

原木から子実体への放射性物質の
移行に関する検証事業
報告書

令和8年3月

事業実施主体
林野庁

受託者
日本特用林産振興会
株式会社都市環境研究所

目次

I. 事業の目的	1
II. 事業のフローと実施体制	2
(1) 事業全体のフロー	2
(2) 令和7年度の本事業のフロー	7
III. 令和7年度実施調査	9
1. 将来の移行係数変動予測の検証	9
(1) 分析方法	9
① GFO 解析用試験体の調達等の条件	9
② 追加試験体の測定項目等	10
③ 測定及び統計解析の方法	10
④ 調達試料の調整、測定及び統計解析	10
(2) 測定結果	11
2. 種菌（品種）の違いが移行係数に与える影響の検証	12
(1) 分析方法	12
① ほだ木及び子実体の調達等の条件	12
② 追加試験体の測定項目等	13
③ 測定及び統計解析の方法	13
④ ほだ木及び子実体の調達	13
⑤ 試料調整	13
⑥ 測定及び統計解析	14
(2) 測定結果	14
IV. 事業の結果	15
1. 用語の定義	15
2. 移行係数の再評価	16
(1) 移行係数の算出	16
① 原木の性状	16
② 原木ベースの移行係数	21
③ ほだ木ベースの移行係数	27
(2) 移行係数の変動要因	29
① 変動要因の解明に用いる Cs	29
② 菌株による移行係数の差異	30
③ 移行係数に影響を与える元素	33

④ 移行係数と発生量の関係	35
(3) 移行係数の推移	36
□ 参考資料：これまでの実績	37
1. 移行係数の検証	37
(1) 栽培管理体制及び試験体測定体制の確立	37
(2) 移行係数の検証に供する条件等	38
① 原木等の確保、検証用ほだ木の栽培管理	38
② 検証用ほだ木から発生した子実体の放射性物質濃度の計測	39
(3) 分析方法	40
(1) 移行係数の検証に供する原木の調達方法	40
① 原木の調達	40
② 試料の調整及び測定	41
(2) 子実体の発生回数の子実体のセシウム濃度に与える影響に係る試験体調達及び分析方法(その1)	42
① 原木の調達	42
② 栽培方法	42
③ 試料調整	42
④ 測定及び統計解析	42
(3) 子実体の発生回数の子実体のセシウム濃度に与える影響に係る試験体調達及び分析方法(その2)	43
① 試料	43
② 試料調整、測定及び統計解析	43
(4) 移行係数の再評価に係る試験体調達及び分析方法	43
① 試料調整	43
② 測定及び統計解析	43
(5) 移行係数検証用原木の調達に係るマニュアル	46
(4) 分析結果	56
(1) 移行係数の検証に供する原木の分析結果	56
① 原木の採取地	56
② 調達した原木の ^{137}Cs 濃度	56
③ 原木の含水率	57
④ 原木の ^{137}Cs 濃度と空間線量率の関係	58
⑤ 安定セシウム (^{133}Cs) 濃度	58
⑥ カリウム濃度	59
⑦ チッソ濃度	61

(2) 子実体の発生回数が子実体のセシウム濃度に与える影響に係る分析結果 (その1)	62
① 発生回数による子実体 ¹³³ Cs 濃度の変化	62
② 子実体収穫量と子実体傘 ¹³³ Cs 濃度の関係	63
(3) 子実体の発生回数が子実体のセシウム濃度に与える影響に係る分析結果(その2)	63
① 測定数	63
② 発生回数による子実体の Cs 濃度の変化	63
(4) 移行係数の再評価に係る測定結果	65
① 試験地による移行係数の差異	65
② 伐採地別原木ベースとほだ木ベースの ¹³⁷ Cs に対する移行係数	65
③ 原木ベースとほだ木ベースの ¹³⁷ Cs に対する推定値	67
④ 移行係数の算出に用いる Cs 濃度	68
⑤ ほだ木ベースと原木ベースにおける ieCs に対する移行係数間の関係	68
⑥ 移行係数に影響を与える元素	69
⑦ 移行係数と収穫量の関係	70
⑧ 菌株毎の推定値	71
2. 主要な変動要因の分析・検証	72
(1) 試験体調達及び試験体測定体制の確立	72
(2) 主要な変動要因の分析・検証に供する条件等	73
① 完熟ほだ木の調達	73
② 移行係数に影響を与える可能性の高い物質の濃度等検査	73
(3) 分析方法	74
(1) 主要な変動要因分析・検証用ほだ木・子実体の調達方法	74
① ほだ木及び子実体の調達	74
② 試料調整	74
③ 測定及び統計解析	74
(2) 主要な変動要因の分析・検証用ほだ木と子実体の調達マニュアル	76
(3) グローバルフォールアウト検証用ほだ木と子実体の調達マニュアル	79
(4) 分析結果	82
(1) 主要な変動要因分析・検証用ほだ木・子実体の測定結果	82
① ほだ木ベースにおける ie ¹³³ Cs に対する推定値	82
② 移行係数に影響を与える要因	83
③ グローバルフォールアウトに由来する ¹³⁷ Cs と ¹³³ Cs による移行係数の比較	84
3. 検討委員会の設置・運営	87
(1) 委員会名簿	87
(2) 委員会及び打合せの開催	89

4. 試験体調達の状況.....	92
① 移行係数の検証に係る原木伐採作業等	93
② 主要な変動要因の分析・検証に係る生産者によるほだ木試験体収集作業等	94
③ 移行係数の再評価に係る栃木県林業センターにおける試験体採取作業	95
④ 移行係数の再評価に係る GF0 の影響検証用試験体の採取の様子	96
5. 試験機関における試験環境.....	97
6. 通達関係	99
◇きのこと原木及び菌床用培地の当面の指標値の設定について（農林水産省）	99
◇放射能濃度の標本抽出方法	105
◇食品成分表の原木乾しいたけの部分（含水率の根拠として）	116

I. 事業の目的

東京電力福島第一原子力発電所事故による放射性物質の拡散は、農林水産物への汚染を引き起こし、現在も東日本地域におけるきのこや山菜等の特用林産物の生産にも大きな影響を及ぼしています。きのこ等の特用林産物の出荷に係る放射性物質濃度については、一般食品の基準値 100Bq/kg が適用され、令和 7 年 3 月末現在で未だ 22 品目 14 県 196 市町村に出荷制限が指示されています。

このうち、原木しいたけに関しては、基準値以内のきのこを生産するため、平成 23 年～平成 24 年にかけて原木から子実体へ放射性物資が移行する比率（以下「移行係数」という。）を調査・検証し、幾何平均 0.429、幾何標準偏差 2.489 から、移行係数の分布の 90%が含まれる上限値を 1.922 と算出しました。

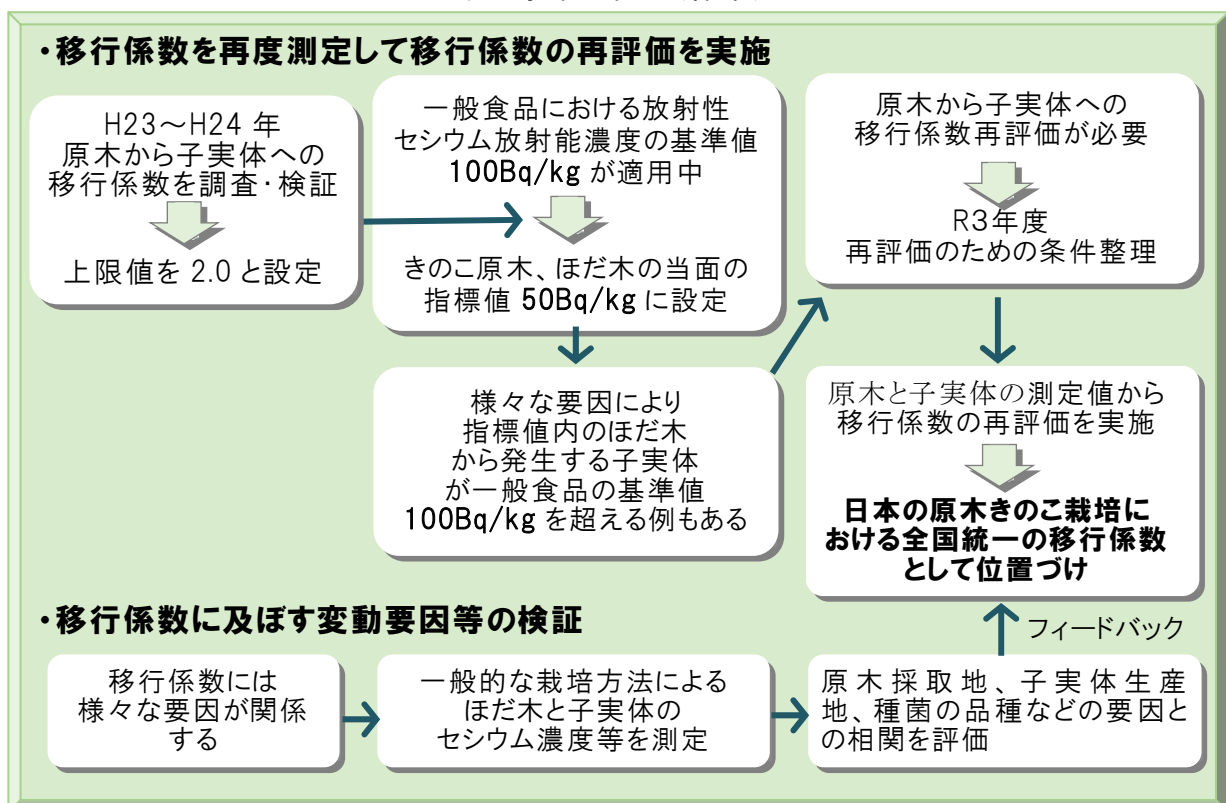
これにより、平成 24 年に「きのこ原木、ほだ木の当面の指標値」（以下「指標値」という。）を 50Bq/kg と設定。以後、林野庁では指標値を超えるきのこ原木の生産・流通が行われないよう関係者へ要請を行ってきました。

事故から 10 年以上経過する中で、放射性物質の汚染影響を直接受けた森林や立木内部の放射性セシウムの分布が変化しており、指標値以内のほだ木を使用しても発生した子実体が一般食品の基準値を超える例も生じたことから、実態として、多くの生産者は指標値よりもかなり低い値の原木を使用しています。

このような実態を踏まえ、林野庁では、原木の採取時及び子実体の発生時における放射性物質等を測定し結果等を分析するとともに、移行係数に影響を及ぼすと想定される原木採取地、子実体生産地、種菌の品種などの様々な要因の分析結果等も踏まえ、移行係数の再評価を実施することを目的としています。

また、グローバルフォールアウト（以下「GFO」という。）に由来する放射性物質の移行係数を検証し、今回再評価する移行係数の将来変動予測を行います。

図 事業の目的(体系)



II. 事業のフローと実施体制

(1) 事業全体のフロー

令和4年度から7年度までの本事業全体の事業の概要とフローは以下のとおり。

- 令和4～6年度にかけて、移行係数検証用原木を東北、関東の6県14地域から、それぞれ20本ずつ調達し、福島県林業研究センター及び栃木県林業センターにおいて植菌、栽培を行い、ほだ木から初回発生の子実体を採取し、ほだ木から採取したおが粉とともに必要な測定を実施。
- 上記のうち同一の伐採地、種菌のほだ木10本につき、複数回子実体を採取し、必要な測定を実施。
- 令和4～6年度にかけて、主要な変動要因の分析・検証用のほだ木・子実体を合計24県の生産者48戸から、ほだ木3本とそこから発生した初回発生の子実体のセットで72セット調達し、必要な測定を実施するとともに、K、N、Pの濃度とCsの移行係数の関係を分析。
- 上記のうち、北陸地方で伐採された11セットについては将来の移行係数変動予測のための測定を実施。また、令和6年度に、北陸地方2県6箇所のお原木60本を追加調達（以下「GFO 検証用ほだ木」という。）し、栽培を実施。
- 令和6年度に、種菌の違いが移行係数に与える影響の検証のため、特定の種菌を植菌したほだ木及びそこから発生した子実体6セット、18本を調達（以下「追加検証用ほだ木」という。）。
- 令和7年度に追加検証用ほだ木、及びそのほだ木からの初回発生子実体の放射性物質濃度の測定を実施
- 令和7年度に、移行係数の変動予測を行うにあたり、GFO 検証用ほだ木を栽培管理し、初回発生した子実体並びに初回子実体発生後のGFO 検証用ほだ木の放射性物質濃度の測定を実施
- 移行係数の検証分析を行い、移行係数を再評価

表 事業全体のフロー

年度	令和4年度	令和5年度	令和6年	令和7年度	
1. 移行係数の検証	<p>原木調達条件確定</p> <p>原木の購入試験体採取</p> <p>280本</p> <p>原木への植菌 ほだ木栽培・管理</p> <p>原木の測定</p>	<p>280本</p> <p>発生子実体採取(初回・2回目)</p> <p>ほだ木・子実体測定</p>	<p>280本</p>	移行係数の再評価 将来の移行係数変動予測の検証	
2. 主要な変動要因の分析・検証	<p>ほだ木調達条件確定 17セット</p> <p>ほだ木購入子実体採取</p> <p>ほだ木子実体測定</p>	<p>ほだ木調達条件確定 55セット(GF011セット含)</p> <p>ほだ木購入子実体採取</p> <p>ほだ木・子実体測定 ほだ木・子実体測定(追加分)</p>			<p>主要な変動要因の検証</p>
3. 移行係数再評価のための追加試験体調達			<p>ほだ木調達条件確定</p> <p>ほだ木購入試験体採取</p> <p>初回発生子実体採取</p>		<p>60本 6セット(GF0)</p> <p>ほだ木子実体測定</p>
4. 検討委員会の設置・運営	<p>1回 2回 3回</p>	<p>1回 2回 3回</p>	<p>1回 2回</p>		<p>1回 2回</p>
事業報告書作成	作成	作成	作成		作成

令和4年度の事業フローは次のとおり。

- ・移行係数検証用原木を東北、関東の66県14地域から、それぞれ20本ずつ調達し、必要な測定を行うとともに、福島県林業研究センター、栃木県林業センターにおいて植菌、栽培を開始
- ・主要な変動要因の分析・検証用のほだ木・子実体を、11県の生産者14戸から、ほだ木3本とそこから発生した初回発生の子実体のセットで17セット調達し、必要な測定を実施

表 令和4年度事業フロー

内容	年月		令和4年			令和5年		
	8	9	10	11	12	1	2	3
1. 移行係数の検証	原木調達条件の検討・確定		原木の購入先の抽出			原木の購入・試験体の採取		
			原木の配送			種菌の選定		
			おが粉の配送			原木への植菌及び栽培・管理		
						原木の ¹³⁷ Cs放射能濃度等の測定		
2. 主要な変動要因の分析・検証			ほだ木調達条件の検討・確定			ほだ木の確保・子実体の採取		
						ほだ木・子実体の ¹³³ Cs濃度等の測定		
3. 検討委員会の設置・運営		実施体制確立	1回	●各打合せ	2回	●各打合せ	●各打合せ	3回
事業報告書作成							報告書のとりまとめ	

令和5年度の事業フローは次のとおり。

- ・福島県林業研究センター、栃木県林業センターで栽培した移行係数検証用ほだ木から初回発生の子実体を採取し、ほだ木から採取したおが粉とともに必要な測定を実施
- ・初回発生の子実体の移行係数が2回目以降に発生した子実体よりも低いことを確認するために、同一の伐採地、種菌のほだ木10本から複数回子実体を採取し、必要な測定を実施
- ・主要な変動要因の分析・検証用のほだ木・子実体を21県の生産者32戸から、55セット追加調達し、必要な測定を実施
- ・主要な変動要因の分析・検証用のほだ木・子実体のうち北陸地方で伐採された原木11セットについては将来の放射性セシウムの移行状況を想定するため放射性セシウムについて測定を実施

表 令和5年度事業フロー

年月 内容	令和5年							令和6年					
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
1. 移行係数の検証	検証用ほだ木 280本の栽培管理 ↓ 初回発生子実体(八分開き状態)の採取 ↓ 子実体の配送 ↓ 放射性物質濃度の測定							↓ 2回目発生子実体の採取 ↓ 放射性物質濃度の測定					
2. 主要な変動要因の分析・検証	ほだ木調達条件の検討・確定 ↓ ほだ木調達・子実体採取、及び配送の依頼 ↓ 初回発生子実体の採取、ほだ木・子実体の配送 ↓ ほだ木・子実体の放射性物質濃度の測定												
3. 検討委員会の設置・運営	1回						2回						3回
事業報告書作成													報告書のとりまとめ
					● 第1回 WG		● 第2回 WG	● 第3回 WG	● 第4回 WG			● 第5回 WG	

令和6年度の事業フローは次のとおり。

- ・福島県林業研究センター、栃木県林業センターで栽培した移行係数検証用ほだ木から初回発生の子実体を採取し、ほだ木から採取したおが粉とともに必要な測定を実施
- ・子実体の発生回数が子実体の Cs 濃度に与える影響について調査を実施
- ・主要な変動要因の分析・検証用のほだ木・子実体の測定結果から K、N、P の濃度と Cs の移行係数の関係进行分析
- ・主要な変動要因の分析・検証用のほだ木・子実体のうち、GFO の影響を受けた試験体の測定値から定常状態での移行係数を推計
- ・将来の移行係数変動予測の検証のため、GFO の影響を受けた北陸地方の 2 県 6 力所から原木 60 本を調達し、栽培を開始
- ・種菌（品種）の違いが移行係数に与える影響の検証のため、特定の種菌を植菌したほだ木及びそこから発生した子実体を 6 セット、18 本調達

表 令和6年度事業フロー

年月 内容	令和6年						令和7年		
	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1. 移行係数の検証	検証用ほだ木 280 本の栽培管理 (R5 年度から継続) ↓ 初回発生子実体 (八分開き状態) 採取 (R5 年度から継続) ↓ 子実体の配送 → 放射性物質濃度の測定 2回目発生子実体の採取								
2. 主要な変動要因の分析・検証	ほだ木・子実体の放射性物質濃度の測定								
3. 移行係数再評価のための追加試験体調達	ほだ木調達条件の検討・確定		ほだ木調達・子実体採取の依頼		↓ 初回発生子実体の採取、ほだ木・子実体の配送				
4. 検討委員会の設置・運営	1 回		第1回ワーキング				2 回		
事業報告書作成							報告書のとりまとめ		

(2) 令和7年度の本事業のフロー

令和7年度の事業フローは次のとおり。

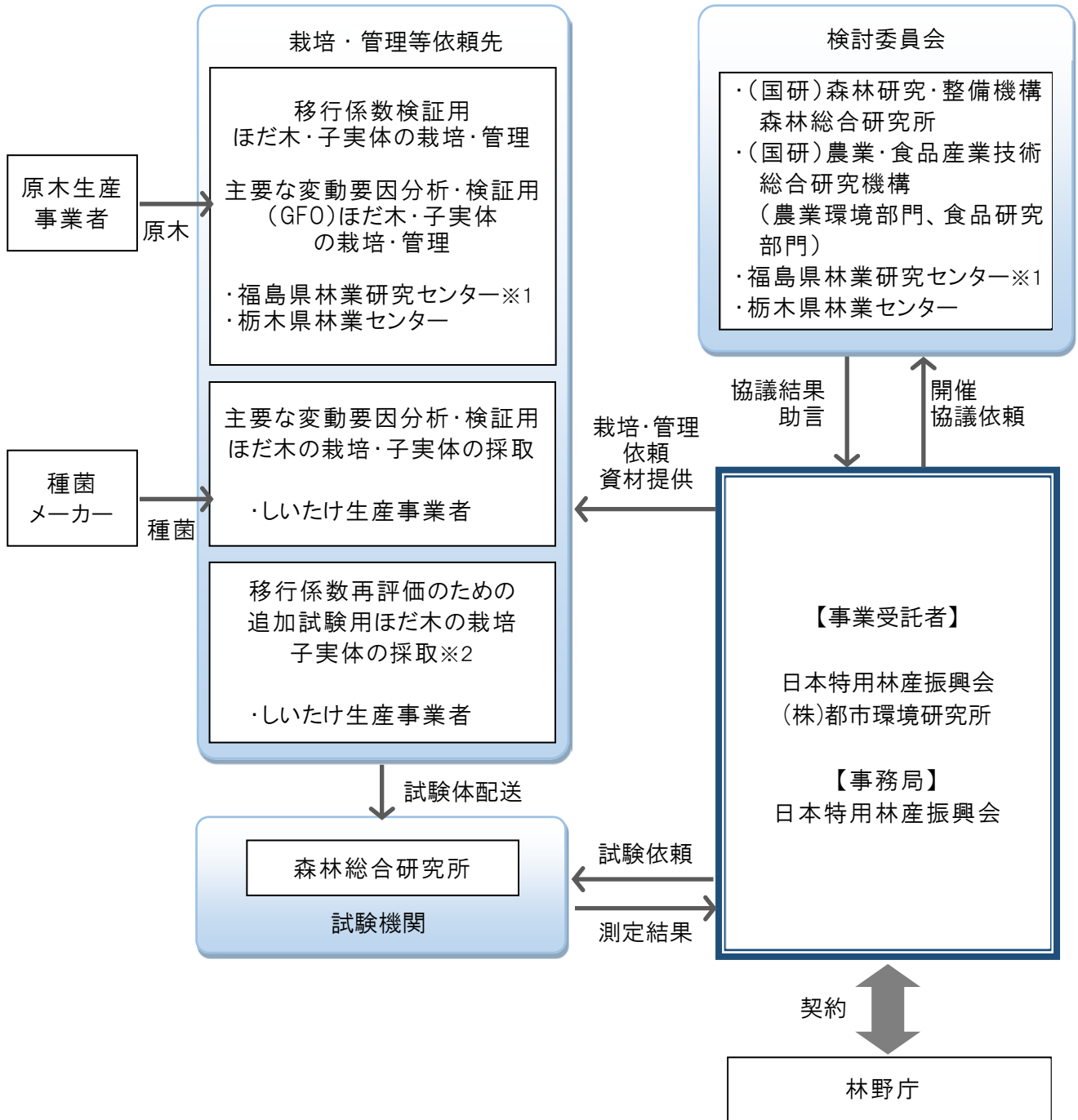
- ・ 移行係数の変動予測を行うにあたり、GFO 検証用ほだ木の栽培管理を行い、初回発生した子実体並びに初回子実体発生後の GFO 検証用ほだ木の放射性物質濃度の測定を実施
- ・ 前年度までの調査で種菌の違いが移行係数に有為な影響を与える可能性が示唆されたことから、令和6年度に追加調達し、特定の種菌を植菌したほだ木6セット、18本（以下「追加検証用ほだ木」という。）及びそのほだ木からの初回発生子実体の放射性物質濃度の測定を実施
- ・ 移行係数の検証分析を行い、移行係数を再評価

表 令和7年度事業フロー

年月 内容	令和7年						令和8年		
	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1. 将来の移行係数変動予測の検証			GFO 検証用ほだ木(60本)の栽培管理						
				初回発生子実体(八分開き状態)採取					
				・子実体の放射性物質濃度の測定 ・初回子実体発生後のほだ木の放射性物質濃度の測定					
2. 種菌(品種)の違いが移行係数に与える影響の検証		追加検証用ほだ木18本(R6年度調達済)	・初回発生子実体の放射性物質濃度測定 ・初回子実体発生後のほだ木の放射性物質濃度測定						
3. 移行係数再検証用ほだ木・子実体の測定			・移行係数再検証用ほだ木・子実体の放射性物質濃度測定						
4. 検討委員会の設置・運営		● 第1回 ワーキング	1 回		● 第2回 ワーキング		● 第3回 ワーキング		2 回
事業報告書作成							報告書のとりまとめ		

本事業全体の実施体制は次のとおり。

図 本事業の実施体制



※1: 福島県林業研究センターは令和4年度～令和6年度

※2: 令和6年度～令和7年度事業

III. 令和7年度実施調査

主要な変動要因の分析・検証に関する令和6年度までの分析過程を踏まえ、GFOからの経過や種菌の差異によって、移行係数が変化する可能性が示唆されたことから、令和6年度に追加購入された試験体を用いて分析、検証を行った。実施体制や実施条件等は「参考資料2：これまでの実績」に記載の令和4～6年度のとおり。

1. 将来の移行係数変動予測の検証

$^{133}\text{C s}$ 及び $^{137}\text{C s}$ の移行係数の分析により、安定期に入ったC sの移行係数を予測する重要性は高く、これまでの分析においても将来予測の可能性が見込めたことから、GFOの影響に関する更なる詳細な分析を実施するために、令和6年度に北陸地方から原木を追加調達し、この原木に植菌して栽培したほだ木（以下「GFO検証用ほだ木」という。）の栽培管理を行うとともに、ほだ木及び初回発生した子実体の $^{133}\text{C s}$ 及び $^{137}\text{C s}$ の測定を行った。

(1) 分析方法

① GFO解析用試験体の調達等の条件

令和6年度に行われた原木の調達の条件、その後の栽培管理の条件並びに $^{133}\text{C s}$ 及び $^{137}\text{C s}$ の測定条件は以下のとおり。

表 GFOの影響解析用試験体の調達の条件

項目	実施結果
i) GFOの影響解析用試験体の調達	・条件を満たした試験体となる原木を確保するため、富山県西部森林組合（伐採地は複数。材長はチップ・おが粉用の2m。）、能登森林組合能登支所（伐採地は能登地方で3箇所。材長は特注で1.5m。）から調達した。
ii) サンプル数	・各森林組合から30本ずつ、計60本を調達した。

表 両森林組合の伐採地と本数

森林組合	伐採地	記号		本数
富山県	EA	山	EA	8本
富山県	EB	末	EB	10本
富山県	EC	ひ	EC	12本
石川県	NA	白×	NA	9本
石川県	NB	青×	NB	10本
石川県	NC	赤×	NC	11本

② 追加試験体の測定項目等

追加・検証することとした試験体の測定項目、測定数は次のとおり。

表 試験体の測定項目、測定数

測定項目	子実体	原木
^{137}Cs	60 ※ ¹	60
^{133}Cs	60 ※ ¹	60

※¹ GFOの子実体測定数は、発生状況により変動がありうる。

※² すべての測定は森林総研に委託するが、放射性物質濃度が高い試験体の N の測定のみ(株)環境研究センターに委託する。

③ 測定及び統計解析の方法

GFOの影響解析するための追加試験の条件は以下のとおり。

表 GFOの影響解析するための追加試験の条件

項目	実施結果
i) GFO 検証用ほだ木の栽培管理	<ul style="list-style-type: none"> 施設栽培での一般的な栽培方法に従い栽培管理を行った。その際、土壌からの再汚染を防止する観点から、検証用ほだ木は直接土壌との接触を避けて管理した。 検証用ほだ木の状況等により、補足的に原木等を必要とする場合は、林野庁と協議し調達した。
ii) GFO 検証用原木の放射能濃度の測定	<ul style="list-style-type: none"> 原木から採取した試験体（おが粉）について森林総合研究所で、重量、含水率、^{137}Cs、^{133}Csを測定した。 ^{137}Csについては、2.0リットルのマリネリ容器を用い、ゲルマニウム半導体検出器で10%の係数誤差範囲内で測定した。 ^{133}Csについては硝酸による湿式灰化後、ICP-MSにより測定した。
iii) GFO 検証用ほだ木から発生した子実体の放射能濃度の測定	<ul style="list-style-type: none"> GFO 検証用ほだ木（60本）から初回発生した子実体について放射性物質濃度の測定を行った。 子実体は生重量、含水率を計測し、柄の部分は切除し傘の部分のみを検体とした。 放射性物質濃度は、ゲルマニウム半導体検出器等を用いて測定した。測定値は、絶乾ベースとするが、子実体の含水率は食品成分表に準じた。 ^{133}Csについては硝酸による湿式灰化後、ICP-MSにより測定した。

④ 調達試料の調整、測定及び統計解析

原木の両端をチェーンソーにて切断して長さを約90cmに整えるとともに、「移行係数の検証」と同様に切断時に生じる木粉及び円盤を採取した。含水率は「移行係数の検証」と同様に算出した。

切断時に生じた木粉を用いて乾燥重量基準における ^{137}Cs 放射能濃度を算出した

が、測定に用いる容器を 0.7L のマリネリ容器から 2L のマリネリ容器に変更した以外は「移行係数の検証」と同様に算出した。子実体傘の乾燥重量基準における ^{137}Cs 放射能濃度は「移行係数の検証」と同様に算出した。

乾燥重量基準における原木及び子実体の ^{133}Cs 濃度は「移行係数の検証」と同様に算出した。

統計解析において危険率は 5% とし、 p 値が 0.05 未満と算出された場合は有意若しくは有意差有りとした。

これらの試験に係る環境は P97 参照（以下、試験環境に係る参照頁は同じ）。

(2) 測定結果

北陸地方の 6 伐採地から得られた原木及び 2 菌株を用いて原木栽培を行い、 ^{137}Cs 及び ^{133}Cs に対する移行係数を算出した。正確な移行係数の分布を得るためには混入する外れ値を除外する必要があるため、統計処理に先立ち ^{137}Cs 濃度の測定誤差が 20% より大きい測定値を外れ値とするとともに伐採地毎に $1.5 \times \text{IQR}$ ルールを適用した。 ^{137}Cs 及び ^{133}Cs に対する移行係数を算出後、対数変換した移行係数を目的変数、伐採地を固定効果とし、菌株を変量効果とした制限付き極大尤度法（Restricted Maximum Likelihood; REML）による線形混合モデル（Linear Mixed Model; LMM モデル）を用いて伐採地毎の調整平均（Estimated Marginal Means; EMMs）を算出し、最終的に傘の含水率を 88.3% 及び原木の含水率を 12% とした推定値にて示した。

表 3-1 には伐採地及び全体の ^{137}Cs 及び ^{133}Cs に対する推定値及び標準誤差を示した。 ^{137}Cs 及び ^{133}Cs に対する推定値はそれぞれ 3.2 及び 3.3 であった。「移行係数の検証」より伐採地毎に得られた ^{137}Cs と ^{133}Cs に対する調整平均及び本調査にて伐採地毎に得られた ^{137}Cs と ^{133}Cs に対する調整平均に対して分散分析（ANOVA）を行ったところ有意差は認められなかった { $F(3, 65.4) = 2.07, p = 0.113$ }。

表 3-1 北陸地方から採取した原木を用いて得られた ^{137}Cs 及び ^{133}Cs に対する推定値

伐採地	^{137}Cs		^{133}Cs	
	推定値	標準誤差	推定値	標準誤差
EA	2.34	0.38	1.89	0.17
EB	2.78	0.41	2.96	0.27
EC	2.96	0.43	3.09	0.25
NA	4.77	0.73	4.68	0.43
NB	3.53	0.52	4.36	0.38
NC	3.39	0.51	3.73	0.33
平均	3.21	0.43	3.31	0.20

2. 種菌（品種）の違いが移行係数に与える影響の検証

移行係数の再評価を行うに当たり、令和6年度までの調査で菌株の違いが移行係数に影響を与える可能性が示唆されたことから、令和3年度に実施したアンケート調査の結果から生産者が使用する意向が多く見られた菌株 01 を植え付けたほだ木及び初回発生の子実体の調達を令和6年度に行い、ほだ木及び初回発生した子実体の安定セシウム濃度等の測定を行う。

(1) 分析方法

① ほだ木及び子実体の調達等の条件

令和6年度に行われたほだ木及び子実体の調達の条件並びに ^{133}Cs 及び ^{137}Cs の調達条件は以下のとおり。

表 完熟ほだ木の調達の条件

項目	実施結果
i) 菌株 01 のほだ木及び初回発生子実体の調達	<ul style="list-style-type: none"> 条件を満たした試験体を確保するため、しいたけ生産農家と直接交渉し、菌株 01 のほだ木・初回発生子実体の調達を依頼した。 生産者が、ふり返り条件を確認できるよう視覚的なわかりやすさに配慮した作業マニュアルを作成し配布した。
ii) サンプル数	・サンプル数は6セット（18本）程度を基本とした。

表 調達先の概要

番号	生産者住所	原木採取地・樹種	備考
1	栃木県	栃木県・コナラ	令和5年、K697、K702 の2セット調達済
2	栃木県	大分県・クヌギ	新規
3	栃木県	熊本県・クヌギ	新規
4	栃木県	大分県・クヌギ	令和5年、KK32 を2セット調達済
5	岩手県	岩手県・コナラ	新規
6	岩手県	岩手県・コナラ	新規

② 追加試験体の測定項目等

追加・検証することとした試験体の測定項目、測定数は次のとおり。

表 試験体の測定項目、測定数

測定項目	子実体	ほだ木
^{137}Cs	-	-
^{133}Cs	18	18
K	18	18
N	18	18
P	18	18
ie ^{137}Cs	-	-
ie ^{133}Cs		18
ieK		18
ieP		18

③ 測定及び統計解析の方法

種菌（品種）の違いが移行係数に与える影響を検証するための追加試験の条件は以下のとおり。

表 菌株の違いが移行係数に与える影響を検証するための追加試験の条件

項目	実施結果
i) 追加検証用ほだ木から発生した子実体の安定セシウム濃度の測定	<ul style="list-style-type: none"> 追加検証用ほだ木（18本）から初回発生した子実体について、安定セシウム濃度等の測定を行った。 子実体は生重量、含水率を計測し、柄の部分は切除し傘の部分のみを検体とした。 安定セシウム濃度等は、誘導結合プラズマ質量分析装置等を用いて測定した。測定値は、絶乾ベースとするが、子実体の含水率は食品成分表に準じた。
ii) 追加検証用ほだ木の安定セシウム等の測定	<ul style="list-style-type: none"> 追加検証用ほだ木（18本）について、安定セシウム濃度等の測定を行った。 検体の安定セシウム濃度等は、誘導結合プラズマ質量分析装置等を用いて測定した。測定値は、絶乾ベースとした。

④ ほだ木及び子実体の調達

日本各地の原木しいたけ栽培農家6戸から、菌株O1を接種した原木採取地及び栽培管理が同一のほだ木3本を1組として、6組計18本のほだ木及び当該ほだ木から発生1回目の子実体を調達した。

⑤ 試料調整

「主要な変動要因の分析・検証」と同様にほだ木から円盤と木粉を採取した。得られた木粉及び調達した子実体は「移行係数の再検証」と同様に調整した。

⑥ 測定及び統計解析

全てのほだ木に含まれる ^{133}Cs 、K、P、N、イオン交換態 ^{133}Cs (ie^{133}Cs)、イオン交換態 K (ieK) 及びイオン交換態 P (ieP) 濃度、また全ての子実体傘に含まれる ^{133}Cs 、K、P 及び N 濃度は「移行係数の検証」と同様に測定した。

ほだ木の含水率、生重量密度及び乾燥重量密度は得られた円盤を用いて「移行係数の検証」と同様に測定した。

統計解析において危険率は5%とし、 p 値が 0.05 未満と算出された場合は有意若しくは有意差有りとした。

これらの試験に係る環境は P97 参照（以下、試験環境に係る参照頁は同じ）。

(2) 測定結果

「主要な変動要因の分析・検証」にて調達したほだ木の菌株数は 26 であった。このうち 23 菌株のロット数は 5 以下であり、菌株 01 のロット数は 4、菌株 14 のロット数は 11 であった。菌株 01 に対して 6 ロットを追加し、2 菌株間に有意差があるか調査した。

正確な移行係数の分布を得るためには混入する外れ値を除外する必要があるため、両菌株ともロット毎に $1.5 \times \text{IQR}$ ルールを適用した。2 菌株のロット毎に算出した ie^{133}Cs に対する移行係数の分布が対数正規分布従うか Shapiro-Wilk test により検定したところ、菌株 01 及び菌株 14 の p 値はそれぞれ 0.190 及び 0.512 であり、両菌株における移行係数の分布は対数正規分布に従うことが明らかとなった。図 3-1 には両菌株における移行係数の分布を示した。2 菌株の ie^{133}Cs に対する移行係数の幾何平均はそれぞれ 3.8 及び 3.4 であり、また t-test の p 値は 0.268 であることから有意差は認められなかった。

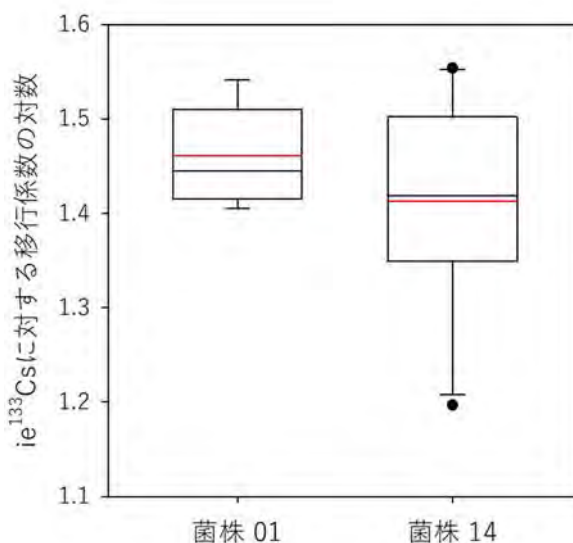


図 3-1 2 菌株別 ie^{133}Cs に対する移行係数の分布

※：赤線は平均を示す。

IV. 事業の結果

1. 用語の定義

報告書のとりまとめにあたり、必要な用語の定義や分析結果を運用する上での前提とすべき内容等を以下に記載する。

用語	略称	解説
移行係数		ある物質が培養基から生産物へ移動する指標。本事業では、原木若しくはほだ木 Cs 濃度に対する傘 Cs 濃度の割合を乾燥重量基準で表示する。
推定値		傘の含水率を 88.3%及び原木の含水率を 12%に換算した際の移行係数を指す。
指標値		食品安全基本法に基づき厚生労働省が定めた食品の安全基準を満たすために林野庁が定めた栽培に使用できる原木及びほだ木の ^{137}Cs 濃度の上限値。
イオン交換態	ie	静電的な力により、ある物質の表面に保持されているイオンの形態。本事業では 1 mol/L (pH7) の酢酸アンモニウムにより抽出されるイオンを指す。
原木		菌糸体を接種する前の丸太。(コナラ、クヌギが多く使われる。)
ほだ木		菌糸体を接種した丸太。 完熟ほだ木とは、種菌がしいたけ原木の内部に十分に繁殖・定着(伏せ込み)して、子実体が発生する準備が整った状態のほだ木のこと。
放射性セシウム	^{137}Cs	本事業では原子番号 55 の同位体のうち放射線を放出する質量数 137 の同位体を指す。
安定セシウム	^{133}Cs	原子番号 55 の同位体のうち自然界で安定して存在している質量数 133 の同位体であり、放射線は放出しない。
グローバルフォールアウト	GFO	1950～60 年代に世界の各地で行われた大気圏内核実験で放出され、成層圏を經由して世界中に拡散されて地表に降下し、現在も土壌中や植物体内に残る放射性セシウム(^{137}Cs)を指す。
菌株		遺伝的に均一な微生物の集合体。しいたけ種菌の品種。

2. 移行係数の再評価

令和6年度までの本事業及び前3項の放射性物質濃度測定結果を元に、統計的な手法を用いて原木から子実体への移行係数を求め、変動要因の分析結果、種菌による差異も踏まえ、食品基準値 100 Bq/kg 以下の子実体が栽培できるよう移行係数の再評価を実施した。

(1) 移行係数の算出

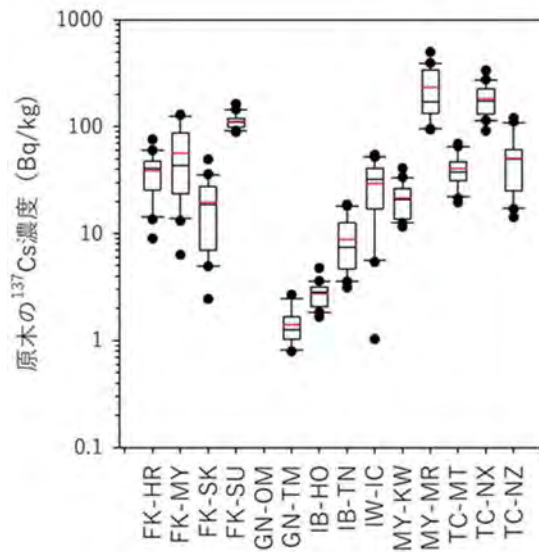
- ▶ 原木ベースにおける ^{137}Cs に対する推定値は 3.2 であった。
- ▶ ほだ木ベースにおける ^{137}Cs に対する推定値は 3.2 であった。

① 原木の性状

参表 1-1 及び参図 1-1 に示すように、調達した原木の含水率を 12% に換算したときの ^{137}Cs 濃度の範囲は 0.8 Bq/kg から 498.4 Bq/kg であり、また平均は 62.8 Bq/kg、中央値は 31.9 Bq/kg であった。20 Bq/kg から 50 Bq/kg の範囲を含んでおり、検証に適した原木が調達できた。

参表 1-1 含水率を 12% とした原木の ^{137}Cs 濃度 (Bq/kg)

採取地	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値
FK-HR	38.9	16.6	75.9	9.0	40.7
FK-MY	56.2	38.9	129.5	6.3	43.4
FK-SK	19.5	12.7	49.4	2.4	18.8
FK-SU	112.9	18.7	163.0	89.1	110.7
GN-OM					
GN-TM	1.4	0.5	2.7	0.8	1.3
IB-HO	2.8	0.7	4.8	1.7	2.8
IB-TN	8.8	5.0	18.7	3.1	7.4
IW-IC	29.5	15.5	54.5	1.0	32.1
MY-KW	21.4	8.1	40.9	11.6	20.7
MY-MR	234.1	122.2	498.4	93.9	171.7
TC-MT	40.5	13.5	69.0	19.6	37.7
TC-NX	181.2	62.2	335.6	91.5	172.3
TC-NZ	50.4	29.7	120.1	14.2	49.5
全体	62.8	80.7	498.4	0.8	31.9



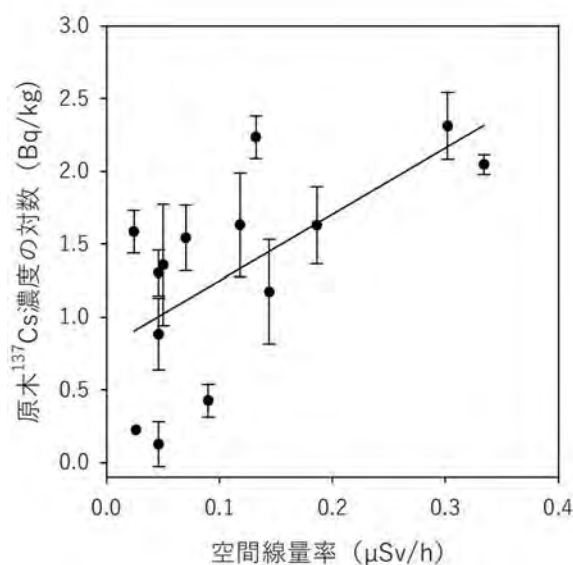
参図1-1 含水率を12%とした原木の放射性セシウム(^{137}Cs)濃度分布
 下ヒゲ:10%点、箱下境界線:25%点、黒実線、中央値、赤線:平均、
 箱上境界線:75%点、上ヒゲ:90%点、黒丸:外れ値

参表 1-2 に示すように原木の平均含水率は41.8%であった。伐採地毎の含水率には一元配置分散分析により有意差が認められたが($p < 0.001$)、原木全体における含水率の標準偏差は1.7%であり、また個々の伐採地における平均含水率は40.0から43.2%の範囲にあることから同等であると判断した。

参表 1-2 調達した原木の含水率(%)

採取地	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値
FK-HR	42.9	1.1	45.4	40.0	43.0
FK-MY	42.7	1.4	46.2	39.2	42.8
FK-SK	41.9	1.2	43.8	39.7	41.9
FK-SU	40.3	1.9	43.3	36.8	39.9
GN-OM	42.4	1.2	45.4	40.3	42.5
GN-TM	43.2	2.1	47.0	39.4	43.6
IB-HO	42.5	0.9	44.3	40.3	42.5
IB-TN	40.5	1.0	42.9	38.8	40.3
IW-IC	42.7	1.0	44.4	40.5	42.8
MY-KW	41.3	1.7	44.6	38.5	41.6
MY-MR	40.0	1.6	43.4	38.0	39.6
TC-MT	41.0	1.4	43.8	39.1	41.1
TC-NX	42.5	1.2	44.3	40.5	42.6
TC-NZ	41.1	1.1	42.9	38.8	41.0
全体	41.8	1.7	47.0	36.8	42.1

参図 1-2 に示すように空間線量率と対数変換した原木の ^{137}Cs 濃度間には有意な回帰直線が認められた ($r=0.645$ 、 $p=0.013$)。一般的に相関係数の絶対値が 0.0 から 0.2 はほとんど相関が無い、0.2 から 0.4 はやや相関関係がある、0.4 から 0.7 はかなり相関関係がある、そして 0.7 から 1.0 は強い相関関係があるとされている。含水率 12%における指標値 50Bq/kg の対数は 1.7 であり、回帰式より導かれる原木の ^{137}Cs 放射能濃度が 50 Bq/kg 以下となる空間線量率は 0.2 $\mu\text{Sv/h}$ となる。しかし、0.2 $\mu\text{Sv/h}$ 以下の原木採取地における原木の ^{137}Cs 濃度は同図に示すようにばらついていることから、原木林の選定において空間線量率は参考値に留めておくのが妥当である。

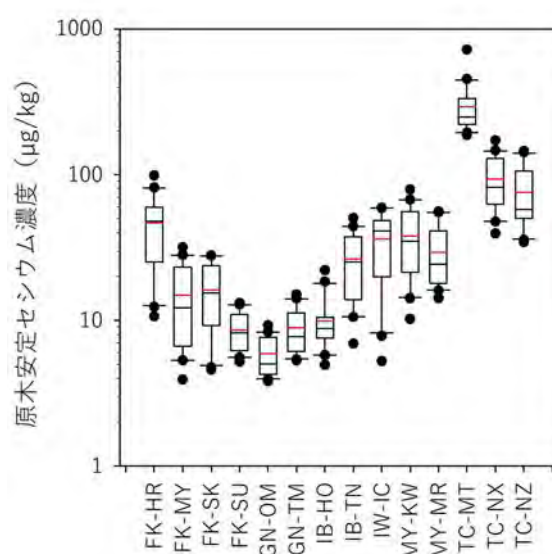


参図 1-2 原木の平均放射性セシウム (^{137}Cs) 放射能濃度と空間線量率の関係
点の上下に示した線は標準偏差を示す

参表 1-3 及び参図 1-3 に示すように伐採地別における原木 ^{133}Cs 濃度の幾何平均は 24.3 $\mu\text{g/kg}$ であった。幾何標準偏差が 3.2 であることから、原木の ^{133}Cs 濃度は伐採地により大きく異なっていることが明らかになった。森林土壌中の ^{133}Cs は定常状態に達しており、土壌中の ^{133}Cs 濃度と原木中の ^{133}Cs 濃度間には一定の関係が存在すると考えられる。森林土壌中の ^{137}Cs もまた原発事故からの時間の経過に従いやがて定常状態に達すると考えられる。森林土壌中の ^{133}Cs 濃度と原木中の ^{133}Cs 濃度を指標として森林土壌中の ^{137}Cs 濃度と原木中の ^{137}Cs 濃度の関係を調査する必要があると考えられる。

参表 1-3 調達した原木の ^{133}Cs 濃度 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

採取地	幾何平均	幾何標準偏差	最大値	最小値	中央値
FK-HR	40.0	1.9	98.6	10.6	47.7
FK-MY	12.3	1.9	31.7	3.9	12.2
FK-SK	13.8	1.8	27.9	4.6	15.4
FK-SU	8.2	1.4	13.2	5.2	8.2
GN-OM	5.7	1.3	9.3	3.8	5.0
GN-TM	8.4	1.4	15.0	5.3	7.7
IB-HO	9.2	1.4	22.0	4.9	8.8
IB-TN	23.0	1.8	50.3	6.9	25.2
IW-IC	30.5	2.0	59.2	5.2	40.9
MY-KW	32.7	1.8	79.0	10.2	34.9
MY-MR	26.5	1.6	55.9	14.2	24.2
TC-MT	276.7	1.4	720.1	186.7	248.2
TC-NX	85.7	1.5	171.5	39.5	81.9
TC-NZ	68.6	1.6	145.2	34.4	57.9
全体	24.3	3.2	720.1	3.8	22.7



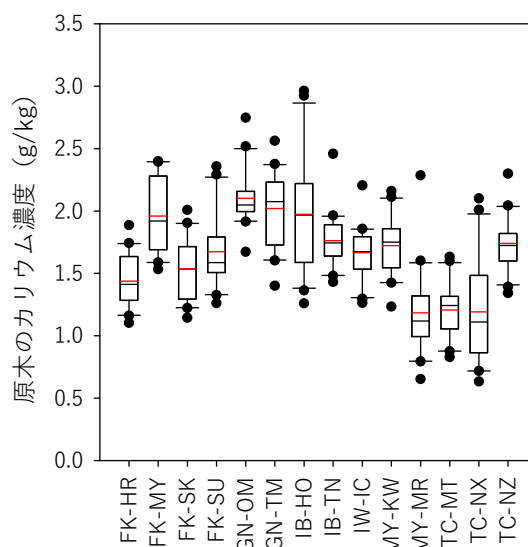
参図 1-3 調達した原木の ^{133}Cs 濃度分布

下ヒゲ:10%点、箱下境界線:25%点、黒実線、中央値、赤線:平均、
箱上境界線:75%点、上ヒゲ:90%点、黒丸:外れ値

参表 1-4 及び参図 1-4 に示すように伐採地別における原木 K 濃度の幾何平均は $1.60\text{g}/\text{kg}$ でありまた幾何標準偏差は 1.31 であることから、原木の K 濃度は伐採地によらずあまりばらついていないことが明らかになった。K は植物にとって必須な元素であり、成長に必要な量を伐採地によらず一定量吸収しているためと考えられる。

参表 1-4 調達した原木の K 濃度 (g/kg)

採取地	幾何平均	幾何標準偏差	最大値	最小値	中央値
FK-HR	1.42	1.16	1.89	1.10	1.41
FK-MY	1.94	1.17	2.40	1.53	1.92
FK-SK	1.52	1.18	2.01	1.14	1.53
FK-SU	1.65	1.18	2.36	1.26	1.59
GN-OM	2.09	1.11	2.75	1.67	2.05
GN-TM	2.00	1.17	2.56	1.40	2.08
IB-HO	1.93	1.26	2.96	1.26	1.97
IB-TN	1.75	1.13	2.46	1.43	1.75
IW-IC	1.65	1.14	2.21	1.26	1.67
MY-KW	1.71	1.15	2.16	1.23	1.75
MY-MR	1.14	1.31	2.29	0.65	1.12
TC-MT	1.19	1.21	1.63	0.83	1.24
TC-NX	1.13	1.40	2.10	0.63	1.11
TC-NZ	1.73	1.13	2.30	1.34	1.72
全体	1.60	1.31	2.96	0.63	1.67



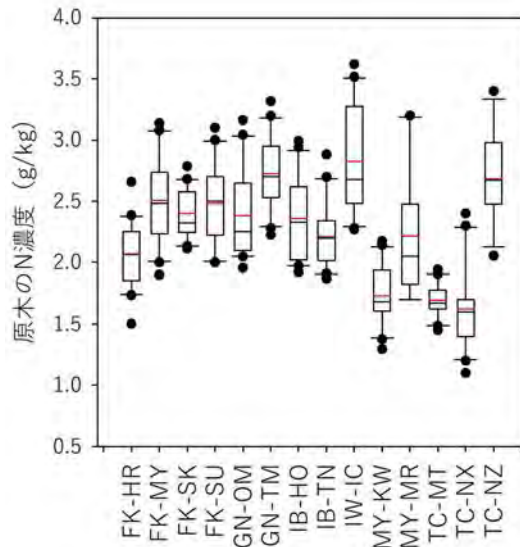
参図 1-4 調達した原木の K 濃度分布

下ヒゲ: 10%点、箱下境界線: 25%点、黒実線、中央値、赤線: 平均、
箱上境界線: 75%点、上ヒゲ: 90%点、黒丸: 外れ値

参表 1-5 及び参図 1-5 に示すように伐採地別における原木 N 濃度の幾何平均は 2.23g/kg でありまた幾何標準偏差は 1.20 であった。N の幾何標準偏差は K の幾何標準偏差より小さく原木の N 濃度は K 以上に伐採地によらずあまりばらついていないことが明らかになった。N は K と同様に植物にとって必要な元素であり、成長に必要な量を伐採地によらず一定量吸収しているためと考えられる。

参表 1-5 調達した原木の N 濃度 (g/kg)

採取地	幾何平均	幾何標準偏差	最大値	最小値	中央値
FK-HR	2.04	1.14	2.66	1.50	2.07
FK-MY	2.48	1.15	3.14	1.90	2.48
FK-SK	2.39	1.09	2.79	2.11	2.32
FK-SU	2.47	1.14	3.10	2.00	2.50
GN-OM	2.36	1.16	3.16	1.96	2.25
GN-TM	2.71	1.11	3.32	2.23	2.70
IB-HO	2.34	1.15	2.99	1.92	2.33
IB-TN	2.20	1.12	2.88	1.87	2.19
IW-IC	2.80	1.16	3.62	2.27	2.68
MY-KW	1.72	1.15	2.17	1.30	1.68
MY-MR	2.17	1.23	3.20	1.70	2.05
TC-MT	1.69	1.08	1.94	1.45	1.67
TC-NX	1.59	1.22	2.40	1.10	1.60
TC-NZ	2.66	1.15	3.40	2.05	2.67
全体	2.23	1.20	3.62	1.10	2.29



参図 1-5 調達した原木の N 濃度分布

下ヒゲ:10%点、箱下境界線:25%点、黒実線、中央値、赤線:平均、
箱上境界線:75%点、上ヒゲ:90%点、黒丸:外れ値

② 原木ベースの移行係数

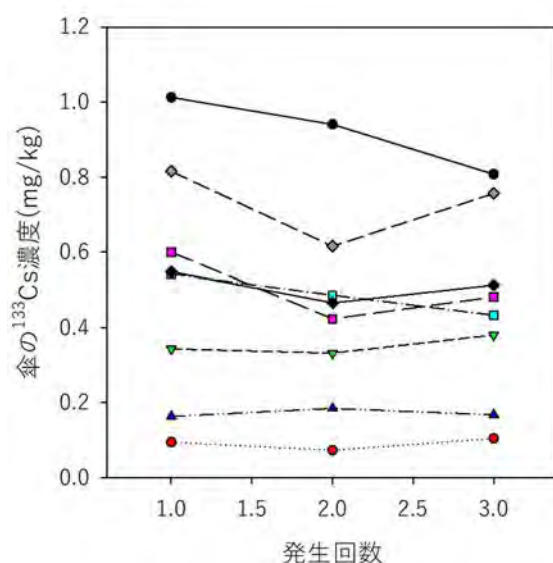
原木栽培しいたけの ^{137}Cs 濃度は子実体全体の ^{137}Cs 濃度を用いて算出されている。しかし、日本食品標準成分表 2020 年 (8 訂) によると原木栽培しいたけの可食部は傘とされている。他の食品との整合性を取るため、本事業では原木栽培しいたけの ^{137}Cs 濃度として傘の ^{137}Cs 濃度を採用した。原木栽培しいたけの移行係数はばらついており、正確な移行係数の分布を得るには混入する外れ値を除外する必要がある

ため、統計処理に先立ち ^{137}Cs 濃度の測定誤差が 20%より大きい測定値を外れ値とするとともに伐採地毎に $1.5 \times \text{IQR}$ ルールを適用した。

原木栽培しいたけの移行係数はばらついており、代表値を算出するにはばらつきを考慮する必要がある。第 1 のばらつきはほだ木から子実体が複数回発生することにより生じるばらつきと想定される。原木栽培しいたけは複数回収穫されており、参表 1-6、参図 1-6、参表 1-7 及び参表 1-8 に示すように、移行係数の分子である傘の Cs 濃度は発生の度変化している。事業で求められる移行係数を算出するには、個々のほだ木から複数回発生した傘 Cs 濃度の中から最高値を用いる必要がある。参表 1-6 及び参図 1-6 に示すように 1 菌株による調査からは移行係数の算出には発生 1 回目の傘 Cs 濃度を採用するのが妥当であったが、1 菌株による調査のため複数菌株による再調査が必要と考えられた。「移行係数の検証」では複数菌株を用いて調査を行ったことから、複数菌株から得られた傘の Cs 濃度を用いて同様の調査を行ったところ、参表 1-7 及び参表 1-8 に示すように、発生 1 回目の傘 Cs 濃度は必ずしも複数回発生した中で最も高い傘 Cs 濃度ではないことが明らかとなった。

参表 1-6 子実体発生回数の測定結果

ほだ木 番号	g			mg/kg			g			mg/kg		
	1回目 傘生重 量	1回目 傘乾燥 重量	1回目 ^{133}Cs 濃度	2回目 傘生重 量	2回目 傘乾燥 重量	2回目 ^{133}Cs 濃度	3回目 傘生重 量	3回目 傘乾燥 重量	3回目 ^{133}Cs 濃度	g	g	mg/kg
1	188.7	25.3	1.01	341.8	33.2	0.94	134.8	19.7	0.81			
2	59.2	6.9	0.09	449.3	51.0	0.07	5.1	1.2	0.10			
3	268.2	34.0	0.34	350.1	33.3	0.33	49.1	8.00	0.38			
5	310.5	42.0	0.16	202.6	22.1	0.18	198.3	23.5	0.17			
6	172.7	21.3	0.60	508.2	52.2	0.42	71.1	8.6	0.48			
7	222.8	28.4	0.54	293.6	26.4	0.49	80.3	10.4	0.43			
8	109.9	15.6	0.82	626.6	58.4	0.62	34.9	4.7	0.76			
9	248.1	30.4	0.55	671.5	65.2	0.47	140.9	17.7	0.51			



参図 1-6 発生回数による傘の ^{133}Cs 濃度の変化

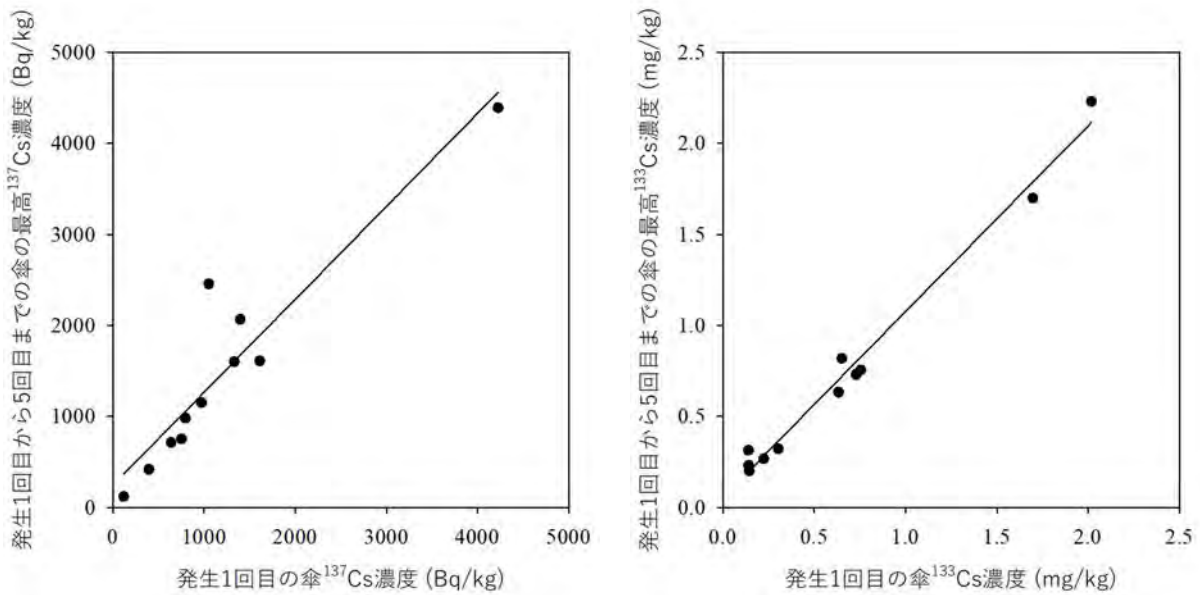
参表 1-7 発生回数による傘の ¹³⁷Cs 濃度

原木番号	菌株	発生回数毎の ¹³⁷ Cs 濃度 (Bq/kg)					最高値
		1	2	3	4	5	
IW-IC_19	菌株 26	1610	1301	1196	1045	843	1610
MY-KW_11	菌株 14	794	582	981	625	479	981
FK-SK_4	菌株 28	752	640	598	521	607	752
IB-TN_6	菌株 29	118	89	120	115	97	120
FK-SU_6	菌株 29	1330	925	1600	657	1126	1600
FK-SU_10	菌株 18	4227	2854	2631	1826	4389	4389
FK-SU_15	菌株 12	1396	1285	820	697	2065	2065
FK-SU_19	菌株 26	1051	2455	2075	1552	965	2455
FK-SK_2	菌株 15	972	1151	874	886	622	1151
FK-SK_16	菌株 08	638	547	712	388	611	712
MY-KW_13	菌株 24	395	290	369	417	316	417

参表 1-8 発生回数による傘の ¹³³Cs 濃度

原木番号	菌株	発生回数毎の ¹³³ Cs 濃度 (mg/kg)					最高値
		1	2	3	4	5	
IW-IC_19	菌株 26	1.70	1.31	1.32	1.19	0.99	1.70
MY-KW_11	菌株 14	2.02	1.48	2.23	1.48	1.09	2.23
FK-SK_4	菌株 28	0.65	0.82	0.64	0.42	0.53	0.82
IB-TN_6	菌株 29	0.22	0.16	0.27	0.26	0.22	0.27
FK-SU_6	菌株 29	0.14	0.07	0.13	0.31	0.10	0.31
FK-SU_10	菌株 18	0.30	0.21	0.19	0.15	0.32	0.32
FK-SU_15	菌株 12	0.14	0.14	0.09	0.07	0.20	0.20
FK-SU_19	菌株 26	0.14	0.22	0.23	0.22	0.15	0.23
FK-SK_2	菌株 15	0.73	0.63	0.53	0.48	0.39	0.73
FK-SK_16	菌株 08	0.63	0.46	0.59	0.30	0.53	0.63
MY-KW_13	菌株 24	0.75	0.55	0.71	0.75	0.66	0.75

しかし、参図 1-8、参式 1-2 及び参式 1-3 に示すように発生 1 回目の傘 Cs 濃度と発生 1 回目から 5 回目までの傘の最高 ¹³³Cs 濃度間には概して $y=x$ の有意な回帰直線が存在しており（共に $p < 0.001$ ）、発生 1 回目の傘 Cs 濃度を個々のほだ木から得られる傘の最高 Cs 濃度と見なしても過度の誤りは無いことが明らかとなった。発生 1 回目の子実体は子実体発生によるほだ木中の成分濃度変化の影響を受けておらず、ある意味ほだ木本来の性状を反映しているためと考えられる。



参図1-8 発生1回目の傘Cs濃度と発生1回目から5回目までの傘の最高Cs濃度の関係

子実体発生1回目の傘¹³⁷Cs濃度と発生1回目から5回目までの傘の最高¹³⁷Cs濃度間の回帰式

$$y = 1.02x + 245.10 \quad (r = 0.935, p < 0.001) \quad \dots \text{参式 1-2}$$

子実体発生1回目の傘¹³³Cs濃度と発生1回目から5回目までの傘の最高¹³³Cs濃度間の回帰式

$$y = 1.02x + 0.05 \quad (r = 0.993, p < 0.001) \quad \dots \text{参式 1-3}$$

第2のばらつきは栽培環境により生じるばらつきと想定される。本事業では15菌株のうち5菌株は2ヶ所の試験地にて栽培したため、試験地(生産者)により移行係数は異なる可能性があった。同じ菌株かつ同じ伐採地から調達した原木を用いて得られた移行係数に対して試験地(生産者)間に差異が存在するか Wilcoxon signed-rank test により検定したところ参表 1-9 に示すように試験地間による差異は認められなかった(全て $p > 0.05$)。そのため、試験地(生産者)間に差異は無いと判断した。栽培試験は公設試験研究機関にて実施されこともあり、概して最適な栽培条件で実施されたため差異が認められなかったと考えられる。

参表 1-9 試験地間における移行係数の差異

菌株	Wilcoxon signed-rank test の p 値			
	¹³⁷ Cs	¹³³ Cs	ie ¹³⁷ Cs	ie ¹³³ Cs
菌株 12	0.410	1.000	0.410	0.490
菌株 14	1.000	0.851	0.351	1.000
菌株 28	0.784	0.625	1.000	0.727
菌株 24	0.124	0.187	0.398	0.069
菌株 29	0.092	0.069	0.142	0.081

第3のばらつきは異なるほだ木によって生じるばらつきと想定される。本事業では複数の伐採地から調達した原木を使用したため、伐採地別に移行係数の分布を調査したところ参表 1-10 に示すように原木ベースの ^{137}Cs に対する移行係数の分布は対数正規分布に従っていることが明らかになった。このことは同一伐採地から調達した異なる原木によって生じる移行係数のばらつきは移行係数の分布を対数正規分布と見なすことにより解消されることを示している。

参表 1-10 伐採地別原木及びほだ木の ^{137}Cs に対する移行係数分布の正規性

伐採地	p 値 [※]	
	原木	ほだ木
FK-HR	0.670	0.912
FK-MY	0.824	0.719
FK-SK	0.629	0.753
FK-SU	0.189	0.029
GN-TM	0.764	0.328
IB-HO	0.558	0.599
IB-TN	0.998	0.597
IW-IC	0.944	0.399
MY-KW	0.091	0.455
MY-MR	0.850	0.051
TC-MT	0.932	0.712
TC-NX	0.690	0.212
TC-NZ	0.370	0.356

※: Shapiro-Wilk test の p 値を示す。

対数正規分布の中心を代表する値として幾何平均は最も合理的であるが、「移行係数の検証」では複数の伐採地から採取した原木に対して複数の菌株を接種しており複数の要因が関与しているため、より正確な代表値を算出するため移行係数を算出後、対数変換した移行係数を目的変数、伐採地を固定効果、菌株を変量効果とした REML による LMM モデルを用いて伐採地毎の調整平均を対数変換した移行係数の代表値として算出し、最終的に傘の含水率を 88.3%及び原木の含水率を 12%とした推定値にて示した。参表 1-11 には伐採地別に原木ベース及びほだ木ベースにおける推定値および標準誤差を示した。

参表 1-11 伐採地別原木及びほだ木の ^{137}Cs に対する推定値と標準誤差

伐採地	原木		ほだ木	
	推定値	標準誤差	推定値	標準誤差
FK-HR	2.95	0.28	3.79	0.36
FK-MY	2.80	0.26	3.16	0.30
FK-SK	3.56	0.33	3.65	0.34
FK-SU	2.52	0.24	2.62	0.25
GN-TM	2.95	0.28	2.11	0.20
IB-HO	4.96	0.57	2.30	0.23
IB-TN	4.17	0.39	3.32	0.31
IW-IC	3.70	0.34	3.78	0.36
MY-KW	2.91	0.27	3.04	0.29
MY-MR	2.83	0.26	2.30	0.23
TC-MT	2.20	0.23	5.28	0.52
TC-NX	3.97	0.37	4.12	0.40
TC-NZ	3.34	0.31	3.82	0.37

第 4 のばらつきは伐採地によって生じるばらつきと想定される。伐採地毎に算出した原木ベースにおける調整平均の分布は Shapiro-Wilk test により対数正規分布に従っていることが明らかになった ($p = 0.940$)。伐採地によって生じるばらつきは伐採地毎に算出した調整平均の分布を対数正規分布と見なすことにより解消した。

想定された 4 種のばらつきを解消したが伐採地を統合した推定値を算出する前に調達した原木の妥当性を検証した。参表 1-12 に示すように ^{137}Cs に対する推定値の両側 90% 相対信頼区間は 0.92 から 1.08 であった。調査計画段階では、両側 90% 相対信頼区間を最低限 0.80~1.25 よりも狭くなるように、なるべくなら 0.90~1.10 に近づけるように伐採地と原木数を決定しており、当初の計画を上回る原木を調達した。参考として以下の表 4-1 には原発事故前から露地栽培されていたほだ木（接種後 2 年目のもの）による 2011 年段階における ^{137}Cs に対する移行係数を推測した際の両側 90% 相対信頼区間を示した（森林総合研究所 2012）。両側 90% 相対信頼区間は 0.80 から 1.25 となっており、前回の調査より精度は格段に向上した。

表 4-1 2011 年時点でのほだ木 ^{137}Cs 移行係数の推定値及び両側 90% 信頼区間

評価指標	推定値	両側 90% 信頼区間	
		5% 点	95% 点
^{137}Cs 移行係数	0.43	0.34	0.53
相対値	1.00	0.80	1.25

想定された 4 種のばらつきを解消したため原木ベース及びほだ木ベースの ^{137}Cs に対する推定値を算出した。参表 1-12 に示すように原木ベースの ^{137}Cs に対する移行

係数の推定値は 3.2 であった。検証に用いる原木の伐採地が異なれば推定値は異なると考えられるが、本事業にて用いた原木は東日本の広範囲に渡って調達しており推定値は概ね実態に即していると考えられる。

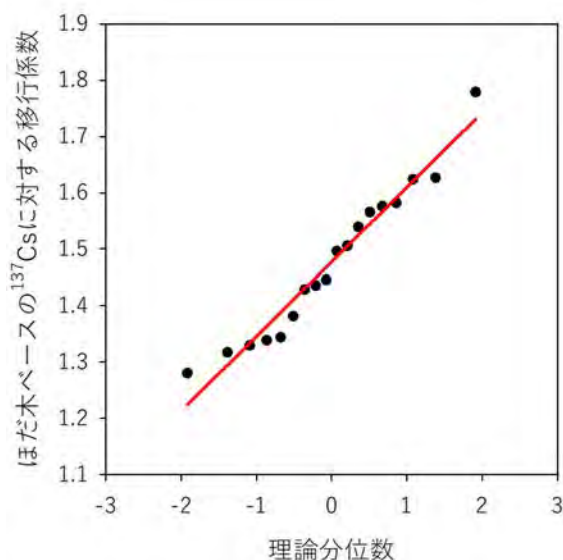
参表 1-12 全伐採地を対象とした原木ベースとほだ木ベースの ^{137}Cs に対する移行係数の推定値及び両側 90%信頼区間

区分	評価指標	推定値	両側 90%信頼区間	
			5%点	95%点
原木	^{137}Cs 移行係数	3.19 (0.14) [※]	2.94	3.43
	相対値	1.00	0.92	1.08
ほだ木	^{137}Cs 移行係数	3.22 (0.18)	2.90	3.55
	相対値	1.00	0.90	1.10

※: 括弧内の数字は標準誤差を示す。

③ ほだ木ベースの移行係数

移行係数はほだ木を用いても算出されており、ほだ木ベースの移行係数についても調査する必要がある。参表 1-10 に示すように同一伐採地から得られたほだ木ベースの ^{137}Cs に対する移行係数の分布は 1 ヶ所を除いて対数正規分布に従っていることが明らかになった。対数正規分布に従っていないとは言えなかった 1 ヶ所においても参図 1-9 に示すように移行係数の分布は対応する理論分位数とよく一致しており、伐採地毎の移行係数の分布は全て対数正規分布に見なせると判断した。伐採地毎に算出したほだ木ベースにおける調整平均の分布は Shapiro-Wilk test により対数正規分布に従っていることが明らかになった ($p = 0.653$)。参表 1-12 に示すようにほだ木ベースの ^{137}Cs に対する推定値は 3.2 であった。



参図 1-9 Shapiro-Wilk test により正規性がないとは言えなかったほだ木ベースの ^{137}Cs に対する移行係数の QQ プロット

原木ベースとほだ木ベースにおける ^{137}Cs に対する調整平均間に有意差があるか Wilcoxon signed rank test により検定したところ有意差は認められなかった ($p = 1.000$)。LMM モデルから得られた原木ベースとほだ木ベースの重複面積は 91.5% でありほぼ重なっていた。同様に LMM モデルを用いて原木ベースの分布における 95 パーセンタイル値を除外率の基準とするとほだ木ベースにおける除外率は 2.8% であった。各群の分布に基づき、95 パーセンタイル値を示す個体の出現率を比較した。サンプルサイズを考慮し、フィッシャーの正確検定 (Fisher's Exact Test) を用いた結果、群間における高値個体の出現割合に有意な差は認められなかった ($p = 1.000$)。原木ベースとほだ木ベースに関わらず ^{137}Cs に対する移行係数に対して 95 パーセンタイル値をカットオフ値にする場合に実質的な相違はないと判断した。

原木ベースとほだ木ベースの ^{137}Cs に対する推定値は共に 3.2 であった (参表 1-12)。森林総合研究所 (2012) において報告された 2011 年段階における移行係数は表 4-1 に示すように 0.43 と大きく異なっている。同表に示した森林総合研究所 (2012) の数値は菌接種前の原木で測定された数値ではなく、原発事故前から露地栽培されていたほだ木 (接種後 2 年目のもの) に限定した数値に基づいていた。その意味では、この数値は正確には原木ベースの ^{137}Cs 移行係数ではなく、ほだ木ベースの ^{137}Cs 移行係数である。ほだ木ベースの ^{137}Cs 移行係数としても今回の推定値とは大きく異なっている。2011 年段階の移行係数が小さいこと、また原発事故前から露地栽培されていたほだ木を用いたことを考慮すると、ほだ木には直接汚染による ^{137}Cs が含まれており、ほだ木の ^{137}Cs 濃度は過大評価されていたと推測される。一方、土壤に降下した ^{137}Cs は時間の経過に従い経根吸収により樹木内部へと移動している。原木栽培しいたけの栄養源はほだ木の材部等であり、吸収可能な ^{137}Cs が材部等に蓄積したため ^{137}Cs に対する移行係数は増加したと考えられる。

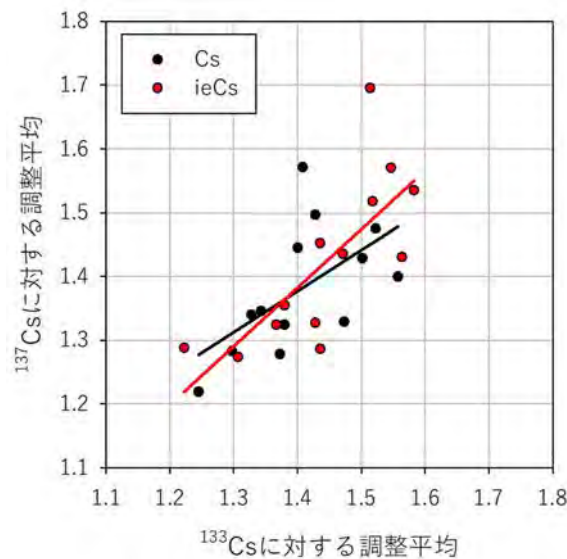
(2) 移行係数の変動要因

- 推定値は菌株により異なる。
- 推定値には元素、伐採地及び菌株が関与しているが、推定値に関与する要因の半分以上は未解明であり、更なる要因の解明が必要である。

① 変動要因の解明に用いる Cs

原木栽培しいたけの移行係数を算出するための分母には原木の Cs 濃度が使用されている。しかし、原木に含まれている Cs の一部は何らかの成分へ強固に付着しており、しいたけはこれらの Cs を吸収出来ないと考えられる。植物の元素に対する正確な移行係数を算出するには土壌中の全元素濃度よりも植物が吸収可能な可給態の元素濃度を分母として用いる方が適しているとされている。一般的に土壌中の可給態元素は 1mol/L 酢酸アンモニウム溶液 (pH7) を用いて抽出されていることから、本事業においても同溶液にて抽出される元素を可給態元素と見なすとともにイオン交換態 (ie) と称した。同位体の化学的性質はほぼ同等と見なすことが出来るため ^{137}Cs とともに ^{133}Cs に対する移行係数についても考慮しながら変動要因の解明に用いる Cs を検討した。

菌株別の原木ベースにおける ^{137}Cs と ^{133}Cs に対する調整平均間には参図 1-10 及び参式 1-4 に示すように有意な回帰直線が得られた ($p=0.035$)。また、 $ie^{137}\text{Cs}$ と $ie^{133}\text{Cs}$ に対する調整平均間にも同図及び参式 1-5 に示すように有意な回帰直線が得られた ($p=0.003$)。これらのことは原木ベースにおいて菌株レベルの調整平均は Cs 及び ieCs のどちらを用いても移行係数の挙動を説明出来ることを示している。しかし、ieCs の係数は Cs よりも 1 に迫っており (Cs:0.643、ieCs:0.918)、また ieCs の r は Cs よりも高いことから (Cs:0.587、ieCs:0.748)、ieCs の方が適していると考えられる。



参図1-10 菌株別原木ベースの ^{137}Cs と ^{133}Cs に対する調整平均間の関係

^{133}Cs と ^{137}Cs の調整平均間の回帰式

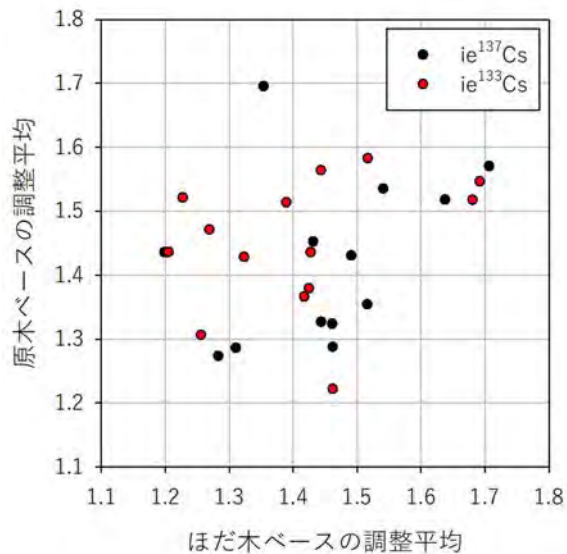
$$y = 0.643x + 0.476 \quad (r = 0.587, p = 0.035) \quad \dots \text{参式 1-4}$$

ie¹³³Cs と ie¹³⁷Cs に対する調整平均間の回帰式

$$y = 0.918x + 0.097 \quad (r = 0.748, \rho = 0.003) \quad \dots \text{参式 1-5}$$

「変動要因の分析・検証」におけるほだ木ベースの結果を「移行係数の検証」へ導入するには、原木ベースとほだ木ベースにおける移行係数間に何らかの関係が必要である。「移行係数の検証」では原木とほだ木のデータが揃っており、また原木ベースにおける移行係数の挙動を解明するには参図 1-10 及び参式 1-5 に示すように ieCs の方が適していることから、ieCs を中心に原木ベースとほだ木ベースにおける移行係数間の関係について検討した。

参図 1-11 及び参表 1-13 に示すように原木ベースの ie¹³⁷Cs に対する調整平均とほだ木ベースの ie¹³⁷Cs に対する調整平均間に有意な関係は得られなかった。同様に原木ベースの ie¹³³Cs に対する調整平均とほだ木ベースの ie¹³³Cs に対する調整平均間にも有意な関係は得られなかった。これらのことは、ほだ木ベースにおける移行係数の変動要因解明と原木ベースにおける移行係数の変動要因解明は結びつけられないことを示している。そのため、原木ベース及びほだ木ベースにおける変動要因の解明は個別に行うことにした。



参図1-11 ほだ木ベース及び原木ベースにおける調整平均間の関係

参表 1-13 原木ベースとほだ木ベースにおける調整平均から得られた回帰式

核種	回帰式		
	回帰式	<i>r</i>	<i>ρ</i> 値
ie ¹³⁷ Cs	$y = 0.312x + 0.970$	0.338	0.259
ie ¹³³ Cs	$y = 0.201x + 1.166$	0.293	0.309

② 菌株による移行係数の差異

菌株の ie¹³⁷Cs に対する推定値を算出するには菌株の ie¹³⁷Cs に対する移行係数の分布が何らかの分布に従っている必要がある。そのため、個々の菌株における ie¹³⁷Cs に対する移行係数の分布について検討したところ参表 1-17 に示すように全ての菌株

について原木ベース及びほだ木ベースにおける $ie^{137}Cs$ の分布は対数正規分布に従っていることが明らかになった。同表には菌株毎に原木ベース及びほだ木ベースにおける $ie^{137}Cs$ に対する推定値も示した。原木ベースにて推定値は菌株により 2.7 から 4.9、ほだ木ベースでは 3.0 から 5.8 の範囲に分布していた。菌株間における原木ベース及びほだ木ベースの $ie^{137}Cs$ に対する調整平均に Wald カイ二乗検定による一元配置の検定 (Joint Test) を行ったところ両者とも有意差が認められ (両者とも $p < 0.001$)、菌株により推定値は異なることが明らかとなった。

参表 1-17 原木ベースとほだ木ベースにおける菌株の $ie^{137}Cs$ に対する推定値

菌株	原木ベース			ほだ木ベース		
	p 値※	推定値	標準誤差	p 値	推定値	標準誤差
菌株 01	0.580	4.87	0.59	0.849	5.31	0.66
菌株 04	0.392	4.42	0.50	0.226	5.76	0.74
菌株 08	0.296	3.59	0.41	0.230	3.80	0.44
菌株 09	0.102	3.58	0.41	0.908	3.14	0.37
菌株 12	0.694	3.08	0.30	0.469	2.97	0.29
菌株 14	0.791	3.02	0.30	0.494	3.57	0.36
菌株 15	0.346	3.91	0.47	0.765	4.38	0.51
菌株 25	0.344	3.68	0.50	0.805	3.67	0.46
菌株 18	0.765	4.26	0.49	0.695	4.70	0.54
菌株 26	0.494	3.73	0.44	0.256	4.25	0.53
菌株 27	0.329	4.17	0.48	0.761	4.54	0.59
菌株 28	0.985	2.89	0.30	0.949	3.05	0.31
菌株 24	0.296	3.89	0.38	0.853	3.93	0.39
菌株 29	0.998	2.68	0.27	0.905	3.01	0.30
菌株 30	0.342	2.71	0.31	0.974	3.25	0.39

※: Shapiro-Wilk test による p 値を示す

「主要な変動要因の分析・検証」において追加購入することによりロット数が 10 となった菌株 01 におけるロット毎に対数変換した $ie^{133}Cs$ に対する移行係数の分布は Shapiro-Wilk test により正規分布に従っており ($p = 0.190$)、 $ie^{133}Cs$ に対する移行係数の分布は対数正規分布に従っていることが明らかとなった。ロット数が 11 の菌株 14 におけるロット毎に対数変換した $ie^{133}Cs$ に対する移行係数の分布もまた Shapiro-Wilk test により対数正規分布に従っていることが明らかになった ($p = 0.512$)。各菌株のロット数は限定的 (1~11 ロット) であるが、主要グループにおける $ie^{133}Cs$ に対する移行係数の分布は対数正規分布であり、「移行係数の検証」においても参表 1-17 に示すように原木ベース及びほだ木ベースにおける菌株の $ie^{137}Cs$ に対する移行係数の分布は対数正規分布に従っていることから、「主要な変動要因の分析・検証」に用いた菌株のほだ木ベースにおける $ie^{133}Cs$ に対する移行係数の分布は対数正規分布に従うと判断した。参表 2-1 にはほだ木ベースにおける菌株毎の $ie^{133}Cs$ に対する推定値を示した。菌株間におけるほだ木ベースの $ie^{133}Cs$ に対する調整平均に Wald カイ二乗検定による一元配置の検定 (Joint Test) を行ったところ有意差が認められ ($p < 0.001$)、菌株により推定値は異なることが明らかとなった。菌株差はこれまであまり着目されていなかったが今後は食品基準値を視野に入れた菌

株の育種も必要と考えられる。

参表 2-1 菌株毎の $ie^{133}Cs$ に対する推定値

菌株	推定値	標準誤差	ロット数
菌株 01	3.78	0.34	10
菌株 02	3.52	0.60	3
菌株 03	3.82	0.91	1
菌株 32	5.20	1.37	1
菌株 04	3.84	0.56	3
菌株 05	4.07	0.93	1
菌株 06	3.73	0.44	5
菌株 07	2.21	0.50	2
菌株 08	3.54	0.49	4
菌株 09	4.21	0.61	4
菌株 10	3.83	0.66	2
菌株 11	3.33	0.43	4
菌株 12	5.41	1.43	1
菌株 13	2.28	0.60	1
菌株 14	3.33	0.27	11
菌株 15	3.34	0.57	2
菌株 16	2.95	0.51	2
菌株 18	2.94	0.66	2
菌株 19	1.90	0.50	1
菌株 31	4.11	0.92	2
菌株 17	6.30	1.17	2
菌株 20	3.63	0.63	2
菌株 21	4.27	0.77	2
菌株 22	4.93	1.30	1
菌株 23	2.56	0.32	4
菌株 24	5.36	0.72	4

図 3-1 に示した追加購入したほだ木から得られた菌株 01 及び菌株 14 の $ie^{133}Cs$ に対する移行係数の推定値はそれぞれ 3.8 と 3.3 であり t-test により有意差は認められなかった ($p=0.268$)。各菌株の推定値は参表 2-1 に示した推定値と異なっているが (菌株 01 : 3.4、菌株 14 : 3.6)、前者は幾何平均であり後者は LMM モデルから算出した推定値のためである。LMM モデルからも追加購入した 2 菌株間には多重比較 (Sidak 法) の結果有意差は認められなかった ($p=1.000$)。偶然推定値が近似した菌株を選抜したためと考えられる。

③ 移行係数に影響を与える元素

移行係数の値はさまざまな要因によって影響されていると考えられる。たとえばコメや大豆の場合には、土壌中の交換性カリウム量が大きいと移行係数が低くなることが知られている（例えば Yamamura et al. 2018 ; Fujimura et al. 2025）。米作に関しては、 ^{137}Cs がコメに混入するのを防ぐために、一部の地域ではカリウム上乗せ施用が実施されてきた。原木栽培しいたけに関しても米作におけるカリウム上乗せ施用のような有効な対策が模索されている。

移行係数を下げるための有効な方策を知るためには、まず移行係数に影響を与える変動要因を定量的に明らかにしなければならない。移行係数を左右する有効な要因が見つければ、原木段階でその要因を測定してスクリーニングを行い、適切な原木だけを合格させることにより、子実体の放射性セシウム濃度を低下させることも可能となりうる。また、原木に問題が認められた場合でも、その原木を適切な環境で管理することにより、問題となる要因を排除することができれば、子実体への移行係数を低下させることもできるかもしれない。

参表 1-14 に示すように伐採地の影響を無視したモデルによる原木ベースの $ie^{137}\text{Cs}$ 及び $ie^{133}\text{Cs}$ に対する移行係数には共通して N による負の影響が認められた ($ie^{137}\text{Cs}$: -0.95 、 $ie^{133}\text{Cs}$: -0.44)。しかし R^2 が示すように移行係数に対するこれらの元素の影響は限定的である ($ie^{137}\text{Cs}$: $R^2 = 0.182$ 、 $ie^{133}\text{Cs}$: $R^2 = 0.047$)。参表 1-15 に示すように伐採地の影響を考慮したモデルにおいて原木ベースの $ie^{137}\text{Cs}$ 及び $ie^{133}\text{Cs}$ に対する元素の影響はそれぞれ 8%及び 6%、 $ie^{137}\text{Cs}$ 及び $ie^{133}\text{Cs}$ に対する伐採地の影響はそれぞれ 32%及び 17%であり、 $ie^{137}\text{Cs}$ 及び $ie^{133}\text{Cs}$ に対する元素と伐採地の以外の影響はそれぞれ 60%及び 77%となる。

参表 1-14 伐採地の影響を無視したモデルにおける $ie\text{Cs}$ に対する移行係数と元素濃度の関係

	回帰式 [※]	R^2	adjusted R^2	p 値
原木ベース	$ie^{137}\text{Cs} = 0.15ieP - 0.95N + 1.91$	0.182	0.174	< 0.001
	$ie^{133}\text{Cs} = -0.44N + 1.59$	0.047	0.043	< 0.001
ほだ木ベース	$ie^{137}\text{Cs} = -0.29ieK - 0.49N + 1.69$	0.121	0.113	< 0.001
	$ie^{133}\text{Cs} = -0.32ieK - 0.59N + 1.73$	0.182	0.176	< 0.001

※: 回帰式中の \log は省略して記載。

参表 1-15 伐採地の影響を考慮したモデルにおける $ie\text{Cs}$ に対する移行係数と元素濃度の関係

	回帰式 ^{※1}	R^2	
		Conditional	Marginal
原木ベース	$ie^{137}\text{Cs} = -0.15 ieK + 0.10 ieP - 0.53 N^{*2} + 1.73^{*2}$	0.396	0.081
	$ie^{133}\text{Cs} = -0.22 ieK^{*2} + 0.04 ieP - 0.26 N + 1.58^{*2}$	0.228	0.055
ほだ木ベース	$ie^{137}\text{Cs} = -0.22 ieK^{*2} - 0.12 ieP - 0.15 N + 1.42^{*2}$	0.235	0.067
	$ie^{133}\text{Cs} = -0.16 ieK - 0.15 ieP^{*2} - 0.13 N + 1.38^{*2}$	0.377	0.090

※1: 回帰式中の \log は省略して記載。

※2: p 値が 5%より小さい係数を示す。

参表 1-14 に示すように伐採地の影響を無視したモデルによるほだ木ベースの $ie^{137}Cs$ 及び $ie^{133}Cs$ に対する移行係数には共通して ieK 及び N による負の影響が認められた ($ie^{137}Cs : ieK = -0.29$ 、 $N = -0.49$ 、 $ie^{133}Cs : ieK = -0.32$ 、 $N = -0.59$)。しかし、ほだ木ベースにおいても R^2 が示すように移行係数に対するこれらの元素の影響は限定的である ($ie^{137}Cs : R^2 = 0.121$ 、 $ie^{133}Cs : R^2 = 0.182$)。参表 1-15 に示すように伐採地の影響を考慮したモデルにおいて原木ベースの $ie^{137}Cs$ 及び $ie^{133}Cs$ に対する元素の影響はそれぞれ 7%及び 9%、 $ie^{137}Cs$ 及び $ie^{133}Cs$ に対する伐採地の影響はそれぞれ 17%及び 29%であり、 $ie^{137}Cs$ 及び $ie^{133}Cs$ に対する元素と伐採地の以外の影響はそれぞれ 77%及び 62%であった。

「主要な変動要因の分析・検証」からも菌株の影響を無視したモデルである参式 2-1 からほだ木ベースの $ie^{133}Cs$ に対する移行係数には ieK と N による負の影響が認められ、 $ie^{133}Cs$ に対する移行係数に関して ieK の係数は -0.46 であり、また N の係数は -0.62 であった。菌株の影響を考慮したモデルである参式 2-2 からほだ木ベースの $ie^{133}Cs$ に対する元素の影響は 24%、 $ie^{133}Cs$ に対する菌株の影響は 3%であり、 $ie^{133}Cs$ に対する元素と菌株の以外の影響は 73%であった。

菌株の影響を無視したモデルにて対数変換した $ie^{133}Cs$ に対する移行係数を目的変数、対数変換した ieK 、 ieP 及び N 濃度を説明変数として、BIC を基準としたステップワイズ法による変数選択を伴う重回帰分析による回帰式

$$\log(ie^{133}Cs) = -0.46\log(ieK) - 0.62\log(N) + 1.75$$

($R^2 = 0.238$ 、adjusted $R^2 = 0.231$ 、 $p < 0.001$)・・・参式 2-1

菌株の影響を考慮したモデルでは対数変換した $ie^{133}Cs$ に対する移行係数を目的変数、対数変換した ieK 、 ieP 及び N 濃度を説明変数、菌株を変動効果とする線形混合モデルを用いた回帰式

$$\log(ie^{133}Cs) = -0.43\log(ieK) + 0.00\log(ieP) - 0.65\log(N) + 1.76$$

(Conditional $R^2 = 0.269$ 、Marginal $R^2 = 0.240$)・・・参式 2-2

Cs は K を吸収する際に誤って吸収するとされていることから移行係数に関与する要因として K は注目されており、また菌床栽培では K よりも N の方が移行係数に対して支配的であることが示されており、参表 1-14 及び参表 1-15 に示すようにこれらの元素はある程度移行係数に影響を与えていると考えられる。しかし、参表 1-4 と参図 1-4 及び参表 1-5 と参図 1-5 に示すように、伐採地間における原木の K 及び N 濃度の差異は小さいためこれらの影響は顕在化しなかったとも考えられる。一方、参表 1-14 及び参式 2-1 に示すように子実体が発生する段階で K 及び N は移行係数を低下させる効果を有しており、原木段階における K と N の影響は何らかの要因によってマスクされているとも考えられる。移行係数に関与する要因の半分以上は未解明であり、更なる要因の解明が必要である。

引用文献

- Yamamura K, Fujimura S, Ota T, Ishikawa T, Saito T, Arai Y, Shinano T (2018) A statistical model for estimating the radiocesium transfer factor from soil to brown rice using the soil exchangeable potassium content. *Journal of Environmental Radioactivity*, 195:114-125
- Fujimura S, Yamamura K, Ishikawa J, Kubo K, Wakabayashi S, Shinano T, Maruyama H, Suzuki M (2025) Factors responsible for radiocesium transfer from soil to rice and soybeans after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Science of The Total Environment*, 995:180044

④ 移行係数と発生量の関係

移行係数には元素、伐採地及び菌株以外にも影響を与えている要因の存在が示唆された。参表 1-16 に示すように原木ベースの移行係数と傘収穫量間には有意な相関関係が認められたことから、傘収穫量は要因の 1 つと考えられる。しかし、傘収穫量の制御は温度等の環境因子に依存していると想定される複合的な指標であり、現時点での直接的な制御は困難であると考えられる。移行係数の低減には傘収穫量と栽培条件の相関を詳細に解析し、間接的な制御パラメータを特定することも必要と考えられる。

参表 1-16 傘収穫量と移行係数の関係

	核種	r	p 値
原木ベース	$ie^{137}\text{Cs}$	-0.177	0.014
	$ie^{133}\text{Cs}$	-0.166	0.013
ほだ木ベース	$ie^{137}\text{Cs}$	-0.122	0.091
	$ie^{133}\text{Cs}$	-0.139	0.034

(3) 移行係数の推移

➤ ^{137}Cs に対する推定値は 3.2 近辺で推移すると考えられる。

平成 24 年（2012 年）の報告では移行係数は 0.43 と報告されており今回の移行係数とは異なっている。当時の調査では原発事故により大気中に放出された ^{137}Cs が直接降下したほだ木を用いたことが差異の主因と考えられる。移行係数は子実体の ^{137}Cs 濃度を原木（ほだ木）中 ^{137}Cs 濃度で除算することにより算出されるが、樹皮に直接降下した ^{137}Cs 濃度を分母に加味してしまったため移行係数は過小評価されたと推測される。一方、原発事故から 10 年以上経過して地上に降下した ^{137}Cs は樹木の経根吸収により樹木内部へ移行している。原木栽培しいたけの主要な栄養源はほだ木の内樹皮と辺材に存在しており、吸収可能な ^{137}Cs がこれらの部位に増加したため移行係数は増加したと推測される。

^{133}Cs は自然界に存在する微量元素であり、一定の生育環境における原木中の ^{133}Cs の分布と動態は定常状態にあると予想される。きのこへの ^{137}Cs の移行係数と ^{133}Cs の移行係数に違いが無ければ、原木からきのこへの ^{137}Cs の吸収移行も、 ^{133}Cs と同様に定常状態に達している可能性が高い。日本では GFO が非常に低濃度ながら各地で観測されており、北陸地方における GFO の降下量は相対的に高いが、2011 年の福島第一原発事故の影響はほとんど受けていないことが明らかになっている。GFO が降下してから既に 60 年以上経過していることから北陸地方の原木における ^{137}Cs は定常状態に達していると考えられる。

「移行係数の検証」より伐採地毎に得られた ^{137}Cs と ^{133}Cs に対する調整平均及び本調査にて伐採地毎に得られた ^{137}Cs と ^{133}Cs に対する調整平均に対して分散分析を行ったところ有意差は認められなかった $\{F(3, 65.4) = 2.07, p = 0.113\}$ 。

森林内における ^{137}Cs は既に定常状態に達しているとされていることから、 ^{137}Cs に対する推定値は「移行係数の検証」にて得られた 3.2 近辺で推移すると考えられる。

□ 参考資料：これまでの実績

1. 移行係数の検証

(1) 栽培管理体制及び試験体測定体制の確立

移行係数の再評価にあたり、検証用ほだ木の栽培管理、初回及び2回目に発生した子実体並びに初回子実体発生後の検証用ほだ木の放射性物質濃度の測定を行うための令和4～6年度の役割分担は以下のとおり実施されており、令和7年度も同様の体制で実施した。

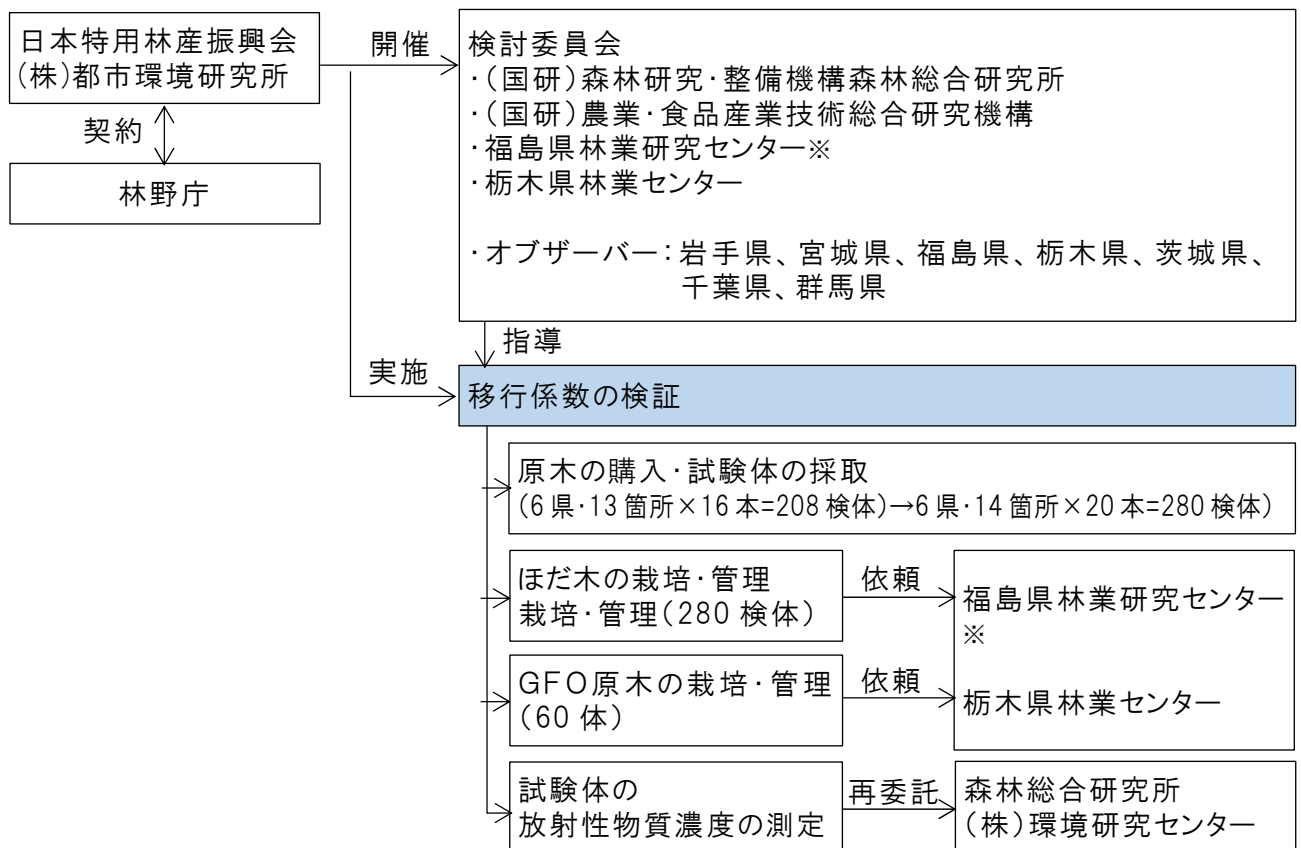


表 連携主体別役割分担

連携主体	主な役割
福島県林業研究センター※	原木から子実体への放射性物質の移行状況の検証に必要な原木の管理、植菌及び子実体の栽培・管理
栃木県林業センター	同上
森林総合研究所	原木及び子実体の ^{137}Cs 、 ^{133}Cs 、K、N、P 濃度を測定
株式会社環境研究センター	ほだ木及び子実体の N を一部測定
検討委員会	試験計画確定、試験体（原木、種菌）の選定、試験体採取・管理方法等の確定、試験体測定結果の検討
日本特用林産振興会 株式会社都市環境研究所	事業全体調整、検討委員会の運営 関係機関への試験依頼、栽培・管理の依頼 試験用原木の確保、種菌の選定・確保、関係機関に配送 子実体の栽培・管理に必要な資材等の提供 等

※：福島県林業研究センターは令和4年度～令和6年度

(2) 移行係数の検証に供する条件等

① 原木等の確保、検証用ほだ木の栽培管理

令和4～6年度の事業で行われた原木等の確保、測定、検証用のほだ木の栽培管理の条件は次のとおり実施されており、令和7年度も同じ条件で実施した。

表 検証用原木等の確保条件

項目	実施結果
i) 移行係数の検証に供する原木等の確保の条件	<ul style="list-style-type: none"> ・可能な限り東日本地域の複数の県内における様々な原木林から採取するものとし、6県の14箇所から各20本、計280本の試験体（コナラ）を確保した。 ・原木林の空間線量率についても計測・記録した。 ・地況の異なる原木林を選定するよう対応した。 ・原木の採取地は、可能な限り20～50Bq/kgの範囲の原木が多く含まれる可能性がある採取地を選定した。
ii) 放射能濃度の測定	<ul style="list-style-type: none"> ・原木から採取した試験体（おが粉）について森林総合研究所で、重量、含水率、^{137}Cs、^{133}Cs、Kを測定した。 ・^{137}Csについては、0.7リットルのマリネリ容器を用い、ゲルマニウム半導体検出器で10%の係数誤差範囲内で測定した。 ・^{133}CsとKについては硝酸による湿式灰化後、ICP-MSにより測定した。
iii) 移行係数の検証に供する植菌の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・種菌は、令和3年度のアンケート調査の中で使用されることが多かったものを基本に、福島県や栃木県で一般的にしいたけ生産農家が使用している種菌を加え、福島県林業センター、栃木県林業研究センターにてそれぞれ10種菌を選定した。 ・植菌時期、植菌数は、種菌メーカーと協議し推奨されているものとした。

表 検証用ほだ木の栽培管理の条件

項目	実施結果
i) 検証用ほだ木の栽培管理体制の整備	<ul style="list-style-type: none"> ・検証用ほだ木280本の栽培管理体制等については、福島県林業センター、栃木県林業研究センターに、栽培管理を依頼した。
ii) ほだ木の栽培管理	<ul style="list-style-type: none"> ・福島県林業センター、栃木県林業研究センターにて、施設栽培での一般的な栽培方法に従い栽培管理を行う。その際、検証用ほだ木は直接土壌との接触を避けて土壌からの再汚染を防止した。 ・令和5年度から同6年度にわたり、初回及び2回目に発生した八分開きの状態の子実体を採取した。
iii) 補足的な原木の調達	<ul style="list-style-type: none"> ・補足的に原木等を必要とする場合は、林野庁と協議の上、調達した。

② 検証用ほだ木から発生した子実体の放射性物質濃度の計測

検証用ほだ木から発生した子実体の放射性物質濃度の計測の条件は次のとおり。

表 検証用ほだ木から発生した子実体の放射性物質濃度の計測の条件

項 目	実施結果
i) 検証用ほだ木から発生した子実体の放射性物質濃度の計測	・ 検証用ほだ木 280 本から初回発生した子実体及び2回目発生した子実体について、放射性物質濃度の計測を行った。
ii) 子実体の採取、計測事項	・ 初回及び2回目発生分の八分開き状態で採取した子実体について、生重量、含水率を計測し、柄の部分は切除し傘の部分のみを検体とした。
iii) 放射性物質検査の方法	・ 検体についてゲルマニウム半導体検出器等を用いて、放射性物質検査を実施した。計測値は、絶乾ベースとするが、子実体の含水率は食品成分表に準ずるものに換算した。

(3) 分析方法

(1) 移行係数の検証に供する原木の調達方法

① 原木の調達

必要サンプル数を計算するために、まず移行係数の変動の仕方について仮定を置く必要がある。移行係数の変動に関して、移行係数がさまざまな要因のかけ算で生成されており、それぞれの要因の影響の大きさが時間的空間的に変動していると考えられる。この場合には、もとの誤差変動分布の形状がいかなる分布であったとしても、中心極限定理により対数スケールで等分散正規分布が生成されると期待できる。そのため、ここでは対数スケールの平均に関して議論を行うことにする。対数スケールでの平均は真数スケールでは幾何平均になるため、今の場合は幾何平均で議論を行っていることになる。

ただし、移行係数の調査は通常は「階層構造」をもっている。検体の収集に当たっては、対象地域全体からランダムサンプリングで検体が採取されることはない。たとえば「原木採取地点のサンプリング」と「採取地点内部での樹のサンプリング」といった2段階サンプリングが採用されている。このような場合にも対数スケールであれば各階層で等分散正規分布を仮定して厳密に議論を進めることが可能である。ここでは対数スケールで各階層に関わる誤差変動を考慮して推定を行う。

調査計画を決定する前に、まず精度を定義しなければならない。誤差変動が存在するため、移行係数の推定値は真の値とは離れているかもしれない。しかし、たとえ離れていたとしても、それが「同等であると判断される範囲内」に収まっていれば問題はないと考えられる。そのため、ここでは「同等性検定」の基準を準用する。欧州医薬品庁（EMA 2010）や厚生労働省（2020）では「同等性」の要件として、二つの薬剤の比の両側90%信頼区間が80%~125%に入ることだと定めている。言い換えれば、下側5%限界が基準値の80%以上であり、かつ、上側5%限界が基準値の125%以下であることと定めている。この基準は二つの薬剤の比較に限らず、推定値一般に適用することができる。すなわち、推定値の両側90%信頼区間を推定値で割った値（90%相対信頼区間）が80%~125%に入っていれば、「真値が推定値の1.25倍以上である」という仮説が5%危険率で棄却され、かつ、「真値が推定値の0.8倍以下である」という仮説も5%危険率で棄却される。その意味で推定値の精度を保証することが可能になる。

精度の基準としては、欧州医薬品庁よりも厳しい基準もしばしば用いられてきた。かつて国内の薬剤分野では、期待値の0.1倍の違い以内であれば「同等」と見なすという考え方が多かった（森川 1994；魚井 1994；吉村 1994）。植物検疫処理の同等性については、Sgrillo（2002）は90%~110%の例を議論している。なお、厚生労働省のガイドラインでは、薬剤効果の比の両側90%信頼区間が「80%~125%」の範囲に入っていなくても、ある条件が満たされている場合には、対数値の平均値の差が「90%~111%」の範囲内であれば同等だと認められている。

こうした状況を踏まえ、移行係数の推定にあたっては、推定値の相対的な両側90%相対信頼区間が80%~125%の間に入ることを最低限の条件とし、なるべく90%~110%に近づけるのが妥当だと判断された。2020年までに栃木県、福島県、宮城県で採取された予備データを用いて検討した結果、両側90%相対信頼区間が80%~

125%よりも狭く、90%~110%よりも広くなるような過不足のないサンプル数としては、13 地点から各地点 16 本ずつを採取し、合計 16 本×13 地点=208 本を採取するのが妥当だと判断された。この計算に基づき、少し余裕を持ってサンプルを採取することにした。

原木採取地として東日本の 14 箇所を選定した。選定した原木林の緯度、経度および標高を GPS により、北を基準とした下り斜面の方向と傾斜角をクリノメーターにより、また 1 箇所につき 5 箇所の空間線量率を NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータの時定数を 30 秒として測定した。1 箇所につき長さ約 120cm の原木 20 本を採取した。移行係数の検証にあたり調達した原木は次のとおり。

表 調達した原木の採取地表

番号	調達場所	推測される原発事故による直接汚染の有無	番号	調達場所	推測される原発事故による直接汚染の有無
1	岩手県	無し	8	茨城県	有り
2	宮城県	有り	9	茨城県	無し
3	宮城県	有り	10	栃木県	有り
4	福島県	有り	11	栃木県	無し
5	福島県	無し	12	栃木県	有り
6	福島県	有り	13	群馬県	有り
7	福島県	有り	14	群馬県	無し

※各調達場所から 20 本ずつ調達。

※調達及び管理方法は P46 マニュアル参照

引用文献

EMA (2010) Guideline on the Investigation of Bioequivalence. Doc. Ref.: CPMP/EWP/QWP/1401/98 Rev. 1/Corr

厚生労働省 (2020) 後発医薬品の生物学的同等性試験ガイドライン. 厚生労働省

森川敏彦 (1994) 同等性問題再考. 計量生物学, 15:111-138

Sgrillo R (2002) Efficacy and equivalence of phytosanitary measures: A discussion and reference paper prepared for the IPPC Expert Working Group on the Efficacy of Phytosanitary Measures, Imperial College, UK 2-4 July 2002

魚井徹 (1994) 企業からみた同等性評価の問題. 計量生物学, 15:75-91

吉村功 (1994) 検証的比較臨床試験の計画において考慮すべきこと — ICH ガイドラインの理解のために 一. 統計数理, 46:81-95

② 試料の調整及び測定

原木の両端をチェーンソーにて切断して長さを約 90cm に整えるとともに、厚さ約 3cm の円盤および切断時に生じる木粉を採取した。円盤は 105℃にて恒量まで乾燥し、乾燥前後の重量から含水率を算出した。

切断時に生じた木粉は 60℃にて約 3 日間風乾後 0.7L のマリネリ容器に充填し、

ゲルマニウム半導体検出器により測定した放射性セシウム (^{137}Cs) の崩壊時に生じる 661.6 keV のガンマ線に由来するピークの計測数から木粉の ^{137}Cs 放射能濃度を算出した。測定にあたりピーク計測数の標準偏差を測定開始からの総ピーク計測数にて除すことにより算出される計測誤差 (σ) が 10%以下となるよう、測定時間は 30 分から 24 時間に設定した。また検出下限値は σ の 3 倍として算出した。 ^{137}Cs 放射能濃度の測定に用いた木粉は別途 105°Cにて乾燥して含水率を測定し、乾燥重量基準における ^{137}Cs 放射能濃度を算出した。

^{137}Cs 放射能濃度の測定に使用した木粉を 105°Cにて乾燥後ミルサーにより粉碎し、得られた約 0.5g の試料を用いて硝酸による湿式灰化後、誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) により安定セシウム (^{133}Cs) 濃度およびカリウム (K) 濃度を測定した。 ^{133}Cs 濃度の測定に用いた木粉は別途 105°Cにて乾燥して含水率を測定し、乾燥重量基準における ^{133}Cs 濃度および K 濃度を算出した。

統計解析において危険率は 5%とし、P-value (P 値) が 0.05 未満と算出された場合は有意若しくは有意差有りとした。

これらの試験に係る環境は P97 参照 (以下、試験環境に係る参照頁は同じ)。

(2) 子実体の発生回数の子実体のセシウム濃度に与える影響に係る試験体調達及び分析方法(その 1)

① 原木の調達

令和 4 年 4 月にコナラ原木へしいたけ菌を植菌したほだ木 10 本を令和 5 年 7 月に原木しいたけ栽培農家から購入した。

② 栽培方法

購入後、直ちに 1 晩浸水処理し、芽出し処理 (室温 17°C、湿度 90%、8:00~17:00 光照射、17:00~翌日 8:00 暗黒下) を行った。2 日目にはしいたけの原基が確認されたため、発生処理 (8:00~17:00 室温 26°C、湿度 90%、光照射: 17:00~翌日 8:00 室温 16°C、湿度 90%、暗黒下) に移行し、6 日目から 10 日目にかけて 8 分開きの子実体を収穫した。その後の 71 日間は発生処理と同様の条件にてほだ木を養生した。浸水処理から養生までのサイクルを繰り返し行い、ほだ木から子実体を合計 3 回収穫した。

③ 試料調整

収穫した子実体から軸を切除して傘のみをスライスし、60°Cにて一晩、更に 105°Cにて一晩乾燥後ミルサーにより粉碎した。

④ 測定及び統計解析

約 0.5g の試料を用いて硝酸による湿式灰化後、誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) により安定セシウム (^{133}Cs) 濃度を測定した。 ^{133}Cs 濃度の測定に用いた試料は別途 105°Cにて乾燥して含水率を測定し、乾燥重量基準における ^{133}Cs 濃度を算出した。

統計解析において危険率は 5%とし、p-value (p 値) が 0.05 未満と算出された場合に有意若しくは有意差有りとした。

(3) 子実体の発生回数の子実体のセシウム濃度に与える影響に係る試験体調達及び分析方法(その2)

① 試料

「移行係数の検証」に用いたほだ木の中から5回以上子実体が発生したほだ木を選抜し、更にこれらのほだ木の中から原木の ^{137}Cs 濃度を考慮して5本を選抜した。選抜した5本のほだ木から得られた子実体を検体として用いた。

② 試料調整、測定及び統計解析

1回目に発生した子実体傘の両Cs濃度は「移行係数の検証」における測定値を用いた。2回目から5回目に発生した子実体傘の両Cs濃度は「移行係数の検証」と同様に調整後測定した。統計解析も「移行係数の検証」と同様に行った。

(4) 移行係数の再評価に係る試験体調達及び分析方法

① 試料調整

令和6年度までに調達した原木及び栽培担当機関にて栽培試験に供したほだ木に含まれる各元素濃度を測定するため、原木及びほだ木をチェーンソーにて切断し、その際に生じた木粉を使用した。ほだ木の切断時には含水率及び密度を測定するため、厚さ約3cmの円盤も採取した。ほだ木の ^{137}Cs 放射能濃度測定には60℃にて3日間乾燥した木粉をそのまま用いたが、その他の測定には105℃にてさらに2日間以上乾燥した後、ミルサーにより粉碎したものを使用した。栽培担当機関にて収穫された子実体の傘に含まれる各元素濃度を測定するため、軸を取り除いてスライスした傘を60℃にて1晩乾燥後、さらに105℃にて2日間以上乾燥してからミルサーにより粉碎した。

② 測定及び統計解析

原木280本のイオン交換態放射性セシウム($ie^{137}\text{Cs}$)、イオン交換態安定セシウム($ie^{133}\text{Cs}$)、イオン交換態カリウム($ie\text{K}$)、イオン交換態リン($ie\text{P}$)及びチッソ(N)濃度を測定するとともに、一部を除き本事業期間内に発生した子実体傘の ^{137}Cs 、 ^{133}Cs 、カリウム(K)、リン(P)及びN濃度を測定した。また、当該ほだ木については含水率、湿重量密度、乾燥重量密度、 ^{137}Cs 、 $ie^{137}\text{Cs}$ 、 ^{133}Cs 、 $ie^{133}\text{Cs}$ 、K、 $ie\text{K}$ 、P、 $ie\text{P}$ 及びN濃度を測定した。

ほだ木及び子実体傘の ^{137}Cs 放射能濃度は、0.7Lのマリネリ容器及びU-8容器に試料をそれぞれ充填し、ゲルマニウム半導体検出器により検出された ^{137}Cs 崩壊時に生じる661.6 keVのガンマ線に由来するピークの計測数から ^{137}Cs 放射能濃度を算出した。測定にあたりピーク計測数の標準偏差を測定開始からの総ピーク計測数にて除すことにより算出される計測誤差(σ)が10%以下となるよう、測定時間は30分から24時間に設定した。また検出下限値は σ の3倍として算出した。

原木及びほだ木の $ie^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度は、木粉12gに対し1mol/Lの中性酢酸アンモニウム120mLを添加して16時間以上攪拌抽出後、遠心分離に引き続き最終的に孔径0.45 μm の親水性PTFEメンブランフィルターにてろ過した抽出液をU-8容器に充填してからゲルマニウム半導体検出器により測定した。なお、原木の ^{137}Cs 放射能濃度から $ie^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度が低濃度と判断される場合は、木粉80gに対して1mol/Lの中性酢酸アンモニウム800mLを添加して同様の処理により得られたろ液

を 45℃にて減圧濃縮してから U-8 容器に充填した。これらの測定条件は上記 ^{137}Cs 放射能濃度の測定と同様とした。

ほだ木及び子実体傘の ^{133}Cs 、K 及び P 濃度は、粉碎した約 0.5g の試料を用いて硝酸による湿式灰化後、誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) により測定した。原木及びほだ木の ie ^{133}Cs 、ieK 及び ieP 濃度は、約 1g の試料に対して 1mol/L の中性酢酸アンモニウム 10mL を添加して 16 時間以上攪拌抽出後、孔径 0.45 μm の親水性 PTFE メンブランフィルターにより得られたろ液 5mL を同様に湿式灰化し、ICP-MS により測定した。

各試料の N 濃度は、粉碎した試料約 20mg を用いて燃焼法により測定した。なお、一部の試料については外部委託し、外部機関においても N 濃度は燃焼法により分析した。

各元素濃度の測定に用いた試料は別途 105℃にて乾燥して含水率を測定し、乾燥重量基準にて算出した後、原木及び子実体傘の含水率をそれぞれ 12%及び 88.3%として生重量基準の移行係数を算出した。

ほだ木の含水率及び密度は、ほだ木から厚さ約 3cm の円盤を採取し、生重量、体積及び 105℃にて恒量になるまで乾燥した際の乾燥重量から算出した。

統計解析において危険率は 5%とし、p 値が 0.05 未満と算出された場合は有意若しくは有意差有りとした。

測定実施数を下表に示した。

表 測定実施項目 (実績)

(単位：試験体数)

分析項目	原木			ほだ木						
	総数	R4 測定数	R5 測定数	1 回目発生後						
				総数	R5 発生数	R5 測定数	R5 残数	R6 ^{※6} 発生数	R6 測定数	R7 測定数
^{137}Cs	280	263 ^{※2}		170 ^{※5}	168	84	84	105	86	
^{133}Cs	280	280		183	168	90	78	105	60	45
K	280	280		183	168	90	78	105	60	45
P	280		280	183	168	90	78	105	60	45
N	280		280	184	168	89	79	105	105	
N ^{※1}			(67)	(53)					(53)	
ie ^{137}Cs ^{※4}	280		262 ^{※3}	170 ^{※5}	168	84	84	105	86	
ie ^{133}Cs ^{※4}	280		280	183	168	90	78	105	60	45
ieK	280		280	183	168	90	78	105	60	45
ieP	280		280	183	168	90	78	105	60	45

※1 試験体のうち、放射性物質濃度が 100Bq/kg を超えたものを(株)環境研究センターで測定する。(内書き)。

※2 17 本については、 ^{137}Cs の検出下限値以下であった。

※3 18 本については、ie ^{137}Cs の検出下限値以下であった。

※4 「ie」は、イオン交換態

※5 19 本については、 ^{137}Cs 及び ie ^{137}Cs の検出下限値以下であった。

※6 7 本については子実態未発生であった。

表 測定実施項目(実績)

(単位：試験体数)

分析 項目	子実体						
	1回目発生						
	総数	R5 発生数	R5 測定数	R5 残数	R6 発生数	R6 測定数	R7 測定総数
¹³⁷ Cs	112 ^{※7}	168	142	26	105	86	
¹³³ Cs	156	168	117	51	105	61	44
K	156	168	117	51	105	61	44
P	156	168	117	51	105	61	44
N	183	168	89	79	105	104	
N ^{※1}	(77)		(79)			(77)	

※1 試験体のうち、放射性物質濃度が100Bq/kgを超えたものを(株)環境研究センターで測定する。(内書き)。

※7 19本については、¹³⁷Csの検出下限値以下であった。

(5) 移行係数検証用原木の調達に係るマニュアル



試験体の調達にあたり、関係者が、効率的に試験体を確保できるよう、視覚的なわかりやすさに配慮した作業マニュアルを作成した。

(1) 移行係数の検証

2

①栽培管理体制の確立

原木採取地の選定

内容	樹種の選定	
主体	日本特用林産振興会	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 以下の観点から、試験体として採取する原木の樹種は「コナラ」とする。 東日本において、しいたけ原木としてはコナラが一般的であり、原木確保に係る量的な問題がない。 林野庁・環境影響評価資料では、コナラ林とクヌギ林を比較するとクヌギ林の方が立木の放射性物質濃度が低いという資料もある。 原木から子実体（しいたけ）への安全側（リスクの高い側）の移行係数を試験する観点から、放射性物質の移行係数が大きいコナラの方が試験体としては適切。 	<p>コナラを試験体とする</p>  <p>クヌギ</p> 

(1) 移行係数の検証

3

①栽培管理体制の確立

原木採取地の選定

内容	原木採取地の選定	
主体	日本特用林産振興会、コナラ林選定・伐採作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 原木採取地については、令和3年度検討委員会での助言に基づく13ヶ所。※ H26年度から林野庁補助事業で実施している「ほだ木等原木林再生のための実証事業」の実施個所のぼう芽更新した樹幹から採取するのが理想。しかし必要サイズのお原木確保は現実的に難しい状況もあることから、東日本大震災による原発事故に伴い汚染した、放射線量が比較的高い（50Bq/kg）程度の林分を現地状況に応じて選定し、直径（6～10cm）のお原木を採取可能な立木20本を選定する。 原木採取地の基本情報（緯度・経度、傾斜の方向、高度、空間線量、地形図）を採取地管理シートに記載・貼り付ける。※ 	<p>【※採取地候補13ヶ所（予定）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 岩手県2ヶ所、宮城県2ヶ所、福島県2ヶ所、茨城県2ヶ所、栃木県3ヶ所、群馬県2ヶ所 <p>→各ヶ所で、原木を採取可能な立木20本を選定</p> <p>→現地確認のうえ、条件の良い採取地を選定することとし、採取地候補と一致しなくても可とする</p> <p>→ただし、異なる市町村で地質や土壌が異なる立地環境にある採取地の選定に配慮する</p> <p>→採取可能地を優先し、1県当たりのヶ所数の変更は可とする</p> <p>※採取地管理シート（様式1）</p> <p>→7頁参照</p>

(1) 移行係数の検証

6

①栽培管理体制の確立

原木採取地の選定

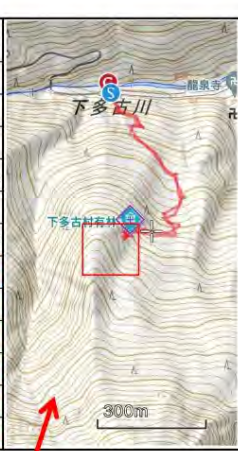
内容	原木採取地の選定	
主体	日本特用林産振興会、コナラ林選定・伐採作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 添付図などを参考に、協力いただける事業者には、2、3か所の候補地の位置をどんな方法でもいいので教えてもらって、こちらで選定する 「2012年の航空機モニタリング（空間線量率とCs-134+137沈着量の両方を再添付します）地図の凡例で、下から2番目を中心にした範囲を多く含む市町村」を調査候補地として探す」という方針（凡例で一番下や下から3番目が混じっていても可とする） 	<ul style="list-style-type: none"> 例えば、岩手県の例で言えば「県南部の奥州市、一関市、陸前高田市、住田町あたりで2000～2005年くらいの原木林更新地」 茨城県で言えば、「県南部霞ヶ浦の周辺市町村や県北部の常陸大宮市、大子町常陸太田市、日立市、高萩市あたり」

(1) 移行係数の検証

7

①栽培管理体制の確立

原木採取地の選定

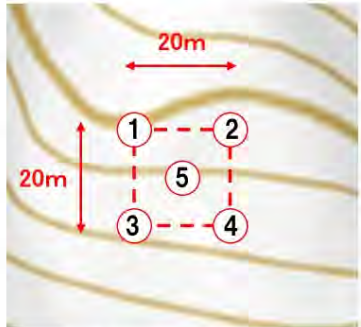
内容	採取地管理シート（様式1）の作成																													
主体	コナラ林選定・伐採作業員																													
解説	<ul style="list-style-type: none"> スマホGPSアプリ機能により、緯度・経度を記入（別紙1参照） スマホGPSアプリ機能により、高度を記入（別紙1参照） 北を基準とした下り斜面の概ねの方向を記入 皆伐年度を記入 （H26年度から林野庁補助事業で実施している「ほだ木等原木林再生のための実証事業」の実施箇所の場合） 空間線量を記入（5地点の位置は次頁参照） ※その他注意点は次頁参照 	<p>採取地管理シート（様式1）</p> <table border="1"> <tr> <td>県</td> <td>市町村</td> </tr> <tr> <td>記入者:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>緯度</td> <td>° ' "</td> </tr> <tr> <td>経度</td> <td>° ' "</td> </tr> <tr> <td>高度</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>傾斜の方向</td> <td></td> </tr> <tr> <td>皆伐実施年度</td> <td>年</td> </tr> <tr> <td>空間線量(μSv/h)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>地点1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>地点2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>地点3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>地点4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>地点5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>備考</td> <td></td> </tr> </table>  <p>※スマホGPSアプリ画像貼りつけ</p>	県	市町村	記入者:		緯度	° ' "	経度	° ' "	高度	m	傾斜の方向		皆伐実施年度	年	空間線量(μSv/h)		地点1		地点2		地点3		地点4		地点5		備考	
県	市町村																													
記入者:																														
緯度	° ' "																													
経度	° ' "																													
高度	m																													
傾斜の方向																														
皆伐実施年度	年																													
空間線量(μSv/h)																														
地点1																														
地点2																														
地点3																														
地点4																														
地点5																														
備考																														

(1) 移行係数の検証

8

①栽培管理体制の確立

原木採取地の選定

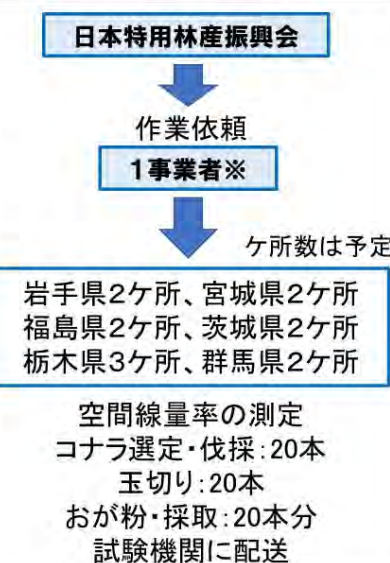
内容	サーベイメータを用いた空間線量率の測定	
主体	コナラ林選定・伐採作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 測定は、採取する林分の中央付近で、平均的な林床状態の場所で行う。 測定地点は20m四方の4隅と対角線の交点の5地点とし、地表から1mの高さで計測する。 プローブ（検出部）は地表面に平行にし、体からなるべく離す。 本体およびプローブ（検出部）をビニール等で覆い、測定対象からの汚染を避ける。 時定数（正しい応答が得られるまでの時間の目安）は10秒とし、測定開始から30秒待って計測値（あるいは、測定値）（$\mu\text{Sv/h}$）を読み取る（1点での計測回数は1回）。 記録紙に記入する。 	<p>【空間線量率測定箇所：5地点】</p>  <p>※その他詳細は放射線測定に関するガイドライン参照（文部科学省）</p>

(1) 移行係数の検証

9

①栽培管理体制の確立

原木採取地の選定

内容	サーベイメータを用いた空間線量率の測定（留意点）	
主体	コナラ林選定・伐採作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 空間線量率はなるべく1台にて全て測定した方が、機器によるばらつきを考慮しなくて良い。 1台のサーベイメータによる測定により測定誤差を極力小さくするため、コナラの伐及び玉切りによる原木採取などの作業を1事業者に依頼するか事務局側で測定するなど※により、空間線量を測定することも検討する。 <p>※採取地の管理者である森林組合等と調整により、必要に応じて別事業者にも依頼する場合、前頁のとおり、空間線量率測定方法の周知を図る。</p>	 <p>日本特用林産振興会 ↓ 作業依頼 1事業者※ ↓ ヶ所数は予定 岩手県2ヶ所、宮城県2ヶ所 福島県2ヶ所、茨城県2ヶ所 栃木県3ヶ所、群馬県2ヶ所</p> <p>空間線量率の測定 コナラ選定・伐採：20本 玉切り：20本 おが粉・採取：20本分 試験機関に配送</p>

(1) 移行係数の検証

10

②移行係数の検証に供する原木等の確保

原木購入

内容	原木採取の方法 (20本)	
主体	コナラ林選定・伐採作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 1本の立木から複数本原木採取できるが、同様の放射性物質濃度等を示すことが想定され、有効な試験体とならないリスクを回避するため、1立木から1本の原木のみ採取することとする。 なお、立木が株立の場合も同様に、1本の原木のみ採取することとする。 原木は一般的な仕様とし、直径6~10cmのものを20本採取する。 株周囲の地表面の土壌が露出していない箇所の立木を選定する。 地表からの距離により立木の放射性物質濃度が変化するため、原木は地表から50~160cm間を(110cm長)玉伐りし、原木を採取する。なお伐採時は、ビニルシートを敷き地盤面との接触を避ける(特に玉切りする箇所)。 	<p>コナラ1立木</p> <p>1立木から原木1本のみ採取(合計20本)</p> <p>110cm長 φ6~10cm (理想8cm)</p> <p>伐採時は地盤面との接触を避ける</p>

(1) 移行係数の検証

11

②移行係数の検証に供する原木等の確保

検査・分析

内容	おが粉採取の方法	
主体	コナラおが粉・採取作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 原木の両端各10cm分をチェーンソー等で削り取り、発生するおが粉を1リットル程度採取する(次頁参照)。 なお最初の3cm程度は含水率測定のため輪切りし円盤を確保する。 おが粉や円盤は地面に触れないよう、床上やビニルシートの上で採取する。 また、各原木から採取したおが粉同士が、混ざらないように注意する。 採取後の原木に管理番号を付与し小口に番号プレートをつける(11頁参照) おが粉を採取する毎に、おが粉を同じ管理番号を記入したまち付きの紙袋に入れる(12頁参照) 以上の作業を20回(※)繰り返す。 ※試験する原木16本全てが試験体として適切でない可能性があるため、20本分作成 	<p>試験体(原木)</p> <p>110cm</p> <p>10cm分を削り取る</p> <p>おが粉採取後の小口に管理番号プレート ※13頁参照</p> <p>採取位置</p> <p>10cm</p> <p>10cm</p> <p>最初の3cm程度</p> <p>おが粉1リットル採取</p> <p>含水率測定用に円盤を確保</p>

(1) 移行係数の検証

12

② 移行係数の検証に供する原木等の確保

検査・分析



内容	おが粉1リットルの計測方法	
主体	コナラおが粉・採取作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 原木の両端各10cm分をチェーンソー等で削り取り、それにより発生するおが粉を1リットル程度採取する。 おが粉1リットル程度の計測方法として、1リットルポリビーカーに、ビニル袋を被せて計測し、まち付きの紙袋に移す(12頁参照)と効率的である 	<p>削り取ったおが粉</p>  <p>↓</p>  <p>1リットル程度 計測の度に新しいビニル袋 に入れ替える</p>
	 <p>ポリビーカーの例(1L)</p> <p>EBM サンブラ ポリプロピレン 手付ビーカー</p>	

(1) 移行係数の検証

13

② 移行係数の検証に供する原木等の確保

検査・分析

内容	小口のナンバリング方法											
主体	コナラおが粉・採取作業員											
解説	<ul style="list-style-type: none"> 管理番号を付与し小口につける番号プレート仕様の仕様及び方法は、次のとおり【ローマ字ルール】 岩手県=IW、宮城県=MY、福島県=FK 茨城県=IB、栃木県=TT、群馬県=GN 【ナンバリングルール】 ローマ字 ルール参照 <p>IW O1 - 16</p> <p>採取地1ヶ所目:01 原木通し番号 01~20 採取地1ヶ所目:02 採取地1ヶ所目:03</p> <ul style="list-style-type: none"> 以上の番号を番号プレートに油性マジックで記入し、釘打ちし留める。 	<p>番号プレート仕様</p>  <p>カラーバリエーションの豊富な番号札大タイプ1箱50枚入のセットです。</p> <table border="1"> <tr> <td>販売価格</td> <td>¥1,870(税別)</td> </tr> <tr> <td>品番</td> <td>NO.16C-W</td> </tr> <tr> <td>JAN</td> <td>4963346159053</td> </tr> <tr> <td>サイズ</td> <td>縦60(mm)×横41(mm)×厚2.5(mm)</td> </tr> <tr> <td>概要</td> <td>本体スチロール樹脂製 1箱50枚入 カラー:ホワイト 異地番号なし 日本製</td> </tr> </table> <p>「IW01-16」の記入例</p>  <p>釘打ち</p>	販売価格	¥1,870(税別)	品番	NO.16C-W	JAN	4963346159053	サイズ	縦60(mm)×横41(mm)×厚2.5(mm)	概要	本体スチロール樹脂製 1箱50枚入 カラー:ホワイト 異地番号なし 日本製
	販売価格	¥1,870(税別)										
品番	NO.16C-W											
JAN	4963346159053											
サイズ	縦60(mm)×横41(mm)×厚2.5(mm)											
概要	本体スチロール樹脂製 1箱50枚入 カラー:ホワイト 異地番号なし 日本製											

(1) 移行係数の検証

14

② 移行係数の検証に供する原木等の確保

検査・分析

内容	原木の両木口から採取したおが粉の検査機関への送付方法	
主体	コナラおが粉・採取作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> • まち付きの紙袋に管理番号を油性マジックで大きく記入する。 • 採取したおが粉と円盤を同じ管理番号を記入した紙袋に入れ、おが粉がもれないよう入り口を複数回折り曲げる。 • この紙袋を、雨等により湿気を吸わないよう1つ1つ別々にビニル袋に入れ入り口を縛り、検査機関に送付する。 • ビニル袋の仕様は任意。 • 送付方法：複数袋を段ボール箱に入れ宅急便（水濡厳禁）で送付する。 • 検査機関送付先：森林総合研究所 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1 担当：〇〇 〇〇 (印刷した宛名ラベルを準備) 	

(1) 移行係数の検証

15

② 移行係数の検証に供する原木等の確保

原木搬送

内容	13ヶ所から採取した原木の栽培依頼先への搬送方法	
主体	コナラおが粉・配送作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> • おが粉採取後の原木は、配送中に傷つかないように荷造り用のプチプチ（緩衝材）で1本ずつ原木を巻く。 • 緩衝材で巻いた原木をパレットに段積みして固定しフォークリフトで荷台に載せ、軽トラック便で送付する。 • 軽トラック便の手配等についても依頼するが、不明点あれば要問合せ。 • 20本のうち10本は福島県林業研究センターに搬送し、残りの10本は、栃木県林業センターに搬送する。 <p>※搬送先詳細は次頁参照</p>	

(1) 移行係数の検証

16

② 移行係数の検証に供する原木等の確保

原木搬送

内容	13ヶ所から採取した原木の栽培依頼先への搬送方法	
主体	コナラおが粉・配送作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 搬送先は次の2ヶ所 搬送先：福島県林業研究センター 〒963-0112 福島県郡山市安積町成田西島坂1 福島県林業研究センター 担当：〇〇 〇〇 搬送先：栃木県林業センター 〒321-2105 宇都宮市下小池町280 担当：〇〇 〇〇 	

(1) 移行係数の検証

17

② 移行係数の検証に供する原木等の確保

原木購入

検査・分析

内容	原木採取（20本）～試験体配送までの流れ	
主体	コナラ林選定・伐採作業員	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 右の流れで A→B→C を1日作業、D→E を1日作業と合計2日作業で見込んでいる。 採取後のおが粉を放置するとカビが発生するため、Dの工程後は当日か翌日には配送する。 このため、おが粉を冷蔵庫等で保管する必要はない。 	<p>原木が地盤面に接触しないよう、また原木が傷つかないように配慮。ただし原木同士の接触は可。</p> <p>天候の影響を受けにくい場所でおが粉を採取。</p>

