

島根の名水百選に含まれているメタロームライブラリーの作製

地域環境科学科 准教授

鈴木 美成

目 的

金属は様々な工業材料に使用されており、産業をはじめとする人間活動に伴う化学物質の環境中への放出が世界各地で多く報告されている。金属元素のなかでも貴金属元素は特異な化学反応活性や広範囲にわたる化学的温度安定性といった特徴を持つため、自動車の排気ガス浄化触媒などの使用量が急速に増えている。そのため、環境中への放出が増加し、ヒトを含めた生態系への影響が懸念されている。

その一方で、必須元素の中には金属元素も多く含まれており、金属は様々な酵素の活性中心として機能している。また、近年の消費者の健康志向・安全志向によりミネラルウォーターやサプリメントの消費量は世界的に増加しており、その含有成分であるミネラル（金属元素）の市場価値は高まっている。島根県は水資源が豊富であるが、ミネラルウォーター関連企業は低価格競争にさらされており、競争力を高めるためには付加価値を与えることが重要である。そこで、県内における水資源中金属データベースを整備することで、差別化が容易になり県内の水関連産業の発展に寄与することができる。

しかしながら、環境中の金属、特に貴金属元素の濃度は1桁 ng/L と極めて低いことに加えて、スペクトル干渉により正確な定量結果を困難であった。そこで、本研究ではトリプル四重極型の誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS/MS）を用いて元素を網羅的に測定する手法を開発し、県内の水資源に含まれる金属の網羅的データベース(metal + ~ome (メタローム))を作成することを目的とした。

研究成果

ICP-MS/MS (8800, Agilent 製) をもちいてスペクトル干渉を取り除くために、最適なガスの種類、流量、 m/z の組み合わせを検討した。NH₃ガスをセルガスに用いた測定では、試験溶液として、1% 硝酸と3% 塩酸を含む Blank 溶液、Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au を1 ng/L を含む PGE 溶液、Na, Mg, Al など56元素を100 µg/L を含む Matrix 溶液、PGE と Matrix の混合溶液を用いた。Q1 を固定し Q2 を +0~+51 まで変化させるプロダクトイオンスキャンを行い m/z の決定を行った。さらに、バックグラウンド等量濃度 (BEC) と検出限界 (DL) を算出することでガスの種類と流量の最適な条件を検討した。

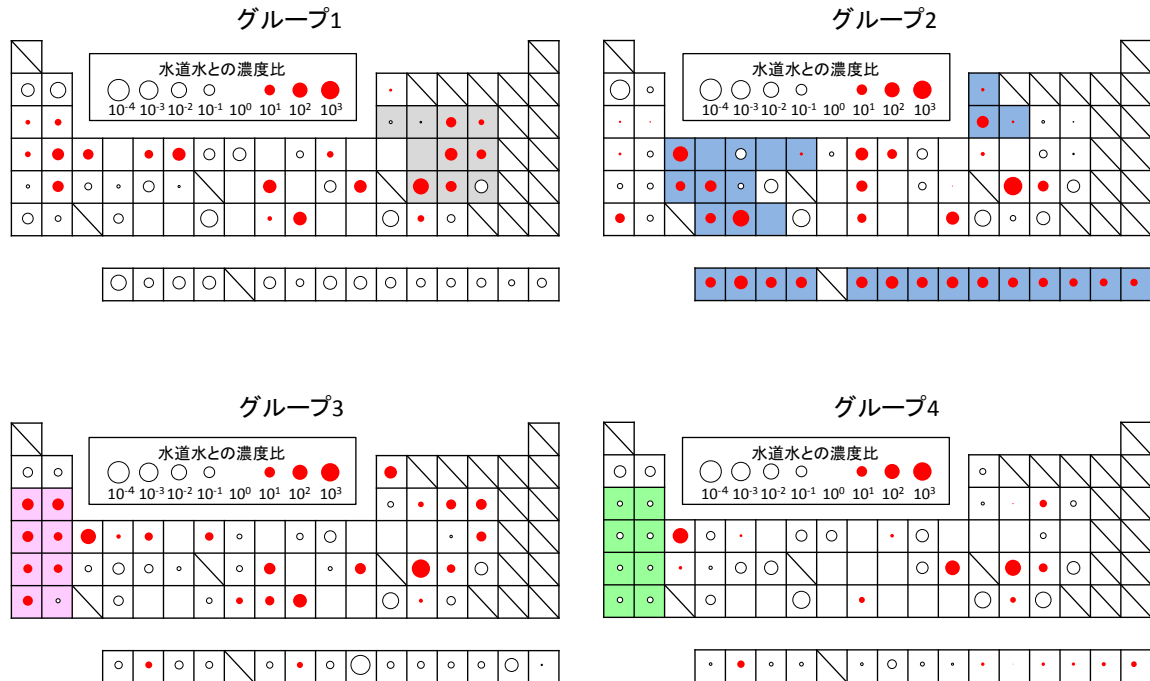
その結果、Rh は Q1 で $m/z=103$, Q2 で $m/z=103$ と設定し、Rh では NH₃ 流量が 10% で測定した時にマトリックス存在下の BEC は 0.01 ng/L と最も低くなり、DL は 0.03 ng/L となった。これらの値は他のセルガスをを用いた値より低くなった。同様に、Ru, Ir, Pt, Au も NH₃ で測定するのが最適であった。

