

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：84402

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23770099

研究課題名(和文)クモヒメバチにおける寄主操作の多様性とその進化史に関する研究

研究課題名(英文)Diversity and evolution of host manipulation in Polysphincta group.

研究代表者

松本 吏樹郎 (MATSUMOTO, RIKIO)

大阪市立自然史博物館・その他部局等・研究員

研究者番号：90321918

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円、(間接経費) 750,000円

研究成果の概要(和文)：クモヒメバチ属群に関して3つの分子マーカー(COI, 28S, EF1)を利用して、最尤法およびベイズ法により系統解析を行った結果、本群は3つのクレードに分けられた。クレードIにはPiogaster, Schizopyga, Brachyzapusなど、産卵室や漏斗網をつくるクモの寄生者が含まれる。クレードIIにはそれ以外の、空中に網を張るクモを利用するクモヒメバチが含まれ、さらにAcrodactyla, Megaetaira等から成るクレードと、それ以外に分けられた。寄主行動の操作は各クレードにおいて観察されたが、その様式は異なり、それぞれ固有の寄主操作が獲得されたと考えられた。

研究成果の概要(英文)：The phylogenetic relationship within the Polysphincta group was surveyed using molecular markers, partial sequence of COI, 28S and EF1a, and maximum likelihood and Bayesian approaches to obtain a robust phylogenetic hypothesis to understand the evolution of the group. Within the group some clades were recognized with high supporting values. The clade I consists of genera Piogaster, Schizopyga, Brachyzapus, and utilizes spiders constructing egg-laying chambers or funnel webs as a host. The genus Schizopyga found to be polyphyletic suggesting a resurrection of the genus Dreisbachia that is synonymized under Schizopyga. The clade II includes other members of the group and attacks spiders that weave aerial webs. Of the clade II, Acrodactyla and Megaetaira form a clade that is sister to the rest of the clade II. Manipulation of the host was observed in all these clades, though, it was not clear whether they have the same origin or they have evolved independently.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生物多様性・分類

キーワード：系統 行動 相互作用

1. 研究開始当初の背景

捕食寄生者による寄主の行動の操作は、他者に働きかけて相手の行動を改変し、自分が利益を得るといふ、生態学、行動学、生理学等の諸分野に関連する生物間の相互作用の中でも最も興味深い現象の一つである。ヒメバチ科のクモヒメバチ群 (*Polysphincta*-group) のハチは、クモの成体、幼体の体表に産卵し、幼虫がクモの体表上で成長する外部捕食寄生者であるが、近年本群において、申請者のいくつかの研究をはじめとして、寄生幼虫による寄主操作が報告されている。これらの例では、クモヒメバチの幼虫は、マユを作る直前にクモの行動を操作して、通常の網とは大きく異なる構造の網を造らせる。これは網の上で2週間程度の蛹の時期を送るハチにとって適応的であるとされる。変形の様式には、(1) 円網を張るクモを利用する種で、円網のサイズが小型化し、糸の配置が変わることにより、丈夫な網に変形し (Eberhard 2000, Matsumoto & Konishi 2007, Gonzaga et al. 2010), 不要な獲物や風雨によるダメージを受けにくくなるもの。(2) 棚網をつくるクモを利用する種で、棚網の管状の隠れ家の部分が、寄生されたクモによって糸の膜で覆われ、クモがその中に閉じ籠もるもの。これによりアリやムカデ等による捕食を避けている (Matsumoto 2009)。等があり、また網の変形ではなく、(3) 弱い皿網を張るクモを利用する種で、寄主の成長を抑制することにより、より隠れた場所に留まってマユを形成するもの (松本 2008, Matsumoto 2010)。これによって(1)と同じく網のダメージを少なくしていると考えられる。

も見いだされ、多様な寄主-操作が存在することが明らかになってきた。クモヒメバチによる寄主操作については、上記のように最近になって多数報告がなされてきているが、寄主記録もかなり蓄積してきており (例えば Matsumoto & Takasuka 2010), 寄主利用とその様式の進化を系統学的手法でたどるためのデータが揃いつつある。クモヒメバチ群の系統関係については Gauld & Dubois (2006)によって形態情報に基づいた系統解析が行われている。これによりクモヒメバチ群の大まかな系統像は示されているが、その解像度は高くなく、特に本研究で注目する寄主操作について考察を行う上で重要ないくつかの分類群の分岐関係が解決されていない。

2. 研究の目的

本研究では分子情報を用いて解析を行い、これまでの結果と比較を行うことで、より精度の高い系統仮説をたてて、寄主、寄主操作を含む寄主利用様式の進化史について考察を行う。

3. 研究の方法

系統解析は日本産のクモヒメバチ属群 17

属 43 種(未記載属を含む)と、ヨーロッパ産の 5 種、中・南米産 3 属を対象とする。分子系統解析のためにすでに蓄積されていたエタノール液浸サンプルに加えて、サンプル数が少なかったり、サンプルの状態により解析不能なものに関しては、マレーゼトラップやライトトラップを用いた野外調査を行い、新たに追加サンプルを入手した。国外の材料は海外の博物館、大学、研究者から入手したサンプルを用いた。これらのサンプルから DNA の抽出を行い、目的領域を増幅し、配列決定を行った。DNA バーコードで一般的に用いられる領域に加えて、28S, EF1 などの分子マーカーを用いて、ベイズ法、最尤法で系統推定を行った。

