

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6年6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
III. 事業内容.....	4
1. 移行係数の検証.....	4
(1) 栽培管理体制及び試験体測定体制の確立.....	4
(2) 移行係数の検証に供する条件等.....	5
(3) 移行係数検証用ほだ木・子実体の取扱い.....	6
(4) 実施結果.....	7
2. 主要な変動要因の分析・検証.....	14
(1) 試験体調達及び試験体測定体制の確立.....	14
(2) 主要な変動要因の分析・検証に供する条件等.....	15
(3) 主要な変動要因の分析・検証に供する試験体調達のマニュアル.....	17
(4) 実施結果.....	24
3. 検討委員会の設置・運営.....	30
(1) 委員会名簿.....	30
(2) 委員会及び打合せの開催.....	32
□ 参考資料.....	38
1. 前年度までの事業の概要.....	38

1. 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、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については、一般食品の基準値 100Bq/kg が適用され、令和6年3月28日現在で未だ22品目14県196市町村に出荷制限が指示されています。

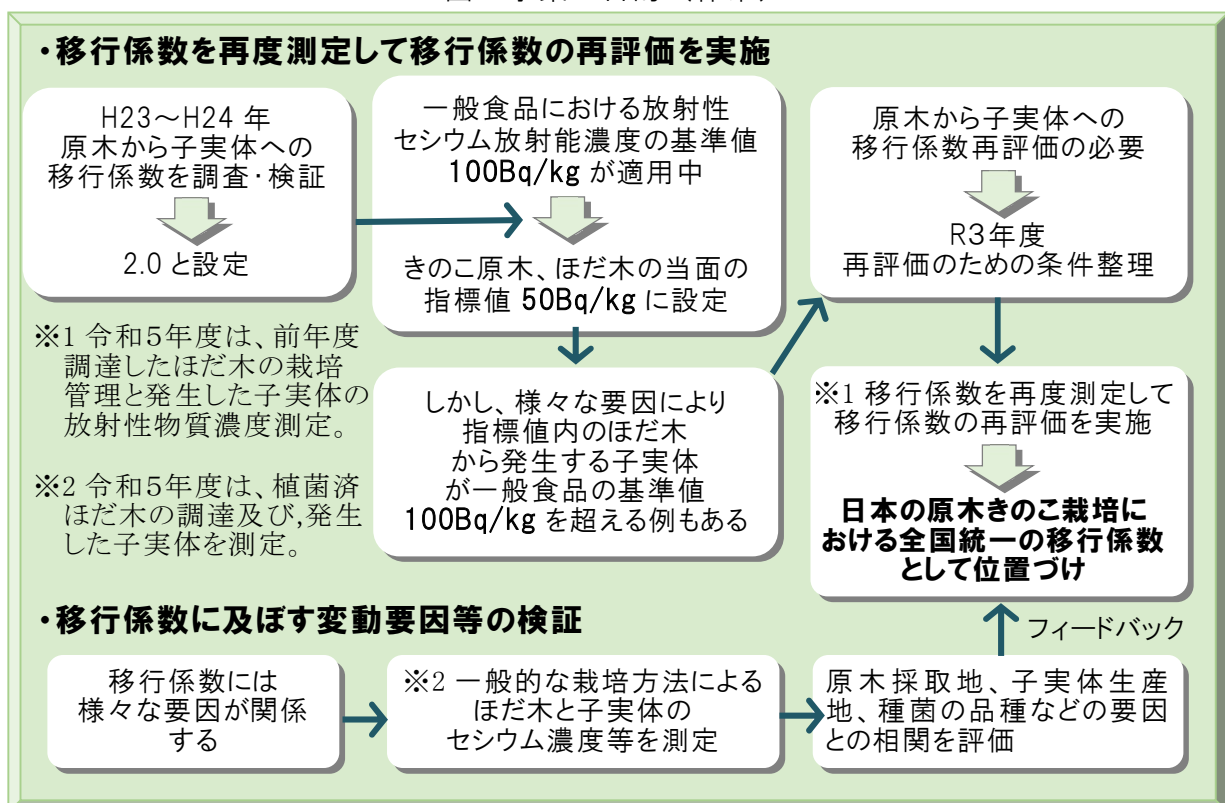
このうち、原木しいたけに関しては、基準値以内のきのこを生産するため、汚染されたほだ木（原木）から発生した子実体（きのこ）への放射性物質の移行の実態を明らかにする必要があったことから、平成23年～平成24年に原木から子実体への放射性物質の移行係数（以下「移行係数」という。）を調査・検証し、2.0と設定しました。

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と設定し、林野庁において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いるところです。

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いることや、指標値以内のほだ木を使用してもなお、発生する子実体が一般食品の基準値を超える例もあることから、指標値よりもかなり低い値の原木を使用している生産者がいます。このため、本事業では、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移行係数の再評価を実施しています。

再評価にあたっては、一般的な原木きのこの栽培方法に基づく必要があることから、令和5年度は、前年度に原木の調達から植菌までを実施した移行係数の検証に供するほだ木（以下「検証用ほだ木」という。）の栽培管理を行うとともに、初回発生した子実体の放射性物質濃度の測定を行います。また、移行係数に及ぼす主要な変動要因等の検証を実施するため、植菌済ほだ木の調達及びその子実体の分析も合わせて実施しています。

図 事業の目的（体系）



II. 事業のフローと実施体制

本事業全体の事業フローは次のとおりです。

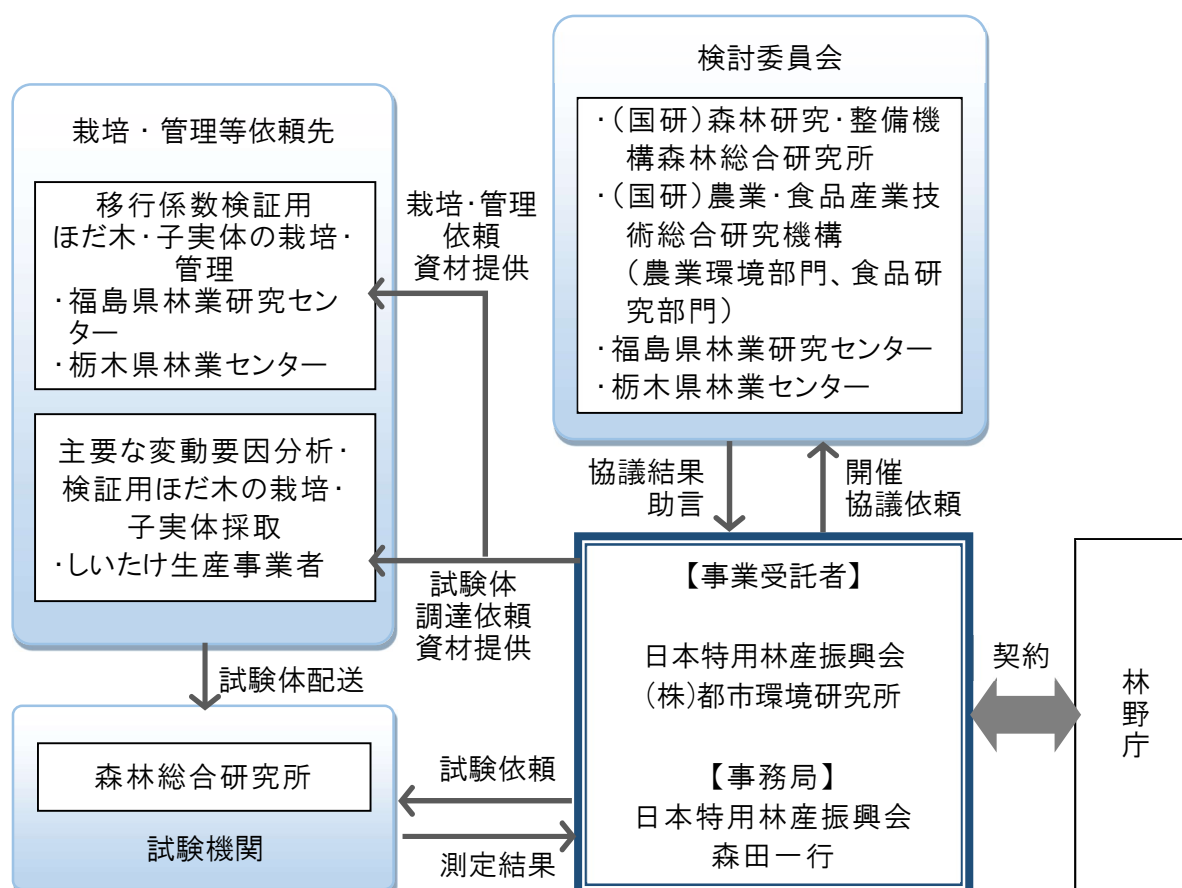
表 事業フロー

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 ↓ (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	(1)経過報告 ・移行係数検証 ・主要な変動要因分析・検証 (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)きのこ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							2回 ↓ ● 第1回 WG	● 第2回 WG					3回 ↓ (1)事業の経過 (2)報告書案について	● 第3回 WG	● 第4回 WG		● 第5回 WG
事業報告書作成												報告書のとりまとめ							

(注) 本事業では、原木から発生した子実体の放射性物質濃度等の計測と分析を実施する予定としていたが、今季は夏の猛暑が続いた上、秋になっても気温が十分に下がらなかったこと等の影響により、1～2か月程度子実体の発生が遅れたため、6月まで事業期間を見直した。

本事業全体の実施体制は次のとおりです。

図 本事業の実施体制



III. 事業内容

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を行うとともに、初回発生した子実体の放射性物質濃度の測定を行うための役割分担や取り組み事項は次のとおりです。

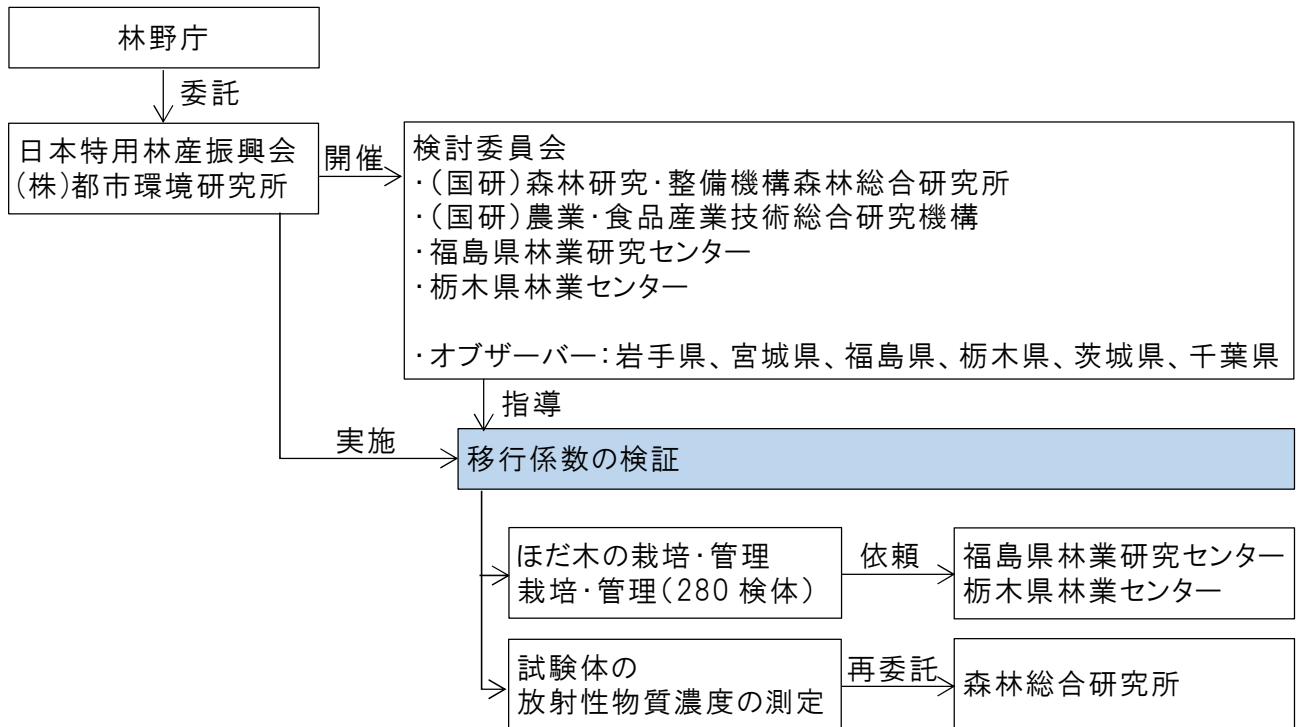


表 連携主体別役割分担

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	子実体の ^{137}Cs 、 ^{133}Cs 、K、N、P 濃度を測定
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 子実体の栽培・管理に必要な資材等の提供 等

(2) 移行係数の検証に供する条件等

① 検証用ほだ木の栽培管理

検証用ほだ木の栽培管理の条件は次のとおりです。

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	・ 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	・ 福島県林業センター、栃木県林業研究センターにて、原木を土壌及び他の原木との接触による追加汚染が起きないように管理を行っている。
iii) 補足的な原木の調達	・ 初回発生及び2回目以降に発生した子実体への移行の状況を検証するため、今年度内に初回発生が予定されるほだ木 10 本を調達し、森林総合研究所内で栽培を開始した。 ・ 2回目発生した移行係数検証用の子実体も採取した。

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

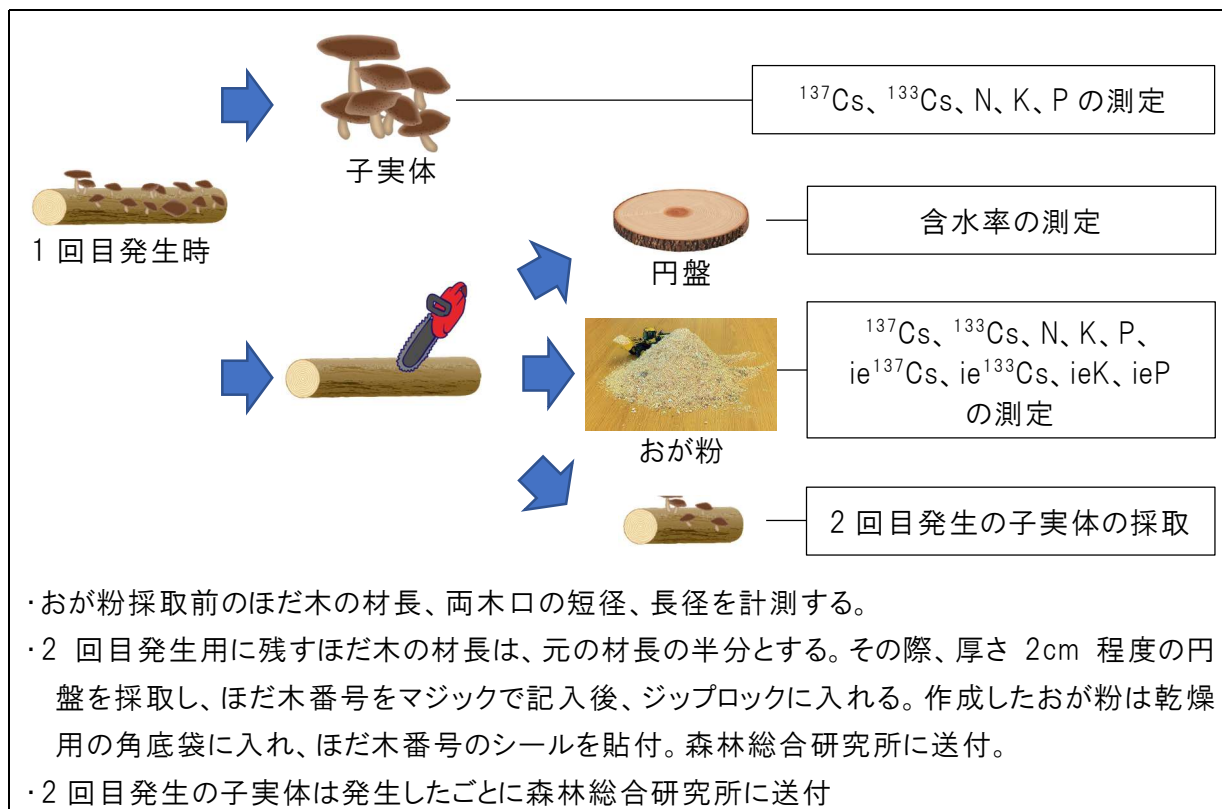
検証用ほだ木から発生した子実体の放射性物質濃度の計測の条件は次のとおりです。

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	・ 検証用ほだ木から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	・ 子実体は初回発生分を八分開きの状態で採取し、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を用いて、放射性物質検査を実施した。

(3) 移行係数検証用ほだ木・子実体の取扱い

福島県林業研究センター及び栃木県林業センターが栽培・管理している移行係数検証用ほだ木・子実体の取り扱いについては次のとおりです。



- ・おが粉採取前のほだ木の材長、両木口の短径、長径を計測する。
- ・2回目発生用に残すほだ木の材長は、元の材長の半分とする。その際、厚さ 2cm 程度の円盤を採取し、ほだ木番号をマジックで記入後、ジップロックに入れる。作成したおが粉は乾燥用の角底袋に入れ、ほだ木番号のシールを貼付。森林総合研究所に送付。
- ・2回目発生の子実体は発生したごとに森林総合研究所に送付

【試料採取の様子（初回発生後のほだ木）】



(4) 実施結果

ア 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
子実体の発生回数の測定結果は次のとおりです。

表 子実体発生回数の測定結果

ほだ木 番号	g	g	mg/kg	g	g	mg/kg	g	g	mg/kg
	1回目 傘生重 量	1回目 傘乾燥 重量	1回目 133Cs 濃度	2回目 傘生重 量	2回目 傘乾燥 重量	2回目 133Cs 濃度	3回目 傘生重 量	3回目 傘乾燥 重量	3回目 133Cs 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

発生回数の子実体のセシウム濃度に与える影響について調査した結果は次のとおりです。

(ア) 実験方法

① 原木の調達

2022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2023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℃、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℃、湿度90%、光照射:17:00~翌日8:00 室温16℃、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℃にて一晩、更に105℃にて一晩乾燥後ミルサーにより粉砕した。

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℃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。

(1) 結果

(中間結果の概要)

➤ 移行係数の評価には1回目に発生した傘のCs濃度を採用するのが妥当と考えられる。

① 発生回数による子実体¹³³Cs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本であったため、8本の結果を示した。各発生回数における子実体¹³³Cs濃度を図1-1に示した。傘¹³³Cs濃度と発生回数間にはFriedman検定により有意差は認められなかった($p=0.149$)。なお、1回目に発生した傘¹³³Cs濃度の中央値(0.55 mg/kg)は2回目(0.45 mg/kg)及び3回目(0.46 mg/kg)より高濃度であることから、移行係数の評価には1回目に発生した傘のCs濃度を採用するのが妥当と考えられる。

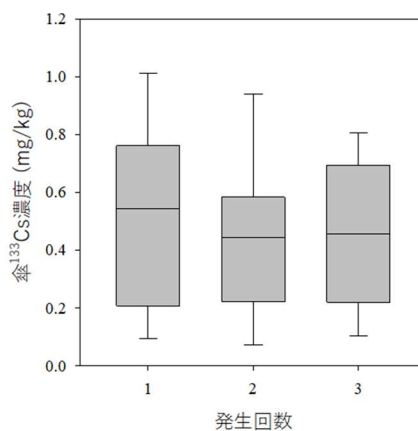


図1-1 各発生回数における傘¹³³Cs濃度

② 子実体収穫量と子実体傘¹³³Cs濃度の関係

各発生回数における乾燥した傘の収穫量を図1-2に示した。1回目、2回目及び3回目における収穫量の中央値はそれぞれ23.3g、35.4g及び9.5gであり、反復測定分散分析により有意差が示されたことから($p=0.004$) Bonferoniの多重比較を行ったところ、1回目と3回目間に有意差は認められなかったが($p=0.223$)、1回目と2回目間($p=0.020$)及び2回目と3回目間($p<0.001$)には有意差が認められた。しいたけの原木栽培では通常2回目の収穫量が最も多いとされており、本試験においても同様の結果が得られた。傘収穫量と¹³³Cs濃度間の関係を図1-3に示した。傘収穫量と傘¹³³Cs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($r=0.124$, $p=0.558$)。本結果からは傘¹³³Cs濃度と傘収穫量間に一定の関係は無いと判断される。

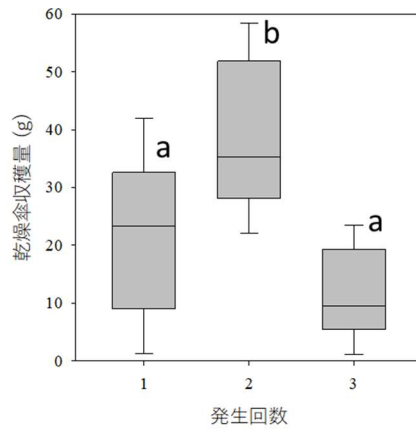


図 1-2 各発生回数における傘収穫量
 ※異なるアルファベットは 5%の危険率で有意差があることを示す。

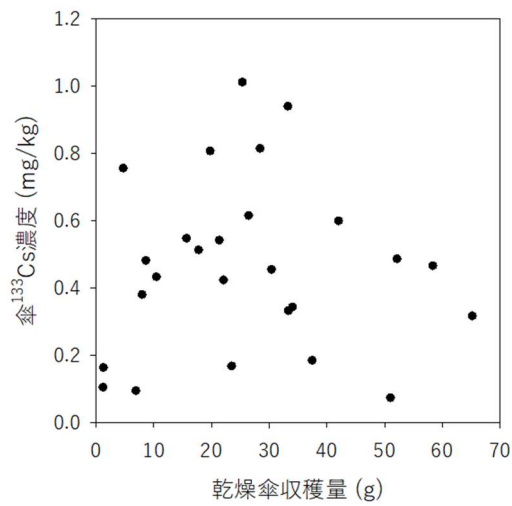


図 1-3 傘収穫量と傘 ¹³³Cs 濃度間関係

イ 移行係数の再評価

移行係数検証用の原木・ほだ木・子実体の測定結果は別表1のとおりです。
移行係数の検証にあたり調査した結果は次のとおりです。

(7) 実験方法

① 試料調整

昨年度調達され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。ほだ木を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。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

昨年度調達した原木280本のイオン交換態放射性セシウム(ie^{137}Cs)、イオン交換態安定セシウム(ie^{133}Cs)、イオン交換態カリウム(ieK)、イオン交換態リン(ieP)及びチッソ(N)濃度を測定した。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}Cs 、 ^{133}Cs 、 ie^{133}Cs 、K、 ieK 、P、 ieP 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}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}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。

(1) 結果

(中間結果の概要)

- ^{137}Cs 及び ^{133}Cs による移行係数の頻度分布から算出した生重量基準における移行係数の暫定平均値及び暫定パーセンタイル値を表 2-1 に示した。

表 2-1 移行係数の暫定平均値及び暫定パーセンタイル値

核種	暫定平均値	暫定パーセンタイル値						
		0	25	50	75	90	95	100
^{137}Cs	4.0	0.3	2.3	3.1	4.1	6.5	8.6	38.0
^{133}Cs	3.5	0.8	2.4	3.0	4.1	5.6	6.3	18.0

① 測定数

昨年度も含めた測定数を表 2-2 に示した。

表 2-2 測定数

分析項目	原木	子実体	ほだ木
^{137}Cs	263	142	84
ie ^{137}Cs	262	—	84
^{133}Cs	280	117	90
ie ^{133}Cs	280	—	90
K	280	117	90
ieK	280	—	90
P	280	117	90
ieP	280	—	90
N	280	89	89
含水率	280	189	168
湿重量密度	280	—	168
乾燥重量密度	280	—	168

※青色のハイライトは昨年度の測定数を示す。

② Cs 移行係数の分布

生重量基準として算出した ^{137}Cs 及び ^{133}Cs の移行係数を対数変換したヒストグラムを図 2-1 に示した。原木栽培しいたけの移行係数分布は対数正規分布すると予想されており、移行係数の分布は対数正規分布に従っているように見えるが、 ^{137}Cs の移行係数を対数変換した分布に対する Shapiro-Wilk normality test の p 値は 0.001 以下、また ^{133}Cs のそれに対する p 値は 0.022 となり、両者とも正規性は認められなかった。また全てのデータが揃っていないこと、また測定値を精査すると外れ値が幾つか認められることから、更なるデータの蓄積とデータクレンジングが必要である。暫定値として生重量基準における ^{137}Cs の移行係数を算出すると暫定 90 パーセンタイル値及び暫定 95 パーセンタイル値はそれぞれ 6.5 及び 8.6 となる。同様に、 ^{133}Cs の移行係数について暫定 90 パーセンタイル値及び暫定 95 パーセンタイル値はそれぞれ 5.6 及び 6.3 となる（表 2-1）。

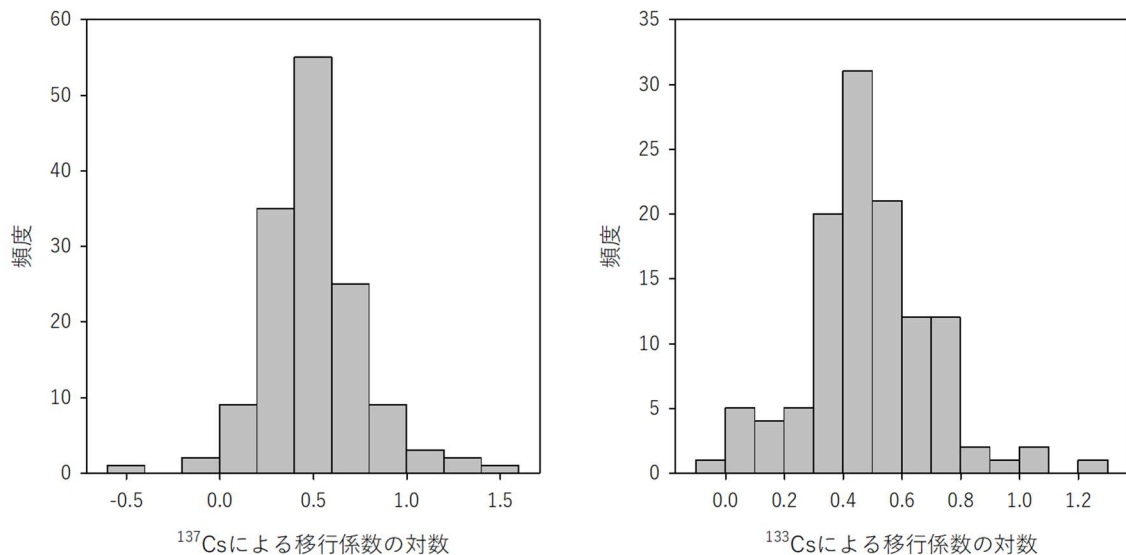


図 2-1 移行係数の分布

③ 子実体発生によるほだ木の Cs 濃度変化

次章の「変動要因の解明」ではほだ木の ^{137}Cs 濃度もしくは ^{133}Cs 濃度をベースとして移行係数を算出しているが、子実体の発生に伴い無視出来ない量の Cs が子実体に移行しており、「変動要因の解明」の成果を「移行係数の再評価」の成果と統合させるには子実体発生によるほだ木の濃度変化を考慮する必要がある。子実体発生による原木の Cs 濃度変化を図 2-2 に示した。 ^{137}Cs 及び ^{133}Cs 濃度変化の平均はそれぞれ 0.984 及び 0.973、並びに標準偏差はそれぞれ 0.341 及び 0.436 であった。子実体による持ち出しに対して、しいたけによる腐朽によりほだ木の乾燥密度は平均 $0.63\text{g}/\text{cm}^3$ から $0.49\text{g}/\text{cm}^3$ へ低下した事に起因すると推測される単位重量当たりの Cs 濃度増加例も見受けられる。Cs 濃度変化の代表値を決定するにはさらに検討が必要である。

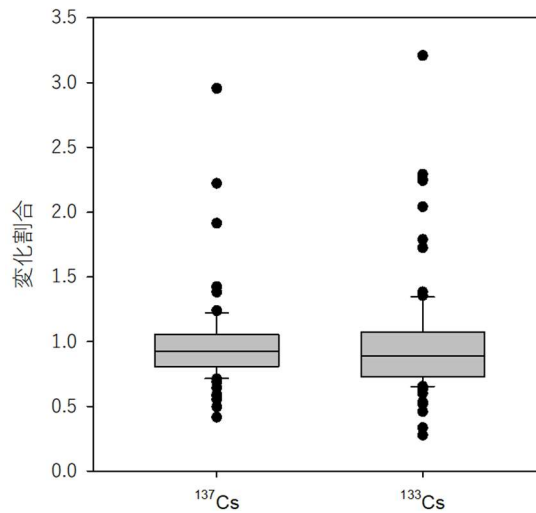


図 2-2 子実体発生による原木 Cs 濃度の変化

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、植菌済の完熟ほだ木を調達し、子実体発生前のほだ木と子実体の放射性物質検査を行い、移行係数の分布概略の把握、移行係数に変動を及ぼす主要な要因及びその変動要因の大きさ等について分析・検証を実施するための、役割分担や取り組み事項は次のとおりです。

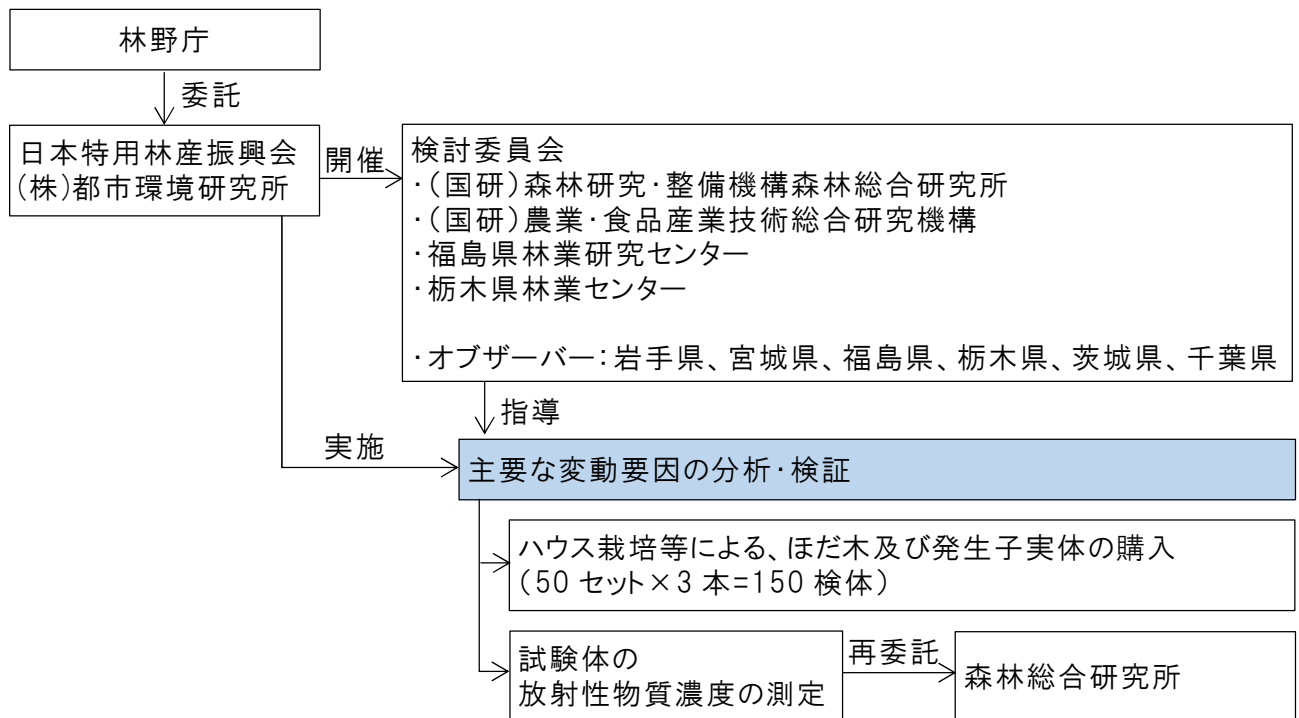


表 連携主体別役割分担

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と発生後のほだ木を確保のうえ、試験機関に配送
森林総合研究所	ほだ木の ^{133}Cs 、K、P、N、 $ie^{133}\text{Cs}$ 、 ieK 、 ieP 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 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

(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

完熟ほだ木の調達の条件は次のとおりです。

表 完熟ほだ木の調達の条件

項目	実施結果
i) ほだ木の調達・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、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。

【しいたけ生産農家へ直接訪問した様子】



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

移行係数に影響を与える可能性の高い物質（以下、「影響物質」という。）の濃度等検査の条件は次のとおりです。

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年度に主要な変動要因分析のために調達した完熟ほだ木（51本）について、影響物質の検査を実施した。 ・ また、令和5年度に主要な変動要因分析のために調達した165本のほだ木及び子実体のうち150本分は影響物質の検査を実施した。 ・ 影響物質の検査を実施した150本分のうち北陸地方からの18本分は放射性物質検査も実施した。

【試料採取の様子】



(3) 主要な変動要因の分析・検証に供する試験体調達のマニュアル



主要な変動要因の分析・検証にあたり、しいたけ生産農家が、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ました。

【一般用】

(原木から子実体への放射性物質の移行に関する実証事業：林野庁委託事業)


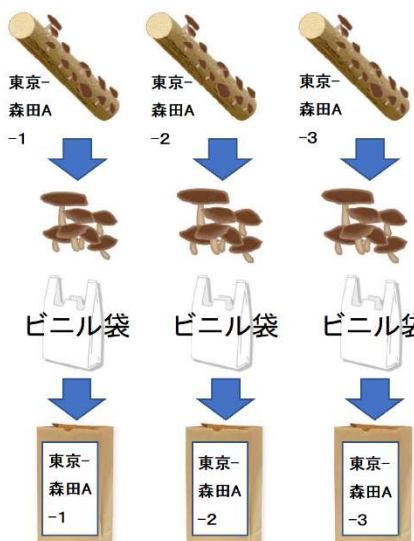
ほだ木と発生子実体の採取 マニュアル【一般用】 1/4

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。  <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>	<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> 
----	---	--

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>※発着するほだ木は、3本とも同じ「発生子実体」(「種菌」のもの)を測定してください。 ※記入しただけ「生産履歴票」は1セットにつき1枚のみで郵送です。 ※「発生子実体」について、詳細が不明の場合は郵送宛名までご連絡ください。</small>	
製造履歴	
生産者名	
セットの記号	
発生子実体後 (輸送方式で区別)	
種	
発生子実体の方法	1 自作 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9枚)
発着実施者	1 自家発着 2 購入ほだ木
子実体の採取期間	月 日 から 月 日

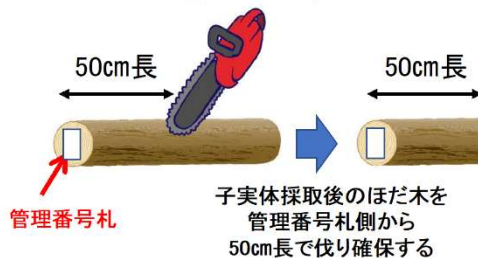


ほだ木と発生子実体の採取 マニュアル【一般用】 4/4

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

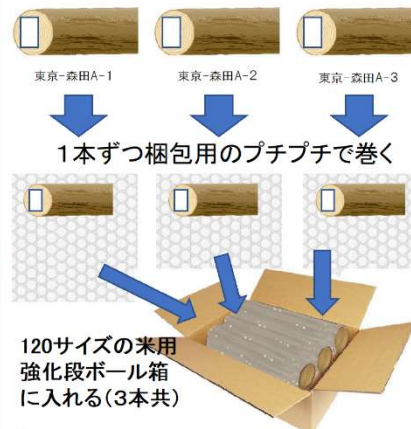
- 【ほだ木から試験体を作成してください】
- ・子実体採取後のほだ木から、50cm程度の長さで切り、試験体とします。



(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
ぎのこ・森林微生物研究領域
領域長 平出政和 宛
電話：029-829-8277

- 【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。



問合せ先：日本特用林産振興会 森田 一行
電話：03-3293-1197
携帯：090-6498-4830

【一般用】

留意点(生産者への説明用)

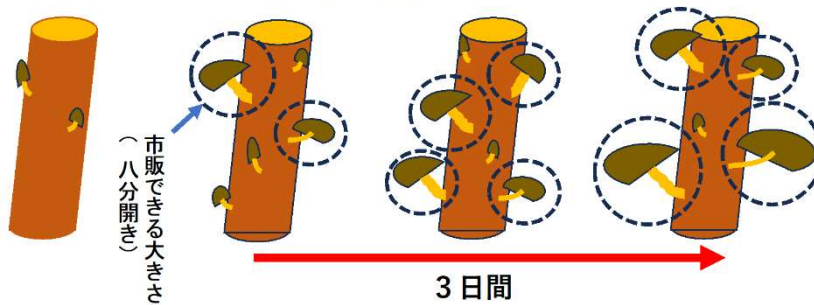
1 確認事項

- (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、

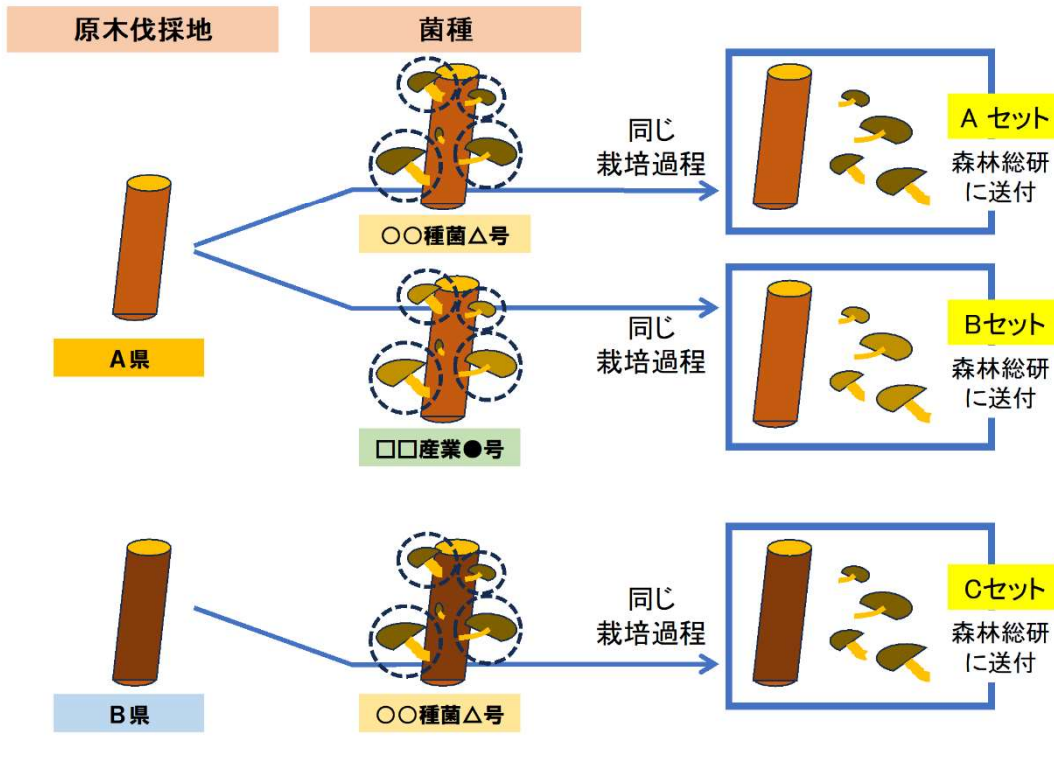
原木伐採地、菌種、栽培過程が同じほだ木、3本からの初回発生子実体を採取する。(これを1セットとする。)

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





【グローバルフォールアウト用】

(原木から子実体への放射性物質の移行に関する実証事業：林野庁委託事業)



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。 <ul style="list-style-type: none"> 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 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。) <p>(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>	<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

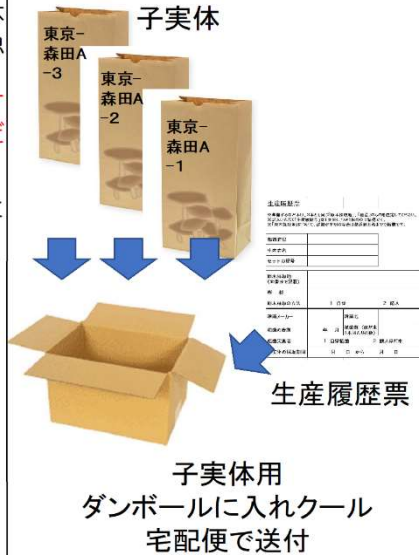
袋に入れた子実体をクール宅配便で送付してください

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	
※申請するほだ木は、ほだ木と同じ「ほだ木採取地」「種菌」(中の全葉を記してください)を記入し、かつ「生産履歴票」は1セットにつき1枚のみで送付です。 ※「採集履歴」については、詳細が不明の場合は採集履歴を記載してください。	
採取年月	
生産者名	
セットの記号	
ほだ木採取地 (市町村まで記載)	
種	
ほだ木採取の方法	1 自伐 2 購入
種菌メーカ	種菌名
採集の時期	年 月 種菌数 (ほだ木 1本あたりに何個)
採集者	1 自採集者 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

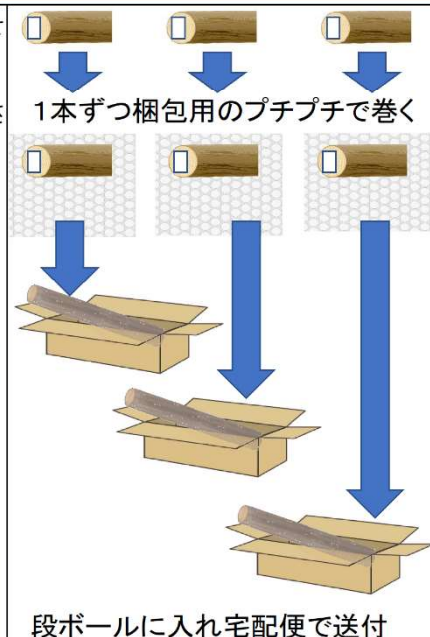
- ・初回発生した子実体採取後のほだ木を、そのまま1本ずつプチプチ緩衝材で巻いて、それぞれ1本ずつを、段ボールに入れて、宅急便で森林総合研究所に送付してください。



(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里1
森林総合研究所
きのこ・森林微生物研究領域
領域長 平出政和 宛
電話：029-829-8277

問合せ先：日本特用林産振興会 森田 一行
電話：03-3293-1197
携帯：090-6498-4830



【グローバルフォールアウト用】

留意点(生産者への説明用)

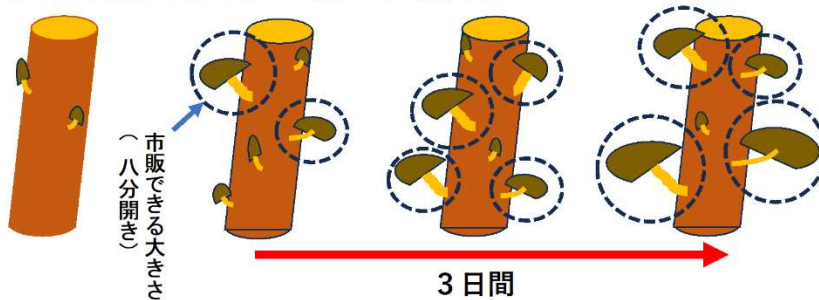
1 確認事項

- (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、

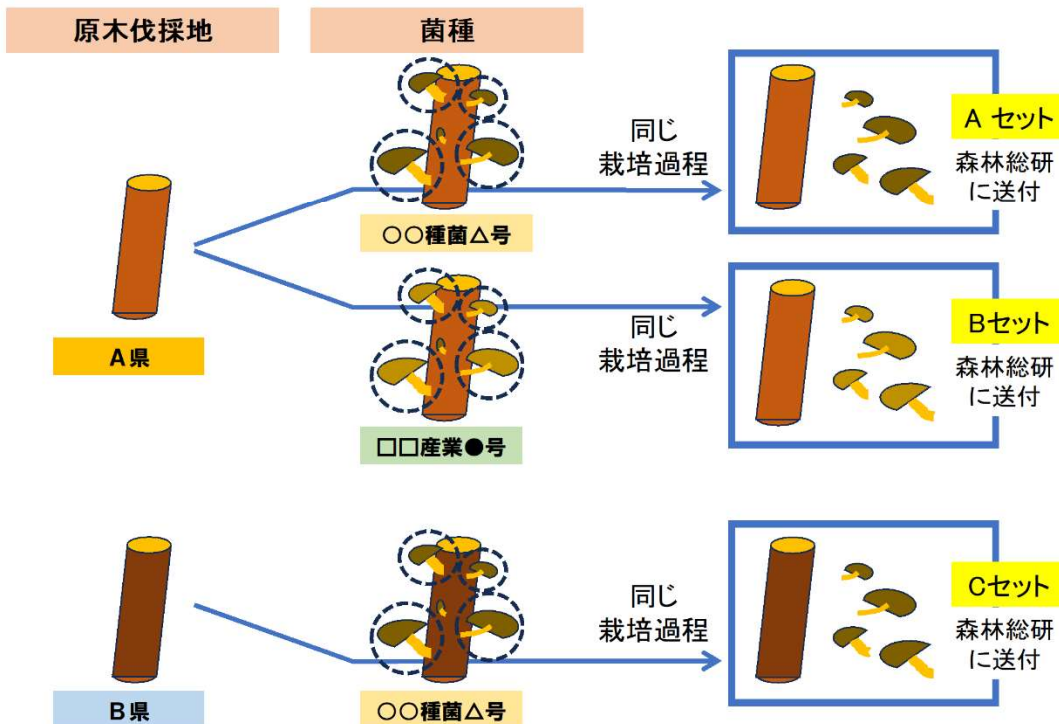
原木伐採地、菌種、栽培過程が同じほだ木、3本からの初回発生子実体を採取する。(これを1セットとする。)

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。

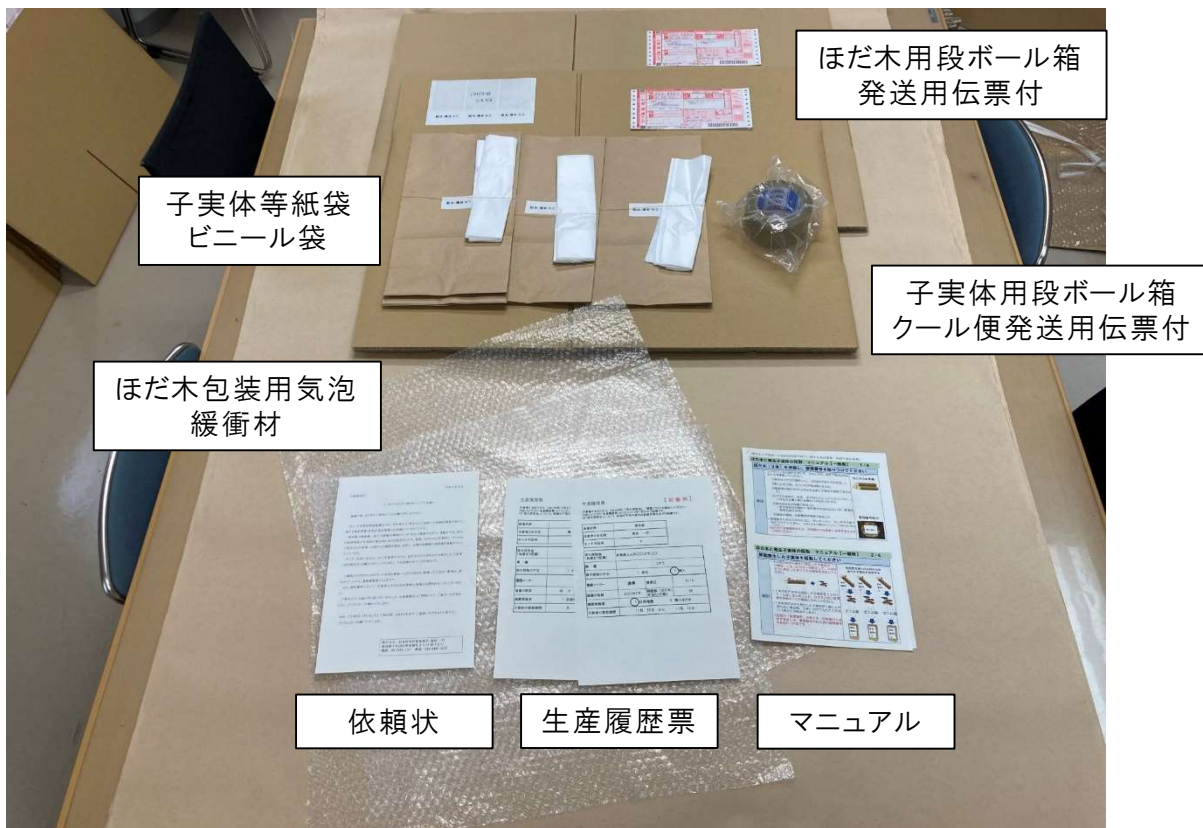


- 3 同じ生産者で、原木採取地、菌種が異なったほだ木・子実体のセットがあれば、なるべく多くのセットを購入させてもらう。

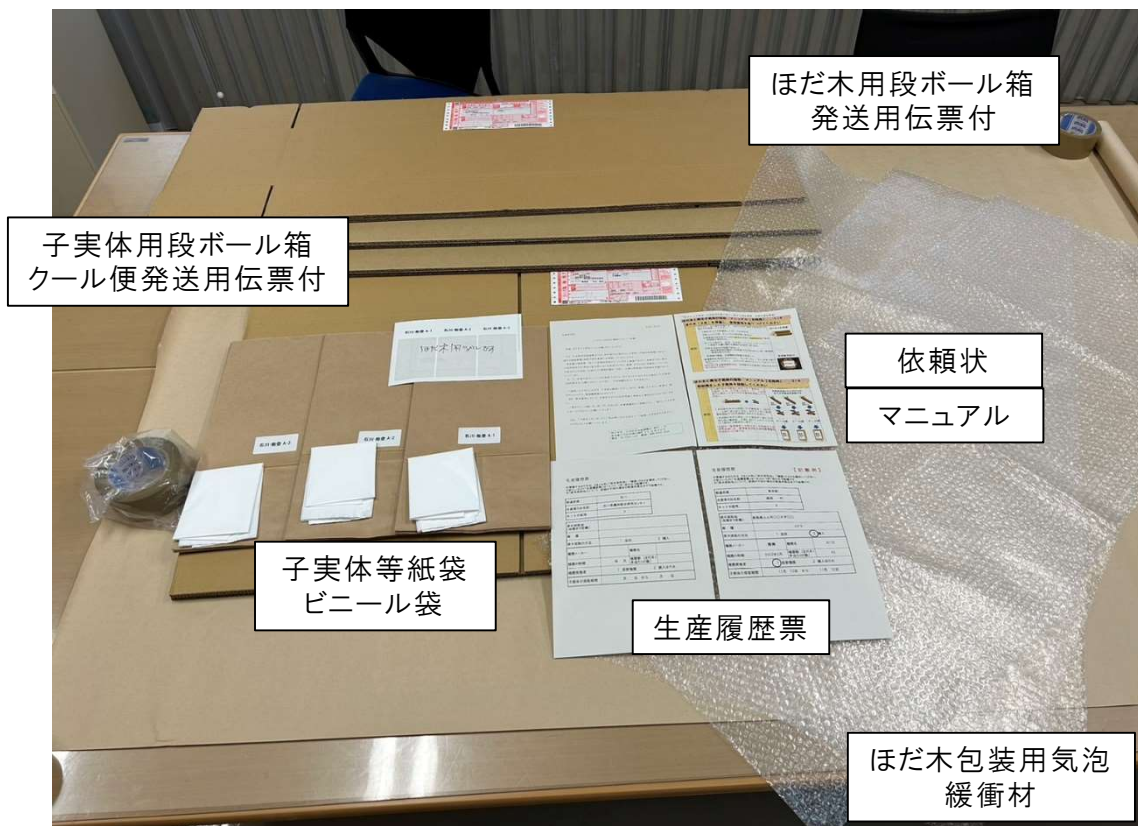
『1セット』の例



【一般用 送付セット】



【グローバルフォールアウト用 送付セット】



(4) 実施結果

ア 変動要因の解明

表 調達結果と測定状況

	2022 年度調達		2023 年度調達	
	子実体	ほだ木	子実体	ほだ木
^{137}Cs	—	—	18/33	18/33
^{133}Cs	51/51	51/51	150/165	150/165
K	51/51	51/51	150/165	150/165
N	51/51	51/51	150/165	150/165
P	51/51	51/51	150/165	150/165
ie ^{133}Cs	—	51/51	—	150/165
ieK	—	51/51	—	150/165
ieP	—	51/51	—	150/165

