

# 放射性核種の簡易的除去方法の開発

(ダム貯水池底泥の環境修復資材としての活用)

西日本技術開発 井芹 寧

## 1. はじめに

東日本大地震災害に伴う原発に起因した放射性核種は、当初、その多くがガス状、イオン状として、周辺の大気圏、水圏、地圏に広範囲に放出された。 $^{134}\text{Cs}$ 及び $^{137}\text{Cs}$ 等の放射性Csは土壌粒子に吸着しやすい性質を持つため、長期的には土壌粒子に吸着した形で地圏にトラップされる。その後、一部が、化学的条件変化や微生物、植物根等の生物作用により土壌間隙水に回帰し、生物に取り込まれたり、土壌に吸着された形で大気粉塵や水中濁質やウォッシュロードとして移動し堆積する。

我が国の海域沿岸域の放射性Csの鉛直分布(震災前)の一例を図1に示す。過去の核実験、チェルノブイリ原発事故の痕跡が明確に地層に示されている。放射性Csの分布は、流域からの土砂供給、その堆積・かく乱等の条件、生物活動によるバイオターベーション等により変化するが、その多くが吸着能の高い粘土分画にトラップされ、粘土とともに移動、集積するものと考えられる。水圏を通じて移行する放射性核種は流域圏の土砂移動、特に、微細粒子の動態と密接に関連している。このことは、流域の終末ポイントの一つである下水処理場の汚泥に放射性Csが濃縮されていることにも反映されている。

本研究は、放射性Csの土壌吸着性に着目し、貯水池底泥を活用したCs汚染水の浄化技術の適用性を検討し、放射性Cs吸着粘土粒子の回収による環境修復技術の提案を行うものである。

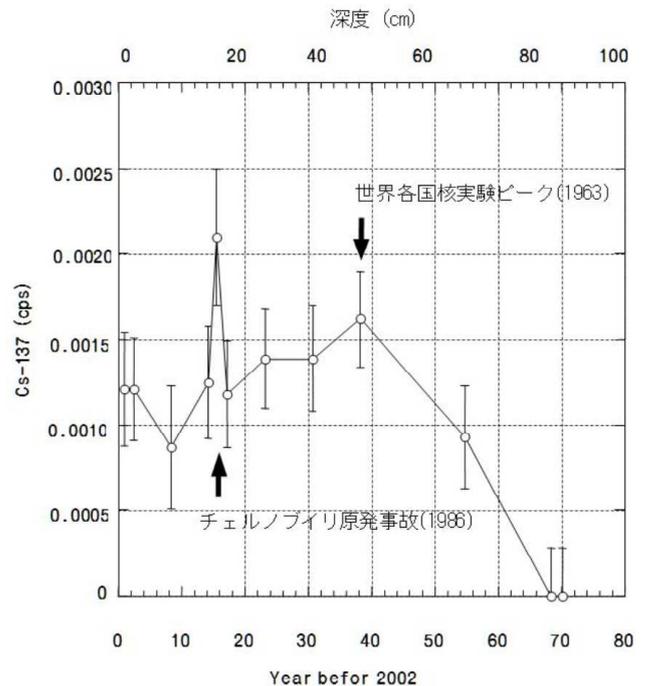


図1 沿岸地域層の放射性Csの鉛直分布

## 2. ダム貯水池堆積泥の活用

セシウムイオン ( $\text{Cs}^+$ ) の土壌吸着性は土壌に含まれる粘土鉱物の物理構造・電気的特性に密接に関連している。特に、バミキュライト粘土はマイナス荷電による $\text{Mg}^{2+}$ と $\text{Cs}^+$ の陽イオン交換性や、イオン半径に適合した層間構造から、 $\text{Cs}^+$ の選択的除去能力が高く、 $\text{Cs}^+$ 吸着材として期待されている。

ダム貯水池は流下時間方向に対し流入土砂に対する自然の分級装置として働き、最深部のダムサイト水域には、均一粒径の粘土粒子が堆積している。一方、ダム堆砂・濁水問題の解決策として、沈積泥の除去、再利用が求められている。今回は、福岡県北部の貯水池の底泥を浄化材として選定し、 $\text{Cs}^+$ 浄化試験を行った。

## 3. Cs吸着量の計測

塩化セシウム及びイオン交換水を使用し $\text{Cs}^+$ として100mg/L含有の吸着量試験水を調整した。試験水100mLに底泥(30°C乾燥泥)を約1g加え、振とう機を用いて1時間振とうした。振とう後の試料を3,000rpmで20分遠心分離を行い、上澄みを採取し、さらに、0.45 $\mu\text{m}$ 孔径のメンブランフィルターで吸引ろ過したろ液を分析試料とした。Csの分析はICP-MSを用いて行った。別途、底泥の含水率を求め、底泥未投入試料との水中のセシウム濃度の差から、資材乾重量としてのセシウム吸着量を算出した。比較吸着資材としてCs吸着能が高いバ