4. 研究成果

解析日本産全 43 種に関して DNA バーコーディング領域の配列の決定を行った。DNA バーコードライブラリの充実によって、これまで同定が不可能だった、クモに付着した幼虫の種を特定することが可能となった。*Chablisea*, *Sinarachna*, *Megaetaira* の各属で新たな寄主-寄生者関係を明らかにした。また *Zatypota* 属において形態的な差異がわずかでこれまで認識されていなかった隠蔽種が発見された。

3つの分子マーカー (COI, 28S, EF1) について、ほぼすべての属の配列情報が得られた。ヒメバチ科において、前者 2つのマーカーは種間関係において、後者は属間関係を調べるのに適した解像度を示すことが明らかとなった。

最尤法およびベイズ法により系統解析を行った結果は、同一の樹形を示した。クモヒメバチの単系統性が認められ、内部にいくつかの高い値で支持される単系統群が見出された (図 1) が、従来の形態データに基づいた系統関係 (図 2) とは大きく異なっていた。特にこれまでに不明であったクモヒメバチ群の基部の系統関係が明らかとなったため、寄主利用の進化に関する考察が可能となった。

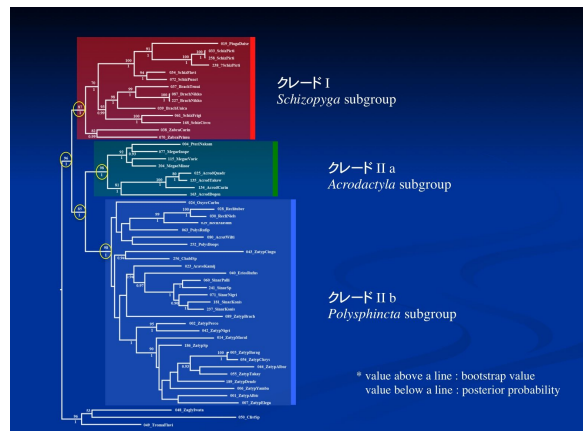


図 1 本研究で得られたクモヒメバチ群各属の系統

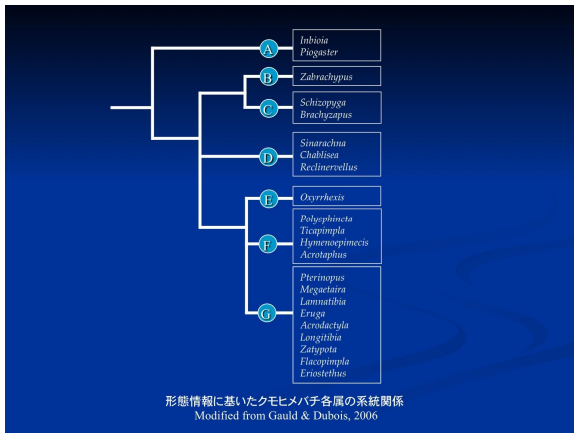


図2 形態情報に基づくクモヒメバチ群各属の系統関係

具体的にはクモヒメバチ属群は大きく3つのクレードに分けられた。クレード Iには *Piogaster*, *Schizopyga*, *Zabrachypus*, *Brachyzapus* など、産卵室や漏斗網をつくるクモの寄生者が含まれる。*Piogaster* は従来、それ以外のクモヒメバチ全ての姉妹群となると考えられていたが、このクレード I のなかに含まれた。*Schizopyga* は多系統であることが明らかとなり、本属のシノニムとされた *Dreisbachia* を復活させる必要であることが判明した。

クレード IIにはそれ以外の、空中に網を張るクモを利用するクモヒメバチが含まれ、さらに *Acrodactyla*, *Megaetaira* 等から成るクレード (IIa) と、それ以外 (IIb) に分けられた。

クモヒメバチ属群の姉妹群である *Tromatobia*, *Zaglyptus* 等の属では寄主が産卵室を作るフクログモ類を利用することから、寄主利用に関してはクレード I の各属は祖先的な状態を残している可能性がある。このクレードでは卵が寄主クモの頭胸部に産み付けられる。

クレード IIa, b の共通祖先において空中に網を張るクモの利用が獲得されたと考えられた (図3)

クレード IIa はアシナガグモを中心としたク

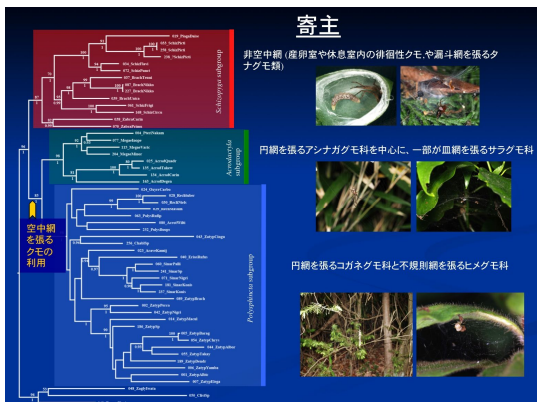


図3 各クレードの利用する寄主クモ

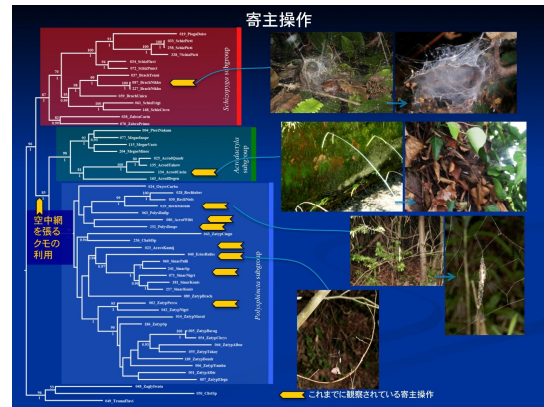


図4 クモヒメバチ群における寄主操作

モを寄主として利用し、一部がサラグモを利用するようになった。一方でクレード IIb は主にコガネグモを寄主として利用するようになり、一部 (*Zatyptota*) が不規則網を張るヒメグモを利用している。

寄主操作はそれぞれのクレードで見られるが、漏斗網のトンネル部をベールで覆うもの (クレード I の *Brachyzapus*)、直線上に何度も往復して強化した糸に同方向に向いたマユを作るもの (クレード IIa の *Acrodactyla carinator*)、そして円網の粘着糸の減少、小型化縦糸の重複がおこるもの (クレード IIb の多くで見られる) といったように各クレードでの操作様式とその効果はそれぞれ異なる。このためそれぞれの操作の様式は各クレードで、利用する寄主に応じて独立して獲得されたものと考えられる。一方で寄主クモを操作する能力そのものは共通の祖先に由来するのか、あるいは、操作様式と同様に各クレードで独立して生じたのかは不明であった。

クレード内での寄主の多様化が著しく、種数も非常に多いクレード IIb の内部の系統関係はまとまりの良い *Zatyptota* を除くと明らかにならなかった。このクレード内に含まれる種のサンプルを充実させて更に解析を進めることによって、クモヒメバチ全体の更に詳細な進化の実態が明らかになることが予想される。

以上の成果は現在投稿中である。

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2件)

Takasuka K., Yoshida H., Nugroho P. & Matsumoto R. 2011

A new record of *Zatyptota albicoxa* (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Indonesia, with description of a new species of its host spider (Araneae:

Theridiidae). Zootaxa 2910: 63-68

Pham Nhi Thi, Broad G, Matsumoto R.,
Boehme W. 2012

First record of the genus *Acrodactyla*
Haliday Hymenoptera Ichneumonidae
Pimplinae from Vietnam, with descriptions
of six new species. Zootaxa 3207: 40-53.

〔学会発表〕(計8件)

松本吏樹郎・高須賀圭三 2011

ナガアシクモヒメバチ *Longitibia* sp. の寄生
習性
日本昆虫学会第71回大会 信州大

高須賀圭三・吉田哉・Putral Nugroho・松
本吏樹郎

マダラコブクモヒメバチ *Zatypota albicoxa*
のインドネシア初記録および新機主記録
日本昆虫学会第71回大会 信州大学

松本吏樹郎・高須賀圭三 2012

日本産 *Acrodactyla* 属の分類・系統・寄主操
作(ヒメバチ科、クモヒメバチ群)
日本昆虫学会第72回大会 玉川大学

高須賀圭三・中田兼介・松本吏樹郎・前藤
薫 2012

ギンメッキゴミグモに寄生するニールセン
クモヒメバチ *Reclinervellus nielseni* の寄
主操作
日本昆虫学会第72回大会 玉川大学

松本吏樹郎・高須賀圭三 2013

Acrodactyla degener のユノハマサラグモへ
の寄生 (Ichneumonidae, *Polysphincta*
group)
日本昆虫学会第73回大会 北海道大学

高須賀圭三, 中田兼介, 松本吏樹郎, 前藤
薫 2013

ニールセンクモヒメバチによるギンメッキ
ゴミグモの網操作は健全クモが張る休息網
を利用している
日本昆虫学会第73回大会 北海道大学

Matsumoto R. 2014

Phylogeny and reclassification of the
Polysphincta group of genera
(Ichneumonidae; Pimplinae), with
reference to host association and host
manipulation.
International Congress of Hymenopterists.
Czucuo, Peru

Takasuka K. Yasui T. Ishigami T.,
Nakata K., Matsumoto R., Ikeda K. & Maeto
K. A parasitoid larva evokes the resting
web of a host spider with fibrous thread
decoration as an amber light for flying

insects. Eighth International Congress of
Hymenopterists. Cusco, Peru (20-25 Jul
2014).

〔図書〕(計1件)

松本吏樹郎 2012

八チ!まるごと!図鑑
大阪市立自然史博物館 136 pp.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本吏樹郎 (大阪市立自然史博物館)

研究者番号: 90321918

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし