

茨城県内の原木林伐採跡地におけるコナラ萌芽枝の放射性セシウム濃度 Radioactive cesium concentration of *Quercus serrata* stump sprouts after forest felling in Ibaraki Prefecture

井坂達樹*¹・高田守男*¹・岩見洋一*¹
Tatsuki ISAKA*¹, Morio TAKADA*¹ and Yoichi IWAMI*¹

* 1 茨城県林業技術センター
Ibaraki Pref. Forestry Res. Inst., To 4692, Naka, Ibaraki 311-0122

要旨：茨城県内の原木林伐採跡地に再生したコナラ萌芽枝への放射性セシウムの移行状況を明らかにするため、2013年11月～2014年3月にかけて、県内6市町10調査区において、地上高1mにおけるγ線の空間線量率、落葉層・表土（深さ0-5cm）・萌芽枝のセシウム137濃度及びカリウム40濃度を測定した。その結果、落葉層、表土および萌芽枝のセシウム137濃度は同じ調査区内でもバラツキが大きく、また、表土以外は空間線量率の傾向と一致しなかった。また、萌芽枝のセシウム137濃度の変動は、個体間より同一個体（切株）の枝間のほうが小さかったことから、経年変化を追跡する場合は同一個体の枝を調査すべきと考えられた。さらに、調査した切株周囲の表土のカリウム40濃度が高い場所の個体ほど、萌芽枝へのセシウム137蓄積が少ない、負の相関関係が認められたことから、表土中のカリウム濃度が高い場所では、コナラ萌芽枝への放射性セシウムの蓄積が抑制されている可能性が示唆された。
キーワード：コナラ、萌芽枝、放射性セシウム、カリウム

Abstract : To evaluate the radioactive cesium transfer to *Quercus serrata* stump sprouts in Ibaraki Prefecture, the γ-ray air dose rates and ¹³⁷Cs and ⁴⁰K concentrations in leaf litter, surface soil (0-5 cm in depth), and stump sprouts were surveyed at 10 sites across 6 cities and towns. Consequently, ¹³⁷Cs concentrations in the leaf litter, surface soil, and stump sprouts varied at the same sites. ¹³⁷Cs concentrations in the leaf litter and stump sprouts did not correlate with the air dose rate, while the former in the surface soil correlated with the latter. Coefficients of variation in the ¹³⁷Cs concentration in the sprouts from the same stumps were lower than coefficients of variation among sprouts from different stumps. This finding suggests that monitoring ¹³⁷Cs concentrations in the sprouts from the same stumps might be effective in understanding the changes over time in radioactive cesium concentration in *Quercus serrata* sprouts. In addition, ⁴⁰K concentrations in surface soils were negatively correlated with the ¹³⁷Cs concentration in sprouts. This suggests that radioactive cesium transfer is most likely inhibited by the high concentration of potassium in the soil.

Keywords : *Quercus serrata*, stump sprouts, radioactive cesium, potassium

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（以下「福島第一原発」）の事故に伴い、大量の放射性物質が環境中に放出された。茨城県内でも、しいたけなど特用林産物の出荷停止など深刻な被害が続いている。また、きのこ用原木の指標値を超えた原木林は、伐採が停滞し、長く放置されて高齢級化した場合、萌芽力の低下（3）やカシノナガキクイムシによる穿入被害（2）などの問題が生じるおそれがあることから、早めに萌芽更新を行う必要があるが、その際、発生する萌芽枝が放射性セシウムをどのように吸収、蓄積するのか実態は十分に解明されていない。

そこで本研究では、本県のしいたけ原木利用の大半を占めるコナラを対象に、福島第一原発事故以降に萌芽更新した原木林伐採跡地の放射性セシウム汚染状況を確認するとともに、当該萌芽枝中の放射性セシウム濃度分布について、その実態を明らかにすること等を目的に調査

