

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：82105

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K15201

研究課題名（和文）生活史を通じた機能形質に基づく樹木群集形成プロセスの解析

研究課題名（英文）Trait-based approach to understand forest community throughout life history

研究代表者

飯田 佳子 (Iida, Yoshiko)

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：40773479

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、多様な樹種が共存する宮崎県綾町の照葉樹林に設置された長期観察林の構成樹種の葉や材の形質を測定し、まとめた。また、長期観察林で蓄積された毎木データを整理し、共存樹種の成長や生存に形質が与える影響を把握するためのフレームワークを作り上げた。この成果をもとに、より複雑な効果を考慮するためのモデルは現在開発中である。このようなモデルは森林の炭素蓄積量の評価に役立つ。また、本研究で得られた形質データは最終的には国際的なデータベースで公開する予定であり、機能形質を基盤とした多様性・生態系機能の評価に資する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生物多様性の高い原生的な照葉樹林は大変希少であるが、土地利用転換や開発により分断化され、面積が減少している。本研究では、現存する原生的な照葉樹林に設置された長期観察林の構成樹種の葉や材の形質を調べ、長期観測によって得られた樹種ごとの成長と生存に形質が与える影響を把握するためのフレームワークを作り上げた。この成果をもとに、より複雑な効果を考慮するためのモデルは現在開発中である。このようなモデルは森林の炭素蓄積量の評価に役立つ。また、本研究で得られた形質データは最終的には国際的なデータベースで公開する予定であり、形質を基盤とした多様性・生態系機能の評価に貢献する。

研究成果の概要（英文）：In this study, we measured and summarized traits of leaf and woods of the diverse tree species in the long-term dynamics plot in a warm temperate rain forest. We also summarized the long-term observation data of tree census and developed a framework for understanding the effects of traits on the growth and survival of coexisting tree species. Based on the initial models, a new model accounting for more complex effects is currently under development. The obtained data from such models will be useful for assessing forest carbon stocks and species diversity. In addition, the trait data obtained in this study will eventually be published in an international database, which will contribute to the assessment of diversity and ecosystem function based on functional traits.

研究分野：森林生態学

キーワード：機能形質 窒素含有量 長期観測 成長 生存

1. 研究開始当初の背景

自然撓乱などの変動する環境下で共存樹種がどのように応答するかを予測するためには群集形成プロセスを把握する必要がある。樹木では葉や材などの種のもつ形質とその機能から動態と構造形成における一般的な傾向を調べることができる(図1)。多様性の高い樹木群集では種の生活史の平均の形質値を用いた先行研究が行われてきたが、種の形質は生活史を通して変化するため、生活史のどの生育段階で、どの資源利用の機能を担う形質に環境作用と生物的作用が生じ(図2)、群集構造が形成されるのかを明らかにする必要がある。本研究では、樹木群集の多様な構成樹種を対象に、形質、動態、群集構造の関係とその変化を異なる生育段階で把握することで、生活史全体を通しての群集形成プロセスを明らかにする。本研究により、形質に基づく群集構造の形成パターンが解明されることから、生物多様性保全に必要な森林管理技術開発に資する。

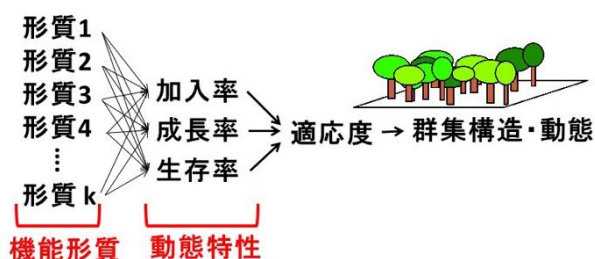


図1. 形質、動態特性と群集構造・動態の関係

2. 研究の目的

本研究の目的は、樹木群集の形成プロセス・多様性維持機構の解明に向けて、「群集形成プロセスにおいて、生活史を通して一貫して重要な機能形質は存在するのか、また、どの生育段階で、どの空間スケールで、どの資源利用の機能を担う形質に、環境作用と生物的作用が生じ、群集構造が形成されるかを調べ、形質に基づく群集構造の形成パターンを検証する」ことである。そのために、以下の2項目について群集を構成する多樹種を対象に検証する。

1. 資源利用とそれに関わる形質間の関係を異なる生育段階で解析する。
2. 環境作用と生物的作用における形質の相対的重要性を異なる生育段階と空間スケールで推定する。

3. 研究の方法

研究対象地は、原生的な照葉樹林が現存する宮崎県綾町に1989年に設置された長期観測林(4 ha 調査区)およびの周囲で行った。4 ha 調査区内では、全樹木個体(幹直径 ≥ 5 cm)の成長と死亡が追跡調査されている。また、中心の1.2 ha 区画(コアプロット)内では2016年に稚樹(幹直径 ≥ 1 cm)の全個体調査も行われている。

本研究では、まず、「1. 資源利用と関わる形質間の関係を異なる生育段階で解析する」ために、共存樹種の形質の詳細なサンプリングを宮崎県の綾町の調査区付近の林縁および林道沿いで行った。サンプリングは稚樹(1cm < 胸高直径 < 4cm)および成木(胸高直径 > 5cm)を対象とし、稚樹44樹種135個体と成木34樹種112個体から材と葉を採取し、形質測定を行った。個葉の形質としては、葉面積(LA)、葉面積比(SLA)、クロロフィル含有量(ChI)、厚さ(thickness)、硬さ(toughness)、含水量(succulence)、乾物比(LDMC)、窒素含有量(Nmass)、炭素含有量(Cmass)、リン含有量(Pmass)を測定した。材サンプルからは材密度を測定した。稚樹と成木の形質データを測定した共通樹種のうち、以下の成長と生存の解析において、1991年に10本以上の幹が観測された20樹種を対象とし、稚樹と成木の形質間の関係を調べるために、それぞれで主成分分析を行った。

次に、「2. 環境作用と生物的作用における形質の相対的重要性を異なる生育段階と空間スケールで推定する」ために、1991年から2017年までの幹直径5cm以上の長期観測データを整理し

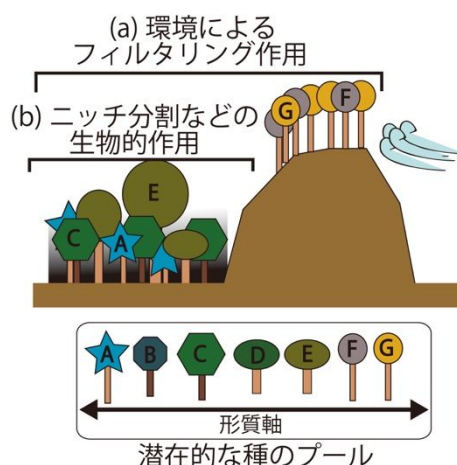


図2. 群集構造の形成プロセスの例

- (a) 環境条件に適した類似した形質をもつ種が同所的に生育(平地:種A, C, E, 丘:種F, G),
- (b) 資源競争の結果、種B, Dは排除され、異なる形質をもつ種(種A, C, E)が共存。

た。また、稚樹の成長・生存率の測定のために、2020年にコアプロット内の稚樹の全個体調査を行った。これらのデータを用いて、相対成長率(RGR)と生存率の一般化線形モデル(GLMM)を構築した。標準化した期首サイズ(初期の幹直径)、競争の指標、葉の形質(主成分分析の1軸、2軸、3軸)、材密度、最大サイズの指標を固定効果とし、樹種、個体ID、調査年をランダム効果とし、FullモデルからAICによるモデル選択で、固定効果を選択した。

4. 研究成果

稚樹と成木の異なる生育段階で得られた10種類の葉形質の関係を主成分分析で調べた(図3)。稚樹では、主成分第1軸(PC1)は、葉の厚さや硬さ、窒素含有量と関連しており、種の「光利用効率」と関連する軸であった。主成分第2軸(PC2)は、乾物量、炭素含有量、葉面積比と関連し、種の「炭素投資」と関連する軸であった。主成分第3軸(PC3)は、葉面積と関連し、「光獲得」と関連する軸であった。成木の葉形質でも、同様の傾向が見られ、PC1、PC2、PC3はそれぞれ、種の「光利用効率」、「炭素投資」、「光獲得」と関連した。よって、光資源利用や炭素投資、光獲得に関わる形質間の関係は、稚樹と成木の異なる生育段階では変化しなかった。

相対成長率(RGR)に関するGLMMのモデル選択の結果、稚樹モデルでのみ、葉形質PC1の効果が選択された。稚樹モデルと成木モデルの両方で、期首サイズと競争の指数が負の効果をもった。この結果は、期首サイズが大きく、競争の効果が強いほど、RGRが低く、稚樹では耐陰性が高い種ほどRGRが高い傾向があることを示している。生存モデルにおいては、稚樹モデルと成木モデルの両方で同じ固定効果が選択され、期首サイズが正の効果、競争の指数が負の効果をもった。この結果は、期首サイズが大きいと生き残りやすく、競争の効果が強いほど、生存率が悪くなる傾向を示している。

以上の結果、成長と生存では、環境的作用(形質)と生物的作用(競争の効果)が異なること、また、競争の効果は生存において負の効果を持つことがわかった。今回整理したデータをもとに成長と生存の解析が可能であり、形質の効果や競争の効果が確認されたため、今後、空間自己相関や形質値を考慮した競争の効果などを加え、モデルを発展させ、環境作用と生物的作用における形質の相対的重要性を明らかにする。

