

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05754

研究課題名(和文) ヒノキ人工林の混交林化は細根生産を高めるか？：近赤外分光法による細根の樹種判別

研究課題名(英文) Does the Conversion of Japanese Cypress Plantations to Mixed Forests Enhance Fine Root Production? Discrimination of fine root species by near-infrared spectroscopy

研究代表者

五十嵐 哲也 (Igarashi, Tetsuya)

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 等

研究者番号：30353569

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、広葉樹との混交林化したヒノキ人工林と通常の単一樹種のヒノキ人工林を比較し(どちらも林齢100年以上)、混交林化が細根の現存量と生産量を増大するという仮説を検証した。地上部の構造については量的な差はないが、混交林では空間的なばらつきが大きかった。通常林よりも混交林で森林全体の細根(直径2mm以下)の現存量が高く、仮説の一部が支持された。また、広葉樹が針葉樹より深部に根を伸ばしている可能性が示された。さらに広葉樹の種組成の違いによる細根寿命の違いが細根の現存量に影響する可能性が示された。また近赤外光を用いて針葉樹と広葉樹の細根を識別する手法を確立した。これは今後の細根動態研究に寄与する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工林における生物多様性が地下部細根の生産に及ぼす影響を定量的に示した例は知られていない。本研究は混交林化した人工林において、広葉樹と針葉樹が地下部の空間を使い分けている可能性を示した。このことは、人工林において樹木の種多様性を維持・向上させることに関して、新たな意義を示すことにつながると考えている。また、本研究は近赤外光を用いて針葉樹と広葉樹の細根を識別する手法を確立しており、これは今後の針葉樹林における細根動態の研究に寄与する。

研究成果の概要(英文)：In this study, we tested the hypothesis that the mixture of hardwoods increases the abundance and production of fine roots of Japanese cypress plantations by comparing mixed stands with monocultural stands (both >100 years old). There was no quantitative difference in aboveground structure, but there was greater spatial variation in the mixed stands. The amount of fine roots (diameter less than 2 mm) was higher in the mixed stands than in the monoculture stands, this supporting part of our hypothesis. The results also indicated that broadleaf trees might have deeper roots than coniferous trees. Differences in the longevity of fine roots between broadleaf and coniferous trees might also affect the amount of fine roots present in mixed forests. We established a method to discriminate fine roots of broadleaf and coniferous trees using near-infrared light. This method will contribute to future studies on fine root dynamics.

研究分野：森林生態学

キーワード：針葉樹林 混交林 林分構造 細根生産 細根動態 近赤外分光法 細根現存量

1. 研究開始当初の背景

森林全体の細根(直径2mm以下)の現存量や生産量は、単一樹種の林よりも複数の樹種で構成される林(混交林)で高まるのが天然林で報告されている。これは、細根の分布の仕方が異なる樹種が、互いに分布していない場所を占めることで、地下部空間の利用効率が高まるためと説明される。しかし、針葉樹人工林ではこれを支持する事例は示されていない。細根を介した、異なる樹種間の相互作用を研究する上で問題となるのが、細根の樹種判別の困難さである。これを克服するためには、近年発達しつつある近赤外光を用いた細根の樹種判別手法が有望である。

2. 研究の目的

本研究では、まず、近赤外光を用いた細根の樹種判別手法を確立する。これを用いて、高齢ヒノキ人工林における広葉樹との混交林化が、細根の現存量と生産量へ及ぼす影響を明らかにする。

本研究は、日本の主要な人工林のひとつであるヒノキ人工林を対象とし、まず、近赤外分光法を用いた細根の樹種判別手法(ヒノキとそれ以外の広葉樹)を確立する。それを元に、広葉樹との混交林化がみられる100年生以上のヒノキ人工林を対象に、混交林化が細根現存量・生産量に及ぼす影響を明らかにする。

本研究の問いは以下の通りである。

混交林化したヒノキ人工林では単一樹種の場合と比べて、

- 1 細根現存量・生産量は高くなっているか?
- 2 細根現存量・生産量に対する広葉樹の寄与は高くなっているか?
- 3 細根現存量・生産量の空間的なばらつきは小さいか(より均一に分布しているか)?

