

“セシウム吸蔵・安定閉じ込め材料の開発に成功”

独立行政法人物質・材料研究機構（理事長：潮田 資勝）環境再生材料ユニットの阿部 英樹 主幹研究員の研究チームは、セシウムを高濃度に吸蔵し、長期間にわたって安定に閉じ込めることができる新しい材料を開発した。本材料は、放射性セシウム同位体の処理技術の進歩に貢献することが期待される。

放放射性セシウム同位体：セシウム 137 は、半減期が 30 年と比較的長く、また水溶性が高いため、熱的・化学的に安定な固体化合物（固化体）に吸蔵させた上で地下深く埋設・貯蔵処分するのが、環境への拡散を防ぐ上で有効であるとされている。しかし埋設処分は莫大な管理コストを要するため、少ない体積で大量のセシウムを吸蔵（高濃度吸蔵）し、さらに外部への溶出を長期間にわたって抑える（安定閉じ込め）ことのできる固化体が求められている。

本研究では、熱・化学安定性に優れた酸化チタン（ TiO_2 ）を固化体として利用することにより、セシウムの高濃度吸蔵を実現した。酸化チタンとセシウムを溶解した酸化モリブデン（ MoO_3 ）熔融体¹を電気分解することによって、チタン酸固化体（単結晶状：太さ<20 μm 、長さ<5,000 μm ）1 cm^3 あたり 1 g の高濃度セシウム²を吸蔵させることに成功した（図1）。さらに本研究では、チタン酸固化体が、セシウムに対して優れた閉じ込め効果を発揮することを実証した。チタン酸固化体のセシウム閉じ込め効果を、水熱条件（150 $^{\circ}\text{C}$ ・閉鎖系）において評価した結果、水熱条件暴露から 1 週間の時点において、チタン酸固化体からのセシウムの溶出率が、標準的な固化体の一つであるホウケイ酸ガラスからの溶出率^{参考}の 1/170 以下に抑えられることが明らかになった（図2）。

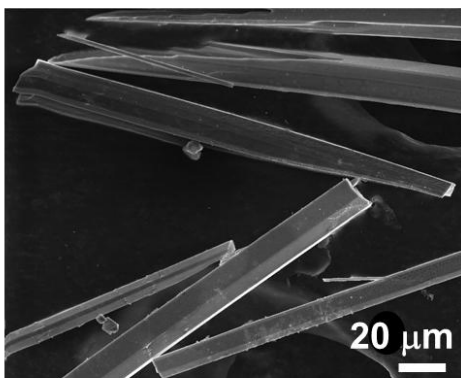


図1 チタン酸固化体の電子顕微鏡像。

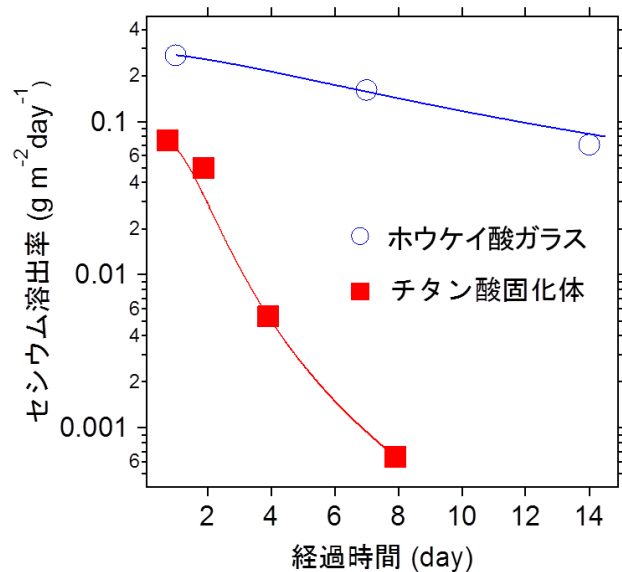


図2 チタン酸固化体からのセシウム溶出率。

チタン酸固化体内部では、 TiO_2 分子が形作るチューブ状のフレームに、セシウムイオンがすき間なく1列に並んで包摂されている（図3）。 TiO_2 フレームに包摂されたセシウムは、水や土壌との接触に曝された場合、1次元配列の端から溶出する。一方、セシウムイオンの1次元配列は、チタン酸固化体単結晶の長軸に沿って切れ目なく続いているため、セシウムの溶出箇所は、針状結晶両端のごく狭い領域に限定される。チタン酸固化体は、特殊な1次元イオン配列と針状形態のおかげで、セシウムの溶出を強く抑制することができる。

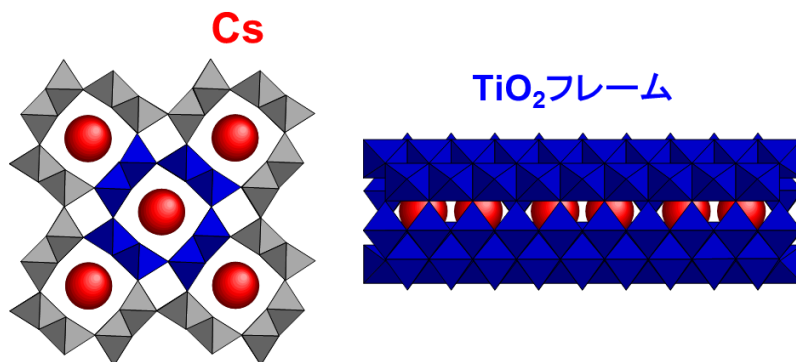


図3 チタン酸固化体の構造図。

高レベル廃棄物には、セシウム 137 だけではなく、ストロンチウム 90 をはじめとする多種類の放射毒性元素が含まれる。最近の試みにより、セシウム同様ストロンチウムも、酸化チタンを溶解した熔融酸化モリブデンの電気分解により、熱・化学的に安定な単結晶チタン酸固化体として処理できることが分かってきた。

酸化チタン固化体の調整は一貫して常圧下で行われるため、実際の放射性セシウム処理に適用した際、処理装置を小型化・簡略化できる利点がある。本技術は、放射性セシウム同位体の処理技術の進歩に大きく貢献するものと期待される。

注1) MoO_3 熔融体は、高融点 ($>1800\text{ }^\circ\text{C}$)・不活性材料である TiO_2 を溶解し、セシウムとの間の反応性を高めるための溶媒として働く。 MoO_3 熔融体の働きにより、常圧・ $900\text{ }^\circ\text{C}$ 前後の比較的穏やかな条件下におけるチタン酸固化体の調整が可能になる。なお、チタン酸固化体に付着・固化した MoO_3 熔融体の残滓は、EDTA (エチレンジアミン四酢酸) 水溶液によって溶解・除去できる。

注2) 1 cm^3 のチタン酸固化体中に、 10 ppb セシウム水溶液 100 トン分のセシウムを吸蔵・安定閉じ込めすることが可能である。

参考) *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* **506**, 901-906 (1998).

<本件に関するお問い合わせ先>

独立行政法人物質・材料研究機構
環境再生材料ユニット 阿部 英樹 (あべ ひでき)
E-mail: ABE.Hideki@nims.go.jp

<報道担当>

独立行政法人物質・材料研究機構
企画部門 広報室
TEL:029-859-2026 FAX:029-859-2017