

研究報告

コナラ更新木におけるカリウム施肥の影響

飯島健史、伊藤博久*

目 次

要 旨	
I はじめに	12
II 試験地および試験方法	12
III 結果および考察	15
IV おわりに	18
V 引用文献	18

要 旨

東京電力福島第一原子力発電所の事故により県内のきのこ用原木生産は多大な影響を受けた。放射性セシウム対策の一考とするために、原木として利用されていたコナラの萌芽枝および植栽苗について、カリウム施肥による¹³⁷Csの吸収抑制効果を検討した。萌芽枝の葉中の¹³⁷Cs濃度は無施肥区、カリウム施肥区ともに4年間で約8割減少したが、両区間の減少率に有意差は認められず、カリウム施肥による吸収抑制効果はみられなかった。一方、植栽苗については、カリウム施肥による抑制効果が認められた。萌芽枝と植栽苗の葉部における抑制効果の差異は、根株に蓄積した¹³⁷Csの影響が主因と考えられる。

キーワード：コナラ、カリウム、萌芽枝、セシウム

受付日 平成31年3月27日

受理日 令和元年11月18日

※ 現相双農林事務所

課題名 除染した森林における森林再生施業技術の開発

(県単課題 平成26年～平成29年)

I はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故により放射性物質が飛散し、県内の森林を広範囲に汚染した。きのこ用原木として利用されるコナラ (*Quercus serrata*) 林も多大な影響を受け、県内の原木生産は厳しい状況にある。事故時に直接汚染を受けたコナラ立木については、樹皮表面に放射性セシウムが多く残存していることから、伐採して萌芽更新を行う、あるいは植栽することで新たに原木生産を行うことが期待される。しかし、萌芽枝や植栽木への放射性セシウムの移行について、あらかじめ明らかにする必要がある。

コナラは直接汚染を受けていない葉において放射性セシウムが検出されており、樹体内の転流が考えられている⁹⁾。カリウムと放射性セシウムの関係については、萌芽枝の当年枝の面移行係数は土壌の交換性カリウム蓄積量が大きいほど低下し、負の相関関係を示す報告がある^{5) 8)}。ヒノキ植栽苗についてはカリウム施肥の吸収抑制効果が認められた研究⁷⁾がある。また、コナラ植栽苗についてもカリウムやゼオライト施肥の効果が認められた報告⁵⁾がある。しかし、水稲における放射性セシウム対策としてのカリウム施用^{2) 4)}のような技術普及的な段階までは至っていない。

そこで、今回の調査では、コナラ原木生産の再生のための放射性セシウム対策の一考とするために、事故後に伐採したコナラの切株の周囲にカリウムを施肥し、切株から発生した萌芽枝の葉中の¹³⁷Cs濃度の4年間の年次変化と切株の周囲に植栽したコナラ苗木の4年生時の葉中の¹³⁷Cs濃度を調査し、カリウム施肥による放射性セシウムの吸収抑制効果を検討した。

II 試験地および試験方法

1 試験地の概要

試験地は東京電力福島第一原子力発電所から約60kmの福島県伊達市霊山町に位置するコナラ林約500m²である(図-1)。試験地近くの伊達市(梁川)のアメダスの観測記録において、年降水量は1,113.8mm、平均気温は12.3℃である⁶⁾。空間線量は約0.6μSv/h(2014年測定)であった。



図-1 試験地の位置

2 試験方法

(1) 試験区の設定

2014年1月に対照区（無施肥区）と、カリウム肥料を施肥する区（カリウム施肥区）の2つの試験区を設定し（図-2）、コナラ成木を各区20本ずつ伐採した。カリウム施肥区は2014年～2017年の毎年3月に硫酸カリウム（粉状、水溶性カリ50%）を切株の半径1mの範囲に一株あたり200g施肥した。

無施肥区とカリウム施肥区におけるコナラ伐採前の樹齢および胸高直径の頻度分布を図-3に示す。それぞれの区において、樹齢は平均26.1年と31.7年、胸高直径は平均15.2cmと14.7cmだった。なお、頻度分布図には2017年9月の調査時に萌芽枝が残存していたコナラのみを用いた。

