

松江市および水俣市の降水中の水銀量の季節変化について

松江工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○青山 直樹
 松江工業高等専門学校 正会員 武邊 勝道
 松江工業高等専門学校 正会員 広瀬 望
 国立水俣病総合研究センター 非会員 丸本 幸治

1. 目的

近年、地球規模での代表的な環境汚染物質として環境中でのメチル水銀の動態に関心が高まっている。一般的に、人のメチル水銀の耐用週間摂取量は $1.6\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重とされており¹⁾、この値を超えた場合には水銀中毒特有の神経症を引き起こす危険性がある。また、メチル水銀による影響は成人期に比べ胎児期の方が大きく、従来の考えよりも低濃度の曝露による胎児の発達への影響が懸念されている¹⁾。

水銀は火山活動及び海面や土壌表面からの揮発などの自然発生源に加えて、化石燃料の燃焼およびゴミの焼却などの人為発生源から大気へ放出されている。人為起源の水銀の大規模な発生が中国で起きており、石炭の燃焼などが代表的な要因として挙げられる²⁾。アジア大陸で発生した水銀は北西季節風により長距離輸送され、日本国内へもたらされている。

本研究では、島根県松江市および熊本県水俣市で降水を採取し、その分析結果を元に、季節ごとの水銀量の変化や観測地点での違いなどから、日本国内への水銀の供給のされ方を明らかにすることを目指す。松江市と水俣市はアジア大陸から近く、季節風の影響を大きく受ける都市である。水銀と同じく人為起源を持つ硫酸イオン及び硝酸イオンとの関係を把握することで、アジア大陸から長距離輸送された水銀の動態を把握できると期待される。

2. 研究の方法

島根県松江市の松江工業高等専門学校の屋上と熊本県水俣市の水俣病情報センターの屋上に、降水の採取装置を設置した。週単位で採取した試料は、国立水俣病研究センターにおいて、水銀量を還元気化一金アマルガム-冷原子吸光分析法で、主要溶存イオン濃度をイオンクロマトグラフィで分析した。

キーワード 大気水銀 降水組成 非海塩性硫酸イオン

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬 14-4 松江工業高等専門学校 TEL 0852-36-5182

3. 結果と考察

松江市と水俣市の2020年9月から2021年12月までの降水中の水銀濃度と水銀降下量の季節変動を図1と図2に示した。水銀濃度の平均は、それぞれ $7.3\text{ng}/\text{L}$ 、 $7.1\text{ng}/\text{L}$ であり、2つの都市で大きな差はなかった。最高濃度は松江市で $25.8\text{ng}/\text{L}$ 、水俣市で $44.2\text{ng}/\text{L}$ であった。いずれも日本の公共用水域及び地下水の環境基準である $500\text{ng}/\text{L}$ の1/50以下であることから、環境への影響は低いと考えられる。週による変動幅が大きく、夏から秋には急に高い値を示す週がある。

水銀降下量では、春季から夏季の時期に多くなる週が見られた。水銀降下量は雨量に大きく依存するため、雨量の多い時期の水銀降下量が多くなったものと考えられる。

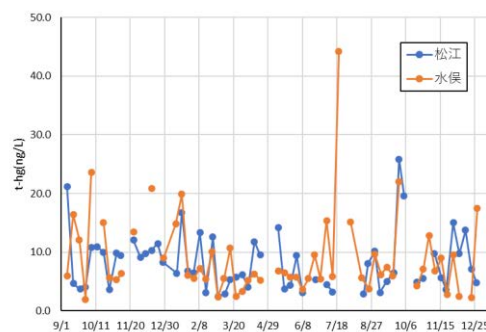


図2 水銀濃度

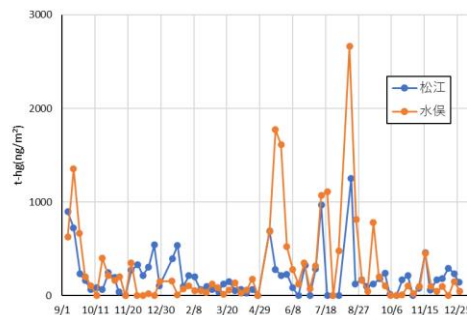


図2 水銀降下量

図3と図4に水銀濃度と非海塩性硫酸イオン濃度(nss-SO_4^{2-})の関係を示した。水銀濃度と非海塩性硫酸イオン濃度は両都市とも秋季から冬季にかけて正の相関関係を示す。このことは中国大陸での石炭の燃焼によって発生したものが、季節風によって松江市にもたらされていることを示すと考えられる。水銀濃度と硝酸イオン濃度については、松江市の春季、秋季、冬季に正の相関関係を示した。一方、水俣市では、季節によらず明確な関係は見られなかった。

両都市の降水中におけるナトリウムイオンと塩化物イオンの濃度は明確な正の相関関係を示すことに加え、その比率は海水の比率と近似している。このため、どちらのイオンもほぼ海水に由来すると考えられる。両都市とも冬季には塩化物イオン、ナトリウムイオン濃度が高くなる週が多い一方で、春季から夏季にかけては低くなる。冬季は強い季節風のもとで海塩を起源とする成分が降水に取り込まれ、降水中の濃度が上昇すると考えられる。

図5と図6に海塩由来と考えられるナトリウムイオンの濃度と水銀濃度の関係を示した。松江市では冬季に正の相関関係がみられた。冬季には、海塩をもたらす季節風が水銀を同時に供給していると考えられる。一方、水俣市ではその傾向は必ずしも明らかでなかった。なお、両都市とも、他の季節でも水銀の降水中濃度や降下量が高い週がある。今後これらの要因について、気象条件などの観点から検討していく必要がある。

4. まとめ

松江市と水俣市で得られた降水中の水銀濃度は日本の公共用水域及び地下水の環境基準よりも大幅に低く、環境への影響は極めて低い。冬季は水銀濃度と非海塩性硫酸イオン濃度の間に正の相関関係がみられたことから、中国大陸での石炭の燃焼によって発生したものが、季節風によって日本にもたらされていると考えられる。今後も継続的に観測を行い、季節変動や地域での差について検討をすすめていく。

参考文献

1) FAO/WHO (2003) Summary and conclusions of the sixty-first meeting of the Joint FAO/WHO expert committee on Food Additives (JECFA)

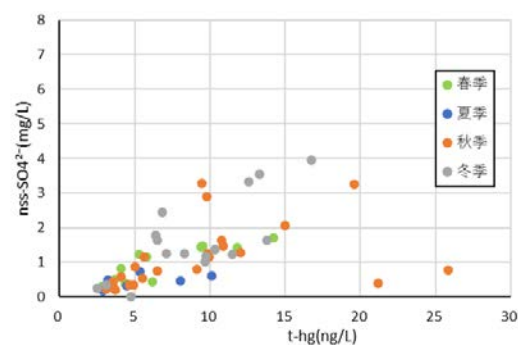


図3 水銀濃度と非海塩性硫酸イオンの関係(松江)

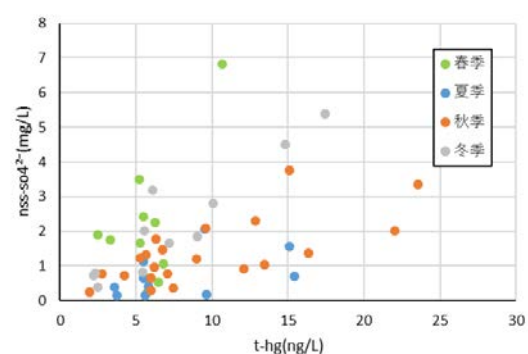


図4 水銀濃度と非海塩性硫酸イオンの関係(水俣)

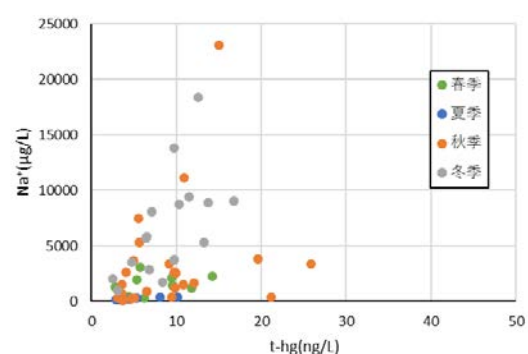


図5 水銀濃度とナトリウムイオン濃度の関係(松江)

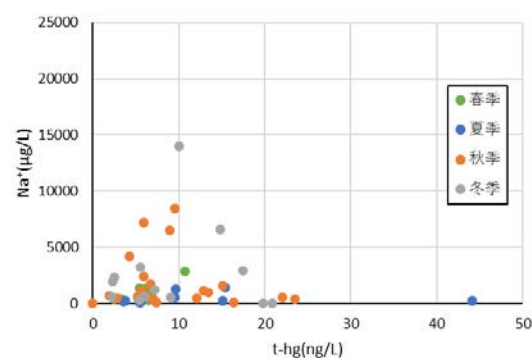


図6 水銀濃度とナトリウムイオン濃度の関係(水俣)

2) Wu et al., (2016) Temporal Trend and Spatial Distribution of Speciated Atmospheric Mercury Emissions in China During 1978–2014, Environ. Sci. Technol. 50, 13428–13435.