

## バーミキュライトによる土壌中の放射性セシウム (Cs) の固定 Fixing Radiocesium (Cs) in Soil with Vermiculite

高木悠輝\*、登尾浩助\*、市田知子\*

Y. Takagi\*, K. Noborio\*, and T. Ichida\*

### 1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震直後に発生した津波による福島第一原子力発電所施設の損傷による原子炉事故で、大規模な放射能汚染が引き起こされた。この事故によって放出された放射性物質は主に<sup>131</sup>I、<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Csであったが、このうち<sup>137</sup>Cs(以下Cs)は半減期が約30年と長く(芝田ら, 2012)、今後の長期的な除染計画の中で特に重要な物質であると考えられている。大気中から放出されたCsは大気中の微粒子や雨などを媒体として降下して土壌表層に蓄積し、蓄積したCsの大部分は土壌に含まれる粘土鉱物に吸着・固定される。粘土鉱物に一旦固定されたCsは容易に脱離しないが、粘土鉱物に固定されず交換態として吸着されたCsの一部は植物に吸収される場合が多く、継続して摂取すると発がんを含めた健康への影響が懸念される。そこで園芸店で容易に入手可能で安価な粘土鉱物のひとつであるバーミキュライト(以下Vm)に着目した。Vmは粘土鉱物の中でも特にCsを固定し(小暮ら, 2012)、高濃度のCsも強く固定する(山口ら, 2012)。しかし、低濃度に汚染された土壌中のCsをVmがどの程度固定するかの知見はほとんど得られていない。本研究では飯舘村のCsによる低濃度汚染土壌にVmを加えることで土壌中に交換態として存在するCsを固定できるかどうかを調査した。

### 2. 実験方法

土壌試料は福島県相馬郡飯舘村大字佐須滑にある水田の表層より5cm以深の土壌を採取し、風乾後、2mmのふるいにかけてのものを用いた。試料は、土壌のみ、土壌にVmを加えたもの(土壌とVmの混合の割合は体積比で1:1、1:0.5の割合の2種類)の計3種類を用意して実験を行った。試料と洗浄溶液(蒸留水と1mol/L KCl溶液)それぞれの放射線量をゲルマニウム半導体検出器(以下Ge検出器)で測定した。KCl溶液はCsを溶液中に溶出させ、蒸留水と比較するために用いた。土壌試料を蒸留水またはKCl溶液で2分間攪拌した後、吸引ポンプを用いてろ過し、洗浄済み試料と抽出溶液に分けた。その後、抽出溶液と110°Cで24時間以上炉乾燥させた洗浄済み試料の放射線量をGe検出器で測定した。

### 3. 結果

図1aでは、土壌のみと土壌にVmを1:1の割合で加えた試料(以下土壌+Vm)を蒸留水洗浄する前と洗浄後の土壌試料の放射線量を表した。図1bでは、土壌のみと土壌+Vmを蒸留水の洗浄前後の抽出溶液の放射線量を表した。土壌のみと土壌+Vmともに、蒸留水洗浄したときの放射線量は約100 Bq/kgほど下がった(図1)。しかし、抽出溶液の放射線量は土壌のみと土壌+Vmのときの洗浄前後でほぼ変化せず、微量に増えたのは機械の測定誤差であると考えられる(図2)。従って、蒸留水で洗浄しても土壌中のCsは抽出溶液中には溶出せず、Vmにもほとんど固定しな

\* 明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University, キーワード: 飯舘村、土壌除染、粘土鉱物 Iitate Village, decontamination of soil, clay minerals

いことがわかった。

図 2a では、土壌のみと土壌+Vm を KCl 溶液で洗浄する前と洗浄後の土壌試料の放射線量を表した。図 2b では、土壌のみと土壌+Vm を KCl 溶液で洗浄する前と洗浄後の KCl 溶液の放射線量を表した。土壌のみと土壌+Vm ともに、KCl 溶液で洗浄した後の土壌試料の放射線量は 500 Bq/kg ほど下がった (図 2a)。KCl 溶液の線量を見ると、土壌のみのときには、溶液中に約 300 Bq/kg ほど Cs が溶出した一方、土壌+Vm のときには、溶液中に約 120 Bq/kg ほどの Cs が溶出した (図 2b)。これは、土壌+Vm を洗浄後の溶液の放射線量は、土壌のみを洗浄した溶液の放射線量の 40 %ほどに相当する。このことから土壌から KCl 溶液中に溶出した Cs が Vm にわずかではあるが固定したと考えられる。

今後は更に多くの条件で実験を行うことで、低濃度に汚染された土壌における Vm 添加の Cs 固定に対するより信頼性の高い結果が得られると考えられる。

### 引用文献

芝田準次, 古屋仲茂樹, 村山憲弘, 伊与木茂樹 (2012) : 福島原子力発電所から排出される放射性物質を含む汚染水の処理技術の開発. 特別緊急共同研究報告書.

