

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 19 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25870049

研究課題名(和文) 土壤有機物の分解・無機化がセシウム137可給性に与える影響評価

研究課題名(英文) Effects of soil organic matter decomposition on cesium-137 bioavailability in soils.

研究代表者

新井 宏受 (Arai, Hirotugu)

東北大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：20642078

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：植物の利用できる形態を有するセシウム137(可給態)量の変動に、土壤有機物の分解・無機化が与える影響を明らかにする事を目的として、土壤の実験室培養及び逐次抽出法を適用した。培養期間内で、土壤有機物吸着態セシウム137量の減少と可給性の高い水抽出可能セシウム137量の増加が確認された。一方で、土地利用の違いに起因する土壤有機物の質の違いが、水抽出可能セシウム137現存量及び生成量を制御する事が示唆された。以上の結果から、土壤有機物の分解・無機化によりセシウム137の可給性が変化し、将来的な植物-土壤間でのセシウム137動態には、土壤有機物の質を考慮に入れる必要があると考えられた。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to elucidate the effects of soil organic matter decomposition on the changes of the amount of bioavailable cesium-137 in soils. The radioactively contaminated soils were incubated in the laboratory to enhance the decomposition. Sequential extraction procedure was applied to those soils for fractionating cesium-137 with different bioavailability. A significant reduction of cesium-137 binding soil organic matter was observed at the first 30 day incubation. On the other hand, water extractable cesium-137 was increased during the same period. In addition, this gain in water extractable cesium-137 might be regulated by the quality of soil organic matter.

Based on the results, it is concluded that the decomposition of soil organic matter changed the cesium-137 bioavailability in the soil. Furthermore, it is suggested that the decomposability of soil organic matter should be taken into the consideration for the future cesium-137 dynamics between soil and plants.

研究分野：生物地球化学

キーワード：放射性セシウム 土壤有機物 分解・無機化

1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災に起因する福島第一原子力発電所事故により、大量の放射性物質が環境中へと放出された。中でも、セシウム137は比較的長い半減期(30.2年)を有し、生態系内の養分循環過程に編入されることから、その環境中での振る舞いに強い関心が寄せられている。特に、農作物へのセシウム137吸収メカニズム及びその制御要因をより詳細に明らかにする事は重要である。その際、土壤中に存在する植物に利用可能な形態を持つセシウム137(可給態セシウム137)の動態に注目する必要がある。

土壤有機物は土壤内での主要なセシウム137吸着体の1つである。その吸着反応は粘土鉱物による固定プロセスとは異なり、可逆的であると考えられている。従って、土壤有機物吸着態セシウム137が、ある土壤でのセシウム137の可給性を変動させる可能性が考えられる。さらに、一般的に土壤有機物は土壤内で分解・無機化される。この分解・無機化によりそれまで土壤有機物に吸着されていたセシウム137が、可給態として存在するのか、粘土鉱物に固定されるのかについては、明らかとなっていない。農業の復興や安全な食料生産の再開に向けて、将来に渡った土壤植物間でのセシウム137動態を詳細に予測する必要があり、その為には土壤有機物の分解・無機化とセシウム137の可給性について評価する必要があると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、土壤有機物の分解・無機化が、研究対象土壤のセシウム137可給性を変動させるのかについて評価することを目的とした。野外で採取した土壤を実験室に持ち帰り、実験室培養を行うことで土壤有機物の分解・無機化を促進する。培養土壤を、逐次抽出法を用いることで、セシウム137の可給性及び可動性が異なる画分に分画する。土壤培養の進行に伴い、有機物吸着態セシウム137量の変動パターンと、より可給性の高い画分中のセシウム137量の変動について明らかにすることで、土壤有機物の分解・無機化がセシウム137の可給性に与える影響を評価する。

3. 研究の方法

福島県飯舘村において、福島第一原子力発電所事故後に耕起されておらず、近接して存在する水田及び畑地から、表層0-5cm土壤を各3点採取し実験室に持ち帰った。土壤を2mmで篩い分けした後、グロースチャンバー内において25℃、暗条件下で土壤の培養を行った。各培養期間終了後(0, 30, 90, 270, 420日)培養土を105℃で乾燥した。乾燥土はGe半導体検出器を用いてセシウム137含量の測定後、逐次抽出に供した。乾燥土壤をF1.水抽出、F2.交換態、F3.有機物吸着態、F4.酸可溶性、F5.残渣、の計5画分に分画した。各抽出液