2014年3月に切株の半径1mの範囲に無汚染コナラ苗木を切株あたり5本ずつ植栽した。切株周辺における萌芽枝と植栽苗の模式図を図-4に示す。



図-2 試験区の概要

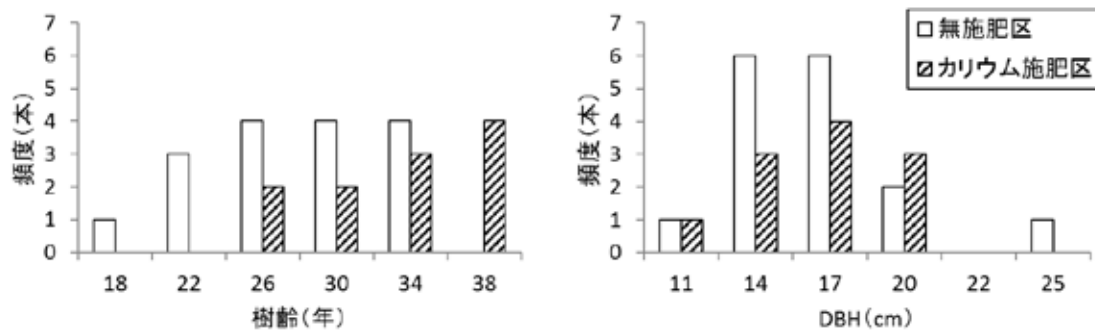


図-3 コナラ成木時の樹齢及び胸高直径の頻度分布

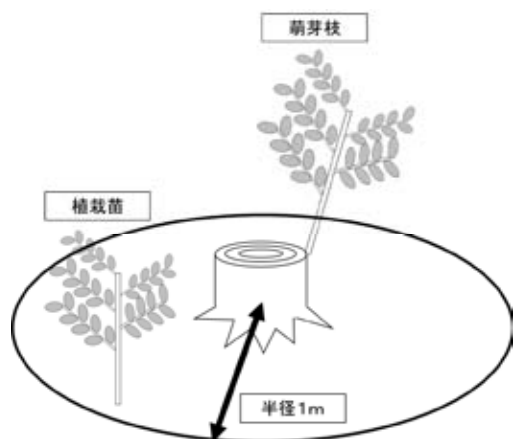


図-4 切株周辺における萌芽枝と植栽苗の模式図

(2) 試料の採取方法

①伐採木の円盤試料

2014年1月に伐採した各コナラの丸太から円盤を採り、辺材部（以下、辺材部）を採取した。

②萌芽枝および植栽苗の葉部試料

2014年から2017年の毎年9月に萌芽枝を採取した。萌芽枝は2014年に伐採した切株から萌芽したものを採取した。採取した萌芽枝は林業研究センターに持ち運んだのち、葉を採取した。

植栽したコナラ苗木は2017年9月に地上部のみ各区10本ずつ採取した。採取した植栽苗は林業研究センターに持ち運んだのち、葉を採取した。

③土壌試料

2017年10月に切株の半径1mの範囲の3点から、土壌円筒（直径5cm、高さ5cm）を用いて、土壌表面から0-5cmの深さの土壌を採取した。採取した土壌は3点分を混合し、切株の周囲に植栽した苗木についての土壌試料とした。

(3) 試料の分析方法

① ^{137}Cs 濃度の測定

辺材部および萌芽枝と植栽苗の葉は絶乾した後に粉碎し、U-8容器に充てんした。充てんした各試料は、ゲルマニウム半導体検出器により ^{137}Cs 濃度を測定した。測定時間は試料の量や濃度によって異なり、3,000秒から100,000秒であった。測定された ^{137}Cs 濃度の値は、試験期間中の最初の萌芽枝採取日となる2014年9月18日時点の値に減衰補正した。

土壌は風乾後2mmのふるいに通し、礫と根を除き、絶乾させた後、U-8容器に充てんした。充てんした各試料は、ゲルマニウム半導体検出器により ^{137}Cs 濃度を測定した。測定された ^{137}Cs 濃度の値は、試験期間中の最初の萌芽枝採取日となる2014年9月18日時点の値に減衰補正した。

②交換性カリウムの測定

¹³⁷Cs 濃度を測定した土壌と同一の土壌試料を用いて原子吸光法により土壌中の交換性カリウム濃度を測定した。

(4) 解析方法

①萌芽枝の葉中の ¹³⁷Cs 濃度

今回採取された辺材部と萌芽枝の葉の ¹³⁷Cs の関連性を検討するために、相関係数を求めた。

2014 年の萌芽枝の葉中の ¹³⁷Cs 濃度を基準に 2017 年時の減少率を算出し、無施肥区とカリウム施肥区の減少率を Brunner-Munzel 検定により比較した。

なお、解析には 2017 年 9 月時点で切株に残存していた萌芽枝から採取した葉の ¹³⁷Cs 濃度データを用いた。

②植栽苗の葉中の ¹³⁷Cs 濃度

森林土壌の ¹³⁷Cs 濃度は地点で大きくばらつくこととされ¹¹⁾、この試験においても土壌試料ごとに大きくばらついたため、面移行係数¹¹⁾ [葉中の ¹³⁷Cs 濃度 (Bq/kg) / 土壌の ¹³⁷Cs 濃度 (Bq/m²)] を算出した。土壌中の交換性カリウム濃度の上昇による吸収抑制効果を検討するため、土壌中の交換性カリウム濃度と面移行係数で散布図を作成した。

