多重ガンマ線検出法の環境中長寿命放射性核種分析への適用性検討

Applicability of multiple γ-ray detection to long-lived radioactive nuclide determination in environmental samples

*大島真澄[1]，後藤 淳[2]，池部友理恵[1]，瀬戸博文[1]，伴場滋[1]，篠原宏文[1]，森本隆夫[1]，磯貝啓介[1]，
[1]日本分析センター，[2]新潟大学

福島第１原子力発電所の廃炉措置、環境保全等のための迅速・高感度の放射能分析手段として、多重γ線検出法の適用性を調べた。コンパクトな多重γ線検出装置を想定してシミュレーション計算を行った結果、Co-60, Nb-94, Eu-152, Eu-154 の検出限界を 2.6 － 8.2 倍改善できることが分かった。

キーワード：廃炉措置，放射能分析，多重γ線検出法、ピーク対バックグラウンド比、検出限界

1. 緒言

福島第１原子力発電所(1F)事故に伴い施設周辺に放出された放射能分析は、廃炉措置、環境保全等のために緊急の課題となっている。特に、試料が多量なため、迅速・高感度の分析法が望まれる。我々はこれまで原子核物理研究に実績のある多重γ線検出法を中性子放射化分析に適用することで、高分解能、高感度を達成し、その分析性能を大幅に高めることができた[1]。そこで、今回我々は多重ガンマ線検出法の上記放射能分析対象核種分析への適用性を調べた。

2. シミュレーション計算

崩壊γ線を対象とした多重γ線検出法の最近の研究[2]では、従来用いられてきた多検出器の体系よりも、数台の検出器でも密に配置した高検出効率の体系が、検出感度において優れていることがわかった。今回我々は NaI 相対検出効率 40%の Ge 検出器 4 台を束ね、1 台を正対する全 5 台の配置の体系を検討した。

分析対象となる 38 核種のうち、低エネルギーγ線を含むγ線放出核種は約 14 種あり、そのうち多重γ線放出核種は Co-60, Nb-94, Eu-152, Eu-154 の４種である。これらについて多重γ線測定のシミュレーションを行った。放射線シミュレーションコード Geant4.10.2 を用い、1、2 次元γ線スペクトルを生成した。

3. 結果と結論

表１　多重γ線シミュレーション計算結果

核種	Co-60	Nb-94	Eu-152	Eu-154
P/B 比改善度	283	205	12.1	9.8
検出限界改善度	7.4	8.2	6.4	2.6

右表に 1F 周辺の廃棄物および環境試料の放射能分析における測定対象 4 核種のγ線（1332.5 keV(Co-60), 871.1 keV(Nb-94), 964.1 keV(Eu-152), 247.9 keV(Eu-154)）に対する結果を示す。従来の 1 次元法に比べ、2 次元法におけるピーク対バックグラウンド比（P/B 比）は 9.8-283 倍、検出限界値は 2.6-8.2 倍改善することがわかった。よって、多重γ線検出法は上記対象核種 Co-60, Nb-94, Eu-152, Eu-154 の高感度分析に対応できることがわかった。より多くの核種が対象となる燃料デブリ分析への適用も期待される。

参考文献

[1] M. Oshima et al., J. Radioanal. Nucl. Chem. Vol. 271, No.2 (2007) pp. 317-321.

[2] J. Goto et al., J. Radioanal. Nucl. Chem. Vol. 314, No.3 (2017) pp. 1707-1714.

*Masumi Oshima[1], Jun Goto[2], Yurie Ikebe[1], Hirofumi Seto[1], Shigeru Bamba[1], Hirofumi Shinohara[1], Takao Morimoto[1], and Kesuke Isogai[1]
[1]Japan Chemical Analysis Center, [2]Niigata University