

研究資料

製材加工品・きのこ用原木の放射性セシウム低減技術の検討

伊藤 博久^{*} 小川 秀樹 熊田 淳^{**}

目 次

要 旨	
I はじめに	10
II 浸漬処理添加物質別スギ、ミズナラ材の放射性セシウム低減効果	10
1 試験体および試験方法	10
2 結果および考察	12
III 浸漬処理によるスギ平割材の放射性セシウム低減効果	13
1 試験体および試験方法	13
2 結果および考察	14
IV コナラ原木のウェットブラスト処理による放射性セシウム汚染低減効果	16
1 ウェットブラスト処理装置	16
2 試験体および試験方法	17
3 結果および考察	17
V おわりに	19
VI 引用文献	19

要 旨

東京電力福島第一原子力発電所事故由来の放射性物質により汚染された製材加工品、きのこ用原木について、放射性物質の除去、低減技術の検討を行った。本試験においては、放射性物質により汚染されたスギおよびミズナラの試験片を、6種類の水溶液と水道水に浸漬した結果、最大で処理前の14%に放射性物質を減少させることができた。汚染されたスギ原木から製材した心去り平割材を3種類の水溶液と水道水に浸漬したところ、全ての試験区で処理前の45～68%に放射性物質を減少させることができた。また、きのこ原木については、原木の表面を水と研磨材で洗浄するウェットブラスト処理により原木の放射性物質を処理前の平均124Bq/kgから処理後は平均44Bq/kgに減少させることができた。

キーワード：原木、スギ、コナラ、浸漬処理、ウェットブラスト処理

受付日 平成27年3月6日

受理日 平成29年3月17日

* 現相双農林事務所

** 現県中農林事務所

課題名 原木における汚染軽減技術の開発（県単課題 平成24～26年度）

I はじめに

福島県は、良質な製材用原木やきのご用原木の産地として県内はもとより広く全国に原木を供給してきた。しかし、東京電力福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質によって、その生産は大きな影響を受けた。製材用原木においては、地域により生産流通の停滞、きのご用原木については、県内の広い範囲で指標値⁴⁾を超える放射性物質が検出され、その供給が停止している状況にある。また、きのご栽培現場においては、原木の供給の停止による生産の停滞や、地域により出荷の制限がおこなわれている状況にある。そこで、本試験においては、製材加工品並びにきのご用原木について放射性セシウムの低減対策について検討した。

製材加工品についてはスギ、ミズナラの試験体を対象とし、木材への液体浸透性を活用して¹⁾放射性物質を各種水溶液に浸漬することによる放射性物質の低減効果を検証した。

きのご用原木については、原木の表面を水と研磨材で洗浄するウェットブラスト処理を活用した放射性物質の低減処理を検討した。なお、ウェットブラスト処理装置については「しいたけ原木除染システムの実用開発事業」によりマコー株式会社に委託し、試作されたものを使用した。

II 浸漬処理添加物質別スギ、ミズナラ材の放射性セシウム低減効果

1 試験体および試験方法

(1) 試験体

2012年8月に伊達郡川俣町で伐採したスギ、ミズナラを5.5cm×5.5cm×8.0cmの直方体に加工し試験体とした(図-1)。

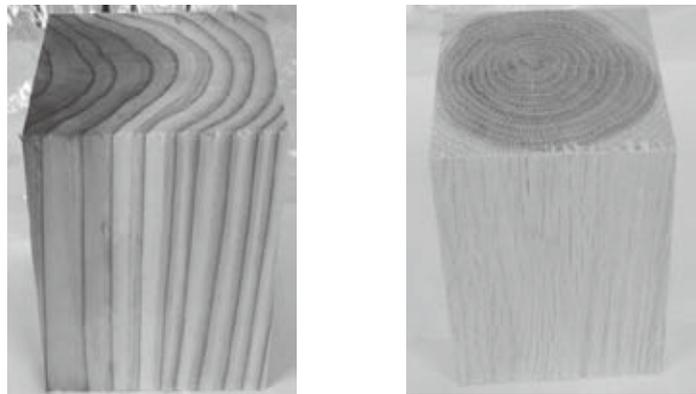


図-1 スギ(左)、ミズナラ(右)試験体

(2) 処理方法及び放射性セシウム量の測定

水溶液は、プルシアンブルー、リン酸二水素カリウム、炭酸カルシウム、市販の衣類用液体洗剤、粘土(陶芸用粘土(仁清))の6種類の物質を重量比で1%になるように水道水に溶解し水溶液を調製した。また、対照区として水道水による試験区を設定した。