また、無施肥区とカリウム施肥区の面移行係数を Brunner-Munzel 検定で比較した。

なお、解析にはエクセル統計 2015 を用いた。

III 結果および考察

1 萌芽枝の葉中の ¹³⁷Cs 濃度の年次変化

伐採時の辺材部と 2014 年に採取した萌芽枝の葉中の ¹³⁷Cs 濃度の関係を図-5 に示す。無施肥区、カリウム施肥区ともに相関がみられた。

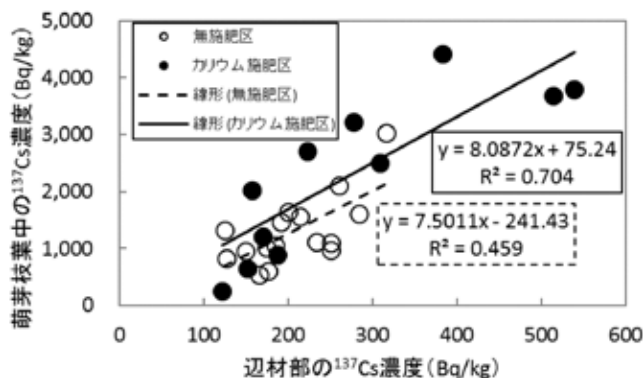


図-5 伐採時の辺材部と 2014 年に採取した萌芽枝の葉中の ¹³⁷Cs 濃度の関係

2014年から2017年までの萌芽枝の葉中の¹³⁷Cs濃度の年次変化を、図-6に示す。無施肥区、カリウム施肥区とも濃度が指数的に減少する傾向がみられ、2014年に比べて2017年の¹³⁷Cs濃度は約8割減少した。しかし、両区の間で¹³⁷Cs濃度の減少率に有意差があるとはいえなかった(p>0.05)。

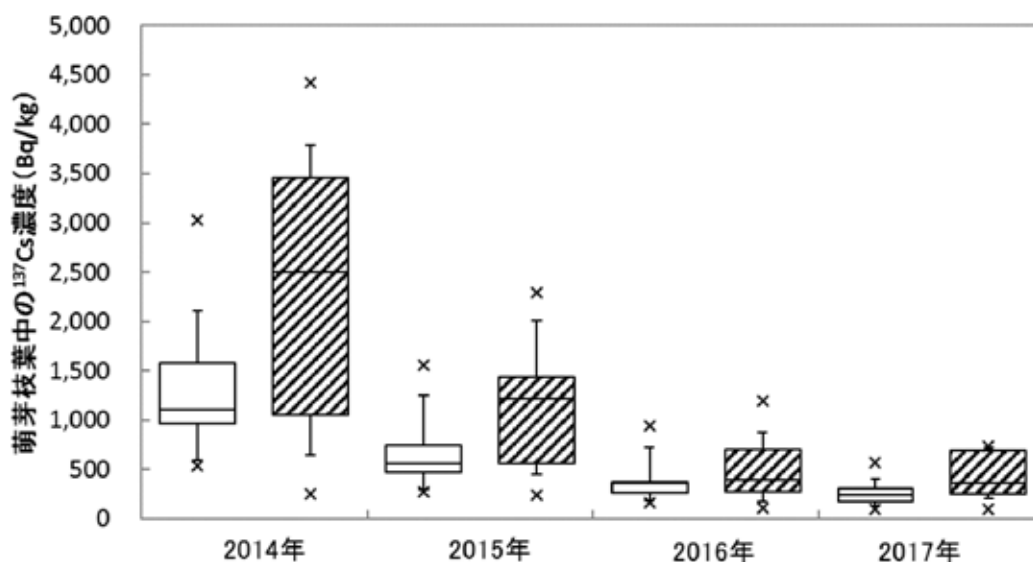


図-6 萌芽枝の葉中の¹³⁷Cs濃度の年次変化

注：白抜き箱は無施肥区、影付き箱はカリウム施肥区を示す。箱中の横棒は中央値を示す。箱、ヒンジおよび×は、それぞれ25～75%、5～95%信頼区間および外れ値を示す。

伐採時の辺材部と2014年に採取した萌芽枝の葉中の¹³⁷Cs濃度に相関がみられたことについて、¹³⁷Csの転流が考えられる。スギの雄花では旧葉や根系からの放射性セシウムの転流が考えられており¹⁾、コナラの葉においても放射性セシウムが経皮や経根吸収されたのちに新葉に転流したと考えられている⁹⁾。本試験においても、フォールアウト時に樹皮などの表面から吸収され、転流し、根株に蓄積した¹³⁷Csが、萌芽枝が展葉する際に再び転流したと考えられる。