を実施した。

II 材料と方法

調査地は、茨城県内のγ線の空間線量率が異なる6市町のコナラが優占する原木林伐採跡地（0.067～0.135μSv/h）で、一調査地において伐採時期が異なる森林は調査区分け、全10区を設けた。これらの森林が萌芽更新した年は、2011年（6区）と2012年（4区）であり、いずれも福島第一原発事故後に伸長した萌芽枝（図-1）を調査対象とした。2013年11月～2014年3月に、コナラ萌芽枝の本数が比較的多い切株を各調査区から2～5個体選定し、以下の調査を行った。

なお、放射性物質濃度はゲルマニウム半導体検出器により800ml円筒容器を用いて測定し、絶乾重量当たりの値に補正した（試料採取量が少ない場合に限り100ml(U-8容器)～500ml円筒容器を使用)。

1. 落葉層及び表土の採取 調査個体の枝が広がる樹冠



図-1. 切株から再生したコナラ萌芽枝
Fig.1 *Quercus serrata* stump sprouts

範囲内の林床から、落葉層(A₀層すべて)及び表土(落葉層直下のA層の深さ0~5cm)を採取した。試料はビニール袋に密封して持ち帰り、はさみや粉砕器を用いて5mm角程度に細かく粉砕し、放射性物質濃度分析用の検体とした。

2. コナラ萌芽枝の採取 萌芽枝の発生本数や大きさに応じて各個体から萌芽枝を1~5本採取した。表土や切株と接触し汚染された可能性があることから、根元部分を5~10cm程度切除するとともに、全体をブラシ清掃してから1.と同様に検体を作成した。なお、幹の元口側(切株に近い方)から粉砕を始め、幹の直径が概ね10mm程度の部分までは粉砕したが、その先端部及び側枝は試料に含めなかった。サイズが大きい萌芽枝は測定容器へ充填する十分な量を粉砕したところで検体を分け、のちに同一枝の上下間の変動を調べた。また、小さい萌芽枝の場合は複数の幹を併せて1検体とした。

3. 調査項目 各調査区の地上高1mにおける空間線量率、採取した各試料中のセシウム137濃度、及びカリウム40濃度を測定した。セシウム137の蓄積が少ない一部のコナラ萌芽枝は検出下限値(以下ND値)以下で不検出となったが、ND値が10Bq/kgを下回る十分低いものに関しては、安全性を考慮してND値を当該検体の濃度とみなした(不検出のうちND値が10Bq/kg以上のデータは分析対象から外した)。また、農業分野における研究で放射性セシウムの吸収抑制効果が認められているカリウムの放射性同位体であるカリウム40は、落葉層及びコナラ萌芽枝の検体では比重が軽く多くが不検出となったため、表土についてのみ分析を行った。

III 結果と考察

1. セシウム137濃度測定結果 落葉層のセシウム137

濃度は226~3,489Bq/kgで、同一調査区内での最低・最高値の比率は1.1~7.2倍(平均2.7倍)であった(図-2)。バラツキが大きい区がみられたのは、落葉層のセシウム137が土壌層に移動する速度や、新しい落葉の供給量が場所により異なることなどが関係していると考えられる。

また、表土のセシウム137濃度は203~3,608Bq/kgで、同一調査区内での最低・最高値の比率は1.2~4.1倍(平均2.3倍)であった(図-3)。空間線量率が高い2区の表土のセシウム137濃度は、その他の区と比べて平均濃度が有意に高かった(Tukey-Kramer法, $p < 0.05$) (図-3)。なお、セシウム137濃度と空間線量率との相関検定を試みたところ、今回測定した材料のうち表土についてのみ有意な相関が認められた(相関係数 $r = 0.87$, ピアソン, $p < 0.05$)。

次に、コナラ萌芽枝のセシウム137濃度(同一個体の複数枝の平均値)は3~88Bq/kgで、同一調査区内での最低・最高値の比率は1.2~5.8倍(平均3.3倍)であった(図-4)。そのうち空間線量率が高い2区は、表土のセシウム137濃度が高く萌芽枝のセシウム137濃度も高い個体がみられたが、空間線量率が最も低い2区は表土のセシウム137濃度が低いにもかかわらず、萌芽枝のセシウム137濃度は高い値を示す個体があった。このため、表土のセシウム137濃度と萌芽枝のセシウム137濃度との関係は判然としなかった。

2. コナラ萌芽枝におけるセシウム濃度分布 萌芽枝中のセシウム137濃度分布について実態を明らかにするため、同一個体の枝間における濃度のバラツキを検討した。前述のとおり各個体のセシウム137濃度(複数枝の平均値)は異なるため、集団の相対的なバラツキを比較するために用いられる変動係数による検討を行った。その結果、同一調査区の個体間の変動係数より、同一個体の枝間の変動係数のほうが小さかった(図-5)。これは、同じ切株から発生した萌芽枝同士のセシウム137濃度のバラツキは、別々の個体同士のそれより小さいことを意味するため、コナラ萌芽枝中のセシウム137蓄積状態の経年変化を追跡調査する場合は、別個体でなく、同一個体の萌芽枝同士を比較することが重要であると考えられた。

また、1本の萌芽枝から複数検体を採取できた萌芽枝について、同一萌芽枝の上下間におけるセシウム137濃度の変化について検討したところ、元口から1~3番目の検体のセシウム137濃度に一定の増減傾向は確認できず、また上下間の値の変化が大きい個体が見られた(図-6)。このため、サイズが大きい萌芽枝を検査する場合には試料の作成部位に偏りが生じないように、幹の上部、

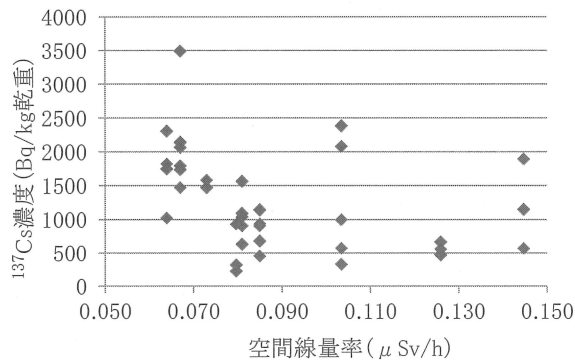


図-2. 落葉層のセシウム 137 濃度
(注) 空間線量率が同じ記号は同一区 (以下同じ)
Fig.2 Concentration of ¹³⁷Cs in leaf litter

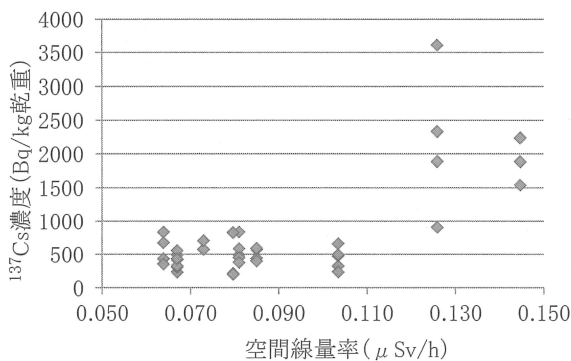


図-3. 表土 (0-5cm) のセシウム 137 濃度
Fig.3 Concentration of ¹³⁷Cs in surface soil

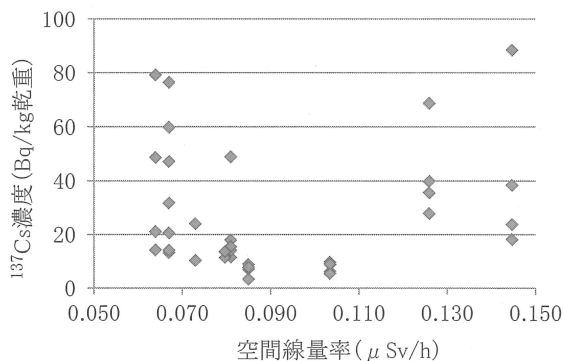


図-4. コナラ萌芽枝のセシウム 137 濃度
(注) 値は各個体の複数の萌芽枝の平均値
Fig.4 Concentration of ¹³⁷Cs in stump sprouts

