

2-4 高レベル濃縮廃液蒸発乾固事故時の放射性物質の揮発挙動を評価する —揮発しやすい放射性ルテニウムについて亜硝酸による抑制効果を確認—

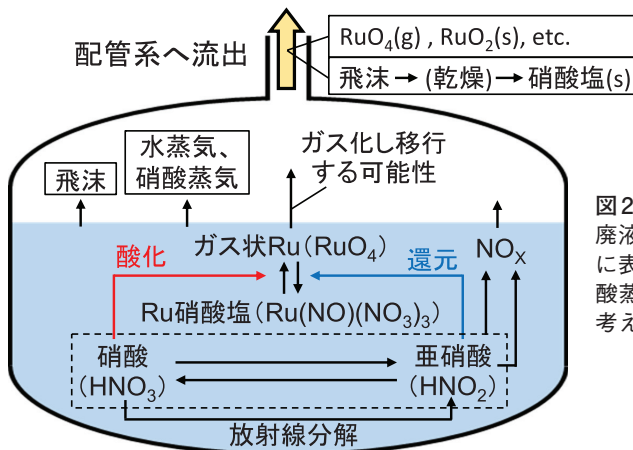


図2-12 蒸発乾固事故時における廃液タンク内のイメージ図
廃液タンクで発生したガスや飛沫等の配管系への流出を模式的に表した図です。蒸発乾固事故時には、廃液からは水蒸気、硝酸蒸気、NO_xに加えて廃液の飛沫、ガス状Ru (RuO₄) が主と考えられる揮発性物質の放出が想定されます。

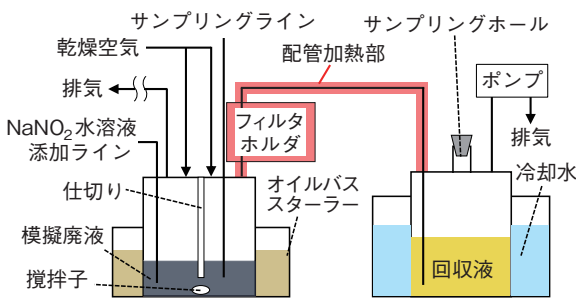


図2-13 試験装置図
模擬廃液を一定の条件（模擬廃液：約103℃で、一定の蒸気発生速度）で加熱しました。乾燥空気を導入しポンプで排気することにより、加熱により発生したガスを回収液まで移行させます。この際、配管の途中でフィルタにより飛沫が捕集され、ガスのみが回収液で捕集されます。仕切りは亜硝酸ナトリウム (NaNO₂) 水溶液の添加時に発生するNO_xの影響を小さくするためのものです。

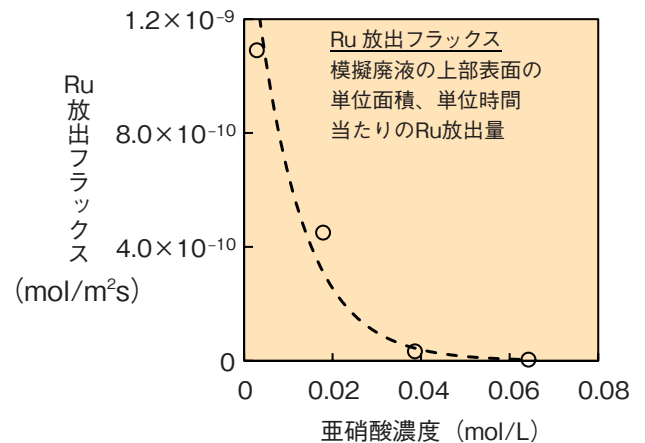


図2-14 亜硝酸濃度とRu放出フラックスとの関係
沸騰中の模擬廃液における亜硝酸濃度とRu放出フラックスの関係を表した図です。模擬廃液中の亜硝酸濃度が高くなることにより、Ru放出フラックスが指数的に小さくなる関係が確認できます。

再処理施設では、使用済核燃料からウラン、プルトニウムを回収した後の放射性元素を含む高レベル濃縮廃液（以下、廃液）を一時貯蔵しています。放射性元素の崩壊熱を取り除くため、廃液は常に冷却されています。電源喪失等によってこの冷却機能が失われ、事故収束の対策が十分機能しない場合、廃液温度が上昇し沸騰、乾固に進展する恐れがあります。この事故は、「高レベル濃縮廃液の蒸発乾固」として、再処理施設における重大事故（設計上の条件より厳しい条件によって発生する事故）の一つとして、十分な安全対策が求められています。

放射性元素のうちルテニウム (Ru) は、廃液中で揮発性の化合物（以下、ガス状Ru）を形成することから他の金属元素と比べて多量に放出されることが報告されています。廃液からRuがガス状の化合物として放出されると、飛沫のようにフィルタで捕集ができないことから、施設外へ放出されるリスクが高くなります。そのため、Ruの放出挙動の把握は、安全評価上重要な検討課題となります。

ガス状Ruは、廃液中のRu硝酸塩が硝酸により酸化されることで形成すると推測される一方、放射線分解によ

り生成する亜硝酸で還元されるため、放出が抑制される可能性が考えられます（図2-12）。

本研究では、沸騰状態下における亜硝酸濃度とガス状Ruの放出の関係を実験的に明らかにするために、模擬廃液（廃液成分を非放射性核種で模擬した溶液）に亜硝酸ナトリウム水溶液を添加することで亜硝酸濃度を一定に維持した条件において、放出されるガス状Ruを捕集してその量を測定しました（図2-13）。

試験の結果を図2-14に示します。模擬廃液中の亜硝酸濃度が高いほど模擬廃液からのガス状Ruの放出が抑制されることが分かります。さらに、亜硝酸濃度の増加に対してRu放出フラックスが指数関数的に減少することも初めて明らかになりました。放射性物質の放出を定量的に評価する上で重要な知見であり、活用が見込まれます。

本成果は、原子力規制委員会原子力規制庁からの受託研究「平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（再処理施設内での放射性物質の移行挙動に係る試験等）事業」の成果を用いて取りまとめたものです。

（吉田 涼一朗）

●参考文献

Yoshida, R. et al., Restraint Effect of Coexisting Nitrite Ion in Simulated High Level Liquid Waste on Releasing Volatile Ruthenium under Boiling Condition, Journal of Nuclear Science and Technology, vol.58, issue 2, 2021, p.145-150.