

課題名	多様なセシウム汚染廃棄物の中間・最終処分安全評価のための機関連携による多角的研究			
参画機関	北海道大学、日本原子力研究開発機構、九州大学、筑波大学			
事業規模	期間	平成 24 ~ 26 年度	総額	97 百万円

【研究代表者】

小崎 完

北海道大学 教授

(エネルギー環境システム専攻)



【研究概要】

福島第一原子力発電所の事故の環境修復に伴う除染廃棄物が大量に発生していますが、この Cs 汚染廃棄物は土壌、金属、コンクリート、アスファルト、に加えて木材や植物などの有機物を含む多様な混合体であり、今まで研究対象とされてきた放射性廃棄物とは性状が異なります。このため、本研究では、Cs 汚染廃棄物の中間貯蔵および最終処分の現実的な安全評価に資することを目的とし、廃棄体の性状と安定性ならびに地下水、ガス(ラドンガス)及び放射性 Cs の移行挙動把握のための現地調査を実施しました。また、最終処分までを見据えた安全評価研究として、現地調査において採取した環境試料を用いた Cs の鉱物への吸着挙動に及ぼす鉱物および有機物の影響評価、微生物による Cs の取込・固定化及び土壌からの溶脱の機構の評価を行いました。

現地調査からは放射性 Cs の深度方向への移行及び、地下水や微生物への移行は、サブミクロンサイズの層状珪酸塩鉱物を主とする粘土鉱物への吸着によって抑制されること、分子動力学計算から粘土鉱物のエッジに特異的に吸着した Cs は鉱物上で安定であることが明らかになりました。また、鉱物への Cs 吸着に対する有機物による影響は、鉱物表面の変質などによる可能性が高く、有機物そのものによる廃棄体への影響は顕著でないことが示唆されました。一方、一部の根圈微生物は Cs を固定化した粘土鉱物を代謝生成物によって溶解すること、及び、土壌カラム実験から放射性 Cs の一部が微生物活性により非常に移動しやすい化学状態に変化した可能性が示唆されました。このため、処分施設の安全評価で地下水移行シナリオを考慮する場合には、放射性 Cs の移行は有機物を多く含む系においても粘土鉱物等への吸着によって遅延されることが期待される一方、根圈微生物を含む微生物活性により放射性 Cs 移行性が変化する可能性が示唆され、今後の課題の一つであることがわかりました。

【その後の取り組み】

本研究終了後も放射性 Cs 汚染廃棄物の研究を継続し、2016 年には福島県内の土壌試料を用いたカラム試験や現地でのボーリング調査(土壌コア試料採取)を実施しています。今後も福島の復興のために力を尽くす所存です。

