

令和 5 年 9 月 29 日現在

機関番号：87124

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H04011

研究課題名(和文) 東南アジア産樹木の種多様性・系統多様性・形質多様性の地理的パターン

研究課題名(英文) Geographical patterns of species, phylogenetic and trait diversities in trees of Southeast Asia

研究代表者

矢原 徹一 (Yahara, Tetsukazu)

一般社団法人九州オープンユニバーシティ・研究部・研究部長

研究者番号：90158048

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は以下の3課題である。(1) 東南アジア産熱帯樹木の系統関係を構築する、(2) 形質データベースを構築する、(3) ベトナム南部熱帯山地林で開花フェノロジーの調査を行い、異なる年に開花する「咲き分け」があるという仮説を検証する。(1) についてはクスノキ科・ブナ科を対象に系統解析を進め、ベトナム南部山地は系統的に古い種が分布する地域であることを明らかにした。(2) についてはバリバリノキ属を材料として、形質データベースを作成した。(3) については、3年間にわたるフェノロジー観察の結果、91種中63種は毎年開花せず、うち32種は3年間を通じて開花しなかった。この結果は上記の仮説と整合的である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は東南アジア熱帯において多様化している樹木、クスノキ科とブナ科の系統関係の解明に大きく貢献するものである。クスノキ科とブナ科は種数が多く、また葉での同定がむずかしいため、これらの同定は熱帯における森林調査における大きな障壁だった。本研究の結果、葉のDNA試料と証拠標本を採集することにより、花や果実がない場合でも高精度の同定が可能になった。また、多くの種について系統樹を構築できたため、さまざまな地域で得られた森林プロットデータを用いて、系統樹に依拠した種間比較が可能になった。またこの系統解析の結果から、東南アジア各地の熱帯林における希少種を特定できた。この結果は希少種の保全に役立つ。

研究成果の概要(英文)：The objectives of this study are the following three tasks. (1) to establish phylogenetic relationships among tropical trees from Southeast Asia, (2) to construct a trait database, and (3) to investigate flowering phenology in tropical montane forests in southern Vietnam to test the hypothesis that there is "bloom segregation," in which trees bloom in different years. Regarding (1), we conducted phylogenetic analysis of Lauraceae and Fagaceae species, and found that the southern mountains of Vietnam are an area where phylogenetically old species are distributed. For (2), a trait database was created using the genus *Actinodaphne* as material. For (3), phenological observations over three years revealed that 63 of the 91 species did not flower every year, and 32 of them did not flower throughout the three years. This result is consistent with the above hypothesis.

研究分野：生態学

キーワード：熱帯山地林 ブナ科 クスノキ科 分子系統解析 フェノロジー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

熱帯多雨林では樹木種の多様性が高いが、その定量的根拠は実は脆弱である。東南アジアでは、森林プロットデータを用いた比較 (Slik et al. 2009 など) において、種同定が信頼できないため、属や科の数についての解析にとどまっている。Raes, Saw, Welzen, Yahara (2013) はハーバリウムに集積された植物標本のラベルデータにもとづく種の分布モデルを重ね合わせ、種多様性の地理的パターンを評価した。しかし、標本点数には地域的に大きな偏りがあるため、評価結果の信頼性をさらに検証する必要がある。このように「熱帯樹木の多様性がなぜ、どのように高いのか」という問いに答えるための信頼できる定量的データが不足している。申請者はこの現状を突破するために、2010 年以来東南アジア各地を訪問し、東南アジア各地 140 地点に設置した 500m² プロット内の全種調査の結果から、低地多雨林ではマレーシア・サラワク州で樹木種の種数をもっとも多く、山地多雨林ではベトナム南部山地で樹木種の種数をもっとも多いことが明らかになった。ベトナム南部の山地多雨林で樹木種の種数が多い理由を解明することが、熱帯多雨林の樹木種の多様性の高さの理解に大きく貢献すると想定された。

2. 研究の目的

「種多様性・系統多様性・形質多様性は、気温・雨量・地形要因のどれにどのように影響されるか?」という一般的な課題の理解に貢献することを目的とし、とくに「種多様性がより高い森林では、年間の季節の違いによる咲き分けよりも、異なる年に開花することによる咲き分けが多いのではないか?」という仮説を、ベトナム南部の山地多雨林で検証することを目的として研究を実施した。また、東南アジア各地 140 地点に設置した 500m² プロット内の全種調査の結果得られた標本と DNA サンプルを活用し、種数において上位に位置するクスノキ科・ブナ科を中心に分類学的研究を進め、正確な種同定にもとづく樹木の種多様性・系統多様性・形質多様性がどのような地理分布パターンを示し、どのような要因と関係しているかを調査することを目的として研究を実施した。

3. 研究の方法

インドシナ半島でもっとも高い樹木種の多様性が見られるベトナム南部山地の Bidoup Nui Ba 国立公園において、5 か所の森林調査区内の樹木の展葉・開花・結実フェノロジーを調査し、気温・雨量の変化に対して代表的な樹種がどのように応答しているかを検討した。また、東南アジア各地 140 地点から得られた標本と DNA サンプルを用いて分類学的研究を進め、種多様性・系統多様性・形質多様性の地理的パターンを比較した。

4. 研究成果

2019 年度の調査において、Bidoup Nui Ba 国立公園に設置した 5 調査区全体の観察対象 91 種すべてが 4 月 (雨季始め) に展葉したが、観察期間中に開花した種は 70 種にとどまり、一年の中で明瞭なピークは見られなかった。この結果から、熱帯山地林には 1 年周期で明瞭な季節性を示す種と温帯林の一部の種に見られる「成り年」を示す種が共存している可能性が示された。また、とくに多様性が高いブナ科・クスノキ科に注目して、プロット内の樹種を MIG-seq 解析と形態観察によって正確に識別し、各樹種の分布と地形要因の関係を検討した。ブナ科・クスノキ科のいずれにおいても、調査区内でふつうに見られる種の中に未記載種が確認された。さらに、ブナ科ではコナラ属において祖先的な系統的位置にある未記載種が発見され、クスノキ科では、*Actinodaphne*, *Neolitesa* 属に近縁な新属が確認された。このような固有性の高い樹木相は、調査区間での高い多様性を示した。この事実は、調査区間での地形の違いと関係していることが示唆された。

その後 3 年間のフェノロジー観察を行った結果、91 種中 63 種は毎年開花せず、うち 32 種は 3 年間を通じて開花しなかった。この結果は上記の仮説と整合的である。Bidoup Nui Ba 国立公園の熱帯山地林で見られるフェノロジーを特徴づけるために、樹木のフェノロジー調査結果が利用できる東アジア各地の 8 地点と Bidoup Nui Ba 国立公園の間で、フェノロジーパターンを多変量解析により比較した。この結果にもとづいて、温帯で見られる季節性が明瞭なフェノロジーパターンと、サラワク州低地多雨林で見られる一斉開花型のフェノロジーパターンが、Bidoup Nui Ba 国立公園の山地多雨林で見られるような弱い季節性を持つ非通年性の開花パターンからどのように生じたかについて考察した。Bidoup Nui Ba 国立公園の山地多雨林では、雨量・気温などの一年間の季節的変動に強く反応する樹種と、より長期的な雨量・気温などの変動に反応する樹種の両方が見られ、このような環境変動へのフェノロジー応答の多様性が、樹種の多様性の

高さ結びついていると考えられる。

このようなフェノロジーに関連した多様性促進要因に加えて、Bidoup Nui Ba 国立公園内の地形や標高に関連した微気象の違いが、調査区間での高い多様性を生み出していることが示唆された。Bidoup Nui Ba 国立公園を含むベトナム南部山地は、インドシナ半島においてもっとも雨量が多い地域だが、Bidoup Nui Ba 国立公園内では、南シナ海からのモンスーンの影響が強い東部山地できわめて雨量が多いのに対して、より内陸側の西部山地では相対的に雨量が少ない。このような降雨量の変化がより乾燥した立地に適応した樹種とより湿潤な(雲霧林的な)立地に適応した樹種の分化を生み出し、高い樹種多様性を生み出していると考えられる。この種多様性は、葉の性質などの形質多様性とも相関している。さらに、雨量の多い東部山地には、系統的に古い種が含まれ、種多様性・形質多様性だけでなく、系統多様性も高いことが明らかになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Middleton DJ, Armstrong K, Baba Y, Balslev H, Chayamarit K, Chung RCK, Conn BJ, Fernando ES, Fujikawa K, Kiew R, Luu HT, Aung MM, Newman MF, Nobuyuki T, Tagane S, Thomas DC, Tran TB, Utteridge TMA, van Welzen PC, Widyatmoko D, Yahara T, Wong KM.	4. 巻 71
2. 論文標題 Progress on Southeast Asia's Flora projects	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Gardens' Bulletin, Singapore	6. 最初と最後の頁 267-319
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.26492/gbs71(2).2019-02	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 Binh HT, Ngoc NV, Tai VA, Son HT, Tagane S, Yahara T.	4. 巻 69
2. 論文標題 Quercus trungkhanhensis (Fagaceae), a new species from Cao Vit Gibbon Conservation Area, Cao Bang Province, northeastern Vietnam.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Acta Phytotaxonomica et Geobotanica	6. 最初と最後の頁 53-61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18942/apg.201713	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 -

1. 著者名 Ngoc NV, Hung NV, Binh HT, Tagane S, Toyama H, Son HT, Ha TV, Yahara T.	4. 巻 95
2. 論文標題 Lithocarpus vuquangensis (Fagaceae), a new species from Vu Quang National Park, Vietnam.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PhytoKeys	6. 最初と最後の頁 15-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3897/phytokeys.95.21832	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 永濱藍, 佐竹暁子, 矢原徹一
2. 発表標題 森林フェノロジーの多様性：異なる気候下での多様な季節変化をどうやって比較するか？
3. 学会等名 日本生態学会大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yahara T.
2. 発表標題 Introduction to plant diversity of Bi Doup - Nui Ba NP and surrounding areas
3. 学会等名 Workshop in Dalat University: The ecological research of plant diversity and forest ecosystem in Bidoup - Nui Ba National Park and surrounding areas (国際学会)
4. 発表年 2018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
研究 分担 者	陶山 佳久 (Suyama Yoshihisa) (60282315)	東北大学・農学研究科・教授 (11301)	

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1件

国際研究集会 Workshop in Dalat University: The ecological research of plant diversity and forest ecosystem in Bidoup - Nui Ba National Park and surrounding areas	開催年 2018年～2018年
--	--------------------

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
---------	---------