

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：82105

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23780175

研究課題名(和文) 土壌環境が異なる熱帯林における種レベルの栄養塩再吸収特性の評価

研究課題名(英文) Evaluation of nutrient resorption properties of tree species in tropical forests on different soil environments

研究代表者

宮本 和樹 (Miyamoto, Kazuki)

独立行政法人森林総合研究所・四国支所・主任研究員

研究者番号：60353877

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)：樹木における落葉前の養分再吸収は、限られた養分利用環境に対する樹木の適応戦略として重要な特性である。養分利用環境の違いに対応した樹木の養分再吸収特性の違いを種レベルで明らかにすることを目的として、東南アジア、ボルネオ島のポドゾルとよばれる養分に乏しい環境に分布する熱帯ヒース林と、混交フタバガキ林を含む非ポドゾル性土壌に生育する優占種の生葉と落葉の採集をおこなった。葉の窒素とリンの再吸収効率は、非ポドゾル性土壌の森林と比べてヒース林で高く、同じヒース林でも林分によって違いがみられた。このことから、各森林タイプの養分利用環境の違いに応じて養分の再吸収特性の異なる樹種が優占していることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Nutrient resorption before leaf abscission is an important trait as an adaptive strategy for trees growing on nutrient limited environment. To clarify variation in leaf nutrient resorption at the species level along the gradient of soil nutrient availability, we collected green and senesced leaves from tree canopies in tropical heath forest growing on nutrient-poor soil (podzol) and other forest types on non-podzolic soils including typical mixed dipterocarp forest in Sabah, Borneo. Leaf nitrogen and phosphorus resorption efficiencies of dominant species were higher in the heath forest stands, compared with those in the forest stands on non-podzolic soils. The resorption efficiencies also varied within heath forest stands. Our results demonstrate that the dominant species in our study sites adapt to the soil nutrient availability in each forest type by having different nutrient (nitrogen and phosphorus) resorption traits.

研究分野：森林生態学

キーワード：栄養塩再吸収 窒素 リン ヒース林 ボルネオ

1. 研究開始当初の背景

熱帯林における種間の養分利用特性の違いは、多種の共存を説明する主要な要因のひとつと考えられている。樹木の養分利用特性のうち落葉前の養分の再吸収は、限られた養分利用環境に対する樹木の適応戦略として重要な特性である。窒素とリンでは平均で約50%が落葉前に再吸収されるといわれている。しかし、土壌養分環境の違いが森林タイプや樹種レベルの養分再吸収特性にどのような影響を及ぼしているのかについては十分な知見が得られていない。

2. 研究の目的

本研究では、養分利用環境(窒素およびリン)の違いに対応した樹木の栄養塩の再吸収特性を種レベルで明らかにすることを目的とし、葉における養分再吸収特性の森林タイプ内・森林タイプ間の変動をしらべた。

3. 研究の方法

(1) 調査地・対象種

調査地はマレーシア(ボルネオ島) サバ州のナバワン(標高約500m)およびマリアウ盆地(標高約1000m)の熱帯林である。ここでは東南アジアの低地熱帯林として典型的な混交フタバガキ林のほか、ポドゾルとよばれる貧栄養土壌に生育する熱帯ヒース林が分布している。また、両者の中間的な種組成や森林構造をもつ森林タイプも存在する。

対象種は各森林タイプの優占種を3~4種、各樹種4個体を選定した。本研究では合計で15種を対象とした。

(2) 調査プロットの設置および毎木調査

森林タイプ毎の森林構造や樹木の成長、土壌条件を明らかにするため調査プロット(50m x 50m)をナバワンに3か所(熱帯ヒース林2か所、混交フタバガキ林1か所)、マリアウ盆地に3か所(熱帯ヒース林2か所、Agathis林とよばれる、熱帯ヒース林と混交フタバガキ林の中間的な森林構造や種組成をもつ森林タイプ1か所)設置した。それぞれのプロットで胸高周囲長15cm以上の個体を対象に個体番号をつけ、胸高直径を測定した。一部の区画(10m x 50m)の個体については樹高測定もおこなった。

(3) 生葉と落葉の採取と分析

対象木の樹冠部の明るい場所に分布する、十分に展葉した生葉と落葉直前の葉を採取した。採取は枝先にロープをかけて揺するかスリングショットをもちいた。得られた葉のサンプルはスキャナで葉面積計測し、オープンで乾燥後に乾燥重量を測定した。粉碎した葉のサンプルをもちいて葉の化学分析をおこない、窒素およびリン濃度を定量した。

(4) 葉の再吸収特性の指標

葉の再吸収特性として、再吸収効率をもち

いた。再吸収効率は生葉中の栄養塩が落葉までに引き戻された割合(1 - 落葉の養分濃度 / 生葉の養分濃度)として定義される。本研究では、過去の研究事例に従い、横軸に生葉、縦軸に落葉の養分濃度とした両対数軸プロットにおける回帰直線の傾きとして再吸収効率を評価した。傾きが有意に1よりも大きい場合には、生葉濃度が低下するほど(養分に乏しい環境ほど)その養分(ここでは窒素あるいはリン)の再吸収効率が高くなることを意味する。

(5) 土壌調査

各森林タイプにおける土壌環境を把握するため、土壌断面を掘って土壌タイプを同定し、表層15cmまでの土壌を、土壌円筒をもちいて採取した。土壌試料から根を分離し、葉の場合と同様に、乾燥重量の測定後、窒素、リンの定量をおこなった。根以外の土壌試料についても窒素、リンの化学分析をおこなった。

4. 研究成果

(1) 各森林タイプの特徴

土壌断面による観察から各プロットの土壌がポドゾル性土壌であるかを判定した。ポドゾル性土壌は砂質の溶脱層の下に集積層とよばれる有機物と鉄、アルミニウムからなる層が確認できることが特徴である。全6プロットのうち、4プロットがポドゾル性土壌、2プロットが非ポドゾル性土壌であることが確認された(表1)。2つの非ポドゾル性土壌のうちAgathis林(AF)では、砂質の溶脱層は確認できたものの、その下の集積層は不明瞭で断片的にみられるのみであった(土壌タイプはキャンピソルとした)。混交フタバガキ林(MDF)の土壌は粘土質に富み、熱帯地域で広くみられる土壌(アクリソルまたはアリソル)であった。

マリアウ盆地、ナバワン共に、ポドゾル性土壌の熱帯ヒース林の方が非ポドゾル性土壌のAFやMDFよりも最大樹高が低くプロットあたりの種数も少なかった(表1)。また、同じヒース林でもマリアウの2プロット(VSH, SH)とナバワンの1プロット(SC)はマキ科の球果植物、*Dacrydium*属が優占する森林で立木密度や最大樹高など森林の構造も互いによく似ていた。一方ナバワンの1プロット(LC)では*Dacrydium*などの球果植物は優占せず、ポドゾル条件下で分布するフタバガキ科の樹種(*Hopea pentanervia*、*Shorea venulosa*)が優占していた。

表1 調査プロットの森林概要と土壌タイプ

調査地	プロット(森林タイプ)	上位の森林タイプ	ポドゾル性土壌	最大樹高(m)	種数(0.25haあたり)
マリアウ	Very short heath (VSH)	ヒース林		19.0	29
マリアウ	Short heath (SH)	ヒース林		25.1	29
マリアウ	Agathis forest (AF)	移行タイプ	×	37.6	99
ナバワン	Small crown (SC)	ヒース林		24.6	27
ナバワン	Large crown (LC)	ヒース林		30.7	66
ナバワン	Mixed diptero carp forest (MDF)	混交フタバガキ林	×	78.4	129

(2) 標高、土壌窒素と細根量との関係

樹木の細根(ここでは直径2mm未満)は養分や水分吸収に特に重要とされている。細根の面積あたり現存量および地上部現存量に対する細根量の比は、土壌中の無機態窒素量と有意な負の相関がみられ、土壌の窒素供給性(樹木に利用できる養分の供給能力のこと)が低い森林ほど有意に大きくなる傾向がみられた(図1)。また高標高のマリアウの方が低標高のナバワンよりも細根量や地上部現存量に対する細根量の比が大きくなった。

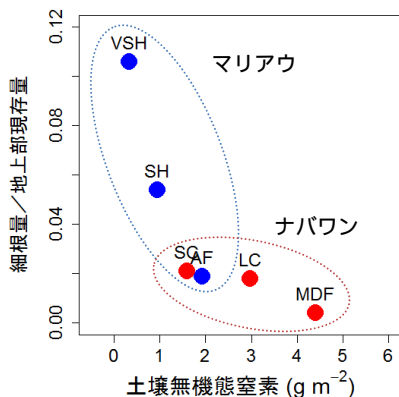


図1 土壌無機態窒素の変化にともなう細根量/地上部現存量比のパターン
アルファベット記号は表1参照

(3) 優占種の再吸収効率

横軸に生葉、縦軸に落葉の養分濃度とした両対数軸プロットにおける回帰直線の傾きとして再吸収効率を評価した。ここで生葉の養分濃度はその種が生育する森林の養分環境の指標としても取り扱っている。解析の結果、窒素、リン共に回帰直線の傾きは1よりも有意に大きくなった(図2)。これは、生葉の窒素およびリン濃度が高い樹種ほど落葉に不均衡に多くの窒素やリンが残っていることとなり、落葉前の再吸収効率が低くなることを示す(逆に生葉濃度が低い樹種では再吸収効率が高い)。以上のことから本調査地の優占樹種は、各森林タイプの養分利用環境の違いに応じて異なる窒素およびリンの再吸収特性を備えていることが示唆された。

