

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：82105

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26850101

研究課題名(和文) 樹木分布パターンからの逆算モデルによる葉の生産・散布・分解プロセスの統合

研究課題名(英文) Predicting leaf production, litterfall mixtures and decomposition from tree distribution by modelling leaf dispersal process

研究代表者

松下 通也 (Matsushita, Michinari)

国立研究開発法人森林総合研究所・林木育種センター・主任研究員

研究者番号：70624899

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、毎木調査による樹木個体データ(個体位置・サイズ・形質)と、林床に設置したリタートラップによる落葉の現存量と樹種構成のデータ、さらにリターバックによる落葉分解実験とを組み合わせるにより、樹木群集における葉の生産・散布・分解過程の統合的な推定を目的とした。本研究の結果、落葉リターの量と樹種構成は、森林群集における各樹種の空間分布パターンと落葉散布パターンに強く規定され、林床の局所レベルの落葉プールは2～3樹種程度で優占されていることが明らかとなった。さらに、多数の樹種による落葉リターの混合は、林分内の分解速度の空間的な不均一性を緩和するよう作用する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Leaf litter provides essential soil nutrients via its decomposition in forest ecosystems. Therefore, understanding leaf dispersal process is a key to incorporate spatial variation in decomposition in forests with diverse species. In this study, we developed a spatially-explicit model for the leaf production, dispersal and decomposition process in a temperate riparian mixed-species forest, by using the data of tree distribution patterns and data of species composition in the litterfall mixture. The result showed that the spatial variation in the species composition of leaf litterfall mixture was strongly affected by distribution patterns of source trees and species-specific leaf dispersal pattern. The modeling approach of this study is useful to unify the structural feature of the community and functional process in nutrient cycling.

研究分野：森林生態学

キーワード：樹木群集 落葉分解 機能的形質 散布カーネル 統合的モデリング

1. 研究開始当初の背景

多様な樹種(多様な形質)で構成される森林では単一的な森林よりも一次生産が高くなるという現象(over yielding)は、森林学の大きな関心事の一つである。例えば Pretzch & Schutze (2009)は、ヨーロッパトウヒの成長がヨーロッパブナとの混植によって促進されることを報告している。かつては、光などの資源をめぐる樹種間のニッチ的なメカニズムをめぐる議論が大勢であったが、近年ではリター供給・分解過程を介したメカニズムに着目した森林動態研究に関心が高まっている。Sapijanskas et al. (2013) は、熱帯樹木6種を実験的に混植したプランテーションにおいて、リター供給・分解を介した影響があることを報告している。

既存研究の多くは、植栽条件(単一種 vs. 複数種)を変えた野外操作実験による検証を試みているが、発達した天然林を対象とした実証研究はほとんどなされていなかった。この理由の一つとして、林分内の各場所に落下する落葉の量と種組成を空間的に定量することが困難であったことが一因と考えられる。

落葉の散布様式の定量化が十分になされていない為、天然林の動態研究への応用は進んでいなかった。

このような研究動向から、樹木の種子散布過程を推定する解析法の一つである逆算モデリングを応用することで、一般的な森林の毎木調査データ(個体の位置、サイズ、樹種)を用いて樹木の葉生産量と落葉散布過程を推定し、森林における葉の生産・散布・分解過程の統合的な理解を推進できると本研究を着想した。

2. 研究の目的

本研究では、樹木データ(樹木個体の位置・サイズ・形質)と、林床に設置した落葉リタートラップで回収した落葉の量と種構成のデータ、さらに落葉分解の野外操作実験とを組み合わせることにより、樹木群集における葉の生産・散布・分解過程の統合的理解を推進することを目的として、A~Cに取り組んだ。

A: 樹木個体の幹直径と樹高、および樹冠深度・樹冠幅とのアロメトリ関係を明らかにし、幹直径と葉生産量の関係を明らかにする。

B: 樹木データおよび落葉リタートラップデータをもとに、逆算モデルによって各樹木個体からの距離関数として、各樹種の落葉散布カーネルを推定する。

C: 各樹種の落葉をサンプリングし、単一種のみで林床に設置した場合と複数種を混合して林床に設置した場合とで、各樹種の分解速度がどう変化するかを評価する。

3. 研究の方法

本研究は、岩手県奥州市に位置する冷温帯落葉広葉樹林であるカヌマ沢溪畔林試験地

(4.7ha)にて行った。試験地内のコアプロット(1.0ha, 100×100m)を中心として、樹木の落下種子量を評価する種子トラップ(開口部0.5m²)が設置されている。このトラップに落下してくる落葉を回収した後、樹種ごとに仕分け、落葉の量と種構成の空間分布を調べた。また、落葉の分解速度の空間的なばらつきに影響すると考えられる環境因子として、林床の微環境(地温、土壌含水率、光)を調査した。

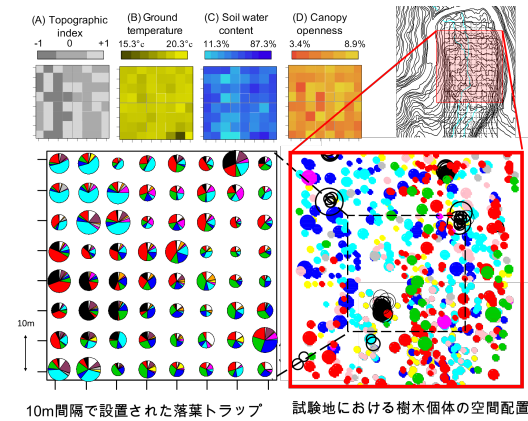


図1 試験地における樹木個体の空間配置(右下、円の大きさは幹の太さに比例)と、落葉トラップにおける落葉量の空間分布(左下図)。色の違いは異なる樹種を示す。

本試験地内で、既に根元位置の記録と幹の直径測定がなされている樹木個体を対象として、光学距離計等を使用して、樹高や樹冠幅などの形態データを記録した。対象樹種は、胸高断面積合計において優占度の高かった高木/亜高木性樹種(ブナ、ミズナラ、トチノキ、イタヤカエデ、ヤマモミジ、ホオノキ、カツラ、サワグルミ、オヒョウ)とした。幹のアロメトリ関係(樹高~直径)を求め、樹木の葉生産量-幹サイズの関係について解析した。

林内に配置した落葉トラップより得られた落葉量データと、樹木個体のサイズおよび空間配置情報を統合的に用いることで、逆算モデリングにより各樹種の落葉散布カーネルを推定した(解析イメージを図2に示す)。また樹木個体からの平均落葉散布距離と、葉の形質(葉面積、葉重量、LMA)や樹幹の形質(樹高・樹幹幅等)との関係を種間で比較した。

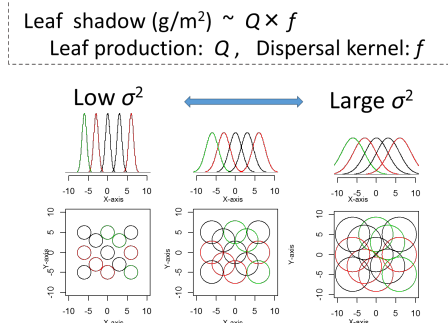


図2 散布カーネルの程度の違いによる落葉リターの混合度合いを示すイメージ図。色の違いは異なる樹種を示す。落葉の散布範囲が狭い場合(左のケース)、他樹種との落葉の混合はそれほど生じない。

林床より回収した落葉サンプルを自然乾燥させ、落葉分解試験に供試した。ブナ・ミズナラ・イタヤカエデ・トチノキ・サワグルミ・カツラの六樹種の落葉サンプルを用いて、三つの混合タイプ(単一樹種・二樹種混合・六樹種混合)のリターバックを作成した。二種および六種混合のリターバックでは、各樹種の落葉を等量ずつとなるようバックに投入した。これら三タイプのリターバックを、林内の主要樹種の樹幹近傍(マイクロサイト)に設置した。半年後にリターバックを回収し、分解速度(初期重量に対する重量減少率)を定量した。複数種を混和した場合とそうで無い場合とで比較し、落葉の混和が分解速度を加速させるか解析した。

4. 研究成果

落葉トラップデータと、樹木個体のサイズおよび空間配置のデータを統合的に解析し、幹直径サイズと葉生産量の関係を樹種ごとに推定した(図2左)。さらに樹種ごとの落葉散布カーネルを推定した結果、解析対象とした樹種においては、半径10m以内の近傍に落葉が散布される期待値が高かった(図2右)。また、樹種の平均落葉散布距離と材質との相関関係を調べた結果、葉面積やLMAなどの葉形質との相関は弱かった。しかし、樹木個体サイズとの正の相関が認められ($\rho = 0.783$, $P = 0.017$)、ヤマモミジ等の亜高木は他の林冠に達する高木種よりも、短距離に散布される確率が高かった。この結果は、林内の各場所に散布される落葉の量およびその種構成は、森林群集における樹種および幹の空間分布構造の制約を強く受けるといえる。

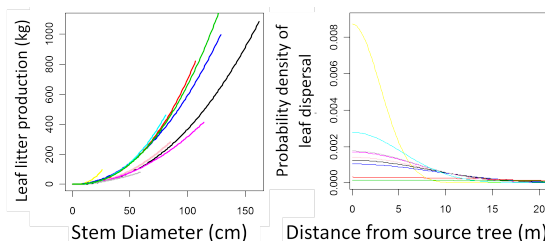


図3 樹木個体の幹直径と葉生産量の関係(左)、および幹からの距離に応じた落葉散布カーネル(右)。色の違いは樹種を表す。

続いて、落葉の量と樹種構成、および微環境の空間的なばらつきが、落葉リター分解速度の空間的異質性にどう影響するか検討した。落葉を仕分け、林内の局所レベルの落葉プールの樹種構成を調べた結果、落葉プールは2~3樹種によって優占されていた(2~3樹種で落葉量の65~80%に到達、図3)。さらに林床の地温、土壤含水率、光を環境因子として、落葉の量と樹種構成を生物学的因子の説明変数として、落葉リター分解速度に対する影響を解析した。その結果、落葉の樹種構成が落葉分解速度の林内の空間的不均一性に大きく影響していることが示唆された。

