

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：82110

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26630489

研究課題名(和文) 廃菌床バイオマットを用いる森林汚染源からの放射性Csの新規流出防止法の開発

研究課題名(英文) A new biological method to retard dispersion of radioactive cesium from contaminated forests

研究代表者

大貫 敏彦(OHNUKI, Toshihiko)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・原子力科学研究部門・先端基礎研究センター・研究員

研究者番号：20354904

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：糸状菌を鉱物含有寒天培地で培養して、鉱物が存在する環境においても糸状菌への放射性Csが濃集することを明らかにした。この結果を受けて、きのこ栽培廃菌床を汚染森林に設置する試験を行った。一定期間設置後、廃菌床中、下部土壌の放射性Cs濃度の測定結果から、森林に廃菌床を設置する方法は、リター層などから放射性Csを濃集するだけでなく、林内雨などによる放射性Csの広域への拡散を防御する方法である、有効な方法であることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The accumulation of radioactive Cs by mycelia of filamentous fungi has been studied by combining agar medium method where mycelia is grown on the filter placed on the agar media containing ^{137}Cs and minerals, with autoradiography analysis using imaging plate. The results showed that fungi accumulate radioactive Cs even when the mineral is present. To test ability of fungi for the remediation, we placed the spent mushroom substrate (SMS) which is kinds of waste after growing edible mushrooms for the in-situ remediation in Fukushima. The powder SMSs were placed in a forest for approximately 2 months. The concentrations of radioactive Cs in the spent mushroom substrates and soils beneath showed that the powder SMS is effective method to retard the dispersion of radioactive Cs from forests.

研究分野：原子力学

キーワード：放射性Cs 森林汚染 拡散防止 廃菌床

1. 研究開始当初の背景

福島の高い空間線量の原因であるばかりでなく、雨水による流出による長期的な汚染源となる可能性が極めて高い放射性 Cs により汚染された森林については、除染の困難さから有効な対策を打ちなせない状況である。解決策としては、全ての森林から汚染元を除去することが考えられているが、経済的に無理である。他には、除染については限定的に行い、森林からの放射性 Cs の流出を防止することから、イネなどの農作物及び市街地の汚染を防ぐ方法が考えられる。しかしながら、有効な解決策が見いだせていない

2. 研究の目的

福島の高い空間線量の原因であり、雨水による流出は長期的な汚染源となる可能性が極めて高い森林からの放射性 Cs の流出を効率的に防止する、キノコ栽培後の廃菌床を用いる「廃棄物による汚染拡大防御法」を開発することを最終目標とした。そのため、申請者が見いだした菌糸への放射性 Cs の濃集技術をベースとして、森林内に廃菌床マットを設置・育成させることにより、放射性 Cs の流出を廃菌床マットにおいて防止する手法を開発する。具体的には、実験室内において落ち葉層中に小規模な廃菌床マットを育成して、イオン性放射性 Cs 及び粒子性放射性 Cs を含む溶液中からの除去係数を算出して、有効な菌種を選択するとともに、廃菌床マットの物理的特性を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 糸状菌菌糸へのセシウムの濃集

Cs (5mmol/L) を含有した寒天培地にメンブレンフィルターを載せて、糸状菌を植菌した。寒天培地を恒温槽内で 25℃、7 日から 14 日間静置した。糸状菌菌糸を回収した後、乾燥し、電子顕微鏡による観察を行うとともに、EDS による元素分析を行った。

(2) 試験サイト及びキノコ廃菌床マット

菌床マット敷設実験を行ったサイトは、福島県二本松市の雑木林である。空間線量は、1m の高さ位置において 0.53 μSv/h であった。表面リター及び土壌層の放射性 Cs の放射能は、おおよそ 1×10^3 から 5×10^4 Bq/kg であった。

キノコ廃菌床は可性キノコを生育した後の菌床である。廃菌床をプラスチック製の網袋 (0.35x0.55 m) に約 5kg 充填し、廃菌床マットとした。廃菌床マットの厚さは約 0.05m であった。

