

令和元年6月4日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07488

研究課題名(和文) アジア大陸東縁部列島弧における植物の分布と分化の特異性を探る

研究課題名(英文) Distribution and differentiation of plants in the eastern arc of the Asian continent

研究代表者

秋山 弘之 (Akiyama, Hiroyuki)

兵庫県立大学・自然・環境科学研究所・准教授

研究者番号：70211696

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：極東アジアに広く分布する蘚苔類(蘚類シダレウニゴケ属、オオタマコモチイトゴケ属、ヤクシマコモチイトゴケ属とその近縁属、ならびに苔類ジャゴケ属)について、形態ならびに葉緑体遺伝子(rbcL, rps4ならびにtrnLF等)の塩基配列の違いに着目して調査したところ、調査したすべての群において、台湾を含む日本列島弧において、中国大陸とは独立した複数の固有種が分化していることが明らかとなった。大陸とその東縁に位置する日本列島弧の植物地理学的関係を再考する上での重要な知見を得ることが出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

蘚苔類の分類学ではこれまで形態形質に重きが置かれ、中国大陸と日本列島に分布する種が形態の類似性に基づいて、同種とされる事例が多かった。その実情に迫るため、極東アジアに広く分布する種を対象として、形態だけでなく葉緑体遺伝子(rbcL, rps4ならびにtrnLF等)の塩基配列の違いを精査して、蘚類シダレウニゴケ属、オオタマコモチイトゴケ属、ヤクシマコモチイトゴケ属とその近縁属、ならびに苔類ジャゴケ属について調査したところ、それらすべてにおいて、日本列島には固有の種が分化していることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：Bryophytes (Symphyodon, Aptychella and Yakushimabryum in mosses, and Conocephalum in hepatics), which are widely distributed in Far East Asia, are studied based on morphology and chloroplast genes sequences (rbcL, rps4, and trnLF) as well as nuclear DNA (ITS1&2). In all the groups studied, it became clear that in the Japanese archipelago including Taiwan, several endemic species independent of the mainland China are differentiated. We obtained important findings in reconsidering the phytogeographical relationship between the continent and the arcs of Japan located in the eastern edge of the continent.

研究分野：植物分類学

キーワード：蘚苔類 ジャゴケ科 シダレウニゴケ科 コモチイトゴケ科 種複合体 種分化 オオタマコモチイトゴケ属

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

コケ植物は地理的に遠く隔たった場所に、時には複数の大陸にまたがって、形態からは同種と見なされる種が広く分布する事例が数多く知られている(極端な例としては、日本と中米に知られる苔類イシバゴケなど)。現在の分布のあり方は、種の分化と分布域の拡大・縮小という歴史を反映しているが、分布域内の各集団を構成する個体を比較した際、形態の類似が本当に近縁性あるいは同一性を保証するものかは、未だ十分には検討されていない。その一方で、分子系統解析の発達により、より詳細に種分類が再検討されるにつれ、ヒマラヤから中国南部を経て日本にかけ広く分布すると見なされていたコケ植物種の中には、日本列島において種レベルで分化を遂げている事例が明らかになりつつある。

コケ植物には、さらに特有の問題がある。つまり、コケ植物は一般に植物体が小さく、種の識別に用いることができる形態的特徴が少ないため、実際は複数の種からなる種複合体であっても、形態によって種を識別する場合、誤って広域に分布する単一種であると誤認する可能性が少なくない。実際に、広分布種の地域集団間において多少なりとも形態の変異が見られることが通例であり、これまでは同種内の地理的あるいは環境の違いに対応した表現型の変異にすぎないと解釈されあまり注目されてこなかった(総説として秋山 2012 「コケ植物の分布と分化」新しい植物分類学 講談社)。問題は、そのような地理的・生態的変異として扱われてきた形態の違いが、どのような生物学的背景を反映しているのかである。

上記の問題意識のもと、申請者は近年以下のような研究を行ってきた。

着生性蘚類であるオオタマコモチイトゴケ属 *Aptychella* はアジア熱帯から日本南西部にかけて 6 種が知られており、分子系統解析の結果、中米・南米からのみ知られていた *A. proligera* がアジア産種の分布拡大に由来すること、日本からフィリピンにかけて分布するオオタマコモチイトゴケ *A. robusta* には複数の隠蔽種が存在することが示された (Akiyama et al. 2015)。

しかしながら、上記の研究では同一種について十分な集団数を解析対象にしておらず、また属内レベルの解析に適した分子マーカーを用いていたため、同種内集団間の関係を追うには十分に捉えきれていない恨みがあった。より精密に種内の変異を捉え、種内の遺伝的多様性と地理的分布との関係から分化の歴史を探索する計画を立案するに至った。とりわけ、大陸の東を縁取るように分布する日本列島弧を対象としてすることで、本地域における植物分化の特徴を明らかにすることを目的にしている。

2. 研究の目的

日本列島弧の南西部を占める紀伊半島、四国南岸、九州南部、南西諸島、さらに台湾にかけて広域分布する蘚苔類を対象として、形態形質ならびに分子マーカーを用いて分布域内における各集団の形態的・遺伝的変異について詳細に比較する。これにより、アジア大陸の東縁という地理的・地史的に特異な地域において、風などによる長距離散布が予想される蘚苔類植物がどのような種分化をおこなっているのかを実証的に調査する。ひいては南西日本植物相の成立の過程とそれに大きな影響を及ぼす隔離・分散の歴史について精度の高い仮説を構築することを目的とする。

3. 研究の方法

研究対象とする種の現地調査(生育環境等の把握、サンプル収集)、実体顕微鏡ならびに光学顕微鏡による形態形質の測定と比較、複数の遺伝子座(核ゲノムならびに葉緑体ゲノム)の塩基配列データの比較を行う。生息環境、繁殖様式ならびに分布の状況の異なる複数の近縁種群間で比較することで、地域集団間における形態的・遺伝的変異を明らかにする。植物体からの DNA 抽出・PCR によるターゲット部位の増幅、ならびに得られたデータの解析は申請者自身が実施するが、塩基配列読み取りについては外部に委託する。

4. 研究成果

極東アジアに広く分布する蘚苔類(蘚類シダレウニゴケ属、オオタマコモチイトゴケ属、ヤクシマコモチイトゴケ属とその近縁属、ならびに苔類ジャゴケ属)について、形態ならびに葉緑体遺伝子(*rbcL*, *rps4* ならびに *trnL* 等)の塩基配列の違いに着目して調査したところ、調査したすべての群において、台湾を含む日本列島弧において、中国大陸とは独立した複数の固有種が分化していることが明らかとなった。大陸とその東縁に位置する日本列島弧の植物地理学的関係を再考する上での重要な知見を得ることが出来た。以下、各分類群毎に簡単にまとめると以下の様になる。

1) シダレウニゴケ属

日本列島には、東アジアに広く分布する *Symphyodon perrottetii* 1 種が分布するとされてきたが、日本国内に少なくとも以下の系統樹(図 1)に示されるように少なくとも 5 種の隠蔽種が存在すること、場所によっては複数の種が共存していることが明らかとなった。

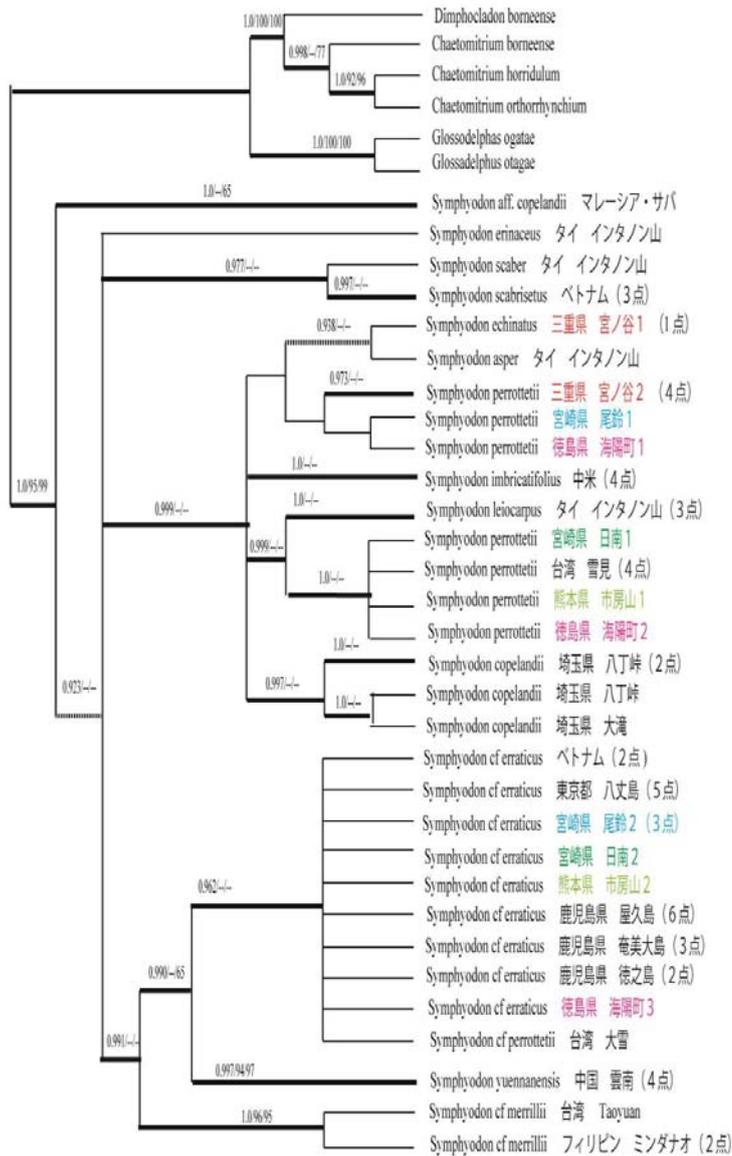


図1 シダレウニゴケ *Symphyodon perrottetii* 複合臭の系統樹

2) オオタマコモチイトゴケ属

日本列島には、フィリピンから中国にかけて分布する *Aptychella robusta* が分布するとされていたが、本種はこれまでに少なくとも2種の隠蔽種から成り立つことが指摘されていた (Akyiama et al. 2014)。

今回日本各地、台湾、中国、フィリピンからひろくサンプルを収拾して解析したところ、*A. robusta* そのものは屋久島にだけ分布し、(1) 本州・四国・九州だけに知られる1種、(2) 屋久島固有の2種を含め、合計4種からなりたつことがわかった (下図)。

さらに大英自然史博物館所属のタイプ標本ならびに中国科学院の協力を得て中国大陸産サンプルを加えて解析した結果、これまで *A. robusta* の異名とされた複数の種をふくめて、全貌を明らかにすること出来た。

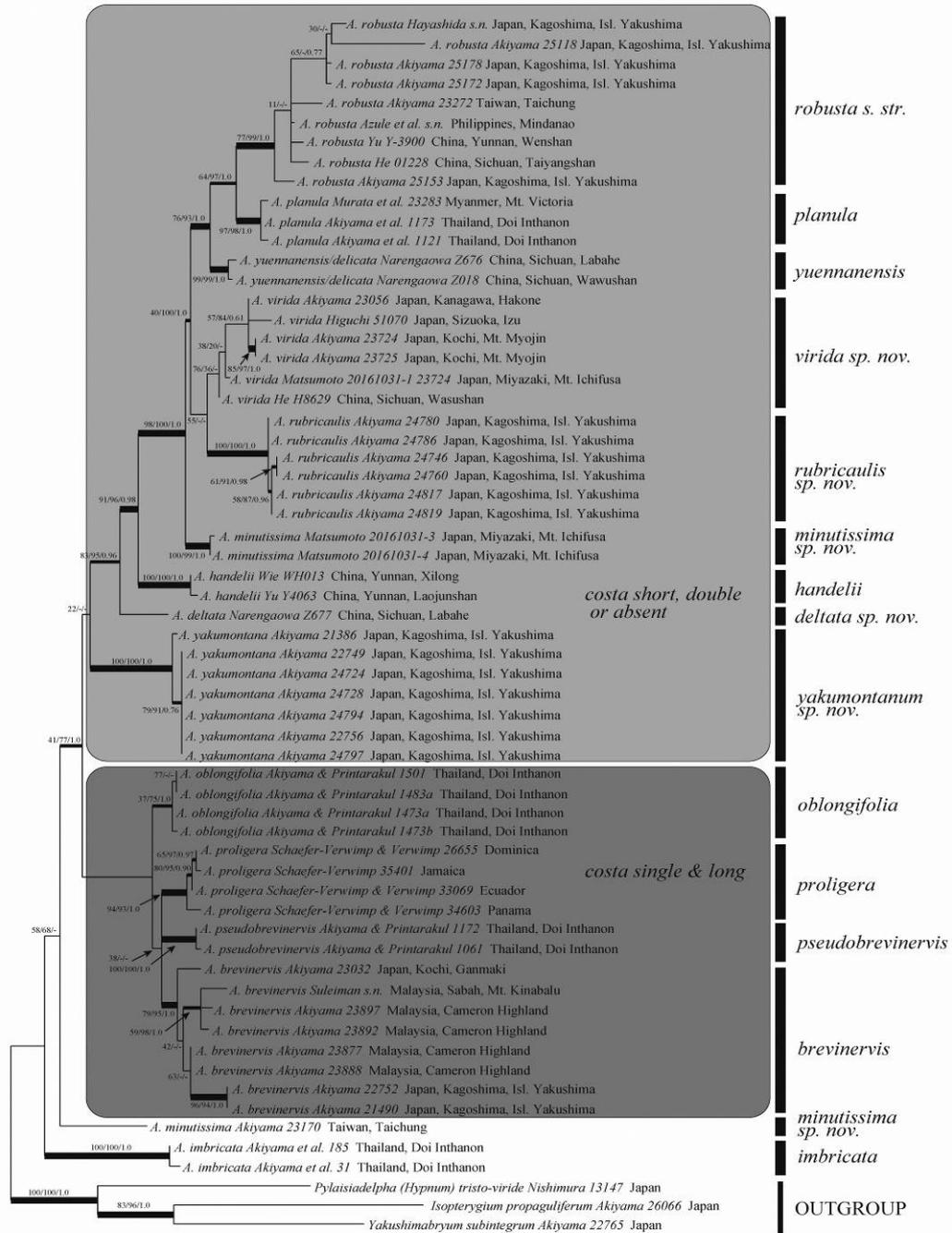


図2 オオタマコモチイトゴケ属の系統樹

3) ヒロハコモチイトゴケ複合種とその近縁属

Akiyama (2017) により, *Yakushimabryum* 属が単系統群であること, *Gammiella* 属は複数の系統からなる多系統群であることが判明した. *Gammiella* 属についてさらに検討を進めるため, これまでヒロハコモチイトゴケ *Gammiella ceylonensis* として認識されてきた種について, アジアから広くサンプルを得て解析を行ったところ, 少なくとも4種から成り立つ独立属として認めるのが適当であることが判明した (図3 *Clastobryellina* と表記). 国内には3種が分布し, それぞれが固有の分布域をもっている. さらに, 新属 *Microgammiella* として区別すべき種群が存在することも明らかとなった (図3).

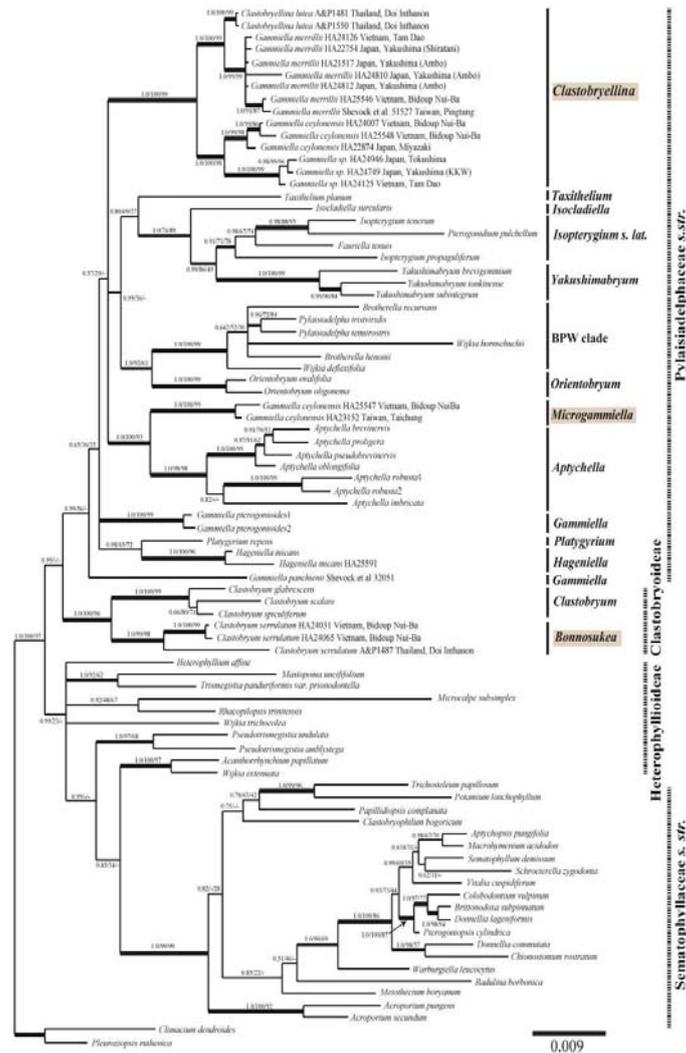


図3 ヒロハコモチイトゴケ複合種とその近縁属の系統樹

以上の成果については、現在投稿中あるいは投稿準備中のシダレウニゴケ属を除いて、論文として出版している。

5. 主な発表論文等

- Akiyama, H., A. Schaefer-Verwimp, N. Printarakul, M. Suleiman, B. C. Tan, B. Goffinet, K. T. Yong & F. Mueller (2016) Phylogenetic study of the genus *Aptychella* (Pylaisiadelphaceae, Musci). *Bryologist* 118(3): 273-283. 査読有り
- Akiyama, H. (2016) A re-examination of the identities of *Forsstroemia japonica* (Besch.) Paris and *Pseudopterobryum tenuispes* Broth. (Neckeraceae, Musci). *Bryological Research* 11(6): 157-166. 査読有り
- Akiyama, H. (2016) *Aptychella touwii* (Pylaisiadelphaceae, Musci) sp. nov. from New Guinea with singly costate leaves. *Bryological Research* 11(6): 167-171. 査読有り
- Akiyama, H. 2017. Systematic study of the *Yakushimabryum* and related genera in the Pylaisiadelphaceae (Bryophyta). *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica* 68(3): 145-174. 査読有り
- Akiyama, H. 2019. Two new species of *Aptychella* (Pylaisiadelphaceae, Musci) from Hawaiian Islands and Taiwan. *Bryological Research* 11(12): 337-345. 査読有り
- Akiyama, H. & J. Enroth (2016) Sporophytes newly found for *Taiwanobryum guangdongense* (Neckeraceae, Bryophyta) from Taiwan. *Bryophyte Diversity and Evolution* 38(1): 23-26. 査読有り
- Mueller, F. & H. Akiyama (2016) *Aptychella chilensis* belongs to the Ptychomniaceae and not Pylaisiadelphaceae based on DNA and morphological analyses. *Cryptogamie*,

Bryologie 37(3): 251-258. 査読有り
Shevock, J. R., W.-Z. Ma & H. Akiyama. 2017. Diversity of the rheophytic condition in bryophytes: field observations from multiple continents. *Bryophyte Diversity and Evolution* 39(1): 75-93. 査読有り
Miyataka, H., H. Akiyama, Y. Asakawa & Y. Okamoto. 2018. Geographical distribution of volatile components in the liverwort, *Conocephalum conicum*. 62nd TEAC (Nagasaki University). (国際学会研究発表要旨)

〔雑誌論文〕 (計 10 件)

〔学会発表〕 (計 5 件)

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：秋山弘之

ローマ字氏名：Akiyama, Hiroyuki

所属研究機関名：兵庫県立大学

部局名：自然・環境科学研究所

職名：准教授

研究者番号 (8 桁)：70211696

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。