※青色のハイライトは昨年度の測定数を示す。

主要な変動要因分析・検証用のほだ木・子実体の測定結果は別表2のとおりです。

主要な変動要因の分析・検証にあたり分析した結果は次のとおりです。

(7) 実験方法

① ほだ木及び子実体の調達

日本各地の原木栽培農家 35 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、50 組計 150 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。

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 2 cm 切除した後含水率及び密度を測定するため厚さ約 3 cm の円盤を採取すると共に切断面から 10 cm ごとに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 ^{137}Cs 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 2 cm 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 ^{133}Cs 、K、P、N、 $ie^{133}\text{Cs}$ 、 ieK 及び 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「移行係数の再検証」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 ^{137}Cs 放射能濃度はそれぞれ 2 L マリネリ容器及び U-8 容器を用いて「移行係数の再検証」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「移行係数の再検証」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。

(1) 結果

(中間結果の概要)

- ^{133}Cs による移行係数の頻度分布から算出した生重量基準における暫定平均値及び暫定パーセンタイル値を表 3-1 に示した。

表 3-1 移行係数の暫定平均値及び暫定パーセンタイル値

核種	暫定平均値	暫定パーセンタイル値						
		0	25	50	75	90	95	100
^{133}Cs	3.2	0.5	2.2	3.1	3.8	5.0	5.7	14.9

- ^{133}Cs による移行係数は森林内の ^{137}Cs が定常状態に達した際の ^{137}Cs による移行係数を反映している。
- ^{133}Cs の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。

① ^{133}Cs 移行係数の分布

昨年度は 17 組 51 本を調達したがデータクレンジングの結果 1 組 3 本を除外し、

本年度調達した 50 組 150 本と合わせて 66 組 198 本のデータから ^{133}Cs の移行係数を算出した。原木栽培しいたけの移行係数分布は対数正規分布すると予想されていることから、 ^{133}Cs の移行係数を対数変換したヒストグラムを図 3-1 に示した。移行係数の分布は対数正規分布に従っているように見えるが、Shapiro-Wilk normality test にて p 値は 0.001 以下となり正規性は認められなかった。後述するが測定値を精査すると外れ値が幾つか認められることから、データクレンジングが必要と考えられる。暫定値として生重量基準における暫定 90 パーセンタイル値及び暫定 95 パーセンタイル値を算出するとそれぞれ 5.0 及び 5.7 となる（表 3-1）。

「移行係数の再検証」にて得られた子実体発生によるほだ木の ^{133}Cs 濃度の平均変化率 0.973 を上記ほだ木の ^{133}Cs 移行係数に当てはめると推測される原木の ^{133}Cs 移行係数の暫定 90 パーセンタイル値は 5.1 及び暫定 95 パーセンタイル値は 5.9 となり、「移行係数の再検証」にて得られた ^{133}Cs 移行係数の暫定 90 パーセンタイル値である 5.6 及び暫定 95 パーセンタイル値である 6.3 に近いことから、ほだ木の移行係数から原木の移行係数をある程度推測可能と考えられる。

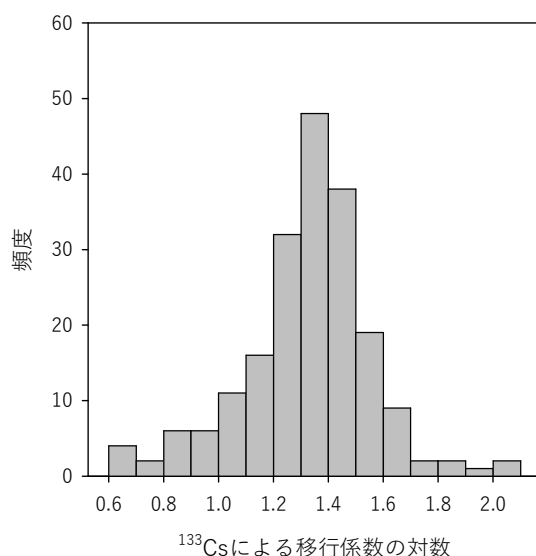


図 3-1 ^{133}Cs 濃度による移行係数の分布

② 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

原発事故から 10 年以上経過したが森林内の ^{137}Cs は未だに定常状態に達していないとされており、 ^{137}Cs による移行係数は今後変化すると推測される。一方、森林内の ^{133}Cs は定常状態に達しており、森林内の ^{137}Cs が定常状態に達した際の ^{137}Cs による移行係数と ^{133}Cs による移行係数は等しくなると推測されているが確認されていない。北陸地方における福島第一原発事故の影響は小さいが、1950 年代から 1960 年代にかけて行われた大気圏核実験によるグローバルフォールアウトの影響は残存しており、大気圏核実験から半世紀以上経過していることから、この地方の ^{137}Cs は定常状態に達していると推測される。北陸地方より得られた試料の ^{137}Cs 及び ^{133}Cs の移行係数を算出し、その対数によるヒストグラムを図 3-2 に、また移行係数間の関係を図 3-3 に示した。試料数は少ないが、両者の分布は近似しており、また回帰直線 ($y = 1.04x - 0.07$, $r = 0.841$, $p < 0.001$) の傾きも 1 に近似していた。表 3-2 には各核種

の平均値及び中央値示したが、両者は近似しており、また対応のある t 検定においても両者間に有意差は認められなかった ($p=0.121$)。これまでの仮説通り、 ^{133}Cs による移行係数は森林内の ^{137}Cs が定常状態に達した際の ^{137}Cs による移行係数を反映していると考えるのが妥当である。

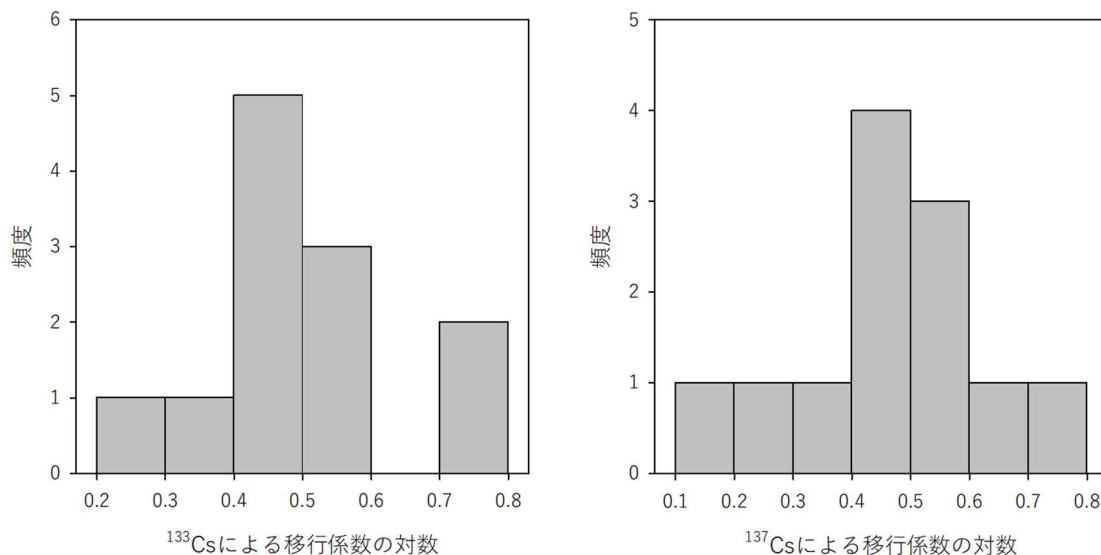


図 3-2 北陸地方の試料から得られた移行係数の分布

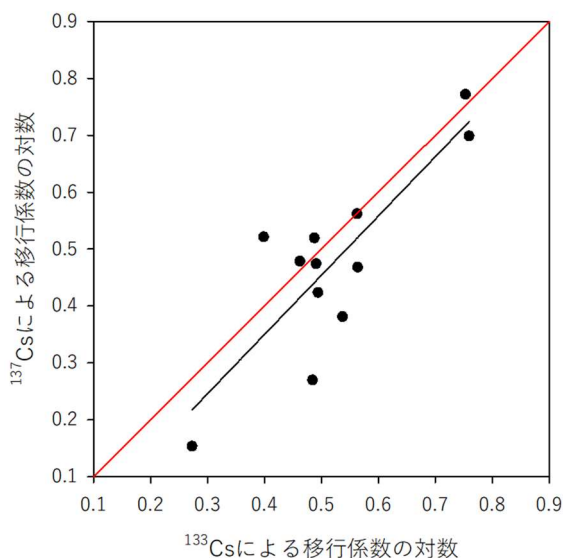


図 3-3 北陸地方より得られた試料の ^{133}Cs 及び ^{137}Cs による移行係数の関係
赤線は $y = x$ を示す。

黒線は回帰直線 $y = 1.04x - 0.07$ ($r=0.841$ 、 $p<0.001$) を示す。

表 3-2 北陸地方より得られた試料の移行係数

核種	平均値	中央値
^{133}Cs	3.3 (1.4)	3.1
^{137}Cs	3.0 (1.5)	3.0

※括弧内の数字は標準偏差を示す。

③ 移行係数に影響を与える要因

移行係数を変動させる要因はK、P及びNと推測されている。また、移行係数に影響を与える要因を解明するにあたり、ほだ木に含まれている全元素濃度よりもイオン交換態元素濃度を用いた方がより事象を反映しているとされている。そのため変動要因についてはイオン交換態元素濃度によって検討した。表3-3に $ie^{133}Cs$ による移行係数の対数と ieK 、 ieP 及びN濃度間におけるPearsonの相関係数を示した。 $ie^{133}Cs$ による移行係数の対数は ieK 、 ieP 及びN濃度と有意な負の相関関係にあることが明らかとなった(全て $p<0.001$)。しかし、 ieK 、 ieP 及びN濃度間にも有意な相関関係が示されており、これらの相関には疑似相関が含まれている可能性がある。そのため、相関関係を求める2要因以外の要因の影響を取り除いた偏相関を表3-4に示した。 $ie^{133}Cs$ による移行係数の対数と ieK 及びN濃度には有意な負の相関関係が認められたが(共に $p<0.001$)、 $ie^{133}Cs$ による移行係数の対数と ieP 間には有意な相関関係は認められなかった($p=0.246$)。 $ie^{133}Cs$ による移行係数の対数と ieK 及びN濃度に対しては($y = -0.440ieK - 0.633N + 1.762$, $r=0.525$, $p<0.001$)とする重回帰直線が得られたことから、全体的な傾向として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と推測される。

表3-3 イオン交換態による ^{133}Cs の移行係数と各イオン交換態元素濃度との相関係数

	ieK	ieP	N
$ie^{133}CsTF$	-0.379($p<0.001$)	-0.376($p<0.001$)	-0.440($p<0.001$)
ieK		0.342($p<0.001$)	0.228($p=0.001$)
ieP			0.590($p<0.001$)

※TFは移行係数を示す。

表3-4 イオン交換態による ^{133}Cs の移行係数と各イオン交換態元素濃度との偏相関係数

	ieK	ieP	N
$ie^{133}CsTF$	-0.291($p<0.001$)	-0.083($p=0.246$)	-0.294($p<0.001$)
ieK		0.227($p=0.457$)	-0.053($p<0.001$)
ieP			0.509($p<0.001$)

※TFは移行係数を示す。

④ 外れ値

全体的な傾向として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から、菌株毎においても移行係数の対数と ieK 及び N 濃度間には負の相関関係が存在すると推測される。しかし、図 3-4 に示すように幾つかの菌株には有意な相関関係が認められなかった。本菌株から得られた重回帰直線は ($y = 1.123ieK - 2.188N + 2.188$, $r=0.428$, $p=0.738$) であり、外れ値が存在していると推測される。このような外れ値が 18 個確認されており、データクレンジングもしくは再測定が必要である。

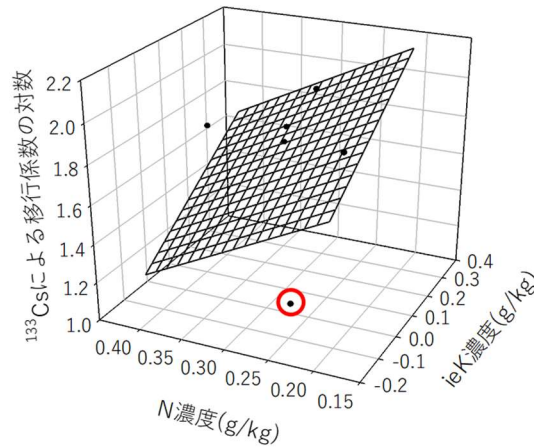


図 3-4 外れ値と推測される例

※赤丸のデータは外れ値と推測される。

3. 検討委員会の設置・運営

1及び2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、開催しました。

(1) 委員会名簿

委員会等名簿は次のとおりです。

〈令和5年度〉

表 委員会名簿

氏名	所属
平出 政和	(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 きのこ・森林微生物研究領域 きのこ研究室 主任研究員
三浦 覚	(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 研究専門員
山村 光司	(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境部門 土壌環境管理研究領域 農業環境情報グループ
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 食品流通・安全研究領域 食品安全・信頼グループ
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 特別研究員

表 オブザーバー

氏名	所属
押切 望美	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
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
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
椎名 康一	千葉県農林水産部 森林課 森林経営管理室長

表 発注機関

氏名	所属
塚田 直子	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 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
吉田 正博	林野庁特用林産対策室 特用林産加工輸出班 課長補佐
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
浅浦 宏美	林野庁特用林産対策室 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 特用林産物安全推進指導官