中部、下部から均等に試料を採取して 1 検体とするか、各部位の測定濃度を平均するなどの留意が必要であると考えられた。

なお、年数が経過し、幹直径が大きくなった萌芽枝を検査する場合には、幹の太さにより樹皮、辺材、心材の割合が変わりセシウム 137 濃度が変化する可能性があることを考慮して試料を採取する必要がある。

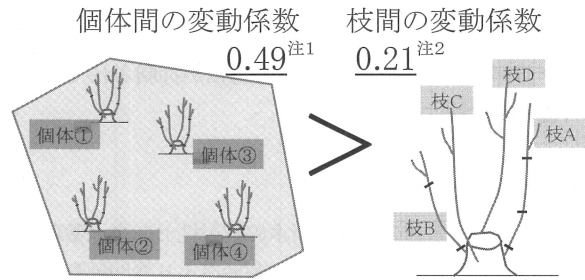


図-5. 萌芽枝のセシウム 137 濃度の変動係数
(注1) 調査地毎に算出した変動係数の平均
(注2) 個体毎に算出した変動係数の平均
(萌芽枝が 1 本だけの個体は除く)

Fig.5 Coefficient of variation in ¹³⁷Cs concentration in sprouts

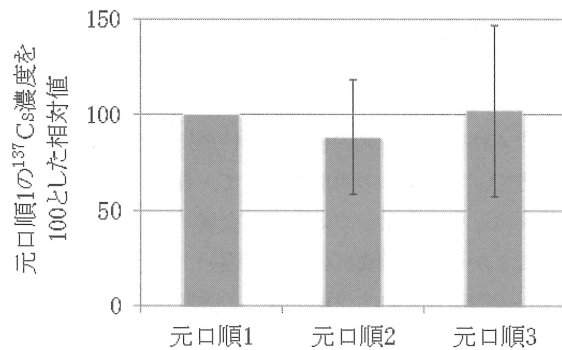


図-6. 萌芽枝のセシウム 137 濃度相対値
Fig.6 Relative value of ¹³⁷Cs concentration in sprouts

3. カリウムによる放射性セシウム吸収抑制効果 表土中のカリウム 40 濃度は全調査区の平均が 232Bq/kg であったが、10 区中 2 区は平均濃度が 400Bq/kg を超え (図-7)、その他の区と比べて有意に高かった (Tukey-Kramer 法, $p < 0.01$)。

そこで、表土中のカリウム 40 濃度と、萌芽枝のセシウム 137 濃度の関係について検討したところ、表土のカリウム 40 濃度が高い場所の個体ほど、萌芽枝のセシウム 137 濃度が低い傾向がみられ (図-8)、検定の結果、表土のカリウム 40 濃度と萌芽枝のセシウム 137 濃度との間に弱いながらも有意な負の相関関係が認められた (相関係数 $r = -0.32$, ピアソン, $p < 0.05$)。

さらに、表土のセシウム 137 濃度が高い 2 区で萌芽枝のセシウム 137 濃度も高くなっていた前述の結果から、表土のセシウム 137 が萌芽枝へのセシウム 137 蓄積に影響を与えている可能性が考えられたため、表土のセシウム 137 の平均濃度が他区と比べて有意に高かった 2 区を除外して再度検定したところ、相関係数はより高くなることが確認された (相関係数 $r = 0.45$, ピアソン, $p < 0.05$)。

