

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：82105

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K14496

研究課題名(和文) スギ材のセシウム濃度にサイト間差が生じる要因の解明：年輪生態学的アプローチ

研究課題名(英文) Examination of factors that explain site-to-site differences in cesium concentration in stem wood of Japanese cedar: a dendroecological approach

研究代表者

大橋 伸太 (Ohashi, Shinta)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員

研究者番号：70754315

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：スギの樹幹木部(幹材)のアルカリ金属(セシウム、ルビジウム、カリウム)濃度の個体間差およびサイト間差を、樹木の肥大成長速度および水利用効率(同じ水消費量でどれだけ光合成できるか)によって説明できるか検証した。幹材のアルカリ金属濃度は、水利用効率とは明確な関係がなかったが、肥大成長速度とは正の相関があることが明らかになった。これはサイト内の個体間差を説明する重要な変数であったが、サイト間差を上手く説明するにはさらに他の要因も考慮する必要があることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

福島原発事故による放射性セシウム汚染を受けた地域において適切な森林管理と安全な木材利用を実現するためには、木材として利用される部分である樹幹木部(幹材)の放射性セシウム濃度を正確に把握・予測することが不可欠である。しかし、幹材の放射性セシウム濃度はサイト間あるいは同一サイト内の個体間でもばらつきが大きく、予測の不確実性が非常に大きいのが現状である。本研究の成果を用いることにより、個体ごとの幹材の放射性セシウム濃度をより高精度に推定することが可能になると期待される。

研究成果の概要(英文)：We examined whether site-to-site differences in concentrations of alkali metals (cesium, rubidium, potassium) in stem wood of Japanese cedar can be explained by diameter growth rate and water use efficiency of trees.

The concentrations of alkali metals in stem wood had positive correlations with the diameter growth rate, although they had no consistent relationship with the water use efficiency. The diameter growth rate was found to be an important factor to explain the differences among trees within a site; however, it is necessary to include other factors to explain the differences among sites sufficiently.

研究分野：樹木年輪生態学

キーワード：セシウム ルビジウム カリウム 個体間差 サイト間差 肥大成長速度 水利用効率

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

福島原発事故による樹木の放射性セシウム汚染は森林や木材の利用に深刻な影響を与えており、汚染を受けた地域において適切な森林管理と安全な木材利用を実現するためには、木材として利用される部分である樹幹木部(幹材)の放射性セシウム濃度を正確に把握・予測することが不可欠となっている。長期的には幹材の放射性セシウム濃度は、主に樹木が根を通して土壌から吸収する放射性セシウムの量(経根吸収量)と幹材のバイオマス増加量(肥大成長量)によって決まるが、それらはサイト間あるいは同一サイト内の個体間でも大きくばらつくと考えられる。したがって、将来の幹材の放射性セシウム濃度をより正確に予測するためには、幹材の放射性セシウム濃度に個体間差やサイト間差が生じる要因を明らかにする必要がある。

研究代表者はこれまでに、苗木レベルでは根から吸い上げる水の量(吸水量)が多い個体ほどセシウムの経根吸収量が多い傾向にあることを明らかにしている(KAKEN 15H06847)。その知見に加え、樹木の肥大成長量が多いほど幹材のセシウム濃度が希釈されると考えられることから、「水利用効率(蒸散による水分損失量に対する光合成量)が高く、肥大成長が早い個体ほど、土壌から幹材への放射性セシウム移行係数(幹材の放射性セシウム濃度/土壌の放射性セシウム濃度)が低い傾向にある」という仮説を立てた。

2. 研究の目的

本研究では、放射性セシウム汚染地域に広く分布し、木材生産の要であるスギ(*Cryptomeria japonica*)の成木を対象とし、上記の仮説を検証することを目的とした。ただし、現在のスギ成木の幹材の放射性セシウム濃度は、葉や樹皮の表面から吸収した放射性セシウムの影響が無視できないと考えられるため、上記の仮説を放射性セシウムについて直接検証することができない。そこで本研究では、天然に分布する安定セシウム、加えて同じアルカリ金属で化学的性質が似ているルビジウムおよびカリウムについて上記の仮説が成り立つかを検証した。

