

平成 22 年 6 月 7 日現在

研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19780118
 研究課題名(和文) 立地選好性の違いによる地下部配分比と細根形態から見た森林樹木の養分獲得戦略
 研究課題名(英文) Strategies of belowground resource acquisition among woody species with different site preferences: fine root morphology and below-ground allocation.
 研究代表者
 菱 拓雄 (HISHI TAKUO)
 九州大学・農学研究院・助教
 研究者番号：50423009

研究成果の概要(和文): 土壌の様々な条件に対する細根系の形態的变化から樹木の養分獲得戦略を考察してきた。主として森林の加齢の影響と土壌生物の影響を評価した。スギ人工林の老齢林では群落の窒素制限が根系の分岐率の上昇、先端根の枯死率や菌根化率の増加をもたらした。ヒノキ林では菌食の土壌動物を排除した場合、菌体量の変化はなく、菌根化率の低下と腐生菌胞子の増加がみられ、さらに細根成長量が増加し、SRLが大きくなった。本研究から細根系の形態変化から樹木や森林群落の養分反応性を解明する手法を確立した。

研究成果の概要(英文): We hypothesized some strategies of tree species to acquire soil resources according to results of responses of fine root morphology to various soil conditions, especially in stand ageing effects and in effects of soil organisms communities. In old stand of *Cryptomeria japonica*, branching ratio, mortality of apical roots, and mycorrhizal infection increased. In a *Chamaecyparis obtusa* stand, under depressing mycophagous microarthropods, spores of saprotrophic fungi increased and mycorrhizal infection rate decreased, moreover, fine root biomass increased and SRL decreased. My studies proved evaluation of the responses of tree species for soil conditions with the methods of plasticity of fine root morphology.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,200,000	0	1,200,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,300,000	330,000	2,630,000

研究分野：森林土壌生態学

科研費の分科・細目：林学

キーワード：細根系・形態・菌根・養分獲得戦略

1. 研究開始当初の背景

樹木の光環境に対する葉特性の対応と種の

分布様式の関係についてはこれまで多くの研究がなされてきたが、養分環境と細根系形成様式の関係が種の可塑性や群落構造に与

える影響についてはあまり分かっていない。種の根系形成の特性と可塑性が、それらの分布域の制限と関係していることについて、立地養分に対する草本の研究などでは定量的に示されている (Fitter & Stickland, 1991; Taub and Goldberg, 1996) が、樹木の細根系の配分、形態を定量、評価し、立地に対する細根形成様式と立地分布との関係を明らかにした研究は少ない。

2. 研究の目的

本研究では、森林の樹木を対象に、様々な養分立地環境条件に対する細根の配分比と形態の違いを検証することを目的とする。

このため、まず細根系の比較を生態学的に行なう方法論、解釈論を確立する。

その上で、森林生態系における様々な状況下で、樹木細根系が示す養分獲得戦略を主として細根系の量と形態比較によって明らかにしていく。

特に本研究では、地形の違い、土壤菌食動物群集の違い、林齢の違いなどに着目して比較研究を行なった。

3. 研究の方法

一般的な細根形態パラメータである比根長と分岐率の環境間での比較を行った。本研究では、トポロジカルインデックス(TI)の測定に画像解析ソフト WinRhizo Professional を導入し、このソフトでの手法的妥当性を検討した。

細根系の密度と形態特性を様々な立地での比較を行なう。また、これまで成果を上げてきた解剖学的な特性の環境レスポンスの比較を行うこととする。

4. 研究成果

土壤環境の様々な条件に対する細根系の形態的变化から樹木の養分獲得戦略を考察してきた。

根系ソフト WinRhizo2007 は野外の高頻度分岐した細根系に適応した場合、作業時間は大幅に短縮できるものの、目視による実測値に比べて30%以上の過小評価をし、トポロジーに必要な構造認識も正確に行なう事は困難であった。したがって本研究では根系解析ソフトウェアは使用せず、目視による形態把握を行なう事にした。

菌食節足動物、菌類、細根系は、土壤の微小環境において主要な食物連鎖系をなしている。菌食節足動物の菌類捕食による菌類改変を通じた細根系への影響は、これまで国際的にも数例しか事例がみられないが、土壤生

態系の基本構造を理解する上で非常に重要である。

本研究では土壤生物の排除実験によって、土壤生物が細根系と樹木の養分獲得に与える影響を評価した。

菌食の土壤動物を排除した場合、菌体量の変化はなく、菌根化率の低下と腐生菌胞子の増加がみられた。つまり、菌類は菌食節足動物によって、バイオマス変化はないものの、群集構造及び形態特性が影響を受ける事が示された。

加えて、土壤節足動物の排除によって、細根成長量が増加し、SRL が大きくなった。菌食節足動物が根を直接摂食しない事から、これらは菌食動物が腐生菌を好み、間接的に菌根に利益をもたらすことが原因として考えられた。また、樹木は菌根菌の低下に対して細根を増産することで菌根菌による養分獲得力の低下を補償していると推察された。

