

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K18592

研究課題名(和文)古環境情報を考慮した大陸間に隔離分布を示すカミキリムシの系統地理学的研究

研究課題名(英文)Phylogeographic analysis of the tribe Acanthoderini (Insecta, Coleoptera, Cerambycidae) based on molecular data

研究代表者

山迫 淳介(YAMASAKO, Junsuke)

東京大学・大学院総合文化研究科・特別研究員

研究者番号：20748959

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ユーラシアと新大陸に隔離分布を示すカミキリムシ科甲虫のヤマナラシノモトカミキリ族を材料として、遺伝子情報に基づく系統地理学的解析を主体に、大陸間の陸路による長距離分散プロセスの解明に取り組んだ。各地の遺伝子解析用サンプルを収集し、収集した代表的な属について分子系統解析を行った結果、本族は多系統群であることが示唆され、分類学的再検討が必要であると考えられた。また、本族における大陸間隔離分布は、その進化史を反映したものとは言えず、想定していた分散仮説は棄却された。

研究成果の概要(英文)：To investigate the long distance dispersion between Old and New worlds by past intercontinental land connections, phylogenetic relationships of cerambycid beetles belonging to the tribe Acanthoderini (Insecta, Coleoptera, Cerambycidae) were analyzed based on molecular data. This tribe is known to flourish in Central-South America but some genera are distributed from Central America to North America, and also two genera are common to Europe and North Asia. With this disjunct distribution, it was expected to prove a hypotheses that the ancestor of this group had been distributed from Eurasia to North America, then spread their distribution to South America and East Asia. However, the results indicated that the tribe is not a monophyletic but multi-lineage group, and most of the assumed hypotheses on dispersion of the tribe were not supported. Besides, the result suggested the necessity of systematic review of this tribe based on plenty of samples.

研究分野：昆虫学

キーワード：分類学 生物多様性 生物系統地理 分子系統解析

1. 研究開始当初の背景

地理的な障壁による集団の分断は、多くの陸上生物の種分化や遺伝的分化において重要な要因とされており、これまで様々な生物の種分化とその進化が、地理的隔離と関連づけて議論されてきた。そのため、近縁な生物群が複数の大陸にまたがって隔離分布を示す場合、過去の大陸移動による個体群の分断が大きな要因と考えられてきた。

地球上の主要な大陸は、それぞれ独自の生物相から成ることが知られている。そのうち、区系生物地理学上、「新熱帯区」として区分される南米大陸では、昆虫類を含む多くの生物の祖先が、南米大陸が Gondwana 大陸から分離した際に陸塊とともに移動してきたか、または南極大陸との陸橋を渡って進出した後、隔離された南米大陸内で独自の進化を遂げたと考えられている。その一方で、哺乳類（真獣類）に代表されるように、新第三紀以降にユーラシアや北米大陸から陸伝いに南米大陸へと分布を拡大し、現在の繁栄を得たと考えられている生物も少なくない。これまで移動分散能力が低いと考えられる昆虫類では、後者のような例はあまり知られていないが、一部には、本研究の対象群のように、その分布パターンからこのような移動を果たしたと想定されるグループも存在する。

南米のカミキリムシの中でも、最も繁栄している大群であるヤマナラシノモモトカミキリ族（昆虫綱甲虫目カミキリムシ科フトカミキリ亜科）は、その大半が南米に分布しているが、一部は中米から北米にかけて分布しているほか、ヨーロッパおよびアジア北部と北米に共通する 2 属（*Aegomorphus* 属、*Oplosia* 属）と日本固有の 1 属（*Callapoecus* 属）が知られている。また、オーストラリア区やアフリカ区には本族が分布していないことから、その起源が Gondwana、またはその周辺地域であるとは考えにくい。

一方で、申請者は近年、ブータン、ネパー

ル、中国南部、ラオス、ベトナム、台湾など、これまで本族の分布が知られていなかった地域から *Callapoecus* 属に近縁であると考えられる種を複数発見した。このようにヒマラヤ周辺からインドシナ北部および中国南部を經由して台湾や日本までの地域に横長の分布帯を形成するグループは、その起源が古第三紀、または新第三紀にまで遡ると考えられている。そのため、これらの地域からの関連属、種の発見は、本族の起源や分散を考察する上で非常に興味深く、古第三紀から新第三紀にかけてユーラシアから北米にかけて分布していた本族の祖先群が、その後ユーラシアではヨーロッパおよび東アジアへ南下し、新大陸ではパナマ海峡閉鎖後、陸橋によって南米に進出した可能性を示唆するものと考えられた。

2. 研究の目的

このような背景から、ユーラシア大陸から南米大陸にかけて広域な分布を示すヤマナラシノモモトカミキリ族を材料として、遺伝子情報を用いた系統地理学的解析を行い、ユーラシアから南米大陸にまたがる広域な分布を獲得するに至った分散プロセスの解明を目的として研究を行った。

本族の分散プロセスを検証することにより、カミキリムシのみならず、昆虫類などの小型動物における分散、進化、またその起源を考察する上で非常に興味深く、且つ有用な結果を供すると期待された。現生物の祖先種が出そろったと考えられている古第三紀から現代にかけての期間は、大きな気候変動が何度も起きており、それに伴って生物の分布域も大きな変動を繰り返してきた。その中で食植性昆虫であるカミキリムシが、どのように分散、移動を繰り返してきたかが明らかとなれば、森林環境の変遷を示唆し、生物多様性の創出と進化機構の解明に大きく寄与できると期待された。

3. 研究の方法

(1) 分類および分布情報の収集・整理

国内外の博物館および個人コレクションに所蔵される標本データおよび文献情報の調査を行い、各種の分類、生態および分布情報を蓄積した。また、各博物館に所蔵される模式標本の調査を行い、収集したサンプルを同定するための分類学的情報基盤を整備した。

(2) サンプル収集

アジア、ヨーロッパおよび新大陸の研究者と協力して、各地の DNA 分析用標本の収集を行った。また、標本調査および文献情報から得られた分布情報に基づき、ヨーロッパ、日本、台湾および南米にて現地調査を行い、DNA 分析用標本の収集を行ったほか、各種の生態情報を収集、記録した。なお、現地調査にて得られた昆虫類の標本は、公的な博物館に寄贈し、一部は各分類群の専門家とともに共同研究を行った。

(3) 分子系統解析・系統推定

収集したサンプル標本を用いて、ミトコンドリア DNA (COI) と核 DNA (18S rRNA、28S rRNA、ヒストン H3) の塩基配列を決定し、それらを用いて最節約法、最尤法およびベイズ法に基づいた系統解析を行い、各地域に産する属間の系統関係を推定した。さらに、各属の代表的な種の外部形態および雌雄交尾器の形質を用いて各グループの類縁関係について検討を行った。

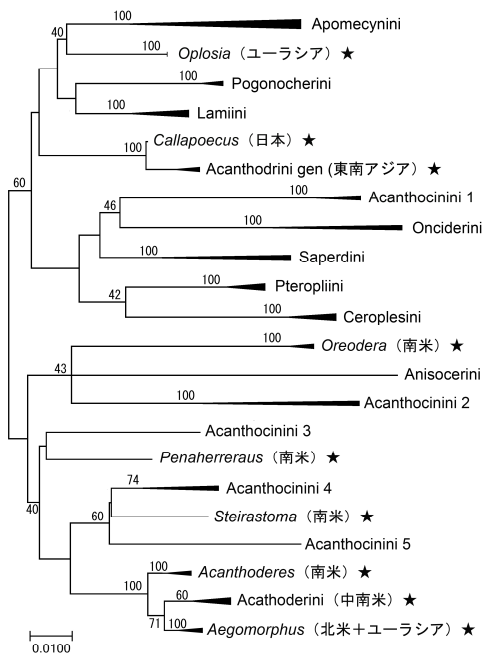
(4) 古環境情報の収集

カミキリムシは寄主植物に強く依存するため、その分散プロセスは、森林植生などの環境要因および食性進化に強く相関を持つことが予想される。そこで、対象となるカミキリムシの寄主植物情報に加え、植物の化石情報や、系統地理情報および古環境シミュレーションから推定される古気候情報を収集した。

