放射化量評価高精度化のための基礎的検討
（1）微量元素の分析法とばらつき

Fundamental investigations for precise estimation of activation
(1) Analysis and uncertainty for determination of trace elements

*木下 哲一[1]，谷本 祐一[1]，小迫 和明[1]，多田 茜[1]，鳥居 和敬[1]，黒澤 到[1]
[1]清水建設株式会社

一般的に普及している化学処理を伴う手法を用いて岩石試料に含まれる主要元素および微量元素の元素分析を行った。分析方法が及ぼす分析値への影響やその注意点、分析値のばらつきなどついて考察を行った。

キーワード：コンクリート，微量元素分析，化学処理，廃炉

1. 緒言

原子炉の運転の伴い生体遮蔽コンクリートなどは放射化される。生成放射能量はコンクリートなどの元素組成、中性子スペクトル、核反応断面積、運転履歴の 4 つのパラメータより計算され、生成放射能は廃止措置計画において重要な役割を果たす。発表(2)における生成放射能は、元素組成のばらつきが大きく影響する。本研究では、一般的に普及している手法を用いて、岩石試料中の主要元素と微量元素の分析を行った。分析値のばらつきやその要因、分析手法による分析値への影響などについて考察した。

2. 試料の分析方法

本研究では複数の機関により岩石試料を化学処理し、主要元素および微量元素の分析を行った。例として Co と Eu の分析に用いた大まかな試料処理法を次に示す。

①硝酸+過塩素酸分解、ろ過、残渣をアルカリ融解、酸に溶解、ICP-MS 分析
②王水+過塩素酸分解、ろ過、残渣をフッ酸分解、過塩素酸の白煙処理によりフッ素を除去、ICP-MS 分析
③フッ酸+硝酸分解、ホウ酸添加によりフッ素をマスク、ICP-MS 分析

3. 結果と考察

「地球化学標準物質」（産業技術総合研究所）の標準岩石 JG-3 を各手法により分析し、元素の公称値との比を図 1 に示す。数十%の割合で含まれる Si や Ca の分析値は公称値に近く、分析方法による差は顕著に見られない。しかしながら、濃度が数 ppm と低い Co、Eu、Cs は分析値のばらつきが大きい。特に Eu は全体的に分析値が低い傾向が見られる上、フッ素が分析値へ大きく影響する。

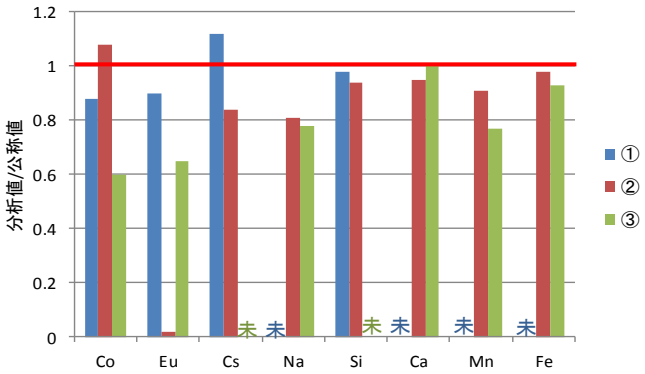

図１　本研究により分析された標準岩石 JG-3 に含まれる元素の公称値との比。「未」は未実施を示す。

これらの結果を踏まえ放射化量見積もりへの影響を考えると、Si や Ca などの主要元素の濃度はコンクリート内での中性子の輸送に強く影響するが、高精度に分析可能であるため、中性子スペクトルは十分な精度の計算ができると考えられる。その一方、Co や Eu などの微量元素の濃度は放射化量に大きく寄与し、ばらつきが大きい上、過小評価気味である。放射化量の見積もりには、本研究におけるこれらの傾向を考慮する必要がある。

*Norikazu Kinoshita[1], Yuichi Tanimoto[1], Kazuaki Kosako[1], Akane Tada[1], Kazuyuki Torii[1], Itaru Kurosawa[1]
[1] SHIMIZU CORPORATION