萌芽枝の葉中の¹³⁷Cs濃度が年々指数的に減少したことについて、落葉や雨水等による離脱があったと推察される。直江ら⁹⁾の研究では、事故当初の2011年に樹体内に取り込まれた放射性セシウムのかなりの部分が2011年の落葉・落果として失われ、2012年には葉に転流されるセシウムが減少して落葉のセシウム濃度が低下した可能性を示唆している。本試験においても、試験1年目から2年目にかけて大きく¹³⁷Cs濃度が減少する指数関数的な減少がみられたが、試験1年目は萌芽枝にとって汚染1年目となるため、事故当初のコナラの落葉と同じような傾向を示したと考えられる。また、セシウムと似た性質であるカリウムは雨で容易に洗い流される¹⁰⁾。したがって、2014年から2017年にかけて¹³⁷Cs濃度は約8割減少したが、その多くは落葉や雨水等によるものであると考えられる。

¹³⁷Cs濃度の経年的な減少に対して、カリウム施肥による吸収抑制効果は認められなかった。Francois Goor. And YvesThiryの研究によると、チェルノブイリ事故により汚染さ

れたヨーロッパアカマツの壮齢林において、フォールアウトした¹³⁷Csの初期沈着と循環が、樹体内の¹³⁷Cs量に対して事故から15年後も影響していることが示唆され、根による吸収が主要な汚染源ではなかった³⁾。今回の試験においても、フォールアウト時に樹皮などの表面から吸収され根株に蓄積した¹³⁷Cs量の葉中の¹³⁷Cs濃度に対する影響が、土壤からの¹³⁷Cs吸収量に対し現時点では大きいことが示唆された。今後施肥の効果が現れるかについて、継続的な調査が必要である。

2 植栽苗の葉中の¹³⁷Cs濃度

面移行係数と土壤中の交換性カリウム濃度の関係を図-7に示す。無施肥区で平均36.8mg K₂O/100g、カリウム施肥区で平均381.0mg K₂O/100gと硫酸カリウム施肥により土壤中の交換性カリウム濃度は上昇した。

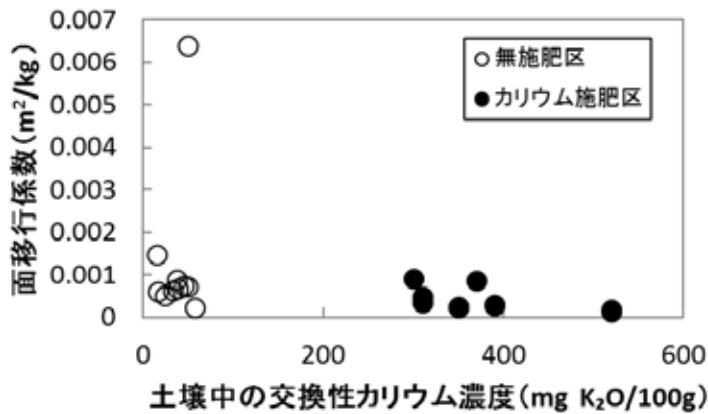


図-7 植栽苗の葉の面移行係数と土壤中カリウム濃度の関係

無施肥区とカリウム施肥区で面移行係数を比較した結果、中央値は無施肥区で 7.0×10^{-4} (m²/kg)、カリウム施肥区で 2.8×10^{-4} (m²/kg) とカリウム施肥区で有意に低かった (p<0.05) (図-8)。

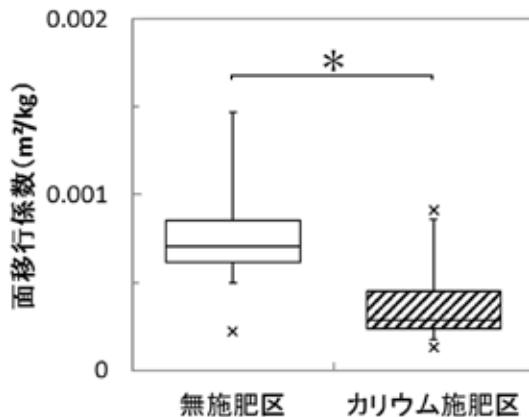


図-8 各処理区における植栽苗の葉の面移行係数

注：箱中の横棒は中央値を示す。箱、ヒンジおよびxは、それぞれ 25~75%、5~95%信頼区間および外れ値を示す。*は処理区間で統計的に有意に異なる (Brunner-Munzel 検定、5%水準)。