

茨城県のシイタケ原木露地栽培における各種資材による

放射性セシウム移行抑制について

Transfer inhibition of radioactive cesium with the materials on *Lentinus edodes*
open bed log cultivation in Ibaraki Prefecture山口晶子^{*1}・小林久泰^{*1}・富田莉奈^{*1}Akiko YAMAGUCHI^{*1}, Hisayasu KOBAYASHI and Rina TOMITA

* 1 茨城県林業技術センター

Ibaraki Pref.Forestry Res.Inst., To 4692 Naka Ibaraki 311-0122

要旨：空間線量率の異なる2箇所のスギ林において、各種ゼオライトやPBシート等の林地被覆によるほだ木や子実体への放射性セシウム移行抑制効果について検討した。その結果、低線量のスギ林では、被覆資材の有無を問わず、ほだ木や子実体への移行が軽微で、移行抑制効果は明確には確認できなかった。一方、高線量スギ林においては、麻布を使用した場合、対照区や他の資材に比べてほだ木や子実体の放射性セシウム濃度の上昇がみられ、林地を被覆する資材の種類によっては放射性セシウムの移行を促進する可能性があることが示唆された。

キーワード：シイタケ・露地栽培・ゼオライト・プルシアンブルーシート

Abstract: We examined the transfer inhibition of radioactive cesium in fruiting body and bed log of *Lentinus edodes* with the materials such as zeolite and PB sheet for ground covering at two Japanese cedar plantations with different air dose rates. As results, the effects of the materials on transfer inhibition of radioactive cesium in fruiting bodies and bed logs at Japanese cedar plantations with the lower air dose rate were not confirmed, while radioactive cesium concentrations in fruiting bodies and bed logs on the ground covered with hemp cloth were higher than those covered with other materials at Japanese cedar plantations with the higher air dose rate. They suggest that the some materials might promote radioactive cesium transfer from the ground to bed logs.

Key-word: *Lentinus edodes*, open bed log cultivation, zeolite, PB sheet

はじめに

2011年3月に発生した福島第一原発事故から5年が経過し、原木シイタケ露地栽培において、特に、空間線量率の高いほだ場において、ほだ木や子実体に放射性セシウム(以下Csと記載)が移行することが明らかになっている(1, 2)。その原因がほだ木が接する森林の堆積有機物層、土壌、林内雨にある可能性が指摘されている(6, 7)。

そのため、ほだ木の接する土壌やA0層からほだ木・子実体へのCs移行を抑制する対策試験が各地で行われている。岩澤ら(1)は空間線量率の高いほだ場では、モウソウチク上に設置したほだ木はCs濃度上昇が抑制されたが、不織布ではCs濃度が上昇する場合があると報告している。杉本ら(5)は空間線量率の高いほだ場で、落葉層除去と粒状ゼオライト処理を組み合わせ実施した結果、対照区よりほだ木のCs濃度が有意に低く、子実

体のCs濃度も対照区に比べて低くなる傾向があることを明らかにした。坂田ら(3)は空間線量率の高いほだ場でブルーシートを林地に敷設したところ、シート無敷設の対照区でほだ木の放射性セシウムが不検出であった一方、ブルーシートで林地を被覆した区では、最大25Bq/kg検出されたとしている。また、坂田ら(4)は前述試験に隣接するほだ場でゼオライトシートやプルシアンブルー(PB)シートを組み合わせた試験を行った結果、処理によらずほとんどのほだ木が検出限界値以下となったと報告している。武井ら(8)は、ゼオライトシートやPBシートを林地の敷設材やほだ木の被覆材として用いて子実体のCs濃度を調査しており、林地を山砂や黒土で客土した場合、ゼオライトシートやPBシートは被覆材として一定の効果を発揮するが、林地に何も敷設しなかった場合、子実体におけるゼオライトシートやPBシートによるほだ木被覆によるCs濃度の変化はなかった

としている。

しかし、これまでの研究で粒状のゼオライトとゼオライトシート並びにPBシートのCs移行抑制効果について同時に比較した事例はない。また、同一試験地におけるゼオライトシート、PBシートと安価で入手しやすい他のシート状資材を設置した場合については、ほだ木、若しくは子実体のみ成果が公表されている状況であり、双方について論じられている研究はない。

そこで、本研究では茨城県内の空間線量率の異なるスギ林ほだ場2箇所において、粒状もしくはシート状のゼオライト、PBシート等の林地被覆によるほだ木・子実体へのCs抑制効果について検討した結果を報告する。

材料と方法

1. ほだ木の伏せ込み 茨城県内2箇所のスギ林ほだ場(設置時の地上高1.0mの空間線量率0.09、0.36 μ Sv/h)において、2014年6~7月に調査地を設定した。空間線量率の低い方を「低線量スギ林」、高い方を「高線量スギ林」と表記する。