4. 研究成果

これまで本族について詳細な系統関係を解析した研究例は無く、広大な分布域を持つに至った分散プロセスも明らかとなっていないが、従来からおおむね単系統群であると考えられてきた。しかし、分子系統解析の結果、最節約法、最尤法およびベイズ法のいずれにおいても本族の内 *Oplisia* 属と *Callapoecus* 属の両属は、本族やその他の既知族と近縁関係を示さない特異なグループであることが明らかとなった。一方で、*Aegomorphus* 属や新大陸産属は、いくつかの小グループに分かれ、それぞれ別族のモモトカミキリ族の仲間 (*Acanthocinini*) とクレードを形成した (図)。さらに、外部形態を用いた検討の結果、分子系統解析で示唆された本族の各グループは、それぞれ形態的にも異なることが明らかとなり、形態分類学的にも各グループの独自性が支持された。これらの結果から、本族は複数のグループから成る多系統群であることが示唆され、少なくともその分類体系は検討を反映しておらず、分類学的再検討が必要であると考えられた。また、本族における大陸間の長距離分散を前提とした仮説は、その進化史を反映したものとは言えず、その多くは棄却された。しかし、*Aegomorphus* 属のみは、中南米に分布する *Acanthoderes* 属を始めとする本族他属とクレードを形成し、その祖先集団が新大陸からユーラシア大陸に進出した可能性が示唆された。*Aegomorphus* 属は、ブナ科、ムクロジ科、ヤナギ科、マツ科などを寄主植物とする一群で、ヨーロッパから北海道にかけてのユーラシア北部とカナダからメキシコにかけての北米中南部に隔離分布を示す。本属が中南米に分布する集団とクレードを形成することは、その祖先集団が新大陸からユーラシア大陸へ進出した可能性を示唆する。古第三紀から新第三紀にかけての植物化石を中心とした古環境情報から、当時の周北地域は、現在

本属が生息するような落葉広葉樹林に覆われていたことが明らかとなっている。そのため、本属の祖先集団は、新大陸から周北地域を経てユーラシアへ進出を果たし、その後の気候変動に伴う森林の遷移とともに移動を繰り返し、現在の本属の分布に至った可能性が高い。しかし、これらと姉妹群を形成したモモトカミキリ族は、汎世界的に分布する大群であるため、その系統位置および進化史をより詳細に解明するためには、今後世界各地のサンプルを用いた解析が必要であると考えられた。



図．ヤマナラシモモトカミキリ族（ は本族を示す）を含むフトカミキリ亜科の系統樹

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 17 件中 5 件)

Notsu, Y., Yamasako, J., & Wang, L.-J., 2016. Biological notes on Curculionini weevils known from Taiwan (Coleoptera: Curculionidae). The Japanese Journal of Systematic Entomology, 22 (2): 145–146. (査読有)

Notsu, Y., & Yamasako, J., 2016. A new Taiwanese species of the genus *Archarius* collected from Taiwan Beech (Coleoptera,

Curculionidae, Curculioninae). The Japanese Journal of Systematic Entomology, 22 (2): 141–143. (査読有)

Ohbayashi, N., Lin, M.-Y. & Yamasako, J., 2016. Revision of the Caraphiini, New Tribe (Coleoptera, Cerambycidae, Lepturinae). Zootaxa, 4084 (2): 187–217. (査読有)

山迫 淳介, 2015. これからのカミキリ分類 ~ 問題点と今後の展望 ~ .花蝶風月, 161: 8–11. (査読無)

Yamasako, J., 2015. A method to observe membranous structures of female genitalia in the inflated condition (Coleoptera: Cerambycidae). The Coleopterists Bulletin, 69 (4):799–805. (査読有)

〔学会発表〕(計 6 件中 2 件)

山迫 淳介, 12. Dec., 2015. 台湾カミキリ最前線. 日本甲虫学会第 16 回大阪例会, 大阪自然史博物館, 大阪, 大阪府.

Yamasako, J., 20. Oct., 2015. The biodiversity of Japanese Cerambycidae and current studies. KNA International Symposium "Biodiversity Conservation and Seed Vault", S2, East-Asian long-horned beetles species diversity and *Callipogon relictus*, Korea National Arboretum, Pocheon, Korea.

〔その他〕

山迫 淳介, 26. Oct., 2016. これだからやめられない? フィールドワーカー冒険譚. ASFサイエンストーク, あいちサイエンスフェスティバル, 名古屋, 愛知県.

6．研究組織

(1)研究代表者

山迫 淳介 (YAMASAKO, Junsuke)

東京大学大学院・総合文化研究科・特別研究員

研究者番号: 20748959