

# 放射性同位体の迅速分析における質量分析技術の進展

○松枝 誠<sup>1</sup>・柳澤 華代<sup>1</sup>・高貝 慶隆<sup>2</sup>  
(所属 1:JAEA、2:福島大学)

ALPS 処理水の海洋放出や放射性廃棄物の処分における環境影響評価など、環境中の放射性同位体 (Radioisotope: RI) の分析ニーズは今後益々高くなると予想される。しかし、多種多様な試料形態、多くの検体数に限られた分析人材で対応する必要があり、分析法自体の迅速化・合理化を推進する必要がある。誘導結合プラズマ質量分析法 (Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry: ICP-MS) は、 $\mu\text{g/L}$  ~  $\text{ng/L}$  レベルの元素・同位体を数分間で一斉検出可能である。しかし、分析対象と同じ質量数を有する物質が定量を妨害するため、妨害物質の含有割合が小さい試料に限定されていた。また、通常の ICP-MS 分析は、液体試料を導入するため、固体試料 (土壌、堆積物など) の場合、数時間から数日程度の分解工程 (酸分解、蒸発乾固、メスアップなど) を経て溶液化する必要があった。我々は、①ICP-MS による RI 計測の適用範囲拡大、②固体の直接分析技術の開発、に取り組むことで RI 分析の迅速化・合理化を目指した。

① ALPS 処理水の主要 7 核種の一つである  $^{129}\text{I}$  の分析は、高価な加速器質量分析法が主流であった。一方、ICP-MS は、環境中に大量に存在する安定同位体ヨウ素 ( $^{127}\text{I}$ ) に装置内で水素が付加した  $^{127}\text{IH}_2^+$  が  $^{129}\text{I}^+$  へと干渉するため、 $^{127}\text{I}$  の含有割合が小さい試料に限定される。本研究では、ICP-MS 内の反応セル内にて  $^{129}\text{I}^+$  と  $^{127}\text{IH}_2^+$  のわずかな大きさの違いによる  $\text{CO}_2$  ガス分子との衝突挙動の差を利用した分離技術を開発した。この技術は、従来より  $^{127}\text{I}$  の含有割合が大きい試料に対する  $^{129}\text{I}$  分析へ ICP-MS の適用を拓げるものである。

② 固体試料の直接分析法として、固体表面にレーザーを照射して ICP-MS へと導入するレーザーアブレーション (Laser Ablation: LA) - ICP-MS 法を採用した。本技術は、試料の前処理が不要かつ  $\mu\text{m}$  スケールでレーザー照射位置をコントロールできる。一方、試料の化学組成により気化効率の変動や元素分別が起こるため、同じ組成の標準試料がないと定量が難しいという課題があった。本研究では、同位体希釈法を組み合わせることで、標準試料が不要の定量技術を開発した。これにより、複雑な化学組成を持つ生体組織 (歯、耳石) 中の極微量元素の分布を、 $\mu\text{m}$  スケールで定量的に可視化することが可能となった。本技術は元素のみならず、RI の迅速定量や分布・移行予測などへの展開が期待できる。

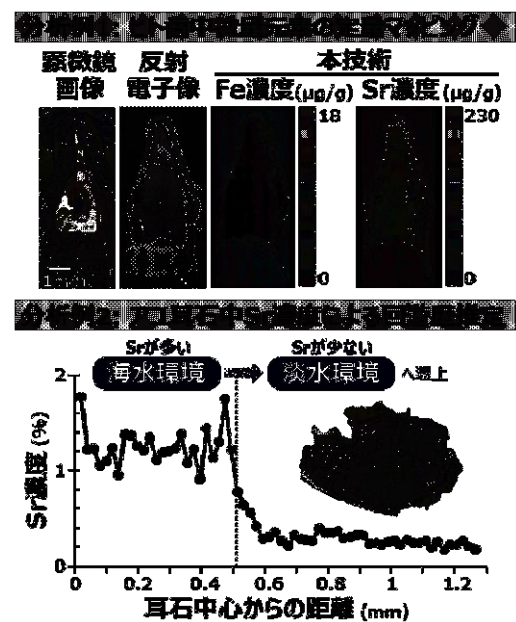


図 本技術による固体試料の分析例

## 参考文献

- [1] M. Matsueda et al., *Anal. Sci.*, **38**, 1371-1376 (2022).
- [2] K. Yanagisawa et al., *Analyst*, **148**, 4291-4299 (2023).