

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2023

課題番号：18K14776

研究課題名（和文）カミキリムシ科における訪花性の進化およびそれに伴う多様化についての研究

研究課題名（英文）Studies on the evolution of floricolous habits and diversification of  
Cerambycidae

研究代表者

山迫 淳介 (Yamasako, Junsuke)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・植物防疫研究部門・主任研究員

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）：甲虫目は、白亜紀前期～中期には被子植物の花粉媒介を担っていたと考えられており、カミキリムシ科の含まれるハムシ上科も初期花粉媒介甲虫の重要な一群である。しかし、カミキリムシ科は、花粉媒介甲虫の大群であるにも関わらず、いつから花粉媒介をしていたのか明らかとなっていない。そこで、カミキリムシ科の訪花性に関する進化学的解析を行った結果、カミキリムシの訪花性は、白亜紀前期～中期に少なくともカミキリ亜科とハナカミキリ亜科で独立に起源したものと推定された。さらに、新生代までには効率的に訪花する系統が各亜科に複数現れ、それらが多様化したことで現代の訪花性カミキリムシの繁栄につながったと考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果は、白亜紀前期から中期にかけて出現したと考えられている被子植物の昆虫受粉生態系において、訪花性カミキリムシも初期の訪花性甲虫の一群として花粉媒介の役割を担っていた可能性を示唆するものである。本研究結果は、カミキリムシの遺伝子情報に基づく間接的な証拠ではあるものの、甲虫目と被子植物の花粉媒介を通じた共生系とその進化、およびそれぞれの多様化に関する興味深い事例を提供する。

研究成果の概要（英文）：Beetles are thought to have played an important role in the early pollination of angiosperms during the Early to Middle Cretaceous. The superfamily Clysopteroidea, which includes the family Cerambycidae, is considered one of the important groups of early pollinators. Despite Cerambycidae being a large and diverse group of pollinating beetles, it is not clear when they emerged as pollinators. The results of the evolutionary analysis of the floricolous habits of this family suggest that the two primary floricolous Cerambycidae, the subfamilies Cerambycinae and Lepturinae, emerged independently as floricolous groups during the Early to Middle Cretaceous. Furthermore, multiple lineages within each subfamily evolved to utilize flowers more efficiently during a period from the Middle Cretaceous to the Cenozoic, and these ecological changes are thought to have contributed to the modern diversification of the floricolous Cerambycidae.

研究分野：昆虫分類学

キーワード：訪花性昆虫 甲虫目 共進化 系統分類

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

花粉媒介を通じた動物と植物の生態的關係は、動物と植物の共進化をはじめとして、双方の進化や多様化に大きな影響を与えてきた重要な要素である。中でも訪花性昆虫は、花粉媒介者として送粉生態系において重要な役割を占める昆虫類である。

訪花性昆虫の内、最も主要な分類群は、完全変態群の4目(ハチ目、ハエ目、チョウ目、コウチュウ目)である。その中でもコウチュウ目は、基部被子植物(モクレン科、ヤシ類など)や一部の裸子植物にとって重要な花粉媒介者の一つである。さらに、化石記録や分子系統解析から、訪花性甲虫の主要な4グループ(ゴミムシダマシ上科、コガネムシ上科、ゾウムシ上科、ハムシ上科)は、少なくとも被子植物が優勢を占めるようになる白亜紀前期かそれ以前には、それぞれ出現していたと推定されており、これらは初期虫媒植物に関与していたとともに、その後多様化した被子植物に伴って多様化したと考えられてきた。

カミキリムシ科は、ハムシ上科に含まれる食材性甲虫の大群であるが、訪花性種も多く含むため、訪花性甲虫としても大群である。本科は、5亜科(カミキリ亜科、クロカミキリ亜科、ハナカミキリ亜科、フトカミキリ亜科、ノコギリカミキリ亜科)に分類されるが、訪花性カミキリムシは、カミキリ亜科とハナカミキリ亜科の2亜科に概ね限られる。このうち、カミキリ亜科の訪花性は、一定の分類群単位(族や属など)でまとまって見られる一方で、ハナカミキリ亜科はカミキリムシ科の中でも唯一亜科レベルで訪花性を示し、ごく一部を除いてそのほとんどが訪花する。しかし、これらの訪花性カミキリの系統關係は、ほとんどが未解明であり、カミキリムシにおける訪花性がいつ獲得され、どのように進化したのかは、明らかとなっていない。

