

令和 5 年 5 月 8 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K06177

研究課題名（和文）原木露地栽培シイタケの放射性セシウムによる追加汚染のメカニズム解明

研究課題名（英文）Elucidation of the mechanism of additional contamination by radioactive cesium in shiitake mushrooms cultivated on bed logs

研究代表者

平出 政和（Hiraide, Masakazu）

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：20353823

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は放射能汚染地域にて原木露地栽培シイタケに見られる追加汚染のメカニズム解明であり、土壌中の放射性セシウムがほだ木を介して子実体に移行するか検討した。解明に先立ち、子実体に吸収されるセシウム濃度は、ほだ木中のイオン交換態セシウム濃度に強く影響されることを明らかにした。福島県にて採取した放射性セシウムを含む土壌上にて15ヶ月間原木栽培を実施したが、土壌からほだ木への放射性セシウムの移行は認められず、また子実体に顕著な汚染は認められなかった。土壌中の放射性セシウムは土壌鉱物に強固に吸着されており、土壌中の放射性セシウムは追加汚染源ではないと推測される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

汚染地域における原木しいたけ栽培は、直接汚染と追加汚染による被害を被った。直接汚染の汚染源がフォールアウトであるのに対して追加汚染の汚染源は土壌中の放射性セシウムであり、これらがほだ木へ移行することにより追加汚染が生じると推測された。しかし、原発事故から10年以上経過して放射性セシウムは土壌鉱物に強固に吸着されたためか、土壌からほだ木への放射性セシウムの移行は認められず、また栽培現場からも追加汚染による被害は聞かれなくなった。なお、ほだ木下部に発生した子実体にはまれに若干の汚染が認められたが、これは土壌との偶発的な接触によるためと考えられる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to elucidate the mechanism of additional contamination of shiitake mushrooms grown on bed logs in a radiation-contaminated area, and to examine whether radiocesium in the soil is transferred to the fruiting bodies through the bed log. Before clarification, it was found that the concentration of cesium absorbed by the fruiting-bodies was strongly influenced by the concentration of ion-exchange-form cesium in the bed logs. After 15 months of bed log cultivation on soil containing radioactive cesium collected in Fukushima Prefecture, no transfer of radioactive cesium from soil to bed logs was observed, and no significant contamination of the fruiting-bodies was observed. It is assumed that the radiocesium in the soil is not an additional source of contamination because the radiocesium in the soil is tightly adsorbed on soil minerals.

研究分野：きのこ学

キーワード：追加汚染 原木栽培シイタケ 交換性セシウム

### 1. 研究開始当初の背景

汚染地域における原木しいたけ栽培は、直接汚染と追加汚染による被害を被った。直接汚染の汚染源はフォールアウトであることから西日本等から原木を調達することにより対処された。一方、追加汚染の汚染源は土壌中の放射性セシウムであり、これらがほだ木へ移行することによって追加汚染が生じると推測されたが、原木栽培シイタケの移行係数はばらついており、ばらつく要因が特定されていないことから汚染源の解明までには至らなかった。そのため、移行係数に影響を与える要因の解明と併に追加汚染のメカニズム解明が必要とされた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、放射能汚染地域における原木露地栽培シイタケの追加汚染メカニズムの解明であり、ホダ木等の培養基から子実体へのセシウム移動量に影響を与える要因の調査、ホダ木におけるセシウムの動態調査、及び得られた知見を基にした栽培現場での追加汚染防除方法を検証した。

### 3. 研究の方法

ホダ木等の培養基から子実体へのセシウム移動量に影響を与える要因の調査については、原木栽培の移行係数を再現する菌床栽培条件を明らかにした上でカリウム等の元素濃度等が子実体のセシウム濃度に与える影響について検討した。また、原木栽培にてこれらの元素濃度が子実体のセシウム濃度に与える影響について検討した。

ホダ木におけるセシウムの動態調査および得られた知見を基にした栽培現場での追加汚染防除方法については、8kBq/kgの放射性セシウムを含む土壌上にて原木栽培を15ヶ月間実施し、ほだ木の上部、中部および下部別に収穫した子実体の放射性および安定セシウム濃度を測定すると併にホダ木内における放射性セシウムの分布を調査した。

### 4. 研究成果

通常の栽培条件における菌床栽培の移行係数は湿重量基準にて約 0.5 に対して、栄養成分量を 20%に減少した菌床における移行係数は同基準にて約 2.0 であった。原木栽培シイタケの移行係数は同基準にて約 2 であることから、本菌床をほだ木のモデルとして使用した。炭素、酸素および水素を除外すると子実体を構成する主要な成分は、窒素、カリウムおよびリンであったことから、モデル菌床にこれらの元素を添加したところ、全ての元素にて濃度の増加に伴い子実体のセシウム濃度は減少したが、最も減少率が大きい元素は窒素であった。原木栽培におけるこれら元素が子実体のセシウム濃度に与える影響を調査するため原木中の元素濃度を調査したところ、窒素濃度とカリウム濃度はばらついていてリン濃度のばらつきは小さく (図 1)、原木内における窒素濃度とカリウム濃度のばらつきが、移行係数をばらつかせる要因の 1つと推測される。

