

課題番号	5-1	分野名	特用林産	予算区分	委託研究
研究課題名	研究課題：放射能汚染地域におけるシイタケ原木林の利用再開・再生技術の開発 中課題1 伐採・栽培現場における原木・ホダ木の選定・選抜技術開発 小課題1-2 伐採現場での立木判定方法の開発（立木の測定方法）				
担当者名	石川 洋一・今井 芳典・杉本 恵里子		研究期間	平成28～30年度	

【背景と目的】

原発事故による森林の放射能汚染の影響は東日本全域に及び、シイタケ栽培農家の原木調達コストの上昇および原木生産者の収入途絶を招いている。原木生産林の汚染程度を区分すると、直ちに利用可能、放射性セシウム低減処理により再生可能、利用不可能に分類される。本課題では①伐採・栽培現場における原木・ホダ木の選定・選抜技術開発②カリウム等施用による原木生産林の再生手法の確立③実証試験および普及活動の3つの中課題を立て、短期的対策として、可搬型検査装置の開発を核に、直ちに利用可能な原木林選定方法及びホダ場における汚染ホダ木の排除技術を開発する。また中長期的な対策として、カリウム等施用による放射性セシウム吸収抑制手法を確立するとともに、広域多点調査により立地特性と汚染の関係を明らかにし、再生可能地域をマップ化する。なお、伐採後の非破壊検査装置を用いた使用可否判定は実用化レベルに達しているが、小課題1-2では可搬型検査装置を用いた伐採現場での立木測定方法と原木林伐採適否判定方法を開発する。

【材料と方法】

可搬型検査装置を用いる検査の際には、立木中の放射性セシウムの地上からの高さ別垂直分布、材内の水平分布を明らかにし、測定位置・回数を決定する必要がある。また、材中の含水率・密度は放射性セシウム測定に影響を与えるため、これらの立木中の分布を明らかにする必要がある。これらの要素は季節による変動があることが考えられる。そこで、葉展開中の夏に1林分で立木3本、落葉後の冬に3林分で立木合計7本を伐採し、原木の長さ90cm毎に、樹皮・辺材・心材に分割し（図1）密度・含水率を測定した。また、放射性セシウム濃度の測定は、樹皮外部に付着している汚染の影響を排除するため原木を高圧水で洗浄した後、部位毎に粉砕しGe半導体検出器を用いた。



図1 部位の分割

【結果概要と考察】

同一立木由来の原木間にも原木全体の放射性セシウム濃度にバラツキがあることがわかっている。このため、伐採後の非破壊検査装置を用いた検査では同一立木由来の原木であっても複数本の検査を要している。図2に夏伐採立木3本の辺材中の放射性セシウム濃度の垂直分布を示す。1箇所の原木生産林で伐採した立木間に差が認められるが、立木個体毎の垂直分布の変動は小さかった。図3に冬伐採立木3本の部位毎の放射性セシウム濃度の垂直分布を示す。夏伐採立木と同様に立木間には差があるが、樹皮・辺材・心材の部位毎の垂直分布の変動は小さかった。また、原木全体の放射性セシウム濃度は原木の重量構成上で大きな割合を占める辺材の濃度と同等の値であった。これらのことから、辺材の放射性セシウム濃度が測定可能であれば、立木全体の放射性セシウム濃度が推定でき、立木当たり1箇所の測定による使用適否判定が可能であると考えられた。ここで、原木全体の濃度のバラツキについて、原木を構成する各部位の構成比が影響するのではないかと考えられた。濃度が高い樹皮の構成比が小さい大径部では原木全体として濃度が低く、樹皮の構成比が大きい小径部では濃度が高くなると考えられる。

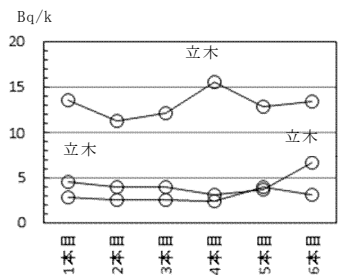


図2 夏伐採立木の放射性セシウム

なお、立木の辺材中の含水率は夏冬とも平均35%、密度は2015年調査結果を含め1.0~1.1 g/cm³付近となり、季節間の差は小さく、放射性セシウム測定に影響はないと考えられた。このことから可搬型検査装置を用いた立木調査は通年で行うことが可能であると考えられた。

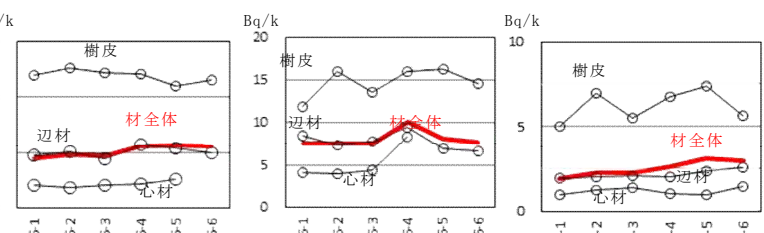


図3 冬伐採立木の部位毎放射性セシウム濃度の垂直分布 (N=3本)
横軸：地上からの順位

課題番号	5-2	分野名	特用林産	予算区分	委託研究
研究課題名	研究課題：放射能汚染地域におけるシイタケ原木林の利用再開・再生技術の開発 中課題1 伐採・栽培現場における原木・ホダ木の選定・選抜技術開発 小課題1-2 伐採現場での立木判定方法の開発（伐採適否判定方法）				
担当者名	石川 洋一・今井 芳典・杉本 恵里子		研究期間	平成28～30年度	

【材料と方法】

県の南東部において、地上1.0 mで測定した空間線量率が0.100 μ Sv/h以下のコナラ林のうち、利用適期にある原木生産林で、森林所有者が調査のために2016年10月に伐採した3林分の原木及び別に選定した3林分で立木10本から原木50本採取を目標に2017年2～3月に伐採・造材した原木を試料とした。90 cmに造材した原木を林業センターに搬入し、据置型非破壊検査機を用いて放射性セシウム濃度を測定した。立木の濃度は原木の測定値から総Bqを求め重量で除してBq/kgとした。これらは原木測定時の含水率を40%とし12%時の値に換算した。また、2015年に実施した「原木林実態調査」の測定結果を考察に用いた。

【結果概要と考察】

表1に6調査地の放射性セシウム濃度を示す。2016年10月伐採の1-2及び2017年2～3月伐採の2-3の原木生産林で、立木の濃度が指標値50 Bq/kgを超過した。1-2及び2-3では伐採不適と判定し、伐採しないことで使用不適な原木を排除できることが示された。一方、2016年10月伐採の1-1では、立木の濃度は指標値を超過していないが、測定単位の原木では超過した。2015年の調査結果（表2）で複数本の原木が指標値を超過した12林分のうち、4林分では指標値を超過した立木はなかった。立木の測定値が指標値に近い場合、原木では指標値を超過する

表1 6調査地の立木・原木中の放射性セシウム濃度 単位：本、Bq/kg(含水率12%)

原木生産林 伐採時期	2016.10			2017.2-3		
	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3
立木本数(原木数)	8 (40)	6 (41)	9 (40)	11 (66)	11 (70)	10 (57)
原木 最大	56.3	68.7	44.9	49.2	49.4	68.0
原木 平均	30.5	41.2	23.9	15.7	23.4	30.9
立木 最大	48.9	54.2	39.0	36.0	31.1	53.5
立木 平均	30.0	39.2	23.4	15.5	25.0	27.6

表2 2015年「原木林実態調査」結果、30林分中複数の指標値超過

原木林	立木(本)	原木(本)	空間線量率(μ Sv/h)	50 Bq/kg超過		
				>40 Bq/kg	>50 Bq/kg	>50 Bq/kg
1	10	60	0.045	8	5	38
2	10	59	0.038	1		3
3	8	61	0.049	3	1	13
4	13	58	0.054	2	1	3
5	13	62	0.046	1	1	5
6	15	66	0.040	3	2	15
7	13	62	0.046	1	1	4
8	12	62	0.062	1		2
9	15	89	0.046	9	7	39
10	10	61	0.085	1		4
11	11	63	0.069	3	1	12
12	11	65	0.040			6

る可能性があり、基準値を安全側になるよう設定する必要があると考えられた。

伐採不適な立木を排除する調査手法としては全数検査が優れている。県内原木生産量は原子力発電所事故以前は1,700千本程度あったが、現在は50千本(2017年)である。これを全数検査とすると、合格率100%としても立木5千本を測定する必要がある。1本当たり測定所要時間を20分とすると、1,600時間以上を要する。一方で、栃木県では、原材料の選別は工程管理の最重要点としているため、原木生産現場に対し2017年春使用原木から、伐採後に原木の抜き取り調査で得られた許容上限値を用いた使用適否を判断するよう提案している。また、生産工程中のほだ木検査及びモニタリング検査でシイタケの安全性は重層的に管理されている。このため、伐採候補の原木林を通年で探索し、調査面積の拡大を目的とする可搬型検査装置を用いる伐採前調査は、抜き取り検査とする。

図1に品質管理の手法で求めた1原木林当たりの必要調査本数を示す。原木生産林における不良率は指標値超過立木率である。設定した見逃率の時、不良品率によって抜き取り数を算出する。2015年の調査(表2)結果で、複数本の指標値超過原木があった原木林12箇所の調査立木総数は141本、うち19本が指標値超過(13%)であった。この汚染度の林分の排除に必要な調査本数は見逃率5%で17本となり、1本でも基準値を超過すれば不合格とする。この判定方法については、今後、小課題3-1で実証試験を行い最適な基準値・不良率等の設定値を検討し決定する。

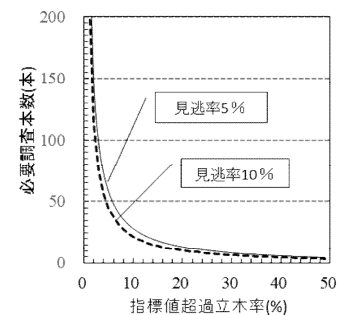


図1 不良率による必要調査

研究課題番号	5-3	分野名	特用林産	予算区分	国庫・県単
調査名	ポット試験によるカリウム等施用量の適正化に関する研究				
担当者名	丸山 友行・保科 裕紀子		研究期間	平成28～30年度	

目的

森林の放射能汚染の影響は、福島県のみならず広く東日本全体に及んでいる。原木シイタケの栽培ならびにコナラ等シイタケ原木の生産は最も深刻な被害を受けた産業の1つである。

植物による放射性セシウム吸収は、根圏の交換性カリウム濃度の増加により抑制されることから、農作物ではカリウム施用により放射性セシウムの吸収抑制対策が広く実施されている。

一方、樹木のセシウム吸収に対するカリウムの効果を調査した例は極めて少ない。このため、カリウム等の施用による樹木への影響について調査し、森林への施用による効果の検証の基礎データとする。なお、この研究は平成28年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業により実施しています。

方法

汚染された土壌を採取し、土壌中の交換性カリウムおよび放射性セシウム等の濃度を測定する。

測定結果から、カリウム等の施用量を検討し、施用量別に試験区を設定する。

結果概要

ポット試験に使用した採取土壌の測定結果は表-1のとおり。測定した3検体の値はほぼ同様の値を示しており、均一に調整できたと考えられた。

土壌の測定結果をもとに、水田土壌での目標カリウム濃度(25mgK₂O/100g)を基準として、施肥量を決定し試験区を設定した。

カリウムの施用量により3区、炭酸カルシウムの施用量によるpH調整区を2区及び無施用区を1区の計6区を設定した(表-2)。

次年度から、カリウム等の施用による1成長期間の苗木の成長および放射性セシウムの濃度の測定を実施し、得られたデータを森林での施用の効果の検証に提供していく。

No.	土壌100 mg中		pH(H ₂ O)	Cs濃度(Bq/kg)		
	K(mg)	Ca(mg)		Cs-137	Cs-134	total
1	17.4	36.7	4.8	1700	300	2000
2	17.2	38.2	4.8	1800	320	2100
3	17.4	37.0	4.8	1500	270	1700

表-2 設定試験区および施肥量

試験区	処理	施肥量			想定交換性カリウム	想定pH
		土壌10kgあたり	1ポットあたり	10ポットあたり		
1 control	無処理	—	—	—	21mgK ₂ O/100g (17.4mgK/100g)	4.8
2 K-1	K施肥(中)	0.67g	0.25g	2.5g	25mgK ₂ O/100g (21mgK/100g)	4.8
3 K-2	K施肥(高)	4.83g	1.79g	17.9g	50mgK ₂ O/100g (42mgK/100g)	4.8
4 K-3	K施肥(過剰)	13.17g	4.88g	48.8g	100mgK ₂ O/100g (83mgK/100g)	4.8
5 pH-1	CaCO ₃ 施肥 pH矯正(中)	35.0g	12.95g	129.5g	21mgK ₂ O/100g (17.4mgK/100g)	6.0
6 pH-2	CaCO ₃ 施肥 pH矯正(強)	113.0g	41.81g	418.1g	21mgK ₂ O/100g (17.4mgK/100g)	7.0

課題番号	5-4	分野名	特用林産	予算区分	国庫・県単
研究課題名	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：原木林皆伐更新試験〕				
担当者名	杉本 恵里子・石川 洋一・今井 芳典		研究期間	平成 24～28 年度	

目的

福島第一原子力発電所の事故を受け、きのこ用原木については指標値 50Bq/kg が示され、栃木県内で採取された原木の多くが使用できない状況となった。そこで、今後の県内産原木の利用について検討するため、県内 3 箇所の原木林において、皆伐更新後、除染作業を行い、その後植栽した苗木や萌芽枝について調査を行った。

方法

県内 3 箇所に調査地を設け (図-1)、2013 年 1～2 月に原木林を皆伐後、落葉層を除去し、ゼオライトを散布した後 (1kg/m²)、3 月に無汚染のコナラ苗木を植栽した。以降、毎秋に、植栽苗と萌芽枝を採取し放射性 Cs 濃度を測定した。植栽苗については、各調査地 2～3 本採取し、幹部を 1 本毎に測定した。萌芽枝については、1 つの伐根から発生した萌芽枝の幹部 3 本を合わせて 1 検体とし、各調査地 2～3 検体測定した。植栽苗及び萌芽枝の放射性 Cs 濃度は、含水率を 12% に換算し比較検討を行った。なお、各調査地の皆伐前の地上 1.0m の空間線量率は、ア、イ：0.47 μSv/h、ウ：0.07 μSv/h であった。

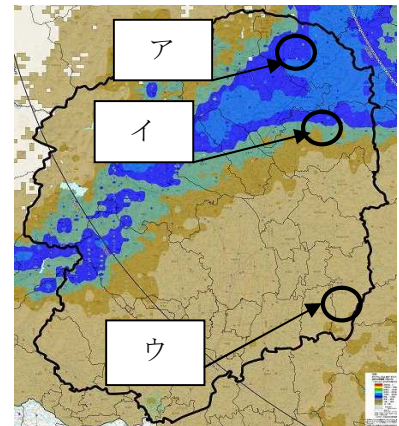


図-1 調査地位置図

結果概要

各調査地の萌芽枝及び植栽苗の放射性 Cs 濃度の経年変化を図-2、3 に示す。ア、イの伐採年の萌芽枝の放射性 Cs 濃度は、伐採木の 3 割程度で、その翌年も低下し、2014 年以降はほぼ横ばいに推移している。岩澤ら (2015) (1) は、萌芽枝の濃度は伐採木と概ね同じか、それ以上であったと報告しているが、栃木県内の他調査では、除染等行わなくても萌芽枝の濃度が低下した報告 (2) もあり、本調査での大幅な濃度の低下は、除染作業によるものかは不明である。萌芽枝の濃度については、原木林の汚染状況や伐採時期等により異なることが考えられ、今後もデータの蓄積が必要と考えられる。植栽苗は、植栽した年に根茎から放射性 Cs を吸収し、濃度が上昇したと考えられるが、その後顕著な上昇はみられなかった。また、植栽 3 年後の萌芽枝と植栽苗の放射性 Cs 濃度は同程度になりつつある。事故後 6 年が経過し、これから伐採した後の萌芽枝等についても、調査を行っていく必要がある。

