

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
報告書

令和4年3月

林野庁

目 次

1. 本実施計画について	1
(1) 事業の目的.....	1
(2) 事業内容.....	2
(3) 検討委員会の開催.....	3
2. きのこ原木に関する現状と課題.....	15
(1) 移行係数に係る既存の知見について.....	15
(2) きのこ原木等流通の実態について.....	23
(3) 立木内の放射性物質の経年変化について.....	42
(4) 交換態カリウムがきのこのセシウム吸収に及ぼす影響について.....	51
(5) 移行係数に影響を及ぼす要因について.....	53
(6) 移行係数再検証の必要性について.....	54
3. 移行係数検証手法の検討	55
(1) 検証に供する原木の採取条件（地域、林齢、樹種、胸高直径、地形、 伐採時期、空間線量、原木の放射性物質濃度、含水率、保管方法、本数、 玉切りの位置、伐倒時の留意点等）	55
(2) 検証に供する種菌、植菌時期、植菌数.....	66
(3) ほだ木の保管方法、浸水後の管理、再汚染防止措置、栽培方法、 栽培地域の検討	66
(4) 分析する子実体の採取位置、採取回数、含水率	66
(5) 子実体の検査方法、検査機器の種類、回数	67
(6) 検査結果の分析と評価手法の検討	68
(7) (1) ～ (6) を踏まえた調査方法の概要、作業工程表、 作業チェックリストの作成	68

4. 移行係数検証に向けた実施体制の検討	74
----------------------------	----

1. 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ついて

(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る。

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 3 年 3 月末時点で未だ 22 品目 13 県 194 市町村に出荷制限が指示されている。

このうち、原木きのこに関しては、汚染された原木・ほだ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ることから、林野庁は、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、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 と設定した。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いる。

一方、事故から 10 年が経過し、放射性物質の汚染影響を受けた森林や立木内部の放射性セシウムの分布などにも経年変化がみられることや、土壌中の交換性カリウム量が放射性セシウムの吸収に影響するなど、セシウム吸収に影響する要因に関する研究結果が発表されるなど、きのこ原木の移行係数に関する知見が蓄積されてきている。

このため、安全かつ効率的な原木きのこの生産に向けて、原木内部の放射性物質濃度や交換性カリウム濃度の動態、原木から子実体への放射性物質の移行の動態等を検証するための作業工程、調査方法及び調査結果の評価方法等について整理・検討し、移行係数の再検証に向けた実施計画を策定する。

(2) 事業内容

1) 移行係数を検証するための情報収集・分析

- ① 各県で実施した移行係数関連調査を含む、移行係数に関する研究論文・文献などこれまで得られた知見・情報の収集・整理・分析
- ② 生産者、自治体へのヒアリングを通じた原木きのこ及びきのこ原木の生産・流通に

関する実態調査

2) 移行係数を検証するための実施計画の作成

- ① 移行係数を検証するための作業行程（前提条件、検査・解析手法、必要検体数等）の整理
- ② ①を踏まえた移行係数検証の実施体制の検討
- ③ 実施計画の策定

3) 検討委員会の設置・運営

1) 及び 2) の実施に当たり、専門的な知見からの助言等を得るため、有識者で構成される検討委員会（以下「委員会」という。）を設置した。委員の構成は以下の通り。

[検討委員会委員]

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 寛	(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 農業環境研究部門 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 主席研究員
手代木 徳弘	福島県林業研究センター 専門研究員
石川 洋一	栃木県林業センター 研究部 特別研究員

[実施体制]

上記検討委員会における検討に加え、委員会に諮った上で、平出委員、小松委員、三浦委員、山村委員を選定し、ワーキンググループを設置して会議を開催し、より具体的な検討作業を行った。また、委員会では「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」（原子力災害対策本部、令和3年3月26日）に示された17都県にオブザーバーとしての参画を依頼した。

(3) 検討委員会の開催

検討委員会は以下の通り開催した。

1) 第1回検討委員会

新型コロナウイルスの感染拡大によるまん延防止等重点措置の発出により、インターネットによるリモート開催とした。

・開催日時：令和3年12月22日（水） 13：00～16：30

・開催場所：Microsoft Teams によるリモート開催（以下、リンク）

<https://teams.live.com/meet/95945996590700>

※事務局は東京都中央区銀座八丁目の「全国燃料協会会議室」にて参加

・参加者

[企画・検討委員]

平出 政和、小松 雅史、三浦 寛、山村 光司、八戸 真弓、手代木 徳弘
石川 洋一

[林野庁]

塚田 直子、石内 修、佐久間 健、佐藤 睦、江上 麻里子

[事務局]

山崎 信介、岩谷 宗彦

[オブザーバー]

小堀 奈津美（青森県農林水産部林政課）、金野 加奈子（宮城県水産林政部林業振興課）、稲葉 亮（〃）、今埜 実希（宮城県林業技術総合センター）、若木 央（山形県農林水産部森林ノミクス推進課）、二瓶 郁子（福島県農林水産部林業振興課）、綿引 孝（茨城県農林水産部林政課）、稲川 透（栃木県環境森林部林業木材産業課）、坂田 春生（群馬県環境森林部林業振興課）、村井 和之（千葉県農林水産部森林課森林経営管理室）、品川 佑紀（〃）、塩坂 加織（静岡県経済産業部森林・林業局林業振興課）、栗原 周佐（〃）

・次第

① あいさつ（日特振・林野庁）

- ② 委員紹介
- ③ 事業の目的と実施計画について
- ④ 検討項目について
- ⑤ ワーキンググループメンバーの選任
- ⑥ 今後のスケジュールについて
- ⑦ その他

・概要は以下のとおり。

委員紹介の後、移行係数に係る既存の知見について、主要な論文をもとに小松委員より説明があった。その後、以下の7つの項目につき、事前に各委員より頂いた細目について審議、意見交換が行われた。「1. 試験設計の基本的な方針」、「2. サンプル数についての考え方」、「3. 放射性物質濃度の測定方法（原木・子実体）」、「4. 種菌、原木の選定方法」、「5. 栽培管理の場所（環境影響、協力要請可能な機関・事業体等）」、「6. 調達原木要因と生産工程要因の兼ね合い」「7. 安定同位体のセシウム 133 の分布、挙動と合わせた試験や解析」。

・その他

第1回検討委員会において以下のワーキンググループメンバーが選任された。

[ワーキンググループメンバー]

平出 政和

小松 雅史

三浦 覚

山村 光司

2) 第1回ワーキンググループ会議

新型コロナウイルスの感染拡大によるまん延防止等重点措置の発出により、インターネットによるリモート開催とした。

・開催日時：令和4年2月2日（水） 13：30～16：30

・開催場所：Zoom によるリモート開催（以下、リンク）

<https://zoom.us/j/91368268006?pwd=alNaanVBRllCcW43bTlQWjJTdUtsdz09>

ミーティング ID: 913 6826 8006

パスコード: 312562

※事務局は東京都中央区銀座八丁目の「全国燃料協会会議室」にて参加

・次第

- ① あいさつ（日特振・林野庁）
- ② 資料-1 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
- ③ （案） 「2 きのこ原木に関する現状と課題の整理」について
- ④ 資料-2 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
- ⑤ （案） 「3 移行係数検証手法の検討」について
- ⑥ 資料-3 「スケジュール案（令和4～6年）」について
- ⑦ 今後の開催スケジュールについて
- ⑧ その他

・概要は以下のとおり。

「きのこ原木に関する現状と課題の整理」、「移行係数検証手法の検討」について審議が行われた。「きのこ原木に関する現状と課題の整理」については、第1回の検討委員会での結果を反映させた内容と、事務局での作業の進捗情報が報告された。

「移行係数検証手法の検討」では、「(1) 検証に供する原木の採取条件」として、サンプル数の検討、放射性セシウムの測定費用と検出限界の値、などについて意見が出された。分析機関の検査費用は事務局で見積もりをとることとなった。また、「山でどのくらいの条件で何本調べたら移行係数をみたく原木がとれるか」については本委員会では議論せず、原木からきのこへの移行係数の調査に専念することが確認された。

「i) 地域」では、「基本的には東日本」としつつ、初年度については「生産者の協力を得て丁度すでに子実体がでているほど木を購入して」測定するとの意見が出された。

「ii) 林齢」については「林齢20年生程度」で問題ないことが確認された。

「iii) 地形」については特に考慮する必要がない旨が確認された。

「iv) 伐採時期」については「10月から11月」とし、その際、「栽培試験用の原木をどこから調達したか」は記録することとした。

「v) 空間線量率」は、数値にはこだわらないが、「原木林の基本情報として平均的な空間線量率は情報として取っておく」とする意見が出された。

「vi) 原木の放射性物質濃度」については、あまり数値が低いと「移行係数が出せないため、検出限界5Bq/kg位が限度」とする意見が出された。また、入手については各県の研究

機関の協力を依頼するとする意見があった。

「vii) 含水率」は、原木については、現状は 12%で換算しているが、「科学的根拠もないので、この機会に改めた方がいい」との意見が出された。

「viii) 保管方法」については「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」ことが確認された。

「ix) 本数」については、既存のデータをもとに、山村委員に統計的に有意なサンプル数の検討を依頼することとした。

「x) 玉切りの位置」は、特に指定しないことが確認された。

「xi) 伐倒時の留意点」については、伐倒時に土の付着を避けるべきではあるが、「実際の現場でもそういう対策はしないと思うので、この項目に言及する必要はない」ことが確認された。

「xii) 樹種」については、クヌギとナラで数値が変わる傾向は見られないため、特に意識をして両者を調査する必要はないことが確認された。

「xiii) 栄養成分の検討」では、「事業の中で移行係数の再評価のためのパラメーターとしては使えない。」とする意見が出され、分析は行わないことが確認された。また、伐採時の土壌中のカリウム量についても測定は不要であることが確認された。

「xiv) 検体の採取と分析」では、分析する物質はセシウム 137、セシウム 133、カリウムの 3 つとすることが確認された。原木の粉碎方法については、県の試験機関に依頼する場合は、「チェーンソーで木粉を作る」方法が妥当との意見が出された。

「xv) その他」として、セシウム 137 とセシウム 133 の移行係数の比較試験を行うかどうか議論され、まずはセシウム 137 とセシウム 133 がほぼ同じかを確認する試験を行うことについて合意がなされた。

- ・その他

第1回ワーキンググループ会議の開催後、グループメンバー間で、主に統計的に有意なサンプル数を決めるために、その方法について、山村委員提供の計算方法を示した資料をもとに、逐次電子メールによる情報交換を行った。

3) 第2回ワーキンググループ会議

新型コロナウイルスの感染拡大によるまん延防止等重点措置の発出により、インターネットによるリモート開催とした。

- ・開催日時：令和4年3月1日（火） 13：30～16：30
- ・開催場所：Zoomによるリモート開催（リンク先等は以下の通り）

<https://zoom.us/j/94599708794?pwd=eTZodmtmUkoyUW9FVFJlPV21rMytRQT09>

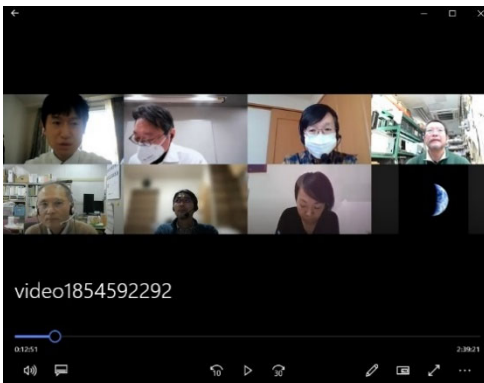
ミーティング ID: 945 9970 8794

パスコード: 239112

※事務局は東京都中央区銀座八丁目の「全国燃料協会会議室」にて参加

- ・次第

- ① あいさつ（日特振・林野庁）
- ② 「移行係数の推定に必要なサンプル数（2）」について
- ③ 資料-2 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
（案）「3 移行係数検証手法の検討」（2）検証に供する種菌、植菌時期、植菌数～
（6）検査結果の分析と評価手法、補正経緯数の検討 について
- ④ 資料-3 「スケジュール案（令和4～6年）」について
- ⑤ 今後のスケジュールについて
- ⑥ その他



・概要は以下のとおり。

資料「移行係数の推定に必要なサンプル数(2)」に沿って、山村委員より説明があり、統計的に有意な原木のサンプル数は1ロット当たり25本とする提案があった。また、解析を行うに当たって、放射性物質濃度の分析で検出限界以下となる原木がないように留意するべきであるとした。それに対して分析費の関係から、本数についてはこの先総合的に判断すべきとの意見があった。

前回のワーキンググループ会議に引き続き、「移行係数検証手法の検討」を各項目ごとに審議した。

(2) 検証に供する種菌、植菌時期、植菌数

「i) 種菌」については、品種ごとの移行係数に関する先行調査などの知見がないことが確認され、移行係数の調査に当たっての種菌の選定や取り扱いについては、事務局が行っている生産者に対するアンケートの中に、使用している種菌を、植菌数の多い順に回答する設問があるため、その結果を見てから検討することとした。

「ii) 植菌時期」については3月～4月とすることが確認された。

「iii) 植菌数」については、メーカーで種菌ごとに植菌数を推奨しているので、それに従うこととした。

「iv) 採取時の傘の状態」は、「いわゆる八分開き」の状態で採取することが確認された。

(3) ほだ木の保管方法、浸水後の管理、再汚染防止措置、栽培方法、栽培地域の検討」について

「i) ほだ木の保管方法」については、1本ずつに番号を付して管理することが確認された。

「ii) 浸水後の管理」については、慣行栽培に従うことが確認された。

「iii) 再汚染防止措置」については、「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」で栽培すること、また、「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」ことが確認された。

「iv) 栽培方法」については、「施設内での慣行栽培に従うこと」が確認された。

「v) 栽培地域の検討」については、「一般のしいたけ等栽培農家の方々と、試験研究機関の2本立て」とすること、「なるべく多くの地点・地域の協力を得る」ことが確認された。

(4) 分析する子実体の採取位置、採取回数、含水率

「i) 子実体の採取位置」については、「発生したものを8分開きの状態のものを採取する」ことが確認された。

「ii) 採取回数」については、「菌を接種後に1回目に発生した子実体をすべて採取すること、「2、3日後に発生してきそうなものは採取し、まとめて一つの検体とする」こと、柄は切除し、傘だけを測定することが確認された。

「iii) 子実体の含水率」については、「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」こと、また、含水率の換算は子実体については日本食品成分表(8訂)にある水分である100g中91.5gに従うことが確認された。また、令和4年度10月、11月に調達する原木については、基本県の研究機関への依頼を基本としつつ、栽培農家さんについてはサンプルの採取方法等を検討し、予算も勘案しつつ考慮することとした。

「iv) サンプル数」については、「1ロット25本とするが、こだわる必要はない」こと、「子実体のサンプル数は原木の本数と同数とし、最初の発生分とする」ことが確認された。

(5) 子実体の検査方法、検査機器の種類、回数

「i) 子実体の検査方法」については、「初回発生分を採取し、分析機関に放射性セシウム濃度等の測定を依頼する」ことが確認された。

「ii) 検査機器の種類」については、ゲルマニウム半導体検出器で行うことが確認された。

「iii) 回数」については「通常行われている通り1回とする」ことが確認された。

「iv) 分析対象物質」は、「セシウム137、セシウム133、カリウムの3種とする」こと、その際に「質重量、絶乾重量、含水率を測定する」ことが確認された。

(6) 検査結果の分析と評価手法、補正係数の検討

「i) 検査結果の分析と評価手法」では、安定同位体のセシウム133の移行係数に、放射性セシウム137の移行係数に収束していくであろうという意見を採用するについて提案があり、採用することが確認された。このため、令和4年度に事業が始まってすぐは、植菌済みで発生直前のほだ木と子実体を分析してデータを採るとともに、原木と種菌のばらつきを見ることが確認された。また、カリウム測定の是非について審議が行われ、カリウムは測

定することが確認された。種菌については、事務局が行っている生産者へのアンケート調査結果の上位のものを選んで行うこととした。

4) 第2回検討委員会

新型コロナウイルスの感染拡大によるまん延防止等重点措置の発出により、インターネットによるリモート開催とした。

・開催日時：令和4年3月18日（金） 9：00～12：00

・開催場所：Zoomによるリモート開催（以下、リンク）

<https://zoom.us/j/92545787329?pwd=WThaVjhHZVZScDZhVU9qQ1AvM2JlZz09>

ミーティング ID: 925 4578 7329

パスコード: 934868

※事務局は東京都中央区銀座八丁目の「全国燃料協会会議室」にて参加

・次第

- ① あいさつ（日特振・林野庁）
- ② ワーキンググループの開催結果について
- ③ きのこ原木に関する現状と課題の整理について
- ④ 移行係数検証手法の検討結果について
- ⑤ スケジュール案について
- ⑥ その他

・概要は以下のとおり。

事務局より第1回、第2回のワーキンググループで検討が行われた経過について結果を報告、次いで「きのこ原木に関する現状の課題の整理」の状況について報告が行われた。

(1) 移行係数に関わる既存の知見について

情報収集面では第1回委員会から進捗なし。

(2) きのこ原木と流通の実態について

（一社）東日本原木しいたけ協会、都県のオブザーバーを通じて事務局にてアンケート調査を実施、計246の回答を得、現在集計中であることが報告された。

(3) 立木内の放射性物質の経年変化について

小松委員より文献を提供頂き、事務局にてまとめて作業を行っている旨報告があった。

(4) 放射性カリウムがきのこのセシウム吸収に及ぼす影響について

第 1 回委員会、ワーキンググループで出た意見をもとに整理を行っている旨、事務局より報告があった。

(5) 移行係数に影響を及ぼす要因について

ワーキンググループで出された意見と発言をもとに整理を行っている旨、事務局より報告があった。

(6) 移行係数再検証の必要性について

(2) で行ったアンケート調査の集計結果から、再検証の必要性について検証する旨、事務局より報告があった。

続いて、移行係数検証手法の検討結果について、以下の項目について検討・確認を行った。

(1) 検証に供する原木の採取条件

「i) 地域」については、「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」、「原木の放射性物質濃度の関係から、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の上ではロットごとに管理する」ことが確認された。

「ii) 林齢」については、「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」ことが確認された。

「iii) 胸高直径」については、「一般的に生産に供される胸高直径、大体 6 センチから 20 センチ程度までの原木とする」ことが確認された。

「iv) 地形」については、「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」こと、また、「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」であることが確認された。

「v) 伐採時期」については、10 月から 11 月とすることが確認された。

「vi) 空間線量率」については、「原木の採取に当たって考慮はしないが、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、記録をする」ことが確認された。

「vii) 原木の放射性物質濃度」については、「検出限界以下の原木は極力ないようにして、大体原木に含まれる放射性セシウム濃度が、25Bq/kg 以上の原木を採取することとする」

ことが確認された。

「viii) 含水率」については、植菌の前に採取したサンプルで計測し、絶乾ベースとした値とすることが確認された。

「ix) 原木の保管方法」については、「伐採後の原木の保管に当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」ことが確認された。

「x) 本数」については、統計的な解析の結果、以下の3案が提起され、予算規模によりいずれかの案とすることが確認された。

A案=37地点×12本 計444本、B案=13地点×15本 計195本、C案=8地点×15本 計120本

「xi) 玉切りの位置」については、特に指定をしないことが確認された。

「xii) 樹種」については、クヌギもしくはコナラとし、サンプリング時にそれぞれの本数の指定はしないが、樹種の違いは記録することが確認された。

「xiii) 検体の採取と分析」については、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両者を混合し、U-8容器に詰めて分析機関に送ることが確認された。

(2) 検証に供する種菌、植菌時期、植菌数

「i) 種菌」については、「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」こと、また、生産者に栽培を依頼する場合は生産者の使用している種菌に合わせる旨、確認された。

「ii) 植菌時期」については3月～4月とすることが確認された。

「iii) 植菌数」については、種菌メーカーで推奨している植菌数に従うことが確認された。

(3) ほだ木の保管方法、浸水後の管理、再汚染防止措置、栽培方法、栽培地域の検討

「i) ほだ木の保管方法」については、「ほだ木は、個別にナンバリングして管理を行う」ことが確認された。

「ii) 再汚染防止措置」については、「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」であること、また、「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」ことが確認された。

「iii) 栽培方法」については、「施設内での慣行栽培に従う」ことが確認された。

「iv) 栽培地域の検討」については、「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」こと、「管理体制としては次年度以降も検討が必要」であることが確認された。

(4) 分析する子実体の採取位置、採取回数、含水率

「i ①子実体の採取位置」については、「採取位置は問わない」こと、「いわゆる八分開き位で採取すればよい」ことが確認された。

「ii) 採取回数」については、「菌を接種後に初回発生した子実体をすべて採取する」こと、「2、3 日後に発生してきそうなものは採取し、まとめて一つの検体とする」こと、また、「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物質濃度が高いので、柄の部分は切除する」ことが確認された。

「iii) 子実体の含水率」については、「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」こと、「放射性物質濃度は、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）」ことが確認された。

「iv) サンプル数」については、原木と同様、予算規模によりいずれかの案とすることが確認された。

A 案=37 地点×12 本 計 444 本、B 案=13 地点×15 本 計 195 本、C 案=8 地点×15 本 計 120 本

(5) 子実体の検査方法、検査機器の種類、回数

「i) 子実体の検査方法」については、「初回発生分を採取し、分析機関に放射性セシウム濃度等の測定を依頼する」ことが確認された。

「ii) 検査機器の種類」については、ゲルマニウム半導体検出器を使用することが確認された。

「iii) 回数」については、「通常行われている通り 1 回とする」ことが確認された。

「iv) 分析対象物質」は、「セシウム 137、セシウム 133、カリウムの 3 種とする」ことが

確認された。なお、分析機関に依頼する際は、「湿重量、絶乾重量、含水率を測定する」ことが確認された。

(6) 検査結果の分析と評価手法等

「i) 検査結果の分析と評価手法」については、「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」こと、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」ことが確認された。

2. きのか原木に関する現状と課題

(1) 移行係数に関する既存の知見について

福島第一原子力発電所の事故後、最初の原木から子実体への放射性物質の移行係数の調査は、平成 23 年度¹（2011～2012 年）及び平成 24 年度（2012 年）²に行われた。平成 23 年度調査では 48 検体、24 年度では 66 検体、合計で 114 検体で移行係数が調査され、対数正規分布、95 パーセンタイルで移行係数が 2 になるということで、当面「2」となり、厚生労働省が定める一般食品の放射性物質基準値 100Bq/kg に照らし原木の放射性物質濃度の当面の指標値が 50Bq/kg に定められた。

以後、移行係数は最大 2 として運用されてきたが、2014～2015 年頃から、移行係数が 2 よりも高くなっているとする研究結果や、生産者からの意見がみられるようになった。

現在までに得られている知見から、移行係数が 2 より高くなる要因としては、子実体がほだ木のどの部位からセシウムを吸収しているのかが重要なポイントであると考えられる。すなわち外側の樹皮ではなく、内側の材、形成層から放射性セシウムが吸収されているのではないかと考えられる。原発事故直後のコナラは、事故による空中からの降下によって直接放射性セシウムを浴び、樹皮における濃度が最も高くなっていた。しかし、時間が経過し、根を介して材にセシウムが移行する、樹皮のセシウムが徐々に風雨にさらされて地表に流れ落ちるなどにより、樹体内のセシウム濃度の分布が変わり、樹皮よりも材の中のセシウム濃度が事故直後より高くなったと考えられる。このように、原木内のセシウムの動態の経年変化により、結果的に子実体内のセシウム濃度が高くなることで、移行係数も見かけ上は事故直後より高くなってしまっているのではないかと考えられる。

背景としては、いくつかの研究で、原木の樹皮ではなく、材など内部組織のセシウム濃度としいたけのセシウム濃度の相関が高いことが示されている点が挙げられる。また、事故直

¹ 平成 23 年度安全な「きのか原木」の安定供給対策事業報告書」平成 24 年 2 月、森林総合研究所)

² 平成 24 年度特用林産物安全供給推進事業 きのか原木等の安定供給対策事業（きのか原木等の放射性物質調査）」平成 25 年 3 月 日本特用林産振興会

後は樹皮の表面を機械洗浄することにより子実体の濃度を低下させる効果が得られたが、事故から年数が経つごとに、あまり影響しないとの報告がある。³

また、移行係数に影響を及ぼす要因について、いくつかの論文で検討は行われているが、そのメカニズムについて明確な回答を提示しているものはない。

イネなどの植物では、土壌の交換性カリウムが移行係数に影響を与えているとする報告があるが、きのこについても、材中のカリウムなどの養分が移行係数に影響を及ぼし、カリウムが多いほうがセシウムを吸収しにくいとする研究結果もある。しかしながら、その他の細かい要因については、十分に検証されていないというのが現状である。

原木しいたけ栽培をする際は、施設内で、外からの汚染の影響を受けにくい場所で栽培する方法と、野外の森林内に原木を置いて栽培する露地栽培の 2 つの方法がある。そのような栽培方法の違いによっても放射性セシウムの吸収についての結果が異なることが報告されている。露地栽培は森林の中で栽培するため、外的要因からの二次汚染が起き、子実体内のセシウム濃度が高くなる傾向がある。例えば、セシウム濃度が低い原木を仕入れて栽培しても、二次汚染によって子実体内にセシウムが検出されるという結果も報告されている。ただし、その場合であっても震災から 10 年という時間の経過とともに二次汚染の程度は弱くなってきていることを示す報告もある。³

移行係数については、指標値を 50Bq/kg に設定した平成 24 年度以降も現在に至るまで都道府県立試験研究機関等において様々な条件が異なる中で 10 検体、20 検体程度調査を行った例があるが、広範な地域を対象とした指標値の検証を目的に行われたものはない。また、樹体内のセシウムの移行メカニズムについても十分に検証できていないのが現状といえる。以下に、移行係数に関して収集した文献をカテゴリー別に示す。原文は別冊の通り。

³ 「森林の放射線生態学—福島森を考える」橋本昌司、小松雅史著、三浦 覚執筆協力 (2021 年 03 月、丸善出版)

[移行係数]

- Hiraide, Masakazu. 「Factors Affecting the Cesium Transfer Factor to Shiitake (*Lentinula Edodes*) Cultivated in Sawdust Medium」. *Journal of Wood Science* 67, no. 1 (2021 年 12 月): 17. <https://doi.org/10.1186/s10086-021-01949-9>.
- O'Brien, Martin, Masakazu Hiraide, Yoshimi Ohmae, Naoto Nihei, Satoru Miura と Keitaro Tanoi. 「Efficient Sampling of Shiitake-Inoculated Oak Logs to Determine the Log-to-Mushroom Transfer Factor of Stable Cesium」. *PeerJ* 7 (2019 年 10 月 24 日): e7825. <https://doi.org/10.7717/peerj.7825>.
- Tsuchiyama, Tomoyuki, Hitoshi Miyazaki, Hisaya Terada と Masahiro Nakajima. 「Observed distribution of radiocaesium contamination in shiitake lots and variability of test results」. *Food Additives & Contaminants: Part A* 32, no. 2 (2015 年 2 月): 205–13. <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.990996>.
- Weller, Anica, Dorian Zok と Georg Steinhauser. 「Uptake and Elemental Distribution of Radiosilver ^{108}mAg and Radiocesium ^{137}Cs in Shiitake Mushrooms (*Lentinula Edodes*)」. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 322, no. 3 (2019 年 12 月 1 日): 1761–69. <https://doi.org/10.1007/s10967-019-06778-1>.
- 岩澤勝巳. 「ほだ木各部位とシイタケとの放射性セシウム濃度の関係及び育成期間による影響」. *関東森林研究* 68, no. 2 (2017 年): 157–60.
- 坂内忠明, 吉田聡と村松康行. 「キノコへの放射性核種の移行に関する培養実験」. *Radioisotopes* 43 (1994 年): 77–82.
- 三宅定明, 日笠司, 浦辺研一, 原口雅人, 大村外志隆. 「栽培キノコ及び培地中における放射性セシウム濃度」. *Radioisotopes* 57, no. 12 (2008 年 12 月): 753–57. <https://doi.org/10.3769/radioisotopes.57.753>
- 杉本恵里子, 石川洋一, 今井芳典と大橋洋二. 「ほだ木中の放射性セシウム分布と移行係数」. *日本きのこ学会大会要旨* 20 (2016 年): 1B11.
- 相場幸敏, 橘田美香と降矢郁美. 「原木シイタケにおける移行係数の不確実性について」. *日本きのこ学会大会要旨*, 2012 年.

[移行メカニズム]

- Hiraide, Masakazu, Masahide Sunagawa, Hitoshi Neda, Nur Humaira' Lau bt. Abdullah, Satoshi Yoshida. 「Reducing radioactive cesium transfer from sawdust media to Pleurotus ostreatus fruiting bodies」. Journal of Wood Science 61, no. 4 (2015 年 8 月): 420–30. <https://doi.org/10.1007/s10086-015-1483-x>.
- Niimura, Nobuo, Kenji Kikuchi, Ninh Duc Tuyen, Masakazu Komatsuzaki と Yoshinobu Motohashi. 「Physical Properties, Structure, and Shape of Radioactive Cs from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident Derived from Soil, Bamboo and Shiitake Mushroom Measurements」. Journal of Environmental Radioactivity 139 (2015 年 1 月): 234–39. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2013.12.020>.
- Ohnuki, Toshihiko, Yukitoshi Aiba, Fuminori Sakamoto, Naofumi Kozai, Tadafumi Niizato と Yoshito Sasaki. 「Direct Accumulation Pathway of Radioactive Cesium to Fruit-Bodies of Edible Mushroom from Contaminated Wood Logs」. Scientific Reports 6, no. 1 (2016 年 7 月 19 日): 29866. <https://doi.org/10.1038/srep29866>.
- 岩澤勝巳. 「シイタケの傘の直径及び開き具合による放射性セシウム濃度、存在量の違い」. 日本きのこ学会大会要旨, 2015 年.
- 岩澤勝巳. 「シイタケ原木栽培における放射性セシウムの移行特性」. 日本きのこ学会大会要旨, 2014 年, 2012.
- 成松眞樹. 「完熟菌床を用いた a0 層からシイタケ菌床へのセシウム 137 移行経路の推定」. 日本きのこ学会誌 25, no. 2 (2017 年): 59–65. https://doi.org/10.24465/msb.25.2_59.

[原木判定]

- 加賀谷美佳, 片桐秀明, 榎本良治, 山口晶子, 石川洋一, 平出政和, 村石浩, ほか. 「低線量環境下での原木シイタケ栽培用ホダ木の放射能濃度の屋外検査用スクリーニング装置」. Radioisotopes 68, no. 5 (2019 年): 305 – 15. <https://doi.org/10.3769/radioisotopes.68.305>.
- 石川洋一, 杉本恵里子, 今井芳典, 福井陸夫. 「放射能汚染地域内で生産された原木の使用適否判定方法の適合性」. 日本きのこ学会誌 25, no. 4 (2017 年): 145–49. https://doi.org/10.24465/msb.25.4_145.

[社会影響]

- ・横山達也, 草処基, 千年篤. 「福島第一原子力発電所事故の阿武隈山系原木椎茸経営への損害とその賠償」. 農業経済研究 90, no. 1 (2018 年): 59 – 64. <https://doi.org/10.11472/nokei.90.59>.
- ・藤原遥. 「福島原発事故 10 年, 環境政策の視点から問う森林汚染対策」. 環境経済・政策研究 14, no. 2 (2021 年): 68–71. https://doi.org/10.14927/reeps.14.2_68.

[モニタリング]

- ・ Tagami, Keiko, Shigeo Uchida と Nobuyoshi Ishii. 「Effects of indoor and outdoor cultivation conditions on 137 Cs concentrations in cultivated mushrooms produced after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident」. Journal of the Science of Food and Agriculture 97, no. 2 (2017 年 1 月): 600–605. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7771>.
- ・八戸真弓, 濱松潮香, 川本伸一. 「国内農畜水産物の放射性セシウム汚染の年次推移と加工・調理での放射性セシウム動態研究の現状」. 日本食品科学工学会誌 62, no. 1 (2015 年): 1–26. <https://doi.org/10.3136/nskkk.62.1>.
- ・山浦由郎. 「放射能と野生キノコ」. 長野女子短期大学研究紀要 14 (2016 年 3 月 15 日): 45–48.

