

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	有機酸を用いた水熱処理による福島のため池の底土からのセシウム除去プロセスの開発
Title(English)	Development of Cesium Removal Process from Bottom Sediment of Reservoirs in Fukushima by Hydrothermal Treatment using Organic Acids
著者(和文)	張 麗娟
Author(English)	Lijuan Zhang
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11500号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:竹下 健二,中崎 清彦,大貫 敏彦,江頭 竜一,鷹尾 康一郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11500号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	ZHANG LIJUAN		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	竹下 健二	教授	審査員	鷹尾 康一朗	准教授
	審査員	中崎 清彦	教授			
		大貫 敏彦	教授			
江頭 竜一		准教授				

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「有機酸を用いた水熱処理による福島のため池の底土からのセシウム除去プロセスの開発」と題し、全5章から構成されている。

第1章「緒言」では、本研究の背景と目的が述べられている。福島県の営農再開・農業復興を推進するためには農業用水用ため池に蓄積している放射性Cs(主に<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs)を除去する必要があるため、ため池の底土に存在するパーミキュライトなどの2:1型層状粘土鉱物に強く吸着しているCsを安全かつ効率的に除去する技術の開発が必要であると述べている。更に本研究の目的が福島県内のため池からの底土の放射性Cs濃度を低減することであり、そのためには有機酸を用いた水熱処理による汚染底土からの放射性Cs除去プロセスを構築する必要があると述べている。

第2章「ため池の汚染土壌の分析と吸着実験」では、福島県のため池の底土の組成を調査し、水熱処理試験で用いる模擬汚染粘土鉱物の作製条件を検討している。福島のため池の底土は10%程度の有機物が含まれていること、主な構成元素がSi, Fe, Al, K, Caであること、底土にパーミキュライト、黒雲母、角閃石、カオリンナイトなどの粘土鉱物が含まれていることを明らかにしている。これらの粘土鉱物に対するCs吸着特性を比較した結果、底土からのCs回収で最も問題になる粘土鉱物が2:1型構造粘土鉱物のパーミキュライトであり、底土処理に先立ってパーミキュライトからのCs回収を検討するべきであるとし、Cs吸着パーミキュライトの作製条件を検討している。

第3章「有機酸を用いた模擬汚染パーミキュライトからのCs除去効果」では、Cs吸着パーミキュライトを対象として、有機酸を用いた水熱処理によるCs脱離について調べている。Frayed Edge Site (FES)近傍にCsが吸着しているパーミキュライト(Cs吸着容量:9mg-Cs/g-vermiculite)の場合、常温では有機酸を用いてもCs脱離は殆ど起こらなかったが、水熱条件(200℃以上)ではCs脱離率が大幅に向上し、多価カルボン酸であるクエン酸(0.05M)を用いると70%以上の高いCs脱離率が得られ、こうした水熱処理を5回繰り返すことで95%のCsを脱離できたと述べている。更にシート構造層間までCsが吸着しているパーミキュライト(Cs吸着容量:36mg-Cs/g-vermiculite)の場合、層間に吸着されているCsの脱離はFESからのCs脱離に比べて困難であったが、クエン酸やリンゴ酸などの多価カルボン酸を用いると25%程度のCs脱離率が得られ、0.05Mクエン酸を用いた水熱処理を5回繰り返すことでパーミキュライトに吸着したCsの80%以上を脱離できることを明らかにしている。更にシート構造層間の中央部までCsを吸着させたパーミキュライト(Cs吸着容量:55mg-Cs/g-vermiculite)の場合、Cs脱離はさらに困難になり、0.05Mクエン酸を用いて250℃の水熱処理を5回繰り返してもCs脱離率は60%程度であったが、クエン酸濃度を0.5Mまで高めれば250℃の水熱処理を3回繰り返すことで85%の高いCs脱離率が得られることを明らかにしている。次いで有機酸のCs脱離メカニズムを検討したところ、有機酸はパーミキュライトのシート構造を破壊し、クエン酸は主に8面体シート構造を破壊してMg<sup>2+</sup>を溶出させ、リンゴ酸もクエン酸同様8面体シート構造を破壊してMg<sup>2+</sup>とFe<sup>2+</sup>を溶出させることが明らかになり、こうしたシート構造の破壊によって吸着されているCsが水相に溶解され易くすると同時に、溶出イオンが吸着されているCsとイオン交換をすることでCs脱離を促進させると結論している。

第4章「福島県ため池の底土からのCs除去」では、福島県のため池で採取された底土を用いて模擬汚染底土を調製し、有機酸を用いた水熱実験により実底土からのCs脱離を検討している。Csは底土に含まれるパーミキュライトと有機物に主に吸着しており、水熱操作(250℃)により底土に含有される有機物が分解すると同時に有機酸によりパーミキュライト構造が破壊され、Csが水相に回収されると述べている。0.5Mクエン酸を用いた250℃の水熱処理により80%のCsが脱離され、3回水熱操作を繰り返すことで実底土に吸着したCsの95%以上を回収できることを明らかにしている。

第5章「結言」では、本研究で得られた成果を総括している。

これを要するに、本論文は福島県に多数存在する農業用水用のため池の底土から放射性Csを回収するために有機酸を用いた水熱処理法を用いることで効率的な放射性Cs回収が可能であることを明らかにしており、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。