岡山県産コナラに2014年3月に菌興115号(形成菌)を原木直径の5倍接種後、培養したほだ木を低線量スギ林では、ゼオライト細粒(Z-05、ジークライト社)ゼオライト中粒(Z-35、同上)シート状ゼオライト(Csキャッチャー、同上)PBシート(セシウムソープフィルター、大日精化)で林地を被覆した後、各資材の上に25本ずつよい伏せで設置し、栽培を行った。高線量スギ林では、上記のほだ木をシート状ゼオライト、PBシート、麻布(造園樹木保護用植物繊維シート)を用いて林地を被覆した後、各資材の上に接地伏せにて設置し、栽培を行った。なお、それぞれ、資材を設置しない対照区を設けた。

2. 低線量スギ林でのほだ木及び子実体試料の採取 各資材によい伏せしたほだ木の縦木について、ほだ木及び子実体を天側と地面側に区分して採取した。ほだ木を、伏込1年後の2015年8月に各処理区から5本、伏込2年後の2016年8月に各処理区から4本採取し、天側と地面側のそれぞれからチェーンソーで切断した際の鋸屑を集めてCs濃度測定用試料とした。

2014年秋冬(10~2015年1月)2015年春(3~4月)2016年春(1~4月)にほだ木から発生した子実体を、各処理区天側と地面側毎に発生日ごとに収穫し、包丁で細断したものをCs濃度測定用試料とした。2014年秋冬、2015年春は各処理区5サンプル、2016年春は3~4サンプル採取した。

3. 高線量スギ林でのほだ木及び子実体試料の採取

子実体試料は各資材に設置伏せしたほだ木1本ずつから採取した。ほだ木は伏込1年半後の2016年1月に全処理区から回収し、1本ずつ、低線量スギ林同様にチェーンソーで切断した際の鋸屑を集めて、測定用試料とした。

2014年秋冬(11~2015年1月)2015年春(2~4月)2016年冬(1月)に発生した子実体を、発生日ごとに収穫し、低線量スギ林同様に包丁で細断したものを放射性セシウム測定用試料とした。2014年秋冬、2015年春は4サンプル、2016年冬はPBシート区からのみ発生があったため、その1サンプルを対象とした。

4. 調査項目 ほだ木及び子実体のCs濃度(Cs134とCs137の合計)は、ゲルマニウム半導体検出器により測定した。ほだ木は1~2リットルマリネリ容器、子実体はU-8容器(100ml)200mlまたは500ml円筒容器、1リットルマリネリ容器を用いて測定した。子実体は含水率90%、ほだ木は含水率12%に測定値を補正した。なお、一部ほだ木や子実体においては、放射性セシウムの沈着量が少なく、検出下限値(以下DL値)を下回り、不検出となったが、DL値が10Bq/kgを下回るものについては、安全性を考慮して、DL値を当該検体の濃度とみなして解析に用いた。Cs濃度の有意差検定は、Tukey-Kramer法により行った。なおデータ数が少なかった、高線量スギ林における2014年秋発生子実体のCs濃度については、統計解析を実施しなかった。

結果と考察

1. 低線量スギ林 設置1年後のほだ木についてゼオライト細粒区では、調査した5本の縦木全て天側・地面側とも、Csは不検出となった(表-1)。また、設置2年後のほだ木についても、同様にほだ木の測定位置を問わず、Csは不検出であった。他の処理区と比較した結果、有意差は見られなかった。ゼオライト細粒以外の資材についてみると、設置1年後にゼオライト中粒、ゼオライトシート、PBシートとも1本以上Csを検出したが、他の処理区と有意差はなかった。また、設置2年後には、ゼオライト中粒の天側とPBシートの天・地面側双方で放射性セシウムは検出されず、ゼオライトシートで検出された放射性セシウム濃度は対照区と同程度であった。設置2年後のPBシートの天側について、対照区の地面側と有意差が見られたが、これは解析に用いた検出下限値が対照区に比べて高い値であったこと起因するものと考えられる。

各処理区におけるほだ木の最大値について、2年連続でほだ木からのCsが不検出であったゼオライト細粒区を除いた処理区と対照区を比較したところ、大差がなか

った。

今回の低線量スギ林に設置したほだ木の結果は、坂田ら(3, 4)と同様の結果となり、環境からほだ木への放射性セシウム移行は軽微であることから、今回用いた各種資材による Cs 移行抑制効果は明確には確認できなかったと考えられる。