[追加汚染・汚染対策]

- ・根田仁. 「きのこの汚染と対策」. 森林科学 72 (2014 年): 13 – 16. https://doi.org/10.11519/jjsk.72.0_13.
- ・岩澤勝巳. 「放射性セシウム濃度の低い原木シイタケを生産するために」. 千葉県農林水産技術会議技術指導資料. 千葉県農林総合研究センター, 2016 年 3 月. <https://www.pref.chiba.lg.jp/lab-nourin/nourin/gijututaikei.html>.
- ・成松眞樹. 「岩手県における原木しいたけ栽培の放射性物質対策」. 森林科学 82 (2018 年): 40–43. https://doi.org/10.11519/jjsk.82.0_40.
- ・羽山恵子, 今関達治, 遠藤良太, 岩澤勝巳. 「千葉県君津市, 富津市のシイタケほだ場におけるほだ木放射性セシウム濃度の 1 年後の変化」. 関東森林研究 65-1(2014 年): 141–142.

- ・岩澤勝巳. 「放射性物質に汚染されたシイタケほだ場における伏せ込み方法別のほだ木の放射性セシウム濃度の変化」. 日本森林学会大会 2. (2014 年)

[海外]

- ・ Lee, S. H., J. S. Oh, K. B. Lee, J. M. Lee, S. H. Hwang, M. K. Lee, E. H. Kwon, ほか. 「Evaluation of Abundance of Artificial Radionuclides in Food Products in South Korea and Sources」. *Journal of Environmental Radioactivity* 184–185 (2018 年 4 月): 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2018.01.008>.

[調理]

- ・鍋師裕美, 堤智昭, 蜂須賀暁子, 松田りえ子. 「乾しいたけの水戻しおよび牛肉の加熱調理による放射性セシウム量の変化」. *食品衛生学雑誌* 54, no. 1 (2013 年): 65–70. <https://doi.org/10.3358/shokueishi.54.65>.
- ・鍋師裕美, 堤智昭, 植草義徳, 松田りえ子, 穂山浩, 手島玲子, 蜂須賀暁子, ほか. 「調理による牛肉・山菜類・果実類の放射性セシウム濃度及び総量の変化 Effects of Cooking Process on the Changes of Concentration and Total Amount of Radioactive Caesium in Beef, Wild Plants and Fruits」. *Radioisotopes* 65, no. 2 (2016 年): 45–58. <https://doi.org/10.3769/radioisotopes.65.45>.

[震災前]

- ・ Abukawa, Johji, Chiyo Tsubuku, Kazuhiko Hayano, Kemmei Hirano. 「A Survey of ^{90}Sr and ^{137}Cs Activity Levels of Retail Foods in Japan」. *Journal of Environmental Radioactivity* 41, no. 3 (1998 年 12 月): 287–305. [https://doi.org/10.1016/S0265-931X\(98\)00003-4](https://doi.org/10.1016/S0265-931X(98)00003-4).
- ・ Shimizu Masami, Ikuro Anzai. 「Concentration of ^{137}Cs in dried *Lentinula edodes* (Shiitake) as an indicator of environmental contamination」. *Journal of Oral Science* 43, no. 2 (2001 年): 145–49. <https://doi.org/10.2334/josnusd.43.145>.
- ・ Shimizu Masami, Ikuro Anzai, Masahiro Fukushi, Yoshiyuki Nyuui. 「A Study on the Prefectural Distribution of Radioactive Cesium Concentrations in Dried *Lentinula edodes* (Shiitake) Produced in Japan」. *Radioisotopes* 46, no. 5 (1997 年): 272–80.

<https://doi.org/10.3769/radioisotopes.46.272>.

また、県の研究機関による移行係数に関する収集した報告及び概要について以下に示す。
原文は別冊の通り。

[福島県] 令和2年度業務報告

(2) 震災原発事故関連課題

②県産きのこの放射性物質汚染低減対策

- ・ 原木シイタケに被覆材をかぶせると発生するシイタケのセシウム 137 濃度が低下することが示された。被覆材は直接接触させない方が濃度が低下した
- ・ 原木ナメコ栽培では客土の濃度と子実体のセシウム 137 濃度に相関が認められた
- ・ 追加汚染の影響をみるため空間線量の高い地点で原木を模したフィルターを設置したところ、フィルター上部・中部・下部ともにセシウム 137 濃度が増加した。
- ・ 3 地点で得られた原木を使って移行係数を調べたところ、シイタケのセシウム 137 濃度は辺材の濃度と相関が高く、辺材のセシウム 137 分布割合が多いほど移行係数は高くなる傾向が認められた。

[栃木県] 平成 29 年度課題概要

シイタケ原木栽培における放射性物質の影響に関する研究（放射能汚染地域におけるシイタケ原木林の利用再開・再生技術の開発）

- ・ 可搬型検査装置を作成し、利用可能な原木林の判定法を開発した。
- ・ 非破壊検査装置でセシウム 137 濃度を測定した原木シイタケの栽培試験を行ったところ、移行係数の平均は 1.26 であった
- ・ 露地栽培試験で防草シートを敷設したところ、樹皮の濃度は敷設区で増加したが、子実体の濃度は影響がなかった。

[岩手県] 成松・高橋 研究報告

岩手県南部のホダ場における A0 層の除去が、移設 4 か月後のホダ木の放射性セシウムの放射能濃度に及ぼす影響

- ・2012年に4ヶ月林地に設置したほだ木は設置前よりセシウム137濃度が増加した。
- ・特にほだ木下部の濃度上昇傾向が認められた
- ・A0層除去でほだ木の濃度上昇が抑えられる傾向が認められたが、一方でA層の付着による追加汚染による再汚染も示唆された。

[宮城県] しいたけ原木林放射性物質調査-県 HP

しいたけ原木林放射性物質現況調査の結果について

- ・R2年度75箇所の原木林で原木のセシウム濃度を測定した。
- ・60%が指標値以下で平成26,29年の調査よりも濃度低下傾向が認められた。

[茨城県] R2年度業務報告

5. 農林水産物モニタリング強化事業（きのこ・山菜類関係）

- ・平成28年に施肥した広葉樹林の当年枝を改めて測定したらセシウム濃度の低下が認められた（セシウム137としてどの程度かは不明）
- ・センター構内で露地栽培したシイタケの移行係数(n=24)は 2.43 ± 1.14 で95%タイル値は4.30であった。

[群馬県] 平成30年度業務報告

きのこ原木林再生技術の開発

- ・平成30年に0.6haの広葉樹林で20の元玉と末玉のセシウム濃度を調べたところ、元玉より末玉が高い傾向が認められた
- ・個体の濃度は伐採地点によって偏りが認められた

(2) 原木きのこ及びきのこ原木等の生産・流通の実態について

原木きのこ及びきのこ原木等の生産・流通の実態を把握するため、原木しいたけ生産者団体及び17都県の委員会オブザーバーの協力を得て、原木しいたけ生産者を対象にアンケート調査を行った。質問項目は原木の調達方法、原木の放射性物質濃度の測定状況、使用している種菌の種類、放射性物質の影響を排除するために栽培に関して留意している点などとした。

原木しいたけ栽培に関するアンケート

日本特用林産振興会

Q1 栽培形態について当てはまるものに○を付けてください。〔全員回答〕

- ①露地栽培 ②施設内にて全て栽培 ③発生のみ施設内

Q2 購入した原木の放射性物質濃度をご自身で確認されていますか？〔全員回答〕

- ①購入していない ②必ず確認している ③時々確認している
④確認していない→ Q6へ
⑤その他 ()

Q3 自伐した原木の放射性物質濃度をご自身で検査されていますか？〔全員回答〕

- ①自伐していない ②必ず検査している ③時々検査している
④検査していない→ Q6へ
⑤その他 ()

Q4 放射性物質濃度の対象としている物質は何ですか？ 該当するものに○を付けて下さい。

- ①セシウム 134 ②セシウム 137 ③セシウム 134 とセシウム 137 の合計値
④その他 ()

Q5 実際に使用している原木の放射性物質濃度はどれくらいですか？〔全員回答〕

当てはまるものすべてに○をつけて下さい。

- ①0～10Bq/kg 未満 ②10～15Bq/kg 未満 ③15～20Bq/kg 未満
④20～25Bq/kg 未満 ⑤25～30Bq/kg 未満 ⑥30～35Bq/kg 未満
⑦35～40Bq/kg 未満 ⑧40～45Bq/kg 未満 ⑨45～50Bq/kg 未満
⑩50Bq/kg 以下 ⑪その他 ()

→ Q8へ進んで下さい。

Q6 原木の放射性物質濃度を確認・検査しない理由は何ですか？

当てはまるものすべてに○を付けて下さい。

- ①安全な原木林から取ったものだから → Q7へ ②検査費用が高額だから
③信頼できる業者から購入しているから ④その他 ()

⇒裏面に続きます

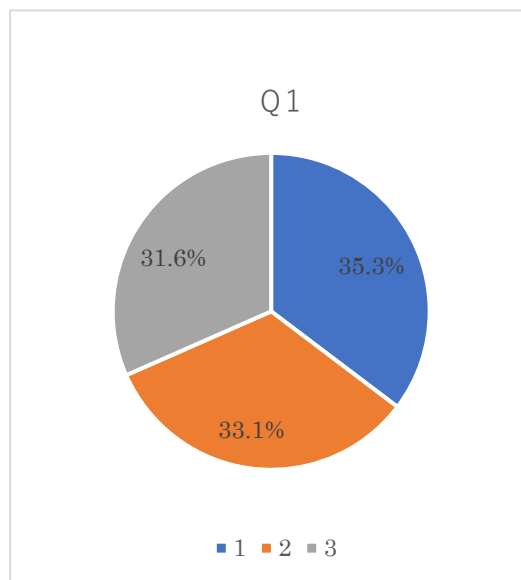
①集計結果

有効回答数

生産者団体経由	92
都県経由	157
計	249

Q1 栽培形態について当てはまるものに○を付けてください。〔全員回答〕 n = 269

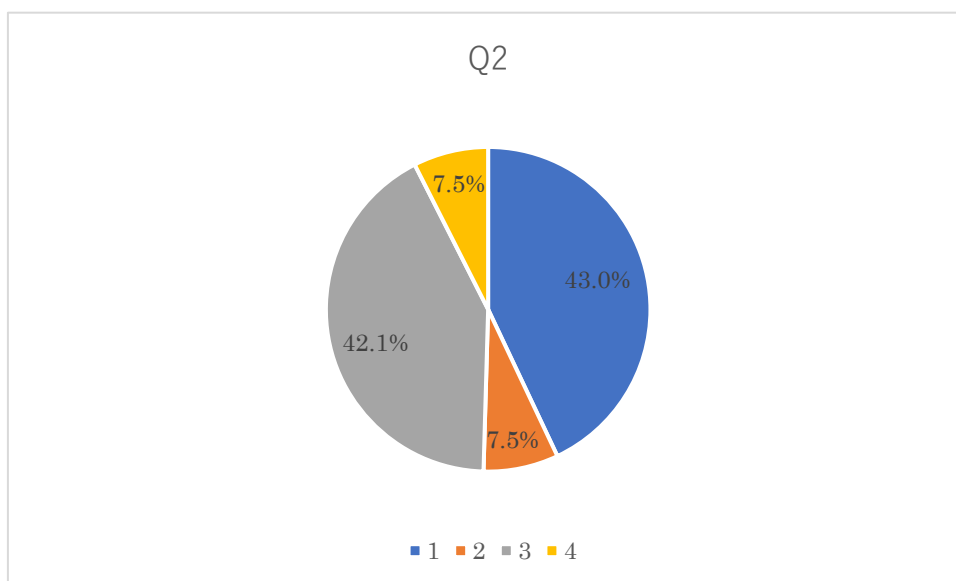
- ①露地栽培 ②施設内にて全て栽培 ③発生のみ施設内



栽培形態については、露地栽培、施設内栽培、発生のみ施設内とも、ほぼ同じ割合となった。但し、発生以外の工程を施設で行っているためか、あるいは種菌によって栽培工程が異なるためか、複数に○を付けている回答も見られた。

Q2 購入した原木の放射性物質濃度をご自身で確認されていますか？〔全員回答〕 n = 214

- ①購入していない ②必ず確認している ③時々確認している
④確認していない→ Q6 へ
⑤その他 ()



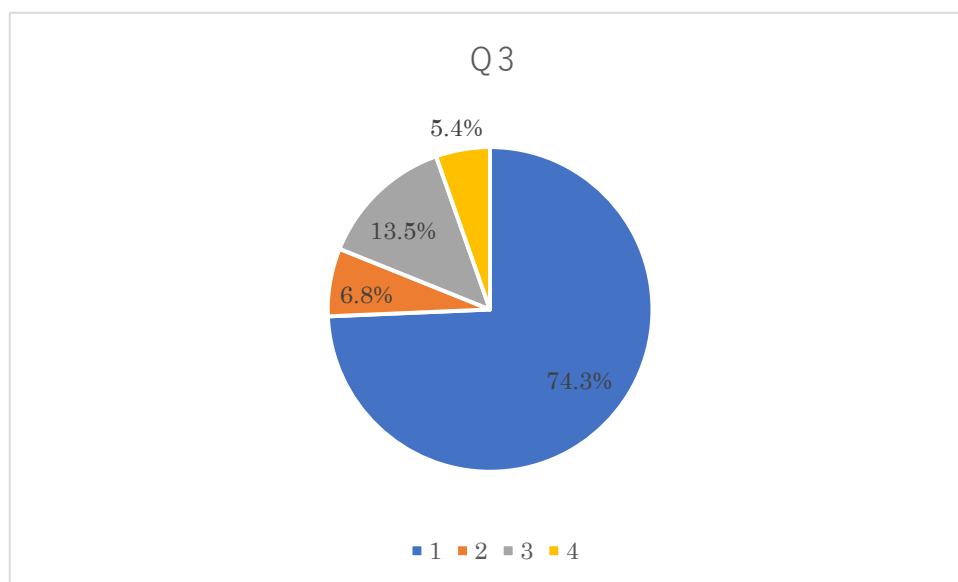
原木を購入している場合を 100 とした時、その放射性物質濃度を確認しているかについては、「必ず確認している」が 43.0%、「時々確認している」が 7.5%となった。「確認していない」は 42.1%となっているが、これは Q6 に示すように、自分で確認しているのではなく、原木販売業者や県などが検査を行っている場合、西日本から原木を調達している場合がほとんどである。⑤その他の回答の中でも、Q6 同様、「原木業者が確認」、「西日本産原木は検査しない」などの回答が見られ、ほぼ全ての回答者が原木の購入にあたって何らかの形で放射性物質濃度を確認していることが示された。

[⑤その他の回答]

- ・原木業者が確認（同趣旨計 5 件）
- ・西日本産原木は検査しないが、県内産は検査している（同趣旨計 2 件）
- ・17 都県以外 産地証明を確認（同趣旨計 2 件）
- ・子実体発生前にほだ木の放射能検査を実施し、子実体発生前後に子実体の放射能検査を実施している。
- ・農林振興センターに依頼している
- ・種菌メーカーからの検査証提出

Q3 自伐した原木の放射性物質濃度をご自身で検査されていますか？〔全員回答〕 n=74

- ①自伐していない ②必ず検査している ③時々検査している
④検査していない→ Q6 へ
⑤その他 ()



自伐で原木を調達している場合を 100 とした時、自分で放射性物質濃度を検査しているかについては、「必ず検査している」が 74.3%、「時々検査をしている」が 6.8%、「検査をしていない」が 13.5%となった。「検査をしていない」は、Q2 と同様、自分では検査をしていないが、他者が検査を行っているか、放射性物質の心配のない西日本から原木を調達している場合である。「自伐していない」、すなわち原木を購入するなど外部から調達している割合が 63.0%となっている。⑤その他の回答の中でも、「原木業者が確認」、「県（振興局）の検査を行っている」などの回答が見られ、ほぼ全ての回答者が何らかの形で原木の放射性物質濃度を確認していることが示された。