(1) 岩澤勝巳・廣瀬可恵：コナラ植栽木と萌芽枝における放射性セシウムの動態，関東森林研究 66(2)：131-134 (2015)

(2) 平成 28 年度特用林産物安全供給推進復興事業「きのこ原木等の放射性物質調査事業報告書」，日本特用林産振興会 p. 52-71 (2017)

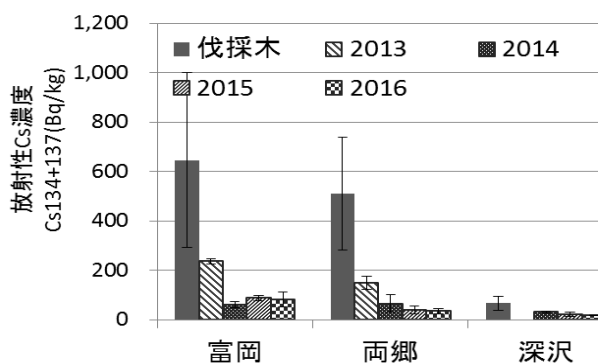


図-2 萌芽枝の放射性 Cs 濃度経年変化

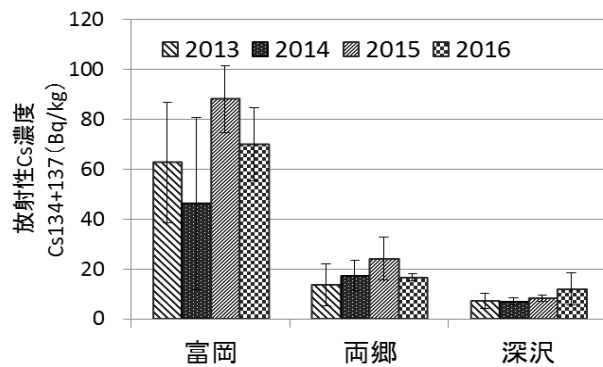


図-3 植栽苗の放射性 Cs 濃度経年変化

課題番号	5-5	分野名	特用林産	予算区分	国庫・ 県単
研究課題名	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 〔汚染が既知の原木から発生する子実体の放射性セシウム濃度の出現特性〕				
担当者名	今井芳典・石川洋一・杉本恵里子		研究期間	平成28年度～	

目的

シイタケ原木用非破壊検査機（古河機械金属製ガンマスポッター）の実用化に伴い、現在、原木林使用適否判定を暫定的に行っている。この判定方法の検証及び放射性セシウム濃度が既知の原木ロットから発生するシイタケの放射性セシウム濃度の出現特性を解明し、原木時の適否判定の有効性を検討する。

方法

試験に用いた原木ロットは、平成27年秋に栃木県内で図-1に示す7地点から採取し、非破壊検査機で放射性Cs濃度を測定し、平成28年2月にシイタケ菌を接種した後、外部からの汚染を受けないように施設内で管理した。平成28年11月から平成29年1月に発生したシイタケを採取し、シイタケの収量および放射性Cs濃度を測定した。なお、試験は原木産地、接種菌等により10ロットに区分した。原木の放射性Cs濃度は含水率12%、子実体の放射性Cs濃度は含水率90%に換算し、ロットごとに加重平均値を算出した。

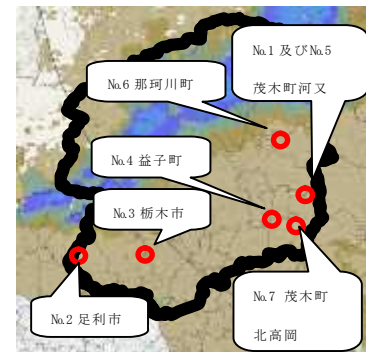


図-1 調査位置図

結果概要

各ロットの原木時の放射性Cs濃度の平均値とシイタケ中の放射性Cs濃度の加重平均値を図-2に、調査結果の概要を表-3に示す。非破壊検査器を用いて測定した各ロットの原木時の放射性Cs濃度と、当該原木から発生したシイタケの放射性Cs濃度に相関があることが解った。これは、原木使用時の適否判定の有用性を示すものであり、原木使用時に放射性Cs濃度を非破壊検査器で測定することで、将来発生するシイタケの放射性Cs濃度を推定できると考えられた。今後は、本格的に発生する2年目以降のシイタケの放射性Cs濃度データを収集し、継続して試験する。

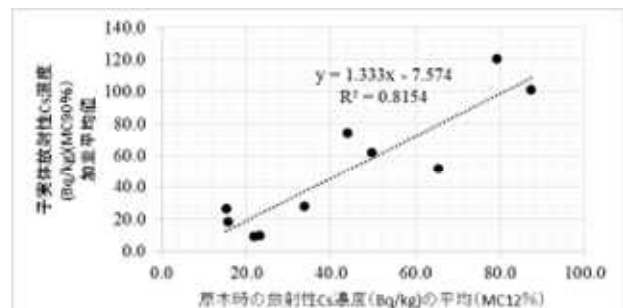


図-2 各ロットの原木時とシイタケ中の放射性Cs濃度の平均値

表-3 試験結果概要

ロットNo.	1-1	1-2	2-1	2-2	3	4	5	6	7-1	7-2	
種菌	形成菌 118	形成菌 702	形成菌 118	形成菌 702	形成菌 118	形成菌 702	形成菌 118	形成菌 118	形成菌 118	木駒菌 240	計
ほだ木本数	14	29	16	31	30	20	21	22	15	15	213
原木時の放射性Cs濃度 (Bq/kg) の平均 (MC12%換算値)	15	16	23	22	34	44	50	65	79	87	
シイタケ発生ほだ木数	5	18	16	20	22	11	8	16	14	14	144
シイタケ中の放射性Cs濃度 (Bq/kg) (MC90%) の最大値	37	31	15	16	81	110	110	88	180	180	
シイタケ中の放射性Cs濃度 (MC90%) の平均値	27	19	10	10	28	72	65	56	110	110	
上記平均値の標準偏差	6.6	4.7	3.1	3.2	14	27	28	23	38	36	
ロット当たり子実体採取量 (kg)	0.5	2.3	1.7	3.4	3.7	1.7	0.7	2.0	2.2	2.1	20
子実体放射性Cs濃度加重平均値 (Bq/kg) (MC90%)	27	19	10	9	28	75	62	52	120	100	

課題番号	5-6	分野名	特用林産	予算区分	国庫・ 県単
研究課題名	栃木県高汚染地域での追加汚染の実態調査				
担当者名	今井芳典・石川洋一・杉本恵里子	研究期間	平成28年度～		

目的

空間線量率が高い地域で、無汚染原木を用いているにも関わらず、ほだ木の追加汚染が顕著に現れる生産地がある。この追加汚染にかかる要因を明らかにして、効率的な汚染への対策法を検討する。

方法

調査地は図-1に示す栃木県北部の4箇所とした。西日本産の無汚染原木を使用し、調査地1, 2, 3は仮伏せ後に林内に伏せ込み、調査地4は大分県で平成25年春に植菌して伏せ込んでいたほだ木を平成26年8月に調査地に移動したものである。表-2に調査地の概要を示す。