(3) 廃菌床の設置試験

廃菌床マットは、異なる 3 種類の条件で雑木林に約 2 ヶ月間設置した。設置時期としては、2015 年 5-7 月、2015 年 6-8 月及び 2015 年 8-10 月であった。3 種類の条件は

a) そのままの条件：廃菌床マットを直接リ

ター層の上に設置し、流入する全ての放射性 Cs を捕捉する。

b) 地表流遮断条件：廃菌床マットの地表上流部に袋つめしたゼオライトを設置し、地表流により流入する放射性 Cs を遮断する。

c) 箱で覆った条件：廃菌床マットを箱で覆い、リター層からの放射性 Cs 以外を遮断する。廃菌床マットを森林に設置した様子を写真 1 に示す。

廃菌床マットはそれぞれの条件で、3 カ所設置した。

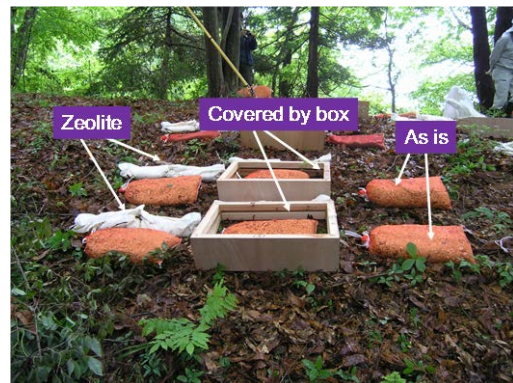


写真 1 森林内に設置した廃菌床マット。

林内雨による放射性 Cs の廃菌床マットへの流入の有無を確かめるため、樹木に廃菌床を吊して 2 ヶ月間静置した。

廃菌床マットの設置深さの影響を調べるため、廃菌床マットを設置するリター層の深さ位置を、リター層の上部、リター層を半分取り除いた場合、及びリター層の有機物層を除き土壌に直接設置の 3 種類とした。

2 ヶ月経過後、廃菌床マットを回収し、廃菌床の一部を乾燥し、秤量後放射性 Cs 濃度を測定した。さらに、廃菌床の真下のリター層あるいは土壌を採取し、乾燥した後、秤量後放射性 Cs 濃度を測定した。

4. 研究成果

(1) 糸状菌菌糸へのセシウムの濃集

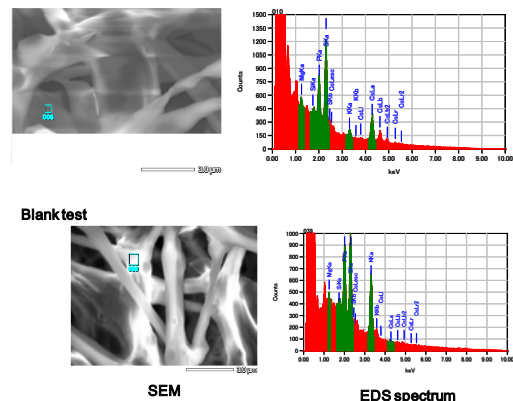


写真 2 糸状菌の菌糸の SEM 象及び EDS スペクトル。

Cs を含有した培地で培養した *lentinula* sp. の菌糸を電子顕微鏡で観察した結果を写真2に示す。写真2には比較のため、Cs を添加しない培地で培養した菌糸のSEM象も示す。さらに、菌糸に含まれる元素を分析するため、EDS スペクトルを測定した結果も合わせて示す。

菌糸象から Cs 添加による形状の変化度はないことが分かる。さらに、EDS スペクトルから Cs を添加した場合には、Cs が検知された。このことは、吸着よりも大量の Cs が菌糸に取り込まれていることを示している。

(2) 廃菌床マットに濃集した放射性 Cs 濃度

廃菌床マット及び下リター層の放射性 Cs 濃度を測定した結果を図1に示す。リター層中の放射性 Cs 濃度はおおよそ 8×10^3 Bq/kg から 1.8×10^4 Bq/kg であった。この結果から、森林内の放射性 Cs の分布は不均一であることが分かる。廃菌床中の放射性 Cs 濃度はおおよそ 60 Bq/kg から 330 Bq/kg であった。

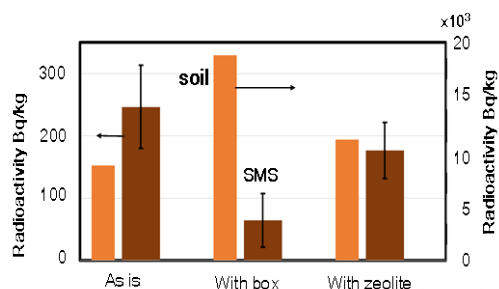


図1 廃菌床マット及びリター層中の放射性 Cs 濃度。エラーバーは標準偏差を示す。

(3) 移行係数

廃菌床マットへの放射性 Cs の移行係数 (TF) は次の式で定義される。

$$TF = \frac{\text{Radioactivity of Cs in SMS}}{\text{Radioactivity of Cs in soil and litter}}$$

3種類の条件における廃菌床への放射性Csの移行係数を求めた結果を図2に示す。図2から、そのままの条件が、3種類の条件では最も大きく、箱で覆った場合が最も小さかった。これらの結果から、廃菌床マットに濃集する放射性Csはリター層からだけではないことが分かった。

箱で覆った場合(c)が最も小さく、上流部を遮断した場合がそれよりも大きいことから、廃菌床マットへの放射性Csの流入がリター層だけでなく、地表上層部からの流入も原因であることが明らかとなった。さらに、そのままが最も高いことから、リター層からの濃集及び地表流による流入濃集以外にも

経路があると考えられる。

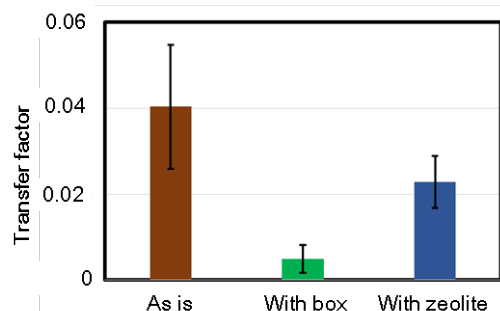


図2 3種類の異なる条件における移行係数

木につるした廃菌床マットの放射性Cs濃度を測定したところ、70Bq/kg程度検出された。この結果は、林内雨に溶解した放射性Csが廃菌床マットに濃集した可能性を示している。

これらの結果から、森林内に廃菌床マットを設置することにより、リター層からの放射性Csの流出だけでなく、地表流による流出及び林内雨により流出する放射性Csの移行を制限できることが明らかとなった。

廃菌床マットのリター層への設置深さを変えた場合の移行係数を求めた結果を図3に示す。

図3から、リターの深さ位置を変えて廃菌床マットを設置しても放射性Csの移行係数はほとんど同じであることが分かる。この結果は、森林内からの放射性Csの流出を制限するために設置する廃菌床の深さ位置に制限はなく、リター上部に設置することで十分であると考えられる。

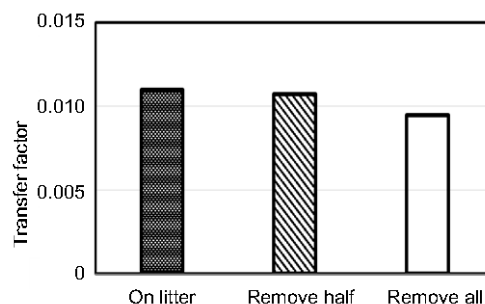


図3 リター層深さ位置を変えた場合の廃菌床マットへの放射性Csの移行係数。

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 2 件)

- ① 大貫敏彦, Accumulation of radioactive cesium in yeast and filamentous fungi, The 28th Reimei Workshop on Radioactive Waste Treatment and Remediation (招待

講演) (国際学会)、原子力科学研究所 (茨城県東海村)、2016年2月25日から2月26日。

- ② 大貫敏彦、坂本文徳、香西直文、他、
Remediation of contaminated forest by spent mushroom substrate, 5th East Asian Forum on Radwaste Management, Taichung, Taiwan, 2015年10月25日-10月28日。

〔図書〕 (計 0件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0件)

○取得状況 (計 0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://asrc.jaea.go.jp/soshiki/gr/interface10/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大貫 敏彦 (OHNUKI, Toshihiko)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・原子力科学研究部門・先端基礎研究センター・研究員

研究者番号： 20354904

(2) 研究分担者

坂本 文徳 (SAKAMOTO, Fuminori)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・原子力科学研究部門・先端基礎研究センター・研究員

研究者番号： 60391273

香西 直文 (KOZAI, Naofumi)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・原子力科学研究部門・先端基礎研究センター・研究員

研究者番号： 80354877