

原木シイタケ栽培における放射性セシウムの影響について

大橋洋二, 谷山奈緒美, 長嶋恵里子 (栃木県林セ)

要旨: 原木シイタケ栽培における, 放射性セシウムの汚染状況について調査するために, 2樹種の原木, ほだ木および子実体について, 放射性セシウムの濃度を測定した。原木については, 地上からより高い部位で採取した原木ほど, 放射性セシウムの濃度が高くなる傾向がみられた。これは, 高い部位で採取される原木は, 低い部位で採取される原木と比べて直径が小さく, 汚染した樹皮が含まれる割合が多くなることが原因と考えられた。ほだ木においては, 材の部分よりも樹皮の部分で高い放射性セシウムが検出された。また, ほだ木内における放射性セシウムの垂直分布については, 有意な差はみられなかった。今回測定した子実体の放射性セシウム濃度は72から316Bq/kgであり, ほだ木は64から311Bq/kgであった。これらから算出した移行係数の平均値は1.15であり, 95%の信頼度で区間推定を行った最大値は1.83であった。

キーワード: 放射性セシウム, シイタケ, ほだ木, 原木, 移行係数

Abstract: Influence of radiocesium on the bedlog cultivation of *Lentinula edodes* was investigated. Two kind of tree log for bedlog cultivation, bedlog and fruiting body cultured bedlog were analyzed for radiocesium. The radiocesium concentration in log collected high elevation tended to be higher than which collected low elevation, because contaminated bark ratio increased as log diameter smaller. In the bedlog, the bark contained higher concentration of radiocesium than the xylem, and no significant difference was found on radiocesium distribution vertically. The concentration of fruiting body ranged from 72 to 316 Bq/kg, and those on bedlogs ranged from 64 to 311 Bq/kg. The mean transfer factor value was 1.15, and estimated maximum value was 1.83 at significant level 95%.

keywords: radiocesium, *Lentinula edodes*, bedlog, log, transfer factor value

I はじめに

福島第一原子力発電所の事故以降, 栃木県内にも多量の放射性物質が飛散し, 原木栽培を中心としたきのこ栽培全体に非常に大きな被害を与えている。本研究では, 放射性セシウムによる原木シイタケ栽培への影響として, きのこ用原木, ほだ木及び子実体の放射性セシウムの濃度について調査を行った。

II 材料と方法

放射性物質の測定は, NaI シンチレーションスペクトロメーター (食品放射能測定システム CAN-OSP-NAI, 日立アロカ製) を用いて測定を行った。

1. きのこ用原木の放射性セシウム調査 調査は, 栃木県日光市塩野室にある塩野室育種地に植栽されているコナラ及びクヌギを対象として行った。調査地の汚染状況は, 文部科学省が作成した放射線量等分布マップから, 地表面の放射性セシウム蓄積量が 30k~60kBq/m²の場所であり (4), 調査時における周辺のγ線空間線量は 0.28 μSv/h 程度の場所であった。

原木中の放射性セシウムの分布を調査するため, コナラ

については地面から 1.2m, 2.5m, 5.0mの部位を, クヌギについては地面から 1.2m, 2.5m, 5.0m, 7.5mの部位の放射性セシウム濃度を測定した。原木は, おがくず製造器 (オガオート TOM-07, テクマン) を用いて粉砕し, 測定用の試料とした。調査用の原木は, 事故から約 11 ヶ月が経過した平成 24 年 2 月に, 樹種別に 10 本ずつ伐倒し, 測定用の試料を作成した。

2. ほだ木中の放射性セシウムの分布調査 ほだ木中の放射性セシウムによる汚染分布状況を調べるため, ほだ木を樹皮部と樹幹部に分け, さらに樹幹部を垂直方向に 3 等分に分けて, それぞれの放射性セシウムの濃度を調査した。調査用のほだ木は, 栃木県宇都宮市下小池町のほだ場に伏せ込まれているほだ木から, 植菌した年毎にそれぞれ 5 本ずつ, 計 30 本を採取した。調査地の汚染状況は, 文部科学省が作成した放射線量等分布マップから, 地表面の放射性セシウム蓄積量が 10kBq/m²以下の場所であり (4), 調査時における周辺のγ線空間線量は 0.10 μSv/h 程度の場所であった。

ほだ木は, 原木と同じように, おがくず製造器を用いて粉砕し, 測定用の試料を作成した。調査用のほだ木は, 事

Yoji OHASHI, Naomi TANIYAMA and Eriko NAGASHIMA (Tochigi Pref. For. Res. Ctr, Utsunomiya Tochigi 321-2105)