3. 研究の方法

茨城県北部の国有林に設置した林齢100年生以上のヒノキ人工林調査区(50m × 50m)4地点を用いた。調査区内のヒノキと広葉樹については、胸高直径と樹高が2012年に測定されているが、H30年度およびR元年度に再測定を行い、調査区内の広葉樹の優占度について最新の状況を把握した。

光環境は、広葉樹の優占度への影響を通して細根現存量・生産量に影響すると考えられる。このため、林内の多点(25箇所)で開空度を測定し、光環境の空間的(垂直・水平方向)なばらつきを測定した。

ヒノキと主要な広葉樹個体から参照用の細根を採取し、フーリエ変換近赤外分光光度計(FT-NIR)により樹種ごとの近赤外反射特性を計測した。ヒノキと広葉樹の細根を様々な割合で混合させた試料を準備し、近赤外反射特性との関係から検量線を作成した。この検量線に基づき、調査区内で採取した細根についてヒノキと広葉樹の割合を推定した。

各プロットで表層土壌(20cm深)を採取し、土壌試料から直径2mm以下の細根を選別し、細根現存量およびその空間的なばらつきを求めた。また、細根生産量の推定のため、各プロットに細根を除去した土壌を充填した土壌コア(イングロースコア)を埋設し、1年後に掘り上げて侵入した細根を計測して細根生産量を推定した。

4. 研究成果

地上部の調査より、混交林区では通常区と立木の胸高断面積合計には有意差はないが、広葉樹の断面積が大きく、樹高が高いこと、そして個体ごとの断面積のばらつきが大きいことが明らかになった。地上での光環境についても平均開空度には有意差はないが、開空度の空間的なばらつき(水平方向)は混交林区で有意に大きかった。地上部の構造に関する限り、混交林区と通常区の違いは、量ではなく、空間的なばらつきに現れていると推察した。

昨年までに採集した表層土壌より、細根現存量を推定した。細根現存量は、地上部の優占度を反映して、広葉樹よりもヒノキで有意に高く、深部(10cm-20cm)よりも浅部(0cm-10cm)で有意に高かった。また、ヒノキ、広葉樹それぞれで細根現存量をみると混交林区と通常区で有意差は見られなかったが、トータルの細根現存量は混交林区で有意に高かった。さらに、混交林区では浅部(0cm-10cm)と比べて深部(10cm-20cm)で広葉樹の細根の割合がやや高い傾向が見られた。

イングロースコアに侵入した細根量の計測によって、細根生産量および細根のターンオーバー(回転率=細根生産量/細根現存量)を推定した。細根生産量は細根現存量と同様に、広葉樹よりもヒノキで有意に高かったが、通常区と混交林区の間に有意差は見られなかった。ターンオーバーはヒノキより広葉樹で高く、特に通常区で高かった。広葉樹の細根寿命がヒノキよりも短いこと、および、通常区で優

占する落葉広葉樹の細根寿命が混交林区で優占する常緑広葉樹よりも短いことを示していると推察した。

それぞれの調査区から採取した、細根の種組成が未知の試料について、近赤外分光法により試料に含まれるヒノキと広葉樹の細根の割合を推定した。さらに、得られた細根の割合を用いてヒノキと広葉樹の細根現存量を推定した。近赤外分光法による細根現存量の推定値は、目視での直接判別による細根現存量と類似した傾向を示し、ヒノキと広葉樹それぞれでみた場合とトータルの現存量は通常区と比べて混交林区で有意に高い傾向が見られた。

