

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。

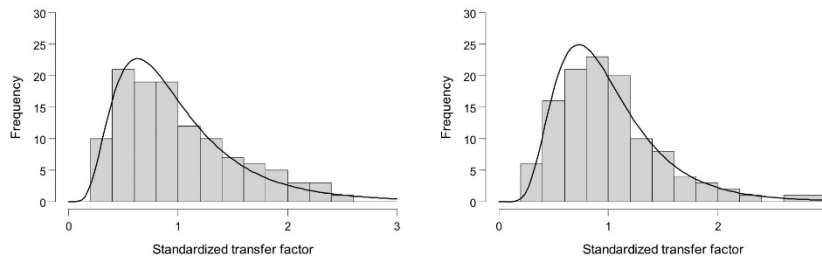


図1. 対数正規分布

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 $\log(\text{移行係数})$ 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 $\log(\text{移行係数})$ 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たがいませんので、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。

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

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えます。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。

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

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。

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

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 年春植菌分はだ木の配送、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。