中のセシウム137濃度、カリウムイオン濃度を測定した。さらに、F1に対して溶存有機炭素濃度及び紫外吸光度(254nm)を測定した。また、培養前乾燥土壤を用いて、土壤pH(H₂O、KCl)、土壤有機物含量(強熱減量法)を測定した。

4. 研究成果

(1)水田、畑地において、培養前土壤ではセシウム137量に有意な差は見られなかった。同様に、土壤有機物含量、水抽出炭素量にも土地利用間で差は見られなかった。水田及び畑地土壤で、pHは共に5.0以下であったが、畑地土壤でpH(H₂O)(KCl)共に低い値を示した。

培養前土壤での逐次抽出の結果から、可給性が低いと考えられるF4、F5画分中のセシウム137量が水田、畑地共に大半を占めていた(水田:89%、畑地:98%)。一方で、水田土壤には畑地土壤よりもF1、F2、F3画分において、多量のセシウム137が存在した。さらにも、水田土壤においてF1+F2+F3画分中のカリウム量が畑地土壤よりも有意に多かった。この水田土壤での高カリウム含量により、土壤粒子からのセシウム137の脱離及び吸着阻害が促進されたことで、多くの可給性の高いセシウム137が存在する一因となったことが考えられる。従って、土地利用の違いにより、可給態セシウム137含有量が影響される可能性が考えられる。

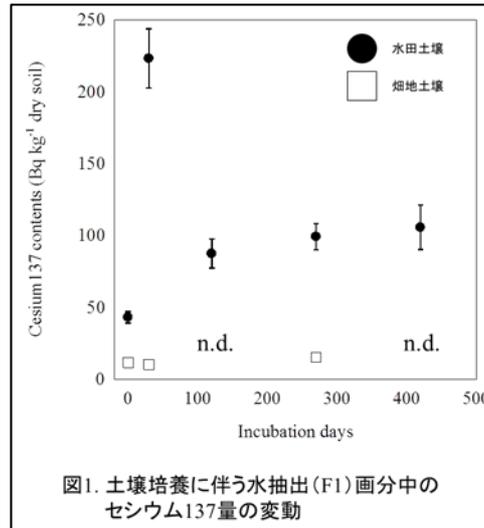


図1. 土壤培養に伴う水抽出(F1)画分中のセシウム137量の変動

(2)土壤の培養に伴う、各画分中のセシウム137含量の変動は画分によりその変動パターンは異なった。F4及びF5では、培養期間中に有意な経時変化及び土地利用間での差は示さなかった。

F1画分でのセシウム137量の土壤培養に伴う変動を図1に示す。水田土壤では、培養30日経過時にピークを示し、初期抽出と比較して約5倍に増加した。その後は、概ね初期抽出量まで低下し、そのレベルが維持された。一方で、畑地土壤では、測定試料中の約2/3において検出下限値(14 Bq kg⁻¹ 乾土)以下

であり、明確な変動は示さなかった。

F2 画分では、培養期間を通して水田土壌でのセシウム 137 抽出量が多く、30 日経過した水田土壌から抽出されるセシウム 137 量がやや多い結果を示した。一方で、水田土壌の F3 画分では、F1 画分で見られた変動と逆のパターンを示し、初期抽出量から約 35% の低下を示した(図 2)。その後、再び初期抽出量と同レベルにまで回復した。

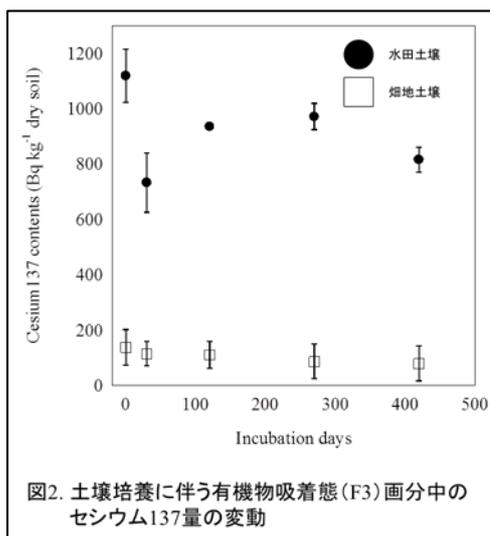


図2. 土壤培養に伴う有機物吸着態(F3)画分中のセシウム137量の変動

これらの結果から、土壤有機物の分解により、土壤有機物に吸着されたセシウム 137 が、より可給性の高い水抽出可能な形態へと変化したことが示唆された。

(3) F1 画分中の溶存有機炭素量及び 254nm の紫外吸光度から算出した SUVA₂₅₄ 値の変動を図 3 及び図 4 に示す。溶存有機炭素量は、水田、畑地共に土壤の培養により増加した。水田土壌ではセシウム 137 量の変動においてピークが見られた 30 日(図 1)において、溶存有機炭素量もピークを示した。

