

福島第一原子力発電所事故由来の放射性物質に汚染されたほだ木、原木及

びオガ粉の除染の試み

武井利之 長谷川健二* 小川秀樹 村上香 熊田淳**

The experiment of decontamination of radioactive products
from contaminated bed logs, logs and sawdust

Toshiyuki TAKEI Kenji HASEGAWA Hideki OGAWA Kaori MURAKAMI and Atsushi
KUMATA

目 次

要旨	
I 緒言	2
II ほだ木の洗浄	2
1 試験方法	
2 結果及び考察	
III 原木の洗浄	6
1 試験方法	
2 結果及び考察	
IV オガ粉用原木の剥皮	7
1 試験方法	
2 結果及び考察	
V オガ粉の洗浄	7
1 試験方法	
2 結果及び考察	
VI 結言	10
VII 文献	10

要旨

東京電力福島第一原子力発電所の事故により放射性物質が広範囲に飛散し、きのこ栽培に使用するほだ木、原木及びオガ粉が汚染された。原木栽培に使用するほだ木と原木の除染方法を検討した結果、高圧洗浄やブラシ洗浄などによる物理的処理や、塩を加えた水溶液への浸漬が、表面に付着した放射性物質の除染に有効であると考えられた。また、菌床栽培用オガ粉の製造には、原木の剥皮が極めて有効であった。さらに、汚染原木から調製

受付日 平成 26 年 3 月 6 日

受理日 平成 26 年 5 月 26 日

*現相双農林事務所 Present address: Sousou Agricultural and Forestry Office

**現県南農林事務所 Present address: Kennan Agricultural and Forestry Office

課題名 県産きのこの放射性物質の挙動と対策に関する研究(平成 23 年度～平成 25 年度)

したオガ粉から放射性物質を除去できるか否か検討した結果、オガ粉の水洗が低汚染オガ粉を得る方法として極めて有効であった。

キーワード：放射性セシウム 除染 原木 ほだ木 オガ粉

Abstract

Cultivation materials such as bed logs, logs and sawdust for mushroom farming were contaminated with radioactive products released from the explosion of Fukushima No.1 nuclear power plant of Tokyo Electric Power Company. We examined various methods in order to decontaminate logs, bed logs and sawdust. In the results physical treatments such as high-pressure water washing and blushing with tap water and chemical treatment like soaking in K_2PO_4 solution decreased the concentration of radio caesium. On the other hand, rinse with tap water was effective procedure to remove radio caesium from sawdust originated from contaminated logs.

I 緒言

平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故(原発事故)により放射性物質が広範囲に飛散し¹⁾、福島県内の農林水産業に甚大な被害をもたらしている。放射性物質による汚染は、きのこ用原木のみならず生産者が管理しているほだ木やオガ粉にも及び、発生するきのこに深刻な影響をもたらすことが懸念される。このため、生産者がきのこ栽培を継続するには原発事故の影響の及ばなかった地方から原木やオガ粉を入手するなど、新たな栽培方法に適応する必要がある。一方、福島県内に現存するほだ木や原木、及びオガ粉から放射性物質を除去し、きのこ栽培に使用可能な栽培原料の供給量を増やすことが従来どおりのきのこ栽培を継続することに寄与すると考えられることから、本試験では放射性物質に汚染されたほだ木、原木及びオガ粉を試料とし、様々な手法で洗浄してそれらの除染効果を検討した。

なお、林野庁は平成 23 年 10 月に、きのこの放射性セシウム濃度が食品の暫定規制値である 500Bq/kg を超えることのないよう、ほだ木(原木)及び菌床の指標値を 150Bq/kg と定め、平成 24 年 4 月に食品の基準値が新たに 100Bq/kg と設定されたことに伴い、ほだ木(原木)の指標値を 50Bq/kg、菌床の指標値を 200Bq/kg と定めたが、本試験は原発事故後間もなく、指標値が定められる以前に、福島県林業振興課、県内各農林事務所及び福島県林業研究センターが協力して栽培原料の除染方法を模索したものである。従って本報告では各処理による放射性物質の減少率を中心に記述し、指標値と関連させた考察はしていない。

II ほだ木の洗浄

原木に植菌済みで、シイタケの発生に即使用するほだ木を洗浄あるいは浸漬することで放射性物質の除染が可能であるか試みた。

1 試験方法

(1) 供試試料と洗浄処理

ほだ木は福島県内生産者より提供された、植菌後 1 年を経過したシイタケほだ木を使用した。

ほだ木の表面線量は、植菌に使用する台に置いて測定した。測点は両木口面と、ほ

だ木を繊維方向に4等分したそれぞれの位置で上下左右の4点とし、1本のほだ木で計14点の表面線量を測定した。

洗浄処理は、処理A:水道水を用いた高压洗浄(3.5MPa, 1分30秒~1分45秒/本)、処理B:流水洗浄(30秒/本)、処理C:ブラシ洗浄(1分45秒~2分30秒/本)、処理D:0.5%リン酸二カリウム溶液浸漬(24時間)、処理E:高压洗浄+0.5%リン酸二カリウム溶液浸漬+流水洗浄、処理F:ブラシ洗浄+0.5%リン酸二カリウム溶液浸漬、とした。処理方法を表-1に、作業写真を図-2示した。

