

研究報告

2018～2021 年における福島県内 6 ヶ所のコナラを用いた
原木からシイタケ子実体への放射性セシウム移行係数について

小林勇介 小川秀樹

目 次

要旨	
I はじめに	10
II 試験方法	10
III 結果および考察	12
IV おわりに	14
V 引用文献	15

要 旨

福島県内の原木シイタケ栽培における原木から子実体への放射性セシウム（以下、 ^{137}Cs ）の移行係数（子実体 ^{137}Cs 濃度 / 原木 ^{137}Cs 濃度、以下 TF）の実態を把握するため、2018 年から 2021 年に空間線量率が異なる県内 6 ヶ所からコナラの原木をそれぞれ 20 本程度採取し、2018 年から 2022 年に施設内でシイタケの栽培試験を行った。植菌前の各原木および子実体の ^{137}Cs 濃度を測定し、原木毎に TF を算出した。その結果、原木の ^{137}Cs 濃度の採取地毎の平均値（最大～最小）は 126.4～656.0 Bq/kg（含水率 12% 換算値）、子実体の Cs 濃度は 131.2～1,517.5 Bq/kg（含水率 90% 換算値）となった。TF の平均値は 0.99～2.44 であり、最大値に関しては既報とほぼ同程度であった。いずれの採取地でも、子実体 ^{137}Cs 濃度の変動係数は原木 ^{137}Cs 濃度より大きい傾向にあった。また、子実体 ^{137}Cs 濃度と原木 ^{137}Cs 濃度には正の相関関係が認められたが、原木 ^{137}Cs 濃度では説明できないばらつきも認められており、他の要因が影響した可能性が示唆された。

キーワード：放射性セシウム、原木シイタケ、移行係数

受付日 令和 7 年 1 月 2 7 日

受理日 令和 8 年 3 月 2 6 日

課題名 県産きのこの放射性物質汚染メカニズムの解明（平成 30 年～令和 4 年度）

I はじめに

2011 年 3 月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、事故）により、大気中に放射性物質が広く拡散されたことに伴い、原木栽培されたシイタケ (*Lentinula edodes*) の放射性セシウム（以下、 ^{137}Cs ）の濃度が、食品中の放射性物質に関する基準値 100 Bq/kg（厚生労働省 2012）を超過する事態が生じ、栽培用きのこ原木（以下、原木）には放射性セシウム濃度の指標値（50 Bq/kg）が設けられた（農林水産省 2012）。

原木の指標値の設定の検討にあたっては、原木から子実体への ^{137}Cs の移行のしやすさを示す指標である移行係数（子実体 ^{137}Cs 濃度 / 原木 ^{137}Cs 濃度、以下、TF）が利用されてきた。これまでの TF の実態把握の調査は、2012 年に東日本 6 県産のほだ木を対象とした調査（根田 2018）や 2015 年に栃木県内 7 ヶ所から採取した原木を対象とした調査（福井・今井 2018）がある。また、TF の全国的な調査が進められているが、現在も継続中である（林野庁 2025）。そのため、TF の実態は限られた地域の把握にとどまっている。

福島県産のシイタケ原木を用いて安全な原木シイタケ栽培を行うためには、県内における TF の実態を把握する必要がある。そこで本研究では、2018 年から 2021 年に原木の産地であった阿武隈山地及びその周辺において空間線量率別にコナラを採取し、その原木を利用してシイタケの栽培試験を行うことで、TF の実態を把握することを目的とした。

II 試験方法

1 原木の採取

原木を福島県内の 6 ヶ所の林分（A、B、C、D、E、F）からコナラ (*Quercus serrata*) を数本伐採し、玉切りして各箇所 20 本前後の原木を採取した。原木の採取地を図-1 に示す。伐倒にはチェーンソーにより行い、伐倒時に幹が土壌に直接触れないよう、ビニールシート等で対策を行った。伐倒後、1.5 m に造材し、そのうち 90 cm 分をきのこ栽培用試料、残る部分を ^{137}Cs 測定用試料として切り分けた。採取地別の空間線量率、原木の本数、原木の平均直径、伐採時期を（表-1）に示す。