## 2. 研究の目的

以上の背景で述べたように、カミキリムシ科は訪花性甲虫の中でも大群であるが、その訪花に関わる進化プロセスは明らかとなっていない。そこで、進化系統学的アプローチにより、訪花性カミキリムシが、いつどのようなイベントの下に訪花性を獲得し、多様化したのかを推定することを目的として研究を行う。

## 3. 研究の方法

本研究では、国内外の研究者と協力して、訪花性カミキリムシの生態情報、遺伝子解析用サンプルおよび遺伝子情報の収集を行い、得られた情報を用いて訪花性カミキリムシ各群の訪花性の起源を推定した。

### (1) 遺伝子情報の収集

収集したサンプルよりDNAを抽出し、ミトコンドリア遺伝子領域(cytochrome oxidase subunit I、16S rRNA)および核遺伝子領域(alpha-spectrin、arginine kinase、carbamoylphosphate synthetase domain、histone III、winglessなど)のDNA断片を増幅し、配列を決定した。また、一部のタクサについてはGenBank等に登録されている相同領域のデータも利用した。

### (2) 訪花性カミキリムシの訪花情報の収集

文献調査およびカミキリムシ研究者への聞き取り調査を行い、各種の訪花情報を収集した。また、情報が得られなかった種については、博物館や個人コレクションなどに収蔵される乾燥標本を用いて、体表面に付着した花粉や腸内の花粉の有無を調査した。

### (3) 分子系統学的解析および進化的解析

訪花性カミキリムシについての情報収集によって、訪花性カミキリムシの大群であり、カミキリムシの中でも唯一亜科レベルで訪花性を示すハナカミキリ亜科の情報は十分に収集することができた。一方で、ハナカミキリ亜科と同様に訪花性カミキリムシの大群であるカミキリ亜科については、特に南半球に分布する分類群をはじめとして、十分な資料や情報を得ることができなかった。そこで、ハナカミキリ亜科を主な対象として、分子系統学的解析および訪花性に関する進化的解析を行った。

分子系統学的解析は、収集した遺伝子情報に基づいて、最尤法およびベイズ法を用いて系統樹を作成した。訪花性に関する進化的解析は、得られた系統樹に基づき、分岐年代を推定するとともに、得られた系統樹と各種の訪花情報に基づき、祖先形質の推定を行った。

## 4. 研究成果

上記の解析の結果、訪花性カミキリムシのうち、少なくともハナカミキリ亜科は、白亜紀前期から中期にかけて被子植物の花を利用する一群として出現したと推定された。さらに、その後、古第三紀にかけて花を効率的に利用する系統が複数現れ、それらが多様化したことで現代の本亜科の繁栄につながったと考えられた。

ハナカミキリ亜科の化石記録は、最古のものでも古第三紀と比較的新しいが、古第三紀の地層からは現生属に近い、または現生属に相当する複数の化石が産出しているため、古第三紀にはすでに属レベルでは現生と同等程度に多様化していたと考えられる。これは、白亜紀前期~中期に出現したハナカミキリが、その後古第三紀にかけて多様化したことを示唆する本研究の結果にも良く一致する。また、ハナカミキリ亜科の一部には、訪花観察例がない種や、裸子植物の花粉や葉などの被子植物以外の摂食例がある種が少ないながら存在するが、それらは様々な系統にやや独立的に出現することから、いずれも二次的に獲得された形質であると推定された。

一方で、カミキリ亜科については、不十分な材料に基づく暫定的な解析結果ではあるものの、ハナカミキリ亜科と同様に、白亜紀前期～中期に出現した祖先群が当時から被子植物の花を利用してたと推定された。また、ハナカミキリ亜科とカミキリ亜科は、系統的に離れているため、それらの訪花性はそれぞれ独立に獲得されたと推定された。