表 事務局

氏名	所属	氏名	所属
森田 一行	日本特用林産振興会	谷口 雅彦	(株)都市環境研究所
大野 美詠	日本特用林産振興会	関 宏光	(株)都市環境研究所
柴田 章道	日本特用林産振興会	板倉 知里	(株)都市環境研究所

<令和6年度>

表 委員会名簿

氏名	所属
平出 政和	(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	(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 研究専門員
山村 光司	(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境部門 土壌環境管理研究領域 農業環境情報グループ
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
松田 悟	岩手県農林水産部 林業振興課 主任主査
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
渡辺 真紀夫	福島県農林水産部 森林林業総室林業振興課 主任主査
西丸 昂汰	茨城県農林水産部 林政課 主任
杉本 恵理子	栃木県環境森林部 木材産業課 主任
島袋 燎太	千葉県農林水産部 森林課森林経営管理室 主事
宮内 総介	群馬県環境森林部 森林局林業振興局 主任

表 発注機関

氏名	所属
竹内 学	林野庁特用林産対策室 室長
永島 瑠美	林野庁特用林産対策室 特用林産企画班 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
中川 明洋	林野庁特用林産対策室 特用林産加工輸出班 課長補佐
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 特用林産物安全推進指導官

表 事務局

氏名	所属	氏名	所属
森田 一行	日本特用林産振興会	谷口 雅彦	(株)都市環境研究所
大野 美詠	日本特用林産振興会	関 宏光	(株)都市環境研究所
柴田 章道	日本特用林産振興会	板倉 知里	(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です。

表 委員会開催結果

	検討委員会	日程	協議事項書
①	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
②	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
③	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) きのこ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
④	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
⑤	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
⑥	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
⑦	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
⑧	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

① 第1回検討委員会

第1回検討委員会の概要は次のとおりです。

表 第1回検討委員会の概要

項目	内容
概要	令和5年6月21日(水) 15:00~17:00
会議形式	対面会議
出席者	委員：平出、小松、三浦、山村、八戸、小林、石川 オブザーバー：押切、金野、小林、西丸、大塚 発注者：塚田、石内、長濱、吉田、末永、鳥越 事務局：森田、大野、柴田、谷口、板倉
決定事項	(2) 令和4年度事業の実施内容と結果 ・原木の移行係数を定める際、原木の含水率は個体ごとにばらつき現場で測るのが難しいため、平均的な原木の含水率を定め、絶乾状態の移行係数値を平均的含水率で換算して原木時の含水率の指標値を設定する。 (3) 令和5年度事業の計画案 ・主要な変動要因で、グローバルフォールアウトの影響を評価するため、サンプルを調達する。 ・後戻りしないよう、P等についてもできる限り分析を行う。 ・主要な変動要因は、研究的要素も含み、部位別に検討する必要があるが、辺材の測定など現場で適用できない事は想定しない。
課題・要検討事項	(2) 令和4年度事業の実施内容と結果 ・含水率の測り方や条件のルールを共有する。 (3) 令和5年度事業の計画案 ・グローバルフォールアウトのサンプルで、郵送も含め1mの材を確保できるか検討する。 ・主要な変動要因で、昨年度は初回発生子実体の採取量が多すぎる地域がみられた。事務局から生産者に採取方法の説明を行う。

② 第1回ワーキンググループ

第1回ワーキンググループの概要は次のとおりです。

表 第1回ワーキンググループの概要

項目	内容
概要	令和5年10月6日(金) 10:00~12:00
会議形式	オンライン会議
出席者	委員：平出、小松、三浦、山村、八戸、小林、石川 発注者：塚田、石内、長濱、浅浦、鳥越 事務局：森田、大野、柴田、板倉
決定事項	(4) その他 ・移行係数検証用の発生は、地域事情に合わせ、生産者が通常栽培している方法で発生させる。子実体を採取する時期は主要な変動要因と同様、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する。
課題・要検討事項	(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 ・種菌や原木採取地はサンプルが届いた時点で委員に共有し、各委員が分析する。 ・移行係数検証用で、寒さで子実体が自然発生する可能性があるが、初回発生データとして取り置くか検討する。 (3) 追加試験の実施について ・初回発生した子実体が1番濃度が高くなることを検証するため、完熟ほだ木を10本購入し栽培している。

③ 第2回検討委員会

第2回検討委員会の概要は次のとおりです。

表 第2回検討委員会の概要

項目	内容
概要	令和5年12月13日(水) 14:00~17:00
会議形式	対面会議
出席者	委員：平出、小松、三浦、山村、八戸、小林、石川 オブザーバー：押切、金野、西丸、大塚 発注者：塚田、石内、長濱、浅浦、鳥越 事務局：森田、大野、柴田、谷口、板倉
決定事項	(1) 経過報告 ・濃度が薄く子実体の ¹³⁷ Csの計測が難しいものは分析から外す。 (5) その他 ・分析データを委員で共有することは問題ない。
課題・要検討事項	(2) 発生回数と移行の関係について ・本事業で初回と2回目の発生を比較し初回発生した子実体の濃度が基本的に高いことを検証する必要があるのか検討する。また、2回目の子実体濃度を計測する場合、その際のほだ木の濃度も計測する必要があるか検討する。結論が出るまでに発生した子実体は採取しておく。 (5) その他 ・データを学会発表等で活用することに関し、第三者に対して不利益を講ずることは避けたいため記載内容を見ながら林野庁が検討する。 ・今年度中に分析が完了する部分や残る部分、追加する部分を検討する。

④ 第2回ワーキンググループ

第2回ワーキンググループの概要は次のとおりです。

表 第2回ワーキンググループの概要

項目	内容
概要	令和5年12月21日(木) 16:00~18:00
会議形式	オンライン会議
出席者	委員：平出、小松、三浦、山村、小林、石川 発注者：塚田、石内、長濱、吉田、浅浦、鳥越 事務局：森田、大野、柴田、谷口、板倉
決定事項	(1) 移行係数検証用ほだ木・子実体の取扱いについて ・1回目発生が終わった段階でほだ木の残長さが50cmを目途におが粉を採取する。採取前後で長さや両木口の周辺長を測定する。 (2) 変動要因分析・検証のための調査の進め方について ・原木中の元素の分布を調べるためにK、P、Nを測定する。
課題・要検討事項	(2) 変動要因分析・検証のための調査の進め方について ・グローバルフォールアウトを含め、主要な変動要因のサンプル数を追加する。 ・分析方法はワーキンググループ等で継続協議する。

⑤ 第3回ワーキンググループ

第3回ワーキンググループの概要は次のとおりです。

表 第3回ワーキンググループの概要

項目	内容
概要	令和6年2月21日(水) 10:00~12:00
会議形式	オンライン会議
出席者	委員：小松、三浦、山村、八戸、小林、石川 発注者：塚田、石内、長濱、吉田、浅浦、鳥越 事務局：森田、大野、柴田、谷口、板倉
決定事項	(1) 移行係数検証用ほだ木・子実体の採取について ・初回と2回目の発生を比較し初回発生した子実体の濃度が基本的に高いことを検証するため、2回目発生の子実体も採取し分析する。2回目発生後のほだ木は分析しない。 (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 ・グローバルフォールアウトのサンプル数が少ないが、主要な変動要因で調達した鳥取県の子実体もグローバルフォールアウトとして活用する。 (4) 取りまとめの方向について ・スケジュールの第3回検討委員会と第4回ワーキンググループを入れ替え、次回ワーキンググループを4月末に開催する。
課題・要検討事項	(3) 分析の状況について ・移行係数検証用で今年度業務契約である84検体の分析が完了できるか検討する。 (4) 取りまとめの方向について ・分析するにあたり、データをどの時点で区切るか検討する。

⑥ 第4回ワーキンググループ

第4回ワーキンググループの概要は次のとおりです。

表 第4回ワーキンググループの概要

項目	内容
概要	令和6年4月24日(水) 13:30~16:00
会議形式	対面会議(オンライン含む)
出席者	委員：平出、小松、三浦、山村、八戸、小林、石川 発注者：竹内、永島、長濱、中川、吉田、鈴木 事務局：森田、大野、柴田、谷口、板倉
決定事項	(4) 報告書(案)について ・3ヵ年事業の中間報告として報告書を取りまとめる。
課題・要検討事項	(3) 分析の状況について ・様々な基準値がどのように評価されているか参照し、得られる複数の分析結果をどう活用するか林野庁で検討する。

⑦ 第5回ワーキンググループ

第5回ワーキンググループの概要は次のとおりです。

表 第5回ワーキンググループの概要

項目	内容
概要	令和6年5月22日(水) 13:30~16:00
会議形式	オンライン会議
出席者	委員：平出、小松、三浦、山村、八戸、小林、石川 発注者：竹内、永島、長濱、中川、吉田、鈴木 事務局：森田、大野、柴田、板倉
決定事項	(3) 分析の状況について ・今年度の委託契約上の分析は全て完了した。
課題・要検討事項	(1) 移行係数検証用ほだ木・子実体の採取について ・子実体の2回目発生のピークが見られず、まばらに発生している。2回目の発生を明確に判定できないため、複数回子実体が発生したほだ木を数本選抜し、子実体傘の ¹³⁷ Cs放射能濃度および ¹³³ Cs濃度に絞って経時的な変化を測定し、1回目に発生した子実体傘の ¹³⁷ Cs放射能濃度を採用するのが適切か検討する。 (4) 報告書(案)について ・測定結果一覧表を公表版でも掲載するか検討する。また、風評被害にならないよう種菌名や原木産地の記載は十分配慮する。

⑧ 第3回検討委員会

第3回検討委員会の概要は次のとおりです。

表 第3回検討委員会の概要

項目	内容
概要	令和6年6月12日(水) 13:30~15:30
会議形式	対面会議(オンライン含む)
出席者	委員：平出、小松、三浦、山村、八戸、小林、石川 オブザーバー：松田、平塚、渡辺、西丸、杉本、島袋、宮内 発注者：竹内、永島、長濱、中川、吉田、鈴木 事務局：森田、大野、柴田、谷口、板倉
決定事項	(5) 報告書(案) ・移行係数の検証、主要な変動要因ともに全てのデータが揃っていないこと、また風評被害にならないよう種菌名や原木産地は明記せず、現段階で得られた結果の報告とする。
課題・要検討事項	(2) 移行係数検証用の子実体の採取状況について ・移行係数に原木の影響があるのか、その影響を切り分けたほうが良いのかは、全てのデータが揃った段階で検討する。 (6) 令和6年度事業計画 ・前回の移行係数2.0と令和6年度で得られる移行係数では、そもそもの調査の仕方が異なる。数値が一人歩きせず、生産者の理解を得られるよう説明する必要がある。

□ 参考資料

1. 前年度までの事業の概要

□ 令和3年度事業の概要

「令和3年度原木から子実体への放射性物質の移行係数検証に向けた実施計画策定事業」において整理した移行係数の検証のための実施計画の主な内容は次のとおりです。

(1) 検証に供する原木の採取条件

① 地域

- 可能な限り東日本地域の複数の県における原木林から調達することが望ましい。
- 原木の放射能濃度の関係から地域的な偏りがないよう配慮する必要がある。
- 栽培試験用の原木をどこから調達したかは、栽培試験として解析する上ではロットごとに管理する。

② 林齢

- 一般的に生産に供される林齢（20年生程度まで）の原木とする。

③ 胸高直径

- 一般的に生産に供される胸高直径（6～20cm程度まで）の原木とする。

④ 地形

- 可能な限り尾根部、谷筋など地況の異なる原木林から調達することが望ましいが、重視する必要はない。
- 2段サンプリングをする際の1地点1ロット内で原木を抽出する際は、互いに離れた異なる原木運搬カーゴから1本ずつ取り出すなど、ランダム化を図る工夫が必要。

⑤ 伐採時期

- 10月～11月とする。

⑥ 空間線量率

- 原木の採取にあたって考慮しないが、原木林の空間線量率は基本情報として平均的な空間線量率は計測・記録する。

⑦ 原木の放射能濃度

- 生産者への調査を行った結果、0-20Bq/kgの原木を使用している割合が80.5%を占める。現状に即した原木のデータを採ることが重要なので、この範囲での放射能濃度の原木を試験に共するものとする。但し、検出限界以下の原木は統計的な解析処理を複雑・困難にするため、試料となる原木と発生する子実体の両方が、セットで放射能濃度を定量できることを条件とする。

⑧ 原木の含水率

- 放射能濃度は、子実体も原木も絶乾をベースにした値とする。
- 含水率は接種前に計測するものとする。
- 原木については質重量と絶乾重量を計測し、実態として利用している原木の含水率の分布を把握した上で、平均的な含水率を決める。

⑨ 原木の保管方法

- ・伐採後の原木の保管にあたっては、土の上に直接置かず、コンクリートブロックを敷いた上に置くなど、土壌との接触を避ける。

⑩ 本数

- ・統計的に有意なデータが得られるためには、信頼区間に応じて以下のサンプル数が必要であることが明らかになった。

A 案 37 地点から各 12 本を採取.....444 本

B 案 13 地点から各 15 本を採取.....195 本

C 案 8 地点から各 15 本を採取.....120 本

- ・統計的な本数の根拠については、p58 の「移行係数の推定に必要なサンプル数(4)」を参照。A 案は 90～111%の信頼区間とした場合、統計的には 37 地点×10 本となるが、子実体が発生しない場合などを勘案し、12 本とした。同様に、C 案では 80～125%の信頼区間とした場合は 8 地点×13 本となるが、2 本増やし 15 本とした。B 案は A 案と B 案の中間をとって概ね 200 本採取することを念頭に地点数を割り出した。