(1) 移行係数の検証

18

③植菌

植菌

内容	種菌数・方法等	
主体	日本特用林産振興会	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 種菌は、おが粉菌に発泡スチロールの蓋をかぶせる方法だと、ほぼ翌年子実体が発生するので、その方法をとることで統一を図る。※ 種菌は一般に普及している種類を使用することとし、種菌数・方法等は種菌メーカーの仕様、栽培委託者の通常の個数・方法とする。 種菌の植菌体系は、次頁参照。 	<p>※硬い原木は子実体が出にくいなど発生時期として1年目(令和5年度)に出るもの、出ないものがある1年目に出たものは採取し解析する。出ないものは2年目に採取し、解析する。</p> <p>このことにより、1年目の解析結果をふまえた課題や追加分析等への対応も可能となる。</p>

(1) 移行係数の検証

19

③植菌

植菌



内容	種菌数・方法等	
主体	日本特用林産振興会	
解説	<p>【10種菌の植菌体系】</p> <p>1/13ロット(A県B市)</p> <p>福島県林業研究センターで管理・栽培</p> <p>栃木県林業センターで管理・栽培</p> <p>※1:リストから選定</p> <p>※2</p> <p>一例</p> <p>種菌① ② ③ ④ ⑤ 種菌① ③ ④ ⑦ ⑧</p> <p>⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮</p> <p>他の12ロットも1/13と同様に管理・栽培</p>	<p>※1:種菌の選定リストについては、令和3年度実施の東日本原木しいたけ協会アンケート結果を参考に事務局と福島県林業研究センター栃木県林業センターで調整のうえ作成する。</p> <p>※2:選定は、一般的な生産農家で使用している種菌とし、両県において10種の種菌を選定後に検討委員会で調整のうえ決定する。出来る限り多くの品種で検証する必要から、両県において、選定した種菌の重複、非重複が出ることも可とする(最大20種となる)。</p>

(1) 移行係数の検証

20

④ほだ木の管理

仮伏



内容	仮伏の方法	
主体	福島県林業研究センター	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 2棟のハウスのうち、1棟を使用可能ただし、被覆用のシート等を購入する必要がある。 地表等から隔離するため、パレットを設置し、その上で管理する 13ヶ所の採取地から搬入された原木を接触させないよう、それぞれ別のパレットで管理する。 本伏のスペース（パレットで管理）も考慮しておく。 	<p>使用予定のハウス外観（奥）</p>  <p>使用予定のハウス内観</p> 

(1) 移行係数の検証

21

④ほだ木の管理

仮伏

内容	仮伏の方法	
主体	栃木県林業センター	
解説	<ul style="list-style-type: none"> 小型棟が2棟あり、そのうち1棟を使用する。地表等から隔離するため、パレットを設置し、その上で管理する。 13ヶ所の採取地から搬入された原木を接触させないよう、それぞれ別のパレットで管理する。なお、設置スペースに余力が無い場合は、ラックを作成して、2段にして管理する。 本伏のスペース（パレットで管理）も考慮しておく。 	<p>使用予定のハウス外観</p>  <p>使用予定のハウス内観</p>  <p>必要に応じラックを作成し2段にして管理</p>

(4) 分析結果

(1) 移行係数の検証に供する原木の分析結果

① 原木の採取地

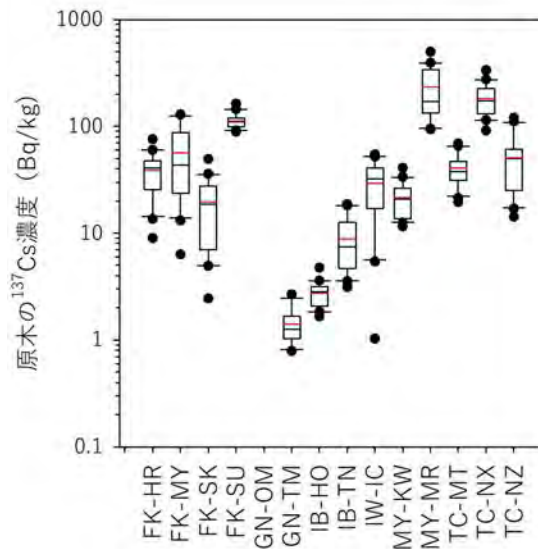
調達した原木の採取地表（P41 表 調達した原木の採取表）に示す通り、分析に供する原木は東日本の 6 県 13 市町村から採取した。原木採取地の緯度は 36°15'15" から 38°59'56" に、また経度は 138°51'58" から 141°22'43" に及んでおり、最小および最大の緯度および経度から算出される原木採取区域の最大距離は約 377km であった。原木林の更新年は推定年も含めて 1993 年から 2016 年と幅広く、2011 年以前に更新した原木林は直接汚染の影響を受けていると推測されるが、その影響については ^{137}Cs 放射能濃度と ^{133}Cs 濃度等の関係から見極める必要がある。空間線量率は 0.03 $\mu\text{Sv/h}$ から 0.19 $\mu\text{Sv/h}$ と幅広く、空間線量率の平均は 0.12 $\mu\text{Sv/h}$ 、標準編は 0.10 であった。

② 調達した原木の ^{137}Cs 濃度

正確な ^{137}Cs 濃度を得るため測定誤差が 20%より大きい測定値は除外した。参表 1-1 及び参図 1-1 には調達した原木の含水率を 12%に換算した際の ^{137}Cs 濃度及び ^{137}Cs 濃度分布をそれぞれ示した。

参表 1-1 含水率を 12%とした原木の ^{137}Cs 濃度 (Bq/kg)

採取地	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値
FK-HR	38.9	16.6	75.9	9.0	40.7
FK-MY	56.2	38.9	129.5	6.3	43.4
FK-SK	19.5	12.7	49.4	2.4	18.8
FK-SU	112.9	18.7	163.0	89.1	110.7
GN-OM					
GN-TM	1.4	0.5	2.7	0.8	1.3
IB-HO	2.8	0.7	4.8	1.7	2.8
IB-TN	8.8	5.0	18.7	3.1	7.4
IW-IC	29.5	15.5	54.5	1.0	32.1
MY-KW	21.4	8.1	40.9	11.6	20.7
MY-MR	234.1	122.2	498.4	93.9	171.7
TC-MT	40.5	13.5	69.0	19.6	37.7
TC-NX	181.2	62.2	335.6	91.5	172.3
TC-NZ	50.4	29.7	120.1	14.2	49.5
全体	62.8	80.7	498.4	0.8	31.9



参図1-1 含水率を12%とした原木の放射性セシウム(^{137}Cs)濃度分布

下ヒゲ:10%点、箱下境界線:25%点、黒実線、中央値、赤線:平均、
箱上境界線:75%点、上ヒゲ:90%点、黒丸:外れ値

③ 原木の含水率

参表 1-2 には調達した原木の含水率を示した。伐採時における原木全体の平均含水率は41.8%および標準偏差は1.7%であった。原木採取地間の含水率には一元配置分散分析により有意差が認められた ($p < 0.001$)。

参表 1-2 調達した原木の含水率(%)

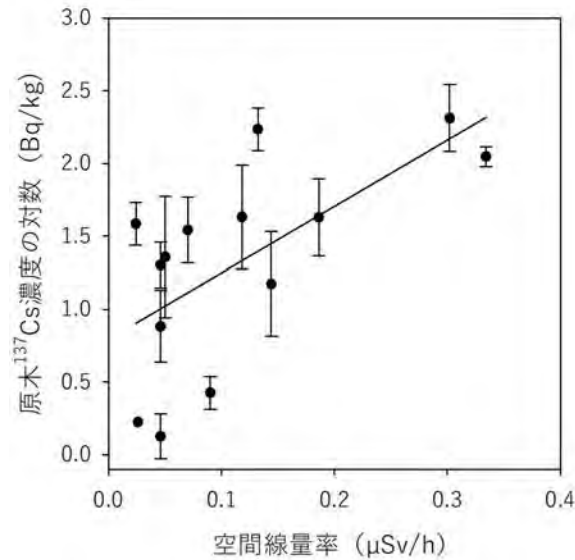
採取地	平均	標準偏差	最大値	最小値	中央値
FK-HR	42.9	1.1	45.4	40.0	43.0
FK-MY	42.7	1.4	46.2	39.2	42.8
FK-SK	41.9	1.2	43.8	39.7	41.9
FK-SU	40.3	1.9	43.3	36.8	39.9
GN-OM	42.4	1.2	45.4	40.3	42.5
GN-TM	43.2	2.1	47.0	39.4	43.6
IB-HO	42.5	0.9	44.3	40.3	42.5
IB-TN	40.5	1.0	42.9	38.8	40.3
IW-IC	42.7	1.0	44.4	40.5	42.8
MY-KW	41.3	1.7	44.6	38.5	41.6
MY-MR	40.0	1.6	43.4	38.0	39.6
TC-MT	41.0	1.4	43.8	39.1	41.1
TC-NX	42.5	1.2	44.3	40.5	42.6
TC-NZ	41.1	1.1	42.9	38.8	41.0
全体	41.8	1.7	47.0	36.8	42.1

④ 原木の ^{137}Cs 濃度と空間線量率の関係

参図 1-2 には含水率を 12%とする原木 ^{137}Cs 濃度の対数と空間線量率間の関係を示した。空間線量率と原木の ^{137}Cs 濃度間には

$$y = 4.557x + 0.794 \quad (r = 0.645, \quad p = 0.013) \quad \dots \text{参式 1-1}$$

とする有意な回帰直線が認められた。



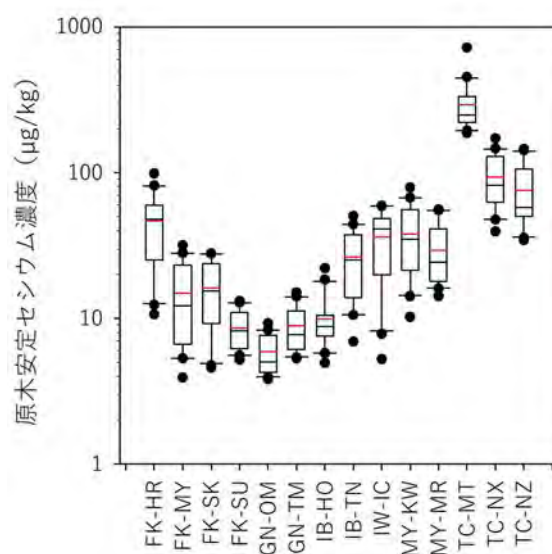
参図 1-2 原木の平均放射性セシウム (^{137}Cs) 放射能濃度と空間線量率の関係
点の上下に示した線は標準偏差を示す

⑤ 安定セシウム (^{133}Cs) 濃度

参表 1-3 及び参図 1-3 に調達した原木の ^{133}Cs 濃度及び ^{133}Cs 濃度分布をそれぞれ示した。14 伐採地における原木の ^{133}Cs 濃度を対数変換した値が Shapiro-Wilk test により正規分布に従うことを確認したため ($p = 0.504$)、極端な値の影響を抑えてデータ中央の実態を正しく反映する「幾何平均」を全体の代表値として採用した。原木 ^{133}Cs 濃度の幾何平均は $24.3 \mu\text{g}/\text{kg}$ であり、また幾何標準偏差は 3.2 であった。原木の ^{133}Cs 濃度の範囲は $3.8 \mu\text{g}/\text{kg}$ から $720.1 \mu\text{g}/\text{kg}$ であった。

参表 1-3 調達した原木の ^{133}Cs 濃度 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

採取地	幾何平均	幾何標準偏差	最大値	最小値	中央値
FK-HR	40.0	1.9	98.6	10.6	47.7
FK-MY	12.3	1.9	31.7	3.9	12.2
FK-SK	13.8	1.8	27.9	4.6	15.4
FK-SU	8.2	1.4	13.2	5.2	8.2
GN-OM	5.7	1.3	9.3	3.8	5.0
GN-TM	8.4	1.4	15.0	5.3	7.7
IB-HO	9.2	1.4	22.0	4.9	8.8
IB-TN	23.0	1.8	50.3	6.9	25.2
IW-IC	30.5	2.0	59.2	5.2	40.9
MY-KW	32.7	1.8	79.0	10.2	34.9
MY-MR	26.5	1.6	55.9	14.2	24.2
TC-MT	276.7	1.4	720.1	186.7	248.2
TC-NX	85.7	1.5	171.5	39.5	81.9
TC-NZ	68.6	1.6	145.2	34.4	57.9
全体	24.3	3.2	720.1	3.8	22.7



参図 1-3 調達した原木の ^{133}Cs 濃度分布

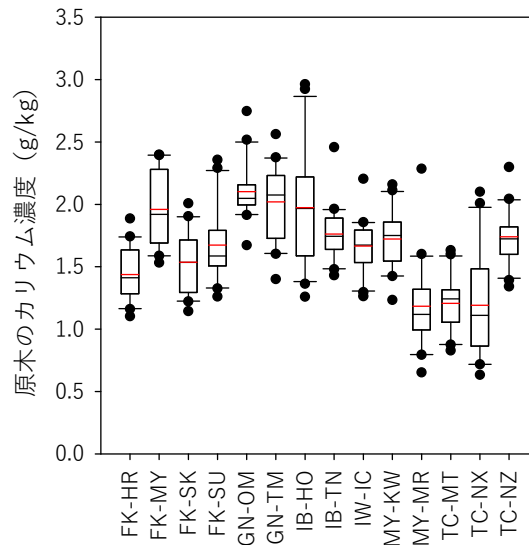
下ヒゲ:10%点、箱下境界線:25%点、黒実線、中央値、赤線:平均、
箱上境界線:75%点、上ヒゲ:90%点、黒丸:外れ値

⑥ カリウム濃度

参表 1-4 及び参図 1-4 に調達した原木の K 濃度及び K 濃度分布をそれぞれ示した。14 伐採地における原木の K 濃度を対数変換した値が Shapiro-Wilk test により正規分布に従うことを確認したため ($p = 0.117$)、「幾何平均」を全体の代表値として採用した。原木 K 濃度の幾何平均は $1.60\text{g}/\text{kg}$ であり、また幾何標準偏差は 1.31 であった。原木の K 濃度の範囲は $0.63\text{g}/\text{kg}$ から $2.96\text{g}/\text{kg}$ であった。

参表 1-4 調達した原木の K 濃度 (g/kg)

採取地	幾何平均	幾何標準偏差	最大値	最小値	中央値
FK-HR	1.42	1.16	1.89	1.10	1.41
FK-MY	1.94	1.17	2.40	1.53	1.92
FK-SK	1.52	1.18	2.01	1.14	1.53
FK-SU	1.65	1.18	2.36	1.26	1.59
GN-OM	2.09	1.11	2.75	1.67	2.05
GN-TM	2.00	1.17	2.56	1.40	2.08
IB-HO	1.93	1.26	2.96	1.26	1.97
IB-TN	1.75	1.13	2.46	1.43	1.75
IW-IC	1.65	1.14	2.21	1.26	1.67
MY-KW	1.71	1.15	2.16	1.23	1.75
MY-MR	1.14	1.31	2.29	0.65	1.12
TC-MT	1.19	1.21	1.63	0.83	1.24
TC-NX	1.13	1.40	2.10	0.63	1.11
TC-NZ	1.73	1.13	2.30	1.34	1.72
全体	1.60	1.31	2.96	0.63	1.67



参図1-4 調達した原木の K 濃度分布

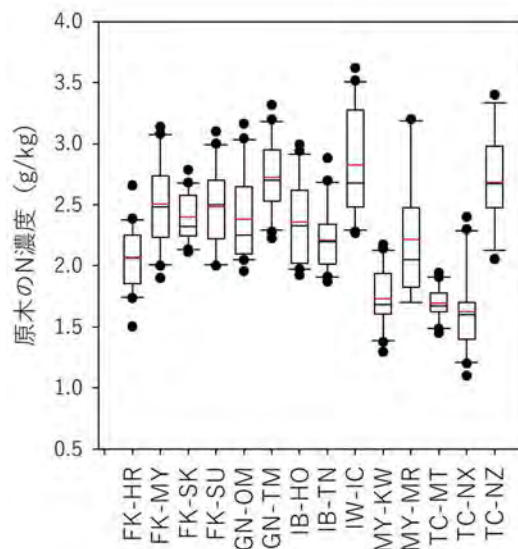
下ヒゲ:10%点、箱下境界線:25%点、黒実線、中央値、赤線:平均、
箱上境界線:75%点、上ヒゲ:90%点、黒丸:外れ値

⑦ チッソ濃度

参表 1-5 及び参図 1-5 に調達した原木の N 濃度及び N 濃度分布をそれぞれ示した。14 伐採地における原木の N 濃度を対数変換した値が Shapiro-Wilk test により正規分布に従うことを確認したため ($p = 0.153$)、「幾何平均」を全体の代表値として採用した。原木 N 濃度の幾何平均は 2.23g/kg であり、また幾何標準偏差は 1.20 であった。原木の N 濃度の範囲は 1.10g/kg から 3.62g/kg であった。

参表 1-5 調達した原木の N 濃度 (g/kg)

採取地	幾何平均	幾何標準偏差	最大値	最小値	中央値
FK-HR	2.04	1.14	2.66	1.50	2.07
FK-MY	2.48	1.15	3.14	1.90	2.48
FK-SK	2.39	1.09	2.79	2.11	2.32
FK-SU	2.47	1.14	3.10	2.00	2.50
GN-OM	2.36	1.16	3.16	1.96	2.25
GN-TM	2.71	1.11	3.32	2.23	2.70
IB-HO	2.34	1.15	2.99	1.92	2.33
IB-TN	2.20	1.12	2.88	1.87	2.19
IW-IC	2.80	1.16	3.62	2.27	2.68
MY-KW	1.72	1.15	2.17	1.30	1.68
MY-MR	2.17	1.23	3.20	1.70	2.05
TC-MT	1.69	1.08	1.94	1.45	1.67
TC-NX	1.59	1.22	2.40	1.10	1.60
TC-NZ	2.66	1.15	3.40	2.05	2.67
全体	2.23	1.20	3.62	1.10	2.29



参図1-5 調達した原木の N 濃度分布

下ヒゲ:10%点、箱下境界線:25%点、黒実線、中央値、赤線:平均、箱上境界線:75%点、上ヒゲ:90%点、黒丸:外れ値

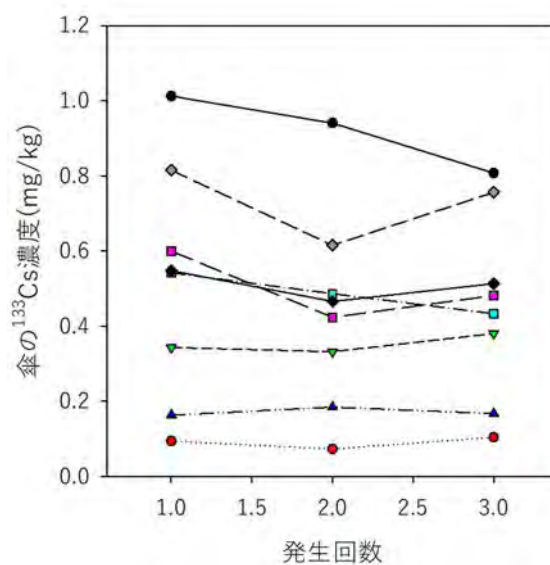
(2) 子実体の発生回数の子実体のセシウム濃度に与える影響に係る分析結果（その1）

① 発生回数による子実体 ^{133}Cs 濃度の変化

試験には 10 本のほだ木を用いたが子実体を 3 回発生したほだ木は 8 本であった。参表 1-6 には子実体の発生回数と傘生重量、傘乾燥重量及び傘の ^{133}Cs 濃度を示した。参図 1-6 には発生回数毎の傘 ^{133}Cs 濃度示した。3 回発生した中で 5 検体の傘 ^{133}Cs 濃度は発生 1 回目の傘 ^{133}Cs 濃度が最も高かったが、傘 ^{133}Cs 濃度が 0.34mg/kg 以下の 3 検体については必ずしも発生 1 回目の傘 ^{133}Cs 濃度は 3 回発生した中で最も高い ^{133}Cs 濃度を示さなかった。これらの傘 ^{133}Cs 濃度は比較的濃度であり、また発生 1 回目の傘 ^{133}Cs 濃度は平均±1 標準偏差以内に収まっており移行係数に与える影響は大きくないことから、移行係数の算出には発生 1 回目の傘 Cs 濃度を採用するのが妥当と考えられたが、1 菌株による結果であり、また低濃度における傘の Cs 濃度については更なる検討が必要である。

参表 1-6 子実体発生回数の測定結果

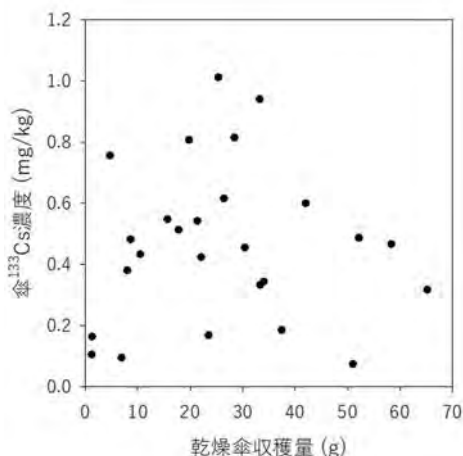
ほだ木 番号	1回目			2回目			3回目		
	g 傘生重 量	g 傘乾燥 重量	mg/kg ^{133}Cs 濃度	g 傘生重 量	g 傘乾燥 重量	mg/kg ^{133}Cs 濃度	g 傘生重 量	g 傘乾燥 重量	mg/kg ^{133}Cs 濃度
1	188.7	25.3	1.01	341.8	33.2	0.94	134.8	19.7	0.81
2	59.2	6.9	0.09	449.3	51.0	0.07	5.1	1.2	0.10
3	268.2	34.0	0.34	350.1	33.3	0.33	49.1	8.00	0.38
5	310.5	42.0	0.16	202.6	22.1	0.18	198.3	23.5	0.17
6	172.7	21.3	0.60	508.2	52.2	0.42	71.1	8.6	0.48
7	222.8	28.4	0.54	293.6	26.4	0.49	80.3	10.4	0.43
8	109.9	15.6	0.82	626.6	58.4	0.62	34.9	4.7	0.76
9	248.1	30.4	0.55	671.5	65.2	0.47	140.9	17.7	0.51



参図1-6 発生回数による傘の ^{133}Cs 濃度の変化

② 子実体収穫量と子実体傘 ^{133}Cs 濃度の関係

参図 1-7 には傘収穫量と ^{133}Cs 濃度間の関係を示した。傘収穫量と傘 ^{133}Cs 濃度間には Spearman の順位相関にて有意な相関は認められなかった ($\rho = 0.124$ 、 $p = 0.558$)。本結果からは傘収穫量と傘 ^{133}Cs 濃度間に一定の関係は無いと判断された。



参図 1-7 傘収穫量と傘 ^{133}Cs 濃度間の関係

(3) 子実体の発生回数の子実体のセシウム濃度に与える影響に係る分析結果(その2)

① 測定数

測定実施数を表に示した。

表 測定実施項目(実績)

分析項目	子実体		
	2 回目から 5 回目発生		
	R6 発生数	R6 測定数	R7 測定数
^{137}Cs	44	20	24
^{133}Cs	44	20	24

② 発生回数による子実体の Cs 濃度の変化

参表 1-7 及び参表 1-8 には子実体を 5 回以上発生したホダ木 11 本から得られた発生回数毎の傘 ^{137}Cs 濃度及び傘 ^{133}Cs 濃度をそれぞれ示した。参図 1-8 には発生 1 回目の傘 Cs 濃度と発生 1 回目から 5 回目までの傘の最高 Cs 濃度の関係を示した。発生 1 回目の傘 ^{137}Cs 濃度と発生 1 回目から 5 回目までの傘の最高 ^{137}Cs 濃度間には

$$y = 1.02x + 245.10 \quad (r = 0.935, p < 0.001) \quad \dots \text{参式 1-2}$$

の回帰式が、また発生 1 回目の傘 ^{133}Cs 濃度と発生 1 回目から 5 回目までの傘の最高 ^{133}Cs 濃度間には

$$y = 1.02x + 0.05 \quad (r = 0.993, p < 0.001) \quad \dots \text{参式 1-3}$$

の回帰式が得られた。両回帰式の傾きは 1 に近似しており、発生 1 回目の傘 Cs 濃度

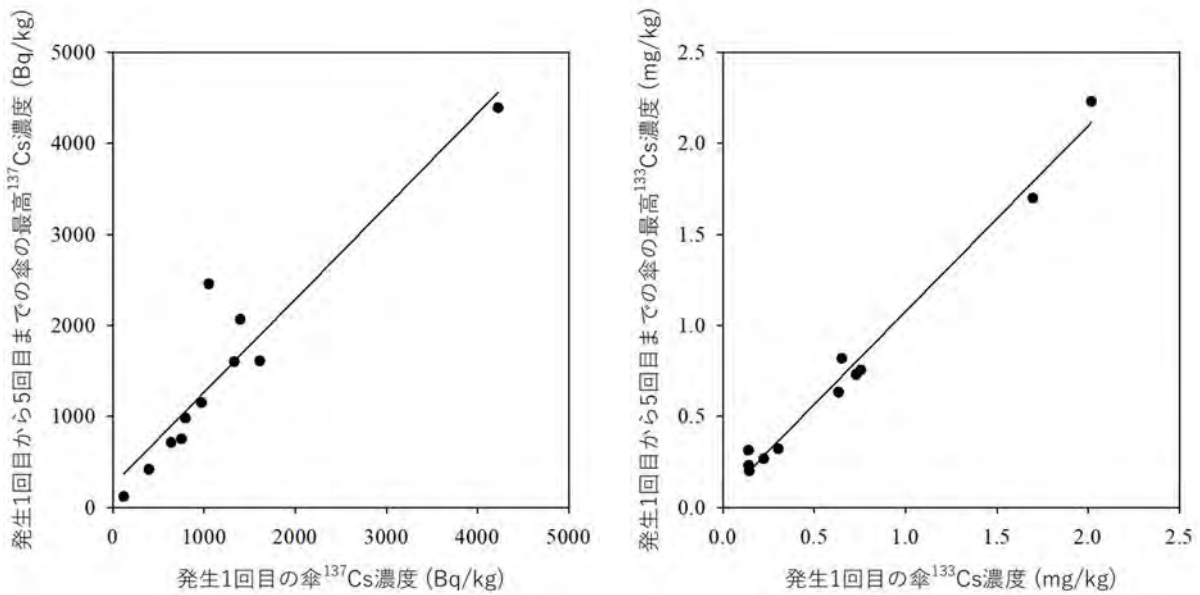
を傘の最高 Cs 濃度と見なしても過度の誤りは無いことが明らかとなった。

参表 1-7 発生回数による傘の ^{137}Cs 濃度

原木番号	菌株	発生回数毎の ^{137}Cs 濃度(Bq/kg)					最高値
		1	2	3	4	5	
IW-IC_19	菌株 26	1610	1301	1196	1045	843	1610
MY-KW_11	菌株 14	794	582	981	625	479	981
FK-SK_4	菌株 28	752	640	598	521	607	752
IB-TN_6	菌株 29	118	89	120	115	97	120
FK-SU_6	菌株 29	1330	925	1600	657	1126	1600
FK-SU_10	菌株 18	4227	2854	2631	1826	4389	4389
FK-SU_15	菌株 12	1396	1285	820	697	2065	2065
FK-SU_19	菌株 26	1051	2455	2075	1552	965	2455
FK-SK_2	菌株 15	972	1151	874	886	622	1151
FK-SK_16	菌株 08	638	547	712	388	611	712
MY-KW_13	菌株 24	395	290	369	417	316	417

参表 1-8 発生回数による傘の ^{133}Cs 濃度

原木番号	菌株	発生回数毎の ^{133}Cs 濃度(mg/kg)					最高値
		1	2	3	4	5	
IW-IC_19	菌株 26	1.70	1.31	1.32	1.19	0.99	1.70
MY-KW_11	菌株 14	2.02	1.48	2.23	1.48	1.09	2.23
FK-SK_4	菌株 28	0.65	0.82	0.64	0.42	0.53	0.82
IB-TN_6	菌株 29	0.22	0.16	0.27	0.26	0.22	0.27
FK-SU_6	菌株 29	0.14	0.07	0.13	0.31	0.10	0.31
FK-SU_10	菌株 18	0.30	0.21	0.19	0.15	0.32	0.32
FK-SU_15	菌株 12	0.14	0.14	0.09	0.07	0.20	0.20
FK-SU_19	菌株 26	0.14	0.22	0.23	0.22	0.15	0.23
FK-SK_2	菌株 15	0.73	0.63	0.53	0.48	0.39	0.73
FK-SK_16	菌株 08	0.63	0.46	0.59	0.30	0.53	0.63
MY-KW_13	菌株 24	0.75	0.55	0.71	0.75	0.66	0.75



参図1-8 発生1回目の傘Cs濃度と発生1回目から5回目までの傘の最高Cs濃度の関係

(4) 移行係数の再評価に係る測定結果

① 試験地による移行係数の差異

15 菌株のうち5 菌株は2ヶ所の試験地にて栽培したため、同じ菌株かつ同じ伐採地から採取した原木を用いて得られた移行係数に対して試験地（生産者）間に差異が存在するか Wilcoxon signed-rank test により検定した。参表 1-9 には原木のCs濃度による移行係数の検定結果とともに ieCs 濃度による移行係数の検定結果も示した。全菌株の全核種に対する p 値は全て 0.05 より大きく、試験地間に有意差は認められなかった。

参表 1-9 試験地間における移行係数の差異

菌株	Wilcoxon signed-rank test の p 値			
	¹³⁷ Cs	¹³³ Cs	ie ¹³⁷ Cs	ie ¹³³ Cs
菌株 12	0.410	1.000	0.410	0.490
菌株 14	1.000	0.851	0.351	1.000
菌株 28	0.784	0.625	1.000	0.727
菌株 24	0.124	0.187	0.398	0.069
菌株 29	0.092	0.069	0.142	0.081

② 伐採地別原木ベースとほだ木ベースの ¹³⁷Cs に対する移行係数

正確な移行係数の分布を得るには混入する外れ値を除外する必要があるため、統計処理に先立ち ¹³⁷Cs 濃度の測定誤差が 20%より大きい測定値を外れ値とするともに伐採地毎に 1.5×IQR ルールを適用した。

参表 1-10 に示すように伐採地別原木ベース及びほだ木ベースの ¹³⁷Cs に対する移行係数の分布は 1ヶ所を除いて Shapiro-Wilk test により対数正規分布に従っていることが明らかになった。参図 1-9 には対数正規分布に従っていないとは言えな

最終的に推定値へ変換した。参表 1-11 には推定値と標準誤差を示した。

参表 1-11 伐採地別原木及びほだ木の ^{137}Cs に対する推定値と標準誤差

伐採地	原木		ほだ木	
	推定値	標準誤差	推定値	標準誤差
FK-HR	2.95	0.28	3.79	0.36
FK-MY	2.80	0.26	3.16	0.30
FK-SK	3.56	0.33	3.65	0.34
FK-SU	2.52	0.24	2.62	0.25
GN-TM	2.95	0.28	2.11	0.20
IB-HO	4.96	0.57	2.30	0.23
IB-TN	4.17	0.39	3.32	0.31
IW-IC	3.70	0.34	3.78	0.36
MY-KW	2.91	0.27	3.04	0.29
MY-MR	2.83	0.26	2.30	0.23
TC-MT	2.20	0.23	5.28	0.52
TC-NX	3.97	0.37	4.12	0.40
TC-NZ	3.34	0.31	3.82	0.37

③ 原木ベースとほだ木ベースの ^{137}Cs に対する推定値

前節と同様に伐採地毎に原木ベース及びほだ木ベースの調整平均を算出した。全伐採地を対象とした原木ベースにおける調整平均の分布は Shapiro-Wilk test により対数正規分布に従っていることが明らかになった ($p = 0.940$)。同様にほだ木ベースにおける調整平均の分布も対数正規分布に従っていることが明らかになった ($p = 0.653$)。参表 1-12 には LMM モデルによる全伐採地を対象とした原木ベース及びほだ木ベースの推定値、両側 90%信頼区間を示した。

参表 1-12 全伐採地を対象とした原木ベースとほだ木ベースの ^{137}Cs に対する移行係数の推定値及び両側 90%信頼区間

区分	評価指標	推定値	両側 90%信頼区間	
			5%点	95%点
原木	^{137}Cs 移行係数	3.19 (0.14) [*]	2.94	3.43
	相対値	1.00	0.92	1.08
ほだ木	^{137}Cs 移行係数	3.22 (0.18)	2.90	3.55
	相対値	1.00	0.90	1.10

※: 括弧内の数字は標準誤差を示す。

^{137}Cs に対する推定値について原木ベースとほだ木ベース間に差異が認められるか Wilcoxon signed rank test により検定したところ、両者間に有意差は認められなかった ($p = 1.000$)。LMM モデルより推定された原木ベースとほだ木ベースの平均

および分散に基づき両者間における正規分布の重複面積を算出した結果重複面積は 91.5% であった。同様に LMM モデルを用いて原木ベースの分布における 95 パーセントイル値を除外率の基準とするとほだ木ベースにおける除外率は 2.8% であった。除外率間に差異があるか Prop test にて検定したところ両者間に有意差は認められなかった ($p = 1.000$)。

④ 移行係数の算出に用いる Cs 濃度

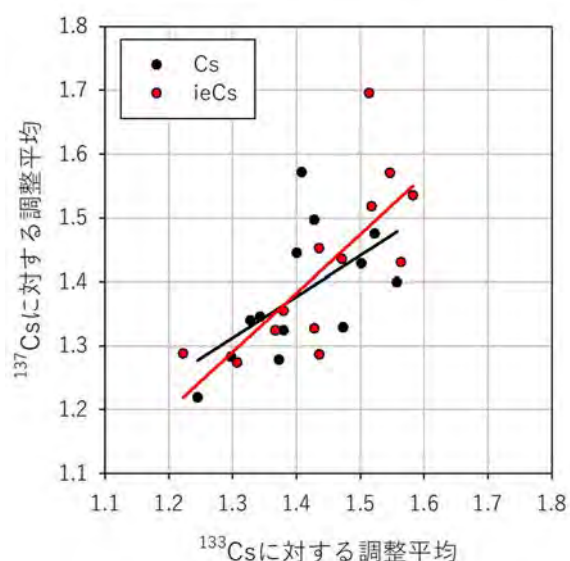
参図 1-10 には伐採地別に算出した原木ベースの ^{137}Cs と ^{133}Cs の調整平均間の関係を Cs 及び ieCs 別に示した。 ^{133}Cs と ^{137}Cs の調整平均間には

$$y = 0.643x + 0.476 \quad (r = 0.587, p = 0.035) \quad \dots \text{参式 1-4}$$

とする有意な回帰式が得られた。また、同じく ie ^{133}Cs と ie ^{137}Cs に対する調整平均間にも

$$y = 0.918x + 0.097 \quad (r = 0.748, p = 0.003) \quad \dots \text{参式 1-5}$$

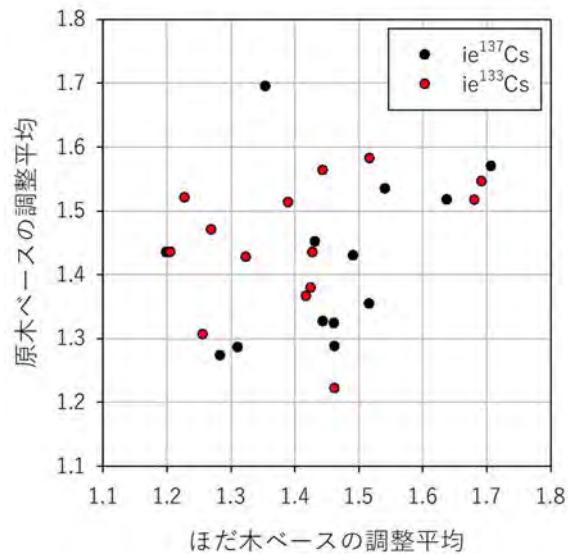
とする有意な回帰式が得られた。これらの結果はどちらの Cs 濃度を用いても移行係数の挙動を説明可能であることを示している。しかし、ieCs の係数は Cs よりも 1 に迫っており、また ieCs の r は Cs よりも高いことから ieCs の方が適していると考えられる。



参図 1-10 菌株別原木ベースの ^{137}Cs と ^{133}Cs に対する調整平均間の関係

⑤ ほだ木ベースと原木ベースにおける ieCs に対する移行係数間の関係

参図 1-11 にはほだ木ベースと原木ベースの ieCs に対する調整平均間の関係を示した。参表 1-13 には参図 1-11 から得られた回帰式を示した。参表 1-13 に示すように 2 つの回帰式は有意ではなく、ほだ木ベースの解析から原木ベースにおける Cs の挙動を推測出来ないことが示された。



参図1-11 ほだ木ベース及び原木ベースにおける調整平均間の関係

参表 1-13 原木ベースとほだ木ベースにおける調整平均から得られた回帰式

核種	回帰式		
	回帰式	r	p 値
$ie^{137}Cs$	$y = 0.312x + 0.970$	0.338	0.259
$ie^{133}Cs$	$y = 0.201x + 1.166$	0.293	0.309

⑥ 移行係数に影響を与える元素

移行係数に影響を与える原木及びほだ木中の元素濃度の解析には、伐採地の影響を無視したモデル及び伐採地の影響を考慮したモデルを用いた。いずれも対数変換した $ieCs$ に対する移行係数を目的変数、対数変換した ieK 、 ieP 及び N 濃度を説明変数として Bayesian information criterion (BIC) を指標としたステップワイズ法により最適な説明変数の組み合わせを選択した。

参表 1-14 には伐採地の影響を無視したモデルによる結果を示した。同表に示すように、原木ベースの $ie^{137}Cs$ と $ie^{133}Cs$ には共通して N の影響が認められた。一方、ほだ木ベースの両核種には ieK と N の影響が認められた。原木ベースでの N 、またほだ木ベースでの ieK と N の係数は負であることから全体的には N 濃度の増加に従い移行係数は減少することが明らかとなった。

参表 1-14 伐採地の影響を無視したモデルにおける $ieCs$ に対する移行係数と元素濃度の関係

	回帰式*	R^2	adjusted R^2	p 値
原木ベース	$ie^{137}Cs = 0.15ieP - 0.95N + 1.91$	0.182	0.174	< 0.001
	$ie^{133}Cs = -0.44N + 1.59$	0.047	0.043	< 0.001
ほだ木ベース	$ie^{137}Cs = -0.29ieK - 0.49N + 1.69$	0.121	0.113	< 0.001
	$ie^{133}Cs = -0.32ieK - 0.59N + 1.73$	0.182	0.176	< 0.001

※: 回帰式中の \log は省略して記載。

参表 1-15 には伐採地の影響を考慮したモデルによる結果を示した。原木ベースの $ie^{137}Cs$ では N 、 $ie^{133}Cs$ では ieK による負の影響が認められた。しかし、 $ie^{137}Cs$ 及び $ie^{133}Cs$ の Marginal R^2 はそれぞれ 8.1%及び 5.5%であり、移行係数に寄与する元素の影響は限定的であった。Marginal R^2 と Conditional R^2 の差はそれぞれ 31.5%及び 17.3%であり、データのばらつきのうち 17%から 32%が伐採地間の差異に起因していることが示された。同表よりほだ木ベースの $ie^{137}Cs$ では ieK 、 $ie^{133}Cs$ では ieP による負の影響が認められた。しかし、 $ie^{137}Cs$ 及び $ie^{133}Cs$ の Marginal R^2 はそれぞれ 6.7%及び 9.0%であり、ほだ木ベースにおいても移行係数に寄与する元素の影響は限定的であった。Marginal R^2 と Conditional R^2 の差はそれぞれ 16.8%及び 28.7%であり、データのばらつきのうち 17%から 29%が伐採地間の差異に起因していることが示された。

参表 1-15 伐採地の影響を考慮したモデルにおける $ieCs$ に対する移行係数と元素濃度の関係

	回帰式 ^{※1}	R^2	
		Conditional	Marginal
原木ベース	$ie^{137}Cs = -0.15 ieK + 0.10 ieP - 0.53 N^{※2} + 1.73^{※2}$	0.396	0.081
	$ie^{133}Cs = -0.22 ieK^{※2} + 0.04 ieP - 0.26 N + 1.58^{※2}$	0.228	0.055
ほだ木ベース	$ie^{137}Cs = -0.22 ieK^{※2} - 0.12 ieP - 0.15 N + 1.42^{※2}$	0.235	0.067
	$ie^{133}Cs = -0.16 ieK - 0.15 ieP^{※2} - 0.13 N + 1.38^{※2}$	0.377	0.090

※1: 回帰式中の \log は省略して記載。

※2: p 値が 5%より小さい係数を示す。

⑦ 移行係数と収穫量の関係

参表 1-16 には原木ベース及びほだ木ベースにおける対数変換した移行係数と対数変換した傘収量間に有意な関係が存在するか Pearson の相関係数を示した。原木ベースにおいて両核種に対する移行係数と傘収量間に有意な負の相関関係が得られたが、相関係数は共に -0.2 でありは明瞭な関係は得られなかった。ほだ木ベースにおいて $ie^{137}Cs$ に対する移行係数と傘収量間に有意な相関関係は得られなかった。 $ie^{133}Cs$ に対する移行係数と傘収量間には有意な負の相関関係が得られたが、相関係数は -0.1 でありは明瞭な関係は得られなかった。

参表 1-16 傘収穫量と移行係数の関係

	核種	r	p 値
原木ベース	$ie^{137}Cs$	-0.177	0.014
	$ie^{133}Cs$	-0.166	0.013
ほだ木ベース	$ie^{137}Cs$	-0.122	0.091
	$ie^{133}Cs$	-0.139	0.034

⑧ 菌株毎の推定値

正確な移行係数の分布を得るためには混入する外れ値を除外する必要があるため、統計処理に先立ち $ie^{137}Cs$ 濃度の測定誤差が 20%より大きい測定値を外れ値とするとともに伐採地毎に $1.5 \times IQR$ ルールを適用した。菌株毎に原木ベース及びほだ木ベースの $ie^{137}Cs$ に対する移行係数を対数変換した後、対数変換した移行係数の分布に正規性が認められるか Shapiro-Wilk test を行うとともに、対数変換した移行係数を目的変数、菌株を固定効果、伐採地を変量効果とした REML による LMM モデルを用いて伐採地毎の調整平均を対数変換した移行係数の代表値として算出し、最終的に傘の含水率を 88.3%及び原木の含水率を 12%とした推定値にて示した。参表 1-17 には菌株毎に移行係数の分布に対する Shapiro-Wilk test による p 値、推定値及び標準誤差を示した。菌株の構成が変化すると全体の平均は変化するため、参考として全体の推定値を算出すると原木ベース及びほだ木ベースではそれぞれ 3.6 及び 3.9 となる。菌株間における原木ベース及びほだ木ベースの $ie^{137}Cs$ に対する調整平均に Wald カイ二乗検定による一元配置の検定 (Joint Test) を行ったところ両者とも有意差が認められ (両者とも $p < 0.001$)、菌株により推定値は異なることが明らかとなった。

参表 1-17 原木ベースとほだ木ベースにおける菌株の $ie^{137}Cs$ に対する推定値

菌株	原木ベース			ほだ木ベース		
	p 値※	推定値	標準誤差	p 値	推定値	標準誤差
菌株 01	0.580	4.64	0.45	0.849	5.47	0.62
菌株 04	0.392	4.58	0.43	0.226	5.85	0.58
菌株 08	0.296	3.39	0.32	0.230	3.87	0.38
菌株 09	0.102	2.76	0.26	0.908	3.02	0.30
菌株 12	0.694	2.95	0.19	0.469	3.00	0.21
菌株 14	0.791	2.82	0.19	0.494	3.68	0.27
菌株 15	0.346	3.48	0.33	0.765	4.59	0.45
菌株 25	0.344	3.74	0.44	0.805	3.58	0.37
菌株 18	0.765	3.97	0.37	0.695	4.62	0.45
菌株 26	0.494	3.52	0.33	0.256	4.30	0.44
菌株 27	0.329	3.61	0.34	0.761	4.71	0.48
菌株 28	0.985	2.73	0.19	0.949	3.14	0.23
菌株 24	0.296	3.45	0.22	0.853	3.94	0.27
菌株 29	0.998	2.32	0.16	0.905	3.05	0.22
菌株 30	0.342	2.38	0.22	0.974	3.37	0.34

※: Shapiro-Wilk test による p 値を示す

2. 主要な変動要因の分析・検証

(1) 試験体調達及び試験体測定体制の確立

主要な変動要因の分析・検証にあたり、ほだ木及び発生子実体の購入、各種測定、分析を行うための令和4～6年度の役割分担は以下のとおり実施し、令和7年度も同様の体制で実施した。

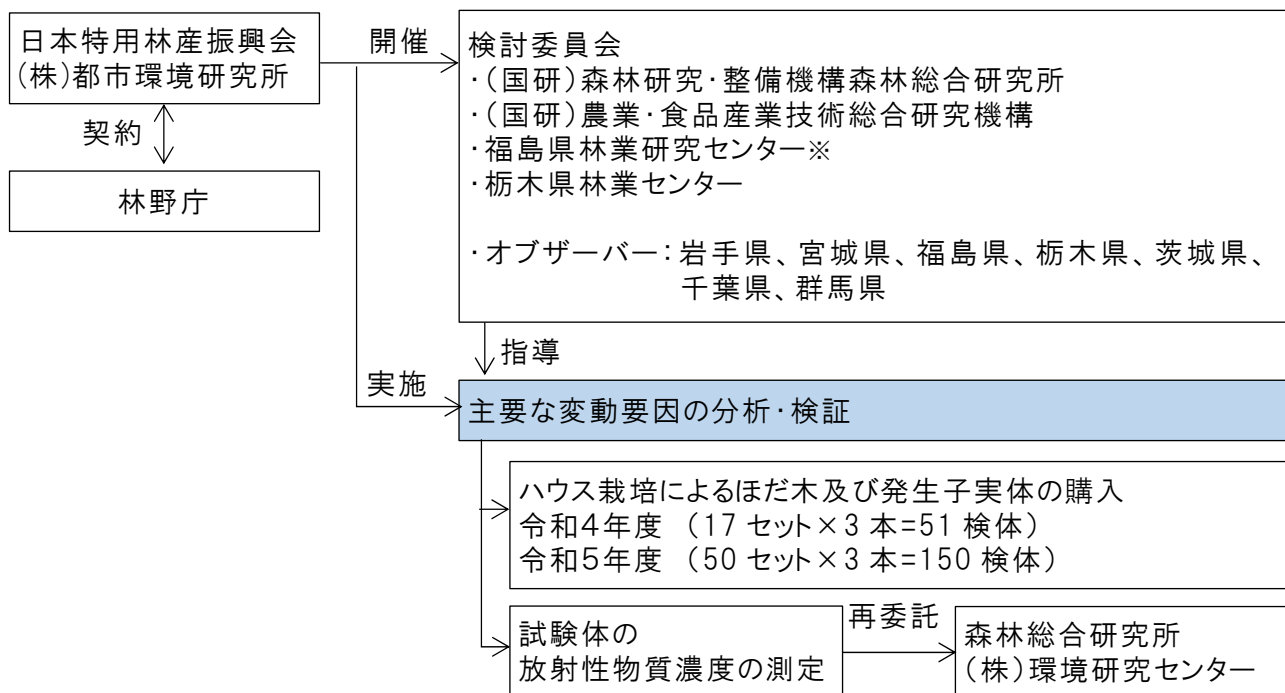


表 連携主体別役割分担

連携主体	主な役割
しいたけ生産農家	子実体の放射性物質の検証に必要な植菌済の成熟したほだ木を栽培・管理し、初回発生分の子実体を確保のうえ、試験機関に配送
森林総合研究所	ほだ木の ^{133}Cs 、K、P、N、 $ie^{133}\text{Cs}$ 、 $ie\text{K}$ 、 $ie\text{P}$ を測定 子実体の ^{133}Cs 、K、P、N を測定
株式会社環境分析センター	ほだ木及び子実体の N を一部測定
検討委員会	試験計画確定、試験体採取・管理方法等の確定 試験体測定結果の分析・検討
日本特用林産振興会 株式会社都市環境研究所	事業全体調整、検討委員会の運営 関係機関への試験依頼、ほだ木の栽培・管理の依頼 しいたけ生産農家の選定・確保、ほだ木の栽培・管理等に必要な資材等の提供 等

※: 福島県林業研究センターは令和4年度～令和6年度

(2) 主要な変動要因の分析・検証に供する条件等

① 完熟ほだ木の調達

令和4～6年度の事業で行われた完熟ほだ木の調達・管理の条件は次のとおりであり、令和7年度も同じ条件で実施した。

表 完熟ほだ木の調達・管理の条件

項目	実施結果
i) ほだ木の調達・管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調達するほだ木の採取地は、可能な限り東日本地域のものとしつつ、重複を避けるため、また確保時期の遅延を避けるため様々な地域（東北から九州までの地域）と条件（標高、地形など原木採取場所など）のものを含むことも可とし、調達した。 ・ 条件を満たした試験体を確保するため、しいたけ生産農家に直接訪問し、個別にナンバリングするなどほだ木の管理条件を直接伝えた。 ・ 生産者が、ふり返り条件を確認できるよう視覚的なわかりやすさに配慮した作業マニュアルを作成し配布した。
ii) 調達するほだ木の管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 条件を満たした試験体を確保するため、しいたけ生産農家に直接訪問し、土壌からの再汚染の影響の防止などほだ木の管理条件を直接伝えた。 ・ 生産者が、ふり返り条件を確認できるよう視覚的なわかりやすさに配慮した作業マニュアルを作成し配布した。
iii) サンプル数	<ul style="list-style-type: none"> ・ サンプル数は50セット（3本/セット）を基本とした。 ・ 夏季の高温少雨が影響し、予定していたしいたけ生産農家において、子実体の発生が遅れる、あるいは期待できない状況もみられたことから、当初予定に加えサンプルを確保し、サンプル数は最終的に55セット（3本/セット）確保した。

② 移行係数に影響を与える可能性の高い物質の濃度等検査

令和4～6年度の事業で行われた移行係数に影響を与える可能性の高い物質の濃度等検査は以下の条件で実施されており、令和7年度も同じ条件で実施した。

表 移行係数に影響を与える可能性の高い物質濃度等検査の条件

項目	実施結果
i) ほだ木及び子実体に含まれる物質の計測	<ul style="list-style-type: none"> ・ ほだ木については、^{133}Cs、K、P、N、ie^{133}Cs、ieK、ieP、子実体については、^{133}Cs、K、P、N について計測を行い、これらの要因が移行係数に及ぼす影響等について分析・検証した。 ・ 北陸地方で伐採された原木を使用したほだ木及び子実体については、グローバルフォールアウト（GF0）の影響

項目	実施結果
	響を調査するため、ほだ木及び子実体の ¹³⁷ Csを計測した。
ii) 調達した完熟ほだ木の計測等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 令和4年度及び同5年度において、主要な変動要因分析のために調達した216(R4:51、R5:165)本について影響物質の検査を実施した。 ・ 北陸地方から調達した33本分については放射性物質検査を実施した。

(3) 分析方法

(1) 主要な変動要因分析・検証用ほだ木・子実体の調達方法

① ほだ木及び子実体の調達

日本各地の原木栽培農家39戸から、原木採取地、種菌及び栽培管理が同一のほだ木3本を1組として、72組計216本のほだ木及び当該ほだ木から発生1回目の子実体を調達した。

※調達及び管理方法はP76マニュアル参照

② 試料調整

北陸地方以外のほだ木は輸送の都合上半分に切断したため、切断面から2cm切除した後含水率及び密度を測定するため厚さ約3cmの円盤を採取すると共に直径に応じて切断面から適宜チェーンソーにて切断した際に生じた木粉を採取した。北陸地方のほだ木はグローバルフォールアウトに由来する¹³⁷Cs放射能濃度を測定するため切断せずに調達したため、両端を2cm切除してから他地域のほだ木と同様に円盤と木粉を採取した。得られた木粉及び調達した子実体は「移行係数の再検証」と同様に調整した。

③ 測定及び統計解析

全てのほだ木に含まれる¹³³Cs、K、P、N、イオン交換態¹³³Cs (ie¹³³Cs)、イオン交換態K (ieK) 及びイオン交換態P (ieP) 濃度、また全ての子実体傘に含まれる¹³³Cs、K、P及びN濃度は「移行係数の検証」と同様に測定した。北陸地方にて得られたほだ木及び子実体傘の¹³⁷Cs放射能濃度はそれぞれ2Lマリネリ容器及びU-8容器を用いて「移行係数の検証」と同様に測定した。

ほだ木の含水率、生重量密度及び乾燥重量密度は得られた円盤を用いて「移行係数の検証」と同様に測定した。

統計解析において危険率は5%とし、p値が0.05未満と算出された場合は有意若しくは有意差有りとした。

これらの試験に係る環境はP97参照（以下、試験環境に係る参照頁は同じ）。

主要な変動要因分析検証用ほだ木・子実体の測定数は次のとおり。

表 主要な変動要因分析検証用ほだ木・子実体の測定数

(単位：試験体数)

分析 項目	ほだ木					子実体				
	R4 調達		R5 調達			R4 調達		R5 調達		
	調達数	R4 測定数	調達数	R5 測定数	R6 測定数	調達数	R4 測定数	調達数	R5 測定数	R6 測定数
¹³³ Cs	51	51	165	150	15	51	51	165	150	15
K	51	51	165	150	15	51	51	165	150	15
N	51	51	165	150	15	51	51	165	150	15
P	51	51	165	150	15	51	51	165	150	15
ie ¹³³ Cs ^{※1}	51	51	165	150	15					
ieK ^{※1}	51	51	165	150	15					
ieP ^{※1}	51	51	165	150	15					

※1 「ie」は、イオン交換態

表 グローバルフォールアウトの影響に関する測定数



分析 項目	ほだ木			子実体		
	調達数	R5 測定数	R6 測定数	調達数	R5 測定数	R6 測定数
¹³⁷ Cs	33	18	15	33	18	15

(2) 主要な変動要因の分析・検証用ほだ木と子実体の調達マニュアル

試験体の調達にあたり、関係者が、効率的に試験体を確保できるよう、視覚的なわかりやすさに配慮した作業マニュアルを作成した。

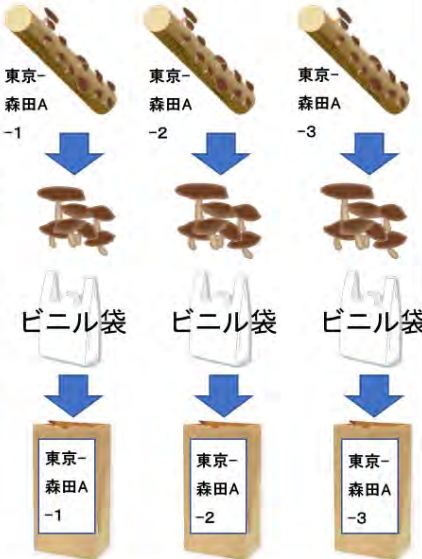
ほだ木と発生子実体の採取 マニュアル【一般用】 1/4

ほだ木（3本）を準備し、管理番号を貼りつけてください

解説	<ul style="list-style-type: none"> 以下の①～⑥の条件を満たす、3本とも同じ条件で栽培されたほだ木を準備してください。 <ul style="list-style-type: none"> ①原木はコナラが望ましい。（西日本ではクヌギも可。） ②乾しいたけ用、生しいたけ用は問いません。 ③植菌済のほだ木で12月中を目途に子実体が採取できるもの。 ④ハウス栽培で、仮伏、本伏時にパレット上やコンクリート床など土壌と触れる機会の少なかったもの。 ⑤原木伐採地が明確であること (原木採取地が細かい住所までわかればよいが、都道府県単位等でも可) ⑥種菌の種類、生産履歴が明確であること 管理番号札をほだ木の小口に、ガンタッカー、ホッチキス等で貼りつけてください。（※外れやすい場合はマジックインキ等でもご記入ください。） (貼り付ける管理番号札は、日特振から生産者に送付するものをご利用ください。) 	<p>ほだ木3本準備</p> 
	<p>管理番号貼付</p> 	

ほだ木と発生子実体の採取 マニュアル【一般用】 2/4

初回発生した子実体を採取してください

解説	<ul style="list-style-type: none"> そのほだ木から最初に発生した子実体が「八分開き」になった日を1日目として、3日目までに発生したすべての子実体を採取してください。 	<p>初回発生後3日以内のもの 全ての子実体を採取する</p> 
	<ul style="list-style-type: none"> 1本のほだ木から採取した子実体を1つのビニール袋にまとめて入れ、ほだ木と同じ管理番号を貼りつけた紙袋に入れてください。 1本のほだ木から発生した子実体が1袋に入りきらない場合は、2袋に分けて入れてください（余分に3袋送付します）。 <p>(右図の「管理番号」は例です。日特振から送付する袋には、管理番号が記入済の管理番号札を貼りつけ済です。)</p>	

ほだ木と発生子実体の採取 マニュアル【一般用】 3/4

袋に入れた子実体をクール宅配便で送付してください

解説

- 事務局から送付した資材に入っている「生産履歴票」に必要な情報を記入し、子実体用ダンボールと一緒にに入れて、クール宅急便で森林総合研究所に送付してください。
(宛名ラベルは送付したダンボールに貼付済ですので、送付主欄に貴事業所名をご記入ください)
- 生産者名、種菌名等を公表することはありません。

生産履歴票

生産履歴票	
<small>五等輸するほだ木は、3本とも同じ「原木採取地」、「種菌」のものを選択してください。 ※記入しない「生産履歴票」は1セットにつき1枚のみで取替です。 ※「原木採取地」について、当該の年報の場合は取替可能となります。</small>	
都道府県	
生産者名	
セットの記号	
原木採取地 (輸送まで記載)	
樹 種	
原木採取の方法	1 自伐 2 購入
種菌メーカー	種菌名
種菌の時期	年 月 種菌数 (ほだ木 1本当たり1枚)
種菌実施者	1 自家採菌 2 購入ほだ木
子実体の採取期間	月 日 から 月 日



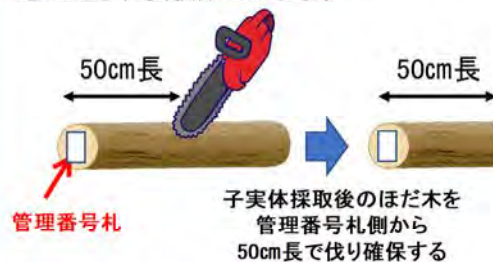
ほだ木と発生子実体の採取 マニュアル【一般用】 4/4

子実体を採取したほだ木を宅配便で送付してください

解説

【ほだ木から試験体を作成してください】

- 子実体採取後のほだ木から、50cm程度の長さで切り、試験体とします。

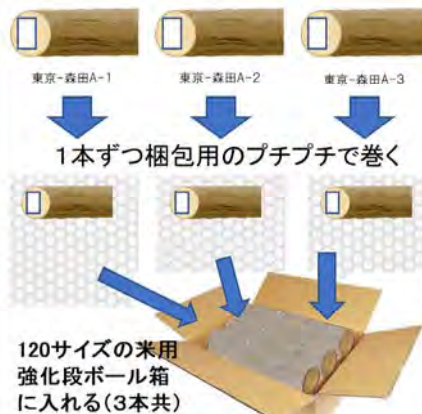


(宛名ラベルは送付したダンボール箱に貼付済ですので、送付主欄に貴事業所名をご記入ください。)

送付先：〒305-8687
茨城県つくば市松の里1
森林総合研究所
担当：〇〇〇〇
電話：XX-####-0000

【ほだ木を包装してください】

- 管理番号札のついた50cm長のほだ木を、1本ずつプチプチ緩衝材で巻いて、3本とも段ボール箱に入れてください。



120サイズの米用強化段ボール箱に入れる(3本共)

問合せ先：日本特用林産振興会
担当：〇〇〇〇
電話：XX-####-0000

留意点(生産者への説明用)

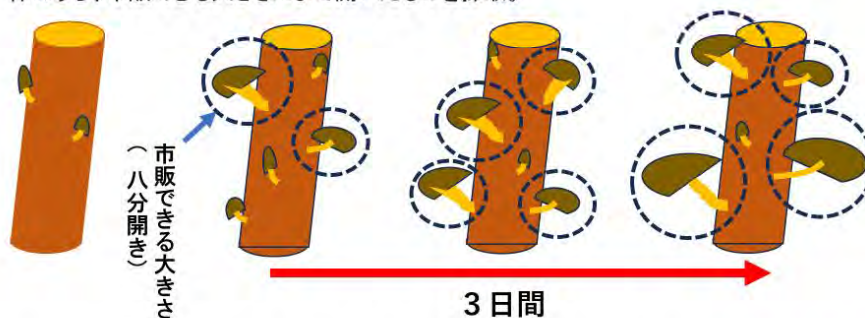
1 確認事項

- (1)栽培過程で、原木・ほだ木に土壌が大量に付着することがなかったもの
- (2)原木の伐採地(県)毎に管理されていたもの
- (3)菌種毎に分けて管理されていたもの

2 上記の確認がとれたほだ木であれば、

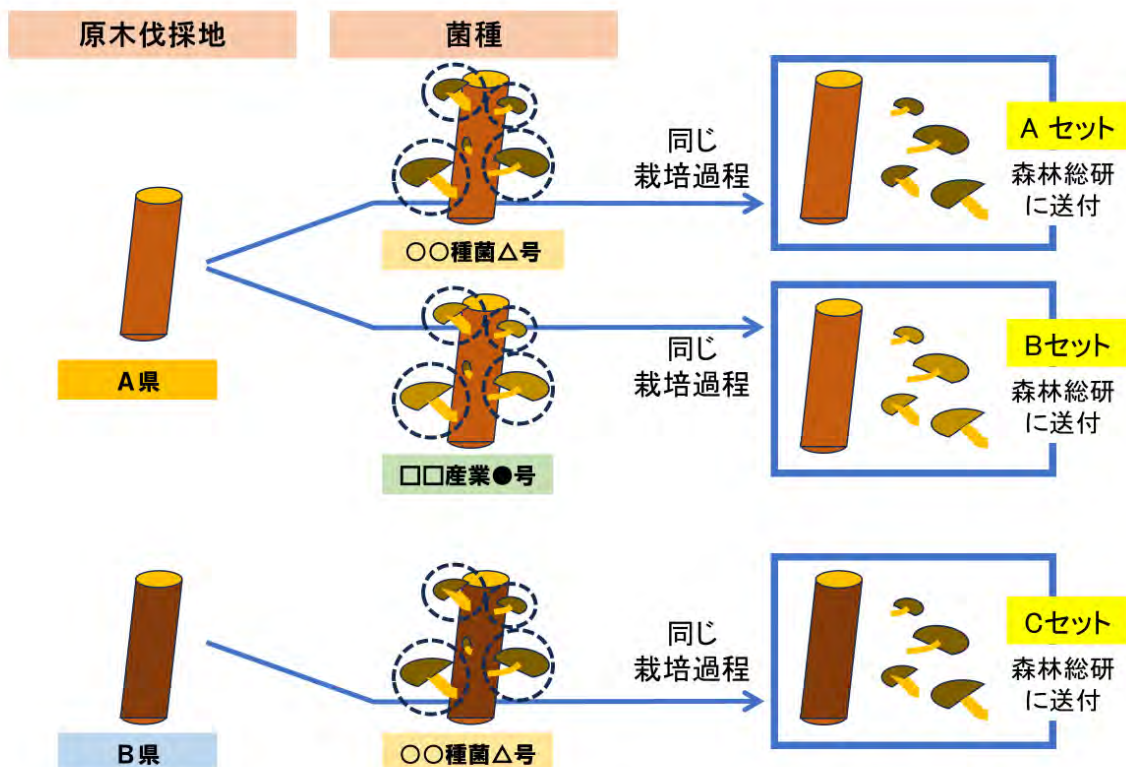
原木伐採地、菌種、栽培過程が同じほだ木、3本からの初回発生子実体を採取する。(これを**1セット**とする。)

注)初回発生子実体とは、最初の子実体が八分開き(市販できる大きさ)になってから3日間に発生した子実体のうち、市販できる大きさにまで開いたものを採取。



- 3 同じ生産者で、原木採取地、菌種が異なったほだ木・子実体のセットがあれば、なるべく多くのセットを購入させてもらう。



『1セット』の例



- (3) グローバルフォールアウト検証用ほだ木と子実体の調達マニュアル
 試験体の調達にあたり、関係者が、効率的に試験体を確保できるよう、視覚的なわかりやすさに配慮した作業マニュアルを作成した。

ほだ木と発生子実体の採取 マニュアル【北陸用】 1/4

ほだ木（3本）を準備し、管理番号を貼りつけてください

解説	<ul style="list-style-type: none"> 以下の①～⑥の条件を満たす、3本とも同じ条件で栽培されたほだ木を準備してください。 ①原木はコナラが望ましいが、クヌギも可。 ②乾しいたけ用、生しいたけ用は問いません。 ③植菌済のほだ木で12月中までを目途に初回発生の子実体が採取できるもの。 ④ハウス栽培で、仮伏、本伏時にパレット上やコンクリート床など土壌と触れる機会の少なかったもの。 ⑤原木伐採地が明確であること (原木採取地が細かい住所までわかればいいが、都道府県単位等でも可) ⑥種菌の種類、生産履歴が明確であること <ul style="list-style-type: none"> 管理番号札をほだ木の小口に、ガンタッカー、ホッチキス等で貼りつけてください。(※外れやすい場合はマジックインキ等でもご記入ください。) (貼り付けする管理番号札は、日特振から生産者に送付するものをご利用ください。) 	<p>ほだ木3本準備</p> 
	<p>管理番号貼付</p> 	

ほだ木と発生子実体の採取 マニュアル【北陸用】 2/4

初回発生した子実体を採取してください

解説	<ul style="list-style-type: none"> そのほだ木から最初に発生した子実体が「八分開き」になった日を1日目として、3日目までに発生したすべての子実体を採取してください。 	<p>初回発生後3日以内のもの 全ての子実体を採取する</p> 
	<ul style="list-style-type: none"> 1本のほだ木から採取した子実体を1つのビニール袋にまとめて入れ、ほだ木と同じ管理番号を貼りつけた紙袋に入れてください。 1本のほだ木から発生した子実体が1袋に入りきらない場合は、2袋に分けて入れてください(余分に3袋送付します)。 <p>(右図の「管理番号」は例です。日特振から送付する袋には、管理番号が記入済の管理番号札を貼りつけ済です。)</p>	

ほだ木と発生子実体の採取 マニュアル【北陸用】 3/4

袋に入れた子実体をクール宅配便で送付してください

解説

- 事務局から送付した資材に入っている「生産履歴票」に必要な情報を記入し、子実体用ダンボールと一緒に入れて、クール宅急便で森林総合研究所に送付してください。
(宛名ラベルはダンボールに貼りつけ済ですので、送付主欄に貴事業所名をご記入ください)
- 生産者のお名前、種菌名等を公表することはありません。

生産履歴票

生産履歴票	
<small>※寄贈するほだ木は、3本とも同じ「原木採取地」「種菌」のものを用意してください。※記入いただく「生産履歴票」は1セットにつき1枚のみで結構です。※「原木採取地」について、詳細が不明の場合は製造履歴名までで結構です。</small>	
製造履歴	
生産者名	
セットの記号	
原木採取地 (製造まで記録)	
樹種	
原木採取の方法	1 自伐 2 購入
種菌メーカー	種菌名
種菌の時期	年 月 種菌数 (ほだ木 1本当たりの数)
種菌実業者	1 自家種菌 2 購入ほだ木
子実体の採取期間	月 日 から 月 日