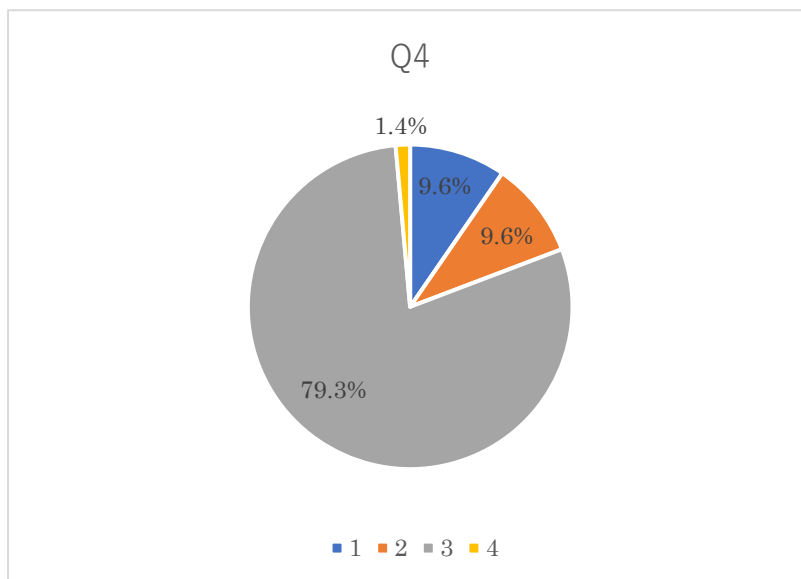
[⑤その他の回答]

- ・ 原木業者が確認
- ・ 県（振興局）の検査を行っている
- ・ 新たな林分で原木を伐採する場合検査を行う

Q4 放射性物質濃度の対象としている物質は何ですか？ 該当するものに○を付けて下さい。

n=208

- ①セシウム 134 ②セシウム 137 ③セシウム 134 とセシウム 137 の合計値
④その他 ()



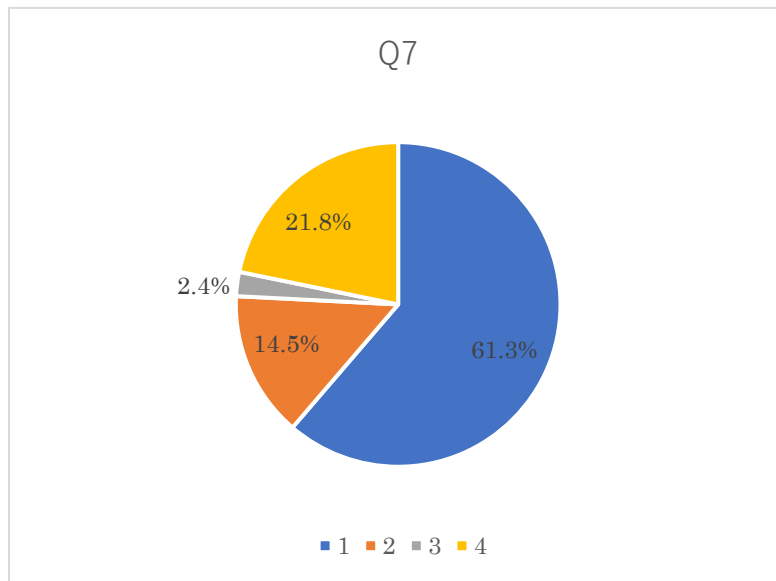
放射性物質濃度の対象としては「③セシウム 134 とセシウム 137 の合計値」が 79.3%と最も多い。④その他の回答として、ヨウ素を挙げた回答が 2 件名あった。た、不明とした回答も 1 件あった。

Q5 実際に使用している原木の放射性物質濃度はどれくらいですか？〔全員回答〕

当てはまるものすべてに○をつけて下さい。 n=282

- ①0～10Bq/kg 未満 ②10～15Bq/kg 未満 ③15～20Bq/kg 未満
④20～25Bq/kg 未満 ⑤25～30Bq/kg 未満 ⑥30～35Bq/kg 未満
⑦35～40Bq/kg 未満 ⑧40～45Bq/kg 未満 ⑨45～50Bq/kg 未満
⑩50Bq/kg 以下 ⑪その他 ()

→ Q8 へ進んで下さい。



Q6で「①安全な原木林からとったものだから」とした回答者に、その理由について尋ねた結果、「①県や市町村などの行政による検査の結果」が61.3%と最も多く、国の基準である「②10ha 当たり 3 本の立木を測った結果」は14.5%、「③空間線量率を測った結果」は2.4%となった。「④その他」では、西日本から調達した原木だから、とする回答が大半を占めた。

[④その他の回答]

- ・西日本産原木を使用（同趣旨計 6 件）
- ・原木を納入して頂く、種菌メーカーの調査を信頼しているので（同趣旨計 2 件）
- ・毎年のしいたけから検出されていないから（同趣旨計 2 件）
- ・原木林での自主検査の結果
- ・岩手の盛岡より北、長野、山梨、九州等の産地で検査に合格（20B q 以下）したもの
- ・業者が線量測定してから購入
- ・県林連さんを通して購入しているから
- ・県の斡旋したものだから

Q 8 栽培している品種を植菌数の多い順に記載して下さい〔全員回答〕 n = 249

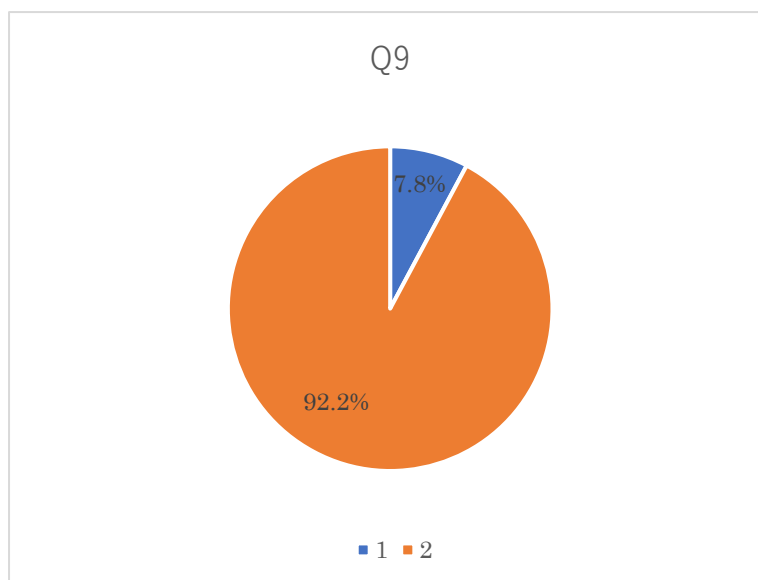
メーカー名及び種菌名は非公表とする

現在栽培しているしいたけの品種について、植菌数の多い順に回答を得た。有効回答数 222 を集計した結果、回答の①に記載された種菌の種類は 41 種であり、最も回答数の多い種菌は上位から順に 25 件 (11.3%)、24 件 (10.8%)、19 件 (8.6%)、18 件 (8.1%)、17 件 (7.7%) などとなった。特定の種菌に集中する傾向は見られず、むしろ 1 件のみ回答があった種菌は 20 種と約半数を占め、原木栽培に使用される種菌は多様な状況にあるといえる。

この傾向は記述されたすべての種菌名を集計するとより顕著となり、最も多く選択された種菌は、上位 10 の種菌で 50 件 (8.4%)、50 件 (8.4%)、46 件 (7.7%)、42 件 (7.1%)、38 件 (6.4%)、36 件 (6.1%)、34 件 (5.7%)、32 件 (5.4%)、26 件 (4.4%)、18 件 (3.0%) となった。これら上位 10 の種菌が全体の回答に占める割合は 62.5% である。

Q 9 これまでに国の指標値である 50Bq/kg 以下の原木を使って、100Bq/kg を超えるしいたけが発生したことはありますか？〔全員回答〕 n=243

①ある→ Q10 へ ②ない→ Q 11 へ



過去に 50Bq/kg 以下の原木を使用して栽培し、100Bq/kg を超える子実体が発生したことがあるとした回答は 7.8% であった。

Q 10 100Bq/kg を超えるしいたけが発生した時、栽培に使用した原木の放射性物質濃度の最高値はいくつでしたか？

Q9 で 100Bq/kg を超える子実体が発生したことがある回答者に、その時の原木の放射性物質濃度と子実体の放射性物質濃度を尋ねた結果、以下の回答が得られた。

- ・ 原木 (25～30Bq/kg) しいたけ (103Bq/kg)
- ・ 原木 (25Bq/kg) しいたけ (103Bq/kg)
- ・ 原木 (26Bq/kg) しいたけ (112Bq/kg) 品種は忘れました。多品種詰め合わせ
- ・ 原木 (30Bq/kg) しいたけ (121Bq/kg)
- ・ 原木 (約 30Bq/kg) しいたけ (102Bq/kg)
- ・ 原木 (30Bq/kg) しいたけ (110Bq/kg)
- ・ 原木 (30～35Bq/kg) しいたけ (115～120Bq/kg)
- ・ 原木 (36Bq/kg) しいたけ (151Bq/kg)
- ・ 原木 (39Bq/kg) しいたけ (220Bq/kg)
- ・ 原木 (40Bq/kg) しいたけ (110Bq/kg)
- ・ 原木 (40Bq/kg) しいたけ (120Bq/kg)
- ・ 原木 (41.8Bq/kg) しいたけ (108Bq/kg)
- ・ 原木 (45Bq/kg (注：原木林の検査結果は 11, 13, 14, 18Bq/kg (4 種類) だった)) しいたけ (127.7Bq/kg)
- ・ 原木 (45Bq/kg) しいたけ (100Bq/kg)
- ・ 原木 (50Bq/kg 以下) しいたけ (120Bq/kg)
- ・ 原木 (80Bq/kg) しいたけ (120Bq/kg)
- ・ 原木 (320Bq/kg) しいたけについては記載なし

Q 11 放射性物質対策に関する栽培管理のうち、最も重要視していることは何ですか。〔全員回答〕

栽培管理上重視している点について、自由記載方式で回答を求めた。

主に、原木の購入面については原木の産地、原木の放射性セシウム濃度について、栽培管理では、ほだ木に土が付着しないようにほだ場にシート等を敷くなどの対応に関する回答が目立った。

[回答]

- ・放射性物質濃度の低い原木を入手する（同趣旨計 62 件）
- ・ほだ木が地面に直接触れないように、各種シートを敷いたり、モミガラを敷くなどの対策を行っている（同趣旨計 61 件）
- ・原木、きのこの放射性物質濃度の測定・検査を受ける（同趣旨計 28 件）
- ・ハウスなど施設内での栽培（同趣旨計 7 件）
- ・国のガイドラインに沿った栽培管理（同趣旨計 6 件）

[複数の対策]

- ・しいたけの放射能検査、原木の産地、品種別ロット管理
- ・安全な原木の購入、土の上に原木を直接置かない、水槽の定期的な清掃
- ・安全な原木の安定的確保。ほだ木を林内で休養させる際、地面にビニールを敷き落葉をまめに取り除くこと
- ・原木の放射性物質の指標値、ホダ場の管理、位置（方位）
- ・原木の放射性物質濃度、栽培管理
- ・夏場、斜光ネットをハウスにかけ、雨水をある程度遮断。冬場、ビニールをかけ雨水を遮断。土のはねかえりを防ぐよう管理している。泥水をほだ木にかけないようにする。
- ・ほだ木の上に遮光ネットを掛ける、原木の放射線濃度を必ず測定している
- ・必ず放射能検査を受けること。野外でのほだ木づくりの際シートを敷いて土につかないようにしている
- ・地面に接触させない。検査済みの原木を使用する
- ・原木・ほだ木。しいたけの放射性物質濃度のこまめな検査
- ・安全な原木の安定的な確保。ほだ木を林内で休養させる際、地面にビニールを敷き落葉をまめに取り除くこと

[安全なほだ場の確保]

- ・空間線量を調べたほだ場を使って栽培すること
- ・ほだ場の選定とほだ場作り
- ・安全な場所で栽培する

[その他]

- ・ホダ木を原木産地と品種別にロット分け(通常、1年ごとに20~30ロットに分かれます。この管理に手間がかかっています。)して、そのロットごとに、ホダ木の検査(しいたけ出荷前)を徹底すること。
- ・水分管理、出荷基準(生活クラブ生協 50Bq/kg)のため20~25Bq/kgの原木を使用すると、夏場乾く時期45Bq/kg位まで検査値が上がるがあるので注意している。
- ・まだ年2回露地物、ハウス栽培物と検査をしているが、もういいのでは? 10年以上になるし安全な原木で栽培をする。
- ・私の地区は放射能濃度が低いためあまり気にしていない
- ・細いほだ木を使用しない。大径木(15cm以上)は安全
- ・土壌及び水質の管理
- ・空間線量の高い森林は自伐しない。過去の検査結果を参考に山を選定
- ・市の水道水のみ使用
- ・いつもきれいに管理している
- ・屋外の原木にはビニールシートをかけて栽培
- ・浸水発生の際、水槽を一度満水状態にした後、その水をすべて廃棄し、浸水用の水を張るようになっている
- ・ブルーシートを敷いた上にほだ木を伏せ込む。落葉の放射性物質検査など、栽培管理における必須検査以外にも、安全なほだ場環境の確認のため、自主検査を実施している。
- ・原木、楢木が雨に濡れないようにすること

Q 12 その他ご意見等ございましたらご記入下さい。

その他自由記載方式で意見を求めたところ、検査のあり方、原木価格の高騰、指標値の見直しなど、さまざまな回答があった。

[回答]

[原木の不足・価格の上昇]

- ・原木の不足。高い。
- ・年を追うごとに必要な原木数量確保が難しくなっています。同時に、原木価格の上昇が止まらず先行き大変不安に感じています。里山保全整備に貢献している点では原木業者も

栽培者も同じです。価格が上がっても供給量が増えないのは伐り手の絶対数の不足や省力化、機械化の難しさと言った構造的な問題があるように思われます。そこで伐採量を増やすためにまずは伐り手が増えるような行政的支援、さらには補助事業等で原木業者のモチベーションを上げるような政策も必要ではないでしょうか。しかし、個人事業者が多いために補助事業を受けにくい状況がその一方にあります。そこでお願いですが、まずは日特振がまとめ役となって原木事業者協議会的な穏やかな組織化を進めてはいかがでしょうか。ご検討ください。

- ・私の地域は高い山が近く、原木林も高い所にあり、場所によって放射能値が高い原木がある。購入原木の補助を引き続きお願いします。
- ・原木1本当当たりの単価が高過ぎることです。
- ・事故後10年経ち原木林が年々減少し原木の品質（細い、まがり、水なら等）が悪く収穫量が減っている、しかし損害倍償はでない！
- ・原木の値上がりをおさえてほしい
- ・原木しいたけ栽培をしていくのに単価が上昇している。
- ・原木価格上昇分の助成金
- ・原木購入が大変です。
- ・岩手県より原木購入で1本当当たりが高い

[指標値の見直しについて]

- ・安心して栽培を行うため、原木の指標値は上限を30~40Bq/kg程度にするべきと考えます。
- ・今後、原木の指標値見直し検討するのであれば原木林のばらつき問題を十分に考慮していただきたい。
- ・世界の基準は300~1200ベクレルと聞く他方への注力が肝要と思う。
- ・国の100Bq/kgの考えを改めてもよいのでは？
- ・放射性物質濃度を緩和して欲しい
- ・100Bq/kgは厳しい。300Bq/kgにして下さい
- ・食品の放射能の最高数値を300Bq/kgにして欲しい。出荷解除のすべての権限を市町村にまかせて欲しい

- ・原木の基準を 50Bq/kg より下げて欲しい

[検査の緩和について]

- ・早く放射能検査がなくなることをお願いしたい。
- ・原発事故当時と同じ検査を続けているが地方では生産者 30 名が全員解除・出荷となっている。最終生産物の検査だけでよい。検査を厳重に続けるほど風評被害は止まない。
- ・原木・ほだ木の検査止め、出荷前検査のみにして欲しい
- ・震災から 10 年以上経過したが、いつまで検査を受ける必要があるのか
- ・子実体のみで解除できるよう要件を見直して欲しい
- ・いつまで検査をやるんですか？

[その他]

- ・1. 原木・ホダ木の指標値に関して、3 点、希望があります。
(1) 現在、多くの生産者が行っている「比較的低ベクレル原木の仕入れ（令和 3 年 3 月 8 日・自民党「食品等の出荷制限の合理的なあり方に関する提言」の提言 11 との整合性が難しいので、以下でも詳述します）、かつ、東京電力への原木代かかりまし請求が今後も支払いがあること。」（現行方式）が今後も続いて欲しいです。（=指標値は変わらず、低ベクレルの原木仕入れがスムーズになる方式）このやり方は、しいたけ生産者や現場の関係者が 10 年をかけて、苦勞して見出した現時点でのベストの方法と思われます。

【上記の理由】

指標値 50Bq/kg よりもかなり低い（ND～20Bq/kg）原木に植菌する理由は、指標値に近い原木に植菌するとホダ木が指標値を超える、またはしいたけが基準値を超える蓋然性が高くなるからです。（=基準値超え、指標値超えの予防策）

しかし、一方で、東京電力が、現在は大丈夫ですが、将来、原木代かかりまし請求を出し渋る場合の理由付けの一つとして予想されるのが、上記の提言 11 を盾に、「低ベクレルの原木だけを購入した場合、賠償の支払いが無くなる、または、削られる」あるいは、「指標値 50Bq/kg に近い原木の仕入れ要求してくること」が心配されます。このようなことになることを避けるべく、今は大丈夫であっても、今から何らかの布石を打っておいて欲しいと思います（実証実験により低ベクレル原木仕入れることの科学的合理性の裏付け

すること。)

例えば、原木・ホダ木の指標値は変更せず「25 (20) Bq/kg【=試験によって得られた値】以下の原木に植菌することを推奨する」という趣旨の文書があれば、ありがたいと思っています。これは、自治体がしいたけの出荷制限解除の申請を行う際、厚生省は一般食品の基準値の半分である 50Bq/kg を超えると解除申請すら受け付けないと言う話を聞いたことがあり、その状況を踏まえています。

(2) 原木しいたけでは、下記 2. のように複雑な実情が絡んでおり、原木、ホダ木の指標値の改定だけでは、原木しいたけを取り巻く問題を解決することは適切ではないと考えています。しいたけの生産性を悪化させないことを前提とした放射性セシウム移行低減の栽培方法（放射性セシウムのキャプチャー、あるいは、移行低減種菌の育成、原木林の更新の際のカリウム施肥など）の確立など、指標値の変更すること以外の方策を希望します。

(3) 原木しいたけホダ木の移行係数や指標値の策定などに際しては、その委員会のメンバーに関係者を選ぶ場合、原木しいたけ関係者のみで、菌床しいたけの関係者は除いて欲しいと考えています。（原木しいたけと菌床しいたけでは、栽培技術などに差異が大きいからなど。）

★現在、基準値超えしいたけや指標値超えホダ木がレアケースなのは、生産者の多くが比較的lowレベルの原木に植菌していることが大きいと思われる。上記の提言 11 を履行して原木が入手しやすくなったとしても、基準値超えのしいたけや指標値超えのホダ木が増えては、主客転倒と思われる。★また、指標値が厳しくなって原木の需給がさらにひっ迫するようでは、生産者が困ります。

2. 原木しいたけでは、下記のように複雑な実情が絡んでおり、原木・ホダ木の指標値の改定だけでは、原木しいたけを取り巻く問題を解決することは適切ではないと考えています。

①もし、原木の指標値が低くなれば、原木の需給ひっ迫と価格高騰がさらに厳しくなることが予想されること。さらに仕入れた原木の品質が、現在以上に低下し、生産性に悪影響をおよぼし、原木しいたけ生産者全体に悪影響が出る可能性があること。また、ホダ木の指標値超え問題が今以上に多発することも考えられます。（現在は、指標値よりもかなり低い原木に植菌しているのでホダ木での指標値超えがレアケースですが、指標値が下がった場合、指標値ぎりぎりの値の原木に植菌すれば、ホダ木になってから指標値を超えやすいことは、経験則でかなり蓋然性が高いです。）

②上記の提言 11 の内容に沿って 50Bq/kg に近い原木に植菌し、しいたけを生産すれば、基準値超えのしいたけ、あるいは指標値超えのホダ木が増えることが予想されること。また、ホダ木への追加汚染のある地域では、例えば、49Bq/kg の原木に植菌した場合、追加汚染で、後に、ホダ木が指標値を超えてしまう。つまり、栽培の途中までは生産がOKで途中から生産NGとなるという、生産や関係者にとって、非常に頭の痛いこととなります。これは、指標値をどのように設定しても起こり得ることです。

③原木・ホダ木の指標値の前後の原木林が、東日本の至る所にあり、指標値を超える原木（林）にアクセスしやすいこと。

④現状の原木林の検査マニュアル（10haで1検体の検査）は、サンプル数が少なすぎるとの考えも一部にあります（検査マニュアルができたのが原発事故直後であり検査機器の少なさから検査の頻度を高めにくく、当時は必要悪だった。）、その一方で、もし、サンプル数を増加させたとしても、費用対効果、あるいは、原木の需給に対して、どれくらいプラスの意味があるかも難しいと思われるので、現行方式を続けることは、仕方ないと考えています。

例えば、非破壊検査機を使用して伐採した原木の全数検査、または検査数を増やす方法を行う場合、原木単価が上昇します。つまり、生産者が支払う金額が上がります。原木代ばかり増損害賠償請求が、いつ終わるか不安な中で、原木単価が上がるようなことは避けて欲しいです。

また、他人所有林の原木林検査は、もし、指標値超えの原木が現れた場合、地主さんとの人間関係が悪くなる可能性があります。

⑤原木林の立木ごとの放射性セシウム値バラツキが大きだけでなく、1本の原木でも放射性セシウム値のバラツキが大きく、費用対効果を考えると、指標値の概念だけで100%の蓋然性で基準値を超えるしいたけや指標値を超える原木を排除しにくい事。

⑥原木・ホダ木の指標値を改定しただけでは、提言 11 問題にある 2 種類の一つ（指標値に近い原木を仕入れた場合、基準値を超えるしいたけの発生する蓋然性は下がりますが、ホダ木になってから指標値を超えること）は残ること。

⑦原木・ホダ木の指標値は一般食品の基準値を超えるしいたけを生産・流通させないための手段であって、目的ではないこと。その手段は、他にもあると考えられること。

⑧指標値を下げた場合、指標値を超えるホダ木が増加し、汚染廃棄ホダ木の損害賠償が増

加することが考えられます。事故後 10 年以上が経過し損害賠償の消滅時効も生産者にとっては不安材料の中で、さらに損害が増えることは、マイナス要因と思われます。このように指標値を下げた場合は、この生産者の不安を取除く措置も同時に行った方が良いと思われます。

- ・ 木灰の販売がいまだに禁止です。補償なり禁止解除なり検討し連絡をお願いします。
- ・ 今後原木栽培は自然環境を最大限に利用することが大事なので、露地栽培（管理）と施設栽培との併用が必要ではないか思います。原木栽培が力を出すために福島でも露地栽培解除に知恵をください。よろしく願い申し上げます。
- ・ 指標値である 50Bq/kg を超過したほだ木が含まれるロットが判明したため、このロットから試験的に浸水・発生・採取をしたところ、5 検体のうち 4 検体が 100Bq/kg を超えました。平成 31 年春植菌のこのロット全ほだ木は処分済みです。
- ・ 11 年前の原発事故で、放射能の降らなかった地域の原木用山林に行政の補助は出来ないものか？
- ・ 生産者はしいたけ栽培に最大限の努力をします。是非とも行政機関の御支援を宜しく願い致します。
- ・ 福島の様な事故が地球上から無くなるように祈っています。
- ・ スーパーへの商品は年に 3 回程検査しています。134, 137 合計は 10~15 くらいは出ます。134 の値は出ません。
- ・ 安全性の確保のために、今後も放射性物質のモニタリング検査を行ってほしい
- ・ 原子力の取り扱いに関しては、全て庶民の安寧を基本にして欲しい。想定外を考慮して！！
- ・ だいたい山林の放射性物質は少なくなりつつあります。でも今後露地栽培をしてゆく取組みをしているが場所により空間の放射濃度が高いところがあるので注意が必要である。我々の地域は乾燥しいたけ産地なのでそここのところを注意しないといけない。
- ・ 東京出荷のため 30Bq/kg 以上のしいたけは栽培しないため楢木の検査は県に依頼している。
- ・ 原木山の除染がされないため原木産地が回復しない。
- ・ なぜ原木椎茸に放射能汚染がかかわりあるか？ 理解できません。

- ・仕事がきつい上、あまりもうからないのにこの放射能問題で原木シイタケはなくなると思う。この産業を残すための国の力を必要とします。
- ・震災後に栽培を始めたため、差額分の賠償金がもらえない。不平等ではないか。
- ・しいたけの価格が向上せず困っている。また、食品の基準値 100Bq/kg は他国よりも厳しい。設定の根拠をわかりやすく示すことで生産者も納得できるのではないか。
- ・栽培管理に適した場所が少なく、生産量が制限されるうえに労働量は大きくなってしまふ。ほだ場に関する管理事項の緩和を検討して欲しい
- ・今まで 10 年間安全な他県産原木使用し指標値超えたことがないので、ほだ場解除の必要ないと思う。作業日誌、記帳も毎日行っている。調査だけでなく、今後の事考えてほしい。
- ・県内原木が使用できるようになれば植菌本数を増やそうと思っているが、数年内なら可能だが、その後なら体力が？
- ・原木が県外（九州、岩手県北）のものを使うとしいたけは安全です（地元のものはい）
- ・現状、検査結果から露地栽培品の値は基準値以下なので、解除に向けて早期に許可願います
- ・真冬に晩秋から出始めてほだ木の上で乾燥した生しいたけを使用すると放射能濃度はとても高い数値になります
- ・土からの放射性物質以降抑制のため敷くシートに係る費用は、補償対象にして欲しい。
- ・県内コナラ原木を使用したい
- ・補償を早くして下さい
- ・原木検査に時間がかかると時期がずれ込み、他作物の繁忙期が重なる等調整が大変
- ・県内産購入原木の中には数値が高いものもあり不安
- ・毎年しいたけの自主検査を実施し、安全性を確認している

(3) 立木内の放射性物質の経年変化について

(1) で前述した通り、しいたけ栽培には主にコナラ原木が使われるが、福島第一原発の事故直後に生えていたコナラは直接放射性セシウムを浴び、樹皮の濃度が最も高くなっていた。樹木に放射性セシウムが取り込まれる経路は、葉や樹皮に付着した放射性セシウムがそのまま樹体内に取り込まれる経路と、根から土壤中の放射性セシウムを取り込む経路がある。2、3年のうちに大部分の放射性セシウムは土壤に移動するため、その後は根を介した吸収がほとんどを占めると考えられる。時間が経過し、根から材に放射性セシウムが移行したり、樹皮の放射性セシウムが洗い流されるなどした結果、材の放射性セシウム濃度の分布が変わり、樹皮よりも材の濃度が事故直後より高くなったと考えられる。

一方、しいたけは樹皮ではなく、内側の材の形成層から放射性セシウムを吸収していると考えられ、そのため子実体内のセシウム濃度が、移行係数として見かけ上、上がって見えていると考えられる。

以下に主にコナラに関する立木内の放射性セシウムの経年変化についての論文名及びその抄録を示す。

・ Temporal trends in ^{137}Cs concentrations in the bark, sapwood, heartwood, and whole wood of four tree species in Japanese forests from 2011 to 2016, *Journal of Environmental Radioactivity*, 178-179, 335-342.

2017

Shinta Ohashi, Katsushi Kuroda, Tsutomu Takano, Youki Suzuki, Takeshi Fujiwara, Hisashi Abe, Akira Kagawa, Masaki Sugiyama, Yoshitaka Kubojima, Chunhua Zhang, Koichi Yamamoto,

[抄録]

福島第一原子力発電所 (FDNPP) 事故後の幹材中の放射性セシウム (セシウム 137) 濃度の変化を理解するために、2011 年以降 (一部の地点では 2012 年以降)、FDNPP 事故による放射性セシウム沈着量の異なる複数の地点で、4 種の主要樹種の樹皮、辺材、心材および全材中のセシウム 137 濃度を調査した。スギは 4 地点、ヒノキとコナラは 2 地点、アカマ

ツは 1 地点である。2011 年から 2015 年にかけて採取された樹皮および全木材試料中の ^{137}Cs 濃度に関する前回の報告では、同じ樹種であってもサイト間で時間的な変動があることが示唆された。本研究では、2016 年の樹皮および全木試料のデータを提供し、2011 年から 2016 年までの辺材および心材試料の ^{137}Cs 濃度を別途測定した。さらに、樹幹各部位の ^{137}Cs 濃度の時間的傾向、特に辺材と心材間の ^{137}Cs 分布について、その種および部位依存性と関連付けて考察を行った。2011 年から 2016 年に採取された樹皮および全木材試料の時間的傾向は、2011 年から 2015 年に採取された試料で報告された傾向と一致した。樹皮中の ^{137}Cs 濃度の時間的変動は、減少傾向または明確な傾向を示さず、樹皮中の ^{137}Cs 沈着は不均質であり、除染が比較的遅い場合があることを示唆するものであった。辺材、心材、材全体の ^{137}Cs 濃度の時間的傾向は、樹種間で異なり、また同一樹種内でも部位によって異なっていた。同一種内では、スギ心材、カシ辺材および材全体で比較的共通した増加傾向が見られた。一方、辺材に対する心材の ^{137}Cs 濃度比(新鮮重量ベース)は、スギでは共通して 2 以上に増加したが、他の種では明確な時間的傾向は見られず、ヒノキとマツで 1 前後、オークで 0.5 以下であり、辺材から心材への ^{137}Cs 移行には種依存性があると示唆される。その結果、樹木内の ^{137}Cs 移行は種依存性が現れやすく、環境から樹木への移行は様々な要因で覆い隠される可能性があることが分かった。したがって、幹材中の ^{137}Cs 濃度の予測は、より多くのサンプルサイズと複数のサイトでの調査、そして種特異的な ^{137}Cs 移行メカニズムの理解が必要であるため、慎重に行う必要がある。

・最新のデータとモデルから森林内の放射性セシウムの動きを将来予測
—森林の中での動きが平衡状態に近づいている—

(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所

PRESS RELEASE (2020/2/6)

chrome-

extension://efaidnbmnribpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.ffpri.affrc.go.jp%2Fpress%2F2020%2F20200206%2Fdocuments%2F20200206press.pdf&cflen=382502&chunk=true

[抄録]

・福島第一原子力発電所の事故で森林に入った放射性セシウムは森林の中で分布が変化している

・最新の観測データと改良した予測モデルを用いることで、森林内の放射性セシウムの分布の長期変化を予測した。

・今回のモデル解析により、森林内の放射性セシウムの大部分が土壌に存在している現在の状況は長期的にも変化しないこと、コナラ木材中の放射性セシウム濃度の増加傾向は引き続き継続して緩やかになること等、森林の中での放射性セシウムの動きが平衡状態に近づいていることが予測された。

・樹皮からのセシウム吸収およびその化学形態

*田中 万也, 高橋 嘉夫

2015 年度日本地球化学会第 62 回年会講演要旨集

[抄録]

樹皮から吸収されたセシウムの化学形態を調べるために、コナラ及びコシアブラの幹から樹皮、辺材、心材をそれぞれ切り出した。切り出した試料にセシウムを吸着させ、Cs-L3 吸収端 EXAFS スペクトルの測定を行った。EXAFS スペクトルの解析結果は、樹皮、辺材、心材に吸着したセシウムが外圏型錯体として存在していることを示した。

・コナラ当年枝中のセシウム濃度の個体内変動

*長倉 淳子, 三浦 覚, 齊藤 哲, 田中 憲蔵, 大橋 伸太, 金指 努, 大前 芳美

第 131 回日本森林学会大会

[抄録]

きのこ原木栽培に用いる広葉樹について、原木利用部位の放射性セシウム濃度を当年枝のセシウム濃度から推定する方法の確立を目指している。本研究は、当年枝のセシウム濃度が同一個体内の採取位置によって異なるかどうかを明らかにすることを目的とした。原発事故後に萌芽更新したコナラ林 3 サイトの各 3 個体から 8~11 本の当年枝（主軸の梢端から

