

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23770026

研究課題名(和文) 日本産樹木の形質評価に基づいた樹木の分布と共存メカニズムの解明

研究課題名(英文) A trait based approach to understand distribution of woody species and their coexistence mechanisms in Japan

研究代表者

小野田 雄介 (Onoda, Yusuke)

京都大学・(連合)農学研究科(研究院)・助教

研究者番号：70578864

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、国内26カ所の森林でサンプリングを行い、300種を超える樹木>2800個体について、葉や材についての詳細なデータを収集し、形質の温度クラインを明らかにした。また葉寿命の温度パターンについて、コストベネフィットモデルを構築し、落葉樹と常緑樹の対照的な温度応答のメカニズムを明らかにした。本研究で構築した形質データベースは、群集構造の把握、アロメトリー式の高精度化、植生遷移のモデル化、生態系サービスの評価など多くの研究に役立った。

研究成果の概要(英文)：This study did field campaigns at 26 forest sites across Japan to accumulate leaf and woody functional traits of sympatric woody species in order to understand the mechanisms underlying different distributions among species. In total, more than 300 species and >2800 individuals were sampled. Species occurred at warmer regions tended to have smaller, thicker and tougher leaves with less N concentration and higher wood density than species occurred at colder sites. The trait dataset established in this study has been successfully used to clarify demographic patterns of trees, fine-tuning of allometric equations, modelling forest successions and modelling ecosystem services.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：形質 多様性 森林 温度 クライン 分布 共存 葉

1. 研究開始当初の背景

南北に長い日本では気温勾配に沿って種の組成が大きく変わる。種の分布は温かさ指数などによって経験的に説明されるが、それぞれの種の分布域を決定する形態や生理特性(まとめて形質と呼ぶ)を俯瞰的に解析した例はなかった。

2. 研究の目的

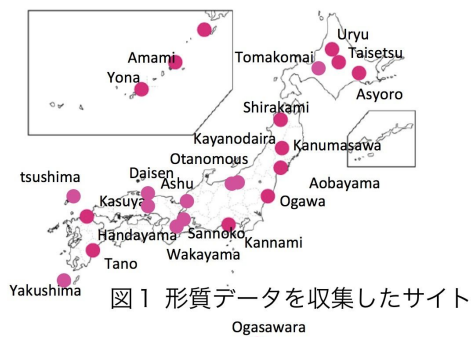
日本全域に設置された55の森林プロットに出現する樹木およそ360種について、生活史戦略に密接に関係する形質データを収集し、形質の温度クラインを明らかにする。そしてその温度クラインのメカニズムを考察し、クラインを説明するプロセスベースモデルを構築する。また各森林プロットの種の集合パターンを評価するために、種多様性、形質多様性、系統多様性の関係を明らかにする。

3. 研究の方法

全国55の森林プロットに出現する木本種およそ360種について、葉、材、繁殖形質データを収集する。データ収集では、野外調査によるデータの収集に加えて、既存データのレビューや研究協力者とのデータ共有によって行う。得られた形質データをもとに、温度クラインを明らかにする。そして形質の温度クラインのメカニズムを考察し、温度クラインを一般化するプロセスベースモデルを構築する。森林プロットごとの種多様性、形質多様性、系統多様性を計算する。

4. 研究成果

(1) モニタリング 1000 森林サイトに登録されている全国 55 の森林プロットに出現する木本種およそ 360 種と、別の植生調査に出現する種など総計 600 種あまりについて図鑑情報を整備した。また図 1 に表示した 26 サイトで実際にサンプリングを行い、約 340 種 2800 個体以上について、葉や材の詳細な形質データを収集した。これらのサンプルに基づく詳細な形質データの入力数は 68,270 に及ぶ。これらの作業は、本プロジェクトと、東北大学の研究チーム(黒川紘子博士ら)の共同で行ったため、当初の計画以上の形質データベースを構築することに成功した。



(2) これらのデータを用いて、形質と温度クラインの関係を明らかにした。多くの形質に

おいて、年平均気温との相関が見られた。例えば、温暖な地域ほど、材密度は高く、葉は厚く頑強になり、N 濃度は低くなる傾向があった。このようなパターンは種間、種内の両方で見られたが、一般的に、種内の温度応答は種間の温度応答に比べると弱い傾向があった。温度応答の種内変異が種間変異に比べて小さいことは、気温クラインにそって、種が入れ替わる原因となっていることが示唆される。このような種内の温度クラインを多数の種で示したのは初めてであり、本研究の重要な成果である。

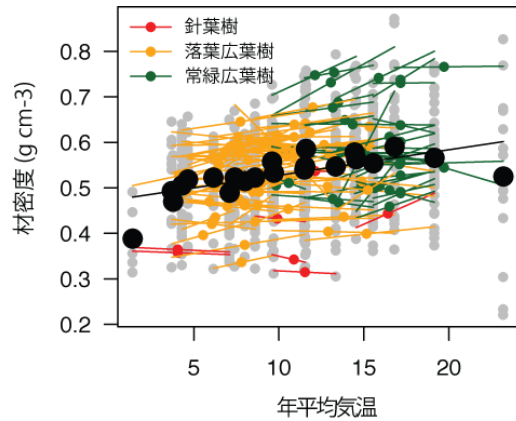


図 2 年平均気温と材密度の関係。黒丸は群集レベルの平均値。グレーの点は実測値。各回帰線は種ごとの平均値と温度クラインを示している。

(3) 葉寿命の温度クラインについて、コスト・ベネフィットに基づいたモデルを構築し、これが実際のパターンをよく説明することを証明した。葉寿命の温度クラインは、落葉樹と常緑樹では正反対であることが知られており、落葉樹では気温低下とともに葉寿命が短くなり、常緑樹では逆に長くなる。植物にとっては、葉を製造するのがコスト、そして光合成による稼ぎがベネフィットであり、最適な葉寿命は葉の形質や生育期間の長さの関数として表すことができる。その結果、落葉樹では気温が低く、生育期間が短くなると、それに応じて葉寿命も短くなるが、常緑樹では、初期投資のコストを取り返すのに何年もかかるため葉寿命が伸びることがモデルから予測された。このモデルはまた葉の面積あたりの重さ(LMA)と葉寿命の関係が、気温とともにシフトする現象も説明することができた。

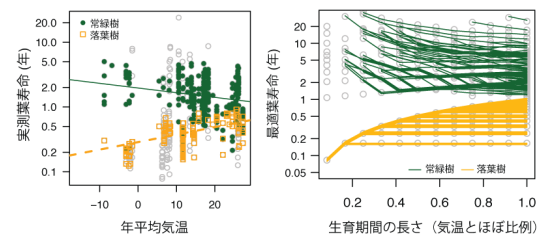


図 3 実測の葉寿命の気温依存性と、モデルから計算される最適葉寿命のパターン。モデルでも常緑樹と落葉樹の異なる応答が再現できている。

(4) 種多様性、機能的多様性、系統的多様性の計算を行った。種多様性は気温と密接に関わっており、気温が低い大雪山のサイトでは1ヘクタールあたり5種しか樹木が出現しないが、気温が高い宮崎の田野では1ヘクタールあたり60種を超える樹木が出現する。それに伴って、形質値から計算される機能的多様性や、系統樹から計算される系統的多様性は増加した。

(5) 形質データは他の研究者にも提供され、様々な研究に役立っている。例えば、材密度やLMAデータは、樹木の現存量を推定するアロメトリー式の高精度化に役立った。また、形質データは、群集構造の決定要因の解明、生態系サービスの評価、植生遷移のモデル化などの研究にも活用された。これらは全て共同研究として進められており、本プロジェクトで得たデータが非常に重要な役割を果たしていると言える。