山口紀子, 高田裕介, 林健太郎, 石川覚, 倉俣正人, 江口定夫, 吉川省子, 坂口敦, 朝田景, 和穎朗太, 牧野知之, 赤羽幾子, 平舘俊太郎 (2012) : 土壌 - 植物系における放射性セシウムの挙動とその変動要因. 農業環境技術研究報告, 31:75 - 129.

小暮敏博, 藤井英子, 吉田英人, 田村堅志, 山田裕久, 八田珠郎 (2012) : 福島県水土壤中への Cs 吸着実験. 日本鉱物科学会年会講演要旨集

**謝辞** 明治大学農学部農芸化学科竹迫紘先生と土壌圏科学研究室の諸氏及び明治大学大学院農学研究科佐藤道夫先生の支援を賜った。また本研究の一部は、2014 年度明治大学大学院研究科間共同研究 (代表: 市田知子) の助成により実施した。ここに謝意を表します。

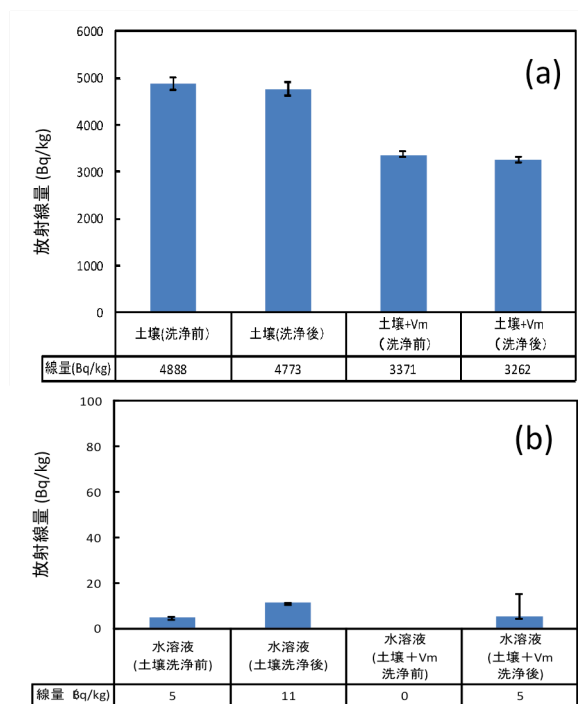


図 1. 蒸留水による土壌試料洗浄前後の (a) 土壌の放射線量と (b) 洗浄水の放射線量 (n=3, ± 1SD)

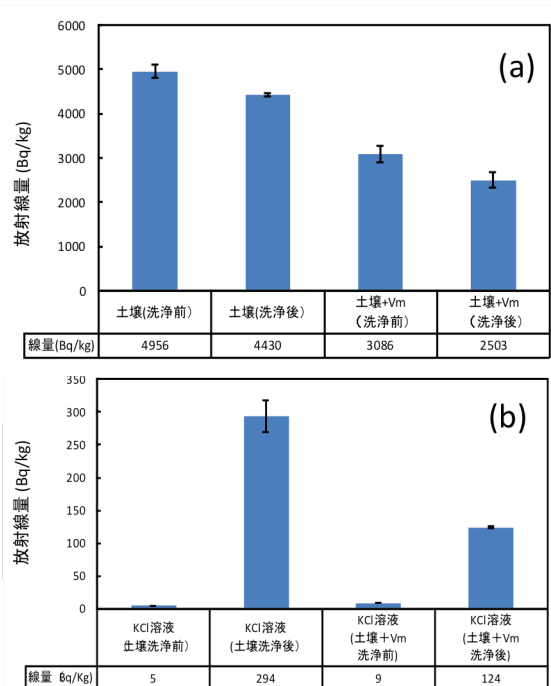


図 2. 1mol/L KCl 溶液による土壌試料洗浄前後の (a) 土壌の放射線量と (b) 洗浄溶液の放射線量 (n=3, ± 1SD)