



土の粒度分布に注目した放射性物質吸着土壌の減容化に関する検討

吉井, 大貴
西門, 優
飯塚, 敦
河井, 克之

(Citation)

神戸大学都市安全研究センター研究報告, 18:40-43

(Issue Date)

2014-03

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81011441>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81011441>



土の粒度分布に注目した放射性物質 吸着土壌の減容化に関する検討

A study on volume reduction of radioactive material adsorption soil with a focus
on the particle size distribution of the soil

吉井 大貴¹⁾
Hiroki Yoshii
西門 優²⁾
Yu Nishikado
飯塚 敦³⁾
Atsushi Iizuka
河井 克之⁴⁾
Katsuyuki Kawai

1. 研究背景・目的

2011年3月11日に発生した、東日本大震災により、関東地方から東北地方にかけて、直接的・間接的に各地で様々な被害があった。特に、東京電力福島第一原子力発電所の事故によって、福島県を中心に関東圏域等に及ぶ広い地域で放射性物質が拡散し、土壌汚染が生じており、早期に解決すべき問題と位置づけられている。放射性セシウムで汚染された土壌においては、ほとんどの場合表層数 cm 以内に濃縮されていることが知られており、表土剥ぎ取り法で周辺の空間線量を大きく下げることができる。しかしながら、剥ぎ取り土の発生量は膨大となり、その全量を中間貯蔵することは現実的ではない。効率的な中間貯蔵のためには、そこから放射性物質だけを効率よく分離・除去し、大部分を除染して

埋め戻すという減容化技術開発が急がれる。そこで、本研究では分級操作を行うことによって汚染土を減容化する方法について検証することである。そのため、土粒子の粒度分布に着目し、イオン吸着実験を行うことで、放射性物質吸着土壌の減容化に関する検討を行う。また、減容化の手順について以下に述べる。減容化は①汚染地盤の掘削、②汚染物質の分別・回収、③脱水による減容化の順に行う。以上の減容化の手順を図-1 に示す。

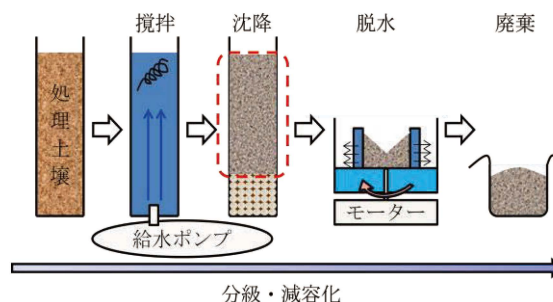


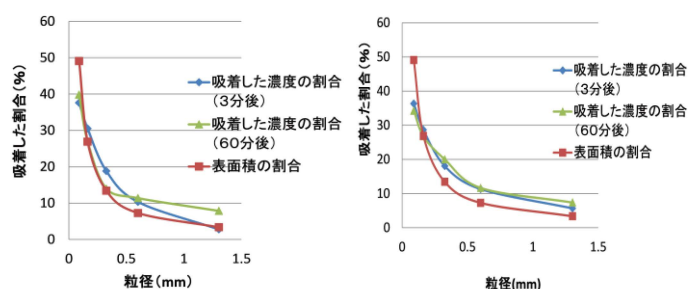
図-1 減容化の手順

2. イオンの選定

セシウムイオンは放射性物質であり、非常に危険な物質であるため、本試験では土に吸着する点で性質が類似しているイオンを使う。陽イオンであり、水和エネルギーが小さく、イオンサイズが十分に大きいという条件から、アンモニウムイオンとカリウムイオンを選定した。アンモニウムイオンとカリウムイオンは陽イオンであり、水和エネルギーが小さい。またそれぞれのイオンサイズはアンモニウムイオンが半径約 1.43 Å、カリウムイオンは半径約 1.33 Å であり、セシウムのイオンサイズ半径約 1.69 Å に類似している。これらの陽イオンと土粒子との結合力は水和エネルギーの小さい順、すなわち、 $K^+ < NH_4^+ < Cs^+$ の順で大きくなる。また、 Cs^+ は、 K^+ に対しておよそ 1000 倍、 NH_4^+ に対しておよそ 200 倍の選択性でフレイド・エッジに固定される。

3. 減容化に関する基礎的研究

イオンが土粒子に吸着する量は、土粒子の表面積の大きさと比例すると考えられるため、イオンが吸着する量と土粒子の表面積の大きさの関係に注目して、土粒子のイオン吸着試験を行った。また土粒子の表面積の計算は、粒径加積曲線の質量分布から求めた。その結果、右図のように、土粒子の表面積が占める割合と全体のイオン吸着量に対する各粒径の土粒子に吸着したイオンの量が占める割合が比例関係にあることが分かった。



(NH₄⁺) (K⁺)
図-2 吸着した濃度の割合と表面積の関係

4. 汚染物質の分別・回収における減容化効率の検討

土粒子のイオン吸着実験を行い、第1節で述べた減容化の手順の中の処理土壌を攪拌し、沈降させる過程（汚染物質の分別・回収）の中で、イオンの吸着量が水深、沈降時間の違いによってどのような変化を示すのかを検討した。また、本試験ではカリウムイオンを用いた。

(1) 試験方法

メスシリンダー内に所定の質量の試料および蒸留水を入れ、良く攪拌し、メスシリンダーを静置する。所定時間経過後、層ごとに5つの区間に区切り、各層の試料を分別回収する。分別回収した各層の試料を、一定質量になるまで炉乾燥する。乾燥試料にカリウムイオン溶液を加え、イオンメータ(東興化学研究所製、TiN-7003i)を用いて行い、カリウムイオンが土粒子に吸着した量を測定する。本試験では3つの場合について試験を行った。土粒子の質量 100(g) に対して蒸留水を目盛り 250(ml) まで入れた場合を(a)、200(g) に対して 250(ml) まで入れた場合を(b)、100(g) に対して 150(ml) まで入れた場合(c)とする。

(2) 試験結果

それぞれの沈降時間における各層のカリウムイオン吸着量が

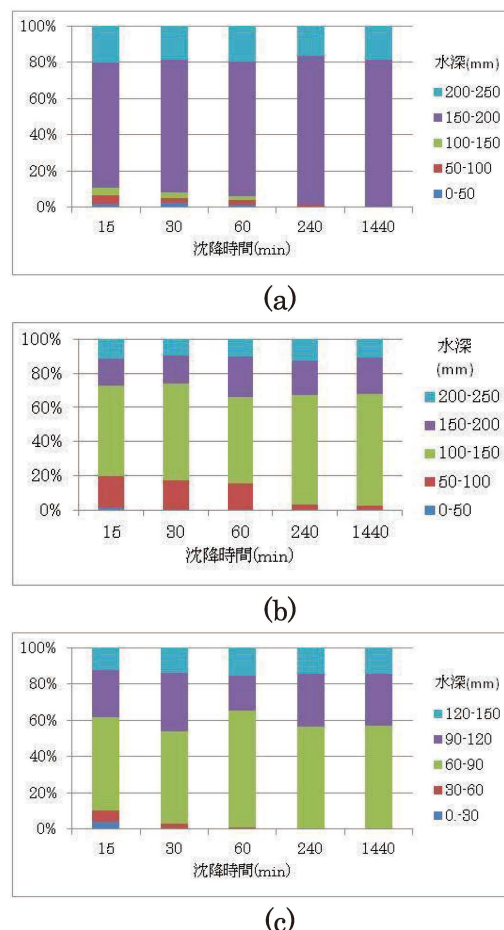


図-3 各層のイオン吸着量が総吸着量に対して占める割合

総吸着量に対して占める割合を図-3に示す。いずれの場合も、各層によってイオン吸着量の大きな違いが見られ、特に細粒土が最も多く含まれる層にイオン吸着量が集中していることが分かった。また、その層へのイオン吸着量が総吸着量に対して占める割合は非常に大きく、最も効果的な場合、沈降時間 240 分の時点で 80%を占めることがわかる。

5. 脱水による減容化における減容化効率の検討

土粒子のイオン吸着実験を行い、第1節で述べた減容化の手順の中の脱水の際に装置に用いるフィルターに濾紙を使用すると想定した場合、試料に吸着したイオンのどれだけの割合を保留出来るか検討する。

(1)試験方法

試料を自然濾過および遠心濾過し、保留試料と通過試料を、回収する。回収した各試料を、一定質量になるまで炉乾燥し、カリウムイオン溶液を加え、イオンメータを用いてカリウムイオンが土粒子に吸着した量を測定する。

(2)試験結果

通過試料と保留試料のイオン吸着量の割合を図-4に示す。遠心濾過を行った場合が(a)、自然濾過を行った場合が(b)である。自然濾過によって脱水した場合、吸着しているイオンの 96%保留しているのに対して、遠心濾過の場合、保留率は 91%となった。自然濾過による脱水よりも保留率は減少するものの、遠心濾過による脱水も十分な保留率を示し、濾紙を用いて遠心濾過を行うことで減容化の効果を期待できると言える。

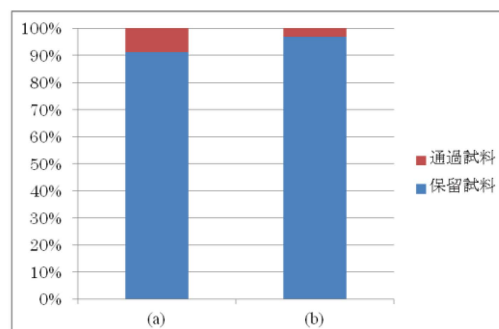


図-4 各試料のイオン吸着量の割合

A study on volume reduction of radioactive material adsorption soil with a focus on the particle size distribution of the soil

Hiroki Yoshii
Yu Nishikado
Atsushi Iizuka
Katsuyuki Kawai

Abstract

Much radioactive material was vented to atmosphere and spread in Kanto area due to the accident of the Fukushima 1st Nuclear Power Plant, Tokyo Electric Power Company Inc. This radioactive material penetrates into the ground and causes ground pollution.

The purpose of this study is to establish the effective method to reduce the volume of soil contaminated by radioactive material.

Currently, the cesium ion is adsorbed to soil particles lot of specific particle size is known. Further, it is proportional to the ion adsorption surface area of the soil particles are known.

In this study, in each step of reducing the volume of soil contaminated with radioactive material, and subjected to ion-adsorption test, respectively, were then considered for illustrating the effect of much.

©2014 Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University, All rights reserved.