浸漬方法は、水溶液を充填したビニール袋に試験体を1体ずつ入れ3試験体を1セットとして試験区を設定した。

試験体はそれぞれ30日後、60日後、90日後に1セットの試験体を水溶液から取り出し、NaIシンチレーションスペクトロメーター（EMF社製 EMF211型）を用いて、¹³⁴Csと¹³⁷Csの総量（以下放射性Cs量とする）を測定し、放射性Csの残存率の推移を求めた（図-2）。測定後は再び水溶液に戻し浸漬を継続した。

$$\text{残存率（\%）} = \frac{\text{浸漬後の試験体中の放射性Cs量}}{\text{浸漬前の試験体中の放射性Cs量}}$$

また、前述の試験の結果、浸漬30日に放射性Cs量が大きく減少したリン酸二水素カリウム水溶液については、詳細を検討するため同様の方法で追試をおこない1～7日間隔でCs量を測定した（図-3）。

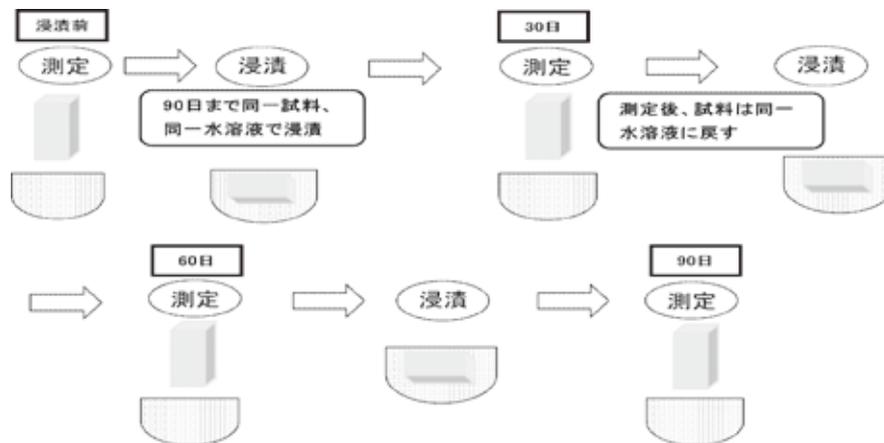


図-2 木材試験体の浸漬

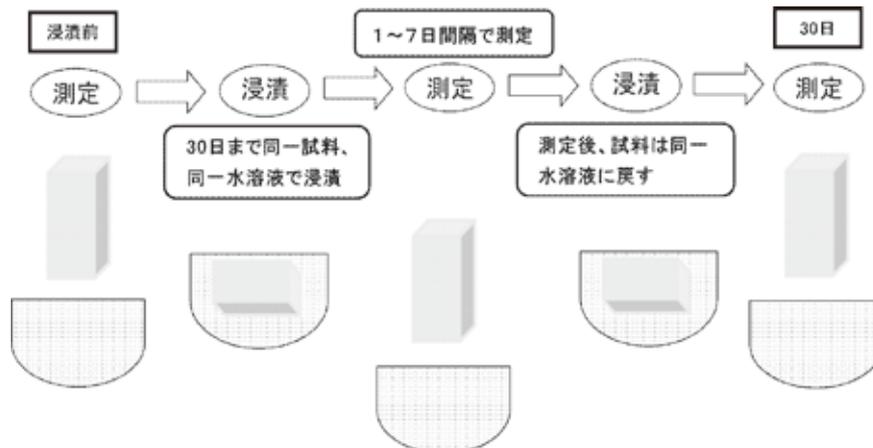


図-3 浸漬による経時変化の測定

2 結果および考察

浸漬のみによる処理の試験区においては、浸漬90日においてスギ、ミズナラともに全ての試験区で処理前に比較して放射性Cs量は減少した。放射性Cs量の残存率が最も低下したのはスギのリン酸二水素カリウム区で処理前の14%に減少した(図-4)。樹種別の残存率の変化についてはスギ、ミズナラともに大きな違いはなかった(図-4)(図-5)。

他の水溶液に比較して浸漬30日に残存率の減少が大きくなったリン酸二水素カリウムについて測定間隔を狭めて測定した結果、15日から20日までに残存率が減少し、その後一定に推移することがわかった(図-6)。