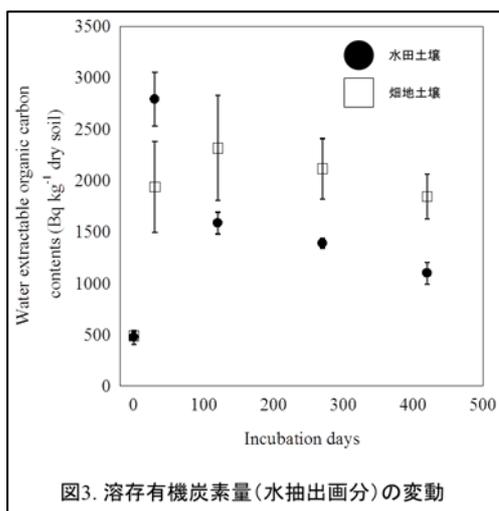


図3. 溶存有機炭素量(水抽出画分)の変動

また、溶存有機炭素中の芳香族化合物の相対的割合の指標となる SUVA₂₅₄ の変動においても、30 日においてピークを示し、時間と共に低下する傾向を示した。

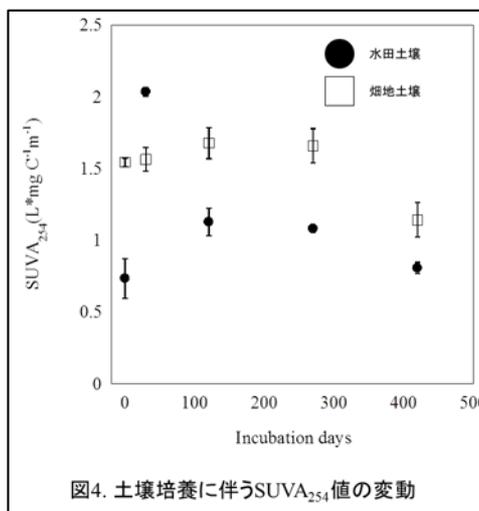


図4. 土壤培養に伴うSUVA₂₅₄値の変動

以上の結果より、水田土壌での溶存有機炭素量の変動は、高い芳香族性を有する成分の生成・消費に起因し、特に培養開始後の約 30 日間において顕著であると考えられる。さらに、F1 画分中のセシウム 137 量と溶存有機炭素量には正の相関が見られた。従って、土壤有機物の分解・無機化により、より可給性の高いセシウム 137 画分への移行が起こり、土壤の可給性は上昇することが示唆された。

一方で、畑地土壌では水田土壌と比較して溶存有機炭素量及び SUVA₂₅₄ 値に大きな変化を示さなかったことから、より難分解性の割合が高いことが考えられる。さらに、F3 画分でのセシウム 137 量にも大きな変動は見られなかった。従って、この土壤有機物の分解性の違いが、土壤有機物の分解・無機化に伴うセシウム 137 の可給性の変化に強い影響を及ぼす可能性が考えられ、将来的な土壤・植物間のセシウム 137 動態を明らかにする上で重要な要因の一つとなり得る可能性が示唆された。

本研究の結果から、土壤有機物の分解・無機化により、セシウム 137 の可給性が変化する事が明らかとなった。さらに、土壤有機物の分解性が、その可給性の変化度に影響を及ぼす可能性が示唆された事から、畑地、水田、森林等の土地利用及びその履歴等が、将来的なセシウム 137 動態に影響を及ぼす可能性を考慮に入れる必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0 件)

[学会発表](計 1 件)

新井宏受、長田直之、石井慶造。土壤有機物動態が放射性セシウムの可給性の変化に与える影響の評価。日本原子力学 2014 年秋の

大会 . 2014 年 9 月 10 日 . 「京都大学 (京都市・京都府) 」

〔 図書 〕 (計 0 件)

〔 産業財産権 〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

〔 その他 〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

新井 宏受 (ARAI Hirotsugu)
東北大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号 : 20642078

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :