

PM_{2.5} や大気降下物が宍道湖の元素負荷量に与える影響の解明

地域環境科学科 准教授

鈴木 美成

研究成果の概要

【目的】中国を中心とする東アジア地域では、近年急速な経済成長と工業化を遂げてきた。それに伴い窒素酸化物や硫黄酸化物、または浮遊粒子状物質等の大気汚染物質の排出量が増加し大気環境の汚染が深刻化している。日本国内に於いても、一部の微量元素を含む有害大気汚染物質が法律により選定・規制される事態となり、これらの環境中への排出低減は大きな課題である。環境中の大気粉塵に含まれる元素のパターンを解明することで、物質の起源を特定でき、有害なものについては優先的に規制することが可能となるため、環境改善を行う上では有効的な方法とされる。従って本研究では、島根県松江市の大気降下物および粒径別の大気中粒子状物質を捕集して 66 元素の網羅的解析を行い、排出源を解明することを目的とした。

【試料と方法】島根大学の生物資源科学部 1 号館の屋上にて、4 月よりポリタンクを設置して 1 ヶ月間毎に大気降下物を捕集した。また、10 月からはマルチカスケードインパクターサンプラー (MC-20-1025, 東京 Dylec 製) を用いて粒子状物質の捕集も実施した。前処理として、試料にフッ化水素酸、硝酸、過酸化水素酸を加え 180 °C のオーブンで 18 時間密閉式高压高温分解した。その後、230 °C のホットプレート上で 1 滴大まで乾固加熱し、硝酸、塩酸を加え再加熱して希釈した後、ICP-MS/MS (8800, Agilent 製) により元素の定量を行った。各元素の濃度から濃縮係数 (enrichment factor: EF) を算出した。EF 値が 10 以下の元素は自然起源、10 以上では人為起源とされており、これによって排出起源の違いを明確にした。計算式は以下の通りとなる。

$$EF = \frac{M_{\text{sample}}/Al_{\text{sample}}}{M_{\text{crust}}/Al_{\text{crust}}} \quad M : \text{element}$$

さらに、SPSS (Version 22.0) を用いてクラスター解析及び相関分析を行い、排出源が類似した元素を分類した。多変量解析はすべてのデータを標準化した後に行った。また、HYSPLIT モデル (NOAA) を利用した後方流跡線解析も合わせて実施し、松江市に到達した空気塊の通過経路を調べ、元素の季節変動に着目した。

【結果と考察】クラスター解析による結果では、自然起源のグループとしては海塩粒子 (Na, K, Mg, Sr, B, S) と土壌粒子 (Ti, Sc, 希土類元素) に分かれた。人為起源のグループとしては鉄鋼工業 (Ca, Mn, Fe, Ni, Zn), 化石燃料や廃棄物の燃焼・焼却 (V, As, Se, Cd, Sb, Pb), 自動車部材と排気ガス触媒 (Cu, Ba, Rh, Pt) に分類された。人為的な排出源と考えられる廃棄物焼却・自動車関連の元素においては EF 値が 10 以上を示した。また、土壌粒子は春季に、燃焼系を起源とする元素は冬季にフラックスが高くなる傾向があった。さらに、流跡線解析の結果より、これらの土壌粒子起源および燃焼系起源の元素は中国大陸からの黄砂飛来と長距離越境汚染の影響があると示唆された。

本研究では、多変量解析をはじめ濃縮係数算出や流跡線解析により、大気降下物や大気粉塵中の元素の排出起源を推定することができた。人為起源元素の排出も確認され、国内外における日常生活や工業活動による環境汚染の影響は軽視できないことが示唆された。

社会への貢献・その他

1. メディア対応、山陰中央新報、H27 年 9 月 13 日、当研究室で行っている「PM_{2.5} に含まれる重金属のリアルタイム分析」の紹介
2. メディア対応、山陰中央新報、H27 年 11 月 1 日、山陰中央新報の連載企画「研究室への扉 山陰の大学は今」の取材に当研究室における研究の取組を紹介