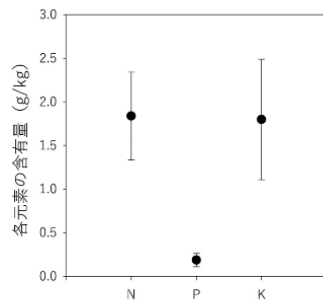


図 1 コナラ原木内における各元素濃度

原木に含まれている一部のセシウムは 0.1 mol/L の塩酸を用いても容易に溶出されないことから、原木から 1 mol/L の酢酸アンモニアにより抽出されるセシウム (イオン交換態セシウム) を可給態セシウムとし、イオン交換態セシウム濃度により原木栽培シイタケの放射性セシウムと安定セシウムに対する移行係数を算出した。全セシウム濃度により算出した放射性セシウムと安定セシウムの移行係数一致していなかったが、イオン交換態のセシウム濃度による両者の移行係数は一致しており (図 2)、子実体に吸収されるセシウムはホダ木中では

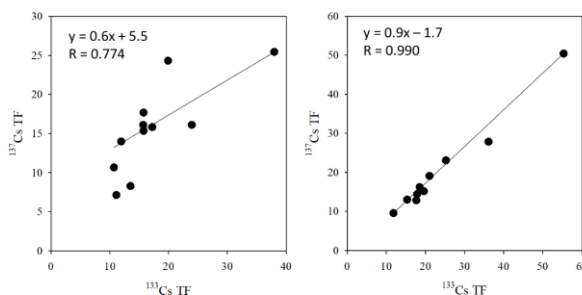


図 2 原木栽培シイタケの移行係数  
左：全セシウム濃度による移行係数  
右：イオン交換態のセシウム濃度による移行係数

イオン交換態として存在していることを明らかにした。

8kBq/kg の放射性セシウムを含む土壌上にて原木栽培により得られたシイタケの乾燥重量基準における放射性セシウム濃度は、ほだ木の上部、中部、および下部にてそれぞれ 8.4、7.9 および 35.8 Bq/kg であった。同様にシイタケの安定セシウム濃度は、0.78、0.56 および 0.75 mg/kg であった。原木栽培開始から 15 ヶ月経過したほだ木の軸方向における IP 画像

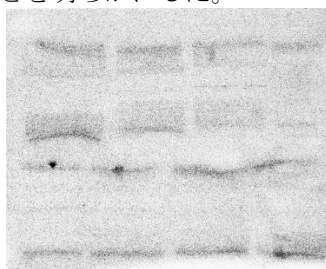


図3 汚染土壌上で栽培したほだ木の軸方向におけるIP画像  
枝番の1が土壌との接地面を示す

を撮影したが(図3)、ほだ木上部、中部および下部にて顕著な差異は認められなかった。ほだ木下部より収穫した子実体の放射性セシウム濃度は、上部および下部より顕著に高濃度であったが、各部位から収穫した子実体の安定セシウム濃度(mg/kg)に対する放射性セシウム濃度(Bq/kg)の比は上部、中部および下部にてそれぞれ10.8、14.1および47.7 Bq/mgであり、上部および中部の比は11と14であるのに対して下部の比は48と突出して高く、ほだ木下部のみ放射性セシウムが安定セシウムより多量に移行したとは考えにくく、むしろ下部の子実体が発生する際に土壌と偶発的に接触したため放射性セシウム濃度が増加したと推測される。ほだ木下部より収穫した子実体の安定セシウム濃度に顕著な増加は認められず、またIP画像においてもほだ木下部への顕著な放射性セシウムの移行は認められなかったことから、土壌からほだ木へのセシウムの移行は生じていないことを明らかにした。

原発事故当初は土壌中の放射性セシウムを汚染源とする追加汚染が生じた可能性は否定できないが、実験レベルで追加汚染を再現することは出来なかった。一方、栽培現場での聞き取り調査によっても追加汚染による被害を聞くことは無くなり、原発事故からの経過に伴い追加汚染自体が消失したと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hiraide Masakazu	4. 巻 67
2. 論文標題 Factors affecting the cesium transfer factor to shiitake ( <i>Lentinula edodes</i> ) cultivated in sawdust medium	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Wood Science	6. 最初と最後の頁 17
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s10086-021-01949-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 平出政和	4. 巻 16
2. 論文標題 放射性セシウムの汚染が原木栽培シイタケに与えた諸課題	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 生物資源	6. 最初と最後の頁 2-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 平出政和
2. 発表標題 原木栽培シイタケにおける放射性セシウム汚染の影響と対策について
3. 学会等名 日本きのこ学会第 25 回大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平出政和、長倉淳子
2. 発表標題 シイタケにおけるセシウムの移行係数に影響を与える栄養成分
3. 学会等名 日本木材学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平出政和
2. 発表標題 菌床栽培における <sup>137</sup> Cs及び <sup>133</sup> Csによる移行係数の差異
3. 学会等名 第70回日本木材学会大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

シイタケへのセシウムの吸収しやすさを正確に測定するには  
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/research/saizensen/2021/20210325-01.html>

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関