

(様式第 13 号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: 福井 陸夫

題目: 非破壊検査装置によるシイタケ原木中の放射性セシウム濃度測定法の開発及び
原木栽培における放射性セシウム汚染抑制方法の開発

(Development of the method for measuring the concentration of radiocesium in
Shiitake (*Lentinula edodes*) log woods using nondestructive inspection
equipment and research on methods for controlling radiocesium contamination
in log wood cultivation)

シイタケ原木中の放射性 Cs 濃度につき、非破壊検査装置を用いて検体原木数の増加による信頼性向上と効率性を目的として、検査装置に係る条件の検討及び測定方法の検討をおこなった。非破壊検査装置は高感度シンチレーター結晶 ((Ce:Gd₃(Al, Ga)₅O₁₂(Ce:GAGG)) 以下 GAGG) と半導体受光素子を組み合わせた検出器で構成されている。非破壊検査装置で測定した原木中の放射線 (CPS) は Bq/kg に換算した。伐採適期 (9 月下旬から 10 月下旬) の原木含水率は 40 から 43% の範囲であった。原木密度は 1.0-1.1 の範囲にあった。被検体重量と機器換算係数の回帰直線の傾斜は原木や標準体積線源の含水率により異なることが明らかとなった。そこで、標準体積線源については生木原木を直幹円筒状に加工したものに、一定量の放射性 Cs を染み込ませた紙を巻き付けた後、PE フィルムで覆い、さらに、その表面を繊維強化プラスチック (FRP) で加工したものに改良したところ、良好なデータの近似性が確認できた。

次に上記非破壊検査装置を用いて、放射性 Cs の沈着量の異なる栃木県内 3 カ所のシイタケ栽培用コナラ原木 (*Quercus serrata*) について、放射性 Cs (¹³⁴Cs + ¹³⁷Cs) 濃度の調査をおこなったところ、さくら市では、林野庁が示す指標値 (原木水分 12% のとき、50Bq/kg 以下) を上回る原木が大半であり、シイタケ原木としては使用できないことが明らかとなった。一方、市貝町では、指標値を超える原木はなかった。さらに、宇都宮市では指標値以上の原木は 9.4% あった。宇都宮市の原木について表面洗浄を実施し、非破壊検査装置で再測定をおこなったところ、全体として 20 Bq/kg 低減される洗浄効果が認められた。

今回の試験結果に基づき、信頼できる抜取数の計算を「最小サンプル数を *t* 分布から計算する方法 (小標本理論による方法)」に基づきおこなった。この結果、信頼水準を 95% としたとき、さくら市では 202 本、宇都宮市では 188 本の抜取が必要である

ことが示された。

今までの原木中の放射性 Cs の濃度測定は、伐採した原木をおが粉に加工し、ゲルマニウム半導体検出器等を用いて測定する方法が中心であったが、新規に開発した非破壊検査装置を用いた当該試験により伐採したシイタケ原木を破壊することなく、効率的（直径 10 cm の平均的原木を凡そ 40 秒から 60 秒以内で測定可能）に測定する方法を見出し、かつ、対象原木林の採取本数を統計的に信頼できる数量を導き出すことができた。

次に、放射性 Cs 汚染原木の Cs 減少に関する方法および放射性物質汚染ほだ場での追加汚染防止対策として、ナノ粒子不溶性プルシアンブルー（NPB）分散液に浸漬することや不織布（プルシアンブルー担持セシウムソープフィルター（CSF）シート）を敷設した汚染防止方法により、シイタケ子実体への放射性 Cs の吸収を抑制することを検討した。ナノ粒子不溶性プルシアンブルー（NPB）分散液については、放射性 Cs 汚染原木を用いて浸漬し効果を検証した。発生した子実体は無処理区子実体の放射性 Cs 濃度と比較して明らかに減少した。250 Bq/kg 程度の原木では NPB 分散液に浸漬することにより、発生する子実体の放射性 Cs 濃度は 40 Bq/kg 以下になることが期待される。第 2 の試験では、放射性物質汚染ほだ場（空間線量率 0.19 μ Sv/h）に CSF シートを敷設し、福島第一原子力発電所事故の影響を受けていないほだ木を伏せ込んだ試験では、15–18 ヶ月後の CSF 敷設区の子実体中の放射性 Cs 濃度（4.0 \pm 1.8 Bq/kg）は対照区（7.8 \pm 4.0 Bq/kg）と比較し放射性 Cs の吸収抑制する効果が認められた。さらに、敷設した CSF は土壌中の放射性 Cs を特異的に吸着する（土壌（0–5 cm）：764 Bq/kg, CSF: 4,735 Bq/kg）ことが明らかとなった。当該試験による知見は今後のシイタケ栽培に寄与するものと考えられる。

次に、ほだ木への泥跳ね並びに A₀層および A 層からの放射性 Cs の移行抑制を目的として、ほだ場に敷設されている透水性防草シート（WCS）の追加汚染への影響を調査した。原発事故から 3 年後に実施した長期の調査では、WCS の敷設により子実体およびほだ木の放射性 Cs 濃度は無処理区より増加した。また、ほだ木下部から吸収された放射性 Cs は、その後ほだ木上部および横木へと移動していることも示唆され、WCS の敷設はほだ場に設置されたほだ木全体の汚染も促進していると考えられた。一方、原発事故 6 年後に実施した短期の追試では、WCS 敷設による追加汚染は認められなかった。栽培期間が長期に渡る場合、WCS の敷設よりも土壌中の放射性 Cs を選択的に固定し容易に放出しない物質を用いる異なる手法を検討する必要があると考えられた。