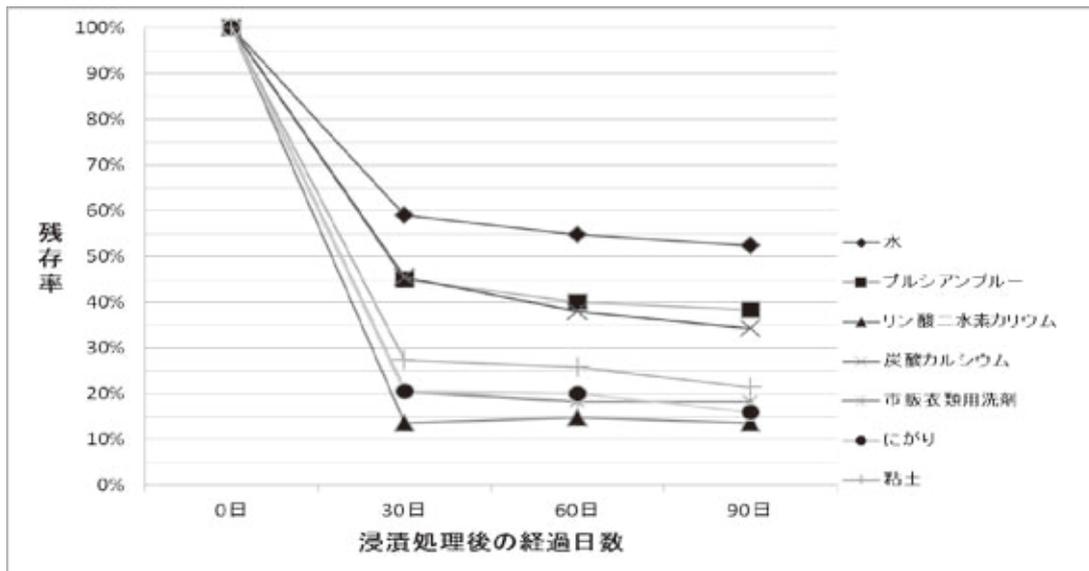


図-4 スギ試験体中の放射性Cs量の残存率の推移

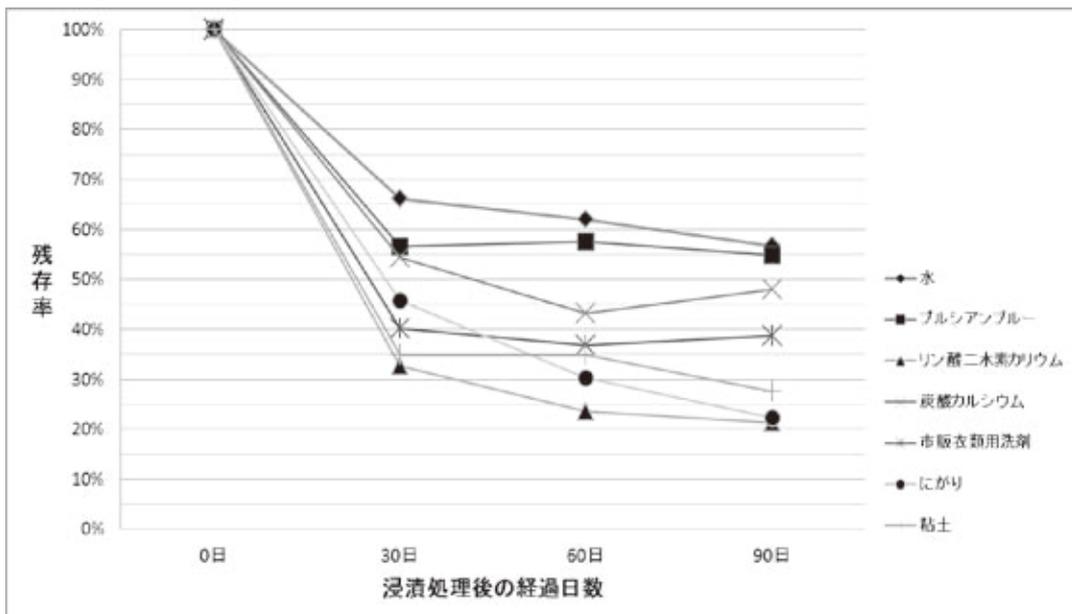


図-5 ミズナラ試験体中の放射性Cs量の残存率の推移

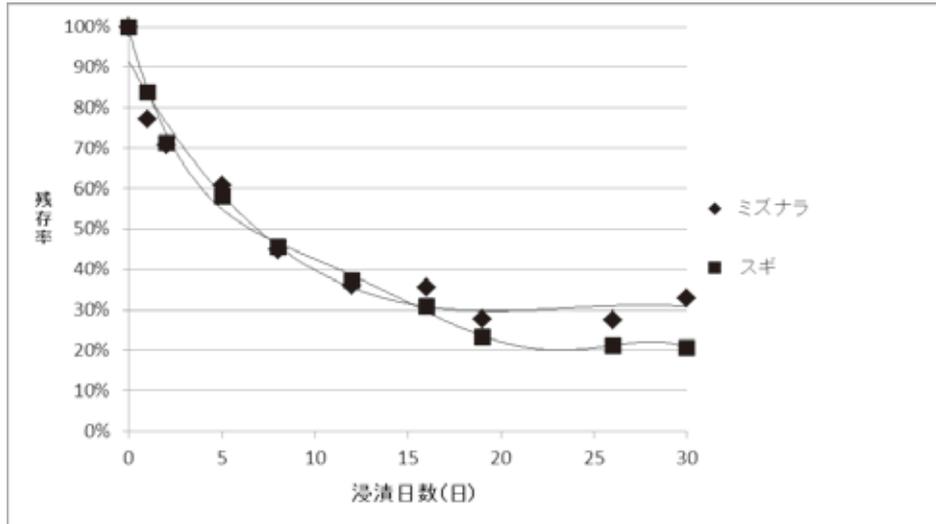


図-6 リン酸二水素カリウム水溶液浸漬日数とセシウム量の変化

Ⅲ 浸漬処理によるスギ平割材の放射性セシウム低減効果

1 試験体および試験方法

(1) 試験体

試験体は、2013年5月に伊達郡川俣町で伐採したスギから、心持ち平角材（120mm×80mm×1,150mm）6本を製材し、それぞれを中心挽きした左右対称の心去り平割材（60mm×80mm×1,150mm）を1セットとして試験区を設定した。