



Title	Study on the interaction of cesium with clay minerals aiming electrokinetic remediation of contaminated soil [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	明本, 靖広
Citation	北海道大学. 博士(環境科学) 乙第7172号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/89667
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Akemoto_Yasuhiro_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文審査の要旨

博士 (環境科学) 氏名 明本 靖広

審査委員 主査 教授 野呂 真一郎
副査 教授 沖野 龍文
副査 准教授 豊田 和弘
副査 特任教授 石黒 宗秀 (大学院農学研究院)
副査 名誉教授 田中 俊逸 (北海道大学)

学位論文題名

Study on the interaction of cesium with clay minerals aiming electrokinetic remediation of contaminated soil

(汚染土壌の動電的修復を指向したセシウムと粘土鉱物との相互作用に関する研究)

本研究は、放射性セシウム(Cs)で汚染された土壌からCsを除去し、汚染土壌を減容化する方法を見出すことを目指したものである。そのために安定同位体を用いてCsと粘土鉱物との相互作用を評価し、粘土鉱物からのCsの脱着法や粘土鉱物をCsの吸着剤として用いる方法等について検討を行っている。得られた知見に基づき、シュウ酸浸漬法と動電的手法を組み合わせることにより汚染土壌からのCs除去の可能性を見出している。

本学位論文は7つの章から構成されており、第一章では、土壌汚染の現状、特に原子力発電所の事故によって放出された放射性Csによる汚染の現状と、中間貯蔵施設に集められた汚染土壌の減容化の必要性が述べられている。また、土壌からCsを除去する方法として動電的手法を選んだ理由とその原理、動電的手法の適用の際にCsと粘土鉱物との相互作用について検討する必要性が述べられている。

第二章では、Csと強い相互作用を有する黒雲母やバーミキュライトなど6種類の粘土鉱物を用いて、Csに対する吸着等温線と粘土鉱物のCs吸着前後の底面間隔の変化を観察し、それぞれの粘土鉱物におけるCsの吸着挙動について考察している。1.2 nm以上の底面間隔をもつバーミキュライトはLangmuir型の吸着等温線に従うのに対し、1.0 nmの底面間隔をもつ黒雲母はFreundlich型の吸着等温線に従う傾向があった。その理由として、バーミキュライトにおいてはほとんどのCsが層間にある強い吸着サイトに吸着し単層吸着を示すのに対し、層間の狭い黒雲母の場合には、層間にある強い吸着サイトと表面にある弱い吸着サイトの複数の吸着サイトが関わるためFreundlich型に従ったと結論付けている。

第三章では、Csを飽和吸着させた黒雲母 (Bio-T) を用い、無機酸や有機酸によるCsの脱着実験を行い、シュウ酸を用いた場合、85°Cで4時間の加熱により、吸着したCsの約95%を溶出できることを見出している。シュウ酸処理後、Bio-T由来のXRDピークが減衰することやCsと共に鉄やアルミニウムが溶出することから、シュウ酸によってBio-Tの構造が破壊されることでCsが溶出する機構を提案している。また、室温でシュウ酸に浸漬するだけでCsの脱着が可

能であることを見出し、シュウ酸浸漬法が加熱エネルギーの不要な土壌処理方法となりうることを示した。

第四章では、バーミキュライト (Verm-I) のCsに対する吸着容量がクエン酸ナトリウム処理によって向上することを見出し、その理由としてVerm-Iの緑泥石構造中の層間物質がクエン酸ナトリウム処理によって除去されることによると推察している。また、粉末状のVerm-Iをアルギン酸ゲルビーズに内包させ、回収の容易な吸着剤の開発にも成功している。

第五章では、動電的手法を用いて粘土に吸着したCsの安定性について検討を行い、Csとの相互作用が弱いwhite clayからなる模擬土壌ではCsは容易に陰極方向に移動するのに対し、バーミキュライト (Verm-E) から構成される土壌では、Csの移動はほとんど見られず、低い含有率のVerm-EでもCsを強く捕捉し、長期的に安定であることを明らかにした。

第六章では、シュウ酸浸漬法と動電的手法を組み合わせることにより汚染土壌からのCsの除去が試みられている。Csを飽和吸着させたBio-T含む土壌をシュウ酸に浸漬すると、簡単には脱着できない残渣態として存在していたCsのほとんどがイオン交換態に変換され、陰極方向へ泳動する様子が観察されている。残渣態として分画されるCsがシュウ酸浸漬処理を行うことで、動電的手法によって土壌から除去される可能性が示されたことは注目に値する。

第七章では、各章から得られた知見をまとめ、本研究で得られた成果を今後どのように適用すれば汚染土壌の減容化につながるかについて提言を行うとともに、その際の課題について考察している。

以上、本研究においては、粘土鉱物とCsの相互作用の評価と有機酸による脱着試験から得られた知見を基に、動電的手法によるCs汚染土壌の修復が検討された。その結果、これまでCsは粘土鉱物との相互作用が強固であるために、動電的手法では除去が困難とされていたが、シュウ酸浸漬法と組み合わせることで土壌中からCsを除去でき、汚染土壌の減容化の可能性を示すことに成功している。これらの結果は、動電的手法の適用範囲の拡大に貢献すると共に、土壌と強い相互作用を示す汚染物質の除去法としての新たな展開が期待される。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。