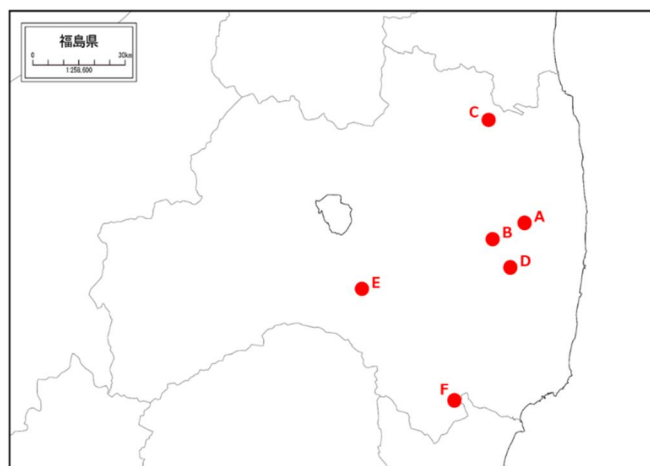


図-1 原木の採取地の位置

表-1 原木の採取地と採取年月

採取地	空間線量率 (μ Sv/h) *1	原発からの 距離 (km)	原木の本数 (本)	原木の平均直径 (cm) *2	原木採取年月
A	1.90 (0.35)	20.9	22	11.4 \pm 2.1	2020.12
B	1.60 (0.31)	30.0	19	9.2 \pm 2.1	2020.12
C	1.20 (0.40)	47.7	18	8.8 \pm 1.2	2018.4
D	0.79 (0.21)	21.7	17	9.7 \pm 1.5	2018.12
E	0.66 (0.20)	76.3	21	10.0 \pm 2.1	2021.1
F	0.26 (0.12)	68.6	20	10.6 \pm 2.4	2018.4

*1 第3次航空機モニタリング結果（平成23年7月2日時点に換算）、括弧内は第13次航空機モニタリング結果（平成30年11月15日時点に換算）

*2 平均 \pm 標準偏差を示す。

2 原木の試料調製

^{137}Cs 測定用の原木を延長方向に1~3cm間隔でチェーンソーにより鋸断し、原木全体からおが粉を採取した。得られたおが粉はよく混合し、一部を1.5L容マリネリ容器に充填した。なお、検体毎にチェーンソーを分解して清掃した。

3 栽培および子実体の採取

原木にシイタケ（秋山A-567、おが菌）を植菌した。栽培期間における環境中から汚染防止のため、栽培はパイプハウス内のパレット上で行った。植菌した翌春に浸水刺激により子実体を発生させ、原木1本毎にまとめて採取した。なお、採取時の子実体は8分開きとした。なお、植菌した原木のうち、子実体が発生しなかった原木や、測定に十分な量の子実体が得られなかった原木は、試験から除外した。採取地別の原木への植菌年月、子実体の採取年月、子実体が発生した本数、子実体収量を（表-2）に示す。

表-2 栽培スケジュールの概要

採取地	植菌年月	子実体採取年月	子実体が発生 した本数 (本)	子実体収量 (g、生重量)
A	2021.3	2022.5-6	20	149.6 \pm 61.9
B	2021.3	2022.5-6	19	119.3 \pm 78.5
C	2018.4	2019.5-6	18	228.7 \pm 113.0
D	2019.4	2020.5-6	17	146.2 \pm 110.6
E	2021.3	2022.5-6	17	93.9 \pm 70.1
F	2018.4	2019.5-6	18	289.1 \pm 213.7

4 子実体の試料調製

子実体は原木1本毎にまとめて試料調整した。石突き部分を切除した後、フードプロセッサ（TK440、テスコム電機株式会社）により粉碎した。採取地C、Fの子実体は1.5Lマリネリ容器へ、採取地A、B、D、Eの子実体は100mL容U8容器へ充填した。

5 子実体、原木全体の ^{137}Cs 濃度測定及び TF の算出

原木及び子実体（採取地 C、F）については NaI (T1) シンチレーションカウンタ検出器（EMF211 型ガンマ線スペクトロメータ、EMF ジャパン株式会社）で測定した（測定時間：3,600～259,200 秒）。なお、測定値は検出限界値を上回るまで測定時間を延長した。子実体（採取地 A、B、D、E）を Ge 半導体検出機（SEG-EMS、セイコー・イーゲーアンドジー株式会社）で測定した（測定時間：6,000 秒）。

^{137}Cs 濃度の測定値は基準日時点の ^{137}Cs 濃度 (Bq/kg) に $N_a = N_b (1/2)^{(t_a - t_b)/T}$ （アイソトープ手帳（11 版）（社団法人日本アイソトープ協会）の式を用いて減衰補正した。ただし、 N_b ：測定時の ^{137}Cs 濃度 (Bq/kg)、 t_a ：基準日（=2018 年 4 月 1 日）、 t_b ：測定日、 T ： ^{137}Cs の物理学的半減期（=30.1671 年）とした。

^{137}Cs 濃度測定後に、各試料を直径 15 cm のガラス製シャーレに移し、定温乾燥機（DX602、ヤマト科学株式会社）により 105℃で 24 時間乾燥後、重量を測定することで含水率を算出し、子実体の ^{137}Cs 濃度を含水率 90%換算値、原木の ^{137}Cs 濃度は 12%換算値に補正した。

また、子実体 ^{137}Cs 濃度を原木 ^{137}Cs 濃度で除して、原木 1 本毎に TF を算出した。

III 結果および考察

1 県内 6ヶ所の原木、子実体の ^{137}Cs 濃度

採取地別の原木及び子実体の ^{137}Cs 濃度の平均値を（表－3）に示す。原木 ^{137}Cs 濃度の平均値（最小～最大）は、126.5～656.0 Bq/kg となった。原木の採取地の空間線量率（最小～最大）は 0.26～1.96 $\mu\text{Sv/h}$ と差異が大きい（表－1）。原木 ^{137}Cs 濃度は、当該林分にフォールアウトした ^{137}Cs 蓄積量の影響を受けると考えられ、また ^{137}Cs 蓄積量と空間線量率は関係性が高い。しかし、本調査からは、原木 ^{137}Cs 濃度と空間線量率に関連性は認められなかった。

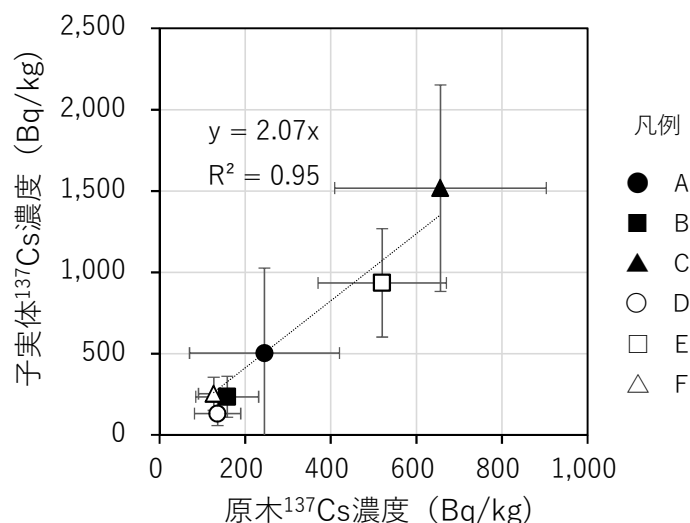
子実体 ^{137}Cs 濃度の平均値は 131.2～1,517.5 Bq/kg となった（表－3）。また、採取地別の原木 ^{137}Cs 濃度の平均値と子実体 ^{137}Cs 濃度の平均値には高い相関が認められたことから（図－2）、採取地の原木 ^{137}Cs 濃度が高いほど、子実体 ^{137}Cs 濃度が高い傾向にあるといえる。

表－3 採取地別の原木、子実体の ^{137}Cs 濃度、TF

採取地	原木 ^{137}Cs 濃度 (Bq/kg) * ¹			子実体 ^{137}Cs 濃度 (Bq/kg) * ²			TF
A	245.0	± 175.1	(0.71)	502.9	± 522.3	(1.04)	1.89 ± 0.72
B	157.9	± 73.4	(0.46)	234.4	± 125.8	(0.54)	1.51 ± 0.53
C	656.0	± 247.1	(0.38)	1,517.5	± 634.8	(0.42)	2.44 ± 0.74
D	135.5	± 54.0	(0.40)	131.2	± 73.4	(0.56)	0.99 ± 0.33
E	522.2	± 145.6	(0.28)	934.4	± 332.7	(0.36)	1.89 ± 0.71
F	126.5	± 35.7	(0.28)	253.0	± 102.1	(0.40)	2.07 ± 0.84

