

総合講演・報告4「福島原発事故で発生した廃棄物の合理的な処理・処分システム構築に向けた基盤研究」
Basic Studies for Developing Rational Treatment and Disposal System of Radioactive Wastes Generated
by Fukushima Dai-ichi Nuclear Accident

(4) 廃棄物処分研究の成果—高塩濃度及び従来と異なる廃棄物が処分に与える影響評価—

(4) Results of Studies on Radioactive Waste Disposal – Evaluation of Effects of Uncategorized Waste on
Disposal –

* 出光 一哉¹, 小崎 完², 佐藤 努², 新堀 雄一³

¹九大, ²北大, ³東北大

1. 緒言

福島第一原発の廃炉のためには新たな科学的知見の取得と新概念に基づく処理・処分法の研究・開発が必要である。「福島第一原発事故において発生した廃棄物の合理的な処理・処分システム構築に向けた基盤研究」においては、廃棄物性状評価、廃棄物処理ならびに廃棄物処分の研究を様々な角度から進めている。処分研究として、従来と異なる廃棄物が処分に与える影響について実験的に検討を行ってきた。本報告では、高塩濃度環境におけるベントナイト中の核種の移行挙動およびコンクリートとの相互作用、共沈処理によって発生したフェロシアン等の廃棄物の安定性に関する成果について紹介する。

2. 成果

1) 高濃度の塩を含む放射性廃棄物固化体が核種移行に与える影響：高塩濃度ではベントナイトの乾燥密度が低い場合は拡散係数が大きくなる傾向があるが、乾燥密度が高い場合はその変化は小さいこと、Cs⁺については、収着係数とそのエンタルピー、見かけの拡散係数とその活性化エネルギーをそれぞれ求め、低乾燥密度では自由空隙中の拡散が、高乾燥密度では2水分子層状態のモンモリロナイト層間の拡散が支配的である可能性を明らかにした。また、モンモリロナイト端部へのCsの収着挙動を、パイロフィライトを用いた分子動力学計算で検討し、結晶端部に複数の収着サイトが存在することを明らかにした。一方、陰イオンの拡散に関しては、みかけの拡散係数の活性化エネルギーは自由水中の陰イオンのものと同様であることから、ベントナイト自由空隙中を拡散経路としていることが示唆された。高塩濃度ではベントナイト中のモンモリロナイトの膨潤性が低下することで自由空隙が増え、拡散係数の増大が起こる。しかし、陽イオンと同様、乾燥密度が高い場合は、その変化は小さい。

2) 従来とは異なる廃棄物が処分に与える影響：高塩濃度におけるCs⁺とコンクリートとの相互作用については、Ca/Siモル比（C/S比）が0.4に低下してもCSHは安定であること、CSHとCsとの相互作用はC/S比が小さい方が強くなることを明らかにした。処分場の構造物等に利用するセメントがその劣化によってCsの閉じ込め効果を向上させることを示唆する結果を得た。処分場において生成するカルシウムシリケート水和物（CSH）が、高塩濃度においても安定に存在することを、ラマンスペクトルやEuの蛍光寿命から明らかにした。さらに、Cs⁺を吸着したゼオライトや鉄共沈物の処理・処分に関して、実際に使用されているハーシュライトの浸出率が天然ゼオライトよりも高く、セメント中ではハーシュライトが安定でないことを示唆する結果を得ている。一方、フェロシアンに対しては、ある種の微生物はフェロシアンをシアン化物イオン（CN⁻）にまで分解可能であることが確認され、フェロシアンを容器等に入れて直接処分すると、微生物活動によってCN⁻が浸出する可能性を示している。

3. 結言

本研究の結果、高塩濃度環境は低密度ベントナイトにおいて核種の拡散を増大させるが、高密度の場合は影響が小さいこと、高塩濃度環境においてコンクリート中のCSHは安定であり閉じ込め機能を維持することを明らかにした。一方、セメント中ではハーシュライトが不安定化すること、微生物がフェロシアンを分解しシアン化物イオンを発生させる可能性が示唆された。なお、本研究は、科学研究費（基盤研究（S）24226021）の一環として実施した。

*Kazuya Idemitsu¹, Tamotsu Kozaki², Tsutomu Sato², Yuichi Niibori³

¹ Kyushu Univ., ²Hokkaido Univ., ³Tohoku Univ.