3. 研究の方法

(1) 試料

幹材試料の採取を2018-2019年に福島県川内村・大玉村・只見町にある約50-60年生のスギ人工林(計4サイト)において、各サイト15個体を対象として行った。内径12mmの成長錐および成長錐コア自動採取装置(スマートボーラー)を用い、各個体において樹幹4方向から中心に向けて計4本の幹材コアを採取した。そのうちの2本を幹材のアルカリ金属濃度の測定に、もう2本を水利用効率および肥大成長速度の推定に供した。

土壌試料は、2015年に各サイト3地点で採取した深さ0-5cmの鉞質土壌を用いた。

(2) アルカリ金属の移行係数

幹材のアルカリ金属(セシウム、ルビジウム、カリウム)濃度は、1個体につき2本の幹材コアを粉砕し、その一部を硝酸で湿式灰化した後、誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)で測定した。一方、土壌のアルカリ金属濃度は、2mmのメッシュで篩がけし、その一部をフッ化水素酸で湿式灰化した後、ICP-MSで測定した。そして、土壌から幹材への各アルカリ金属の移行係数を、幹材のアルカリ金属濃度を土壌のアルカリ金属濃度で除することで求めた。

(3) 肥大成長速度

各個体の肥大成長速度は、胸高断面積増加速度(basal area increment rate)で評価した。幹材コアの横断面をコアミクロトームで切り出し、その画像をデジタルカメラでコンピューターに取り込み、1個体につき2本のコアの年輪幅を測定した。各サイトでの個体間クロスデーティングで欠損輪の有無をチェックした後、年輪幅(2本のコアの平均値)から各年の胸高断面積増加量を推定した。

(4) 水利用効率

各個体の水利用効率(intrinsic water use efficiency)は、年輪の炭素安定同位体比から推定した。年輪の炭素安定同位体比は、1個体につき2本の幹材コアから厚さ約1mmの薄板を切り出し、脱リグニン処理(ホロセルロース化)を行った後、最外5年輪を年輪ごとに切り分け、安定同位体比質量分析装置で測定した。そして、年輪の炭素安定同位体比(2本のコアの平均値)から各年の平均的な水利用効率を推定した。

4. 研究成果

土壌から幹材へのアルカリ金属の移行係数(以下、移行係数)は、大きい場合にはサイト間で100倍以上、同一サイト内でも個体間で10倍以上の違いがあり、幹材へのアルカリ金属の移行にはサイト間や個体間で大きなばらつきがあることが確認された。

移行係数は、肥大成長速度(胸高断面積増加速度の過去5年間の平均)とは正の相関があり

(図1) 水利用効率とは一定の関係がなかった(図2)。これは「水利用効率が高く、肥大成長が早い個体ほど、移行係数が低い傾向にある」とした仮説とは異なる結果である。水利用効率と移行係数の間に明確な関係性が見られなかった理由は定かではないが、肥大成長速度に比べると個体間差があまり大きくなかったのが一因ではないかと考えられる。また、肥大成長速度は移行係数と負ではなく正の相関があったが、この結果は「肥大成長が早い個体では光合成量が多く、蒸散量(吸水量)が多いため、アルカリ金属の経根吸収量が多くなっており、それによる濃度の増加の方がバイオマス増加による希釈効果より大きい」とことを示唆していると考えられる。

したがって本研究では、樹木の肥大成長速度は移行係数と正の相関があり、移行係数のサイト内個体間差を説明する重要な変数であることが明らかになった。この知見を用いることにより、個体ごとの幹材の放射性セシウム濃度をより高精度に推定することが可能になると期待される。ただし、セシウムの移行係数は、カリウムやルビジウムの移行係数ほど肥大成長速度との相関は強くなく、ばらつきも大きかったため、今後その理由について明らかにしていく必要がある。また、アルカリ金属の移行係数のサイト間差は肥大成長速度だけでは十分に説明できなかったため、遺伝的要因や土壌・地形要因等も考慮した総合的な解析を行う必要があることがわかった。

