

課 題 番 号	5-1	分 野 名	特用林産	予 算 区 分	国庫・県単
研 究 課 題 名	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 〔きのこ原木内の放射性セシウム測定に用いる非破壊検査の導入に関する報告〕				
担 当 者 名	石川 洋一・大橋 洋二・杉本 恵里子			研 究 期 間	平成 24 年度～

背景と目的

現在、シイタケ生産用として使用する原木は、立木の場合は同一市町村内累計 10ha 毎に 3 本、また伐採後の原木の場合では同一の産地・保管先毎に 3 本の抽出を行い、放射性 Cs に関する測定結果をもって使用可否を判断している。しかし、この抜き取り調査を行った場合でも、再測定をすると一部のほだ木が指標値 50Bq/kg を超過する場合がある。これらの場合の放射性 Cs 測定は、原木を粉碎し Ge 半導体検出器やシンチレーション検出器を用いる方法で行っているが、検体調整や分析に時間を要し、使用可否判定調査の際に精度の向上を目的とした抜き取り数を大きくするという選択は現実的ではなく、調査手法の検討もなされなかった。このため、平成 26 年度から食品の放射性 Cs スクリーニング検査に用いられている非破壊検査装置を原木用に適応する研究を行い、短時間で効率的に測定可能であることを示した※1)。非破壊検査装置を用いることで、大きい抜き取り数を想定した調査方法の検討が可能となり、県内の原木林の利用再開を行っていくために有効な手法であると考えられる。

※1 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の調査（1 報），日本きのこ学会誌別冊 Vol. 24, No. 2, 2016 共著

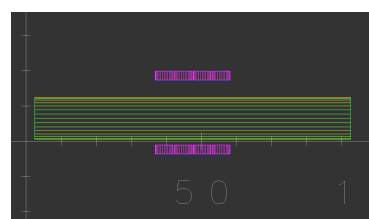
導入したきのこ原木用非破壊検査装置

(1) 非破壊検査装置導入に係る事業等

区 分	事 業 等
導入時期	平成 27 年 11 月
基 数	1 基
事 業	平成 27 年度特用林産物安全供給推進地方公共団体復興事業（国庫・定額補助）
事 業 費	25,000 千円

(2) 非破壊検査装置の仕様

区 分	性 能 等
名 称	古河機械金属㈱社製 ガンマスポッター FG5F-TF
寸 法	L=2,506mm×W=1,019mm×H=1,520mm, WG=4,600kg
測 定 条 件	食品中の放射性セシウムスクリーニング法準拠 測定対象核種 ^{134}Cs , ^{137}Cs (合計値) 空間線量率 0.200 $\mu\text{Sv/h}$ 以下, 気温 -5～40℃, 相対湿度 90%以下 原木 L<1,000mm, 最大木口径 ϕ <150mm, ϕ =120mm で 50 本/h を処理
基 本 性 能	測定下限値 12.5Bq/kg スクリーニングレベル 17Bq/kg



きのこ原木用放射能の非破壊検査測定機
古河機械金属㈱社製ガンマスポッター FG5F-TF
(GAMMA RADIATION DETECTOR FG5F-TF)

資料：古河機械金属㈱非破壊検査機導入時完成図書

測定時のジオメトリシンチレータ結晶は古河機械金属㈱開発の GAGG ($\text{Gd}_3(\text{Al}, \text{Ga})_{5-x}\text{O}_{12}$) を用い、上下 4 個計 8 個の結晶を装備、耐潮解性に優れる

課 題 番 号	5-1	分 野 名	特用林産	予 算 区 分	国庫・県単
研 究 課 題 名	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 〔きのこ原木内の放射性セシウム測定に用いる非破壊検査の導入に関する報告〕				
担 当 者 名	石川 洋一・大橋 洋二・杉本 恵里子			研 究 期 間	平成 24 年度～

(3)測定精度

①標準体積線源^{※2}の製造方法の確認

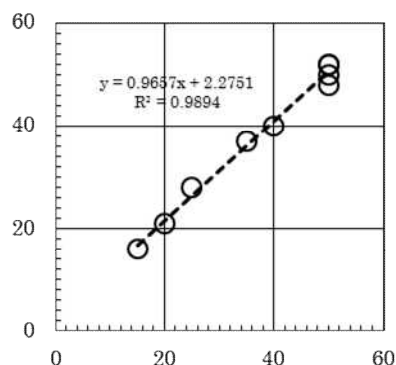
非破壊測定装置の測定値		Ge 半導体検出器の測定値	
平均値 (Bq/kg)	σ (Bq/kg)	平均値 (Bq/kg)	σ (Bq/kg)
95.6	1.10	93.8	1.19

古河機械金属㈱製造の標準体積線源を用いた 10 回繰り返し測定結果と測定後の破壊検査結果が誤差範囲で一致。

※2 標準体積線源に関する特許出願中「放射能測定用標準試料、および放射能測定用標準試料の製造方法（特開 2016-156698）」 3 者共同

②標準体積線源の測定精度

試料	木口径(mm)	標準体積線源 (Bq/kg)	非破壊検査 (Bq/kg)
1	100	15	16
2	100	20	21
3	100	25	28
4	100	35	37
5	100	40	40
6	80	50	52
7	100	50	48
8	120	50	50
9	150	50	52