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11件、これ以外に投稿中2本、投稿準備中3本以上)

小野田雄介 (2012) 植物形質のメタ解析の実用例と展望 *生物科学* 63(2) 83-93

黒川紘子, 饗庭正寛, 小野田雄介 (2012) 森林の生態系機能を予測する 植物機能形質とその多様性から *植物科学の最前線 (BSJ-Review)* 3-3

Kikuzawa K(*), Onoda Y(*), Wright IJ, Reich PB (2013) Mechanisms underlying global temperature-related patterns in leaf longevity. *Global Ecology & Biogeography* 28:982-993 (*共同第一著者)

Onoda Y, Salunga JB, Akutsu K, Aiba S, Yahara T, Anten NPR. (2014) Tradeoff between light interception efficiency and light use efficiency –implication for species coexisting in one-sided light competition. *Journal of Ecology* 102: 167-175

Onoda Y, Lusk C. (2012) Like a jungle sometimes: how leaves survive in the rainforest understory. *New Phytologist* 195: 507-509

Onoda Y, Richards L, Westoby M. (2012) The importance of leaf cuticle for carbon economy and mechanical strength. *New*

Phytologist 196: 441–447

Pereira HM, Ferrier S, Walters M, Geller GN, Jongman RHG, Scholes RJ, Bruford MW, Brummitt N, Butchart SHM, Cardoso AC, Coops NC, Dulloo E, Faith DP, Freyhof J, Gregory RD, Heip C, Hoft R, Hurtt G, Jetz W, Karp DS, McGeoch MA, Obura D, Onoda Y, Pettoelli N, Reyers B, Sayre R, Scharlemann JPW, Stuart SN, Turak E, Walpole M, Wegmann M. Essential biodiversity variables. *Science* 339: 277-278.

Aiba S, Akutsu K and Onoda Y. (2013) Canopy structure of tropical and subtropical rainforests in relation to conifer dominance analysed with a portable LIDAR system. *Annals of Botany* 112: 1899-1909.

Moles AT et al. (Onoda Y を含む) (2014) Which is a better predictor of plant traits: Temperature or precipitation? *Journal of Vegetation Science* (in press)

[学会発表](計8件)

小野田雄介, 饗庭正寛, 黒川紘子, 兵藤不二夫, 市栄智明, 中静透. 樹木の形質の温度勾配: 種内・種間・群集間で比較する. 日本生態学会第61回全国大会 (PA1-071) 2014年3月

野村祐紀, 北山兼弘, 小野田雄介. 植物形質と生態系機能の関係—異なる遷移段階にある森林において. 日本生態学会第61回全国大会 (PB2-135) 2014年3月

小黒芳生, 饗庭正寛, 黒川紘子, 小野田雄介, 中静透, 正木隆. 植物群集の生態系機能/サービスの变化を地図化する. 日本生態学会第61回全国大会 (PB3-039) 2014年3月

野村祐紀, 小野田雄介, 北山兼弘. 植生回復に伴う機能的多様性の変化: 森林の階層構造の発達に注目して. 日本生態学会第60回全国大会 (P1-185) 2013年3月

石原正恵, 宇都木玄, 田内裕之, 永野正弘, 安藤信, 宮田理恵, 黒川紘子, 饗庭正寛, 小野田雄介, 日浦勉. 亜熱帯林から亜寒帯林における現存量推定のための相対成長式. 日本生態学会第60回全国大会 (P2-099) 2013年3月

饗庭正寛, 小野田雄介, 黒川紘子, 中静透. 樹木の優占度および個体群構造は形質から予測可能か?. 日本生態学会第60回全国大会

(P2-117) 2013年3月

〔図書〕(計 1 件)

黒川紘子・饗庭正寛、小野田雄介、片淵正紀、
飯田佳子 .生態学フィールド調査法(執筆中)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ

<https://sites.google.com/site/onodajp/>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

小野田雄介

京都大学大学院農学研究科

研究者番号：70578864