下部に向けて5本、および主軸以外の萌芽枝)を採取し、放射性セシウムおよび安定同位体セシウムの濃度を測定した。当年枝の放射性セシウム濃度は、個体によっては採取位置によって2倍以上異なるものもあったが、梢端で高い、下部で高い、主軸で高い、といった採取位置による決まった傾向はみられなかった。放射性セシウム濃度の変動係数は枝間では0.22、個体間では0.29、サイト間では0.51であり、個体内変動よりもサイトによる違いが大きかった。コナラ当年枝の放射性セシウム濃度は枝間や個体間でばらつきはあるが、サイトの指標値として利用できる可能性が示された。

・福島第一原発事故後における空間線量率の低い落葉広葉樹林の放射性セシウム動態(I)
休眠期から葉の展開後までの放射性セシウム濃度の変化

*伊藤 愛, 加藤 徹, 綿野 好則, 鈴木 拓馬, 近藤 晃

第124回日本森林学会大会

[抄録]

森林内での放射性セシウム(以下セシウム)の分布や循環の解明が、森林資源の管理のために重要な課題となっている。2011年以降、東日本の森林でセシウムに関する調査が進められているが、高線量の地域を対象としたものが多く、低線量の地域における知見はほとんど無い状況である。そこで、空間線量率が比較的低いクヌギ・コナラの混交林2地点(2012年1月時点で0.12と0.14 μ Sv/h)において、セシウムの分布と、休眠期から葉の展開後のセシウム濃度の変化を調査した。同一個体(2地点合計9個体)を対象として、2012年2月と6月に試料を100ml採取し、乾燥後にゲルマニウム半導体分析器でセシウム濃度の測定を行った。採取部位は、樹体では樹皮と辺材(地上高1mと6m地点)、葉と枝(セシウム降下後に伸長したもの)、樹体以外ではリターと土壌3層(表層から5cmごと)とした。その結果、樹体では樹皮で最も高濃度のセシウムが検出された。セシウムは、事故後1年以上経過して展葉・伸長した葉や枝からも検出された。2月に林内で最も高かったリター層のセシウム濃度は経時的に減少し、表層土壌のセシウム濃度は増加する傾向にあった。

・落葉広葉樹林における落葉・落果の放射性セシウムの年次変化

*直江 将司, 阿部 真, 田中 浩, 赤間 亮夫, 高野 勉, 正木 隆

第127回日本森林学会大会

[抄録]

森林のリターは放射性セシウムの林内循環に大きな影響を与え、またリターを食べる動物を内部被ばくさせる。しかし、原発事故による放射性物質の降下があった落葉広葉樹林において、リターの放射性セシウムに関する知見は不足している。本研究では落葉広葉樹林の主要構成樹種であるコナラ・カスミザクラ・アカシデを対象に、その落葉・落果の放射性セシウム濃度と年次変化を調べた。サンプルは原発から 70 km の北茨城市と 26 km の川内村に設置したリタートラップで採取し、樹種・部位別に測定した。落葉の放射性セシウム濃度は、2011 年からの時間経過とともに全樹種において大幅に減少した。一方、年度ごとの落葉の放射性セシウム濃度には顕著な樹種差が見られ、カスミザクラ、アカシデ、コナラの順に多くなっていた。落果の放射性セシウム濃度はカスミザクラでは 2011 年から 2015 年にかけて単調に減少する一方、コナラでは 2011 年から 2013 年にかけて増加し、その後減少に転じるというパターンが見られた。調査結果から、落葉広葉樹のリターの放射性セシウム濃度は概して減少しているものの、生態系に与える影響を考える上では樹種や部位による差異を考慮する必要があると考えられた。

・ 樹幹への ^{137}Cs の取込みと蓄積

*岡田 直紀, 大橋 伸太, 田中 厚志, 中井 渉

第 125 回日本森林学会大会

[抄録]

福島第一原発からおおよそ 20km の距離にある、福島県双葉郡川内村のアカマツ、コナラ、スギに含まれる放射性セシウムの樹体内分布を調べた。各樹種からそれぞれ 3 個体を選び、地上部から 4-5 ヶ所の高さで円盤を採取し、樹皮と木部をさらに細かく分割して放射性セシウムを測定した。樹体各部の放射性セシウム濃度は、外樹皮 > 内樹皮 > 辺材 > 心材の順で高かった。木部の半径方向では、形成層を含む最外部が最も濃度が高く、辺材ではほぼ一定で、心材では内側に向かって低下していた。このことは、生きた細胞を含まない心材内において、辺材を経由して移動してきた放射性セシウムが内側に向かって拡散していることを示していると考えられた。従って、心材内の放射性セシウム濃度は今後も上昇していくものと予想される。外樹皮の放射性セシウム濃度は、アカマツでは地上高によらず放射性セシウム濃度に大きな違いがなかったが、コナラとスギでは上部ほど濃度が高かった。しかし、内樹皮では地上高によらず 3 樹種ともにほぼ一定であった。

・森林環境における福島第一原発事故から7年間の放射性セシウムの移行状況

*加藤 弘亮, 恩田 裕一, Zul Hilmi Saidin

第129回日本森林学会大会

[抄録]

森林に降下した放射性セシウムは樹冠に捕捉され、その後の降雨や落葉等によって徐々に林床に移行する。そのため、森林内の放射性セシウムの分布や空間線量率の時間変化を把握するためには、樹冠から林床への移行状況を観測することが必要である。本研究では、福島県の森林を対象として、福島第一原子力発電所事故から7年間に、森林樹冠から林床に移行した放射性セシウムの調査を実施した。福島県伊達郡川俣町山木屋地区において、スギ人工林からなる2林分(31年生・15年生)と広葉樹混交林(コナラ及びアカマツ)を調査対象林分に選定し、樹冠通過雨、樹幹流、落葉等のセシウム137濃度を測定した。観測期間中(平成23年7月～平成29年12月)に樹冠から林床に移行したセシウム137は、スギ壮齢林、スギ若齢林、広葉樹混交林でそれぞれ191 kBq/m²、206 kBq/m²、67 kBq/m²であった。これらの移行量は、原発事故後に大気から沈着した総量の43.2%、46.6%、15.0%にあたる。樹冠から林床への放射性セシウムの年間移行量は、原発事故から5年間では時間経過とともに顕著に減少する傾向を示したが、平成28～29年度では同程度の移行量であった。

・グローバルフォールアウト Cs-137 を利用したコナラの移行係数推定

*三浦 寛, 益守 眞也, 高田 大輔, 関谷 信人, 成田 義人, 新田 響平, 中島 春樹, 相浦 英春, 小谷 二郎, 小倉 晃, 田野井 慶太郎, 中西 友子

第127回日本森林学会大会

[抄録]

森林の放射能汚染による数十年後のきのこ原木汚染を予測するために、石川、富山、秋田の3県のコナラ林でグローバルフォールアウトセシウム(GFO-137Cs)の分布を調査した。実生あるいは植栽された19～31年生コナラ林を各県3林分選定し、各林分で3個体のコナラの地上部3部位と地下部1部位およびその近傍のリターと土壌3層を採取し、Ge検出器により134Cs、137Csを測定した。秋田県の枝とリター試料からは福島原発由来の134Csが

わずかに検出された。GFO-137Cs 濃度は、土壌第 1 層 0-5cm が最も高く、第 2 層 5-15cm、第 3 層 15-30cm では急激に低下していた。リター層の濃度は土壌第 2 層と同程度であった。コナラ樹体中の濃度は枝<1cm、幹 6m 高、幹 0.5m 高、太根のいずれも低濃度であった。造成地 1 林分を除いた土壌第 1 層と幹 0.5m の濃度を用いた移行係数は 0.005~0.05 であり、福島県で原発事故後の 2014 年に調査したコナラ林に比べて、1/5~1/100 程度低かった。凝集移行係数についても算出し、汚染土壌で新たに生育したコナラのセシウム吸収について報告する。

・コナラ樹体中の福島原発事故由来の放射性セシウム分布

*三浦 覚, 高田 大輔, 益守 眞也, 関谷 信人, 小林 奈通子, 廣瀬 農, 田野井 慶太郎, 中西 友子

第 126 回日本森林学会大会

[抄録]

きのこ栽培に利用されるコナラの放射性セシウム濃度の将来予測に資するため、福島第一原発事故により放射性セシウムで汚染されたコナラ樹体中のセシウム分布を調査した。2014 年 3~4 月に、福島県田村市都路の 26 年生コナラ林において、3 個体の地上部と地下部をすべて伐倒掘り取りして現存量を調査し、部位別に分析試料を採取した。地上部はそのまま、地下部は洗浄したのちに乾燥させて、Ge 検出器により ^{134}Cs , ^{137}Cs , 40K を測定した。 ^{137}Cs 濃度は、地上部地下部ともに、細くて木部の割合が少ない試料ほどが高かった。細根の ^{137}Cs 濃度は 464~1,502Bq/kg で、枝(1,296~2,174Bq/kg)や樹皮(621~2,082Bq/kg)よりやや低いと同水準であった。 ^{137}Cs の現存量の地上部地下部分布割合は、40K の分布割合に比べて地上部の割合が 7~15%多く、事故により直接汚染した樹皮と事故後の新生枝に多く存在していた。本研究により樹体内への ^{137}Cs の広がりを調べる上で重要な初期データを取得することができた。しかし、樹皮から樹体全体への移動が平衡状態に達しているか否かや根からの吸収状況を知るには、さらなる調査が必要である。

・コナラの放射性セシウム移行係数と土壌の交換性カリウムの関係

*三浦 覚, 金指 努, 田野井 慶太郎, 福田 研介, 岩澤 勝巳, 伊東 諒祐, 益守 眞也, 小林 奈通子, 伊東 宏樹, 二瓶 直登, 長倉 淳子, 平井 敬三, 中西 友子

第 129 回日本森林学会大会

[抄録]

福島第一原子力発電所事故による森林の放射性セシウム(Cs)汚染により、東日本の広い範囲のコナラがシイタケ原木として利用できなくなった。本研究では、土壤の交換性カリウム(K)がコナラの Cs 吸収特性に及ぼす影響を明らかにするために、福島、茨城、千葉 3 県で原発事故後に更新されたコナラ萌芽林 33 林分で、コナラ萌芽枝の Cs-137 面移行係数と土壤の交換性カリウム(K)蓄積量の関係について調査した結果を報告する。萌芽枝の試料は、休眠期に各林分で 5 個体以上から当年枝を採取し Cs-137 濃度を測定した。土壤は、0-4cm または 0-5cm の深さから採土円筒で採取し、Cs-137 濃度、交換性 K を測定した。土壤の Cs-137 蓄積量は調査地全体で 10 倍の違いがあったが、面移行係数は土壤の交換性 K 蓄積量が大きいほど低下し両対数軸上で負の相関関係を示した。交換性 K が低い領域では Cs-137 のばらつきが大きかったが、交換性 K と当年枝の Cs-137 の面移行係数の関係は、土壤の汚染程度によらず同じ範囲に分布していた。コナラ萌芽林の放射能汚染レベルを推定する指標として、交換性 K と面移行係数の関係が広い汚染レベルの範囲で利用できることが示唆された。

・コナラとアカマツ樹体内の放射性セシウムの季節変化と林床処理の効果

*平野 堯将, 小林 達明, 高橋 輝昌, 鈴木 弘行, 恩田 裕一, 高橋 純子, 山本 理恵, 斎藤 翔

第 126 回日本森林学会大会

[抄録]

里山生態系内での放射性セシウム（以下 Cs）の動態を明らかにするため、川俣町山木屋地区の農家所有の里山と山木屋小学校の森林において樹体各部位と土壤の Cs を調査した。農家所有の里山では A0 層の除去処理を行い、土壤中の Cs の低下が里山生態系内にどのような影響を及ぼすのか調べた。コナラ・ミズナラは対照区で幹木部や葉の Cs 濃度が高かったのに対し、Cs 除去処理区では Cs 濃度が低いという関係が見られた。また、コナラとミズナラの全調査木の幹木部と樹皮の関係は見られなかったのに対し、幹木部と葉の間には明瞭な正の相関関係が見られた。そのため、Cs の吸収は経皮吸収によらず、主に根から吸収され、樹液流によって幹木部から葉に運ばれていると考えられる。一方、アカマツの葉の Cs

濃度は、コナラやミズナラに比べると低く、幹木部の Cs 濃度は著しく低かった。コナラの葉は展葉前の葉の Cs 濃度が最も高い傾向が見られたがアカマツには季節変化は見られなかった。また、コナラでは辺材、心材で Cs 濃度に大きな差が見られたのに対し、アカマツでは Cs 濃度に大きな差が見られなかった。

(4) 交換態カリウムがきのこのセシウム吸収に及ぼす影響について

既往の研究から、植物体や菌類においてはセシウムとカリウムの吸収が競合し、カリウムが多ければセシウムの吸収が抑制されることが示唆されており、カリウムによる交換態セシウムの吸収抑制効果は普遍的な事実であるとみなされている。土壌から樹木についての放射性セシウムの吸収については、ヒノキ¹⁾、コナラ^{2),3)}において、カリウムの施肥が樹木への放射性セシウムの移行を減少させることが示されている。

また、子実体の放射性セシウムの吸収とカリウムの関係については、土壌中の交換性カリウムが野生きのこ（ススケヤマドリタケ）の子実体へのセシウム 137 の吸収抑制⁴⁾、菌床栽培しいたけにおいてカリウム濃度が高くなるに従って放射性セシウムの移行係数が低くなることが報告されている⁵⁾。

本事業においては、移行係数の検証事業にあたって、原木中の交換態カリウムの動態及び移行係数に及ぼす影響についても調査する必要性についても検討を行った。第1回委員会、第2回委員会において検討した結果、土壌から原木、原木から子実体への放射性セシウムの移行についてはカリウムの影響が大きいことについて有識者委員の意見が一致したが、一方で、原木中のカリウムの濃度の地域的な変動や、カリウムの濃度が移行係数に及ぼす影響を定量的に押さえる必要性については意見が分かれた。

このことから、原木から子実体への放射性物質の移行係数を検証する上ではカリウムの測定は必ずしも必須ではないものの、本事業で策定した実施計画では、カリウム測定を含めることを想定するものとした。

1) Potassium fertilisation reduces radiocesium uptake by Japanese cypress seedlings grown in a stand contaminated by the Fukushima Daiichi nuclear accident, (カリウム施肥は福島第一原発事故後に植栽したヒノキ苗木の放射性セシウム吸収を抑制する)

著者（所属）：小松雅史（国立研究開発法人森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域）・平井敬三・長倉淳子（同・立地環境研究領域）・野口享太郎（同・東北支所）

掲載誌：Scientific Reports, 7 巻 15401（2017年11月15日）

<https://www.nature.com/articles/s41598-017-15401-w>

2) Potassium supply reduces cesium uptake in Konara oak not by an alteration of uptake mechanism, but by the uptake competition between the ions (カリウムの供給は、コナラガシのセシウムの取り込みを減少させるが、これは取り込み機構の変化ではなく、イオン間の取り込み競争によるものである)

著者(所属) : Riona Kobayashi, Natsuko Kobayashi *, Keitaro Tanoi, Masaya Masumori, Takeshi Tange

* 東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

掲載誌 : Journal of Environmental Radioactivity 208-209 (2019) 106032,
<https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2019.106032>

3) Relationship between the activity concentration of ^{137}Cs in the growing shoots of *Quercus serrata* and soil ^{137}Cs , exchangeable cations, and pH in Fukushima, Japan (福島県におけるコナラの成長芽における ^{137}Cs の放射能濃度と土壌 ^{137}Cs 、交換性陽イオンおよび pH との関係)

著者(所属) : Tsutomu Kanasashi (国立研究開発法人森林総合研究所立地環境研究領域), Satoru Miura (同・震災復興・放射性物質研究拠点), Keizo Hirai (同・立地環境研究領域), Junko Nagakura (同・立地環境研究領域), Hiroki Ito (北海道立総合研究機構森林研究本部林業試験場)

掲載誌 : Journal of Environmental Radioactivity 220-221 (2020) 106276

4) Spatial distribution of ^{137}Cs concentrations in mushrooms (*Boletus hiratsukae*) and their relationship with soil exchangeable cation contents (ススケヤマドリタケのセシウム 137 濃度の空間分布と土壌の交換性塩基濃度の関係)

著者(所属) : 小松 雅史 (国立研究開発法人森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域)、鈴木 也実・小川 周太・太田 祐子 (日本大学)