横軸に Ge 半導体検出器測定値，縦軸に非破壊検査測定値をとり，検量線を求める。両者の R^2 が 0.9 以上を合格とする。
(古河機械金属㈱自主規定^{※3})

$R^2=0.9657$ となり納品時に確認

横軸：標準体積線源 Ge 半導体検出器測定値 (Bq/kg)

縦軸：標準体積線源非破壊検査測定値 (Bq/kg)

破線：検量線

標準体積線源測定結果



標準体積線源

上：原木，下：原木に模した標準体積線源

※3 原木測定に際し，校正証明書添付の標準線源が市販されていない。
このため，機器製造者が製造する標準線源を用いる
(平成 27 年 8 月 28 日付け林野庁通知)

③スクリーニングレベル 17Bq/kg の確認

項 目	結 果 等
B G	測定時間 14,120 秒，係数率 9.632
試 料	測定時間 96 秒，係数率 11.212，重量 8kg，標準偏差 3.68Bq/kg
結 果	$T_{(k-1, 0.01)}=2.33$ として片側 99%区間上限値=25.6Bq/kg

基準値レベル：含水率 40%時 50Bq/kg は 12%換算時 34Bq/kg とする。99%上限値が基準値レベル未満 (26Bq/kg<34Bq/kg)

資料：古河機械金属㈱非破壊検査機導入時完成図書

課 題 番 号	5-2	分 野 名	特用林産	予 算 区 分	国庫・県単
研 究 課 題 名	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 〔きのこ原木の放射能非破壊検査機を用いたきのこ原木林実態調査〕				
担 当 者 名	石川 洋一・大橋 洋二・杉本 恵里子			研 究 期 間	平成 24 年度～

背景と目的

現在、原木中の放射性 Cs 測定方法として原木を粉砕し Ge 半導体検出器やシンチレーション検出器を用いている。しかし、検体調整までの手間と時間がかかり、調査精度の向上を図るために抜き取り数を大きくすることは現実的ではなかった。そこで食品の放射性 Cs スクリーニング検査に用いられている非破壊検査装置を原木用に応用し、短時間で効率的に測定できることを示した。この非破壊検査装置を用いることで、大きい抜き取り数を想定した調査方法の検討が可能となるなど、県内の原木林を安全に利用していくために有効な手法であると考えられる。そこで、非破壊検査機を用い原木林の汚染の実態を明らかにするための調査を行った。

調査方法

きのこ原木の指標値 50Bq/kg 未満の原木林は、空間線量率との関係から、空間線量率が 0.100 μ Sv/h 以下の範囲に存在すると考え、県南東部から南部、事故前から原木の主要な産地であった地域で 30 箇所を選定した。調査地は 1/5,000 の地形図で斜面の方角や周辺の地形等を記録し、林内 3 箇所地上高 0.1m と 1.0m で空間線量率を測定した。抜き取りは 1 調査当たり立木 10 本程度、原木 60 本として伐採した。伐採した立木を地形図に記録した。原木中の放射性 Cs (134Cs+137Cs) はガンマスポッターFGSF-TF で定量下限値が 12.5Bq/kg で測定した。測定値が下限値以下の場合は下限値を測定値とした。また、非破壊検査と Ge 半導体検出器(SEIKO-EG&G SEG-EMS)を用いた破壊検査の測定値を比較するため、測定後に 30 本の原木を抽出し破壊検査を行った。非破壊検査機には含水率測定ユニットがないため、抽出した 33 本の原木から試料を切り出して含水率を測定した。

調査結果概要

30 箇所の調査地の台帳上の面積は 39.24ha、放射性 Cs は立木 337 本から切り出した長さ 90cm の原木 1,911 本を測定し、含水率 40%として 12%時に換算した。調査地毎の原木の測定値の最大値として、確率分布から算出した 95%上限値及び 95%パーセンタイル値を用いた。最大値は 8 箇所/30 箇所指標値を超過した。指標値を超過した原木は 149 本/1,911 本であった。空間線量率と平均値との間に関係は認められなかった。

項目	対象	結果
放射性 Cs	30 調査地平均	19Bq/kg～57Bq/kg、平均 26Bq/kg、
	30 調査地標準偏差	2Bq/kg～17Bq/kg、平均 8Bq/kg
空間線量率	30 調査地平均	1.0m : 0.031～0.100 μ Sv/h、0.1m : 0.031～0.102 μ Sv/h
含水率	11 調査地 33 本	平均 38%、最大 43%、最小 33%、標準偏差 2%、40%ランク値 88%
密度	11 調査地 33 本	最大値 1.12 g/cm ³ 、最小値 0.93g/cm ³ 、平均 1.02g/cm ³ 、標準偏差 0.05g/cm ³