Influence of radiocesium on the bedlog cultivation of *Lentinula edodes*

故から約1年が経過した平成24年3月にほだ場から採取し、測定用の試料を作成した。

3. ほだ木から子実体への移行特性調査 ほだ木から子実体への放射性セシウムの移行特性について調査を行った。植菌年と品種が異なる22種類のほだ木について、50本から100本程度がほだ場に伏せ込まれているが、それぞれのほだ木及び発生した子実体の放射性セシウム濃度を調査し、移行係数を算出した。ほだ木については各種類別に5本ずつを採取し、種類毎に平均値を算出した。子実体についても、同様に、発生回毎に放射性セシウム濃度を調査し、種類毎に平均値を算出した。移行係数は次式のように算出した。

移行係数 = 子実体濃度 (生重) / ほだ木濃度 (含水率12%換算値)

ほだ木はチェーンソーを用いて切断した時の鋸屑を集めて測定用の試料とし、子実体については、表面を湿ったキッチンペーパーで清掃し、石突きを除いた部分をフードプロセッサで粉砕し、測定用の試料とした。ほだ木は平成24年3月に採取し、子実体は平成24年3月下旬から5月上旬に発生したものを採取し、調査対象とした。

III 結果と考察

1. 原木中の放射性セシウムの分布調査 コナラの調査結果を図-1に、クヌギの調査結果を図-2に示す。どちらの樹種についても、地上からの高さが増す毎に、原木の直径は減少し、放射性セシウムの濃度は増加する傾向がみられた。放射性セシウムは、大気中の降下物として広範囲に拡散したことから、原木においては樹皮に多く蓄積していることが考えられる。原木は高さが増すにつれ太さが細くなることから、原木1kg当たりに占める樹皮の割合が多くなる。そのため、高さが増すごとに放射性セシウム濃度が増加していくと考えられる。

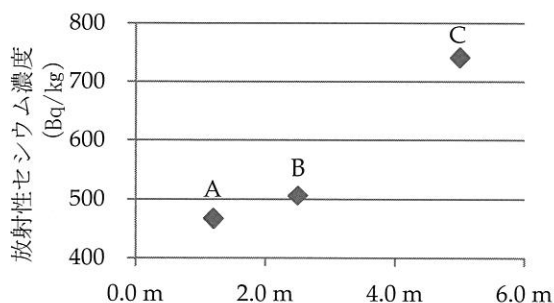


図-1. コナラ原木中の放射性セシウムの垂直分布
Fig.1. Vertical distribution of radiocesium in *Quercus serrata*

Note : 10 samples was examined at the each elevations. Diameter of samples was 10.2, 8.5, and 6.2cm for A, B, and C respectively.

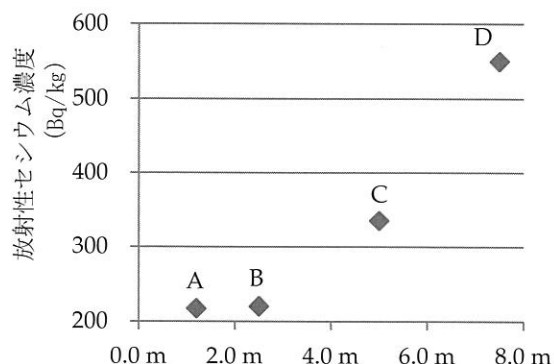


図-2. クヌギ原木中の放射性セシウムの垂直分布
Fig.2. Vertical distribution of radiocesium in *Quercus acutissima*

Note : 10 samples was examined at the each elevations. Diameter of samples was 8.2, 7.4, 6.2, and 5.2cm for A, B, C, and D respectively.

そこで、樹皮厚さを5.0mmと仮定した場合の、各高さにおける断面中に占める樹皮割合と濃度の関係を示した結果を図-3、4に示す。コナラでは、相関係数が0.38という弱い相関がみられ、クヌギにおいては相関係数が0.76という非常に高い相関がみられた。このことから、原木における放射性セシウムの濃度は、原木中に占める樹皮の割合と直線的な関係があることが示唆され、特にクヌギにおいて顕著な傾向があると考えられる。

今後原木栽培への利用を考える上においては、継続的な測定が必要であると考えられるが、Zhianskiら(3)は、カシ類の放射性セシウムによる汚染については、今後形成される部位の汚染と比べて、最初に汚染された影響が強いと結論づけており、今回調査した結果の傾向は、長期的に続くことが考えられる。