採取したサンプル 50 mL を 0.45 µm の酢酸セルロースフィルターによって吸引濾過し、濾液に 3% HCl と 1% HNO₃ となるように酸を添加し、230 °C のホットプレートで 2 時間半加熱した後、超純水で 50 g に調製した。試料溶液は、ICP-MS/MS を用いて、H₂ ガスで 1 元素を、non gas で 6 元素を、He ガスで 31 元素を、O₂ ガスを用いたマスシフト法で 24 元素を、NH₃ ガスで 5 元素を測定し、分析の妥当性は河川認証物質 (SLRS-5, NRCC) を用いて確認した。認証物質を測定し認証値と実験値を比較したところ、19 元素が認証値と一致し、33 元素については報告値と一致した。

各地点の微量元素を水道水との濃度比として周期表にまとめたところ、4 つのグループに分類できた；グループ 1：オキソアニオンが安定な元素が高い地点；グループ 2：新石元素が高い地点；グループ 3：アルカリ土類金属とアルカリ金属が高い地点；グループ 4：アルカリ土類金属とアルカリ金属が低い地点。これら 4 グループの分布を検討したところ、その分布は地質分布とよく一致していた。さら

に、出雲市付近に高い濃度が検出された元素として Ca, Ru, Os, Ir があげられた。その原因として、出雲市は堆積岩が多くあるので、堆積岩中に含まれていたこれらの元素が風化により水質中の元素濃度が高くなった可能性が考えられた。グループ1の中でも、Sb, Mn, Fe が宍道湖沿いに高濃度が検出された。Sb はブレーキパッドに多く含まれており、自動車起源の指標元素である。自動車の交通量も高く、付近に信号があるために高濃度になったと考えられた。

図1 島根県内の水質における4つの微量元素パターン



社会への貢献

本研究では島根県内の水資源のデータベース作成に主眼を置いているが、水を製造販売する企業との連携も計画されている。ミネラルウォーター業界のニーズを探るために、島根県内のミネラルウォーター関連の企業と打ち合わせを実施したところ、企業からは「安全性に常に気を配る必要があり、現在調べられていない情報として微量元素を測定することは企業としてもニーズがある」ことを確認した。

次年度に向けた検討状況

現在は県内東部の水質について調査が進んでいるため、県西部及び隠岐の島の水質調査を行う。また、温泉水の評価と効能との関係について調査を行う。県内の水関連企業や研究者が利用できるようにデータベースを作成する（すでにエクセルレベルでのデータベースは完成している）。

公表論文

なし

学会発表等

1. 鈴木美成・小南晴之：微量元素を網羅的に測定することによる島根県水資源の評価，島根県食品工業研究会との交流会ー生物資源科学部ミッション報告会・農林水産業の六次産業化プロジェクトセンター報告会ー

受賞等

なし

外部資金

なし