試験区は平割材の一方を浸漬処理区とし、もう一方を浸漬しない無処理区として2セット3試験区（12試験体）を設定した（図-7）。

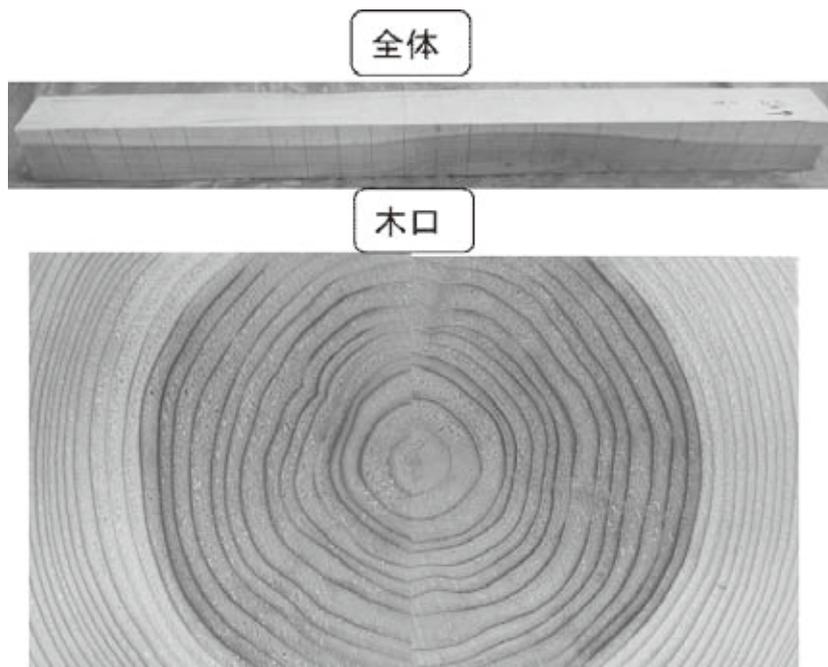


図-7 試験体

(2) 試験方法

浸漬処理区は、水溶液に試験体を浸漬し水溶液の効果による¹³⁷Csの減少について検討した。水溶液は、添加物質としてリン酸二水素カリウム、にがりを重量比で2%になるように水道水で溶解して調製した。また、添加物質の対照区として水道水による試験区を設定した。本試験においては、IIの試験に比較して試験体が高いことから、材表面からの浸透効果を上げるために水溶液の濃度を2%として設定した(表-1)。浸漬は400Lの水槽に200Lの水溶液を入れ、試験体が浮き上がらないように金属の重しを乗せて浸漬した。