単一樹種の林（通常区）よりも複数の樹種で構成される林（混交林区）で森林全体の細根（直径2mm以下）の現存量や生産量が増加するとの予想は、細根現存量については支持された。ただし、混交林区での細根現存量の増加は広葉樹だけでなくヒノキでも見られた。また、混交林区の10-20cmで広葉樹の細根現存量の割合がやや高かったことから、広葉樹がより深部に根を伸ばしている可能性が示された。これは、ヒノキと広葉樹では利用する深さが異なり、空間を分割して使用することで空間利用効率が高まるという当初の予想に近いものであった。一方、細根生産量については得られた試料数が十分でなかったこともあり通常区と混交林区との間に明瞭な差は見いだせなかった。このほか、ターンオーバーが通常区で高いことから、広葉樹の種組成の違いによる細根寿命の違いが細根の現存量に影響する可能性が示された。

以上のことから、混交林化が細根生産量へ及ぼす影響の一般的な傾向とそのメカニズムについては、他の高齢人工林における調査データを加えて、さらに詳細な調査による検討が必要であると考え。本研究では、近赤外分析法によるヒノキと広葉樹の細根を判別する手法の基礎を確立することができた。今後、高齢人工林や針広混交林などを対象とした細根動態研究への寄与が期待される。



写真1 広葉樹との混交林化が進んだ高齢人工林（仏頂山試験地）



写真2 調査区から回収したイングロースコア

図表

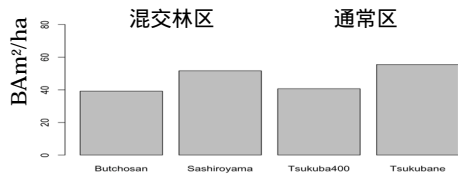


図 1 上木の胸高断面積合計

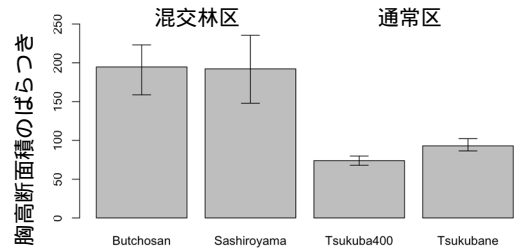


図 2 上木の胸高断面積のばらつき (分散)

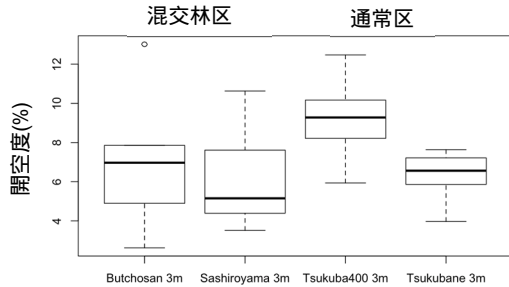


図 3 地上 3m の開空度 (%)

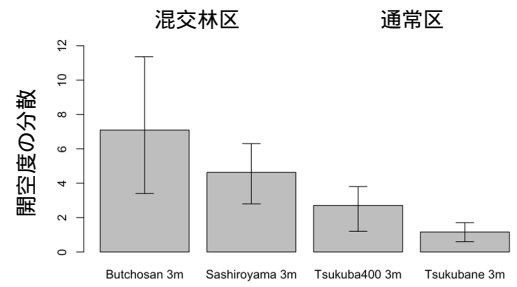


図 4 地上 3m の開空度 (%) のばらつき (分散)

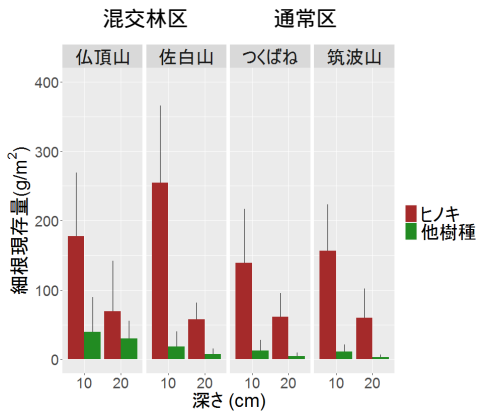


図 5 掘取り採取による細根現存量

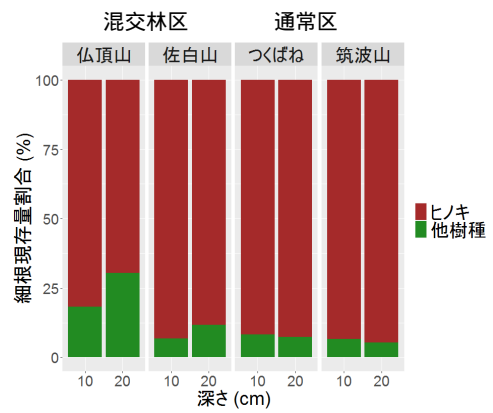


図 6 細根現存量割合

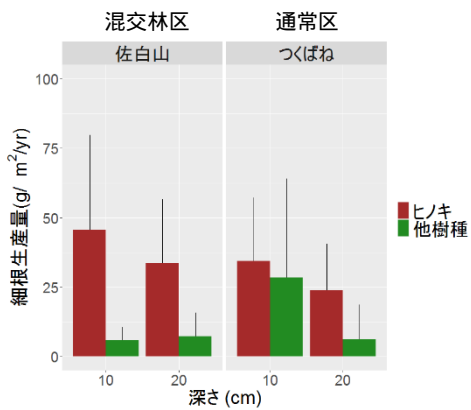


図 7 イングロースコア法による細根生産量

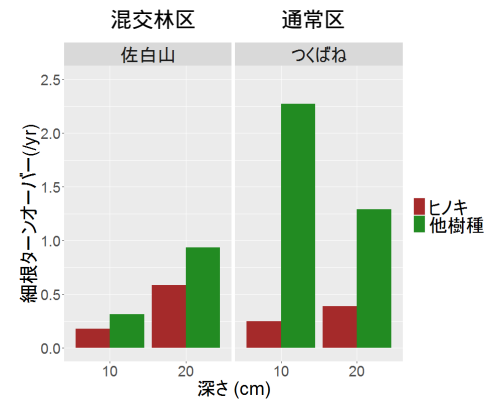


図 8 細根ターンオーバー

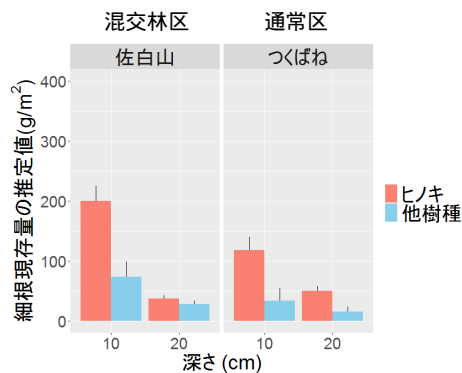


図 9 近赤外分光法によるヒノキと他樹種の細根割合推定にもとづく細根現存量の推定値

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 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 五十嵐哲也・宮本和樹・須崎智応・仲田昭一・中山優子・益子茂・富樫善弥
2. 発表標題 茨城県における高齢ヒノキ人工林の林分動態
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 宮本和樹, 五十嵐哲也, 野口享太郎, 須崎智応, 仲田昭一, 中山優子, 益子茂, 富樫善弥
2. 発表標題 近赤外分光法を用いた樹木細根の混合割合推定の試み
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 宮本和樹・五十嵐哲也・野口享太郎・須崎智応(関東森林管理局森林技術・支援センター)・仲田昭一(関東森林管理局森林技術・支援センター)・中山優子(関東森林管理局森林技術・支援センター)・富樫善弥(関東森林管理局森林技術・支援センター)
2. 発表標題 高齢ヒノキ人工林における植栽木と他樹種の細根生産
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2020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
研究分担者	宮本 和樹 (Miyamoto Kazuki) (60353877)	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 等 (82105)	

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
---------	---------