⑪ 玉切りの位置

- ・特に指定しない

⑫ 樹種

- ・先行調査によれば、樹種による移行係数の傾向の違いは見いだせないことから、樹種は問わない。ただし、樹種はクヌギもしくはコナラとする。

⑬ 検体の採取と分析

- ・原木のサンプルは、伐倒直後やほだ木として玉切りした後、原木の上端・下端をチェーンソーで削って U-8 容器に詰めて分析機関に送る。各原木の放射能濃度は両者を混合した木粉の分析値とする。

⑭ その他

- ・移行係数に影響を与える変動要因が重要。先行研究により、原木中のカリウム濃度が移行係数に関わっていることが明らかとなっていることから、原木のカリウム濃度の分析を行う。

(2) 検証に供する種菌、植菌時期、植菌数

① 種菌

- ・原木しいたけ栽培に関するアンケート集計結果を参考に、生産者が多く使用している種菌などを含め複数の種菌を使用するのが望ましい。

② 植菌時期

- ・3 月～4 月

③ 植菌数

- ・種菌メーカーで推奨している植菌数に従う。

(3) ほだ木の管理方法等

① ほだ木の管理方法

- ・ほだ木は、個別にナンバリングして管理を行う。

② 追加汚染防止措置

- 追加汚染の影響を切り分けるため、土壌との接触等を避けた環境での栽培が必須。
 - 種菌接種後、栽培環境からの追加汚染がない施設を利用する。
- ③ 栽培方法
- 施設内での慣行栽培に従う。
- ④ 栽培地域の検討
- 試験研究機関や生産者など可能な限り多くの地点・地域の協力を得る。
 - 管理体制としては次年度以降も検討が必要。
- (4) 分析する子実体の採取位置、採取回数、含水率
- ① 子実体の採取位置
- 採取位置は問わない。
 - 生産現場の実態を勘案し、いわゆる「八分開き」を目安に採取する。
- ② 採取回数
- 菌を接種後に初回発生した子実体をすべて採取する。最初の採取から最後の採取までの期間は3日以内とし、これらをまとめて一つの検体とする。
- ③ 子実体の含水率
- 分析する前の生重量、分析した時の重量、分析したものの含水率を計測する。
 - 放射能濃度は、子実体も原木も絶乾をベースにした値とするものの、子実体について表記する際は食品成分表の記載に準ずる（最新の八訂では生しいたけの100g中の水分は91.5g）。
- ④ サンプル数
- 原木のサンプル数と同様とし、1本の原木に対して、そこから採取した子実体を1検体とする。
- (5) 子実体の検査方法、検査機器の種類、回数
- ① 子実体の検査方法
- 初回発生分を採取し、分析機関に放射性セシウム放射能濃度等の測定を依頼する。
 - 原木栽培の可食部は傘であり、傘の部分の方が柄よりも若干放射性セシウム放射能濃度が高いため、柄の部分は切除する。
- ② 検査機器の種類
- 放射能濃度の測定にはゲルマニウム半導体検出器を用いる。
- ③ 分析対象物質
- セシウム 137、セシウム 133、カリウムの3種とする。併せて質重量、絶乾重量、含水率を測定し、検体ごとに記録する。
 - 一般食品の基準値である 100Bq/kg はセシウム 134 と 137 の合計であるが、134 はほとんど検出されないため測定は不要とする。
- (6) 検査結果の分析と評価手法、補正係数の検討
- ① 検査結果の分析と評価手法
- 原木及び子実体それぞれのセシウム 137、セシウム 133 により移行係数を求め、さらに統計的な手法を用いて、100Bq/kg 以下の安全なしいたけが栽培できる原

木の指標値を提案する。

- また、セシウム 133 の移行係数を算出することで、将来、セシウム 137 の移行係数がどのように収束していくかを推定する。

(7) 調査方法の概要、作業工程表、作業チェックリスト

① 調査方法の概要

[1 年目（令和 4 年度）]

○1 年目前半

1a) 移行係数の分布概略を把握し、主要な変動要因（原木の採取場所、菌株の種類等）とその変動要因の大きさを相対的に比較できるように、子実体発生前のほだ木を調達し、子実体発生前のほだ木と、初回発生の子実体の分析を行う。

○1 年目後半

1a) の分析結果を解析し、それに基づいて、1b) 原木の調達、栽培管理の協力依頼等、新たな原木栽培試験の仕込みをすることを基本とする。

[2 年目（令和 5 年度）]

1a) の解析の結果、検討が不足していると考えられるところを中心に、1a) と同じような手法あるいはさらに工夫した手法で、子実体発生前のほだ木と、初回発生の子実体の分析、さらに必要があれば、原木だけの分析を行う。その際、3 年目に子実体の発生を得て、全国統一の移行係数の代表値とその不確かさ（分散、ばらつき）の評価に活用できるような調査を行う。

[3 年目（令和 6 年度）]

1 年目に 1b) で植菌したほだ木から発生した子実体を採取・分析し、1a) と 2 年目の調査分析結果の解析に基づいた、解析手法の選択や補正などを工夫して、

- 原発事故後 12 年目時点の原木きのご栽培における移行係数の代表値と、上側 95% 推定値を確定する。
- 原発事故後 20 年目以降に直接汚染されていない原木を利用した場合の移行係数の代表値と上側 95% 推定値を確定する。

本事業ではセシウム 137 による移行係数評価と、セシウム 133 による移行係数評価を検討するが、両者に有意な違いがなければ、それを日本の原木きのご栽培における全国統一の移行係数とすればよく、指標値の算出に利用することが可能となる。

但し、有意な乖離が生じる可能性は否定できず、調査分析や試験を実施する中で検証を行うものとする。

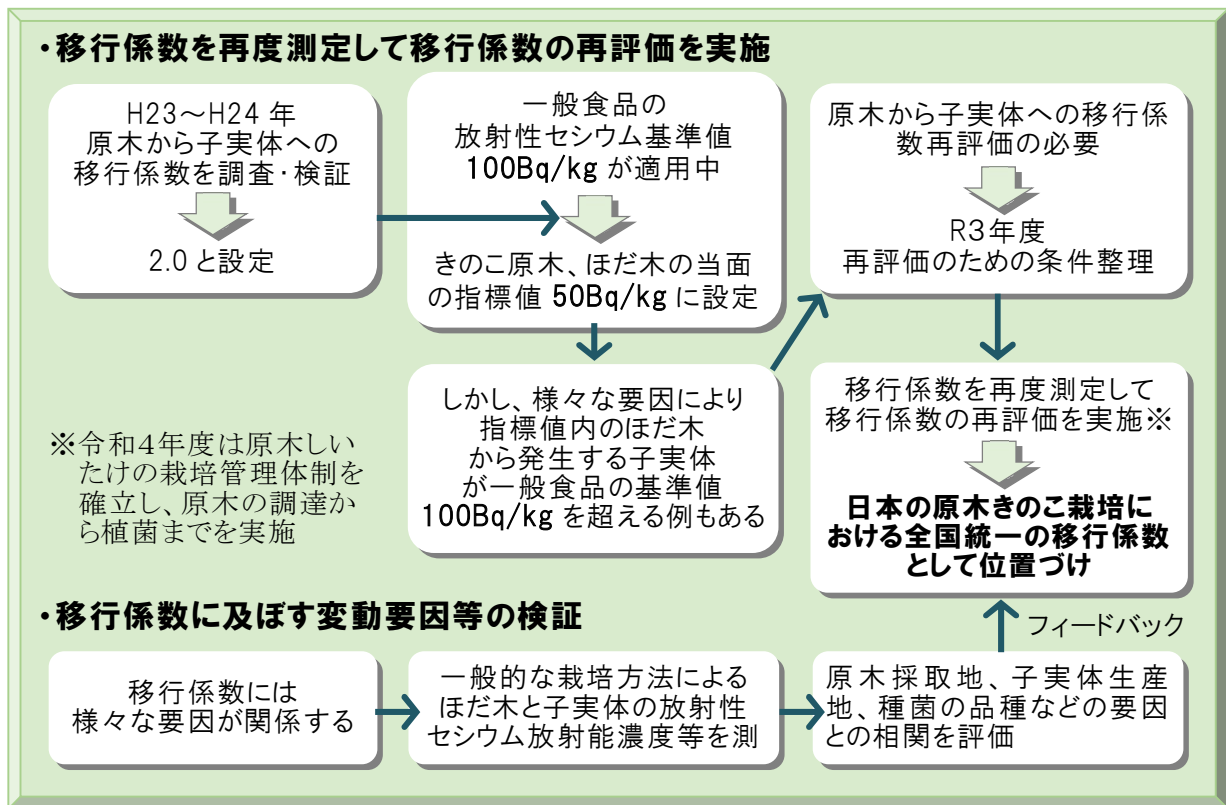
□ 令和4年度事業の概要

I. 事業の目的

令和4年度に実施する本事業は、移行係数の再評価を行うことを目的とした原木しいたけの栽培実験の実施に向けて、原木しいたけの栽培管理体制を確立し、原木の調達から植菌までを実施するとともに、移行係数に及ぼす変動要因等の検証も合わせて実施します。

(事業の背景等は本報告書 1 ページ参照)

図 事業の目的 (体系)



II. 事業のフローと実施体制

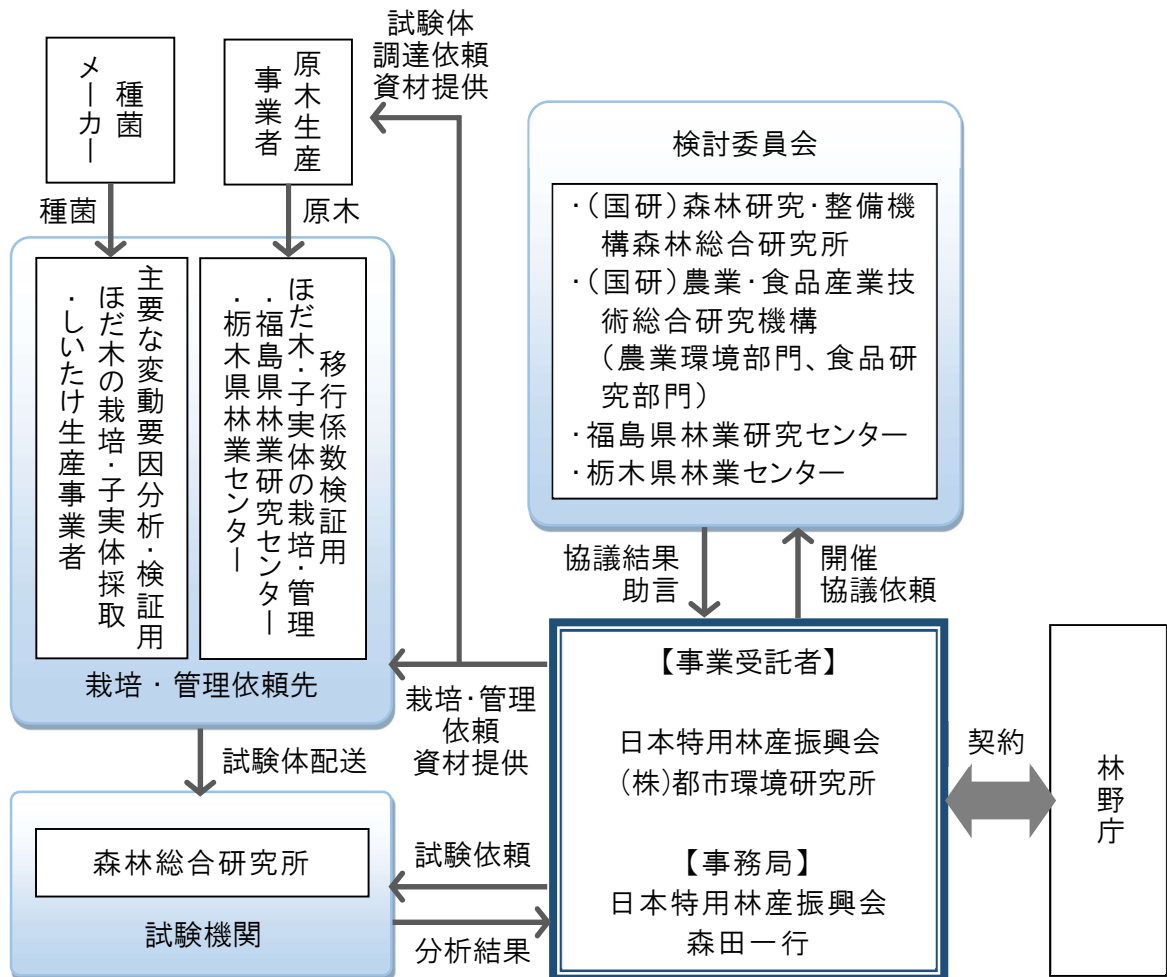
本事業全体の事業フローは次のとおりです。

表 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	原木への植菌及び栽培・管理			種菌の選定		
			おが粉の配送		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	●各打合せ
	(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		(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		(1) 事業の経過 (2) 結果概要 (3) 今後の課題				
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です。