ミキュライト粘土を用いて同様な試験を実施した。表1に実験結果を示す。

貯水池底泥のCs吸着量は11mg/gで、バミキュライト粘土の9.4mg/gを上回る結果が得られた。

表1 Cs吸着量試験結果

吸着資材	吸着Cs量 (mg/g)
貯水池底泥	11
バミキュライト	9.4

#### 4. 荷電処理による粘土粒子回収試験

本研究では浮游性のCs吸着粘土粒子の回収を目的に、チタン電極荷電により濁質の沈降促進作用をもつ荷電処理装置を考案し、粘土粒子の分離に利用した。本システムは沈殿回収物の容量を最小限とするために、凝集剤を使用せず、水への荷電により生ずるpH, イオンバランスの変化, 浮遊粘土粒子電荷への直接的な作用等により、粘土粒子を沈降分離する機能を有する。

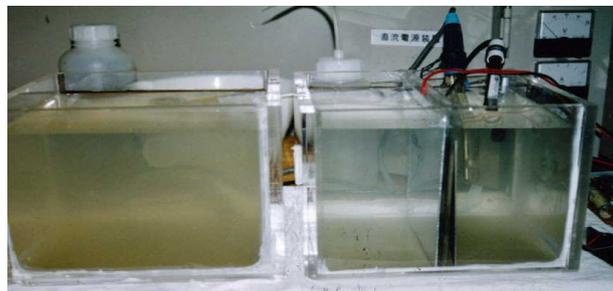


写真1 荷電処理状況

実験は、貯水池底泥を水道水（井戸水）に分散させ、半日程度静置した後の上層水である浮遊粘土粒子含有水に対し、電極間隔4cm, 電圧120V, 電流0.5A, 荷電時間30分の条件で荷電処理を行い、処理後の濁度等の変化を計測した。実験状況を写真1に、実験結果(12時間後)を表2に示す。

表2 荷電処理結果 (処理12時間後)

水槽	control	-	+
pH	7.18	9.84	5.26
ORP (mV)	380	340	500
EC (μ S/cm)	179	212	212
濁度	128	36.6	28.1
temp.(°C)	17.6	17.2	17.2

濁度は処理前は無処理 (control) 槽, -荷電槽, +荷電槽とも250~300度程度の濁度であったが、処理後12時間後には、controlが128度であるのに対し、-荷電槽が36.6度、+荷電槽が28.1度に低下し、荷電槽において粘土粒子の沈降分離が観察された。

#### 5. おわりに

今回の基礎試験により、比較的入手が容易なダム貯水池底泥を用いて、水中のCs<sup>+</sup>の除去回収が可能であることが確認された。また、放射性Cs汚染土壌から粘土粒子を分離し、荷電処理により沈降処理することで、凝集剤を使用する従来方式と比較して、非常に回収汚泥容量が少ないシステムの可能性が示唆された(図2)。

微細でありCs<sup>+</sup>に対して選択的な吸着能がある天然の粘土鉱物を活用することにより、二次的環境影響問題や、徐洗後回収される放射性物質含有汚泥の貯留問題にも対応可能な、放射性物質徐洗システムの構築が期待できる。

水中でのCsの挙動は、同時に存在するイオン類の濃度、水温、pH、酸化還元電位条件、浮遊土壌粒子の物理的・化学的特性、微生物作用等多くの要因の影響を受ける。本法を汎用性のある技術として発展させるには、これらの条件を踏まえた浄化効果の確認を行う必要がある。また、ダム貯水池底泥中のCs吸着粘土鉱物の種類を明かにする必要がある。

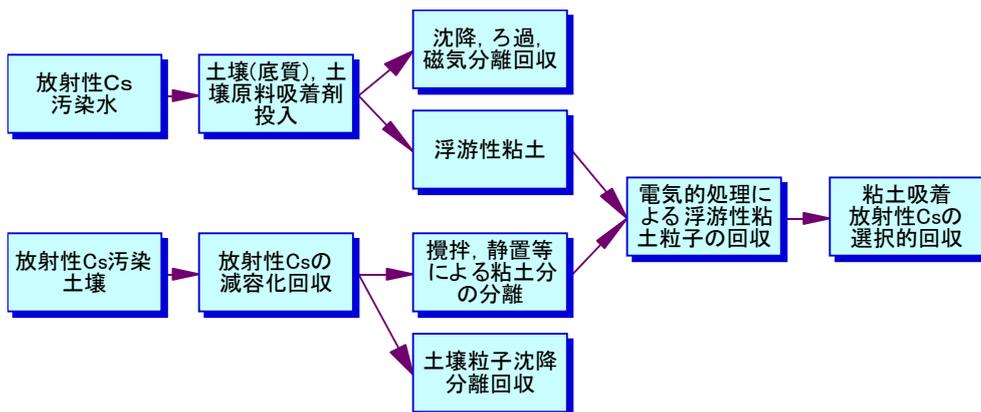


図2 粘土鉱物Cs吸着能に着目した放射性Cs徐洗フロー