水溶液に浸漬した試験体は、30日と60日に水溶液からそれぞれ1試験体を取り出し、容量が250cm³になるように連続した試験片を20個作成した。試験片は粉碎した後、NaIシンチレーションスペクトロメーターにより¹³⁷Cs量を測定した。試験片は105℃で乾燥し含水率(湿量基準)を求めた。無処理区についても同様の測定を行った(図-8)。

表-1 水溶液添加物質と試験体供試数

樹種	試験体	添加物質	浸漬	無処理
スギ	平割材	リン酸二水素カリウム 2%	2	2
	W60×H80	にがり 2%	2	2
	×L1150mm	水道水(対照)	2	2

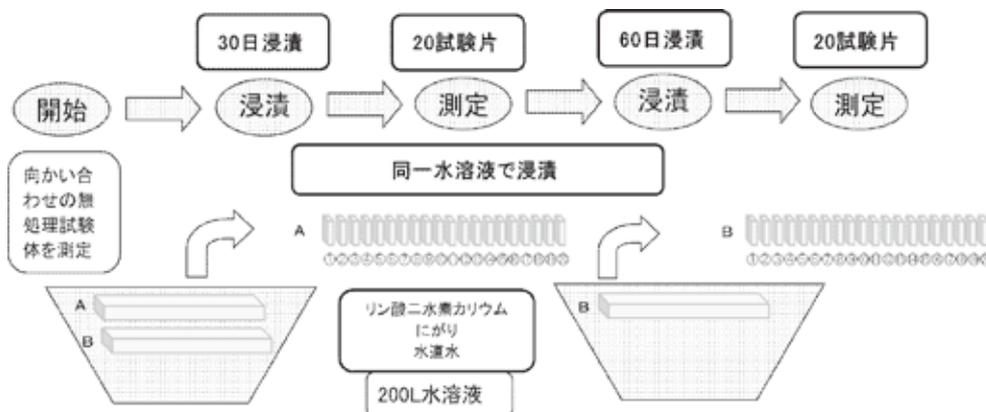


図-8 浸漬試験方法

2 結果および考察

浸漬60日における20個の試験片の¹³⁷Cs量の平均値から求めた残存率は、リン酸二水素カリウム区で45%、にがり区で59%、対照区として設定した水道水で68%と全ての試験区で¹³⁷Cs量の低減効果がみられた。特に水溶液を用いた試験区においては、対照区に比較して低くなる傾向がみられた。30日と60日の残存率の比較では、60日において30日に比較して減少する傾向がみられた(表-2)。

試験体の部位別の¹³⁷Cs量を比較すると、浸漬区では材の両端部で¹³⁷Cs量が低くなる傾向がみられた。これは、試験体の含水率と同じ傾向を示していた。一方、無処理区では、

^{137}Cs 量、含水率ともに一様の傾向にあった(図-9)。林らの報告によれば、木材の長軸方向の水分の浸透量は横方向に比較して大きいことが示されている¹⁾。今回の試験結果においては、水溶液が長軸方向に浸透したことより、試験体の両端部で ^{137}Cs 量が減少したと考えられる。

表-2 浸漬処理日数別試験片当たりの放射性セシウム量 (Bq/試験片)

	30日			60日		
	無処理	処理	残存率(%)	無処理	処理	残存率(%)
リン酸二水素カリウム	238	157	66%	407	183	45%
にがり	264	211	80%	386	227	59%
対照(水)	299	279	93%	424	286	68%