ほだ木と発生子実体の採取 マニュアル【北陸用】 4/4

子実体を採取したほだ木を宅配便で送付してください

解説

- 初回発生した子実体採取後のほだ木を、そのまま1本ずつプチプチ緩衝材で巻いて、それぞれ1本ずつを、段ボールに入れて、宅急便で森林総合研究所に送付してください。

100cm長

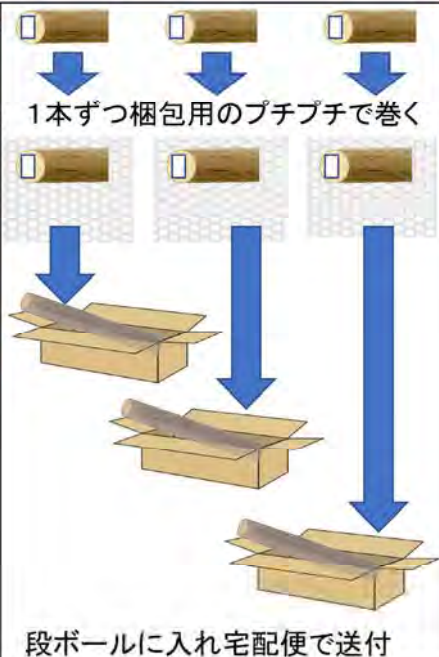


管理番号札

(事務局から送付したダンボール箱には宛名ラベルが貼付済ですので、送付主欄にあなたのお名前をご記入ください。)

送付先：〒305-8687
茨城県つくば市松の甲1
森林総合研究所
担当：〇〇〇〇
電話：XX-####-0000

問合せ先：日本特用林産振興会
担当：〇〇〇〇
電話：XX-####-0000



留意点(生産者への説明用)

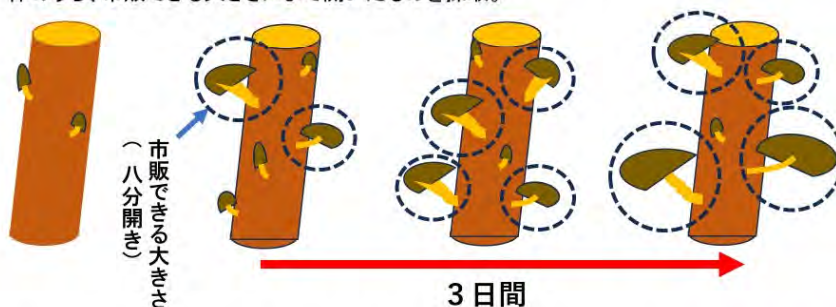
1 確認事項

- (1) 栽培過程で、原木・ほだ木に土壌が大量に付着することがなかったもの
- (2) 原木の伐採地(県)毎に管理されていたもの
- (3) 菌種毎に分けて管理されていたもの

2 上記の確認がとれたほだ木であれば、

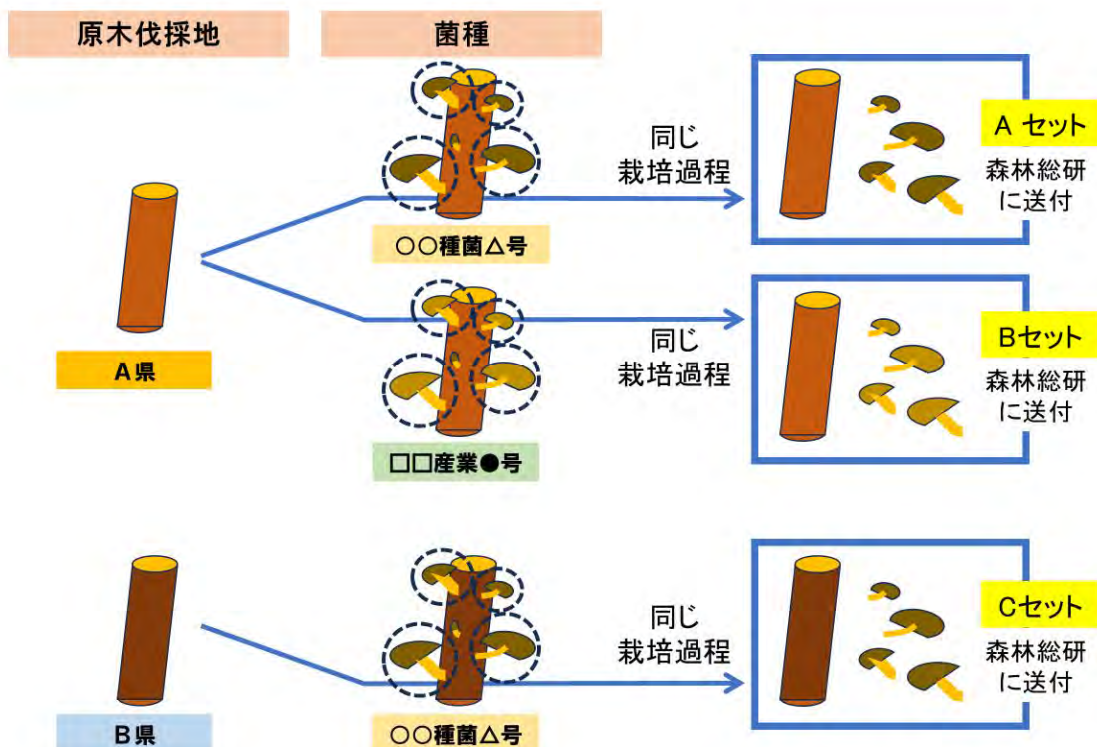
原木伐採地、菌種、栽培過程が同じほだ木、3本からの初回発生子実体を採取する。(これを**1セット**とする。)

注) 初回発生子実体とは、最初の子実体が八分開き(市販できる大きさ)になってから3日間に発生した子実体のうち、市販できる大きさにまで開いたものを採取。



- 3 同じ生産者で、原木採取地、菌種が異なったほだ木・子実体のセットがあれば、なるべく多くのセットを購入させてもらう。

『1セット』の例



(4) 分析結果

(1) 主要な変動要因分析・検証用ほだ木・子実体の測定結果

主要な変動要因分析検証用ほだ木・子実体の測定数は次のとおり。

表 主要な変動要因分析検証用ほだ木・子実体の測定数

(単位:試験体数)

分析項目	ほだ木					子実体				
	R4 調達		R5 調達			R4 調達		R5 調達		
	調達数	R4 測定数	調達数	R5 測定数	R6 測定数	調達数	R4 測定数	調達数	R5 測定数	R6 測定数
^{133}Cs	51	51	165	150	15	51	51	165	150	15
K	51	51	165	150	15	51	51	165	150	15
N	51	51	165	150	15	51	51	165	150	15
P	51	51	165	150	15	51	51	165	150	15
ie ^{133}Cs *1	51	51	165	150	15					
ieK*1	51	51	165	150	15					
ieP*1	51	51	165	150	15					

*1 「ie」は、イオン交換態

表 グローバルフォールアウトの影響に関する測定数

分析項目	ほだ木			子実体		
	調達数	R5 測定数	R6 測定数	調達数	R5 測定数	R6 測定数
^{137}Cs	33	18	15	33	18	15

① ほだ木ベースにおける ie ^{133}Cs に対する推定値

「Ⅲ. 令和7年度実施調査」の「2. 種菌（品種）の違いが移行係数に与える影響の検証」に記載した追加試験体も含めて78ロット234本のほだ木と子実体を調達した。データクレンジングの結果1ロット3組のデータを除外し、77ロット231組のデータを解析に用いた。ie ^{133}Cs に対する移行係数を算出後、対数変換した移行係数を目的変数、菌株を固定効果とし、ロットを変量効果としたREMLによるLMMモデルを用いて伐採地毎の調整平均を対数変換した移行係数の代表値として算出し、最終的に傘の含水率を88.3%及び原木の含水率を12%とした推定値にて示した。参表2-1には菌株別に得られたie ^{133}Cs に対する推定値を示した。菌株間におけるほだ木ベースのie ^{133}Cs に対する調整平均にWaldカイニ乗検定による一元配置の検定（Joint Test）を行ったところ有意差が認められた（ $p < 0.001$ ）。上記「2. 種菌（品種）の違いが移行係数に与える影響の検証」に用いた菌株間の差異に対してSidak補正を用いた多重比較にて検定したところ有意差は認められなかった（ $p = 1.000$ ）。

参表 2-1 菌株毎の $ie^{133}Cs$ に対する推定値

菌株	推定値	標準誤差	ロット数
菌株 01	3.78	0.34	10
菌株 02	3.52	0.60	3
菌株 03	3.82	0.91	1
菌株 32	5.20	1.37	1
菌株 04	3.84	0.56	3
菌株 05	4.07	0.93	1
菌株 06	3.73	0.44	5
菌株 07	2.21	0.50	2
菌株 08	3.54	0.49	4
菌株 09	4.21	0.61	4
菌株 10	3.83	0.66	2
菌株 11	3.33	0.43	4
菌株 12	5.41	1.43	1
菌株 13	2.28	0.60	1
菌株 14	3.33	0.27	11
菌株 15	3.34	0.57	2
菌株 16	2.95	0.51	2
菌株 18	2.94	0.66	2
菌株 19	1.90	0.50	1
菌株 31	4.11	0.92	2
菌株 17	6.30	1.17	2
菌株 20	3.63	0.63	2
菌株 21	4.27	0.77	2
菌株 22	4.93	1.30	1
菌株 23	2.56	0.32	4
菌株 24	5.36	0.72	4

② 移行係数に影響を与える要因

移行係数に影響を与えるほど木中の元素濃度の解析には、菌株の影響を無視したモデル及び菌株の影響を考慮したモデルを用いた。後述する追加試験体も含めて 78 ロット 234 本のほど木と子実体を調達した。データクレンジングの結果 1 ロット 3 組のデータを除外し、77 ロット 231 組のデータを解析に用いた。正確な移行係数の分布を得るためには混入する外れ値を除外する必要があるため、菌株毎に $1.5 \times IQR$ ルールを適用した。対数変換した $ieCs$ に対する移行係数を目的変数、対数変換した ieK 、 ieP 及び N 濃度を説明変数として Bayesian information criterion (BIC) を指標としたステップワイズ法により最適な説明変数の組み合わせを選択した。

菌株の影響を無視したモデルにて対数変換した $ie^{133}Cs$ に対する移行係数を目的変数、対数変換した ieK 、 ieP 及び N 濃度を説明変数として、BIC を基準としたステッ

プワイズ法による変数選択を伴う重回帰分析を行ったところ

$$\log(\text{ie}^{133}\text{Cs}) = -0.46\log(\text{ieK}) - 0.62\log(\text{N}) + 1.75$$

($R^2 = 0.238$ 、adjusted $R^2 = 0.231$ 、 $p < 0.001$)・・・参式 2-1

とする有意な回帰式が得られた。ほだ木中の ieK 及び N 濃度は ie^{133}Cs の移行係数に影響を与える要因であり、ieK 及び N の係数は負であることから ie^{133}Cs に対する移行係数はほだ木内の ieK 及び N 濃度の増加に従い減少することが明らかになった。

菌株の影響を考慮したモデルでは対数変換した ie^{133}Cs に対する移行係数を目的変数、対数変換した ieK、ieP 及び N 濃度を説明変数、菌株を変動効果とする線形混合モデルを用いたところ

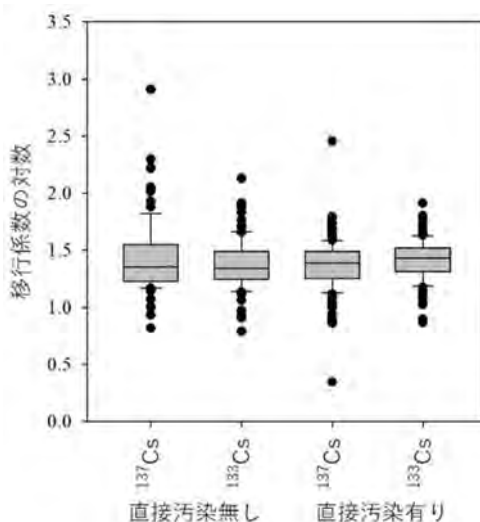
$$\log(\text{ie}^{133}\text{Cs}) = -0.43\log(\text{ieK}) + 0.00\log(\text{ieP}) - 0.65\log(\text{N}) + 1.76$$

(Conditional $R^2 = 0.269$ 、Marginal $R^2 = 0.240$)・・・参式 2-2

とする回帰式が得られた。回帰式中の ieP については係数を小数点以下 3 桁で四捨五入すると 0.00 となり、ieP は移行係数に影響していないことが明らかとなった。ほだ木中の ieK 及び N 濃度は ie^{133}Cs の移行係数に影響を与える要因であり、ieK 及び N の係数は負であることから ie^{133}Cs に対する移行係数はほだ木内の ieK 及び N 濃度の増加に従い減少することが明らかになった。Marginal R^2 からデータのばらつきのうち 24.0%は元素に起因しており、Conditional R^2 と Marginal R^2 の差分からデータのばらつきのうち 2.9%は菌株に起因していることが示された。

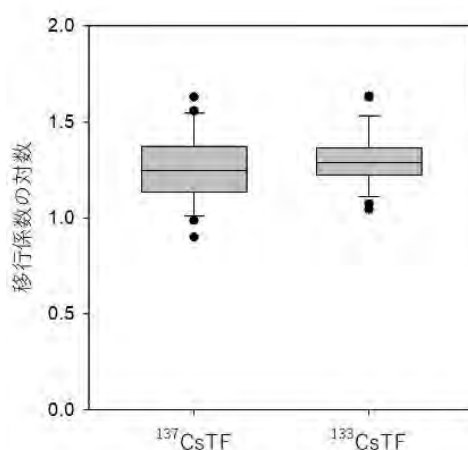
③ グローバルフォールアウトに由来する ^{137}Cs と ^{133}Cs による移行係数の比較

参図 2-1 には「移行係数の検証」から得られた原木の ^{137}Cs 濃度による移行係数と ^{133}Cs 濃度による移行係数を直接汚染の有無によりグループ化した際の移行係数の分布を示した。グループ間の有意差を Kruskal-Wallis test により検定したところグループ間に有意差は認められなかった ($p = 0.082$)。原発事故の発生から 10 年以上が経過した現在では、福島第一原発に起因する ^{137}Cs は ^{133}Cs と同様に定常状態に達していることが示唆された。



参図 2-1 移行係数再評価から得られた ^{137}Cs による移行係数と ^{133}Cs による移行係数を直接汚染の有無によりグループ化した際の分布

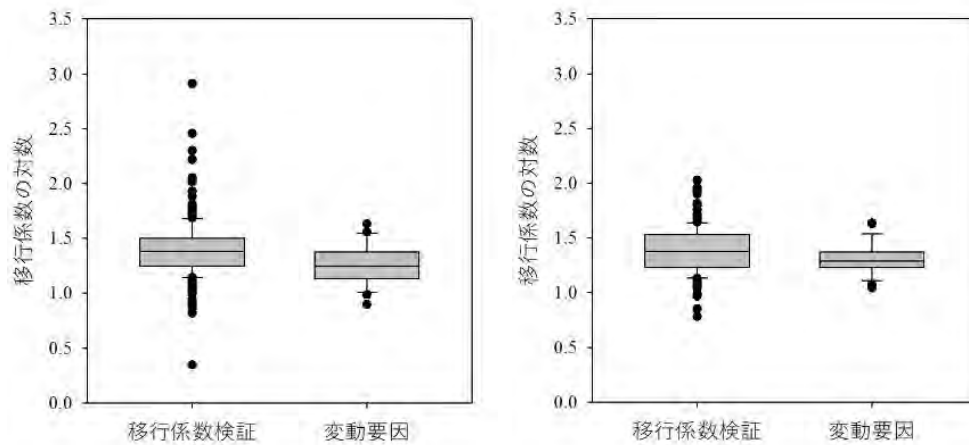
本事業の「主要な変動要因の分析・検証」に供するため、日本全国から調達された試験体の中には、北陸地方で採取されたほだ木が 11 セット 33 検体含まれていた。それらの検体から得られた ^{137}Cs に対する移行係数のうち 9 検体は外れ値と見なされた。参図 2-2 にはこれらを除外した 24 検体の ^{137}Cs 濃度及び ^{133}Cs 濃度に対する移行係数の分布を示した。グループ間に有意差があるか t 検定により検定したところ有意差は認められなかった ($p = 0.366$)。以上のことから、北陸地方のほだ木に含まれていた ^{137}Cs も ^{133}Cs と同様に定常状態に達していることが示唆された。



参図 2-2 変動要因のうち北陸地方から採取した原木より得られた ^{137}Cs による移行係数と ^{133}Cs による移行係数の分布

しかしながら、「移行係数の検証」から得られた原木の ^{137}Cs 濃度をベースにした移行係数の分布と、北陸地方のほだ木から得られた ^{137}Cs 濃度をベースとした移行係数の分布間には Welch's test により有意差が認められた ($p = 0.002$) (参図 2-3 左)。一方、それぞれの ^{133}Cs 濃度をベースにした移行係数の分布間に有意差は認められなかった ($p = 0.087$) (参図 2-3 右)。この理由として、「主要な変動要因の分析・検証」で北陸地方から調達されたほだ木のうち ^{137}Cs が検出され定量値が得られたのは 24 検体で調査分析対象数は限られていたこと、また「移行係数の検証」では原木の ^{137}Cs や ^{133}Cs の濃度をベースに移行係数を評価しているのに対し、「主要な変動要因の分析・検証」では一般農家が栽培したほだ木の ^{137}Cs や ^{133}Cs の濃度をベースにして分析を実施しているためと考えられる。

GFO 由来の ^{137}Cs の移行係数の分布と福島第一原発由来の ^{137}Cs の移行係数の分布を比較して、いずれにおいても ^{137}Cs が既に定常状態に達していることを明らかにできれば、今後は、福島第一原発事故で ^{137}Cs に汚染された原木を使用しても、今回の試験結果から得られる移行係数が将来大きく変動することは無いと判断することが可能になり、原木栽培しいたけの ^{137}Cs 汚染対策を進めるうえで重要な知見となる。



参図 2-3 「移行係数の検証」及び「変動要因の解明」のうち北陸地方から採取した原木より得られた ^{137}Cs による移行係数(左)と ^{133}Cs による移行係数(右)の分布

3. 検討委員会の設置・運営

本事業の実施に当たり、専門的な見地からの助言等を得るため、きのこ生態、森林生態、放射性物質動態、食品安全、統計等の有識者で構成される検討委員会（以下「委員会」という。）を設置し、開催した。

(1) 委員会名簿

委員会等名簿及び各年度の構成は次のとおり。

表 委員会名簿

氏名	所属	R4	R5	R6	R7
平出 政和	元(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所 きのこ・森林微生物研究領域長	●	●	●	●
小松 雅史	(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所 企画部研究企画科 企画室長	●	●	●	●
三浦 覚	元(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所 震災復興・放射性物質研究拠点長	●	●	●	●
山村 光司	元(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター統計モデル解析ユニット長	●	●	●	●
八戸 真弓	(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 食品研究部門 研究推進部研究推進室 食品連携調整役	●	●	●	●
小林 勇介	福島県林業研究センター 林産資源部 副主任研究員	●	●	●	
石川 洋一	栃木県林業センター 研究部 主任研究員	●	●	●	●

表 オブザーバー

氏名	所属	R5	R6	R7
押切 望美	岩手県農林水産部 林業振興課 技師	●		
松田 悟	岩手県農林水産部 林業振興課 主任主査		●	
中村 日香	岩手県農林水産部 林業振興課 技師			●
金野 加奈子	宮城県水産林政部 林業振興課地域林業振興班 技師	●		
辻 龍介	宮城県水産林政部 林業振興課地域林業振興班 技術補佐		●	
工藤 知哉	宮城県水産林政部 林業振興課地域林業振興班 技術主幹			●
平塚 健斗	宮城県水産林政部 林業振興課地域林業振興班 技師			●
小椋 佳	福島県農林水産部 森林林業総室林業振興課 副主査		●	
渡辺 真紀夫	福島県農林水産部 森林林業総室林業振興課 主任			●
小林 久泰	茨城県林業技術センター きのこ特産部長	●		
西丸 昂汰	茨城県農林水産部 林政課 主任	●	●	
富田 莉奈	茨城県農林水産部 林政課 主任			●
大塚 寛子	栃木県環境森林部 木材産業課 きのこ振興担当 係長	●		
杉本 恵理子	栃木県環境森林部 林業木材産業課 主任		●	●
椎名 康一	千葉県農林水産部 森林課 森林経営管理室長	●		
島袋 燎太	千葉県農林水産部 森林課森林経営管理室 主事		●	
品川 佑紀	千葉県農林水産部 森林課 副主査			●
宮内 総介	群馬県環境森林部 森林局林業振興課 主任		●	●

表 発注機関

氏名	所属	R4	R5	R6	R7
塚田 直子	林野庁 特用林産対策室 室長	●	●		
竹内 学	林野庁 特用林産対策室 室長			●	●
石内 修	林野庁 特用林産対策室 特用林産企画班担当課長補佐	●	●		
永島 瑠美	林野庁 特用林産対策室 特用林産企画班担当課長補佐			●	●
長濱 健	林野庁 特用林産対策室 特用林産企画班 企画調整係長		●	●	
嶋崎 雄介	林野庁 特用林産対策室 特用林産企画班 企画調整係長				●
斉藤 幹保	林野庁 特用林産対策室 特用林産指導班 薪炭工芸特産係長	●			
末永 崇之	林野庁 特用林産対策室 特用林産指導班 薪炭工芸特産係長		●		
吉田 正博	林野庁 特用林産対策室 特用林産加工輸出班担当課長補佐	●	●		
中川 明洋	林野庁 特用林産対策室 特用林産加工輸出班担当課長補佐			●	●
佐藤 睦	林野庁 特用林産対策室 特用林産加工輸出班 特用林産物安全推進指導官	●			
浅浦 宏美	林野庁 特用林産対策室 特用林産加工輸出班 特用林産物安全推進指導官	●	●		
鳥越 淳子	林野庁 特用林産対策室 特用林産加工輸出班 特用林産物安全推進指導官	●	●		
鈴木 一仁	林野庁 特用林産対策室 特用林産加工輸出班 特用林産物安全推進指導官			●	
松野 亮	林野庁 特用林産対策室 特用林産加工輸出班 特用林産物安全推進指導官				●

表 事務局

氏名	所属	R4	R5	R6	R7
森田 一行	日本特用林産振興会	●	●	●	●
大野 美詠	日本特用林産振興会	●	●	●	●
岩谷 宗彦	日本特用林産振興会	●			
柴田 章道	日本特用林産振興会		●	●	●
清末 守昭	日本特用林産振興会	●	●	●	●
高田 裕市	(株)都市環境研究所	●			
板倉 知里	(株)都市環境研究所	●	●		
谷口 雅彦	(株)都市環境研究所		●	●	●
関 宏光	(株)都市環境研究所		●	●	●
西村 卓也	(株)都市環境研究所			●	●

(2) 委員会及び打合せの開催

委員会及び部会の開催結果は次のとおり。

表 委員会開催結果

	検討委員会	日程	協議事項書
令和4年度			
①	第1回 検討委員会	令和4年 10月3日(月) 13:00~	(1) 事業の概要 (2) 原木の調達のためのガイドライン (3) ほだ木・子実体の調達のためのガイドライン (4) その他
②	原木採取状 況等に関する 打合せ	令和4年 10月27日(木) 10:00~	(1) 移行係数の検証について (2) 主要な変動要因の分析・検証について
③	原木採取状 況等に関する 打合せ	令和4年 11月29日(火) 10:00~	(1) 移行係数検証用原木の調達状況
④	第2回 検討委員会	令和4年 12月23日(金) 15:00~	(1) 移行係数検証用原木の調達状況 (2) 主要な変動要因の分析・検証用ほだ木等の調達状 況 (3) 試験体の分析状況について (4) その他
⑤	原木の分析 状況等の共有 のための 打合せ	令和5年 1月16日(月) 15:00~	(1) 移行係数の検証について (2) 主要な変動要因の分析・検証について
⑥	移行係数分 析用種菌選 定に関する 打合せ	令和5年 2月8日(水) 13:00~	(1) 種菌の選定方法について
⑦	第3回 検討委員会	令和5年 3月2日(木) 15:00~	(1) 事業の経過 (2) 結果概要 (3) 今後の課題
令和5年度			
⑧	第1回 検討委員会	令和5年 6月21日(水) 15:00~	(1) 事業の概要 (2) 令和4年度事業の実施内容と結果 (3) 令和5年度事業の計画案
⑨	第1回 ワーキング グループ	令和5年 10月6日(金) 10:00~	(1) 主要な変動要因の分析・検証用ほだ木・子実体の 調達について (2) 昨年度調達した試料のイオン交換態セシウム等 の分析結果について (3) 追加試験の実施について
⑩	第2回 検討委員会	令和5年 12月13日(水) 14:00~	(1) 経過報告 (2) 発生回数と移行の関係について (3) イオン交換態セシウム等の移行について (4) きのご移行係数検証事業における主要な変動要 因の分析-今後に向けて

	検討委員会	日程	協議事項書
⑪	第2回 ワーキング グループ	令和5年 12月21日(木) 16:00～	(1) 移行係数検証用ほだ木・子実体の取扱いについて (2) 変動要因分析・検証のための調査の進め方について
⑫	第3回 ワーキング グループ	令和6年 2月21日(水) 10:00～	(1) 移行係数検証用ほだ木・子実体の採取について (2) 変動要因分析検証用のほだ木・子実体の調達状況について (3) 分析の状況について (4) 取りまとめの方向について (5) 報告書の構成(案)について (6) 22年度調達分の変動要因分析・検証用試験体を使用したモデルの検討等
⑬	第4回 ワーキング グループ	令和6年 4月24日(水) 13:30～	(1) 移行係数検証用ほだ木・子実体の採取について (2) 変動要因分析検証用のほだ木・子実体の調達状況について (3) 分析の状況について (4) 取りまとめの方向について (5) 報告書の構成(案)について
⑭	第5回 ワーキング グループ	令和6年 5月22日(水) 13:30～	(1) 移行係数検証用ほだ木・子実体の採取について (2) 変動要因分析検証用のほだ木・子実体の調達状況について (3) 分析の状況について (4) 報告書(案)について (5) 今後のスケジュール
⑮	第3回 検討委員会	令和6年 6月12日(水) 13:30～	(1) 事業の目的・経過 (2) 移行係数検証用の子実体の採取状況 (3) 変動要因分析検証用のほだ木・子実体の調達状況 (4) 分析の進捗状況 (5) 報告書(案) (6) 令和6年度事業計画
令和6年度			
⑯	第1回 検討委員会	令和6年 9月13日(金) 15:00～	(1) 事業の目的・経過について (2) 令和6年度事業計画(案)について
⑰	第1回 ワーキング グループ	令和6年 11月21日(木) 15:00～	(1) 事業の経過について (2) データの分析について
⑱	第2回 検討委員会	令和7年 3月13日(木) 15:00～	(1) 事業の目的・経過 (2) 移行係数検証用の子実体の採取状況 (3) 変動要因分析検証用のほだ木・子実体の調達状況 (4) 分析の進捗状況 (5) 報告書(案)
令和7年度			
⑲	第1回 ワーキング グループ	令和7年 9月12日(金) 15:00～	(1) 令和6年度までの結果 (2) 令和7年度事業の林野庁仕様書 (3) 測定項目及び測定数の変更について(案) (4) 令和7年度事業の進め方

	検討委員会	日程	協議事項書
⑳	第1回 検討委員会	令和7年 9月26日(金) 13:00～	(1) 事業の目的・経過について (2) 令和7年度事業計画(案)
㉑	第2回 ワーキング グループ	令和7年 12月11日(木) 10:00～	(1) 試験・分析等の進捗状況 (2) 現在までの主な結果・論点 (3) 報告書のとりまとめ方向(案)
㉒	第3回 ワーキング グループ	令和8年 1月30日(金) 15:00～	(1) 試験・分析等の結果 (2) 報告書の構成(案) (3) 結果と論点
㉔	第2回 検討委員会	令和8年 3月5日(木) 15:00～	(1) 今年度の調査と結果 (2) 報告書案

4. 試験体調達の状況

移行係数の検証、及び主要な変動要因の分析・検証にあたり、試験体調達の主な作業状況を視覚的にも判りやすい状況で整理しておくことは、生産者にとっても有用であることから、次の状況を次頁以降に掲載する。

- 移行係数の検証に係る原木伐採作業等
- 主要な変動要因の分析・検証に係る生産者によるほだ木試験体収集作業等
- 移行係数の再評価に係る栃木県林業センターにおける試験体採取作業
- 移行係数の再評価に係る GFO の影響検証用試験体の採取の様子

① 移行係数の検証に係る原木伐採作業等



空間線量の測定



原木伐採



伐採原木の収集



原木運搬積み込み



ナンバリングされた原木



現地での原木からのおが粉採取



植菌された原木(栃木県林業センター)



栽培用ハウス(栃木県林業センター)

② 主要な変動要因の分析・検証に係る生産者によるほだ木試験体収集作業等



栽培農家のほだ木(屋外)



栽培農家のほだ木(屋内)



栽培農家のほだ木(屋内)



栽培農家のほだ木(屋内)



ほだ木の採寸(福島県林業研究センター)



ほだ木からのおが粉採取(栃木県林業センター)



ほだ木からのおが粉採取(栃木県林業センター)



ほだ木からのおが粉採取(栃木県林業センター)

③ 移行係数の再評価に係る栃木県林業センターにおける試験体採取作業



調達した原木の管理(ロット別管理)



原木の検寸



原木おが粉採取(おが粉生成)



原木おが粉採取



原木おが粉採取(袋詰め)



原木おが粉採取(検体ごとに空気洗浄)



原木の記録



原木の採寸

④ 移行係数の再評価に係る GFO の影響検証用試験体の採取の様子



現地での積み込み作業



原木の荷下ろし



北陸地方から採取した原木



原木おが粉採取

5. 試験機関における試験環境

試験機関における試験環境は次のとおり。

表 試験機関における試験諸元

項目	内容				
試験機関	森林総合研究所 (〒305-8687 茨城県つくば市松の里1)				
測定事項 ※1	原木、ほだ木※2			子実体	
	^{137}Cs	^{133}Cs	K	^{133}Cs	K
検査機器	ゲルマニウム	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
	半導体検出器	質量分析計	質量分析計	質量分析計	質量分析計

※1: 表中3項目に併せて質重量、絶乾重量、含水率を測定し、検体ごとに記録

※2: 原木は、移行係数の検証に係る試験体

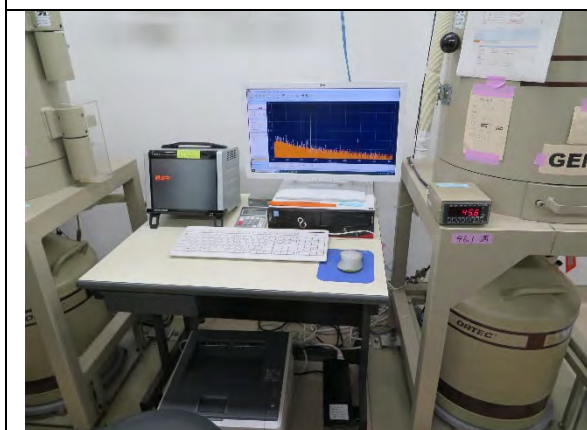
ほだ木は、変動要因の検証に係る試験体



ゲルマニウム(Ge)半導体検出環境



Ge 半導体検出器



Ge 半導体検出器(測定中データ)



試験体例(マリネリ容器)

6. 通達関係

◇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（農林水産省）

23生産第4743号
23林政経第213号
制 定 平成23年10月6日
一部改正 平成24年3月28日
一部改正 平成24年8月30日
(施行は平成24年9月1日)

関係団体の長（別記） 殿

農林水産省生産局農産部園芸作物課長
林野庁林政部経営課長
林野庁林政部木材産業課長

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

このことについては、「きのこ生産資材用のおが粉等並びに調理加熱用の薪及び木炭の安全確保の取組について」（平成23年8月12日付け23林政経第181号林野庁林政部経営課長、木材産業課長通知）により、きのこ生産資材用のおが粉等に含有される放射性物質のきのこへの移行係数等に係る知見を踏まえて追ってお示しすることとしていたところですが、今般、一定程度の知見が集積されたことから、きのこ原木及びほだ木並びに菌床用培地及び菌床（以下「きのこ原木、菌床用培地等」という。）の安全基準として、当面の指標値を下記1のとおり設定することとしました。

つきましては、各都道府県のきのこ原木、菌床用培地等の生産・流通・使用の実態を踏まえた上で、当該指標値を超えるきのこ原木、菌床用培地等の使用・生産又は流通が行われないよう、下記2及び3の（1）により、貴団体の関係者に御周知・御指導いただきますようお願いいたします。

今回の指標値については当面のものであって、今後、更に知見が集積されるなどした場合は、必要に応じて、指標値の見直しを行うことを申し添えます。

記

1 きのこ原木、菌床用培地等の当面の指標値（放射性セシウムの濃度の最大値）

- (1) きのこ原木及びほだ木
50ベクレル/kg（乾重量）
- (2) 菌床用培地及び菌床
200ベクレル/kg（乾重量）

2 関係者に対する指導

- (1) きのこ生産者向け指導
 - ア 指標値を超えるきのこ原木、菌床用培地等を使用しないこと。

イ きのこ原木、菌床用培地等を購入・譲受する場合には、販売業者・譲渡者に、指標値を超えていないことを確認すること。

ウ 自ら生産したきのこ原木、菌床用培地等を使用する場合には、指標値を超えていないことを確認するか、都道府県と相談すること。

エ 自ら生産したきのこ原木、菌床用培地等を販売・譲渡する場合には、相手方に生産状況等に関する情報を適切に提供すること。

(2) きのこ原木、菌床用培地等の製造業者向け指導

ア 製造したきのこ原木、菌床用培地等が指標値を超えていないことを確認した上で出荷すること。

イ きのこ原木、菌床用培地等を出荷する際に、相手方に生産状況等に関する情報を適切に提供すること。

(3) きのこ原木、菌床用培地等の販売業者向け指導

販売するきのこ原木、菌床用培地等が指標値を超えていないことを、そのきのこ原木、菌床用培地等の購入・譲受元の販売業者・譲渡者に、確認した上で、購入し販売すること。

3 きのこ原木及びほだ木の経過措置

2にかかわらず、50ベクレル/kgを超え100ベクレル/kg以下のきのこ原木及びほだ木（以下「経過措置対象原木等」という。）については、次の条件を満たす場合に限り引き続き使用できるものとする。この場合、引き続き使用する場所は、当該経過措置対象原木等が、平成24年8月31日時点で所在していた都道府県内に限るものとする。

① 経過措置対象原木等から発生するきのこが50ベクレル/kg以下になるように管理されること

② 経過措置対象原木等を使用するきのこ生産者が所在する都道府県が、当該経過措置対象原木等から発生したきのこの放射性物質検査を確実にを行い、当該きのこが食品の基準値を超えないことを出荷開始前に確認する体制を構築すること

また、平成24年9月1日以降に製造された50ベクレル/kgを超え100ベクレル/kg以下のきのこ原木及びほだ木についても、経過措置対象原木等を含み、本措置の対象とし、引き続き使用する場所は、当該きのこ原木及びほだ木の原料である立木が、平成24年8月31日時点で所在していた都道府県内に限るものとする。

なお、本措置の対象となる経過措置対象原木等は、『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』の制定について（平成23年10月31日付け23生産第4952号、23林政経第229号農林水産省生産局農産部園芸作物課長、林野庁林政部経営課長、木材産業課長通知）において検査対象とするものであって、検査の結果が50ベクレル/kgを超え100ベクレル/kg以下であったきのこ原木及びほだ木とする。

本措置を円滑かつ適切に運用するため、都道府県は、次の（1）により関係者に対する指導を行い、（2）により必要な対応を行うものとする。

(1) 関係者に対する指導

ア きのこ生産者向け指導

- (ア) 経過措置対象原木等について、平成24年8月31日時点における所有・使用の有無を、また、平成24年9月1日以降における、きのこ生産者が所在する都道府県内での製造、購入・譲受、販売・譲渡の意向及び継続使用の意向の有無を、所在する都道府県に報告すること。
- (イ) 経過措置対象原木等を引き続き使用する場合は、当該経過措置対象原木等から発生するきのこについて、50ベクレル/kg以下となるように管理するとともに、出荷開始前に、所在する都道府県による放射性物質検査を受けること。
- (ウ) 経過措置対象原木等を販売・譲渡する場合は、相手方に当該経過措置対象原木等の放射性セシウム濃度の検査結果のほか生産状況等に関する情報を適切に提供すること。
- (エ) 経過措置対象原木等を所有し、平成24年9月1日以降、継続使用又は販売・譲渡をせず、他の用途にも供さない場合は、確実に廃棄すること。

イ きのこ原木又はほだ木の製造業者向け指導

- (ア) 経過措置対象原木等について、平成24年8月31日時点における所有の有無を、また、平成24年9月1日以降における、製造業者が所在する都道府県内での製造、購入・譲受、販売・譲渡の意向の有無を、所在する都道府県に報告すること。
- (イ) 経過措置対象原木等を販売・譲渡する場合は、相手方に当該経過措置対象原木等の放射性セシウム濃度の検査結果のほか生産状況等に関する情報を適切に提供すること。
- (ウ) 経過措置対象原木等を所有し、平成24年9月1日以降、販売・譲渡せず、他の用途にも供さない場合は、確実に廃棄すること。

ウ きのこ原木又はほだ木の販売業者向け指導

- (ア) 経過措置対象原木等について、平成24年8月31日時点における所有の有無を、また、平成24年9月1日以降における、販売業者が所在する都道府県内での購入・譲受、販売・譲渡の意向の有無を、所在する都道府県に報告すること。
- (イ) 経過措置対象原木等を販売・譲渡する場合は、相手方に当該経過措置対象原木等の放射性セシウム濃度の検査結果のほか生産状況等に関する情報を適切に提供すること。
- (ウ) 経過措置対象原木等を所有し、平成24年9月1日以降、販売・譲渡せず、他の用途にも供さない場合は、確実に廃棄すること。

(2) 都道府県の対応

ア 使用・生産状況把握

- (ア) 経過措置対象原木等について、平成24年8月31日時点における所有・使用の有無、また、平成24年9月1日以降における、きのこ生産者が所在する都道府県内での製造、購入・譲受、販売・譲渡の意向及び継続使用の意向の有無について、きのこ生産者に対し調査を実施し、引き続き使用するきのこ生

産者を把握する。

(イ) 経過措置対象原木等について、平成24年8月31日時点における所有の有無、また、平成24年9月1日以降における、製造業者及び販売業者が所在する都道府県内での製造、購入・譲受、販売・譲渡の意向の有無について、製造業者及び販売業者に対し調査を実施する。

(ウ) 経過措置対象原木等を引き続き使用するきのこ生産者ごとに、その収穫時期及び当該経過措置対象原木等から発生するきのこが50ベクレル/kg以下となるような管理の状態を把握する。

イ きのこの放射性物質の検査

経過措置対象原木等を引き続き使用するきのこ生産者の当該経過措置対象原木等から発生するきのこについて、出荷開始前に放射性物質検査を確実に実施する。

ウ 継続使用しない経過措置対象原木等の処分

経過措置対象原木等を所有し、平成24年9月1日以降、継続使用又は販売・譲渡をせず、他の用途にも供さないきのこ生産者、製造業者及び販売業者に対し、当該経過措置対象原木等の廃棄を要請する。

4 その他

「きのこ生産資材用のおが粉等並びに調理加熱用の薪及び木炭の安全確保の取組について」（平成23年8月12日付け23林政経第181号林野庁林政部経営課長、木材産業課長通知）の記の2に基づく、おが粉の譲渡及び利用の自粛については、200ベクレル/kg（乾重量）を超えないおが粉について解除できるものとするが、菌床用培地がおが粉等基材に栄養材（米ぬか、ふすま等）や水を加えて製造されることを踏まえ、菌床用培地の段階において、上記2の指導を徹底する。

5 従前の経過措置対象原木等の取扱い

本通知による改正前の通知（以下「旧通知」という。）の記の3の経過措置対象原木等のうち、平成24年4月1日以降8月31日までの間引き続き使用することを都道府県が旧通知の記の3の（2）に基づき把握していたきのこ生産者の所有する当該経過措置対象原木等の取扱いについては、3にかかわらず、平成24年11月30日までの間に限り、なお従前の例によることができるものとする。

本件問い合わせ先
林野庁経営課特用林産対策室
特用林産企画班
代表 03-3502-8111（内線6086）
ダイヤル 03-3502-8059

(別記) (関係団体の長)

全国米穀販売事業共済協同組合理事長

全国米穀工業協同組合理事長

公益社団法人日本炊飯協会会長

全国米菓工業組合理事長

一般社団法人日本精米工業会会長

社団法人全国包装米飯協会会長

全国穀類工業協同組合理事長

日本米穀小売商業組合連合会理事長

一般社団法人日本発芽玄米協会会長

ビーフン協会会長

全国餅工業協同組合理事長

社団法人日本米穀小売振興会会長

社団法人日本農業機械工業会会長

日本酒造組合中央会会長

社団法人米穀安定供給確保支援機構理事長

全国主食集荷協同組合連合会会長

社団法人日本農業機械化協会会長

製粉協会会長

協同組合全国製粉協議会会長

全国精麦工業協同組合連合会会長

日本特用林産振興会会長

全国農業協同組合連合会代表理事理事長

日本椎茸農業協同組合連合会会長理事

全国森林組合連合会代表理事会長

全国食用きのこ種菌協会会長

財団法人日本きのこセンター理事長

一般財団法人日本きのこ研究所理事長

日本産・原木乾しいたけをすすめる会会長

東日本原木しいたけ協議会会長

社団法人全国木材組合連合会会長

全国木材チップ工業連合会会長

全国素材生産業協同組合連合会会長

◇放射能濃度の標本抽出方法

23生産第4952号
23林政経第229号
制定：平成23年10月31日
一部改正：平成24年3月30日
（施行は平成24年4月1日）

各都道府県農務担当部長殿
各都道府県林産担当部長殿

農林水産省生産局農産部園芸作物課長
林野庁林政部経営課長
林野庁林政部木材産業課長

「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」
の制定について

先般、「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」（平成23年10月6日付け23生産第4743号・23林政経第213号農林水産省生産局農産部園芸作物課長・林野庁林政部経営課長・木材産業課長通知）により、きのこ原木及び菌床用培地の当面の指標値を定めたところです。

これに関連して、今後、きのこ原木及び菌床用培地中の放射性セシウムの当面の指標値への適合性を判断するための検査が的確かつ適正に進められるよう、別添のとおり「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」を定めましたのでお知らせいたします。

つきましては、きのこ生産資材の生産・流通関係者やきのこ生産者に対して適切に御指導いただきますよう、よろしくお願いいたします。

(別添)

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

I. 検査対象とするもの

1. 食品中の放射性物質に関する「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」(平成24年3月12日原子力災害対策本部)に定められた過去に複数品目で出荷制限指示の対象となった自治体(福島県、宮城県、茨城県、栃木県、群馬県及び千葉県)及び過去に単一品目で出荷制限指示の対象となった自治体及び出荷制限指示対象自治体の隣接自治体(青森県、岩手県、秋田県、山形県、埼玉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県及び静岡県)の17都県(以下「17都県」という。)から採取されたもの及び採取された原料から製造されたもの並びに17都県で保管されたもので、次に掲げるもの。

- ① きのこ原木(きのこ栽培用の原木として丸太を玉切りしたもの)
- ② ほだ木(きのこ原木に植菌したもの)
- ③ 菌床用培地(おが粉・堆肥等基材に栄養材(米ぬか、ふすま等)及び水を混合したもの)
- ④ 菌床(菌床用培地に植菌したもの)

ただし、次に掲げるものは対象外とする。

- ① 平成23年3月11日以前に採取・製造して、放射性セシウムの降下の影響を受けない状況で保管が行われていたきのこ原木及びほだ木
- ② 原料の全てが次のいずれかに該当する原料であって、放射性セシウムの降下の影響を受けない状況で原料の保管並びに製品の製造及び保管が行われていた菌床用培地及び菌床
 - ・平成23年3月11日以前に採取・製造された原料
 - ・17都県以外の地域において採取・製造された原料
 - ・17都県で採取・製造された飼料を給与していない動物の排せつ物や17都県で採取・製造された敷料を使用していない堆肥
- ③ きのこ原木、ほだ木、菌床用培地及び菌床から発生したきのこの放射性物質に係る食品検査の結果が食品の基準値以下であった事業者が所有する同一原料であるきのこ原木、ほだ木、菌床用培地及び菌床

2. 「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」(平成23年10月6日付け23生産第4743号、23林政経第213号農林水産省生産局農産部園芸作物課長、林野庁林政部経営課長、木材産業課長通知)の4に係るおが粉(以下「要調査おが粉」という。)

II. 測定する放射性セシウムの核種

セシウム134及びセシウム137の合計値を測定

III. 検査の枠組

1. 検査実施主体

- ① Iで検査対象となるきのこ原木、ほだ木、菌床用培地及び菌床を製品として製造・出荷する製造業者

- ② Iで検査対象となるきのこ原木及び菌床用培地を自ら採取・製造し使用するきのこ生産者及びIで検査対象となるきのこ原木、ほだ木、菌床用培地及び菌床を既に使用しているきのこ生産者
なお、きのこ生産者は、自ら検査を実施するか、都道府県に検査について相談（検査対象の有無、検査方法、都道府県等による検査）する。

2. 検査対象ロット及び検体の採取

(1) きのこ原木及びほだ木

① 伐採前のきのこ原木を検査する場合

伐採を予定している同一市町村の累計10ha以下の森林を1ロットとし、当該森林の林縁（林道脇等）のきのこ原木用立木からランダムに立木3本選出。各立木を伐採し、各々から同量ずつおが粉を採取・混合して分析用試料1検体（生重量で120g以上）を調製（後述するIV. A. 2. (3)～(5)を参照）する。

② 伐採後のきのこ原木を検査する場合

検査対象となる同一の産地・保管先のきのこ原木を1ロットとし、ランダムに3本選出。各々からおが粉を同量ずつ採取し、混合して分析用試料1検体（生重量で120g以上）を調製（後述するIV. A. 2. (3)～(5)を参照）する。

③ ほだ木を検査する場合

検査対象となる同一の産地・保管先のほだ木を1ロットとし、ランダムに3本を選出。各々からおが粉を同量ずつ採取し、混合して分析用試料1検体（生重量で120g以上）を調製（後述するIV. A. 2. (3)～(5)を参照）する。

(2) 菌床用培地及び菌床（マッシュルーム生産に使用するものを除く。）

① 製造時（混合攪拌後）に検査する場合

原料の配合が終了し十分に攪拌される同一原料（原料の種類・割合、原料の産地、購入時期等が同一のもの）を1ロットとし、ランダムに10箇所（生重量で3kg以上）採取。混合して分析用試料1検体を調製（後述するIV. A. 2. (3)～(5)を参照）する。

② 製造後（成型後）の菌床用培地を検査する場合

同一原料（原料の種類・割合、原料の産地、購入時期等が同一のもの）で製造された菌床用培地を1ロットとし、ランダムに3～10個選定（生重量で3kg以上）。各々から粉碎物を採取し、混合して分析用試料1検体を調製（後述するIV. A. 2. (3)～(5)を参照）する。

③ 菌床を検査する場合

同一原料（原料の種類・割合、原料の産地、購入時期等が同一のもの）で製造された菌床を1ロットとし、ランダムに3～10個を選定（生重量で3kg以上）。各々から粉碎物を採取し、混合して分析用試料1検体を調製（後述するIV. A. 2. (3)～(5)を参照）する。

(3) 菌床用培地及び菌床（マッシュルーム生産に使用するもの）

同一原料（原料の種類・割合、原料の産地、購入時期等が同一のもの）で製造されたものを1ロットとし、ランダムに10箇所採取し、分析用試料1検体を調製（後述するIV. A. 2. (3)～(5)を参照）する。

(4) 要調査おが粉

同一原料（原料の種類・割合、原料の産地、購入時期等が同一のもの）で製造され

たものを1ロットとし、ランダムに10箇所採取し、分析用試料1検体を調製（後述するIV. A. 2. (3)～(5)を参照）する。

IV. 検査方法

A. 試料の採取

1. 持参する用具

(1) 試料の採取・縮分に必要なもの

(a) きのこと原木及びほだ木

- ・チェーンソー又はのこぎり（伐採前に刃を清掃したもの。おが粉の採取に使用）
なお、おが粉の採取には、おが粉製造機等を使用してもよい。
- ・きのこと原木等からおが粉を採取する際に下に敷くビニールシート（試料を乗せて混合する際も使用）
- ・計量秤（おが粉の測定）
- ・ビニールやプラスチックの袋（試料の一時保管、採取、混合）
- ・ティッシュペーパー等（用具の拭き取り等に使用する）
- ・ゴミ袋

(b) 菌床用培地及び菌床、要調査おが粉

- ・試料を採取するためのスコップ（一度に700mL程度の採取が可能なもの）
JIS K 0060に規定するインクリメントスコップ40号が望ましい。
- ・試料を分割するためのプラスチック製板
- ・試料を乗せて混合・分割するためのビニールシート（1.5m×1.5m程度）
- ・ティッシュペーパー等（用具の拭き取り等に使用する）
- ・ゴミ袋

(2) 試料の密封に必要なもの

- ・採取対象とする試料が2kg以上（きのこと原木及びほだ木は0.1kg以上）入る大きさの透明なビニール袋を必要数以上
（1試料当たり2袋使用）
- ・袋の密封に用いる輪ゴムを必要数以上（1試料当たり2本使用）

(3) 試料の重量測定に必要なもの

- ・試料の重量測定用のはかり（2kg以上（きのこと原木及びほだ木は0.01kg以上）の重量を測定可能なもの）
- ・はかり全体が入る大きさのビニール袋：必要数（1試料につき1袋以上）

(4) 記録に必要なもの

- ・野帳関係（ノート及び筆記用具）
- ・油性サインペン（黒）
- ・デジタルカメラ

(5) あると望ましいもの

- ・採取用具を洗浄するための水（ポリタンク1個分20L）
- ・使い捨てのゴム手袋（試料採取時に使用）
- ・マスク（試料採取者が着用）
- ・NaI シンチレーション式サーバイメータ等の放射線測定器

(採取地の空間線量や採取試料の予備測定に使用。1年以内に校正されていること。試料の付着による汚染を防ぐため、検出部をポリエチレン袋等で包む。)

- (6) 分析機関への発送に必要なもの(宅配便を使用する場合)
- ・宅配便の発払票(分析機関名を記入)
 - ・宅配便の着払票(試料残さの回収用: 予め宛先を記入)

2. 試料の採取方法

(1) 試料番号の付与

- ① 採取試料には統一的な試料番号を設定し、採取時に(製造所において)付与し、包装した試料の袋又は容器に油性サインペンで大きめの文字で記載する。

<番号付与の例>

〇〇〇 - 1 - 111031 - 12:00 - 〇〇きのこ原木
(ア) (イ) (ウ) (エ) (オ)

(ア) 当該製造業者名

(イ) 連番(製造業者ごとに1から順番に付与。複数日に渡り試料を採取する場合は前の番号の次から開始)

(ウ) 採取年月日(西暦下2桁月2桁日2桁)

(エ) 梱包を終了した時刻(24時表記)

(オ) 試料の種類

- ② 試料番号に加え、試料の採取地の住所、試料採取を行った者の氏名を野帳に記録する。

(2) 試料の採取記録

① 空間線量の予備測定

試料採取に当たっては、可能であれば可搬型の放射線測定器を携行し、試料採取する場所のガンマ線による空間線量のレベルを記録(例えば、地上1メートル地点の空間線量)するとともに、試料の表面線量を予備測定することが望まれる。

※放射線測定器の準備ができない場合は、本手順を抜かしてよい。

<試料の予備測定>

放射線測定器の検出部を、採取した試料を密封した包装容器中央部に密着させ、指示値を読み取り記録する。

② 写真撮影

デジタルカメラを用い次に掲げる写真を撮影しておくことが望ましい。写真のデータファイルは試料番号と関連付けて保存する。

- ・製造所の全景
- ・採取前の試料の状態(保管状況がわかるもの)
- ・送付する試料(試料番号が読み取れるもの)

(3) 試料の採取

試料の採取方法は次のとおりとするが、これと同等以上の精度が得られる採取方法

がある場合は、それを採用して差し支えない。

(a) きのか原木用丸太、きのか原木及びほだ木

ビニールシートの上で、きのか原木等の3本を丸太の軸と直角方向に各本4回程度鋸断し、各々同量ずつおが粉を集めビニール袋に入れ（合計120g以上）、十分に攪拌・混合させる。（目安：直径12cmのきのか原木の場合、電動丸鋸で4回程度鋸断すると40g採取）

(b) マッシュルーム以外の菌床用培地及び菌床

試料採取は、十分に攪拌された試料からランダムに10箇所を選定し、スコップで1箇所当たり約700mLを採取した試料（生重量で3kg以上）、又は3～10の菌床用培地・菌床を粉碎した試料（生重量で3kg以上）をビニールシート上で十分に攪拌・混合させる。

(c) マッシュルームの菌床用培地及び菌床

試料採取は、十分に攪拌された試料又は10の菌床用培地・菌床を粉碎し混合した試料から、ランダムに10箇所を選定し、スコップで1箇所当たり約700mLを採取し、平らな床に敷いた1枚のビニールシートの上にとる。この際、1箇所ごとにスコップを清掃する必要はない。

なお、検査対象ロットの中で、放射性セシウムの濃度のばらつきが大きいとみられる場合は、ロット全体から偏りなく10箇所採取するよう特に留意すること。

(d) 要調査おが粉

試料採取は、要調査おが粉1ロットから、ランダムに10箇所を選定し、スコップで1箇所当たり約700mLを採取し、平らな床に敷いた1枚のビニールシートの上にとる。この際、1箇所ごとにスコップを清掃する必要はない。

なお、検査対象ロットの中で、放射性セシウムの濃度のばらつきが大きいとみられる場合は、ロット全体から偏りなく10箇所採取するよう特に留意すること。

(4) 試料の縮分（円すい四分法）

(a) きのか原木用丸太、きのか原木・ほだ木、マッシュルーム以外の菌床用培地及び菌床

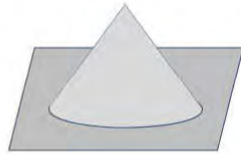
縮分は行わない。

(b) マッシュルームの菌床用培地及び菌床並びに要調査おが粉

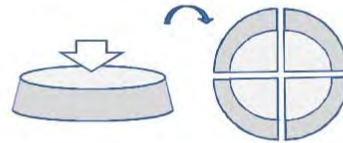
採取した10箇所分の試料を、それぞれビニールシートの上でよく混合し、ひとまとめの円すい形にし、この試料をプラスチック板により十字型に4分割して、対角の一对をスコップで元の堆積場所に戻す（円すい四分法）。残った一对の試料についてこの作業を再度行い、約2kgまで縮分する。

<円すい四分法の模式図>

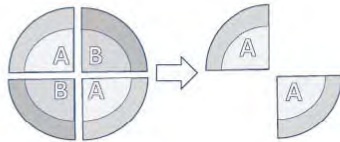
① 採取した試料をビニールシート上で混合し、円すい状に積み上げる



② 円すいを頂点から垂直に押し広げるようにして、平らにし、扇形に4等分する



③ 対角のA、Aをとり、B、Bを捨てる



(5) 試料の乾燥（共通）

試料は、さらさらになるまで乾燥させる。検査実施主体が乾燥機等を所有していない場合も考えられるため、各検査実施主体が可能な方法で乾燥させる。以下に例を示す。

- ・ 風雨の当たらない日当たりのよい室内等で、平皿などに広げ時々かき混ぜながら2日間程度天日乾燥を行う。
- ・ 60度の乾燥機で2日間程度乾燥させる。
- ・ 含水率12%程度に乾燥させる。

なお、分析機関において、機器校正が適正になされた水分計を所有するなど、含水率を把握でき、乾燥されていない菌床用培地等の放射性セシウム濃度の測定結果を、当面の指標値に対応する含水率12%における濃度に換算できる場合については、必ずしも試料を乾燥させなくてもよいこととする。

<参考>

試料の湿量基準含水率(%) = (乾燥前の試料重量 - 完全乾燥後の試料重量) / 乾燥前の試料重量 × 100

報告すべき分析値(Bq/kg) = 乾燥前の試料の放射性セシウム濃度分析値 / {(1 - 試料の湿量基準含水率 / 100) × 100 / 88}

(6) 試料の梱包（共通）

- ① ビニール袋を1袋用意し、(5)で作成した試料を全量入れる。袋が大きくふくらまないよう空気を除き、輪ゴム等で密封する。
- ② ビニール袋に、油性サインペンを用い(1)に基づき野帳に記録したものと同一の試料番号を記入する。

- ③ ②の容器をさらにビニール袋に入れ、袋が大きくふくらまないよう空気を除き、輪ゴム等で密封する。

(7) 試料の運搬・送付(共通)

採取した試料を分析機関に運搬・送付する場合は、自ら試料を運搬するか、宅配便で送付する。

① 採取者自ら試料を運搬する場合

包装された試料(分析用試料)を段ボール箱等に入れ、分析機関に自ら責任を持って運搬する。

② 宅配便で送付する場合

包装された試料(分析用試料)を段ボール箱等に梱包し、分析機関に宅配便で送付する。その際、分析機関が受け入れ時に照合可能な試料一覧を同梱する。

(8) 交差汚染防止のための注意事項(共通)

別の製造所等で採取した試料を汚染することがないように、以下の点に留意する。

- ① 使用した器具のうち、再使用するものは当該製造所において水で洗浄し、水気を拭き取る。
- ② 靴底についた製造所の土壌や試料を他の場所に持ち込まないように、当該製造所でよく土を落とす(必要に応じ靴底を水で洗浄する)。
- ③ 素手で試料を取り扱った場合は、石けんを使い、以下の方法で2度洗いする。
- ④ 石けんを泡立て、手首から上を優しく(ゴシゴシ強くこすらないで)水で洗い流した後、再び石けんを泡立て今度はよく水洗する。

B. 搬送された試料の受領と一時保管

1. 試料の受領

(1) 分析機関は、搬入された試料の受領時に試料収納容器の試料番号及び破損等の有無を確認し、記録する。

(2) 包装された試料をはかりに乗せ、重量を記録する。予め測定しておいた風袋(ポリエチレン製袋2枚、輪ゴム2個及びラベル)重量を差し引いて、採取試料の重量を求め、記録する。

注：はかりを丸ごと透明なビニール袋に入れ、はかりが直接試料に触れないようにする。

2. 試料の一時保管・廃棄

(1) 試料の一時保管

試料は受領後速やかに分析に供することとするが、試料を一時的に保管する場合には、5℃程度で冷蔵する。その際、試料に由来する放射線が、作業者の健康及び測定機器のバックグラウンド値に影響を及ぼさないよう、試料の一時保管においては、適宜遮蔽、隔離等の措置を講ずる。

(2) 試料の廃棄

試料を分析した後の試料残さは、試料を採取した場所に返送するか又は分析機関において処分する。なお、試料の放射性セシウム測定値に応じて、関係法令に従って適切に廃棄又は保管する。

C. 試料の分析

1. 放射性セシウムの分析法

(1) 分析法

ゲルマニウム半導体検出器又はシンチレーション検出器 (NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ等) を用いたガンマ線スペクトロメトリー

(2) 要求される性能

以下に示す性能を有すること。

定量下限値	① きのこ原木及びほだ木 セシウム134及び137それぞれについて10Bq/kg以下であること。 又は、セシウム134及び137の合計量について10Bq/kg以下であること。 ② 菌床用培地及び菌床並びに要調査おが粉 セシウム134及び137の合計量について40Bq/kg以下であること。
真度 (校正)	適切な標準線源を用いてピーク効率校正及びエネルギー校正されていること。

(3) 使用する機器等

① 前処理・測定に使用する用具

- ・ 試料を破砕するためのはさみ、カッター等
- ・ 測定用容器：マリネリ容器、ポリエチレン瓶、タッパーウェア等（測定機器に適した大きさのもので、0.1L～2L程度の容量のもの）
- ・ ティッシュペーパー等（用具の拭き取り等に使用）
- ・ ゴミ袋

② 試料の重量測定に必要なもの

- ・ 天秤（0.2kg～3kg程度を0.01kgの桁まで測定可能なもの）

③ あると望ましいもの

- ・ 使い捨てのゴム手袋（前処理・測定時に使用）
- ・ マスク（試料採取者が着用）
- ・ ビニール袋（試料、測定用容器及び測定器を包むためのもの）

(4) 測定器

① ガンマ線スペクトロメトリーにより、放射性セシウム134及び137の合計量を定量可能なもの。以下に例を示す。

- a) ゲルマニウム半導体検出器
- b) NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ

② 電氣的ノイズ及びバックグラウンド放射線が測定に及ぼす影響が十分に小さい場所に測定器を設置すること。

2. 試料の分析

(1) 試料の前処理

- ① 包装容器から試料を取り出し、試料中に異物がある場合は取り除き、長さ2cm以上の塊等がある場合は、飛び散らないようビニール袋の中に塊を入れるなどしてから、はさみ、カッター等で細切りする。

- ② 元の試料包装容器に試料全体を戻して容器の口を閉じ、振り混ぜ及び容器の上から揉む等してよく混合する。
- ③ 測定用容器の風袋重量を量る。
- ④ ②の試料を③に空隙を作らないように均等に詰め、測定試料とする。
- ⑤ ④の重量を量り、③の風袋重量を差し引いて、測定試料重量を求め、記録する。

(2) 試料の放射性セシウム測定

① 機器の使用方法の確認

いずれの機器を用いる場合にも、販売メーカー担当者や機器に習熟した専門家を講師に招くなどにより、講習を受けることが望ましい。

また、放射性セシウムの含有量が既知である試料について測定し、測定値が既知の値とよく一致することを確認しておくことが望まれる。

② 機器の校正

標準線源を用い、メーカーの取扱説明書に記載された方法により機器校正（ピーク効率校正）を実施すること。

③ 測定及び結果の解析

放射能測定シリーズ7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」又は放射能測定シリーズ6「NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法」及び放射能測定シリーズ29「緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」に準ずること。

注：バックグラウンド値への影響を最小限とするため、測定器は遮へい体内に設置されていることが望ましい。また、測定を行う部屋の中に存在している測定試料が常に最小限の量になるようにし、測定が終わった後の試料は速やかに別の部屋に移動させる。

(3) 測定値の信頼性確認

定期的に次に掲げる事項について確認すること。

- ・バックグラウンドを測定し、検出下限値が高くなっていないこと。
- ・ブランクを測定し、測定器に汚染がないこと。
- ・濃度既知の試料を測定し、真度が低下していないこと。

(4) 交差汚染防止のための留意事項

- ・測定容器の汚染を極力避けるため、試料をポリエチレン袋等に詰めてから測定容器に入れる。
- ・検出器への汚染を防止するため、試料を詰めた測定容器をポリエチレン袋等に封入する。
- ・測定に当たっては、測定機器本体の汚染防止のため、手袋をはめる、検出器をポリエチレン袋に入れて使用するなど、測定者の手指や機器の汚染防護措置をとる。
- ・測定者は、試料ごとに手袋を取り替える、あるいは手を洗うことにより、別の試料を触った手で他の試料に触れて汚染しないようにする。
- ・使用した器具等は、1試料の調製ごとによく洗浄して水分を拭き取る。
- ・素手で試料を取り扱った場合は、石けんを泡立て、手首から上を優しく（ゴシゴシ強くこすらないで）水で洗い流した後、再び石けんを泡立て今度はよく水洗する。

3. 分析結果

- (1) 分析用試料から1つの測定試料を作り、測定・分析する。

(2) 有効数字は、次に掲げるとおりとする。

(a) きのこと原木及びほだ木

① 分析結果が10Bq/kg未満の場合は、測定値を上から1桁まで読み取る。

② 分析結果が10Bq/kg以上100Bq/kg未満の場合は、測定値を上から2桁まで読み取る。

③ 分析結果が100Bq/kg以上の場合は、測定値を上から3桁まで読み取り、3桁目を四捨五入して2桁とする。

(b) 菌床用培地及び菌床並びに要調査おが粉

① 分析結果が100Bq/kg未満の場合は、測定値を上から2桁まで読み取り、2桁目を四捨五入して1桁とする。

② 分析結果が100Bq/kg以上の場合は、測定値を上から3桁まで読み取り、3桁目を四捨五入して2桁とする。

(3) 分析結果を記録する際には、測定機器名、測定用容器名及び容量を付記しておく。

(4) なお、本通知が定められる前に実施された検査について、試料の採取方法、検出方法が本通知にある考え方と同等以上と認められる場合には、当該分析結果に替えることができる。

V. 分析結果による出荷・使用の可否の判断

当面の指標値以内：当該きこの原木、ほだ木、菌床用培地及び菌床を出荷・使用できる。

当面の指標値超過：都道府県は、当該きこの原木、ほだ木、菌床用培地及び菌床を出荷・使用しないよう指導・要請する。

VI. 分析結果等の報告

1. 検査実施主体が製造業者又はきこの生産者の場合、製造業者又はきこの生産者は、検査の結果を検査後2週間以内に別添様式により都道府県に報告する。都道府県は、農林水産省（林野庁（マッシュルームの菌床用培地及び菌床については生産局））にその結果（写し）を速やかに報告する。
2. 検査実施主体がⅢ. 1. ②の後段によりきこの生産者から相談を受けた都道府県の場合、都道府県は、検査の結果を別添様式により速やかに農林水産省（林野庁（マッシュルームの菌床用培地及び菌床については生産局））に報告する。

VII. 本通知の見直しについて

本通知については、必要に応じて、通知の改定等を随時行う。

◇食品成分表の原木乾しいたけの部分（含水率の根拠として）

「日本食品標準成分表(八訂)増補2023年」(文部科学省)

食品番号 8013

索引番号 1066

更新日:2021年12月28日

食品名 しいたけ 乾しいたけ 乾

		単位	成分識別子			
リ 洲 g 部 食 可	廃棄率	%	REFUSE	20		
	エネルギー	kJ	ENERC	1072		
		kcal	ENERC KCAL	258		
	水分	g	WATER	9.1		
	たんぱく質	アミノ酸組成によるたんぱく質		PROTCAA	14.1	
		たんぱく質		PROT-	21.2	
	脂質	脂肪酸のトリアシルグリセロール当量		FATNLEA	-1.7	
		コレステロール		CHOLE	0	
		脂質		FAT-	2.8	
	炭水化物	利用可能炭水化物	利用可能炭水化物(単糖当量)	CHOAVLM	11.8	
			利用可能炭水化物(質量計)	CHOAVL	11.2	
			差引き法による利用可能炭水化物	CHOAVLDF-	22.1	
			食物繊維総量	FIB-	46.7	
		糖アルコール		POLYL		
	炭水化物		CHOCDF-	62.5		
	有機酸	g	OA	1.9		
	灰分	g	ASH	4.4		
	無機質	ナトリウム		NA	14	
		カリウム		K	2200	
		カルシウム		CA	12	
		マグネシウム		MG	100	
		リン		P	290	
		鉄		FE	3.2	
		亜鉛		ZN	2.7	
		銅		CU	0.6	
		マンガン		MN	0.96	
		ヨウ素		μg ID	4	
		セレン		μg SE	5	
		クロム		μg CR	5	
		モリブデン		μg MO	3	
		ビタミン	ビタミンA	レチノール		μg RETOL
				α-カロテン	μg CARTA	0
				β-カロテン	μg CARTB	0
				β-クリプトキサンチン	μg CRYPXB	0
				β-カロテン当量	μg CARTBEQ	0
	レチノール活性当量		μg VITA RAE	0		
	ビタミンD		μg VITD	17		
	ビタミンE		α-トコフェノール		mg TOCPHA	0
			β-トコフェノール		mg TOCPHB	0
			γ-トコフェノール		mg TOCPHG	0
δ-トコフェノール			mg TOCPHD	0		
ビタミンK			μg VITK	0		
ビタミンB1			mg THIA	0.48		
ビタミンB2			mg RIBF	1.74		
ナイアシン			mg NIA	19		
ナイアシン当量			mg NE	23		
ビタミンB6			mg VITB6A	0.49		
ビタミンB12			μg VITB12	-		
葉酸			μg FOL	270		
パントテン酸			mg PANTAC	8.77		
ビオチン		μg BIOT	41			
ビタミンC		mg VITC	20			
アルコール		g ALC	-			
食塩相当量		g NACL EQ	0			
備考	どんこ、こうしんを含む。試料: 栽培品。廃棄部位: 柄全体					

原木から子実体への放射性物質の
移行に関する検証事業
報告書

発行	令和7年度林野庁委託事業
発行者	令和8年3月 日本特用林産振興会 株式会社都市環境研究所