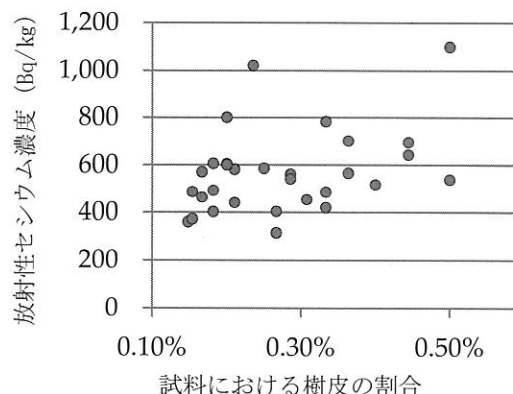


図-3. コナラにおける樹皮割合と放射性セシウムの関係
Fig.3. Relationship between bark ratio and radiocesium on *Quercus serrata*

Note: Correlation coefficient was 0.38

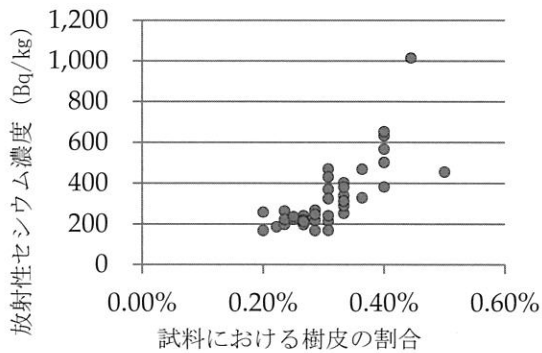


図-4. クヌギにおける樹皮割合と放射性セシウム
Fig.4. Relationship between bark ratio and radiocesium on *Quercus acutissima*
Note: Correlation coefficient was 0.76

2. ほだ木中の放射性セシウムの分布調査 ほだ木における放射性セシウムの分布は、特に樹皮に多く蓄積している結果となった(図-5)。樹幹部における垂直分布については、それぞれの間で有意な差がみられなかったことから、ほだ木樹幹中においては、放射性セシウムは一様に分布していると考えられる。杉山ら(7)は、ヒラタケの菌床栽培において、菌糸塊などの菌糸密度の高い部分で放射性セシウムの濃度が高くなると報告している。本研究におけるシイタケほだ木においては、ほだ木全周囲から子実体が発生することから、放射性セシウムの垂直分布に差がみられなかったものと考えられる。

植菌年による違いについては、平成23年植菌のものを除き、樹皮部、樹幹部ともに有意な差はみられなかった(図-6)。平成23年に植菌したほだ木は、事故当時に寒冷紗と藁で被覆した状態で仮伏せ中であったことから、放射性物質による汚染が軽減されたと考えられる。このことから、寒冷紗や藁などによる物理的な遮蔽は、放射性物質による汚染を軽減できることが示唆される。植菌から3年以上経過したほだ木は、樹幹部と樹皮部の汚染状況が同程度にな

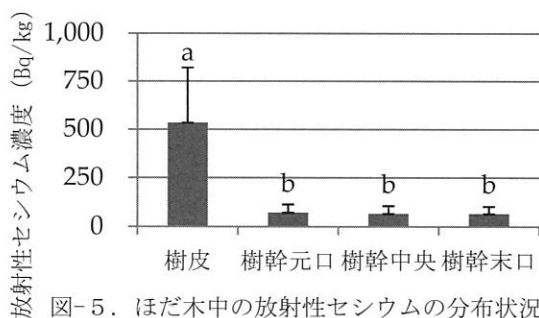


図-5. ほだ木中の放射性セシウムの分布状況
Fig.5. Distribution of radiocesium in the bedlog
Note: Non-significant at $p < 0.01$ among the same symbol (Tukey-Kramer)

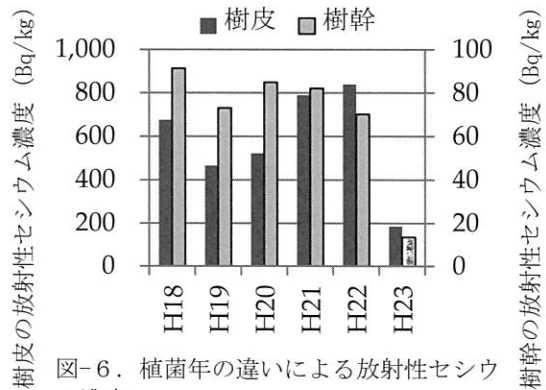


図-6. 植菌年の違いによる放射性セシウム濃度
Fig.6. Radiocesium content among the year of inoculation

るとい報告があるが(1)、今回の調査は異なる結果となり、今後さらに検体数を増加させて追跡調査を行う必要がある。

3. ほだ木から子実体への移行特性調査 今回調査した結果を基に算出した移行係数の結果を表-1に示す。子実体の放射性セシウム濃度は平均189Bq/kgで、標準偏差は64であった。これに対し、ほだ木では平均169Bq/kg、標準偏差は52であった。それぞれの検体から算出した移行係数の平均は1.15で、標準偏差は0.34と、比較的ばらつきの少ない結果となった。移行係数の分布は正規分布を示し、95%の信頼度で区間推定を行ったところ、最大値は1.83であった。放射性セシウムの移行特性については、穀類などの農作物では低いことが報告されているが(2)、きのこ類では逆に濃縮する傾向にあることが報告されている(6)。本研究で行ったシイタケにおける特性においても、濃縮する傾向が確認されており、既往の研究と同様の傾向が得られた。

今回算出した移行係数は、個々のほだ木から算出したものではなく、植菌年と品種ごとに区分したほだ木から発生した子実体の濃度の平均値と、対応する複数のほだ木とを比較したものであることから、ほだ場全体の平均的な値を表しているものと考えられる。

原木で栽培したシイタケは、菌床で栽培したものと比べて、放射性セシウム濃度は高くなることが知られており(8)、原木で栽培されるキノコの安全性については、今後さらに慎重に検討していく必要がある。

IV おわりに

放射性物質による環境の汚染は、きのこ栽培に非常に深

刻な影響を与えている。チェルノブイリ原発事故後に欧州で行われた調査では、栽培きのこにおける放射性物質の問題はないとする報告(5)もあるが、日本における福島第一原子力発電所の事故による影響は大きく、今後栽培きのこの安全を確保する技術の検討が必要である。汚染のメカニズムについては、未だに不明な点が多く、特に原木栽培においては、これまでに研究された事例が非常に少ない。今後は、より多くの研究者により、様々な実態が解明されることが期待される。

表-1. 子実体及びほだ木の放射性セシウム濃度と移行係数
Fig-1. Radiocesium concentration of fruiting body and bedlog, and transfer factor.

No.	子実体		ほだ木	移行係数
	発生回数	平均濃度 (Bq/kg)	平均濃度 (Bq/kg)	
1	4	202	163	1.24
2	4	316	179	1.76
3	5	237	174	1.36
4	2	302	252	1.20
5	3	150	179	0.84
6	4	194	311	0.62
7	5	293	155	1.89
8	2	215	227	0.95
9	2	139	211	0.66
10	2	194	166	1.17
11	1	179	203	0.88
12	3	200	153	1.31
13	2	239	185	1.29
14	2	84	95	0.89
15	1	194	151	1.29
16	2	111	173	0.64
17	4	199	138	1.44
18	5	185	122	1.52
19	5	119	149	0.80
20	5	148	123	1.20
21	5	188	144	1.30
22	1	72	64	1.12
平均値		189	169	1.15
標準偏差		64	52	0.34

V 引用文献

- (1) 江口文陽 (2011) 福島原発事故による放射能汚染とその対策, 日本きのこ学会誌 19 : 132-135
- (2) IAEA (2010) Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments, Technical reports Series 42:1-194
- (3) MIGLENA ZHIYANSKI, MARIA SOKOLOVSKA, JAUME BECH, ALEXANDROS CLOUVAS and ILIA PENEV (2010) Cesium-137 contamination of oak (*Quercus petraea* Liebl.) from sub-Mediterranean zone in South Bulgaria, *J. Environ. Radioact.* 101 : 864-868
- (4) 文部科学省 (2012), 文部科学省 Web 資料 : 放射線量等分布マップ 拡大サイト.
<http://ramap.jaea.go.jp/map/>
- (5) PAVEL KALAC (2001) A review of edible mushroom radioactivity, *Food Chemistry* 75:29-35
- (6) 坂内忠明, 吉田聡, 村松康行 (1994) キノコへの放射性核種の移行に関する培養実験, *Radioisotopes* 43 : 77-82
- (7) 杉山英男, 寺田宙, 磯村公郎, 塚田祥文, 柴田尚 (1993) キノコへの放射性セシウムの移行特性, *Radioisotopes* 42 : 683-690
- (8) TADAAKI BANNAI, YASUYUKI MURAMATSU and SATOSHI YOSHIDA (2004) Concentrations of ¹³⁷Cs and ⁴⁰K in mushrooms consumed in Japan and radiation dose as a result of their dietary intake, *J. Radiat. Res.* 45 : 325-332