平均±標準偏差を示す。括弧内は変動係数（標準偏差/平均値）を示す。

*1 含水率 12%換算値、*2 含水率 90%換算値



図－2 採取地別の子実体 ^{137}Cs 濃度と原木 ^{137}Cs 濃度の関係性
(バーは標準偏差を示す)

2 県内6ヶ所のTF

本調査における6ヶ所の採取地のTFの平均値(最小～最大)は0.99～2.44であった(表-3)。また、採取地別としない全検体のTFの平均値(±標準偏差)は1.81(±0.79)であった。これまでTFの実態に関してはいくつかの調査結果が報告されている。根田(2018)は、東日本6県(宮城、福島、茨城、栃木、群馬、千葉)において事故後に植菌されたほだ木と子実体からTFを算出し、全調査の平均値を0.99と報告している。福井・今井(2018)は、栃木県内7ヶ所で2015年に採取した原木の ^{137}Cs 濃度と子実体 ^{137}Cs 濃度からTFを算出し、箇所別の平均値を0.46～2.36(最小～最大)と報告している。茨城県林業技術センター(2021、2022)は、2018～2020年に4ロットのほだ木(うちコナラ原木を用いたものは3ロット。茨城県内で採取、1ロットは県外産)の ^{137}Cs 濃度と子実体 ^{137}Cs 濃度からTFを算出し、各ロットの平均値が0.53～2.43(最小～最大)と報告している。

本調査結果は、2012年の調査(根田2018)の値(0.99)をほとんどの地域で上回った。栃木県における2015年の調査(福井・今井2018)、茨城県における2018～2020年の調査(茨城県林業技術センター2021)と比較すると、最小値に関しては本研究が上回っているが、最大値に関してはほぼ同等であった。

3 子実体 ^{137}Cs 濃度と原木 ^{137}Cs 濃度の関係性とTFのばらつき要因について

採取地を区分しない全ての原木1本毎の子実体 ^{137}Cs 濃度と原木 ^{137}Cs 濃度の関係性を(図-3)に示す。子実体 ^{137}Cs 濃度と原木 ^{137}Cs 濃度には正の相関が認められた。原木から子実体に ^{137}Cs が移行することを考えれば、当然の結果と考えられ、既報においても同様の結果が得られている(岩澤2017)。しかし、両者の関係にはばらつきも認められ、原木 ^{137}Cs 濃度以外にも、子実体 ^{137}Cs 濃度を規定する要因があ

ると考えられる。両者の変動係数は、全ての採取地において子実体 ^{137}Cs 濃度 > 原木 ^{137}Cs 濃度であったが（表 - 3）、この結果も同様に原木 ^{137}Cs 濃度以外の要因の存在を示唆している。

原木から子実体への ^{137}Cs の移行には、栽培に供する原木の特性、あるいは栽培条件等が影響しているとの報告がある。我々は採取地 D、F のデータを利用して、子実体の収量が小さい場合には、原木の重量の多くを占める辺材から子実体への ^{137}Cs の移行率が高値になることを報告している（小林ら 2022）。また、原木の ^{137}Cs 汚染は、震災直後に樹皮面に付着した外部汚染と、原木内に吸収された内部汚染に分けられるが、それぞれの ^{137}Cs の形態が異なることから、子実体への移行しやすさも異なる可能性がある。我々は、採取地 A、B、C、F のデータを利用して、原木に含まれる ^{137}Cs 量のうち外部汚染の割合が高い原木ほど、原木から子実体へ移行する ^{137}Cs 量が少なかったことを報告している（櫻井ら 2025）。また、既報においては、ほだ木培養日数（岩澤 2017）、辺材のカリウム濃度（杉本ら 2024）も原木から子実体への ^{137}Cs 移行に影響を与えることも報告されている。TF のばらつきには、これらの諸要因が複合的に影響していると考えられる。

