

核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化 —酸性水溶液系におけるガラス固化体の分解および模擬核種溶出挙動—

Reduction and Resource Recycling of High-level Radioactive Wastes through Nuclear Transmutation
Decomposition of Vitrified Wastes and Elution Behavior of Simulated Nuclides in Acidic Aqueous System

*鷹尾 康一郎¹, 森 貴宏¹, 上原 章寛², 池田 泰久¹

¹東工大先導原子力研, ²京大炉

高レベル放射性廃棄物ガラス固化体から長寿命核種を分離する手法開発のため、酸性水溶液系での模擬ガラス固化体の分解および模擬核種の溶出を検討した。その結果、処理後には SiO₂ 以外のガラス主成分(B, Ca, Al, Zn, Na, Li の各酸化物)のほぼ全溶解が認められた。また、同時に多くの模擬核種の溶出を確認した。

キーワード: ガラス固化体, 酸処理, 溶出, ImPACT プログラム

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物(HLW)ガラス固化体に含まれる長寿命核種のため、超長期にわたる地層処分場管理が必要となる。当 ImPACT プログラムでは長寿命核種として ⁷⁹Se, ⁹³Zr, ¹⁰⁷Pd, ¹³⁵Cs を選定し、これらの分離・核変換による HLW の大幅な低減・資源化を目指している。特に、我々は既にガラス固化された HLW からのこれら 4 核種の分離・回収について検討を進めている。ガラス固化体はホウケイ酸ガラスを主成分としており、地層処分環境を想定した中性から弱塩基性の領域においては非常に安定であることが知られている。一方、酸性領域における挙動はフッ酸等によるガラス固化体自体の溶解を目的とした検討例以外について我々の知る限り公知の知見は見当たらない。本研究では、各種強酸性水溶液系における HLW ガラス固化体の模擬試料(高模擬ガラス)の分解および模擬核種の溶出挙動について検討を行った。

2. 実験

高模擬ガラス(IHI 製, P/N 5523N17, 約 1 mm 角破碎状, ガラス主成分: Na, Si, B, Ca, Al, Zn, Li、HLW 模擬核種成分: Se, Rb, Sr, Y, Zr, Mo, Mn, Ru, Rh, Pd, Ag, Sn, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd、その他成分: P, Cr, Fe, Ni)と総 H⁺濃度 2 mol·dm⁻³ (= M)の各種強酸性水溶液を 1:15 (g/mL)の固液比で混合し、一定温度に保持した。各時間において液相に溶出した成分を ICP-AES により定性・定量した。また、SEM および XRF を用いて処理後ガラス残渣の表面観察およびガラス中残留模擬核種の定性・定量をそれぞれ行った。

3. 結果と考察

総 H⁺濃度 2 M の各種強酸性水溶液と高模擬ガラスを混合し 90°C で 8 時間保持したところ、固体成分に 35.0 wt%の重量減が認められた。これは SiO₂ 以外のガラス主成分(Na, B, Ca, Al, Zn, Li の各酸化物, 総量: 37.7 wt%)の全溶解にほぼ相当し、液相の成分分析からもこの結果は支持される。SEM 観察の結果、処理後のガラス表面に大きなクラックの発生が多数見られた。各 HLW 模擬核種について液相への溶出率およびガラス中の残存率を求めたところ、特に塩酸-硝酸混合系で Zr, Mo, Ru, Rh 以外がほぼ完全に溶出することが明らかとなった。なお、本研究で扱った全ての条件は HLW の処分環境とはまったく異なるものである。

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)の一環として実施したものです。

*Koichiro Takao¹, Takahiro Mori¹, Akihiro Uehara², Yasuhisa Ikeda¹

¹Laboratory for Advanced Nuclear Energy, TokyoTech, ²Research Reactor Institute, Kyoto Univ.