

シビアアクシデント後の破損・溶融燃料の安定性に関する研究

－TMI-2 溶融デブリ試料と使用済燃料試料からの核種浸出傾向の把握－

キーワード：浸出試験，溶融燃料，使用済燃料，海水，ホウ酸

報告書番号：L15006

背景

軽水炉のシビアアクシデント（SA）が発生した場合、炉心冷却のための緊急措置として海水やホウ酸水を含む冷却水が使用される可能性がある。この場合、破損・溶融した燃料は、炉内あるいは収納容器内で長期にわたって冷却されることになるが、冷却材中に海水成分やホウ酸等が含まれている場合の破損・溶融燃料の核分裂生成物（FP）浸出特性は殆ど明らかになっていない。また、燃料貯蔵プールの燃料棒に破損が生じた場合の、破損・溶融燃料から冷却水への各元素の浸出挙動に関するデータは少ない。このような破損・溶融燃料からの各元素の浸出特性については、米国スリーマイル島原子力発電所 2 号炉（TMI-2）の事故評価データが一部参考となるが、事故の進展具合や冷却水成分等の諸条件によって適用できないものが多い。

目的

本研究では、欧州超ウラン元素研究所（ITU）において溶融燃料または使用済燃料から切り出した試料を異なる水環境（表 1）の下に置く浸出試験を実施し、各元素の浸出特性を明らかにすることを目的とする。

主な成果

1. 使用済燃料試料を用いた実海水浸出試験

主な元素について、浸出試験前の試料中に含まれる初期含有量に対する見かけの浸出量の割合（FIAP : Fraction of Inventory in Aqueous Phase）、および各元素の FIAP 値を母相である U の FIAP 値で除した値である FNU（FIAP normalized to Uranium）を評価し、それぞれの元素の傾向（表 2）を明らかにした。Rb、Sr、Mo、Tc、Cd、Cs、Ba については FNU 値が 1 より大きく、主な浸出源が粒界やボイドなどの溶液と接触しやすい位置に形成された析出相などであることが示唆された。他の測定元素（Y、Zr、Ru、Rh、Pd、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Np、Pu、Am）の浸出割合は母相の U と同程度か、それ以下であることが確認された。また、海水中の浸出試験において、浸出する元素の一部が試験容器内面に吸着または析出層を形成している可能性が示唆された。

2. TMI-2 溶融デブリ試料を用いたホウ酸水浸出試験

欧州の超ウラン元素研究所が保管していた TMI-2 溶融デブリ試料（中央コア部、下部クラスト部）（図 1）をホウ酸水と純水に浸漬させ、核種の累積浸出量の時刻歴が得られた（図 2）。測定元素のうち、Ag、Pu、Ce、Mo および Tc について、試料によって浸出量が異なる結果となったことから、これらの元素は試料の性状により浸出挙動に違いが

あることが示唆された。純水とホウ酸水の試験結果を比較し、溶液の違いによる有意な影響はなく、冷却水へのホウ素の添加が浸出挙動に影響しないことが示唆された(図2)。試料の単位質量あたりから浸出するUの絶対量を比較したところ、TMI-2 溶融デブリ試料と、使用済燃料試料で大きな違いがないことが確認された。

表1 浸出試験における試料と溶液の組合せ

試料	海水	ホウ酸水	純水
照射済燃料	○	—	○
TMI-2 溶融デブリ (コア部)	—	○	○
TMI-2 溶融デブリ (クラスト部)	—	○	○

表2 使用済燃料試料と海水の浸出試験で得られた、試験開始から252日時点におけるそれぞれの核種のFNU値の傾向

FNU値	元素
FNU値>1	Rb, Sr, Mo, Tc, Cd, Cs, Ba
FNU値≒1	Pd, Np, (U)
FNU値<1	Y, Zr, Ru, Rh, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Pu, Am



(a)コア部 (b)クラスト部

図1 TMI-2 溶融デブリ試料の外観

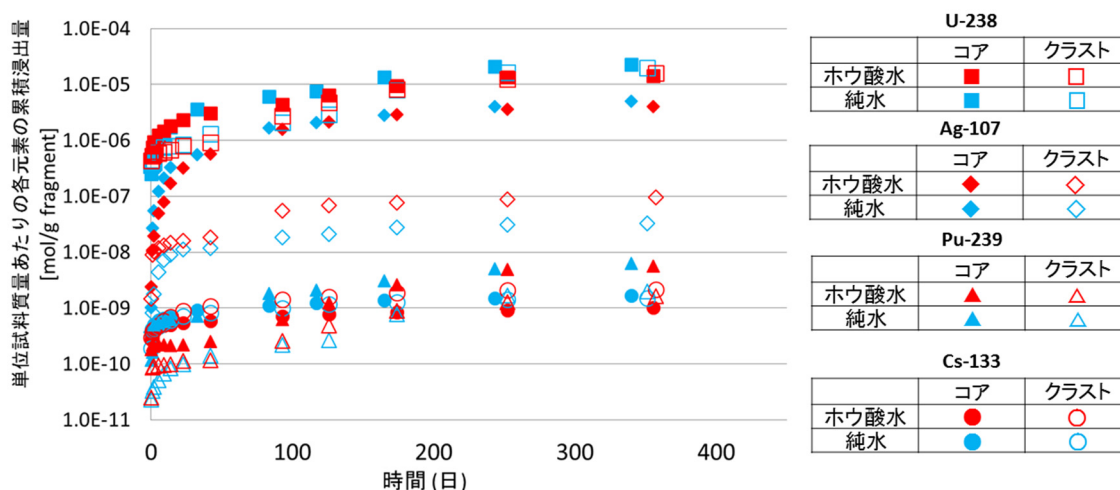


図2 TMI-2 溶融デブリ試料(コア、クラスト)を純水またはホウ酸水に浸漬させたときの、溶液中に浸出した測定核種の累積量を試料重量で規格化した値の時間変化

研究担当者	稲垣 健太 (原子力技術研究所 燃料・炉心領域)
問い合わせ先	電力中央研究所 原子力技術研究所 研究管理担当スタッフ Tel. 03-3480-2111(代) E-mail : ntrl_rr-ml@criepi.denken.or.jp