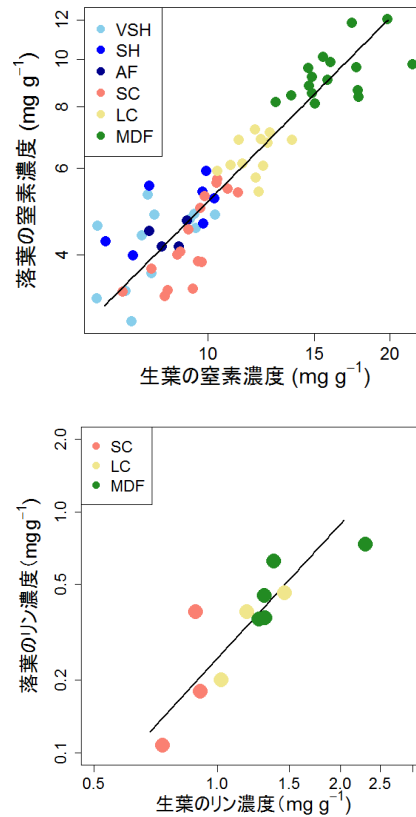


図2 各森林タイプの優占樹種における生葉-落葉養分濃度の関係(上、窒素;下、リン)
凡例は表1の森林タイプに従う

(4) まとめ

以上のように、ポドゾル性土壌に生育する熱帯ヒース林優占樹種は、非ポドゾル性の森林タイプよりも葉における窒素やリンの再吸収効率が高くなっていったほか、林分レベルでも細根量を増加させるなど、限られた養分を効率よく利用するためのさまざまな機能を有していることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

Kazuki Miyamoto(宮本和樹), Rota Wagai (和穎朗太), Shin-ichiro Aiba (相場慎一郎), Reuben Nilus, Variation in the aboveground stand structure and fine-root biomass of Bornean heath (kerangas) forests in relation to altitude and soil nitrogen availability(標高と土壌窒素可給性に関連したボルネオの熱帯ヒース(ケランガス)林の地上部森林構造および細根バイオマスのバリエーション), Trees - structure and function, 査読有、印刷中、DOI: 10.1007/s00468-015-1210-7

[学会発表](計 5 件)

宮本和樹、和穎朗太、相場慎一郎、Reuben Nilus、ボルネオ熱帯林における標高と窒素制限の違いが葉と細根の養分利用特性に及ぼす影響、第 62 回日本生態学会大会、2015 年 3 月 21 日、鹿児島大学(鹿児島市)

Kazuki Miyamoto(宮本和樹), Rota Wagai (和穎朗太), Shin-ichiro Aiba (相場慎一郎), Reuben Nilus, Variation in fine root biomass of tropical forests in Borneo under different soil nutrient availabilities (ボルネオ熱帯林における異なる土壌養分可給性の下での細根量のバリエーション), 6th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants, 2014 年 9 月 9 日、名古屋大学(名古屋市)

Kazuki Miyamoto(宮本和樹), Rota Wagai (和穎朗太), Shin-ichiro Aiba (相場慎一郎), Reuben Nilus, Tree species diversity in tropical heath forests in relation to nutrient availability (熱帯ヒース林における養分の可給性と関連した樹木種多様性), Regional Conference on Protected Area and Biodiversity Management in Southeast Asia, 2014 年 6 月 25 日、Kota Kinabalu (Malaysia)

宮本和樹、Reuben Nilus、貧栄養条件下の熱帯林における主要構成樹種の葉の窒素再吸収特性、第 60 回日本生態学会大会、2013 年 3 月 7 日、静岡県コンベンションアーツセンター(静岡市)

Kazuki Miyamoto(宮本和樹), Reuben Nilus, Rota Wagai(和穎朗太), Kanehiro Kitayama(北山兼弘), Species composition and tree growth of two tropical heath forest types in Sabah,

northeastern Borneo (東北ボルネオ、サバ州における 2 つの熱帯ヒース林タイプの種組成と樹木の成長), The Association for Tropical Biology and Conservation Asia-Pacific Chapter Annual Meeting 2012、2012 年 3 月 27 日、Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Yunnan (China)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮本 和樹 (MIYAMOTO, Kazuki)
独立行政法人森林総合研究所・四国支所・主任研究員
研究者番号: 60353877

(2) 研究分担者

()
研究者番号:

(3) 連携研究者

()
研究者番号: