

原木シイタケ子実体への放射性セシウム移行低減技術の開発

Development of reduction technology of radioactive cesium transition to the raw wood shiitake fruiting body

坂田春生・國友幸夫

要旨

原木シイタケ栽培において、原木除染機及びプルシアンブルーを用いたほだ木から子実体への放射性セシウム移行低減処理方法について検討したところ、次のことが明らかになった。

- 1 原木を原木除染機で洗浄すると、放射性セシウム濃度がおよそ2～9割低減した。
- 2 プルシアンブルー濃度0.01%、0.03%、0.05%の低濃度分散液にシイタケほだ木を浸漬すると、発生した子実体の放射性セシウム濃度が未処理に比べおよそ1～5割低減した。
- 3 原木をプルシアンブルー分散液に浸漬しシイタケ種菌を接種した場合、発生した子実体の放射性セシウム濃度は、ほだ木を分散液に浸漬した場合と同等の低減効果が得られた。

キーワード：放射性セシウム、原木除染機、プルシアンブルー

I はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災にともなう、東京電力福島第一原子力発電所事故で拡散した放射性物質の影響で、本県のきのこ原木やほだ木が広範囲にわたって汚染された（文部科学省，2011）。事故から4年以上経過した現在も、きのこ原木・ほだ木の当面の指標値として設定された50Bq/kg（林野庁，2012）を満たす原木の入手やほだ木の管理に多大な労力を費やしている。さらに、このほだ木から発生したシイタケが、食品の基準値である100Bq/kg以内であるか注視しなければならず、心身共に疲弊している。原木シイタケ生産の安全性を高めるため、ほだ木から発生する子実体の放射性セシウム移行低減技術の開発が求められている。

事故の数か月後から、市販の家庭用高圧洗浄機等による洗浄が、シイタケ原木やほだ木の放射性セシウム低減に有効であるとの知見が得られた（江口ら，2012）。本県においても、シイタケほだ木の放射性セシウム濃度が、水道水浸水処理で40%、家庭用高圧洗浄機の低水圧洗浄で35%下がることを実証した（2011a, b）。しかし、原木シイタケ栽培施設においては、数千～数万本規模の原木やほだ木を入荷・所有しており、これらを一本ずつ手作業で洗浄することは、多くの時間とコストを要するため実用性を欠き、効果的かつ効率的な洗浄方法の開発が期待された。

この期待に応じて、2012年1月に高橋水機株式会社から原木除染機が販売された。この原木除染機は、縦型水圧大根洗浄機をきのこ原木用に改良し、特殊ノズルから噴出される高圧水と大型特殊ブラシによる洗浄で放射性物質除染効果が得られる。ノズルに接続する動力噴霧器の性能に応じて水圧を調整し、インバータ制御により洗浄時間を設定することで、多様な条件に応じた洗浄が可能である。

本研究は、原木除染機が導入された、みなかみ町の生産施設における原木・ほだ木の洗浄効果及び発生したシイタケへの放射性セシウム濃度を調査した。

一方、顔料として知られるプルシアンブルー（フェロシアン化鉄(III)）は、事故後放射性セシウムを特異的に吸着する物質として注目されている。これまで、プルシアンブルーやその類似物質を含有する多様な形態のセシウム吸着材が開発されている。きのこ栽培においてもその吸着能力に着目し、プルシアンブルーを用いたシイタケ子実体への放射性セシウム移行低減技術開発が進められた。

平出ら(2012)によると、放射性セシウムを含む菌床培地に種々の添加物を加えヒラタケを栽培したところ、プルシアンブルー添加により著しい子実体への移行低減効果が得られた。

次に、鈴木ら(2012)は、原木シイタケ栽培で子実体発生操作工程時にほだ木をプルシアンブルー0.10%希釈液に浸水し、発生した子実体とその採取箇所付近のほだ木円板の放射性セシウムを測定したところ、処理前に比べて移行係数が0.5~0.8程度小さくなった。ほだ木から子実体への放射性セシウム移行低減の可能性を示唆するとともに、プルシアンブルーの子実体への移行や採取時の付着の検証等が課題とされた。

次いで、根田ら(2013)によると、シイタケほだ木をプルシアンブルー0.05%及び0.10%分散液に浸漬処理すると、発生した子実体に含まれる放射性セシウム濃度は、両試験区とも対照区よりも低減し、さらに子実体中の全シアン及び全鉄の含有量は、対照区と処理区で有意な差は無く、プルシアンブルーの移行は認められなかった。しかし、ほだ木に付着したプルシアンブルーの青色が発生生育時の子実体の傘や柄に付着する現象が見られ、実用化に向けての一課題とされた。

これらの知見から、効果的かつ効率的なプルシアンブルーを用いたシイタケ子実体への放射性セシウム移行低減方法を改良した、実用性の高い技術開発が必要とされている。

そこで、本研究はシイタケほだ木から子実体への青色の付着を低下させるため、0.05%以下の低濃度プルシアンブルー分散液浸漬について調査した。また、前述の既報は原木シイタケ栽培の子実体発生操作である浸水工程を想定し、ほだ木をプルシアンブルー浸漬処理して1か月程度で子実体を収穫したが、本研究は経時や散水等による青色の退色を期待し、接種直前の原木をプルシアンブルー分散液に浸漬する方法を調査した。

II 方法

1 原木除染機試験

みなかみ町の生産者が、2012年に導入した原木除染機を用いて洗浄効果を調査した。原木除染機は、前述の高橋水機株式会社製のしいたけ原木除染機で、主要諸元を表-1に、外観写真を図-1に示す。

除染機使用条件は、生産施設での通常設定である、洗浄ブラシ回転数約21.2hz、動噴水圧約4.0MPaとした。また、ノズルの散水口から洗浄ブラシまでの距離は約20cmであった。

原木除染機試験の実施手順を図-2に示す。当生産者が原木シイタケ栽培用に購入した、吾妻郡内産コナラ原木20本（長さ約90cm）を譲り受け試験に供した。原木をチェーンソーで長さ60cm、30cmに切り分け、60cm部分は原木除染機により約1分間洗浄して洗浄区とし、30cm部分は無洗浄の対照区とした。洗浄処理後、両区ともチェーンソーで切断面から木口5cm部分を切除し、切除部に連続する部分を切削しておが粉を採取した。おが粉は、市販の食品用ミル（岩谷産業株式会社 IFM-800DG）で粉砕して測定用検体を作成し、群馬県林業試験場のNaIシンチレーションスペクトロメーター（ベルトールドジャパン株式会社 LB2045）で放射性物質濃度を測定した。

次いで、おが粉を採取して長さ約50cmとなった洗浄区原木に、シイタケ種菌（株式会社富士種菌 F103号 オガ菌封蝋）を接種し、生産者施設において通常の栽培管理下で育成し、菌糸まん延後のほだ木から発生した子実体を収穫した。子実体は乾燥器で乾燥し粉砕して検体とし、群馬県農業技術セ

ンターのゲルマニウム半導体検出器（CANBERRA GC2020 以下「Ge検出器」）により放射性物質濃度を測定した。

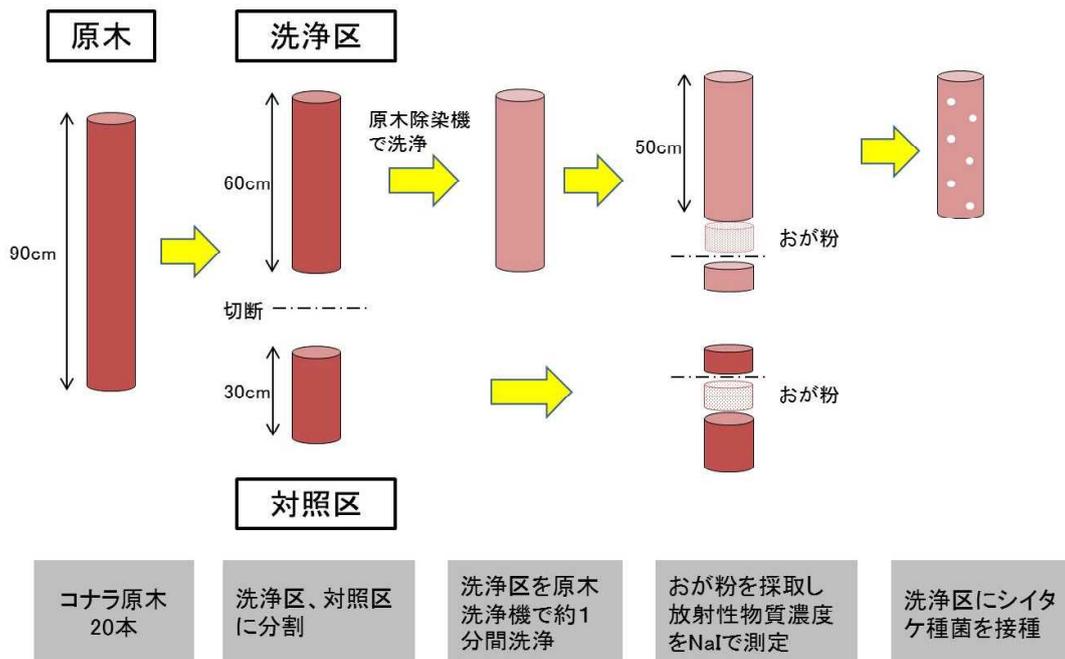
表－1 原木除染機諸元

区 分	諸 元
機種名	高橋水機株式会社 TR20BS 大型キャスター付
ブラシ	ストレートブラシ1本、特殊ブラシ2本
噴射ノズル	自在ノズル 8個
モーター	三相200V 0.75kW、1/10減速 インバーター制御
水量	60リットル毎分以上（別途接続の動力噴霧器性能による）
寸法	2300×800×1630mm ジャッキにより高さ調整可能
処理能力	120～150本毎時（2人作業の場合）

高橋水機株式会社カタログより引用



図－1 原木除染機の外観



図－2 原木除染機試験手順

2 プルシアンブルー浸漬試験

(1) ほだ木浸漬試験

シイタケほだ木を0.05%以下の低濃度プルシアンブルー分散液に浸漬し、発生する子実体の放射性物質濃度を測定した。根田ら(2013)の調査によると、シイタケほだ木をプルシアンブルー分散液に浸漬し発生した子実体の放射性セシウム濃度は、未処理の対照区を100とした場合、分散液濃度0.05%で3～7割、0.10%で4～7割程度低減した。そこで、本研究は分散液濃度を0.05%以下に下げて浸漬試験を実施した。

分散液濃度、プルシアンブルー種類、供試ほだ木種類に応じて設定した試験区の概要を表-2に示す。プルシアンブルーは、従来型(大日精化工業株式会社 セシウムソープフロアブル200 一次粒子径50～100nm 以下「PB」)に加え、比表面積の増大で高い吸着能力を示すとされるナノサイズ粒子型(関東化学株式会社 プルシアンブルーナノ分散液H 一次粒子径10nm程度 以下「ナノPB」)の2種類を使用した。それぞれ、濃度0.01%、0.03%及び0.05%分散液を調製した。

浸漬に供するほだ木は、放射性セシウム濃度や栽培履歴を勘案し、榛東村内の生産施設で2012年に接種し、通常の栽培管理下で育成された、菌興椎茸協同組合 菌興697号(以下「K697」)並びに株式会社秋山種菌研究所 秋山A-950号(以下「A950」)の2品種の栽培ロットから採用した。2014年1月中旬、各ロットからランダムにほだ木70本ずつを選び、計140本を供試した。さらに、供試ほだ木を品種別に、7試験区にランダムに10本ずつ配分した(表-2)。また、浸漬処理前のほだ木の放射性物質濃度を測定するため、全ほだ木の元口側木口面から5～10cm部分をチェーンソーで切削しおが粉を採取した。採取したおが粉は乾燥し、検体を作成してGe検出器で放射性物質濃度を測定した。

おが粉採取後、同年1月下旬に同一試験区の両品種のほだ木10本ずつ、計20本を一斉に分散液に一昼夜浸漬した。また、対照区は水道水に浸漬した。厳寒期であることを考慮し、浸漬後直ちに、ほだ木を群馬県林業試験場内の栽培施設に搬入・展開し、暖房加温により促成栽培を行った。2月下旬から発生したシイタケ子実体を収穫し、乾燥機で乾燥し検体を作成して、Ge検出器で放射性物質濃度を測定した。

なお、本試験は平成25年度 農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「シイタケ原木栽培における放射性セシウムリスクの低減技術の開発」で実施した。

表-2 ほだ木浸漬試験区の概要

試験区	プルシアンブルー種類	分散液濃度(%)	供試ほだ木本数(本)		
			K697	A950	計
BL-PB-0.01	従来型 プルシアンブルー	0.01	10	10	20
BL-PB-0.03		0.03	10	10	20
BL-PB-0.05		0.05	10	10	20
BL-NPB-0.01	ナノサイズ粒子型 プルシアンブルー	0.01	10	10	20
BL-NPB-0.03		0.03	10	10	20
BL-NPB-0.05		0.05	10	10	20
対照区	未処理	—	10	10	20
計			70	70	140

(2) 原木浸漬試験

プルシアンブルーの固着、退色によるシイタケ子実体への青色付着低減技術として、シイタケ原木を種菌接種前にプルシアンブルー分散液に浸漬し、ほだ化完了後に通常の浸水工程で子実体を発生させる方法を調査した。

高崎市内の生産者が原木シイタケ栽培用に購入した、吾妻郡内産コナラ原木30本(長さ90cm)を材料として譲り受けた。根田ら(2013)の調査に準じて決定した、プルシアンブルー濃度0.05%及び0.10%分散液並びに対照区(水道水)の3区に、原木をランダムに10本ずつ配分した(表-3)。

表-3 原木浸漬試験区の概要

試験区	プルシアンブルー分散液濃度(%)	供試原木本数(本)
RW-0.05	0.05	10
RW-0.10	0.10	10
対照区	-	10
計		30

2013年3月下旬に、全原木の両木口面から2~5cm間をチェーンソーで切削してオガ粉を採取し、Ge検出器で浸漬前の放射性物質濃度を測定した。この直後に、長さ約80cmになった3試験区原木各10本を所定の濃度に調整したプルシアンブルー分散液及び水道水に一昼夜浸漬した。

浸漬終了後、直ちに全原木を高崎市内の生産者施設に搬入し、シイタケ種菌(森産業株式会社 655号 成型駒)を接種した。接種した原木を同施設のビニールハウス内で、通常の栽培工程管理下で育成した。

シイタケ菌糸まん延後、同年11月下旬にシイタケ子実体の発生を促すため、ほだ木を水道水に24時間浸漬し、同施設のビニールハウス発生舎に展開した。浸漬刺激で発生した子実体を同年12月中旬に収穫し、乾燥機で乾燥し粉状に粉砕して検体を作成し、Ge検出器で放射性物質濃度を測定した。

III 結果

各試験で得られたシイタケ原木・ほだ木のおが粉及び子実体粉末検体は、放射性物質濃度を測定し、放射性セシウム134と137の合計値(Bq/kg)を採用した。さらに、測定した各検体の含水率を測定し、おが粉は「きのこ原木及び菌床用培地中の放射性セシウム測定のための検査方法について」に準じて含水率12%、シイタケ子実体は日本食品標準成分表記載の生しいたけ含水率91%に相当する値に換算し、以下その換算値を測定結果として示す。

1 原木除染機試験

供試した原木20本の対照区及び洗浄区、1回目及び2回目に発生した子実体の各段階の放射性セシウム測定結果を図-3に示す。

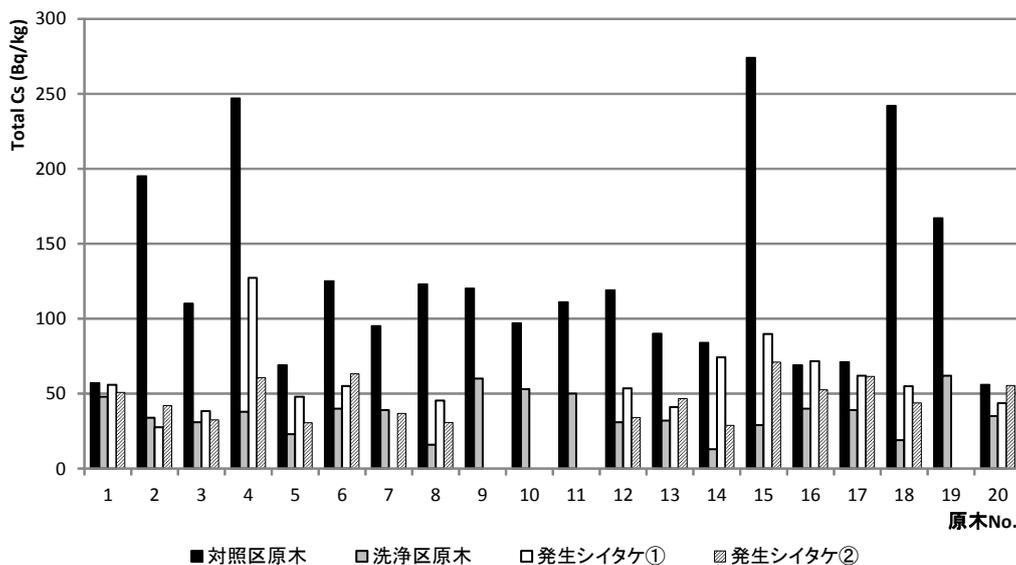


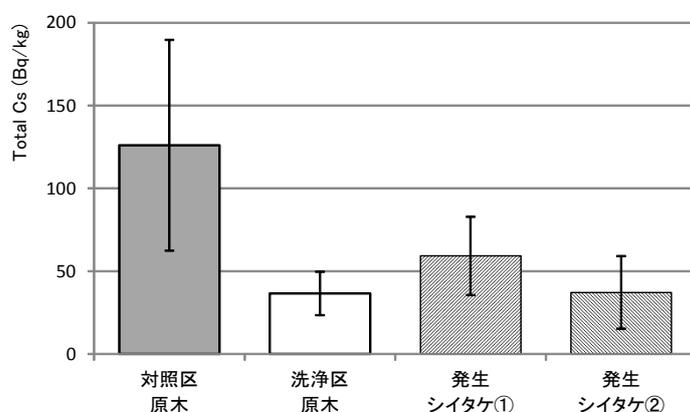
図-3 原木除染機による原木洗浄結果

いずれの原木も、対照区よりも洗浄区の濃度が低下し、原木除染機の洗浄による低減効果が得られた。対照区から洗浄区への低減割合は16～92%と差異があるものの、20本中17本の原木が原木・ほだ木の当面の指標値である50Bq/kg以下に達した。

次いで、1回目の浸水発生操作で15本のほだ木からシイタケ子実体を得られた。子実体の放射性セシウム濃度は、1本を除いて食品の基準値である100Bq/kg以下であった。さらに、2回目の発生で16本の原木から子実体を収穫し、濃度は全て基準値以下であった。

次に、各段階の平均濃度を図—4に示す。エラーバーは標準偏差を表す。原木の平均値は、対照区126Bq/kg (56～274Bq/kg) から洗浄区37Bq/kg (16～62Bq/kg) に約7割低減した。さらに、洗浄区のバラつきが小さくなり、洗浄による原木・ほだ木の均質化の効果が示唆された。

なお、子実体平均値は1回目59Bq/kg、2回目37Bq/kgと低下しているが、有意差は認められなかった。しかし、洗浄区原木と同様に対照区原木と比較してバラつきは小さかった。



図—4 各段階の平均濃度

2 プルシアンブルー浸漬試験

(1) ほだ木浸漬試験

品種別の浸漬前ほだ木の放射性セシウム測定結果の平均値を図—5、6に示す。なお、エラーバーは最大値と最小値の範囲を、点線は各品種全70本の平均値 (K697 : 191Bq/kg、A950 : 167Bq/kg) を示す。ほだ木は同一条件下で栽培した両品種ロットからランダムに70本ずつ選択したが、放射性セシウム濃度のバラつきが大きく、これはほだ木1本1本の汚染差に起因するものと考えられる。

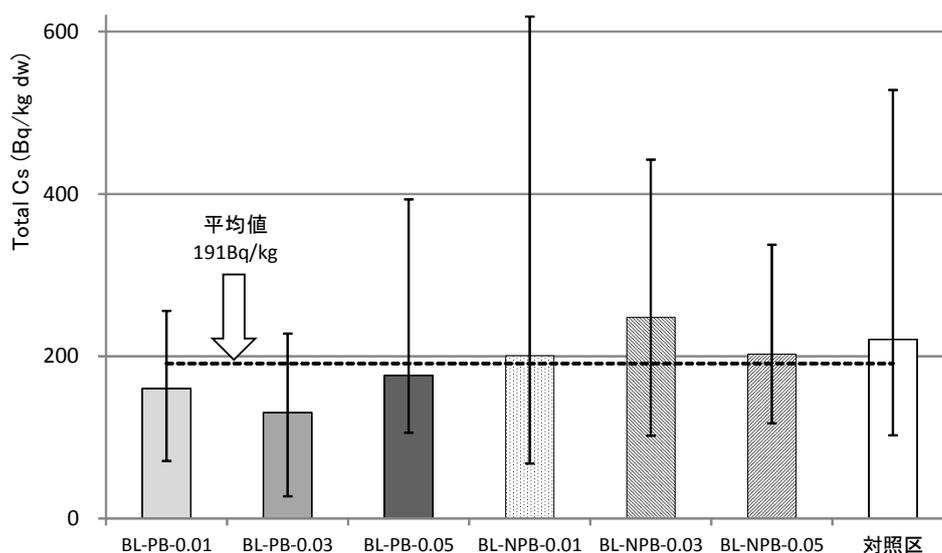
次に、浸漬刺激により子実体が発生したほだ木の本数を表—4に示す。A950は発生時の環境に適合し、9割超のほだ木で子実体を得た。K697はP B区で6割以上のほだ木から子実体が発生したが、ナノP B全区及び対照区は5割以下と差異が生じた。A950でこうした差がないことから、プルシアンブルー種類に起因する差異ではなく、ほだ木を展開した発生室の環境が影響したと考えられる。

上記の浸漬前ほだ木放射性セシウム濃度平均値と、発生した子実体の測定結果の平均値の比較を図—7、8に示す。なお、エラーバーは標準偏差を表す。また、対照区子実体の放射性セシウム濃度の平均値を100とした各試験区の相対値を図—9に示す。

根田ら(2013)の調査によると、本研究と同品種のA950は、プルシアンブルー分散液濃度0.05%区で子実体の相対値54、0.10%区で相対値38とプルシアンブルー分散液濃度が濃くなると相対値が低下し低減効果が高まる傾向があった。

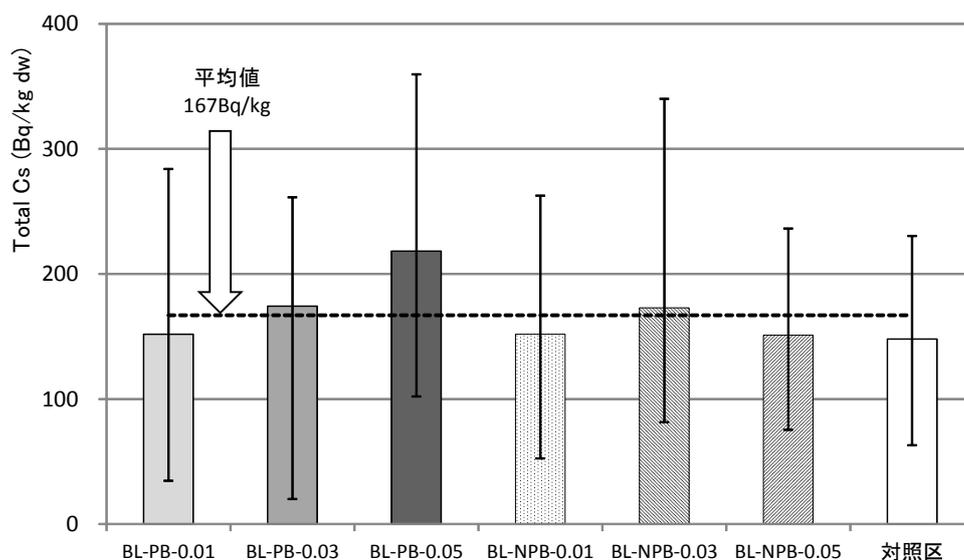
本研究は、K697及びA950両品種ともに、発生した子実体のセシウム濃度は浸漬前ほだ木の濃度より低下し、A950ではバラつきが小さくなったが、いずれもプルシアンブルー分散液濃度差による明確な低減傾向はみられなかった。また、両品種ともPB区に比べ、ナノPB区の相対値が低い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

なお、プルシアンブルー浸漬による、収穫時の子実体傘部や石づきへの青い色の付着は目視で見られず、また奇形等の明確な子実体の品質低下はなかった。



※エラーバー: 最大値～最小値の範囲

図一五 PB浸漬前ほだ木のCs濃度平均値(K697)

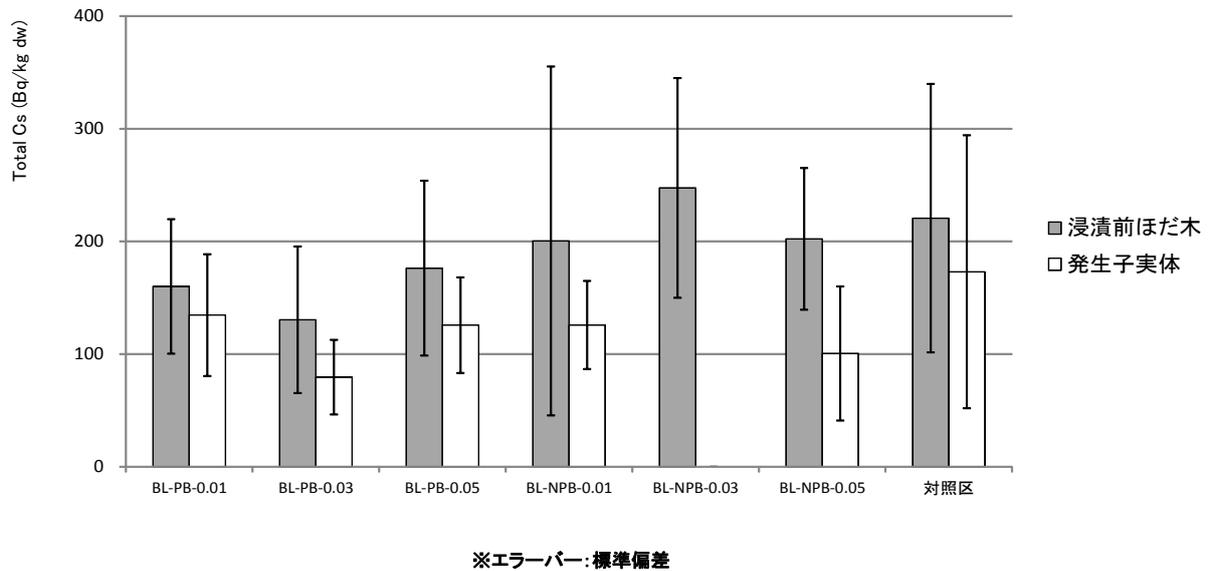


※エラーバー: 最大値～最小値の範囲

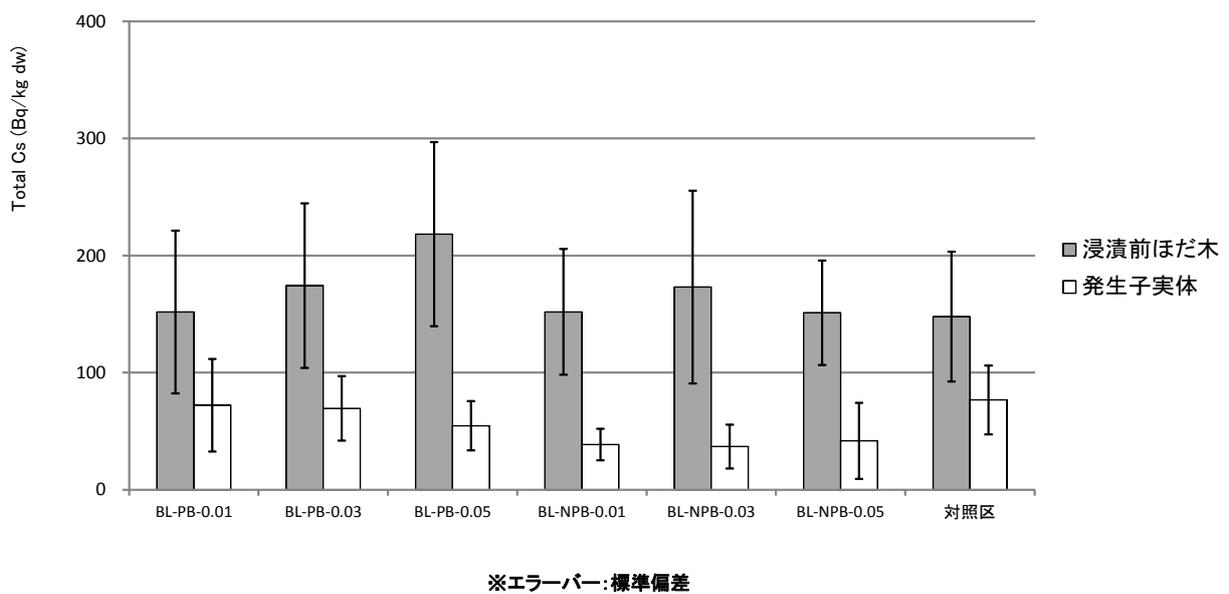
図一六 PB浸漬前ほだ木のCs濃度平均値(A950)

表一4 子実体が発生したほだ木本数
(単位:本)

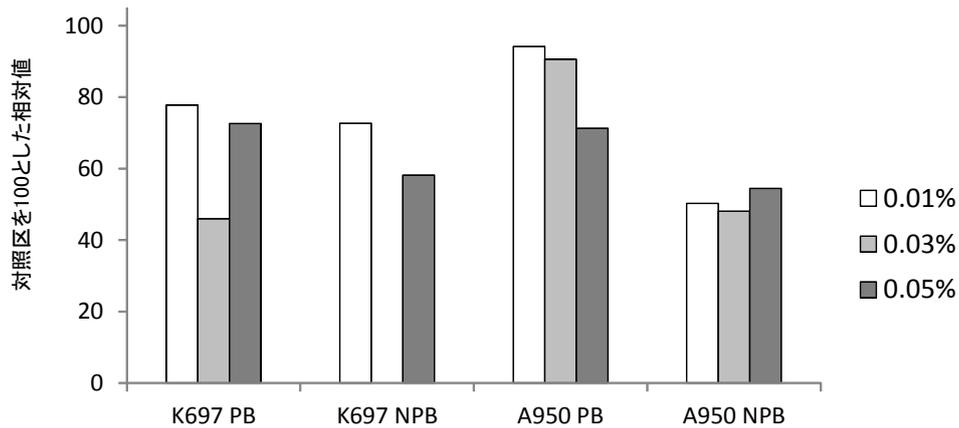
試験区	K697	A950
BL-PB-0.01	7	10
BL-PB-0.03	6	9
BL-PB-0.05	8	9
BL-NPB-0.01	2	10
BL-NPB-0.03	0	10
BL-NPB-0.05	4	7
対照区	5	10
	32	65



図一7 ほだ木浸漬試験結果(K697)



図一8 ほだ木浸漬試験結果(A950)