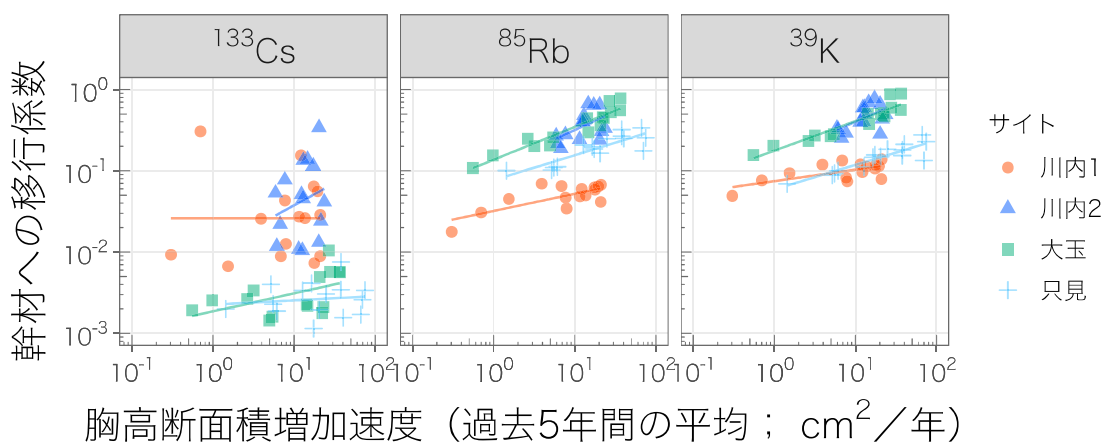


図1 樹木の胸高断面面積増加速度と土壌から幹材へのセシウム (^{133}Cs)・ルビジウム (^{85}Rb)・カリウム (^{39}K) の移行係数の関係

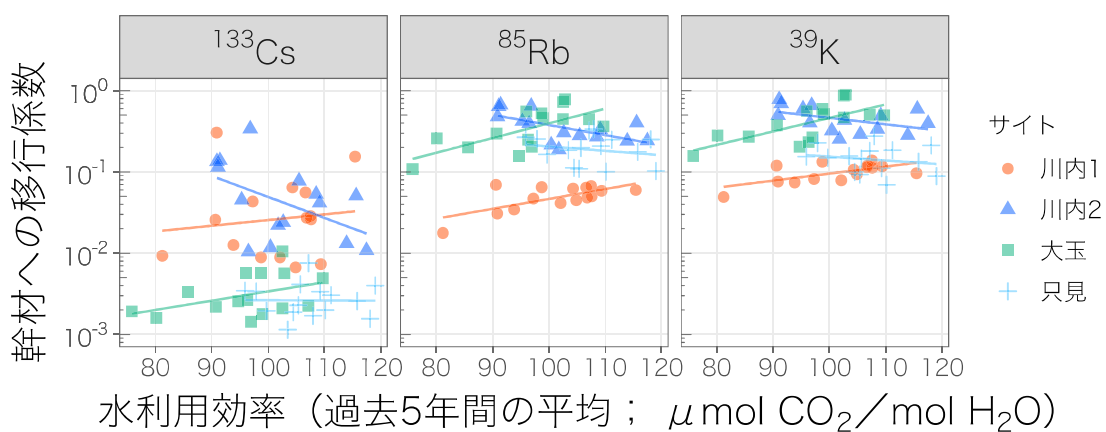


図2 樹木の水利用効率と土壌から幹材へのセシウム (^{133}Cs)・ルビジウム (^{85}Rb)・カリウム (^{39}K) の移行係数の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大橋伸太、香川 聡、黒田克史
2. 発表標題 スギ材のアルカリ金属濃度の個体間差と成長速度・水利用効率との関係
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大橋伸太
2. 発表標題 木材の放射性セシウム汚染の実態：10年間の変化や特徴について
3. 学会等名 第132回日本森林学会大会 企画シンポジウム「2011 -2021 -2031：森林の放射能研究のこれまでとこれから」（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大橋伸太
2. 発表標題 森の中・樹木の中の動き
3. 学会等名 2021年度森林立地シンポジウム「森林で放射性セシウムはどう動いているのか？－研究者がわかりやすく解説します－」（招待講演）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------