図 本事業の実施体制



Ⅲ. 事業内容

1. 移行係数の検証

(1) 仕様書に対する実施結果

① 移行係数の検証に供する原木等の確保

移行係数の検証に供する原木等の確保の条件は次のとおりです。

表 移行係数の検証に供する原木等の確保の条件

業務仕様書に記載の要件等	実施結果
<p>i) 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、採取地のロットごとに管理する。全工程を通じ、一貫して個体ごとの識別が可能となるようナンバリングする。なお、原木林の空間線量率についても計測・記録する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 移行係数の検証にあたり、原木確保のための条件や工程計画等について試験機関（森林総合研究所）と基本的な枠組みを協議・確定した。 ・ 原木採取地の抽出にあたり、令和3年度検討委員会での助言に基づき、事故後に更新した原木を極力使用すべきであることから、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県において、平成26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」の実施箇所のぼう芽更新箇所から採取出来ないか、各県の担当所管に対してぼう芽更新状況を確認した。 ・ 試験体とする仕様の原木が採取できそうにない状況から、事故前に更新されて伐期前後の原木の利用も可とした。 ・ 原木採取地の空間線量を測定したうえで、コナラを伐採し原木を確保した。 ・ 原木は、直径6～10cmとし、長さ110cmに採材し、管理番号を付した後、両端各10cmから測定用のおが粉（チェンソーで削り）を2リットル採取した。 ・ 試験体採取後の原木も個体ごとの識別が可能となるよう管理番号を付して試験体として確保した。
<p>ii) 可能な限り尾根部、谷筋など地況の異なる原木林が調達することが望ましい。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原木採取可能地が限られているため、可能な限り地況の異なる原木林を選定するよう対応した。
<p>iii) 生産の実態に即したものとなるよう、原木の放射能濃度は検出限界以下のものを除外し、主に20Bq/kg程度のものを使用する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 ・ 原木採取可能地が限られているため、可能な範囲で対応した。

業務仕様書に記載の要件等	実施結果
iv) 可能な限り多くのロットを確保することが望ましく、複数の県から概ね 200 本 (13 ロット×15 本) 以上を基本とするが、栽培管理体制を確立した上で、林野庁と協議して決定するものとする。	・ 福島県を含む東日本 6 県の 14 箇所 (岩手県 1 箇所、宮城県 2 箇所、福島県 4 箇所、栃木県 3 箇所、茨城県 2 箇所、群馬県 2 箇所) から原木を購入した。1 箇所当たりの購入原木数は、各 20 本、計 280 本とした。
v) 確保する原木は一般的に生産に供される樹齢・胸高直径とし、樹種はクヌギ又はコナラとする。	・ 適正な試験体量が確保できるよう直径 6cm ~10cm のコナラを基本として確保した。
vi) 原木については、末口及び小口のおが粉を採取し、 ¹³⁷ Cs 放射能濃度を測定する。 ¹³⁷ Cs 放射能濃度はゲルマニウム半導体検出器を用い、 ¹³³ Cs 濃度は ICP-MS を用い測定する。また、K 濃度も測定する。計測値は、絶乾ベースとする。さらに、原木の湿重量及び含水率についても計測する。	<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、¹³⁷Cs、¹³³Cs、K を測定した。 ・ ¹³⁷Cs 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。 ・ ¹³³Cs 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。
vii) 伐採後の原木の保管にあたっては、土壌からの追加汚染を防止する観点から、直接土壌との接触を避けて管理するものとする。	・ 採取地で原木確保するにあたり、土壌からの追加汚染を防止するため、シートを敷いて採取し、コンクリート床上にて管理した。

② 植菌

移行係数の検証に供する植菌の確保の条件は次のとおりです。

表 移行係数の検証に供する植菌の確保の条件

業務仕様書に記載の要件等	実施結果
i) 一般的に生産に供されている種菌を使用し、複数の種菌を植菌することが望ましい。	・ 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。
ii) 植菌時期、植菌数は各種菌で推奨されているものに従う。	・ 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。
iii) 検証に使用した種菌については公表しない。	・ 検証に使用した種菌については公表しないこととした。

③ ほだ木の管理

移行係数の検証に供するほだ木の管理の条件は次のとおりです。

表 移行係数の検証に供するほだ木の管理の条件

業務仕様書に記載の要件等	実施結果
i) ほだ木は、由来する原木や接種した種菌も含め個別にナンバリングして管理する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 試験体採取後の原木番号を付した原木は、軽トラック便で福島県林業センター、栃木県林業研究センターへ配送した。 ・ 採取したおが粉は管理番号を付した袋に入れ森林総合研究所へ配送した。 ・ 原木採取時に付与したナンバーを継承し、植菌後のほだ木を管理している。
ii) ほだ木の保管にあたっては、土壌からの追加汚染を防止する観点から、直接土壌との接触を避けて管理するものとする。	<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10種菌を植菌後、原木を土壌及び他の原木との接触による追加汚染が起きないように管理を行っている。(コンクリートブロックとパレットによる土壌からの隔離、原木同士が接触しないような伏せ方。)その際、ビニルハウス内の換気を妨げないように留意している。
iii) 施設栽培での栽培方法に従う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 栽培管理体制等について、福島県林業センター、栃木県林業研究センターに相談し、栽培管理を依頼した。 ・ 福島県林業センター、栃木県林業研究センターにおいて、施設栽培での栽培方法に従い、ビニルハウス内でほだ木を乾燥させた。 ・ 種菌を植菌後、原木ごとに菌種がわかるよう管理しハウス内で仮伏、本伏を行った。 ・ 植菌の方法、原木1本当たりの種駒の数は、各種菌のメーカーが推奨している仕様に従った。

(2) 実施結果

① 移行係数の検証に供する原木の調達

移行係数の検証にあたり調達した原木は次のとおりです。

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
1	岩手県	無し
2	宮城県	有り
3	宮城県	有り
4	福島県	有り
5	福島県	無し
6	福島県	有り
7	福島県	有り
8	茨城県	有り
9	茨城県	無し
10	栃木県	有り
11	栃木県	無し
12	栃木県	有り
13	群馬県	有り
14	群馬県	無し

② 分析結果

移行係数の検証にあたり分析した結果は次のとおりです。

(1) 分析方法

① 原木の調達

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特定数を 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。

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℃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℃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℃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。

(2) 分析結果

(分析結果の概要)

- ▶ 今回調達した原木の ^{137}Cs 放射能濃度は 0.4 Bq/kg から 564.9 Bq/kg の範囲であり、その中央値は 33.4 Bq/kg であったことから、再検証に適した原木が調達できたと考えられる。
- ▶ 調達した原木には原発事故以前に更新し、直接汚染の影響を受けている物も含まれていると考えられるが、いずれ直接汚染の影響は解消されることを考慮すると、直接汚染の影響を受けていない原木による移行係数の将来予測も必要となると考えられる。
- ▶ ^{137}Cs による移行係数からは現時点における移行係数が得られ、 ^{133}Cs 濃度による移行係数からは今後の移行係数が推測される。

2. 主要な変動要因の分析・検証

(1) 仕様書に対する実施結果

① 主要な変動要因の分析・検証に供する原木・子実体の確保

主要な変動要因の分析・検証に供する原木・子実体確保の条件は次のとおりです。

表 主要な変動要因の分析・検証に供する原木・子実体確保の条件

業務仕様書に記載要件等	実施結果
i) 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する。	・購入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、確保した。

② サンプル数

主要な変動要因の分析・検証に供する原木のサンプル数の条件は次のとおりです。

表 主要な変動要因の分析・検証に供する原木のサンプル数

業務仕様書に記載要件等	実施結果
i) 50本を基本とすることが、栽培管理体制にもよることから林野庁と協議して決定すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・全国を対象とし、17箇所のしいたけ生産農家において成熟したほだ木（各3本）計51本を確保した。 ・ほだ木は、子実体が発生するまでは各事業者のハウス内で通常の栽培管理を行うこととした。 ・確保したほだ木を栽培・管理し、初回発生の子実体すべての採取終了後、ほだ木、子実体に番号を付した上、森林総合研究所に配送した。 ・子実体については冷蔵状態（クール宅急便）で配送した。

③ 子実体の検査方法

主要な変動要因の分析・検証に供する子実体の検査方法は次のとおりです。

表 主要な変動要因の分析・検証に供する子実体の検査方法

業務仕様書に記載要件等	実施結果
i) 子実体の採取は八分開きで採取すること。	・1回目に発生する子実体については、八分開きで採取した。
ii) 初回発生した子実体を採取し、生重量、含水率を計測し、柄の部分は切除し傘の部分のみ ¹³³ Cs濃度を測定する。なお、絶乾ベースでの計測値とするが、子実体の含水率は食品成分表に準ずるものとする。	<ul style="list-style-type: none"> ・ほだ木から採取した試験体（おが粉）については森林総合研究所で、重量、含水率、¹³³Cs、Kを測定した。 ・初回発生した子実体については、森林総合研究所で、重量、含水率、¹³³Cs、Kを測定した。 ・¹³³Cs、Kについては、硝酸により灰化後ICP-MSで測定した。

(2) 実施結果

主要な変動要因の分析・検証結果は次のとおりです。

① 主要な変動要因分析・検証用ほだ木・子実体の調達

主要な変動要因の分析・検証にあたり調達したほだ木・子実体は次のとおりです。

表 調達したほだ木・子実体一覧

略称	栽培地	原木採取地	樹種	自伐・ 購入	植菌日	コマ数	自植・購入
1	岩手県1	岩手県	コナラ	購入	2022/1	35	自家植菌
2	宮城県1	岩手県	ミズナラ・ コナラ	購入	2022/4	6-72	自家植菌
3	宮城県2	岩手県	ナラ	購入	2022/3	50	購入
4	宮城県3	岩手県	コナラ	購入	2022/4	40	自家植菌
5	福島県1	福島県	コナラ	購入	2023/2	86、76、67	自家植菌
6	茨城県1	栃木県	コナラ	購入	2022/4	36-48	自家植菌
7	茨城県1	群馬県	コナラ	購入	2022/4	36-48	自家植菌
8	茨城県1	茨城県	コナラ	購入	2022/3	36-48	自家植菌
9	茨城県1	福島県2	コナラ	購入	2022/1	36-48	自家植菌
10	栃木県1	栃木県	コナラ	自伐	無回答	49	自家植菌
11	栃木県2	大分県	クヌギ	購入	2023/3	21、28、18	自家植菌
12	埼玉県1	埼玉県	コナラ	自伐	2021/6	20	自家植菌
13	岐阜県1	岐阜県	コナラ	購入	2022/4	50	自家植菌
14	愛知県1	岐阜県	コナラ	購入	2022/5	30	自家植菌
15	奈良県1	大分県	クヌギ	購入	2022/2-3	30	自家植菌
16	和歌山県1	兵庫県	コナラ	購入	2022/4	50	自家植菌
17	大分県1	大分県	クヌギ		2022/2	25-40	無回答

② 分析結果

主要な変動要因の分析・検証にあたり分析した結果は次のとおりです。

(1) 分析方法

① ほだ木及び子実体の調達

日本各地の原木栽培農家 14 戸から、原木採取地、種菌および栽培管理が同一のほだ木 3 本を 1 組として、17 組計 51 本のほだ木および当該ほだ木から発生 1 回目の子実体を調達した。

② 試料の調整及び計測

輸送の都合上、半分に切断されたほだ木を試料としたため、切断面から 2 cm 切除して厚さ約 3 cm の円盤を採取するとともに、切断面から 10 cm ごとに切断した際に生じた木粉を採取した。円盤については「移行係数の再検証」と同様に処理して含水率を算出した。木粉については「移行係数の再検証」に記載した「風乾した木粉」と同様に処理し、 ^{133}Cs 濃度および K 濃度を算出した。調達した子実体のうち 8 分開きの子実体を選抜した。選抜した子実体から軸を切除して傘のみをスライスし、60℃にて一晩、更に 105℃にて一晩乾燥後ミルサーにより粉碎した。粉碎した子実体は「移行係数の再検証」に記載した「風乾した木粉」と同様に処理し、 ^{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「移行係数の再検証」と同様に 5%とし、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。

(2) 分析結果

(分析結果の概要)

- ^{133}Cs による移行係数の頻度分布を対数分布と見なすと絶乾重量基準にて移行係数の 90 パーセンタイル値は 37.1 および 95 パーセンタイル値は 53.7 であった。
- 移行係数のパーセンタイル値は含水率によって変化することから、植菌直前における原木の含水率を精査する必要がある。
- 子実体の ^{133}Cs 濃度とほだ木の ^{133}Cs 濃度間には有意な回帰直線が得られたが、子実体の ^{133}Cs 濃度にはほだ木の ^{133}Cs 濃度だけでは説明できないばらつきが認められ、変動要因を解明するためには他の要因についても検討する必要がある。

□ 検討委員会の設置・運営

1及び2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、開催します（5回程度）。

(1) 委員会名簿

委員会等名簿は次のとおりです。

表 委員会名簿

氏名	所属
平出 政和	(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 きのこ・森林微生物研究領域 きのこ研究室 主任研究員
三浦 覚	(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 研究専門員
山村 光司	(国研)農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境部門 土壌環境管理研究領域 農業環境情報グループ
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 食品流通・安全研究領域 食品安全・信頼グループ
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 特別研究員

表 発注機関

氏名	所属
塚田 直子	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 特用林産企画班長
江上 麻里子	林野庁特用林産対策室 特用林産加工輸出班 特用林産加工輸出係長
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
吉田 正博	林野庁特用林産対策室 特用林産加工輸出班長
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

表 事務局

氏名	所属
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
高田 裕市	(株)都市環境研究所
板倉 知里	(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です。

表 委員会開催結果

番号	検討委員会	日程	協議事項書
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

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5年度林野庁委託事業
発行日	令和6年6月
発行者	日本特用林産振興会 株式会社都市環境研究所