以上から、表土のカリウム濃度が高い場所では、コナラ萌芽枝へのセシウム 137 の蓄積が抑制されている可能性が示唆された。

IV おわりに

きのこ用原木林の萌芽更新木の放射性セシウム蓄積に関する研究報告は少なく、主に茨城県より空間線量率が高い地域を対象に調査が行われている(4)。本研究により、本県におけるコナラ萌芽枝へのセシウム 137 の移行と蓄積状態の一端を明らかにするとともに、萌芽枝におけるセシウム 137 蓄積状態の経年変化を調査するうえで重要なデータを得ることができた。

また、表土のカリウム濃度が高い場所ではコナラ萌芽枝へのセシウム 137 の蓄積が抑制されている可能性を示すことができた。このことは、カリウムを用いた放射性セシウム移行抑制技術の検討に期待が持てる結果といえる一方で、もう一つの可能性として、森林土壌中の粘土鉱物がカリウムやセシウムなどの金属イオンを良く吸着することから、各調査区の土質の違いが放射性セシウムの土への吸着及びコナラ萌芽枝への吸収に影響を与えた可能性も考えられる。

さらに、萌芽枝への放射性セシウムの移行について、根系を介して土壌から吸収されているのかどうか、そのメカニズムについては十分解明されていない。落葉広葉樹の萌芽枝のセシウム 137 濃度は切株樹皮の 19~42%だったという報告(1)から、切株の樹皮等に蓄積していたものが転流している可能性も考えられる。

そのため、今後は土質の違い等にも着目するとともに、コナラ萌芽枝の切株やコナラ苗木を用いたセシウム 137 の移行状況調査を行い、引き続き萌芽枝へのセシウム 137 蓄積傾向の経年変化を確認していくことが必要である。

引用文献

- (1) 福島県林業研究センター(2014年1月29日)
http://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/life/18172_42833_misc.pdf
- (2) 小林正秀・上田明良(2001) ナラ枯損発生直後の林分におけるカシノナガキクイムシの穿入と立木の被害状況(II). 森林応用研究 10(2): 79-84
- (3) 小谷二郎(2012) コナラの伐採齢が萌芽再生に与える影響. 石川県林試研報 44: 18-22
- (4) 農林水産省(2014年8月22日)
http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/kaihatu/pdf/140822_1-01.pdf

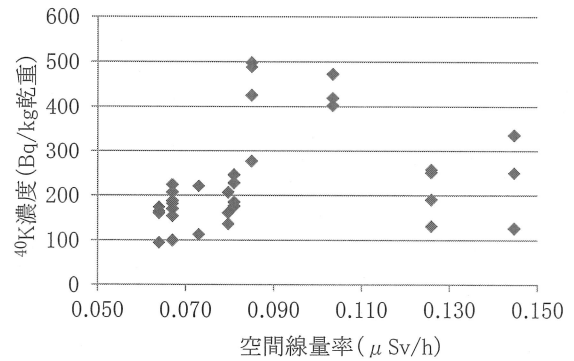


図-7. 表土(0-5cm)のカリウム 40 濃度
 Fig.7 Concentration of ⁴⁰K in surface soil

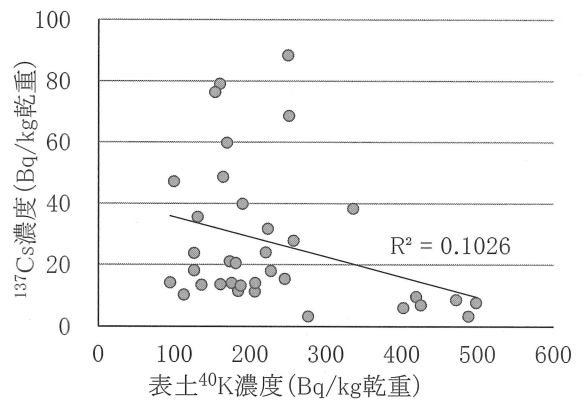


図-8. 表土のカリウム 40 濃度と萌芽枝のセシウム 137 濃度の関係

Fig.8 The relationship between ⁴⁰K concentration in surface soil and ¹³⁷Cs concentration in sprouts