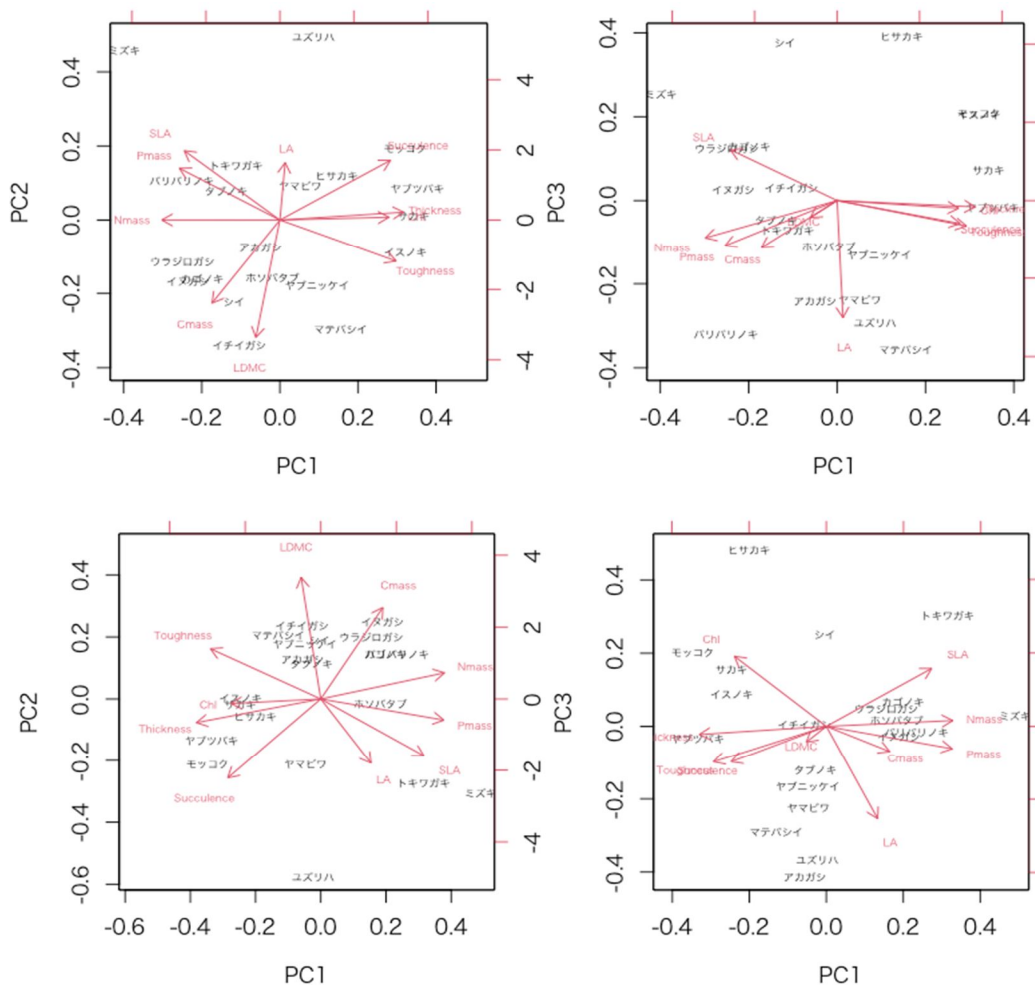


図3. 稚樹と成木から採取した葉の10種類の形質間の種間関係の主成分分析の結果(稚樹: パネル上部、成木: パネル下部)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Iida Yoshiko, Swenson Nathan G.	4. 巻 35
2. 論文標題 Towards linking species traits to demography and assembly in diverse tree communities: Revisiting the importance of size and allocation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 947 ~ 966
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12175	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Rubio Vanessa E., Zambrano Jenny, Iida Yoshiko, Uma?a Mar?a Natalia, Swenson Nathan G.	4. 巻 109
2. 論文標題 Improving predictions of tropical tree survival and growth by incorporating measurements of whole leaf allocation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Ecology	6. 最初と最後の頁 1331 ~ 1343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1365-2745.13560	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Swenson Nathan G., Worthy Samantha J., Eubanks Damani, Iida Yoshiko, Monks Logan, Petprakob Krittika, Rubio Vanessa E., Staiger Kirstin, Zambrano Jenny	4. 巻 181
2. 論文標題 A Reframing of Trait-Demographic Rate Analyses for Ecology and Evolutionary Biology	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Plant Sciences	6. 最初と最後の頁 33 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1086/706189	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Umana Maria Natalia, Mi Xiangcheng, Cao Min, Enquist Brian J., Hao Zhanqing, Howe Robert, Iida Yoshiko, Johnson Daniel, Lin Luxiang, Liu Xiaojuan, Ma Keping, Sun I-Fang, Thompson Jill, Uriarte Maria, Wang Xugao, Wolf Amy, Yang Jie, Zimmerman Jess K., Swenson Nathan G.	4. 巻 26
2. 論文標題 The role of functional uniqueness and spatial aggregation in explaining rarity in trees	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Global Ecology and Biogeography	6. 最初と最後の頁 777 ~ 786
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/geb.12583	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 IIDA Yoshiko (飯田佳子), NAGAMATSU Dai (永松大・鳥取大学), NISHIMURA Naoyuki (西村尚之・群馬大学), YAMAGAWA Hiromi (山川博美), SAITO Satoshi (齊藤哲)
2. 発表標題 Tree demography and their associations with traits of leaf and stem in a warm-temperate evergreen broad-leaved forest in Japan
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会
4. 発表年 2020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
---------	---------