これらの結果から、カミキリムシの訪花性は、白亜紀前期～中期にかけて少なくとも2つの系統で独立に起源したと示唆され、現在、それらの系統は訪花性カミキリムシとして繁栄していることが明らかとなった。本研究の結果は、白亜紀前期から中期にかけて出現したと考えられている被子植物の昆虫送粉生態系において、訪花性カミキリムシも初期の訪花性甲虫の一群として花粉媒介の役割を担っていた可能性を示唆するとともに、その後の被子植物の多様化とともに訪花性カミキリムシも多様化したことを示すものであると考えられた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Junsuke Yamasako	4. 巻 28
2. 論文標題 Identity of <i>Coreocalamobius parantennatus</i> from Tsushima Is., Japan (Coleoptera: Cerambycidae)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Systematic Entomology	6. 最初と最後の頁 187-190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Junsaku Harada, Tatsuya Niisato, Antonio Santos-Silva, Junsuke Yamasako	4. 巻 12
2. 論文標題 Taxonomic Notes on Type Specimens of Longhorned Beetles Preserved in the Masaki Matsushita Collection of Hokkaido University Museum, Japan (Coleoptera, Cerambycidae)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Elytra, New Series	6. 最初と最後の頁 25-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Junsuke Yamasako, Wen-Xuan Bi	4. 巻 28
2. 論文標題 A New Subgenus and a New Species of the Genus <i>Mesosa</i> from China (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae: Mesosini)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Systematic Entomology	6. 最初と最後の頁 107-111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 山迫淳介	4. 巻 57(14)
2. 論文標題 分類研究と連携したDNA バーコードライブラリー整備	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 昆虫と自然	6. 最初と最後の頁 12-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

1. 著者名 Junsaku Harada, Junsuke Yamasako, Nobuo Ohbayashi	4. 巻 11 (2)
2. 論文標題 Taxonomic Notes on the Pic's Type Specimens Deposited in the Lapesme Collection of Musee des Confluences, Lyon (Coleoptera, Cerambycidae, Lepturinae)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Elytra, New Series	6. 最初と最後の頁 361 ~ 368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Yamasako Junsuke, Kiritani Keizi, Makihara Hiroshi, Yamanaka Takehiko	4. 巻 17
2. 論文標題 Long-term survey of longhorn beetles revealed changes in faunal features in Ito on the Izu peninsula	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0263761
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0263761	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 -

〔学会発表〕 計7件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 山迫 淳介
2. 発表標題 分類研究と連携協力したDNAバーコード情報整備
3. 学会等名 日本昆虫学会第81回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山迫 淳介
2. 発表標題 データベースのための証拠標本やサンプルの管理方法 ~ 農研機構 病理昆虫標本館の事例 ~
3. 学会等名 第66回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山迫 淳介
2. 発表標題 昆虫分類学の研究手法
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松岡史晃、岸上真子、鈴木智之、山迫淳介、土岐和多瑠
2. 発表標題 ハナカミキリ幼虫の共生酵母の獲得経路：母親由来？環境由来？
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山迫 淳介
2. 発表標題 ハナカミキリ亜科の分子系統解析
3. 学会等名 第10回日本甲虫学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山迫 淳介
2. 発表標題 Agelasta (Dissosira)の分子系統解析
3. 学会等名 日本甲虫学会第9回大会カミキリ分科会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大林 延夫、山迫 淳介
2. 発表標題 サイトウカミキリ <i>Peithona prionoides</i> Gahan の話題
3. 学会等名 日本甲虫学会第9回大会カミキリ分科会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Tasuya Niisato, Nobuo Ohbayashi, Junsuke Yamasako	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Brill	5. 総ページ数 712
3. 書名 Catalogue of Palearctic Coleoptera, Volume 6, Chrysomeloidea I, Revised and Updated Edition, Taxa from Japan, and People's Republic of China (Taiwan)	

〔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
---------	---------