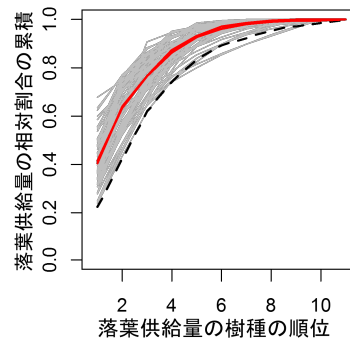


図4 林床の各場所の落葉供給量プールに占める樹種構成の累積カーブ。横軸は各場所の落葉供給量に占める落葉優占度の種の順位を示す。

さらに、落葉リターの樹種混合の程度が、落葉分解速度(重量減少率)にどう影響するかリターバック法を用いて実験的に評価した。その結果、落葉の分解速度の平均値は、三つの混合タイプ間(単一樹種 vs. 二樹種混合 vs. 六樹種混合)では有意に異ならなかった(図4左)。一方、リターバックを設置したマイクロサイト(場所)間の分解速度のばらつき(変動係数)は、混合タイプ間で異なった。六種混合、二種混合、単一種のみのリターバックの順に変動係数が小さかった(図4右)。続いて、落葉リターの混合による分解速度の加速的応答・減速的応答を各樹種ごとに評価した。その結果、単一種バックでは落葉分解速度の遅かったブナ・トチノキは、混合タイプ間で分解速度はほぼ変わらなかった。一方、イタヤカエデ・カツラは、ほかのどの5種との混合であっても、落葉分解速度は加速的応答を示した。単一種バックでは分解速度の高かったサワグルミは、ブナ・トチノキとの落葉混合によって分解が遅くなった。

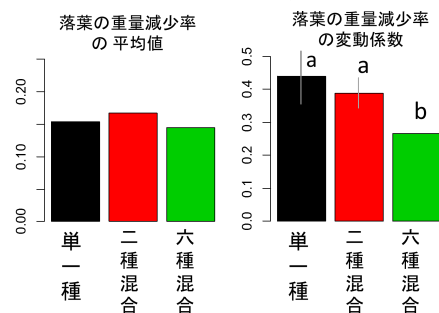


図5 落葉分解試験におけるリターバック中の樹種の混合タイプごとの落葉分解速度(重量減少率)の平均値(左)、および落葉分解速度におけるリターバック設置場所間の変動係数(右)。

本研究の結果、林床における落葉リターの量と樹種構成は、森林群集における樹種/幹の空間分布パターンと樹種ごとの落葉散布パターンによって規定され、林床の局所レベルの落葉プールは2~3程度の樹種で優占されていることが明らかとなった。さらに、多数の樹種による落葉リターの混合は、分解速度の空間的不均一性を緩和するよう作用する可能性が示唆された。

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)

M MATSUSHITA, K TAKATA, G HITSUMA, T YAGIHASHI, M NOGUCHI, M SHIBATA, T MASAKI (2015), A novel growth model evaluating age-size effect of long term trends in tree growth, Functional Ecology, Vol.29, pp.1250-1259. 査読有

[学会発表](計4件)

M MATSUSHITA, M KAWAKITA, Y TSUBOTA, D SUGIURA, K HOSHIZAKI, Predicting leaf production and dispersal from functional traits of temperate tree species, The 64th Annual Meeting of ESJ, 2017. 3.18, Waseda University (Shinjuku, Tokyo).

松下通也、大規模長期動態研究に携わることによって研かれるキャリア・視点とは、第63回日本生態学会、2016年3月22日、仙台国際センター(宮城県仙台市)。

M MATSUSHITA, K HOSHIZAKI, A spatially explicit model of dispersal process of leaf litterfall, The 31st Annual Meeting of the Society of Population Ecology, 2015.10.11, Shiga Pref. University (Ohtsu city, Shiga).

松下通也、坪田裕希、星崎和彦、落葉散布プロセスを考慮した落葉分解速度のホーム・フィールド・アドバンテージの定量、第62回日本生態学会、2015年3月21日、鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)。

6. 研究組織

(1)研究代表者

松下 通也 (MATSUSHITA Michinari)
国立研究開発法人・森林総合研究所・
林木育種センター・主任研究員
研究者番号：70624899

(2)研究協力者

星崎 和彦 (HOSHIZAKI Kazuhiko)
公立大学法人・秋田県立大学・生物資源科学部・准教授
研究者番号：30322655