

森本貴裕¹、○谷水雅治¹(¹ 関西学院大学・院・理工)

地球化学分野では、さまざまな環境試料について、微量元素から主成分元素までを一斉に定量することが要求されている。誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)は、幅広いダイナミックレンジと、マトリックスに対する高いロバストネスといった特長を兼ね備えているため、とくに微量元素の定量には欠かせない分析手法となっているが、高い精度と確度で極微量レベルまでの定量を行うには、スペクトル干渉および非スペクトル干渉の影響に注意を払う必要がある。たとえば、上水に利用される河川水や地下水には、いくつかの有害金属元素 (As、Cd、Cr、Pb、Hg、Se など) の $\mu\text{g/L}$ レベルでの定量分析が必要であるが、As や Se、Cr の分析では、プラズマガスであるアルゴンおよび主要溶存元素に由来する ArCl^+ や Ar_2^+ 、 ArC^+ 、 ClO^+ などの多原子分子イオン干渉が観測される。これらの多原子分子干渉は、四重極質量分析部の前段に備えられたコリジョン/リアクションセル内での、運動エネルギー弁別や衝突誘起解離といったイオン-分子反応を利用して低減することが可能となっている。また、2012 年には、コリジョン/リアクションセルの前段にさらに四重極質量分析部を配置した ICP-MS/MS が市販化され、反応性の高いさまざまなガス分子をセル内に導入することが可能となった。ICP-MS/MS では、コリジョン/リアクションセルに導入されるイオンの m/z を 1 質量単位に限定し、セル内で目的元素以外のイオンとの間で起こる副次的なイオン-分子反応を大幅に抑制することができるため、高感度測定が可能となっている。

本研究では、ICP-MS/MS におけるコリジョン/リアクションセルとプラズマ条件の最適化により、上記の As、Se、Cr 分析においてどの程度まで高感度な定量が可能になったのかを解説する。As⁺、Se⁺は、O₂ ガスとの間のイオン-分子反応 (酸化・ハロゲン化反応) により、それぞれ AsO⁺、SeO⁺として検出される一方、干渉イオンである ArCl^+ 、 Ar_2^+ は反応しないため、後段の四重極で除去できる。また、プラズマ条件によりどの程度、多原子分子イオンが低減可能であるか、Cr の定量分析を例に紹介する。

加えて、本発表では ³¹P や ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 同位体比への ICP-MS/MS の応用についても紹介し、ヘテロ原子をふくむ有機化合物の定量や、同位体分析への応用性についても議論する。

High-sensitive quantification of heavy elements through ion-molecule reactions by ICP-MS/MS
Takahiro Morimoto¹ and *Masaharu Tanimizu¹ (¹Kwansei Gakuin Univ.)