2014 年秋に発生した子実体については、林地を被覆しない対照区の地面側から発生したものに比べて、各種ゼオライトで被覆した区では、発生位置を問わず、子実体の Cs 濃度は有意に低いことが明らかになった(表-2)。2015 年春発生においては、ゼオライト細粒で被覆した区の天側・地面側、対照区の天側から発生した子実体が、対照区の地面側から発生した子実体に比べて有意に低い値となった。2016 年春においては、林地被覆の有無による子実体の Cs 濃度の有意差は確認できなかった。なお、3 年間の子実体の Cs 濃度の最大値を処理区間で比較すると、林地被覆の有無を問わず、10Bq/kg 未満の非常に低い値に留まった。

このことから、空間線量率が 0.1 μSv/h に満たない低線量のスギ林においては、Cs の影響が少ないコナラ原木を用いてほだ木を作製し、栽培に用いることで、ほだ木から発生する子実体の汚染も軽微となることが考えられる。同様の傾向は、0.05 μSv/h のほだ場でブルーシートやゼオライトシート、PB シートを用いて実施した試験においても確認されている(3, 4)。

2. 高線量スギ林 設置 1 年半後のほだ木について Cs 検出状況を見ると、全調査区の全ほだ木から Cs が検出された(表-3)。特に、PB シート区の Cs 濃度が麻布区に比べて有意に低いことが明らかになった。また、ゼオライトシート区も、有意差は見られなかったが、麻布区に比べて低い傾向が見られた。

各処理区から発生した子実体の濃度を時期別で比較すると、2014 年秋、2015 年春秋ともに、麻布区で発生した子実体の Cs 濃度が、他の処理区で発生したものに比べて、大幅に高い値を示した(表-4)。

このことから、敷設資材の種類によっては、ほだ場環境からほだ木・子実体への Cs 移行が促進される可能性があることが示された。

おわりに

本研究により、低線量地域のスギ林においては、Cs の影響が少ない原木やほだ木を入手できれば、林地被覆に対するコストや手間をかけなくても安全なシイタケが生産可能であることが示唆された。一方で、高線量のスギ

林においては PB シートやゼオライト等によるほだ木・子実体への移行抑制効果が再確認され、新たに、資材によっては、Cs 移行を促進する可能性があることが明らかになった。今後、新たな資材を検討する際には、ほだ木やシイタケの Cs 濃度をきめ細かく調査する必要がある。

引用文献

- (1) 岩澤勝巳(2014)放射性物質に汚染されたシイタケほだ場における伏せ込み方法別のほだ木の放射性セシウム濃度の変化. 第 125 回日本森林学会大会学術講演要旨集、275
- (2) 大橋洋二、石川洋一、杉本恵理子(2014)シイタケ原木栽培における放射性セシウム二次汚染について. 日本きのこ学会第 18 回大会講演要旨集、167
- (3) 坂田春生(2014)きのこの放射性物質に関する研究(1)汚染状況の把握に関する実証(1). 平成 26 年度群馬県林業試験場業務報告、50-51
- (4) 坂田春生(2014)きのこの放射性物質に関する研究(2)各種資材により汚染を低減する実証(1). 平成 26 年度群馬県林業試験場業務報告、52-53
- (5) 杉本恵理子、石川洋一、大橋洋二(2015)シイタケ原木栽培における放射性物質の影響に関する研究[除染実証事業:ほだ場除染試験]. 栃木県林業センター業務報告(46)11
- (6) 高橋健太郎、成松真樹、太田 浩、照井重光(2013)ホダ場に移設したシイタケホダ木への放射性セシウムの移行. 日本きのこ学会第 17 回大会講演要旨集、82
- (7) 武井利之、熊田 淳、伊藤正一、大久保圭二、渡部正明(2013)野外ほだ場におけるほだ木の放射性セシウム汚染. 第 63 回日本木材学会大会研究発表要旨集、81
- (8) 武井利之、阿部正久、渡部正明(2014)シイタケの原木露地栽培における放射性 Cs 汚染の抑制. 日本きのこ学会第 18 回大会講演要旨集、164

表-1. 低線量スギ林に設置したほだ木のCs検出頻度及びCs濃度 (Bq/kg)

Table 1. Cs detection frequencies and concentrations (Bq/kg) of bed logs in the Japanese cedar plantation with the lower air dose rate

