日～30 日) に 24 時間周期で実施した。神戸では Thermo 製 Partisol-Plus2025、姫路では東京ダイレック製マルチノズルカスケードインパクトを装着した NILU フォルダを用いて PM<sub>2.5</sub> を捕集した。フィルタは、PALL 製 Teflo 及び Whatman 製 (PTFE)、PALL 製 2500QAT-UP (石英繊維) を用いた。質量は、環境省が定める標準測定法であるフィルタ法に準じ、Sartorius 製ウルトラマイクロ天秤 SE2-F を用いて秤量した。炭素成分 (OC、EC) は、熱分離光学補正 (IMPROVE) 法により Sunset Laboratory 製カーボンアナライザーを用いて分析した。イオン成分 (Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Na<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>) は、イオンクロマトグラフ法により DIONEX 製 ICS-2100 を用いて分析した。無機元素成分 (Na、Al、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、As、Mo、Cd、Sb、Pb) は、誘導結合プラズマ質量分析 (ICP-MS) 法により Thermo 製 X シリーズ 2 を用いて分析した。

PMF 解析には EPA が公開している EPA-PMF3.0 を用いた。イオンバランス及びマスクロージャーモデルにおける計算値と実測値の差が±20%以上ある結果は除外し、神戸 (春季・夏季) 及び姫路 (全季節) の結果をまとめて解析した。また、無機元素成分について、イオン成分と重複する成分 (Na、K、Ca) 及び検出下限値未満の割合が 20%以上の成分 (Sc、Ti、Cr、Mo) は解析対象外とし、検出下限値未満の割合が 2～20%の成分 (Fe、Ni、Cu、Zn) については不確かさを 3 倍に調整した。PMF 解析における繰り返し計算の安定性等を考慮し、因子数を 7 に決定した。

【結果と考察】図 1 に、抽出された各因子の組成 (因子プロフィール) を、因子間の相対比で示した。これらより、因子 1 が硫酸系二次粒子 [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>]、因子 2 が硝酸・塩酸系二次粒子 [Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>]、因子 3 が自動車・道路粉じん [OC、EC、Sb]、因子 4 が重油燃焼 [EC、V、Ni]、因子 5 が石炭燃焼 [Mn、Fe、Cu、Zn]、因子 6 が土壌粒子 [Ca<sup>2+</sup>、Al]、因子 7 が海塩粒子 [Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>] を表す因子と解釈された (大括弧内は主要な指標)。

図 2 に、各因子が PM<sub>2.5</sub> 質量濃度に及ぼす寄与割合を示した。PM<sub>2.5</sub> 質量濃度には長距離輸送される硫酸系二次粒子の影響が大きく、全期間において寄与割合が最大を示した。また、神戸では重油燃焼の寄与割合が大きいのにに対し、姫路では自動車・道路粉じんや石炭燃焼の寄与割合が大きかった。以上より、PM<sub>2.5</sub> は様々な発生源から複合的に生成しており、兵庫県内において広域的な汚染だけでなく、地域的な汚染も存在していることが考えられた。

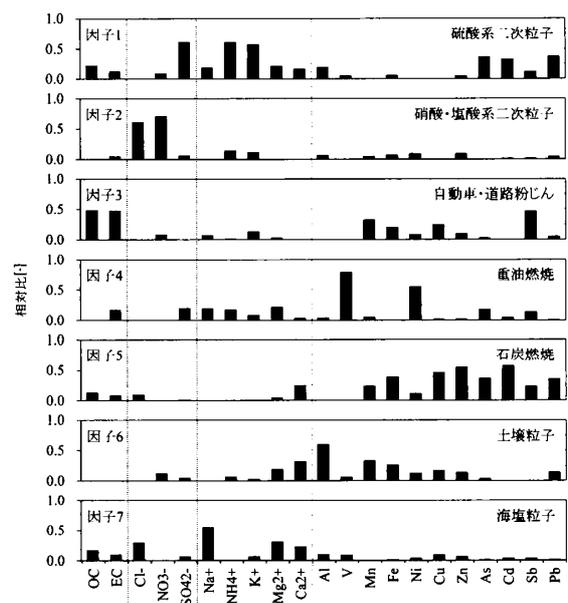


図 1 PMF 解析で抽出された各因子の組成

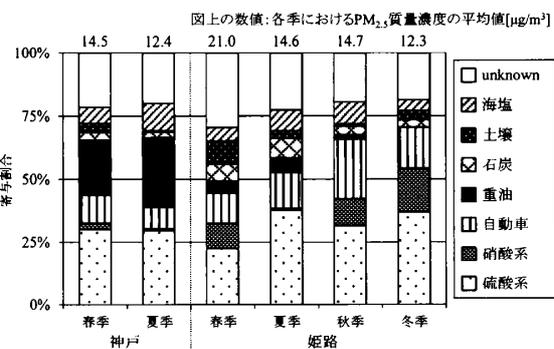


図 2 各因子が PM<sub>2.5</sub> 質量濃度に及ぼす寄与割合

【謝辞】本研究の一部は、環境省・環境研究総合推進費 (課題番号: C-1005) の支援を受けて実施した。