注:各区の値は平割材を20分割した試験片の平均値

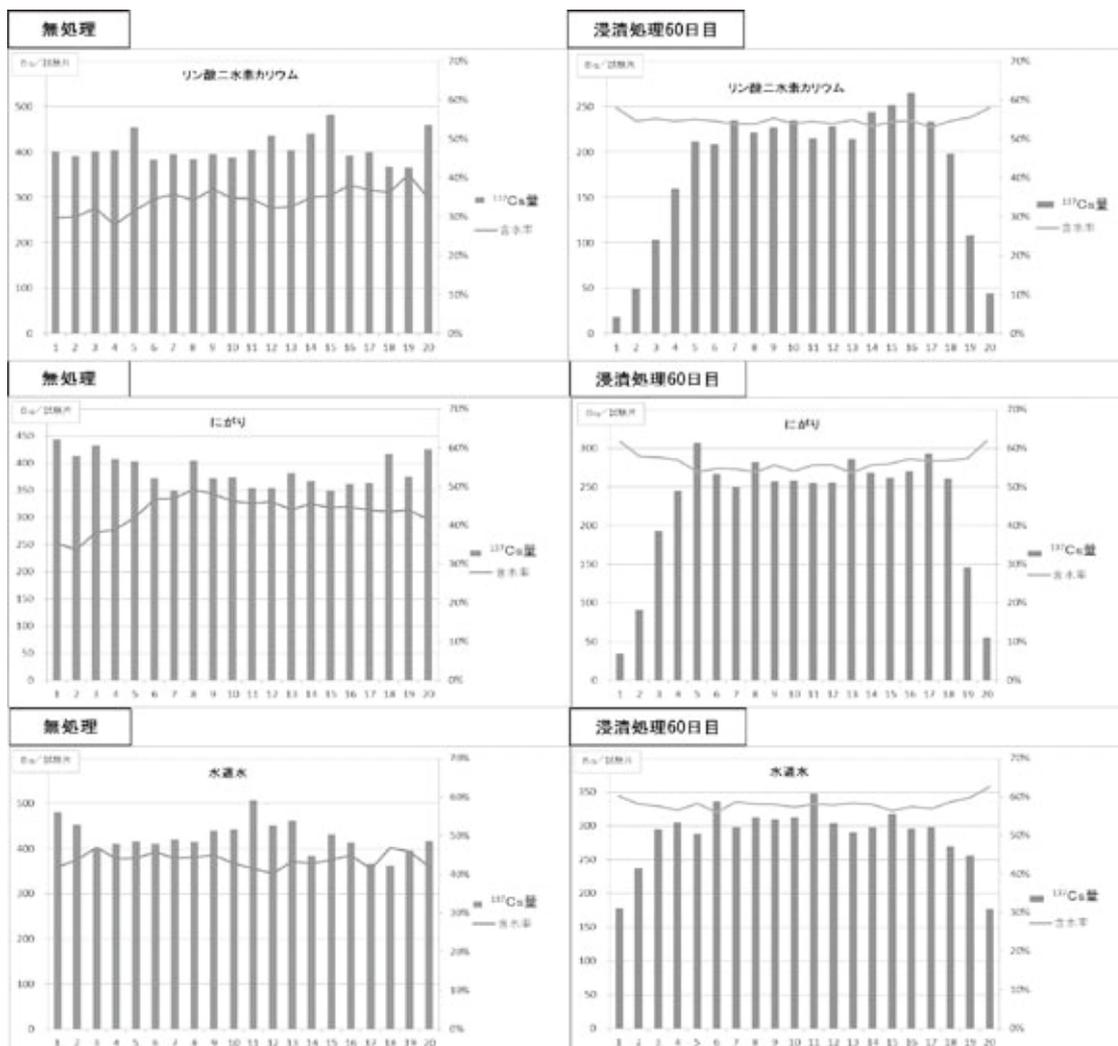


図-9 浸漬後におけるスギ試験片の放射性セシウム量と含水率 (60日)

Ⅳ コナラ原木のウェットブラスト処理による放射性セシウム汚染低減効果

1 ウェットブラスト処理装置

県内のきこの原木の汚染状況について材各部位の¹³⁷Cs濃度分布を調べた結果、外樹皮の¹³⁷Cs濃度が最も高くなり、心材部に向かって低くなる傾向がみられた²⁾(図-10)。この結果は梶本らによる調査結果と同様の傾向を示した³⁾。すなわち、きこの原木の放射性セシウムの汚染は外樹皮の放射性物質を除去することで改善されると考えられた。

このような結果を踏まえ、きこの原木の表面を洗浄する方法として、ウェットブラスト処理によるきこの原木の放射性セシウム汚染の低減技術について検討した。ウェットブラスト処理は、砂状の研磨材を含む水を圧縮空気によってきこの原木表面に吹きつけ洗浄する技術である(図-11)。ウェットブラスト処理は複雑な形状を持つきこの原木の表面をくまなく研磨、洗浄することが可能で汚染されたきこの原木の放射性物質の低減に有効であると考えられる。