処理区	位置	設置1年後(2015夏)		設置2年後(2016夏)	
		Cs検出本数/ 調査本数	Cs濃度*	Cs検出本数/ 調査本数	Cs濃度*
ゼオライト細粒区	縦木(天)	0/5	ND(<4.6~9.0)	0/4	ND(<4.6~7.0)
	縦木(地)	0/5	ND(<4.3~5.8)	0/4	ND(<4.4~6.7)
ゼオライト中粒区	縦木(天)	2/5	ND(<4.7)~3.73	0/4	ND(<4.8~6.3)
	縦木(地)	2/5	ND(<4.1)~5.15	1/4	ND(<6.2)~3.83
ゼオライトシート区	縦木(天)	1/5	ND(<4.6)~4.31	1/4	ND(<4.8)~3.42
	縦木(地)	2/5	ND(<4.0)~6.38	1/4	ND(<6.6)~4.86
PBシート区	縦木(天)	3/5	ND(<4.8)~4.22	0/4	ND(<6.9~7.6)**
	縦木(地)	5/5	3.29~7.73	0/4	ND(<5.7~7.7)
対照区	縦木(天)	3/5	ND(<5.1)~3.82	1/4	ND(<5.1)~2.57
	縦木(地)	5/5	3.94~5.86	2/4	ND(<5.1)~4.45

*Cs濃度は最小値~最大値を示す。

**対照区の縦木(地面側)と有意差があることを示す(p<0.05)。

表-2. 低線量スギ林に設置したほだ木から発生した子実体の処理区別Cs濃度 (Bq/kg)

Table 2. Cs concentrations (Bq/kg) of fruiting bodies in the Japanese cedar plantation with the lower air dose rate

処理区	位置	2014年秋		2015年春		2016年春	
		Cs検出数/ 調査数	Cs濃度*	Cs検出数/ 調査数	Cs濃度*	Cs検出数/ 調査数	Cs濃度*
ゼオライト	縦木(天)	4/5	ND(<2.0)~1.80**	1/5	ND(<1.9)~2.20**	2/3	ND(<1.8)~3.75
細粒区	縦木(地)	3/5	ND(<1.0)~2.40**	0/5	ND(<2.0~3.3)**	3/4	ND(<2.6)~2.44
ゼオライト	縦木(天)	3/5	ND(<1.9)~2.00**	1/5	ND(<3.2)~2.28	0/4	ND(<4.8~6.3)
中粒区	縦木(地)	3/5	ND(<1.8)~2.90**	2/5	ND(<2.3)~3.87	1/4	ND(<6.2)~3.83
ゼオライト	縦木(天)	4/5	ND(<2.4)~3.50**	0/5	ND(<4.6)~4.31	3/4	ND(<4.8)~3.42
シート区	縦木(地)	4/5	ND(<1.6)~3.60**	1/5	ND(<4.0)~6.38	3/4	ND(<6.6)~4.86
PBシート区	縦木(天)	4/5	ND(<2.6)~2.30**	2/5	ND(<3.2)~2.78	2/3	ND(<6.9~7.6)
	縦木(地)	4/5	ND(<2.7)~5.30	3/5	ND(<3.2)~4.60	3/3	ND(<5.7~7.7)
対照区	縦木(天)	3/5	ND(<1.7)~3.00	3/5	ND(<3.3)~2.55**	3/3	ND(<5.1)~2.57
	縦木(地)	5/5	3.8~8.5	5/5	2.92~9.23	3/3	ND(<5.1)~4.45

*Cs濃度の値は最小値~最大値を表す。

**対照区の縦木(地面側)と有意差があることを示す(p<0.05)。

表-3. 高線量スギ林に設置したほだ木のCs検出頻度及びほだ木と被覆資材の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)

Table 3. Cs detection frequencies and concentrations (Bq/kg) of bed logs in the Japanese cedar plantation with the higher air dose rate

処理区	設置1年半後(2015冬)	
	Cs検出本数/調査本数	Cs濃度*
ゼオライトシート区	4/4	3.52~7.32
PBシート区	4/4	3.42~5.77**
麻布区	4/4	7.79~16.3
対照区	4/4	8.08~10.6

*Cs濃度の値は最小値~最大値を表す。

**麻布区と有意差があることを示す(p<0.05)。

表-4. 高線量スギ林に設置したほだ木から発生した子実体の処理区別Cs濃度 (Bq/kg)

Table 4. Cs concentrations (Bq/kg) of fruiting bodies in the Japanese cedar plantation with the higher air dose rate

処理区	2014年秋		2015年春秋	
	Cs検出数/調査数	Cs濃度*	Cs検出数/調査数	Cs濃度*
ゼオライトシート区	1/1	ND(<6.8)	2/4	ND(4.2)~4.10**
PBシート区	2/2	4.8~9.9	5/5***	5.09~8.37**
麻布区	3/3	34.9~62.8	4/4	6.1~48.2
対照区	1/1	9.3	3/4	ND(<3.9)~6.52**

*Cs濃度は最小値~最大値を表す。

**麻布区と有意差があることを示す(p<0.05)。

***2015年春に4検体, 2015年秋に1検体, 合計で5検体調査した。