掲載誌 : Journal of Environmental Radioactivity、2020年10月.
DOI:10.1016/j.jenvrad.2020.106364

5) 貧栄養条件下における菌床栽培シイタケのセシウムに対する移行係数

著書（所属）：平出政和（国立研究開発法人森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域）

掲載誌：第 69 回日本木材学会大会（函館） 2019 年 3 月 15 日 O15-P-03

（5）移行係数に影響を及ぼす要因について

既往の研究では、移行係数に影響を及ぼす要因は以下の 5 つであることが示唆されている。（令和 4 年 2 月 2 日第 1 回 ワーキンググループ会議：平出政和委員）

1. 種菌
2. 原木中の放射性セシウム濃度（イオン交換態のセシウム濃度）
3. カリウム等の栄養成分
4. 収穫回数
5. 子実体全体で評価するか、傘だけ評価するか

このうち 1～3 までは確実な要因と言える。

3. の栄養成分については、カリウム以外にも、窒素とリンも関係している可能性があるという研究結果が出ているが、移行係数に及ぼす影響は軽微であるといえる。原木の移行係数のばらつきは、原木内の窒素、リン、カリウムのうち、リンはあまり変動しておらず低い状態で一定になっている。それに対してカリウムは多めに含まれていて原木ごとのバラつきが非常に大きい。窒素はまだ調べていないが、それほど原木ごとの変動は大きくないのではないかと考えられる。少ない窒素、リンが基本的に移行係数のベースを決めて、さらにカリウムの多寡がバラつかせるのではないかと考えられることから、カリウムに着目していけばよい。

きのこに吸収されるセシウムの濃度については 5 つの要因でよいと思うが、セシウムの移行係数に何が効いているかという点では、原木中のセシウム濃度は効いていない。セシウム濃度に関係なく移行係数は、他の要因によって決まるけれども、原木中のセシウム濃度が多いか少ないか自体は、移行係数には影響しないというのが科学的な理解のしかたである。

交換態 ^{137}Cs と交換態ではないものとの割合については、試験点数は少ないが一定ではないという結果が出ている。調べた限りでは辺材における全体のセシウム濃度に対する交換態セシウム ^{137}Cs の割合は低いもので 60%、高いものはほぼ 100%であった。

以上の議論を経たうえで、本事業では交換態セシウムを測るのではなく、全セシウム濃度を

測るのが現実的であるとの結論に至った。

※交換態放射性セシウム：比較的弱く吸着されている放射性セシウムで、酢酸アンモニウム溶液で抽出することが可能なもの。抽出されない放射性セシウムは固定態と呼ばれる。

(6) 移行係数再検証の必要性について

前述の通り、原木から子実体への放射性物質の移行係数の最初の調査は、平成 23 年度及び 24 年度に行われ、対数正規分布、95 パーセンタイルで移行係数が 2 になるということで、原木の放射性物質濃度の当面の指標値が 50Bq/kg に定められ、現在に至っている。

しかしながら、2014～2015 年頃から、移行係数が 2 よりも高くなっているとする研究結果や、生産者からの意見も聞かれるようになってきた。その背景には、前述の「(3) 立木内の放射性物質の経年変化について」で示したように、時間の経過に従って原木内の放射性物質の分布が、よりしいたけの菌糸に吸収されやすい部位へと変化していることが主な原因と推察される。

また、前述「(2) きのか原木等流通の実態について」で実施したアンケート調査では、全体の回答を集計した結果では、過去に 50Bq/kg 以下の原木を使用して栽培し、100Bq/kg を超える子実体が発生したことがあるとした回答は 7.8%であった (p26) が、集計可能な地域によってはサンプル数が少ないながらも、19.0%、11.8%、9.3%となる地域もあった。また、現状の移行係数「2」に基づく原木の指標値は 50Bq/kg であるものの、実際の栽培現場では 0～20Bq/kg 未満の原木を使用している生産者が 80.5%を占めていることがアンケート調査から明らかとなった (p21)。しかし、適切な指標値についての明確な科学的根拠が得られるには至っていない。

現在の指標値設定の根拠となった平成 23 年度から 24 年度にかけての調査では、原子力発電所の事故直後のため、緊急性が高かったことから移行係数の検証に供されたサンプル数も限定的であり、また、上述のアンケート結果が示すように、原木の指標値 50Bq/kg は生産現場では実効性が乏しくなっていることが示唆されている。このため、2011 年以降に集積された学術的、技術的知見を活用し、改めて移行係数を調査することは、科学的な見地から重要であると考えられる。

3. 移行係数検証手法の検討

2 回の委員会及び 2 回のワーキンググループ会議等を通じて移行係数の検証手法を検討し、第 2 回検討委員会において以下の項目について結論を得た。

(1) 検証に供する原木の採取条件（地域、林齢、樹種、胸高直径、地形、伐採時期、空間線量、原木の放射性物質濃度、含水率、保管方法、本数、玉切りの位置、伐倒時の留意点等）

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。
- ・原木の放射性物質濃度の関係から地域的な偏りが無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原木の放射性物質濃度

- ・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、この範囲での放射性物質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、セットで放射性物質濃度を定量できることを条件とする。

⑧原木の含水率

- ・放射性物質濃度は、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。

移行係数の推定に必要なサンプル数（4）

農研機構 農業環境研究部門 山村光司

（2022年3月3日作成，3月25日改訂）

1. 移行係数のバラツキの定義を再考

先日の会議前の時点で私が考えていたのは、事前にできるだけ多くのモニタリング地点で移行係数を推定しておき、その後に現場で出荷管理を行う際には、その出荷地点にもっとも近いモニタリング地点の移行係数を適用して、そこでの出荷の可否を決定するというような手順でした。

しかし、私は会議途中から認識し始めましたが、移行係数を予測する上では、出荷地点とモニタリング地点の近さではなく、むしろ原木の生産地点とモニタリング地点の近さが重要なかもしれません。当初の私の考えには次の二つの問題があることに気づきました。

1. 「出荷地点が近いと移行係数が近い」とは必ずしも言えないのだと思います。しかし、では「原木の生産地点が近ければ移行係数が近い」のかというと、移行係数には原木の性質だけでなく栽培環境も関係する場合には、そうとも言えないかもしれません。出荷地点と原木採取地点の2変数から統計学的に最適な予測法を作成することは可能かもしれません。しかし、これらは自然科学としては面白そうですが、リスク管理手法としては、現場では使えそうには見えません。

2. モニタリング地点毎の移行係数について、これを公表しないで出荷時検査を実行できればよいのですが、何らかのルートでこの情報が広まると、それは風評被害につながる可能性があるかもしれません。これは前回の会議で三浦委員も示唆されていたように思います。

これらのことを考えると、県や年に関わる移行係数の違いも、すべてバラツキと見なすべき、ということになる可能性もあります。前回の計算では、県と年は特定可能な説明変数だと仮定して、その組み合わせを与えた上での残りのバラツキを推定していました。今回は、県や年を無視して全データを込みにして計算し、その結果を前回の結果と比較します。こうした「全国统一基準」を用いれば、過度に安全を見込んだ厳しい管理となりますが、それでも許容できるのであれば、そうした管理法もありえます。どれだけ厳しい管理になるのかについては、原木で許容可能なCs濃度と比較すると良いと考えられます。今回はその計算に重点を置きます。

2. 移行係数の分布の比較：「単一切片モデル」と「県×年モデル」

前回は各県の各調査年のもとの移行係数のバラツキの分布を描きました（図1右図）。今回は何も説明変数を入れない単一切片モデルの場合のバラツキを図1左図に示しています。左図の方がヒストグラムの高さが低く、移行係数が広くばらついている傾向があることが見て取れます。左図では $\hat{\sigma} = 0.557503$ 、右図では $\hat{\sigma} = 0.4654$ です。

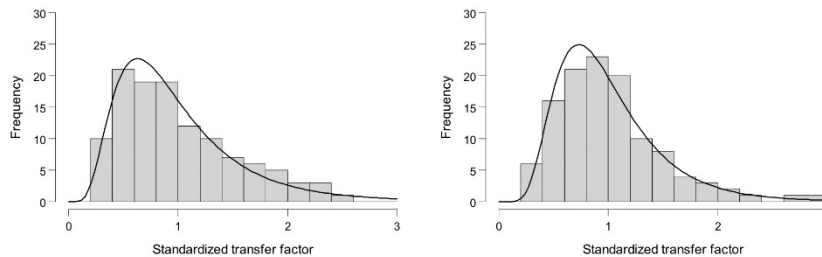


図1. 対数正規分布

左:「単一切片モデル」での残差分布。右:「県×年モデル」での残差分布(前回の図)

3. 対数スケールでの移行係数の推定

前回の推定値を表1に再録し、今回の推定値を表2に示します。単一切片モデルの推定ではサンプル数が $n = 116$ に増えますので、表2の右端の列を見れば、見かけ上は、欧州医薬品庁(EMA 2010)や厚生労働省(厚生労働省 2020)の基準「80%~125%」だけでなく、より厳しい基準「90%~111%」も満たしているように見えます。しかし後述するように、この推定は正しくありません。

表1. 「県×年モデル」での \log (移行係数)に関する推定値

パラメーター	推定値 (対数)	標準誤差 (対数)	n	移行係数推定値 (真数メディアン)	90% 信頼区間 (真数スケール)		90% 信頼限界/推定値 (真数スケール)		
A県2020	0.1258	0.1068	19	1.1341	0.9500	1.3538	0.8377	1.1938	
B県2020	0.2266	0.0727	41	1.2543	1.1118	1.4150	0.8864	1.1281	
C県2020	-0.2006	0.1041	20	0.8182	0.6885	0.9724	0.8415	1.1884	
C県2019	0.6981	0.0776	36	2.0098	1.7672	2.2858	0.8793	1.1373	
				R2 乗	変動係数	σ	log(移行係数)の平均		
				0.321176	164.6248	0.465442	0.282729		

表2. 「単一切片モデル」での \log (移行係数)に関する推定値

パラメーター	推定値 (対数)	標準誤差 (対数)	n	移行係数推定値 (真数メディアン)	90% 信頼区間 (真数スケール)		90% 信頼限界/推定値 (真数スケール)		
切片	0.2827	0.0518	116	1.3267	1.2176	1.4457	0.9177	1.0896	
				R2 乗	変動係数	σ	log(移行係数)の平均		
				0	197.1864	0.557503	0.282729		
				パラメーター	推定値	90%信頼区間			
				σ^2	0.3108	0.2534	0.3917		

4. 階層モデルによる全国平均移行係数の計算

表2の計算は、「サンプルが全国からランダムに採取された」と仮定して計算されています。そのため、その合計サンプル数の多さを反映して、90%信頼限界は非常に狭く推定されており、それは「90%～111%」に入っています。ところが実際にはこのデータはランダムサンプリングではなく、モニタリング地点ごとに複数の原木を採取するという「2段サンプリング」によって取得されています。前回までの「各地点の移行係数を推定する」という場面とは異なり、「全国平均の移行係数を推定する」という場面では、この2段サンプリングの構造をきちんと考慮しないと、平均移行係数の推定精度を高く見積もりすぎてしまい、必要サンプル数を小さく見積もりすぎてしまいます。

移行係数がさまざまな要因のかけ算で生成されており、それぞれの要因影響の期待値が地点や原木毎に異なっており、そして各要因はその期待値のまわりに一定の分布にしたがって誤差変動していると考えます。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最終的には対数スケールで等分散正規分布の線形モデルが生成され、これは真数スケールではCV一定の対数正規分布になります。このように分布が対数正規分布にしたがうとき、その算術平均の分布は簡単な分布にはしていませんので、計算が困難になります。それに対して、幾何平均の分布はさらに対数正規分布にしたがいますので、2段サンプリングの場合でも議論を厳密に行うことが可能になります。つまり、対数スケールで平均を計算すれば、それらは対数スケールで正規分布にしたがうため、厳密に議論を進めることが可能になります。そこで、ここからはすべての空間スケールで幾何平均を問題にします。つまり、モニタリング地点毎の幾何平均をさらに幾何平均することによって全国の移行係数を推定します。対数正規分布では幾何平均は分布のメディアン（分布の50%のところの値）に対応し、算術平均よりも少し小さな値になります。

表3には2段サンプリングを考慮して移行係数の幾何平均を推定した結果を示します。現時点ではモニタリング地点数が4だけですので、90%信頼限界の変動幅は64%～155%にまたがっています。

表3. 「単一切片モデル」でのlog(移行係数)に関する推定値

パラメーター	推定値 (対数)	標準誤差 (対数)	n	移行係数推定値 (真数メディアン)	90% 信頼区間 (真数スケール)		90% 信頼限界/推定値 (真数スケール)	
切片	0.2169	0.1861	4	1.2422	0.8016	1.9250	0.6453	1.5496
	パラメーター	推定値	90%信頼区間					
	地点間分散	0.1302	0.04801	1.3709				
	地点内分散	0.2166	0.1762	0.2739				
	合計 σ^2	0.3468						

5. 最適サンプル数配分の計算法

前回の会議時点までは、1モニタリング地点あたりの必要原木数を計算してきましたが、全国统一基準の全体平均で管理を行う場合には、「モニタリング地点数」と「1地点あたりの原木数」という2種類のサンプル数が関係してきます。そのため、この二つに関して最適なサンプル数を計算する必要性が出

できます。いま「モニタリング地点数」を l とし、「1地点あたりの原木数」を k とします。また、対数スケールでの移行係数のモニタリング地点間の分散を V_b とし、1地点内の原木間の分散を V_w とします。するとその対数スケールでの全体平均の分散 V は

$$V = \frac{1}{l} \left(\frac{1}{k} V_w + V_b \right) \quad (1)$$

また、一つのモニタリング地点を設けるのに必要なコストを C_1 とし、一つの原木を準備するのに必要なコストを C_2 とします。すると全体のコスト C は次式で表現できます。

$$C = lC_1 + lkC_2 \quad (2)$$

まず、「1モニタリング地点あたりの原木数」の最適数 k_{opt} から考えます。久野（1986）p22によれば、全体平均推定値の分散をもっとも小さくするための最適数 k_{opt} は次式で計算されます。

$$k_{opt} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \sqrt{\frac{V_w}{V_b}} \quad (3)$$

この最適数は C_1/C_2 と V_w/V_b だけによって決まり、総調査コスト C や総サンプル数には影響されないという性質があります。ここに C_1/C_2 は「1モニタリング地点を設定するのに要するコストは、1原木を設定するのに要するコストの何倍であるか」を意味しています。また、 V_w/V_b は「1地点内の原木間の分散は、モニタリング地点間の分散の何倍であるか」を意味しています。表2によれば、モニタリング地点間の分散の推定値は $\hat{V}_b = 0.1302$ であり、1地点内の原木間の分散の推定値は $\hat{V}_w = 0.2166$ です。これを代入すると1地点内の最適な調査原木数は調査コスト比に依存して以下のように計算されます。

$C_1/C_2 = 2$ のとき 1.824058
 $C_1/C_2 = 10$ のとき 4.078719
 $C_1/C_2 = 50$ のとき 9.120292
 $C_1/C_2 = 100$ のとき 12.89804
 $C_1/C_2 = 1000$ のとき 40.78719

1モニタリング地点あたりに必要なコストは $C_1 + kC_2$ ですので、最適なモニタリング地点数 l_{opt} は、使用可能な総コスト C を1モニタリング地点あたりのコストで割ることによって計算されます。

$$l_{opt} = \frac{C}{C_1 + kC_2} \quad (4)$$

たとえば、一つのモニタリング地点を設定するのに要するコスト C_1 は1原木を設定するのに要するコスト C_2 のおよそ10倍であるとし($C_1 = 10, C_2 = 1$)。また、使用できる総コスト C は100であったと仮定します。すると、 $C_1/C_2 = 10, C = 100$ ですので、3式より1モニタリング地点内の最適な原木数は $k_{opt} \approx 4$ 本であり、最適なモニタリング地点数は4式により $l_{opt} = 100/(10 + 4 * 1) \approx 7$ 箇所となります。

6. 階層モデルでの信頼区間による精度の制御

2段サンプリングの場合に、幾何平均に関する議論に徹する場合には、相対精度ではなく信頼区間で制御を行うのが妥当だと考えられます。いま幾何平均の信頼区間を真数スケールで $1/g$ 倍 $\sim g$ 倍の間に制御したいとします。「80% \sim 125%」基準の場合は $g = 1.25$ に相当し、「90% \sim 111%」基準の場合は $g = 1/0.9$ に相当します。この場合には次の式を満たす必要があります。

$$\frac{1}{l} \left(\frac{1}{k} V_w + V_b \right) = \left(\frac{\log_e(g)}{z_{0.95}} \right)^2 \quad (5)$$

たとえば $C_1/C_2 = 10$ のときの1地点内の原木数の最適値($k = 4$)を採用した場合には、必要なモニタリング地点数 l は次のようになります。

80% \sim 125%基準の場合： $l = 10$

90% \sim 111%基準の場合： $l = 45$

ただし、現実には委託先の関係からモニタリング地点数 l を自由に決められない場合もあります。このような場合には、 k, l の最適配分を採用するのをあきらめて、まず実行可能なモニタリング地点数 l を決めて、その l のもとに必要な k を決めることになると思います。このとき、まず5式で $V_w/k \geq 0$ を満たさないといけないため、モニタリング地点数 l は次の条件を満たす必要があります。

$$l \geq V_b \left(\frac{z_{0.95}}{\log_e(g)} \right)^2 \quad (6)$$

そして、 l が決まったもとの各地点で必要な原木数 k は次式で計算されます。

$$k \geq \frac{V_w}{l \left(\frac{\log_e(g)}{z_{0.95}} \right)^2 - V_b} \quad (7)$$

6式を用いれば、80% \sim 125%基準の場合には $l \geq 8$ が条件となることがわかります。この条件を満たす組み合わせ例を表4に掲載しました。また、90% \sim 111%基準の場合は $l \geq 32$ が条件となることがわかりま

す。この条件を満たす組み合わせ例を表5に掲載しました。今の場合にはモニタリング地点間のバラツキが大きいですので、90%～111%基準を満たすにはかなりの数のモニタリング地点が必要のようです。

表4. 「80%～125%」基準の場合のモニタリング地点数と1地点内原木数の組み合わせ例

モニタリング地点数(<i>l</i>)	8	9	10	11	12	13
1地点内原木数(<i>k</i>)	13	7	4	3	3	2

表5. 「90%～111%」基準の場合のモニタリング地点数と1地点内原木数の組み合わせ例

モニタリング地点数(<i>l</i>)	32	33	34	35	36	37
1地点内原木数(<i>k</i>)	198	41	24	17	13	10

7. 原木の許容限界 Cs 濃度の計算

子実体での Cs 濃度は「原木での Cs 濃度に移行係数をかけた値」です。つまり、

$$\log(\text{子実体での Cs 濃度}) = \log(\text{原木での Cs 濃度}) + \log(\text{移行係数})$$

(8)

σ が正確に推定されている場合には、 $\log(\text{子実体での Cs 濃度})$ の上側95%限界は、 $\log(\text{原木での Cs 濃度})$ に「 $\log(\text{移行係数})$ の期待値」を足して、さらに 1.645σ を足した値で計算されます。したがって、たとえば子実体の Cs 濃度が100を超える率を5%以下に保ちたいければ、原木での Cs 濃度を次の値に保つ必要があります。

$$\log(\text{原木での Cs 濃度}) \leq \log(100) - [\log(\text{移行係数})\text{の期待値}] - 1.645\sigma$$

(9)

表6および表7の「原木の限界 Cs 濃度(推定値の変動無視)」の欄には、それぞれ「県×年モデル」および「単一切片モデル」について、9式に現時点での $\log(\text{移行係数})$ の推定値を代入して求めた限界 Cs 濃度を真数スケールで記載しています。

ただし、サンプル数が小さければ $[\log(\text{移行係数})\text{の期待値}]$ の推定値は大きく変動し、それに伴って原木の許容限界 Cs 濃度も同じ幅で変動します。現時点のサンプル数のもとの変動幅については、「県×年モデル」については表1の右端列に、「単一切片モデル」については表3の右端列に示しました。また、「単一切片モデル」については、表4、表5で所定の変動幅を実現するための必要サンプル数について議論しました。さらに、バラツキの計算に用いる自由度が小さければ、 σ の推定値の不確実性に伴う変動も追加されます。このような場合に「子実体の Cs 濃度が100を超える率」を厳密に5%以下に保つためには、許容限界 (tolerance limit) と呼ばれる値を計算する必要があります。現時点の自由度のも

とでこの値を計算したものが、表6、表7の右端の「原木の限界Cs濃度(推定値の変動込み)」の欄の値です。たとえば「C県2020」では移行係数の期待値が小さいため、その期待値だけを用いた場合には50Bqの原木でも許容できますが、パラメーターの推定誤差を考慮した場合には46Bq以下の原木でなければ許容できません。単一切片モデル(全国统一基準)を採用した場合には、現時点でのサンプル数においては、それぞれ30Bqおよび18Bqとなり、現時点でのサンプル数では、かなり厳しい基準になります。

表6. 「県×年モデル」での原木の許容限界Cs濃度

パラメーター	推定値 (対数)	移行係数推定値 (真数メディアン)	n	原木の限界Cs濃度 (推定値の変動無視)	原木の限界Cs濃度 (推定値の変動込み)
A県2020	0.1258	1.1341	19	41.0088	33.3306
B県2020	0.2266	1.2543	41	37.0780	31.6492
C県2020	-0.2006	0.8182	20	56.8388	46.3821
C県2019	0.6981	2.0098	36	23.1393	19.6190

表7. 「単一切片モデル」での原木の許容限界Cs濃度

パラメーター	推定値 (対数)	移行係数推定値 (真数メディアン)	n	原木の限界Cs濃度 (推定値の変動無視)	原木の限界Cs濃度 (推定値の変動込み)
切片	0.2169	1.2422	4	30.5578	18.2898

8. 全国统一基準と「県×年」基準の比較

現時点ではモニタリング地点数が4箇所だけであり十分ではありませんので断定的なことは言えませんが、表6と表7を比較すると、「全国统一基準」を採用するとき、パラメーターの推定誤差成分を無視する限りは、「県×年」基準よりも許容Cs濃度は10Bq程度だけ低下しそうです。この低下がどれだけ厳しいかは、一つの判断材料になるかもしれません。

また、全国统一基準を設定する場合には、「県×年」基準を設定する場合とは異なり、全国统一の移行係数の推定精度を確保するために、必要なモニタリング地点数がかなり多くなります。逆に、1モニタリング地点あたりの最適な原木数は、コスト比が $C_1/C_2 = 50$ の場合でさえ10本程度です。しかし、モニタリング地点数を増やすのは現実にはもっと難しいかもしれません。

一方、「県×年」基準を採用した場合にはモニタリング地点数が少なくともよいかという、必ずしもそうではなさそうです。子実体の出荷時あるいは原木の出荷時に「移行係数が近いと判断されるモニタリング地点」を的確に選んで、適切に「原木での許容限界Cs濃度」を適用しないとけません。出荷する子実体の条件に適切に対応するモニタリング地点が存在しなければ、子実体のCs濃度が100Bqを超えるリスクを正しく管理することができません。正しく管理を行うためには、多数の条件でのモニタリング地点が必要になるはずですが、ただし、その場合でも、「県×年」基準では、子実体の出荷時あるいは原木の出荷時の条件とモニタリング地点の条件との対応関係が数値的に評価できないという問題は残りそうです。

9. 引用文献

- EMA (2010) Guideline on the Investigation of Bioequivalence. Doc. Ref.: CPMP/EWP/QWP/1401/98 Rev. 1/Corr
- 久野英二 (1986) 動物の個体群動態研究法 I - 個体数推定法 -. 共立出版, 東京
- 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

(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) ほだ木の保管方法、浸水後の管理、再汚染防止措置、栽培方法、栽培地域の検討

①ほだ木の保管方法

- ・ほだ木は、個別にナンバリングして管理を行う。

②再汚染防止措置

- ・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。
- ・放射性物質濃度は、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物質濃度が高いため、柄の部分は切除する。

②検査機器の種類

- ・ゲルマニウム半導体検出器で測定する。

③回数

- ・通常行われている通り1回とする。

④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。併せて湿重量、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) (1) ～ (6) を踏まえた調査方法の概要、作業工程表、作業チェックリストの作成

①調査方法の概要

[1 年目 (令和 4 年度)]

○1 年目前半

1 a) 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子実体の分析を行う。

○1 年目後半

1 a) の分析結果を解析し、それに基づいて、1 b) 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)]

1 a) 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、1 a) と同じような手法あるいはさらに工夫した手法で、発生前のほだ木と子実体の分析、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こ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こ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。

②作業工程表

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
作業工程表（令和4～6年）

令和4年度

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	R5年1月	2月	3月
事務等			栽培管理依頼		ほだ木・子実体解析				原木サンプリング・測定		解析・評価	
調達			ほだ木購入・発生		原木林・業者選定				原木伐採・玉切			
栽培管理											採取・分析	植菌

令和5年度

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	R6年1月	2月	3月
事務等									原木サンプリング・測定		解析・評価	
調達					原木林選定				原木伐採・玉切			
栽培管理											採取・分析	植菌

令和6年度

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	R7年1月	2月	3月
事務等											解析・評価	
調達												
栽培管理											採取・分析	

③作業チェックリスト

1. 検討委員会の設置			
作業名	期 限	摘 要	✓
検討委員の選定	6月	R3年度の委員を中心に検討	
委員の選任・委嘱	6月	所属機関等へ委嘱依頼書の提出	
栽培管理体制の検討	6月	栽培管理体制の構築（協力依頼）	
R4春採取の検体数の確認	6月	秋に調達する量の1/2あるいは1/3	
R4春発生の地点の確認	6月	どの程度の採取地点が必要かの検討	
ほだ木検体の採取時期の検討	6月	子実体発生前のどのタイミングか	

2. R4年春発生用ほだ木の購入先の検討と購入・検体の採取			
作業名	期 限	摘 要	✓
ほだ木購入先の検討	6月	生産者団体、県、種菌メーカー等に確認	
ほだ木購入先との交渉	7月	販売可能本数、価格	
子実体発生時期の確認	7月	1回目発生のほだ木で、発生時期はいつか	
検体（ほだ木）採取方法の確認	7月	誰が、どのタイミングで採取するか	
検体（ほだ木）採取器具の確認	7月	チェーンソー、シート、マリネリ容器	
検体（子実体）採取方法の確認	7月	初回発生分を3日以内に採取、柄は切除	
検体（子実体）採取器具の確認	7月	U-8容器（粉碎は不要）	
分析機関への発送方法の確認	7月	元払か着払か、子実体は冷蔵で	

3. 分析機関の選定、分析項目の確認			
作業名	期 限	摘 要	✓
分析機関の選定	6月	分析条件に対応した分析機関の選定	
分析項目、分析条件の確認	6月	^{137}Cs 、 ^{133}Cs 、K、下限値確認、重量計測	
分析料金の確認	6月	見積依頼。 ^{137}Cs は薬剤処理なく別注可	
検体表、分析依頼書の書式確認	6月	決まったものがあれば利用する	

支払い条件、納期の確認	7月	送料の着払い対応も確認	
-------------	----	-------------	--

4. 原木の入手先の検討			
作業名	期 限	摘 要	✓
原木入手先の検討	8月	県、林試、森林組合等にヒアリング	
原木の採取可能本数の確認	8月	林分内で一定の距離が離れている必要	
原木採取予定地の確認	8月	伐採予定の立地、汚染度合いの確認	
原木伐採予定地の決定	8月	委員会で確認、支払い条件等確認	
伐採予定時期の確認	8月	地点ごとの伐採予定時期を確認	
伐採予定地の空間線量率の測定	9月	地上10cm、1m。地点数は委員に確認	
サーベイメータのレンタル	7月	森林総研 校正済みか確認	

5. R5年春植菌分ほだ木の栽培管理先の検討・依頼			
作業名	期 限	摘 要	✓
栽培管理依頼先の検討	7月	生産者団体、県、林試等にヒアリング	
栽培管理依頼先の環境確認	7月	施設栽培であること、追加汚染対策等	
栽培管理依頼先の依頼内容協議	8月	可能本数、検体の採取・調整含む	
栽培管理依頼先の決定	8月	費用、支払条件等確認、委員会へ確認	

6. R5年春植菌分ほだ木の配送、植菌までの管理の依頼			
作業名	期 限	摘 要	✓
原木入手先の伐採時期の再確認	10月	各業者に確認	
原木伐採時の留意点の確認	10月	林分内で互いに離れた原木であること等	
原木の配送手続きの確認	11月	栽培管理先への配送方法、本数等確認	
栽培管理先への保管条件の確認	11月	原木の保管方法確認、ナンバリング依頼	

7. R5年春植菌分の種菌の手配			
作業名	期 限	摘 要	✓
試験に供する種菌の決定	10月	種類、委員会で協議・決定	

栽培管理先の使用種菌の確認	10月	生産者の管理先に確認	
種菌メーカーへ発注・配送手続	12月	栽培管理先ごとへ必要数の配送手続	

8. R5 年春の植菌と原木の検体採取			
作業名	期 限	摘 要	✓
検体（ほだ木）採取方法の確認	2月	誰が、どのタイミングで採取するか	
検体（ほだ木）採取器具の確認	2月	チェーンソー、シート、マリネリ容器	
分析機関への発送方法の確認	2月	元払か着払か	
栽培管理先への植菌の依頼	2月	種菌ごとの推奨植菌数を案内	
植菌作業の費用確認	2月	支払い方法等も確認	

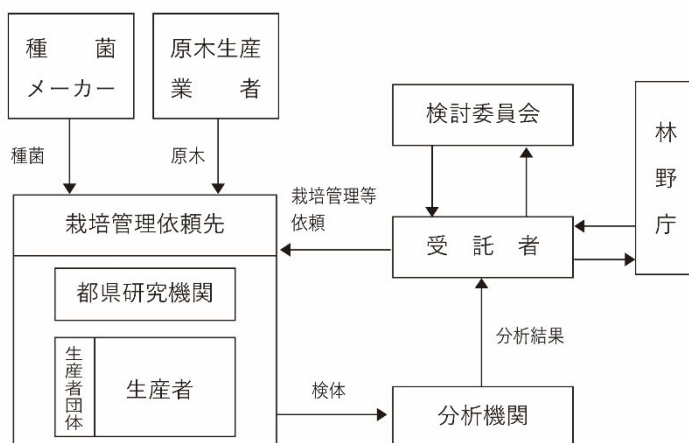
9. R5 年春の植菌済原木の管理			
作業名	期 限	摘 要	✓
植菌済み原木本数の確認	4月	毀損原木の有無と R5 年度管理本数を確認	
管理方法・追加汚染対策の確認	4月	R5 年度の管理方法を確認	
R5 年度の管理予定の確認	4月	仮伏の期間、場所等	

10. R6 年春発生の子実体の検体採取			
作業名	期 限	摘 要	✓
生育状況の確認	2月	栽培管理先へ確認	
子実体発生予想時期の確認	7月	1 回目発生のはだ木で、発生時期はいつか	
検体（子実体）採取方法の確認	7月	初回発生分を 3 日以内に採取、柄は切除	
検体（子実体）採取器具の確認	7月	U-8 容器（粉砕は不要）	
分析機関への発送方法の確認	7月	元払か着払か、子実体は冷蔵で	

以降、R5 年度のお原木の調達は「4. 原木の入手先の検討」「6. R5 年春植菌分ほだ木の配送、植菌までの管理の依頼」に沿って確認を行う。令和 7 年 1 月移行に発生する子実体については「10. R6 年春発生の子実体の検体採取」に準じる。

4. 移行係数検証に向けた実施体制の検討

移行係数の検証事業の実施にあたっては、きのこ栽培及び放射性物質の測定手法、分析結果の統計的解析に関する知識を有する有識者の存在が不可欠であることから、委員会を設置し、事業の実施について都度、助言や意見を求めることのできる体制を整える必要がある。また、多年にわたる栽培試験が必要となることから、検体の栽培管理を適切に行うことが重要となるが、事業目的に照らし、生産実態に近い形での栽培が望ましいことから、栽培管理の委託は都県の研究機関の協力も求めつつ、生産者や生産者団体との緊密な連携の下に実施する必要がある。よって下図のような体制により事業を実施していくことが望まれる。



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
報告書

発行日：令和 4 年 3 月
発行者：林 野 庁