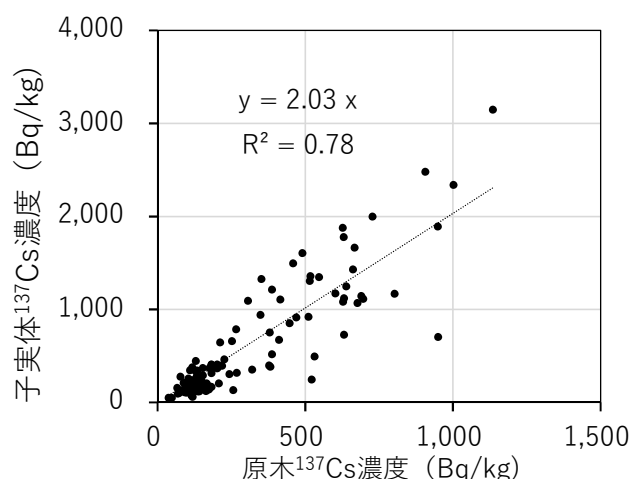


図 - 3 全採取地の子実体 ^{137}Cs 濃度と原木 ^{137}Cs 濃度の関係性

IV おわりに

2018 年から 2021 年に空間線量率の異なる県内 6 ヶ所から採取したコナラの原木をそれぞれ 20 本程度採取後に、2018 年から 2022 年に施設内でシイタケの栽培試験を行い、子実体及び原木の ^{137}Cs 濃度から TF を求めた結果、各採取地の TF の平均値は 0.99 ~ 2.44（最小～最大）であった。これは 2015 年、あるいは 2018 ~ 2020 年に実施された他県における調査と、最大値に関してはほぼ同等の結果であった。子実体 ^{137}Cs 濃度と原木 ^{137}Cs 濃度の間に正の相関が認められたが、ばらつきが大きく、子実体 ^{137}Cs 濃度には、原木 ^{137}Cs 濃度以外にも子実体の収量や原木の外部汚染の程度等、諸要因が影響していると考えられた。今後は、諸要因の影響の度を整理することにより、より安全なシイタケ生産につながる原木の選定や栽培条件等を明らかにできる可能性がある。

V 引用文献

- 1) 福井陸夫, 今井芳典. 2018. 放射性 Cs 濃度別の原木ロットから発生するシイタケの Cs 濃度の出現特性の解明. 平成 29 年度特用林産物安全供給推進復興事業 きのこ原木等の放射性物質調査事業報告書. 日本特用林産振興会: 183-188
- 2) 茨城県林業技術センター. 2021. 茨城県林業技術センター業務報告(令和元年度): 37-38
- 3) 茨城県林業技術センター. 2022. 茨城県林業技術センター業務報告(令和2年度): 33-34
- 4) 岩澤勝巳. 2017. 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: 157-160
- 5) 小林勇介ら. 2022. シイタケ原木から子実体への ^{137}Cs 移行に及ぼす原木各部位の ^{137}Cs 濃度分布と子実体収量の影響. 日本きのこ学会誌. 30: 144-149
- 6) 厚生労働省. 2012. 乳及び乳製品の成分規格等に関する省令の一部を改正する省令、乳及び乳製品の成分規格等に関する省令別表の二の(一)の(1)の規定に基づき厚生労働大臣が定める放射性物質を定める件及び食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件について. 平成 24 年 3 月 15 日付け厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知; [2025. 8. 26 参照]
https://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/tuuchi_120316.pdf
- 7) 根田仁. 2018. 原木からシイタケへの放射性セシウムの移行係数調査. 特用林産物の放射性セシウム対策にかかる調査成果集-特用林産物安全供給推進復興事業(平成 24~28 年度)より-. 日本特用林産振興会: 4-5
- 8) 農林水産省. 2012. 「きのこ原木及び菌床用培地の当面の指標値の設定について」の一部改正について(平成 24 年 8 月 30 日付け 24 生産第 1549 号, 24 林政経第 179 号); [2025. 8. 26 参照]
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/attach/pdf/shihyouti-index-4.pdf>
- 9) 林野庁. 2025. 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; [2025. 8. 26 参照]
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kouhou/jisin/attach/pdf/index-6.pdf>
- 10) 櫻井哲史, 小林勇介, 小川秀樹. 2025. シイタケ原木における ^{137}Cs の分布状況を考慮した子実体への移行量の推定. 日本森林学会誌. 107: 97-102
- 11) 杉本恵里子ら. 2024. コナラの ^{137}Cs および K の立木間・立木内分布特性が原木栽培シイタケ子実体への ^{137}Cs 移行に及ぼす影響. 日本森林学会誌. 106: 311-318