図—9 発生子実体濃度相対値

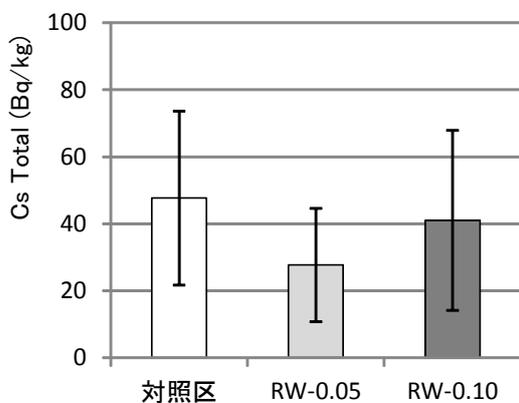
(2) 原木浸漬試験

試験区別のプルシアンブルー浸漬処理前原木の放射性セシウム濃度平均値を図-10に示す。なお、エラーバーは標準偏差を示す。試験区の間で有意差はなかった。また、全原木30本の濃度平均値は39 Bq/kg (ND~96Bq/kg) であった。

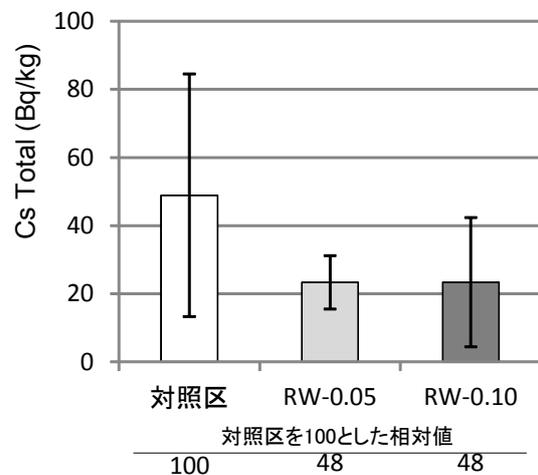
次に、発生したシイタケ子実体の測定結果を図-11に示す。なお、エラーバーは標準偏差を示す。対照区の放射性セシウム平均濃度49Bq/kg (21~148Bq/kg) に対し、RW-0.05区は23Bq/kg (10~35Bq/kg)、RW-0.10区は23Bq/kg (8~63Bq/kg)、であった。対照区の平均濃度を100とした相対値で表すと、RW-0.05区、RW-0.10区ともに48であった。両区において、原木のプルシアンブルー浸漬によるシイタケ子実体の放射性セシウム濃度低減効果が得られた。

根田ら(2013)の調査から本研究と同品種のM655の結果は、対照区の子実体放射性セシウム濃度を100とした場合、PB0.05%区で39、PB0.10%区で44であった。したがって、植菌前原木のプルシアンブルー浸漬処理で、浸水時のほだ木プルシアンブルー浸漬とほぼ同等の結果が得られた。

なお、プルシアンブルー浸漬区ほだ木の青い色は、浸漬後の経時や栽培管理の散水により徐々に退色し、発生操作時点では対照区と遜色のない程度に薄まっていた。また、プルシアンブルー添加による奇形等の明確な子実体の品質低下は認められなかった。



図—10 P B 浸漬前原木のCs濃度



図—11 原木浸漬試験結果

IV 考察

1 原木除染機試験

既報（富士種菌(2012)、日本特用林産振興会(2013)、寺崎ら(2013)、福井ら(2013)）によると、2012年度の原木洗浄機による原木やほだ木の放射性セシウム濃度低減率平均値は50～60%であった。本研究においても約70%の低減効果が得られ、さらに洗浄によりバラつきが低減する傾向がみられ、原木やほだ木の均質化による栽培管理精度向上に寄与すると考えられる。

しかし、日本特用林産振興会（2014b）によると、原木洗浄機による低減率が上記各報告の2012年度低減率に比較して2013年度調査で低下し、この要因として樹皮表面を高压洗浄処理しても、表皮（樹皮外層）に含まれる放射性セシウムの除去のみに留まり、その内側のじん皮（樹皮内層）や形成層付近の放射性セシウムまでは除去できない可能性があげられた。

今後は、原木・ほだ木内部の放射性セシウム分布やほだ木から子実体へのセシウム吸収メカニズムを解明するとともに、より効果的な洗浄方法の開発が必要である。

2 プルシアンブルー浸漬試験

(1) ほだ木浸漬試験

本研究では、濃度0.01%、0.03%及び0.05%のプルシアンブルー分散液にシイタケほだ木を浸漬した場合、発生する子実体への放射性セシウム移行低減効果が得られた。その効果を、対照区子実体の放射性セシウム濃度平均値を100とした相対値で表すと、根田ら(2013)の結果と比較し低減率が小さくなった。しかし、両者のA950のPB0.05%区の子実体相対値は、本研究が71、根田らが54と差異があることから、供試ほだ木の栽培履歴や汚染状況、発生時の環境条件等の要因により低減効果が変動すると考えられる。

日本特用林産振興会（2014a）によると、放射性セシウム濃度550～790Bq/kgの原木を0.10%及び0.50%プルシアンブルー分散液に浸漬した場合、0.50%区で発生した子実体の濃度が対照区と比較して有意に低下することが確認され、さらに傘や柄に青色色素が付着した子実体は全く見られなかったと報告されており、本研究と同様な結果となった。

また、ナノPB区の低減効果がPB区よりも高い傾向がみられた。今回は、試験区間で子実体収量差があり明確な差として現れなかったが、ナノサイズ粒子化による比表面積の増大で低減効果が高まる可能性が示唆された。

ほだ木のプルシアンブルー分散液浸漬処理は、通常原木シイタケ栽培の一工程である浸水発生操作時に、プルシアンブルーを添加するだけで様な低減効果が得られる。プルシアンブルー以外の経費は不要で、数百本のほだ木を一度に処理できるため時間とコストをかけずに低減でき効果的かつ効率的な方法であるといえる。