各処理後ほだ木試料を一晩風乾し、洗浄処理前と同一の点14点から表面線量を測定し、処理前の値と比較してその減少率を求めた。

ほだ木の高压洗浄によるCs-134とCs-137の合計値(放射性セシウム濃度)の減少率は、ほだ木を半分に切断した後、一方を上述と同様の条件で高压洗浄(1分15秒)し、他方を無処理とし、双方からチェーンソーで調整したオガ粉の放射性セシウムを測定し、それらを比較して求めた。

(2) 測定機器

表面線量は、ALOKA製 $\beta(\gamma)$ SURVEY METER TGS-146を使用し、時定数30秒、測定時間90秒とし、1測点当たり2回の測定値を平均して各点の測定値とした。測定日ごとにバックグラウンドを4-6回測定し、その平均値を各測点の測定値から差し引いて表面線量とした。測定機器と測定位置を図-1に示した。

高压洗浄には株式会社丸山製作所製MS330EW-Kを使用した。

放射性セシウムは、オガ粉を専用容器に詰め、3インチNaI検出器を備えたEMFジャパン株式会社製211型ガンマー線スペクトロメーター(NaI検出器)を用いて測定した。測定時間は15分とした。放射性セシウムの値は ^{134}Cs と ^{137}Cs の合計値とした。なお、各オガ粉試料10gを分取し、105°Cで48時間加熱して減少した重量から含水率を求め、乾燥オガ粉1kgに対する放射性セシウム濃度を算出した。



図-1 表面線量測定機器とほだ木の測定位置

表－1 ほだ木の洗浄処理方法

処理方法	処理内容
A	高圧洗浄(3.5Mp 1分30秒～1分45秒/本)
B	流水洗浄(30秒/本)
C	流水ブラシ洗浄(1分45秒～2分30秒/本)
D	0.5%リン酸二カリウム溶液浸漬(24時間)
E	A(高圧洗浄) +D(0.5%リン酸二カリウム溶液浸漬) +B(流水洗浄)
F	C(流水ブラシ洗浄) +D(0.5%リン酸二カリウム溶液浸漬) +B(流水洗浄)



図－2. ほだ木の洗浄作業写真

2 結果及び考察

ほだ木をA－Fの方法で洗浄処理した時の表面線量を表－2に、放射性セシウム濃度の減少率を表－3に示した。最も表面線量が低下したのは、高圧洗浄+0.5%リン酸カリ浸漬+流

水洗浄（洗浄 E）で、その減少率は 76%であった。また、高圧洗浄のみ（洗浄 A）でも 60% 減少し、流水ブラシ洗浄（洗浄 C）で 56%、流水ブラシ洗浄+0.5%リン酸カリ浸漬+流水洗浄（洗浄 F）でも 54%減少した。

続いて、単一処理で最も表面線量を減少させた高圧洗浄に着目し、これにより除去される放射性セシウムを測定した結果を表-2 に示した。高圧洗浄による放射性セシウム濃度の減少率の平均は約 51%で、効果的な除染方法であると考えられた。

高圧洗浄やブラシ洗浄などによる物理的処理や、塩を加えた水溶液への浸漬が、ほだ木の表面に付着した放射性物質の除染に有効であると考えられた。

表-2 ほだ木の洗浄方法と表面線量の減少

処理方法	ほだ木の番号	平均表面線量(cpm)		減少率 (%)	平均減少率 (%)
		処理前	処理後		
A	1	1,100.0	259.5	76.4	60
	2	4,445.0	2,204.5	50.4	
	3	4,201.5	1,906.5	54.6	
B	1	3,090.5	2,594.5	16.0	8
	2	7,025.0	6,215.5	11.5	
	3	6,634.5	6,835.5	-3.0	
C	1	3,966.0	1,968.5	50.4	56
	2	6,069.0	2,759.5	54.5	
	3	2,962.5	1,131.5	61.8	
D	1	3,302.5	2,281.5	30.9	27
	2	2,571.5	1,942.0	24.5	
	3	3,204.5	2,355.0	26.5	
E	1	2,238.5	356.3	84.1	76
	2	6,025.0	1,550.0	74.3	
	3	5,807.5	1,846.0	68.2	
F	1	4,225.0	1,866.3	55.8	54
	2	5,127.0	2,218.3	56.7	
	3	8,312.5	4,177.8	49.7	

