

PM2.5 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

目 的

アジア地域では、火力発電所・工場・自動車等による石炭や石油の燃焼などによって、様々な大気汚染物質が大量に放出されており、その排出量は経済成長に伴って急増している。このような背景から、中国を含むアジア大陸から日本への越境大気汚染問題は以前から調査はされていた。そこに、2013年1月には北京などの中国の広範囲の都市域において非常に高濃度な微小粒子状物質 (PM_{2.5}) が観測され報道されたことが1つの契機となり、日本でも PM_{2.5} の大気汚染問題が様々な報道機関で取り扱われ、社会的な話題となった。日本海側に位置する島根県松江市にも中国からの影響が及んでいると考えられ、市民の PM_{2.5} に対する関心も高い。そこで、本研究では PM_{2.5} を含む大気降下物を研究対象とし、島根県に飛来する北東アジアにおける越境大気汚染の影響ならびに宍道湖への元素負荷量を把握することを目的とした。

研究成果

本研究の調査対象となる大気降下物を島根大学生物資源科学部1号館の屋上にて漏斗を装着したポリタンクを用いて1ヶ月ごとに捕集した。捕集した大気降下物はホットプレート上で加熱蒸発させ、フッ化水素・硝酸・過酸化水素をそれぞれ加え、180℃のオーブンで12時間密閉式高压高温分解した。その後、再び230℃のホットプレート上で1滴大まで乾固加熱し、超純水を用いて最終的に50gに希釈し測定試料とした。測定試料は適宜希釈し、ICP-MS/MS (8800, Agilent 製) によって64元素の分析を行った。測定試料中の元素濃度 (g L⁻¹) は、捕集期間及び捕集面積で除して、各元素のフラックス (g m² day⁻¹) として示した。加えて、大気降下物中の元素成分が自然起源の元素か人為起源の元素かを評価するために濃縮係数 (EF) を用いた。なお、EFは次式を使って算出した。

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

また、本研究では HYSPLIT モデルを用いた後方流跡線解析を行い、松江市に流れ着いた空気塊の通過経路を6時間毎に推定し、世界を14のエリアに区分して各エリアの通過回数を定量化し元素フラックスとの比較に用いた。

元素フラックスの季節変化は、EF値が10以下を示す自然起源の元素と10以上を示す人為起源の元素 (ごみ燃却: As, Cd, Pb; 自動車起源: Cu, Zn, Sb など) に分類することができた。さらに、季節変化に着目すると土壌由来の EF<10 の元素 (Al, Ti, Fe etc.) は6月から9月まではフラックスに大きな変化は認められなかったが、10~11月には連続的に増加した。一方で、海塩粒子由来の EF<10 の元素 (Na, Mg, Ca etc.) は10月に最も高濃度になり、これは他の月の4~10倍の値であった。2014年は台風の上陸回数は10月が最も多く、海塩粒子の舞上りの影響だと考えられた。

また、EF>10となった元素は8月と11月に増加しN字型の傾向を示す元素 (Cu, Zn, Sb, etc.) と8月と10月に増加しM字型の傾向を示す元素 (As, Cd, Pb, etc.) に分けることができた。これまでの報告と照し合せると、M型の元素は焼却飛灰に起因しており、N型の元素は自動車走行に起因していると考えられる。とくにSbはブレーキパッドに使用されており、自動車走行の指標元素として多くの報告

がある。また、ブレーキパッドの摩耗により生成される粒径は焼却飛灰の粒径よりも大きいため、降雨によってフラックスが増加すると考えられる。そのため、降水量を比較すると Cu, Zn, Sb など自動車走行と関連が高い元素の季節変化と類似していた。

一方で、HYSPLIT を用いた後方流跡線解析の結果は月によって流跡線が通過する地域が大きく異なっていた。(図 1) 8 月は日本近海および太平洋からの空気塊が松江市に到着したと推定され、中国からの寄与はほとんど認められなかった。一方で、9 月から 11 月にかけて北京が位置する中国北東部を通過する流跡線が増加した。通過地域を定量化したところ、9 月から 11 月にかけて中国北東部を通過する割合は 10 % から 29 % に増加していた。元素フラックスの結果と比較すると土壌起源の元素と最も相関が高く、PM_{2.5} のような人為起源のものではないと推察された。

2014 年 11 月における大気降下物による宍道湖への金属負荷量はほとんどの元素で斐伊川の 1/3 以下であったが、大気降下物由来の Al 負荷量は斐伊川由来の負荷量の 13.8 倍であり、Ti は 3.7 倍、Zn は 1.7 倍であった。また、As は 0.51 倍、Sb は 0.58 倍であり、宍道湖における物質収支を解析するうえで大気降下物を無視できないことが確認された。

社会への貢献

日本海に面した島根県は、黄砂の飛来日も多く越境大気汚染への関心が高い。しかしながら、黄砂と PM_{2.5} を混同して「中国から飛来する悪い物質」と認識しているも市民も多くみうけられる。事実、昨年度に引き続き 2014 年 12 月に山陰中央新報より PM_{2.5} に関する取材を受けた。研究体制が整ったばかりであるので、研究成果を紹介するには及ばなかったが、PM_{2.5} について解説して正しい知識の啓蒙に貢献した。今後は、ホームページにて研究成果の紹介を行うとともに本学の広報活動に積極的に参加することで、啓蒙に繋がると考えられる。

次年度に向けた検討状況

現段階では半年ほどの調査しか行えていないので、より長期の継続した調査を行う必要がある。また、現在の調査体制では、PM_{2.5} を直接調査していないので、カスケードインパクトを用いた粒径別の大気中粒子状物質の調査を行う必要がある。

公表論文

なし

学会発表等

なし

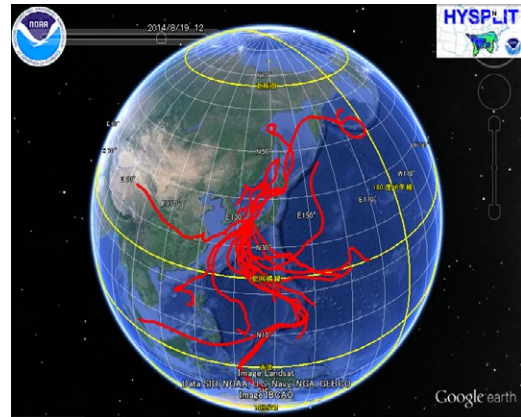
受賞等

なし

外部資金

なし

2014年8月



2014年11月

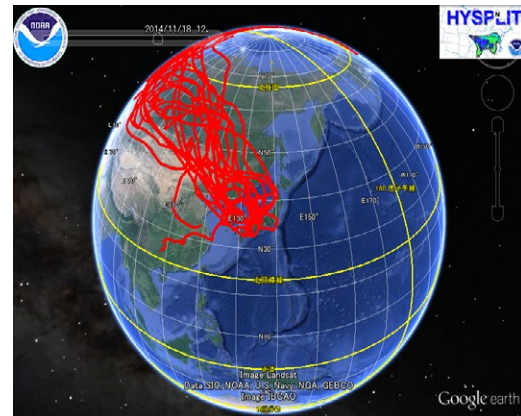


図1 HYSPLITモデルで推定した2014年8月と11月の後方流跡線