(2) 原木浸漬試験

植菌前原木のプルシアンブルー分散液への浸漬処理により、発生する子実体は対照区の放射性セシウム濃度平均値を100とした相対値でプルシアンブルー0.05%区、0.10%区ともに48と低減効果があることがわかった。ほだ木のプルシアンブルー浸漬と同等の低減効果を保持しながら、子実体への青色の付着が低下した。

原木を浸漬する新たな工程が加わりコスト増となるが、通常の子実体発生浸水工程と組合せ、浸水の残留水にプルシアンブルーを添加して分散液を調製し再利用するといった工夫による経費の軽減が考えられる。

原木栽培においてプルシアンブルーを利用する場合の留意点を表-5に示す。なお、プルシアンブ

ルーの性質として、安定な錯化合物でそれ自体では毒性を示さず、自然界の条件においては分解してシアンを発生しないことが知られている。一方で、耐熱性は単独では180℃付近までは安定であるが焼却等の条件によってシアンが発生する可能性があり、また排液が水質汚濁防止法に抵触しないよう処理しなければならない（大日精化工業株式会社HP）。とりわけ、放射性セシウムを吸着したプルシアンブルー粒子拡散による再汚染が最も懸念されており、普及利用時の注意喚起や拡散防止技術の検討が必要である。

表-5 原木栽培におけるP B利用の留意点

特長	メリット	デメリット	対応策
効果的	高いセシウム吸着能力	P B粒子の離脱	施設内では防塵対策 特に作業者への配慮が必要
高効率	浸水による一様な効果 着色で処理が明確	青色の付着	低濃度での使用 付着防除資材の使用
低コスト	経費はP B材料費のみ 浸水へのP B添加だけで簡便	化学的手法 社会的・道義的障壁	P B回収システムの開発 リスクコミュニケーション

V おわりに

本研究は、原木シイタケ栽培において、ほだ木から発生する子実体への放射性セシウム移行低減技術として、原木洗浄機による物理的方法及びプルシアンブルーを用いた化学的方法の双方から検討を行った。いずれも低減効果が得られたが、現状では、原木・ほだ木に係る当面の指標値50Bq/kg以下の原木やほだ木の安全性を高めるための手法であることを申し添える。

今後は、50Bq/kgを超える原木で確実に子実体への移行が低減できる方法やきこの原木林の再生技術の開発を進めることが重要である。

謝辞

原木洗浄機試験でみなかみ町の林作夫氏、プルシアンブルー試験で高崎市の後藤孝氏、榛東村の高橋守氏の生産者三氏に、また、ゲルマニウム半導体検出器測定で農業技術センター担当各位に多大なるご協力をいただいたことに厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 江口文陽・吉本博明・瀬山智子・大林宏也・飯島倫明(2012), 福島第一原子力発電所の事故での放射能汚染を回避するきこの栽培, 日本きのこ学会第16回大会講演要旨集, 131
- 群馬県林業振興課・林業試験場(2011a), キノコ原木 水で洗い4割除染, 上毛新聞, 2011-10-27
- 群馬県林業振興課・林業試験場(2011b), ほだ木4割除染 低水圧洗浄 浸水が効果, 日本農業新聞, 2011-11-11
- 鈴木拓馬・山口亮・袴田哲司・服部俊雄(2012), 放射性セシウムの付着に対するシイタケほだ木評価と移行低減, 日本きのこ学会第16回大会講演要旨集, 137
- 大日精化工業株式会社, 製品案内 顔料 紺青Q & A, http://www.daicolor.co.jp/products_i/pro_i_pig/miloriblueqa.html(参照 2014-12-25)
- 寺崎正孝・小林久泰・山口晶子・飯泉厚彦・梶間昭男・大木貴博(2013), シイタケ原木洗浄機を用い

た放射性セシウムの低減対策, 日本きのこ学会第17回大会講演要旨集, 32

日本特用林産振興会(2013), 平成24年度特用林産物安全供給推進事業 特用林産物産地再生対策事業, 39-43

日本特用林産振興会(2014b), 平成25年度特用林産物安全供給推進事業 特用林産物産地再生対策事業, 32-37

日本特用林産振興会(2014a), 平成25年度特用林産物安全供給推進事業 特用林産物産地再生対策事業, 38-46

根田仁, 福井睦夫, 國友幸夫, 坂田春生, 砂川政英(2013), プルシアンブルーによるシイタケ原木栽培における放射性セシウムの移行低減について, 日本きのこ学会第17回大会講演要旨集, 31

平出政和・砂川政英・根田仁・吉田聡(2012), ヒラタケ(*Pleurotus ostreatus*)のセシウム含有量, 第62回日本木材学会大会講演要旨集, 015-P-PM08

福井睦夫・寺崎正孝・山口晶子・二元降・梶間昭男 (2013), 放射性物質に汚染されたきのこ原木・ほだ木の除染と洗浄水の処理について, 日本きのこ学会第17回大会, 40

富士種菌株式会社(2012), しいたけ原木除染機TR 2 0 B Sにおける除染性能の検討, <http://www.fujishukin.co.jp/> (参照2014-12-25)

文部科学省(2011), 文部科学省及び群馬県による航空機モニタリングの測定結果について, 文部科学省プレスリリース, 2011-9-27

林野庁(2012), きのこ原木及び菌床用培地の当面の指標値の改正について, 林野庁プレスリリース, 2012-3-28