表－3 高圧洗浄によるほだ木の放射性セシウムの減少

ほだ木 番号	放射性セシウム濃度(Bq/kg乾重)		減少率 (%)
	洗浄前	洗浄後	
1	537.3	452.0	15.9
2	1631.5	233.4	85.7
3	2493.2	2250.6	9.7
4	3217.3	1671.8	48.0
5	2346.5	815.7	65.2
6	9228.5	1764.2	80.9
平均			50.9

Ⅲ 原木の洗浄

「Ⅱほだ木の洗浄」において除染効果が高かった高圧洗浄を、今後植菌する原木に適用することで放射性物質の除染が可能であるか試みた。

1 試験方法

(1) 供試試料

試験に使用する原木は福島県内で2011年10月に伐採したコナラ6本を使用した。

「Ⅱほだ木の洗浄 1 試験方法 (1) 供試試料と洗浄処理」と同様に原木1本当たり14点の表面線量を測定した後、同様に高圧洗浄した。この後一晩風乾し、洗浄前と同一の測点14点から表面線量を測定し、洗浄前の値と比較して表面線量の減少率を求めた。

また、ほだ木を半分に切断し、一方をほだ木と同様に高圧洗浄し、他方を無処理とし、双方からチェーンソーで調整したオガ粉の放射性セシウム濃度を比較し、高圧洗浄による放射性セシウムの減少率を求めた。

(2) 測定機器

測定機器は「Ⅱ ほだ木の洗浄 1 試験方法 (2) 測定機器」と同様とした。

2 結果及び考察

原木を試料として高圧洗浄した結果、表面線量が94%減少した。高圧洗浄による原木の放射性セシウム濃度の減少率を表－4に示した。原木の放射性セシウム濃度は高圧洗浄により平均で77%低下した。

ほだ木の除染に効果的であった高圧洗浄は、原木の表面に付着した放射性物質の除染においても有効であると考えられた。

表一 4 高圧洗浄による原木の放射性セシウムの減少

原木 番号	放射性セシウム濃度(Bq/kg乾重)		減少率 (%)
	洗浄前	洗浄後	
1	1155.6	442.5	61.7
2	1727.7	252.9	85.4
3	2212.9	277.3	87.5
4	1757.1	362.3	79.4
5	1099.7	405.9	63.1
6	1547.9	240.9	84.4
平均			76.9

IV オガ粉用原木の剥皮

従来、菌床栽培用のオガ粉は原木を伐採後粉砕して製造していたが、原発事故由来の放射性物質が原木表面に局在していると考えられるため、剥皮による除染効果を検討した。

1 試験方法

(1) 供試試料

福島県内から放射性物質に汚染された原木を採取し、各箇所から採取した原木を半分に分け、一方を粉砕して皮有りオガ粉を、他方を剥皮してから粉砕して皮無しオガ粉を得た。

皮有りオガ粉及び皮無しオガ粉の放射性セシウム濃度を比較し、剥皮による放射性セシウムの減少率を求めた。なお、剥皮試験に使用する原木の採取とオガ粉製造は県内業者に依頼した。

(2) 測定機器

放射性セシウムは、オガ粉を専用容器に詰め、3インチ NaI 検出器を備えた EMF ジャパン株式会社製 211 型ガンマー線スペクトロメーター(NaI 検出器)を用いて測定した。測定時間は 15 分とした。なお、各オガ粉試料 10g を分取し、105℃で 48 時間加熱して減少した重量から含水率を求め、乾燥オガ粉 1kg に対する放射性セシウム濃度を算出した。

2 結果及び考察

汚染された原木から従来どおり調整した皮有りオガ粉と、原木を剥皮してから調整した皮無しオガ粉の放射性セシウム濃度を比較した。その結果、皮有りオガ粉の放射性セシウム濃度は 3,435 Bq/kg 乾重であったが、皮無しオガ粉では 285 Bq/kg 乾重となった。すなわち剥皮により平均 92%の放射性セシウムが除去された。