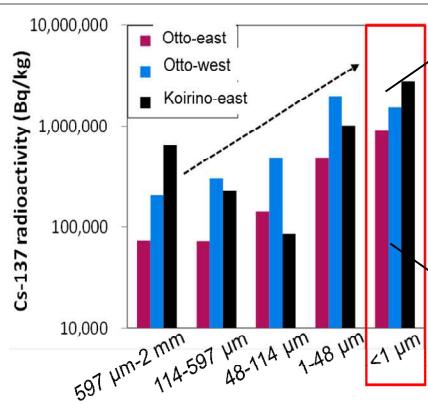


図1 粒径ごとのCs濃度

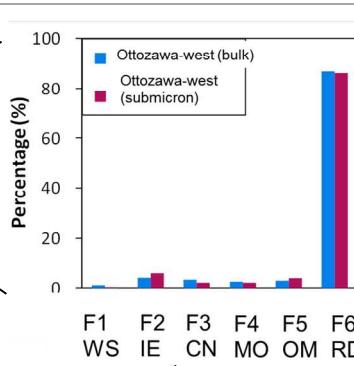


図2 サブミクロン粒子の選択的化学抽出結果

F1:水溶性、F2:イオン交換性、F3:炭酸塩、
F4:金属酸化物、F5:有機物、F6:残渣

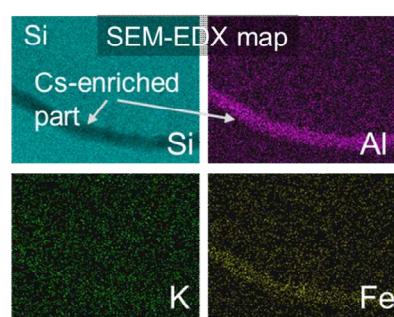
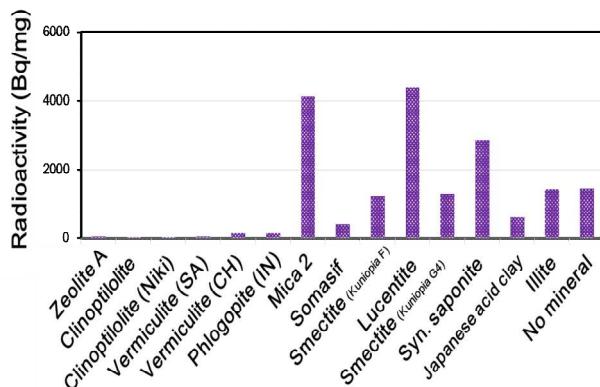


図3 微粒子の組成

Si, Al, Fe を主要な元素としたアルミニノケイ酸塩、バーミキュライト、黒雲母、緑泥石化黒雲母からなるサブミクロン粒子が放射能の固定に大きく寄与していることがわかりました。

図4 鉱物種による¹³⁷Cs濃集度への影響

酵母への¹³⁷Csの濃集の序列は、収着分配係数の逆数の序列とほぼ一致するため、酵母による¹³⁷Csの取り込みは培地中に添加した鉱物と競合していることが明らかとなりました。

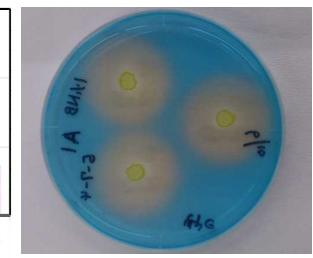
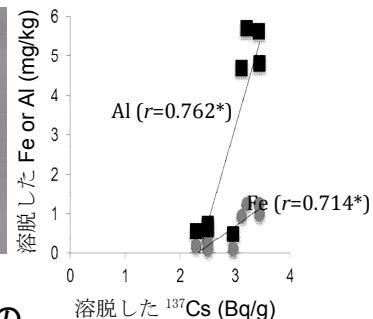


図5 分離菌株のsiderophore 產生能の解析

AI や Fe とキレートする化合物 Siderophore を產生すると培地の色が黄色に変化する。

コシアブラ根部から分離した463菌株に対し、Fe または Al を溶解する siderophore 產生能の有無を調査しました(図5)。siderophore 產生の高い4菌株において、¹³⁷CsとFeの溶脱量及び、¹³⁷CsとAIの溶脱量の間に有意な正の相関が確認されました。

図6 ¹³⁷Csの溶脱量とFe またはAIの溶脱量との関係

代表的な特許、論文受賞など	【発表論文等】
	1. Yamaaji K., Nagata S., Haruma T., Ohnuki T., Kozaki, T., Watanabe N., Nanba K., Root endophytic bacteria of a ¹³⁷ Cs and Mn accumulator plant, <i>Eleutherococcus sciadophylloides</i> , increase ¹³⁷ Cs and Mn desorption in the soil. <i>Journal of Environmental Radioactivity</i> 153, 112-119 (2016).
	2. T. Ohta, Y. Mahara, S. Fukutani, T. Kubota, H. Matsuzaki, Y. Shibahara, T. Igarashi, R. Fujiyoshi, N. Watanabe, T. Kozaki Speciation of ¹³⁷ Cs and ¹²⁹ I in Soil After the Fukushima NPP Accident, <i>Radiological Issues for Fukushima's Revitalized Future</i> , Editors: Takahashi, Tomoyuki (Ed.) , Springer , P13-24 (2016) , DOI 10.1007/978-4-431-55848-4_2, ISBN: 978-4-431-55847-7
	3. Ohnuki, T., Sakamoto, F., Yamasaki, S., Shiotsu, H., Utsunomiya, S., Watanabe, N., Kozaki, T., Effect of minerals on accumulation of Cs by fungus <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . <i>J. Environ. Radioact.</i> 144, 127-133 (2015).