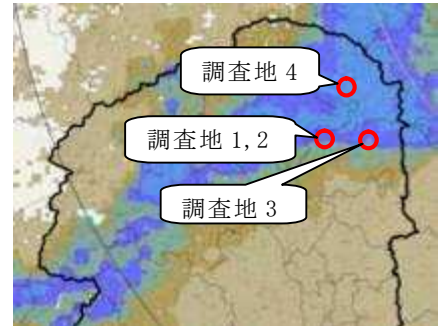


図-1 調査位置図

本調査では、ほだ木とシイタケ子実体に含まれる放射性Cs濃度のほか、それらの濃度に影響を与えと考えられるほだ場内の土壌、ほだ木シート上の堆積物（飛散土壌や落葉）及びほだ木の付着物を採取し、Ge半導体検出器で放射性Cs濃度を測定した。また、調査地1, 2, 3のほだ場における放射能汚染の分布状況を調査するため、ほだ場全体から万遍なくほだ木を抽出し、非破壊検査機により放射性Cs濃度を測定した。

表-2 調査地概要

調査地No.	調査箇所	種菌	接種年	ほだ木伏込時期	ほだ木樹種	空間線量率 高1.0m (μ Sv/h)	ほだ場の上層木	伏せ込み方法
1	大田原市乙連沢	菌興 115	H25 春	H25. 8月	コナラ	0.21	スギ、ヒノキ	よろい型
2	〃	菌興 115	H26 春	H26. 8月	コナラ	0.21	スギ	よろい型
3	大田原市大輪	菌興 115	H25 春	H25. 8月	コナラ	0.16	スギ、広葉樹	合掌型
4	那須町寺子	森 春太	H25 春	H26. 8月	クヌギ	0.19	スギ	よろい型

結果概要

調査地1及び3におけるほだ木の放射能汚染の分布状況調査から、無汚染ほだ木への追加汚染がほだ場全体に生じることが明らかになった。特に子実体の放射性Cs濃度が高い調査地3について、土壌は他の調査地と有意差はないが、付着物の濃度が高いことから付着物中の飛散土壌の汚染の度合いが子実体の濃度に影響すると考えられる（図-3, 図-4, 図-5）。そのため、高線量地域での露地栽培の場合には、ほだ場内外からのほだ木への付着物等をより少なくする方策（周辺土壌の飛散防止、敷設材上の土砂及び落葉等の除去、防風対策）が必要と考えられ、調査地間の土壌の違い等を今後調査する予定である。

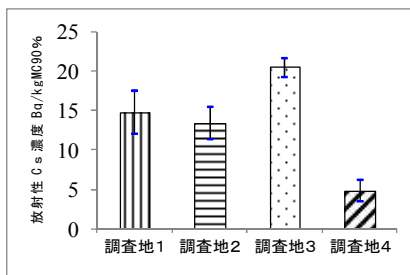


図-3 シイタケの放射性Cs濃度

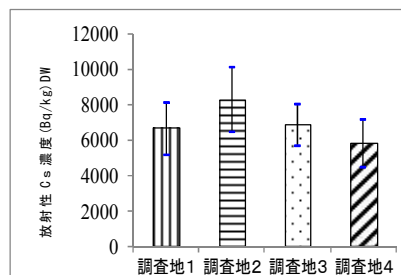


図-4 土壌 (A1層) の放射性Cs濃度

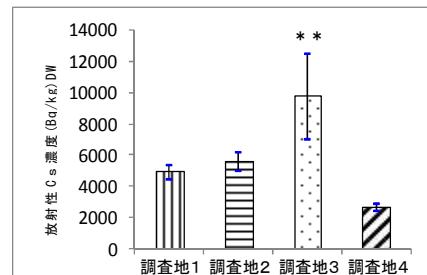


図-5 付着物の放射性Cs濃度

課題番号	6-1	分野名	特用林産	予算区分	国庫・県単
研究課題名	その他特用林産物における放射性物質の影響に関する研究 〔ゼオライト紙を用いた原木きのご露地栽培における放射性物質吸収抑制に関する研究〕				
担当者名	杉本 恵里子・石川 洋一・今井 芳典			研究期間	平成 28～29 年度

目的

クリタケ、ナメコ及びヒラタケの原木露地栽培において、ゼオライト紙やゼオライトの利用による子実体への放射性 Cs 移行抑制効果について検討するため、調査を行った。

方法

畑地脇等の林外の開けた土地に、県内 2 箇所の調査地を設置した。(図-1, 表-1)。2016 年 5 月に各種菌を無汚染原木に接種し、ビニルハウス内で仮伏せ後、7 月に各調査地に伏せ込んだ。伏せ込み方法は、クリタケ及びヒラタケは、ほだ木をゼオライト紙で包む試験区 (Z-A*1, Z-B*2 区; ヒラタケは Z-B 区) と、ゼオライトを土壤に混合するゼオ混区、対照区とし、ナメコは、ゼオライト紙敷設区 (Z-B*2 区)、ゼオライト散布区 (ゼオ区)、対照区とした。11 月以降、発生した子実体を採取し、放射性 Cs 濃度を測定した。子実体の濃度は含水率 90% に換算し、比較検討を行った。
*1: 凸版印刷製ゼオライト紙 A (木質パルプ製) *2: 同製ゼオライト紙 B (合成繊維製)

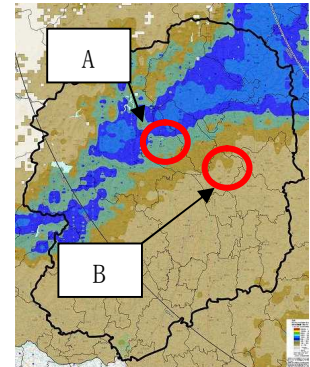


図-1 調査地位置図

表-1 調査地の空間線量率等

	空間線量率 (μ Sv/h)		土壌(Cs134+137, 絶乾(Bq/kg))	
	1.0m	0.1m	平均値	標準偏差
A	0.137	0.143	2,430	347
B	0.053	0.061	359	377

結果概要

1) クリタケ原木露地栽培

調査地 A の各試験区の子実体の放射性 Cs 濃度を、図-2 に示す。Z-A 区と対照区間に統計的な有意差がみられ (Tukey-Kramer, $\alpha < 0.05$)、Z-B 区、ゼオ混区は、有意差はないものの対照区に比べ低い傾向がみられた。調査地 B については、対照区でも Cs137 が 10Bq/kg 未満と、僅かであった。調査地 A 程度の汚染レベルでは、ゼオライト紙やゼオライトの使用により、子実体への放射性 Cs の移行を抑制できると考えられた。

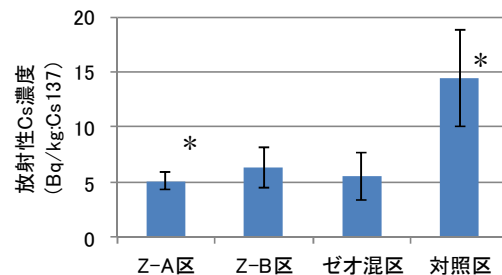


図-2 クリタケの放射性 Cs 濃度 (調査地 A) (*; Tukey-Kramer, $\alpha < 0.05$)

2) ナメコ原木露地栽培

日光市の各試験区の子実体の放射性 Cs 濃度を、表-2 に示す。試験区間に明らかな傾向はみられず、さくら市については、いずれの試験区もほぼ検出下限値未満であった。

表-2 ナメコの放射性 Cs 濃度 (日光市)

Bq/kg (Cs137:90%換算値)

個体No.	Z-B区	ゼオ混区	対照区
1	N.D. (<5.0)	N.D. (<5.0)	N.D. (<5.0)
2	4.9	12.0	7.8
3	6.0	25.3	8.0
4	18.0		9.4
5			12.8
6			24.4

ヒラタケについては、発生量が少なかったため、次年度継続して調査を行う。全ての品目の収量については、試験区間に一定の傾向はみられず、ゼオライト紙使用による発生への阻害はみられなかった。また、ゼオライト紙を使用することにより、子実体への土壌の付着を防ぎ、更に安全性を高めることが出来ると考えられた。2 年目以降の発生についても継続調査し、有効な対策を検討する。