本試験においては、ウェットブラスト処理と従来の高圧の水を吹き付ける高圧洗浄機(高橋水機(株)製 TR20BS)との放射性物質の低減効果の比較を行った。

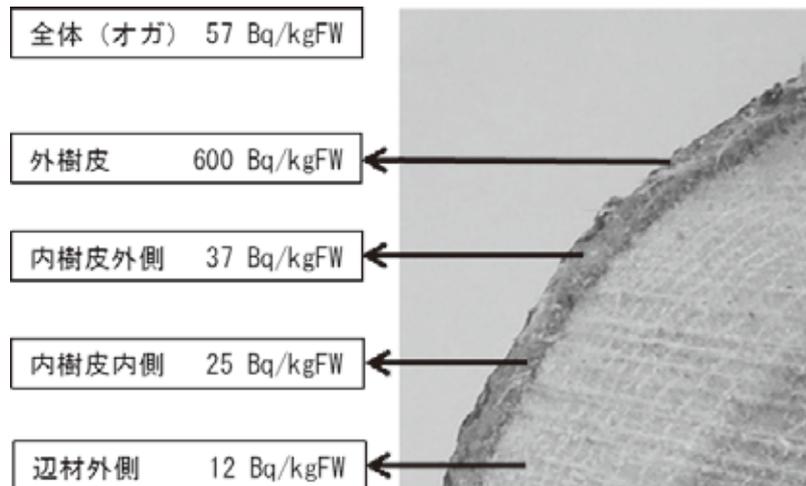


図-10 コナラ材内各部位の放射性セシウム濃度



図-11 ウェットブラスト処理装置(左)、ウェットブラスト処理(右)

2 試験体および試験方法

(1) 試験体

試験体は、2013年12月下旬に石川郡平田村の林地でコナラを伐採玉切りしシイタケ用原木（以下原木とする）として968本を調製した。原木の規格は、一般的に流通するシイタケ原木と同様としおおむね直径10～15cm、長さ90cmとした。

調製した原木は、ウェットブラスト処理と高圧洗浄機処理による原木の放射性物質の低減効果を比較するために68本を供試し、900本をシイタケ子実体の放射性セシウムの濃度の検討に供試した。

(2) 試験方法

① 原木の放射性物質低減処理

ウェットブラスト処理と高圧洗浄処理の放射性物質の低減効果を比較するため、ウェットブラスト処理に45本、高圧洗浄処理に23本の合計68本を供試した。試験は、原木を二等分し一方を試験前の放射性物質の濃度を測定するためにチェーンソーによりおがを調製し、NaI シンチレーションスペクトロメーターにより¹³⁴Cs と¹³⁷Cs の濃度（以下放射性 Cs 濃度とする）を測定した。測定後オガは乾燥し、12%乾重の放射性 Cs 濃度を算出した。また、二等分した一方の原木については、長さを調整するために、金具でダミーの二等分した原木をつないだうえ、ウェットブラスト処理、高圧洗浄処理し処理前の原木と同様に放射性 Cs 濃度測定を行った。それぞれの処理時間はウェットブラスト処理60秒、高圧洗浄処理120秒とした。

② 子実体の放射性物質低減の検討

ウェットブラスト処理、高圧洗浄処理によるシイタケ子実体の放射性物質低減効果を確認するためシイタケの栽培試験を行った。

栽培試験は、2014年3月にウェットブラスト処理原木450本、高圧洗浄処理原木225本、無処理原木225本の合計900本について高温性市販オガ菌を接種し、ビニールハウス内において培養した。シイタケの栽培は、ビニールハウス外からの放射性物質の影響を避けるため培養、発生、休養の全ての過程をビニールハウス内で行った。子実体の発生操作は、植菌当年の秋から行い、子実体の発生量と、子実体の放射性 Cs 濃度を NaI シンチレーションスペクトロメーターにより測定した。

3 結果および考察

① 原木の放射性物質低減処理

放射性物質低減処理の処理前と処理後の放射性 Cs 濃度を図-12に示す。ウェットブラスト処理した原木は、処理前の平均124Bq/kgから処理後の平均44Bq/kgに減少した。一方、高圧洗浄機処理については、処理前の平均129Bq/kgから処理後の平均67Bq/kgに減少した。ウェットブラスト処理、高圧洗浄処理ともに放射性物質の低減効果はみられたものの、ウェットブラスト処理の方が高圧洗浄処理を上回る効果がみられた。

② 子実体の放射性物質低減の検討

子実体が発生した原木の割合は、無処理区が100%であったのに対して、高圧洗浄処理区で99.1%、ウェットブラスト処理区で90.7%となった。ウェットブラスト処理

したホダ木では、子実体が発生したホダ木の割合が無処理に比較して約10%減少した。また、ホダ木1本当たりの子実体の平均発生個数は、無処理区では25.0個であるのに対して、高圧洗浄処理区では14.8個、ウェットブラスト処理区では14.5個と処理をした試験区で低くなる傾向がみられた（表-3）。原木表面を処理したことにより、ホダ木の表面が乾燥するなどの影響があったと考えられる。

子実体の放射性Cs濃度の測定結果を表-4に示す。無処理区、高圧洗浄区では、100Bq/kgを超える濃度が検出された割合が過半数であった。これに対して、ウェットブラスト処理では、放射性Cs濃度が100Bq/kg以下の割合が65.7%を占めウェットブラスト処理が子実体の放射性物質の低減に有効であると考えられた。

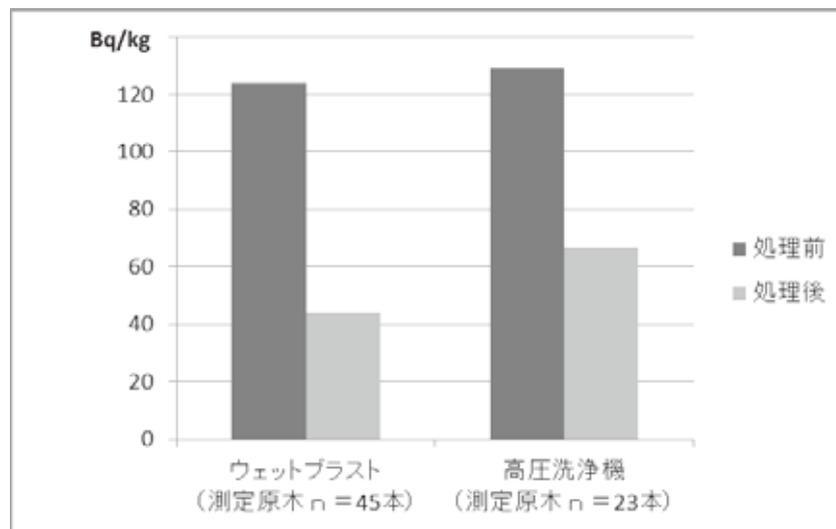


図-12 洗浄処理前・処理後の原木の放射性セシウム濃度比較

表-3 子実体発生ほだ木割合 (%) 及びほだ木1本あたりの子実体数の平均値

	ウェットブラスト (n=450本)	高圧洗浄機 (n=225本)	無処理 (n=225本)
子実体発生ほだ木割合	90.7%	99.1%	100.0%
ほだ木1本あたりの子実体数の平均値	14.5個	14.8個	25.0個

※ ほだ木1本あたり植菌数は平均30個

表-4 発生した子実体の放射性セシウム濃度の割合

	ウェットブラスト (処理原木n=70)	高圧洗浄機 (処理原木n=38)	無処理 (原木n=71)
100Bq/kg以上	34.3%	81.6%	73.6%
100Bq/kg以下	65.7%	18.4%	26.4%

V おわりに

水溶液へのスギ、ミズナラ試験体の浸漬による放射性物質の低減効果については、リン酸二水素カリウムの効果が他に比較して高い傾向がみられた。また、スギ平割材の水溶液への浸漬試験については、材の両端部において放射性物質の低減効果が高くなる傾向がみられた。これらの結果から、水溶液による放射性物質の低減効果が期待できることが示唆された。

一方、きのこ原木、シイタケ子実体への放射性物質の低減効果については、ウェットブラスト処理によりきのこ原木、シイタケ子実体の放射性物質低減に効果があることが示唆された。ウェットブラスト処理については、子実体の発生個数が減少する傾向もみられることから、適切な栽培方法の検討が必要といえる。

VI 引用文献

- 1) 林昭三、西本孝一、貴島恒夫 (1967) 浸漬法による木材への液体浸透. 「京都大学木材研究所報告41」, 63-74
- 2) 伊藤博久 (2015) 原木における汚染低減技術の開発. 「福島県林業研究センター業務報告No.47」, 52
- 3) 梶本卓也、高野勉、齋藤哲ら (2014) 森林生態系における樹木・木材の放射性セシウム分布と動態の調査法. 「森林総合研究所研究報告」(Bulletin of FFPRI) 13.3. (432), 113-136
- 4) 林野庁 (2011) 「きのこ原木及び菌床用培地の当面の指標値の設定について」