これらの結果から、汚染原木の剥皮が低汚染オガ粉を得る方法として極めて有効であると考えられた。

V オガ粉の洗浄

放射背物質により汚染された原木から調製した菌床栽培用オガ粉を数種の方法により水洗し、放射性物質を除去できるか否か検討した。

1 試験方法

(1) 供試試料

試験には「IV オガ粉用原木の剥皮 1 試験方法 (1) 供試試料」で調製した皮有りオガ粉及び皮無しオガ粉を試料として用いた。

(2) 洗浄処理

試料の放射性セシウムを NaI 検出器を用いて測定した後 600g を分取し、次の 3 種の処理に供した。

オガ粉 200g を 1L の水道水中で攪拌後、約 1mm メッシュの篩で漉した。同様の操作をさらに 2 回繰り返してオガ粉をすすいだ (すすぎ)。また、オガ粉 200g を 1L の水道水に 18 時間浸漬後、約 1mm メッシュの篩で漉した (浸漬)。さらにオガ粉 200g を 1L の水道水に 18 時間浸漬後、篩で漉し、更に 1L の水道水中で攪拌後、約 1mm メッシュの篩で漉す操作を 3 回繰り返した (浸漬+すすぎ)。

各処理後試料を風乾し、再び放射性セシウム濃度を測定し、洗浄による放射性セシウムの減少率を求めた。

(3) 測定機器

測定機器は「IV オガ粉用原木の剥皮 1 試験方法 (2) 測定機器」と同様とした。

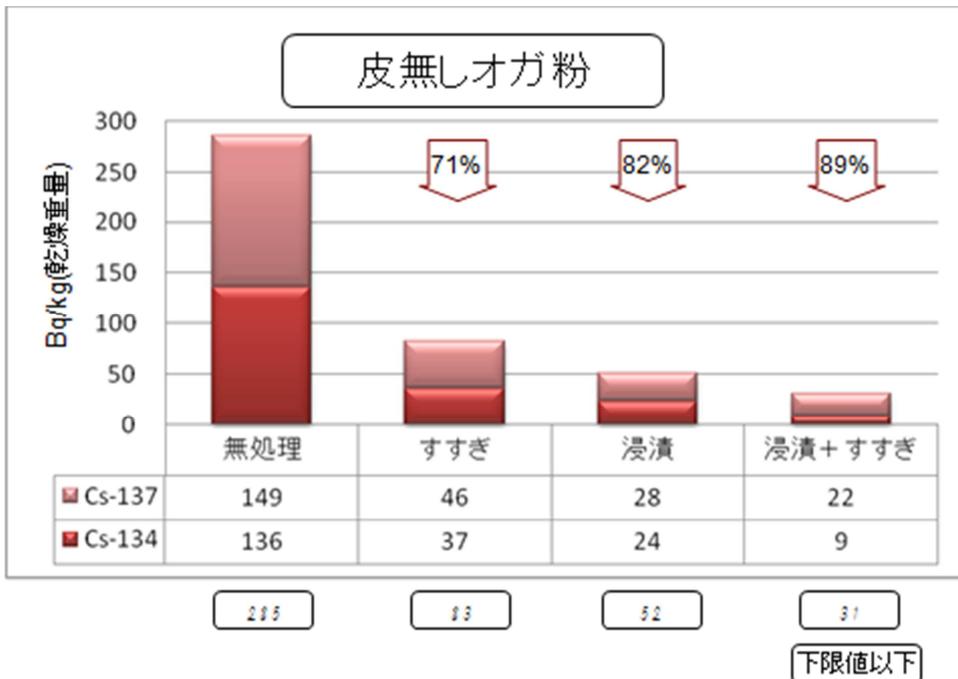
2 結果及び考察

皮有りオガ粉と皮無しオガ粉を試料とし、「すすぎ」、「浸漬」及び「浸漬+すすぎ」の 3 種類の方法で洗浄処理して放射性セシウムを除去できるか検討した。その結果、すすぎで約 7 割、浸漬で約 8 割、浸漬+すすぎで約 9 割の放射性セシウムがそれぞれ減少することがわかった (図-4、5)。

これらの結果から、オガ粉の水洗が低汚染オガ粉を得る方法として極めて有効であると考えられた。



図ー4 皮有りオガ粉の洗浄と放射性セシウムの減少



図ー5 皮無しオガ粉の洗浄と放射性セシウムの減少

VI 結言

原発事故に由来する放射性物質により、きのこ栽培に使用するほだ木、原木及びオガ粉が汚染されたことから、これらの除染方法を検討した。まず、原木栽培に使用するほだ木や原木の除染方法を検討した結果、高圧洗浄やブラシ洗浄などによる物理的処理や、塩を加えた水溶液への浸漬が、表面に付着した放射性物質の除染に有効であると考えられた。

続いて、汚染原木から調製した菌床栽培用オガ粉から放射性物質を除去できるか否か検討した。その結果、原木の剥皮、また、オガ粉の水洗が汚染を低減する方法として極めて有効であると考えられた。

VII 文献

1):原子力規制委員会 “放射線モニタリング情報”放射線量等分布マップ拡大サイト”、東日本大震災関連情報放射線モニタリング測定結果等、2011年10月18日公開、<http://ramap.jaea.go.jp/map/>、参照2013年12月27日