

論文賞

平田岳史氏 [東京工業大学大学院理工学研究科, 理学博士]



[対象論文] **New Reduction Technique for Isobaric Interferences on Ba Using ICP-Mass Spectrometry**

[Takafumi Hirata, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, **52**, 171-176 (2004)]

平田岳史氏は、1985年に東京理科大学理学部化学科を卒業後、東京大学大学院理学系研究科化学専門課程に進学し、誘導結合プラズマ質量分析法 (inductively coupled plasma mass spectrometry; ICP-MS) を用いた同位体年代測定法の開発とその太陽系物質への応用により1990年に理学博士の学位を取得した。通商産業省工業技術院地質調査所において、表面電離型質量分析計や真空蒸発実験装置を自作し、炭素化合物（フラレン）や隕石物質の形成過程に関する研究を続けたのち、1993年に東京工業大学理学部・助手を経て現在は同学大学院理工学研究科の助教授として、四重極 ICP 質量分析計とマルチコレクター・セクター型 ICP 質量分析計を武器とした最先端の研究を続けている。地球外物質から生体物質までを対象とした幅広い研究領域への興味と情熱、躊躇なく装置に改造を加えることができるハードに対する強さ、多くの研究者との共同研究など、驚嘆すべき情熱と実行力が平田氏の特徴である。固体試料の微小領域をサンプリングしてプラズマ領域に導入して分析するレーザーサンプリング法に早くから着目し、自らさまざまな開発・改良を行いながら微小領域・超高感度分析を追求している。本論文は、このような妨害元素を除きながら目的元素の同位体比を測定するための工夫から生まれたものである。

概要

ICP-MS の通常の分析条件では、Ba の同位体分析の際に La および Ce は同重体干渉の原因となる。しかし、低出力プラズマ (500 W) を用いると、Ba は Ba^+ として存在するのに対して、La と Ce の大部分が酸化物イオン LaO^+ と CeO^+ となって質量スペクトル上で酸素の質量分だけ移動 (マスシフト) するため、Ba に対する妨害を大幅に除去できることを発見した。酸化物生成比は 200 万倍以上にも増加して、残存する La^+ および Ce^+ 信号がほぼバックグラウンドレベルとなり、Ba に対し 1,000 倍の濃度の La と Ce (各 5 $\mu g/g$) を共存させた場合においても、Ba に対する同重体干渉は分析誤差以内で無視できた。さらに特筆すべき点として、低出力プラズマにおいても、Ba の大きな分析感度の低下は見られず、依然として 10 ppt (parts per trillion: $1/10^{12}$) レベルの超低濃度元素の検出が可能な高感度が維持できたことが挙げられる。これは、特に高い分析感度が必要となるレーザー試料導入法に本法を適用する際に威力を発揮する。また、低出力プラズマによる同重体干渉除去の試みは、コリジョンセルあるいはリアクションセルといった特別な機構を必要とせず、現存の ICP 質量分析装置をそのまま活用できるという利点がある。今後、この低出力プラズマ法をレーザー試料導入法と組み合わせることにより、前駆核種と生成核種が同重体である電子捕獲あるいは β 壊変系を利用した年代測定法による直接年代測定が可能になるものと期待できる。

推薦理由

この論文は同位体比特集号に掲載されたもので、ICP 質量分析計のプラズマ中における元素ごとの酸素との親和力の違いを利用して同重体の妨害除去が可能であることを示した。ICP-MS は高温プラズマ中に測定元素を導入してイオン化と分析を行うが、高温であるがためにイオン化ポテンシャルの違いによらずほとんどすべての元素をイオンにして質量分析計に導入することができるという特徴がある。このことは、逆に分析目的元素以外の同重体イオンもイオン化されて質量分析計に導入されることになり、同位体分析における妨害イオンとなる。このような場合、一般に化学的な元素分離を行って妨害元素を取り除いた後に、ICP-MS で測定する。しかし、レーザーアブレーション ICP-MS とも言われるような、レーザーで試料の微小部分を掘り出し、直接プラズマに導入して測定する測定法などでは、化学分離は行えない。

平田氏は、プラズマに印加するエネルギーを落とすと酸素と結合した分子イオンが増大する欠点を逆に利

用して、同重体イオンを質量分離して測定する方法を開発した。具体的には、Ba に比べて La が格段に酸素と結合した分子イオンを形成しやすいことを利用して、積極的に La の酸化物イオンを生成して酸素の質量だけ重いほうにシフトさせて Ba と分離することにより、Ba と La を化学分離することなく分析する。プラズマへの印加エネルギーを下げると、イオン検出効率が下がることが予想されたが、その低下は 2 割弱程度で、検出感度の高い ICP-MS にとっては十分実用に耐えるものであった。

本論文に述べられた分析方法は、レーザーアブレーション ICP-MS で Ba と La の両方の同位体定量を化学分離なしで可能とするため、地質年代学的に重要な ^{138}La - ^{138}Ba 年代を高い空間分解能で測定して岩石・鉱物の形成と変成過程の解明の研究に道を開くものである。また、このような分析装置の使い方は、元素・同位体の新しい分析方法の可能性を示唆しており、質量分析の発展とその応用に大きく寄与するものであり、日本質量分析学会論文賞に相応しいものと認められた。