

高 貝 慶 隆 氏*

(Yoshitaka TAKAGAI
福島大学共生システム理工学類 准教授)

古 川 真 氏

(Makoto FURUKAWA
㈱パーキンエルマージャパン
プリンシパルアプリケーションケミスト)

松 枝 誠 氏

(Makoto MATSUEDA
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

亀 尾 裕 氏

(Yutaka KAMEO
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究主席)

鈴 木 勝 彦 氏

(Katsuhiko SUZUKI
国立研究開発法人海洋研究開発機構海洋機能
利用部門海底資源センター センター長)



高貝慶隆氏



古川 真氏



松枝 誠氏



亀尾 裕氏



鈴木勝彦氏

* 1976 年宮崎県生まれ。2003 年茨城大学大学院博士後期課程修了(在学期間短縮修了)。日本学術振興会特別研究員 DC および PD を経て、2004 年に福島大学共生システム理工学類講師、2008 年より現職。2013 年より同大学環境放射能研究所(兼務)。その間、日本学術振興会海外特別研究員(兼務・米国ウェイクフォレスト大学)。2011 年日本分析化学会奨励賞受賞。

【業 績】

放射性ストロンチウムの迅速分析装置の開発

高貝慶隆氏、古川 真氏、松枝 誠氏、亀尾 裕氏、鈴木勝彦氏らのグループは、放射性ストロンチウムの迅速分析装置(以下、本装置と記す)を開発した。本装置は、東京電力福島第一原子力発電所事故を端緒として開発され、高周波誘導結合プラズマ-四重極質量分析(ICP-QMS)を基軸とする放射性ストロンチウム(^{90}Sr)の自動分析装置である。この装置は、オンラインカラム分離¹⁾、ダイナミックリアクションセル(DRC)¹⁾、混合ガス効果²⁾、内標準補正シグナル積算法³⁾、定量・回収率同時測定法(スプリット法)⁴⁾の機能を複合し、 ^{90}Sr の定量分析に特化したものである。以下、高貝氏らの業績を紹介する。

^{90}Sr の公定分析法である文部科学省法[シュウ酸沈殿-ミルク-低バックグラウンドガスフロー法(LBC法)]では2週間~1か月の分析時間を要するが、開発した自動分析装置では最短10分*で測定することができる[*注)測定時間は注入する試料量に依存し最大で40分程度]。また本装置は、 ^{90}Sr の質量分析において最大の課題となる同重体の分離を、容易に解決できるという特長を有する。つまり、 ^{90}Sr (半減期29年)は、娘核種 ^{90}Y (64時間)および最終生成物(孫核種) ^{90}Zr がいずれも質量数90であり、同重体の関係にある。加えて、 ^{90}Zr は環境中に豊富に存在するため、現存の高性能質量分析計を用いたとしても共存する ^{90}Sr を単離計測することはできなかった。高貝氏らは、装置内に三つの分離機構、すなわち「(1)オンライン固相濃縮分離」、「(2)ダイナミックリアクションセルによる分離」、「(3)四重極MSによる分離」を備えることで、この課題の解決に取り組んだ。それぞれは既存の技術であるが、単独に用いた場合では、この同重体干渉の分離に十分な効果を与えられない。しかし、三つの分離機構を一連のシステムとして稼働させると、それらの効果は相乗的に働き、 ^{90}Sr に対して環境中に 10^{12} 倍存在する ^{90}Zr 同重体の干渉を除去できるこ

とが示された¹⁾。さらに、感度とデータの信頼性を高めるために、(i)混合ガスによる分析感度の増感機構²⁾、(ii)分析精度を高める分析データ補正機構(内標準補正シグナル積算法³⁾)、(iii)一回の試料注入で ^{90}Sr 定量とカラムの回収率を同時に測定する機構⁴⁾、また、(iv)専用の計算解析ソフトウェア「QuickSR」も合わせて開発された。これらを備えることで、熟練したスキルを有する技術者だけでなく、誰でも簡便に運用できる実用性の高い分析装置となった。また、この装置は、放射性的標準物質を使わずに ^{90}Sr を定量することもでき、試料水をオートサンプラにセットするだけの非常に簡便な全自動分析システムである。そのため、原子力災害などの放射能分析において、LBC法のような人間の手を介して前処理-測定を行う方法よりも分析業務従事者の被ばくを最小限に抑えることができ、放射線防護の面でも評価できる。

これまでは、半減期が1000年を下回る短半減期の核種については、質量分析計では実用的な分析はできないとされてきたが、同氏らはこの挑戦的な課題に取り組み、本装置の開発を通じて解決策を実証した。この質量分析技術の短半減期核種への展開ならびに実用的な自動分析システムの開発は、放射性核種の分析分野に大きな影響を与え、すでにこの装置を利用した研究が多数報告されている。また2011年の東京電力福島第一原子力発電所(1F)事故の後、国家的危機にあった1Fの汚染水処理ならびに汚染水の分析業務は、本装置の登場により大幅にスピードアップされ、実用的手法として社会に貢献している。

以上、高貝氏らのグループは、従来の放射能分析やICP-MS分析では達成できなかった分析化学的課題を、化学分離システムや自動化システムとの組み合わせによって打開し、先端分析技術としての新しい可能性を見いだした。先端分析技術賞JAIMA機器開発賞としてふさわしい業績である。

(東京電機大学 保倉明子)

文 献

- 1) *Anal. Methods*, **6**, 355 ('14). 2) *Anal. Sci.*, **34**, 471 ('18).
3) *分析化学*, **66**, 181 ('17). 4) *Anal. Chem.*, **88**, 9397 ('16).