林齢の増加は林分のNPPを低下させる事が一般的に知られている。この生産量の減少は主として養分制限が原因だと考えられているが、過去の研究からは貧栄養化に対して細根系の投資は増加せず、むしろ減少するという結果が多く見られている。

そこで本研究は、養分制限に加えて、老齢林の樹木は養分獲得のための細根系投資も行なえない強い炭素制限が存在しており、細根系は少ない炭素でより窒素獲得を行なうための効率的な細根形態を持つ必要に迫られるのではないかと考えた。これを明らかにするため、和歌山県の林齢の異なるスギ人工林を材料に細根系の解剖、形態、菌根化率を比較解析した。

スギ人工林の研究から老齢林においては群落の窒素制限が根系の分岐率の上昇、先端根の枯死率や菌根化率の増加をもたらした。これらは低生産性の林分において樹木が貧栄養立地で応答するのと同じ戦略が採用されていたと考察された。

このように樹木の生理条件や複雑な土壤生物の活動は細根系を通じた樹木の養分獲得に影響することが明らかとなり、本研究から細根系の形態変化から樹木や森林群落の養分反応性を解明する手法を確立した。

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10件)

菱 拓雄, 前田由香, 田代直明 (2010) 九州大学北海道演習林の天然落葉広葉樹林およびカラマツ人工林における斜面方位に

着目した土壌と大型土壌動物の特徴. 九州大学演習林報告 査読あり 91:7-14.

前田由香, 菱拓雄, 田代直明, 馬淵哲也, 井上幸子, 長慶一郎, 山内康平, 緒方健人, 久米篤 (2010) 九州大学北海道演習林のカラマツ人工林および落葉広葉樹天然林における斜面方位と斜面上の位置の違いによる植生の特徴. 九州大学演習林報告 査読あり 91:1-6.

Yasuhiro Hirano, Kyotaro Noguchi, Mizue Ohashi, Takuo Hishi, Naoki Makita, Saori Fujii, Leena Finer (2009) A new method for placing and lifting root meshes for estimating fine root production in forest ecosystems. 査読あり *Plant Root* 3:26-31.

小口理一, 菱拓雄, 谷友和, 斎藤隆実, 鍋島絵里 (2009) 植物の地上部と地下部を理解するために. *日本生態学会誌*. 査読あり 59:71-82.

菱拓雄, 池崎翔子, 榎木勉 (2009) 福岡県御手洗水流域ヒノキ不成績人工林における下層植生の違いがササラダニの種多様性に与える影響. *Edaphologia* 査読あり 84:11-20.

Saitoh S, Mizuta H, Hishi T, Tsukamoto J, Kaneko N, Takeda H (2008) Impacts of deer over abundance on soil macro-invertebrates in a cool temperate forest in Japan: a long term study. *Forest Research, Kyoto*, 査読あり 77:63-75.

Hishi T, Fujimaki R, McGonigle TP, Takeda H (2008) Relationships among fine roots, fungal hyphae and soil microarthropods among different soil microhabitats in a temperate coniferous forest of *Chamaecyparis obtusa*. *European Journal of Soil Biology* 査読あり 44:473-477.

Hishi T, Takeda H (2008) Soil microarthropods alter the growth and morphology of fungi and fine roots of *Chamaecyparis obtusa*. *Pedobiologia* 査読あり 52:97-110

Hishi T, Fujio Hyodo, Seiko Saito, Hiroshi Takeda (2007) The feeding habits of collembolans along decomposition gradients using stable

carbon and nitrogen isotope analyses. *Soil Biology and Biochemistry* 査読あり 37:1820-1823

Takuo Hishi (2007) Heterogeneity of individual roots within the fine-root architecture: causal links between physiological and ecosystem functions. *Journal of Forest Research* 査読あり 12:126-133

〔学会発表〕(計5件)

菱拓雄, 前田由香, 田代直明(2010.3)道東の天然林およびカラマツ人工林で斜面方位が土壌特性とリターフォール量に与える影響. 第57回日本生態学会 東京

前田由香, 菱拓雄, 田代直明, 久米篤 (2010.3) 北方落葉樹林における斜面方位と樹木の窒素利用の関係. 第57回日本生態学会 東京

菱拓雄・池崎翔子・榎木勉 (2008.5) 不成績人工林の下層植生が土壌小型節足動物群集の多様性に与える影響. 日本土壌動物学会大会 沖縄

Takuo Hishi, Reiji Fujimaki, Ryunosuke Tateno, Keitaro Fukushima, Naoko Tokuchi (2007.9) Chronological changes of a fine root cluster in anatomy, morphology and mycorrhizal infection in *Cryptomeria japonica* plantations. 4th international Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants. オランダ, テクセル島.

菱拓雄 (2008.03) 樹木細根系の生理機能と生態系機能における異質性 ~ 根には葉と枝のような機能ユニットはあるのか? ~ (口頭) 日本生態学会大会 福岡

〔図書〕(計 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：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://sites.google.com/site/takuohishi/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

()

研究者番号：

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：