考 察

県南東部～南部地域の 30 調査地で、原木の測定値が指標値を超過した割合は 7.8%にとどまった。このことから、この地域には使用可能な原木が相当数存在すると推定された。また、指標値超過原木の 85%は、調査地の測定値平均が 30Bq/kg 以上と高かった原木林にあった。このことから、原木の使用可否判定方法として、原木単体毎の判定でなく、原木林を対象として汚染度を推定できれば、そこから生産される原木に関して一定の精度で判定が可能であると考えられた。また、指標的な汚染度判定方法と考えた空間線量率は、測定値との関係が認められず、1/5,000 の地形図での斜面方向・伐採した立木の位置及び等高線で表現された小地形と放射性 Cs 測定値の関係も認められなかった。原木林の汚染度を推定する方法として、指標的な間接測定でなく、抜き取り調査による原木等に対する直接測定を行うことで精度の高い判定が可能になると考えられた。

課 題 番 号	6-1	分 野 名	特用林産	予 算 区 分	国庫・県単
研 究 課 題 名	その他特用林産物における放射性物質の影響に関する研究 〔タケノコへの放射性物質の吸収抑制に関する研究〕				
担 当 者 名	杉本 恵里子・石川 洋一・大橋 洋二			研 究 期 間	平成 25 年度～

目 的

福島原発の事故以降、栃木県内にも多量の放射性物質が飛散し、原木きのこをはじめ、多くの特用林産物に出荷制限等の被害を与えている。タケノコについては、放射性セシウムの吸収メカニズム等、未解明なままである。そこで、竹林における放射能対策による、タケノコへの放射性セシウム吸収抑制効果について検討するため、調査を行った。



図-1 試験地位置図

方 法

調査は、栃木県日光市塩野室の竹林で行った(図

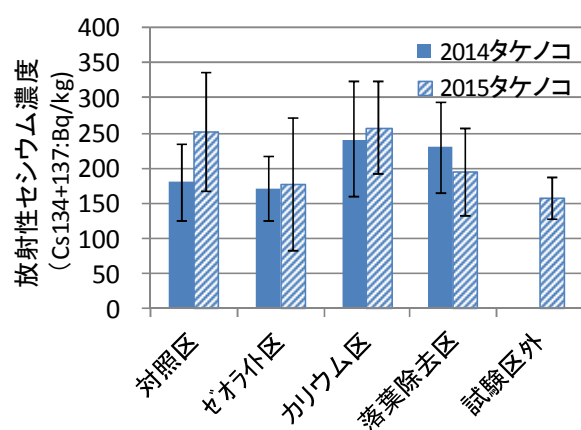
1)。ここは、放射線量等分布マップ(文部科学省ホームページ)において、放射性セシウム沈着量が $30\text{k} \sim 60\text{kBq/m}^2$ 、試験開始時(2013 年 8 月)の空間線量率が $0.23 \mu\text{Sv/h}$ であった。竹林内の既存の側溝の配置に合わせ、4 つの試験区を設定し、それぞれ放射能対策を行った。試験区毎の放射能対策を、表-1 に示す。なお、2013 年は、全ての作業を 9 月下旬に、2014 年は、伐竹以外の作業を 7 月上旬に行い、伐竹は 11 月に行った。

表-1 各試験区の放射能対策方法

試験区名	放射能対策	
	2013年	2014年
対照区	伐竹	伐竹
ゼオライト区	伐竹+落葉除去+ゼオライト散布($100\text{kg}/100\text{m}^2$)	伐竹+ゼオライト散布($100\text{kg}/100\text{m}^2$)
カリウム区	伐竹+落葉除去+カリウム施与($12.5\text{kg}/\text{m}^2$)	伐竹+カリウム施与($10\text{kg}/\text{m}^2$)
落葉除去区	伐竹+落葉除去	伐竹+落葉除去
試験区外	-	-

結果概要

2014 年、2015 年春に発生したタケノコの放射性セシウム濃度を図-2 に示す。いずれの試験区においても有意差がみられなかったことから、本試験においては、2 年連続で放射能対策を行ったが、タケノコへの移行低減効果は確認出来なかった。当初、側溝により試験区間の根は遮断されていると考えていたが、側溝の一部を掘って確認したこと、深さ $15\text{cm} \sim 30\text{cm}$ で根茎が繋がっていたことが判明した。この根を経由して放射性セシウムが転流していたかは不明であるが、試験区間に差がみられなかった一因として、根茎が繋がっていたことが考えられる。



また、新竹の葉を 7 月に、2013 年発生竹の葉を 7 月と 10 月に採取し放射性セシウム濃度を測定した。古い竹より、新竹の方が放射性セシウム濃度が高く、2013 年発生竹については、7 月より 10 月の葉の方が放射性セシウム濃度が低い傾向がみられた。このことから、放射性セシウムは成長が活発な新竹に蓄積しやすく、また、養分の転流と共に、葉と根茎との間を移動していると考えられる。