

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24570096

研究課題名(和文) 東アジア「温帯域」に分布するアシナガバチ類の起源・分散・種分化に関する研究

研究課題名(英文) Study on the origin, dispersal and speciation of paper wasps distributed in temperate regions of eastern parts of Asia

研究代表者

小島 純一 (Kojima, Junichi)

茨城大学・理学部・教授

研究者番号：00192576

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：東アジア温帯域に分布するアシナガバチのうち、*Polistes*亜属は旧北区起源で、祖先種が越冬を必要とする温帯環境に適応していたといえる。*Gyrostoma*亜属の起源地はアジア熱帯域と推定され、キアシナガバチ等が北方へ分散する過程で温帯環境に適応してきたといえる。*Polistella*亜属には、ヤマトアシナガバチを含む種群とコアシナガバチを含む種群が認められ、前者はアジア熱帯域起源で、北方への分散過程で温帯環境に適応し、後者は「冬」があるインドシナ半島北部起源で、祖先種において温帯環境に適応していたといえる。ホソアシナガバチもインドシナ半島北部起源で、祖先種が温帯環境に適応していたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Among the *Polistes* wasps occurring in the East Asian temperate areas, the subgenus *Polistes* s. str. is assumed to have originated in the Palearctic and its ancestral species may have adapted to the temperate climate, where wasps have to overwinter. The subgenus *Gyrostoma* may have originated in Asian tropics and only a few species, such as *P. rothneyi*, may have adapted to the temperate climate in their northward dispersal. In the subgenus *Polistella*, two species-groups are recognized: one includes *P. japonicas* and the other includes *P. snelleni*; the former is assumed to have originated in Asian tropics and some species have adapted to the temperate climate in their northward dispersal; the latter may have originated in the northern parts of Indochina, where they have "winter", and the ancestral species had adapted to the temperate climate. *Parapolybia* is also assumed to have originated in the northern parts of Indochina and adapted to the temperate climate in the ancestral species.

研究分野：分類学

キーワード：アシナガバチ類 生物地理 系統関係 温帯環境

## 1. 研究開始当初の背景

- (1) 社会性カリバチは、スズメバチ科 Vesopidae の 3 亜科 (ハラホソバチ亜科 Stenogastrinae、アシナガバチ亜科 Polistinae、スズメバチ亜科 Vespinae) からなる単系統群である。これら 3 亜科のすべてが東南アジアに分布することから、社会性カリバチが東南アジアで進化し、その後北方へと分散してきたとの見解が長らくとられてきた。しかし、系統解析とプレートテクトニクス解析に基づいて、 Gondwana 大陸における共通祖先の分断種分化により、南部でアシナガバチ亜科へと進化し、北部でスズメバチ亜科へと進化したとの考察がなされるようになってきている。アシナガバチ亜科の起源が Gondwana 大陸南部である可能性は高いが、温帯域に分布するアシナガバチ亜科のすべての種の直近の祖先が南方起源である必要性があるわけではない、との指摘もなされている。アシナガバチ亜科は、アシナガバチ族 [アシナガバチ属 (*Polistes*) のみ]、新世界の熱帯・亜熱帯のみに分布する *Mischocyttarus* 族と *Epiponini* 族、旧世界のみに分布するチビアシナガバチ族 (*Ropalidiini*) に分けられる。温帯にも広く分布するのがアシナガバチ属とチアシナガバチ族のホソアシナガバチ属 (*Parapolybia*) であり、これら 2 属はアシナガバチ類の温帯環境への適応と温帯への分散を考える上で鍵となるグループと考えられる。アシナガバチ属は 4 亜属に分けられ、その系統関係は *Gyrostoma* + (*Polistella* + (*Polistes* + *Aphaniropterus*)) である。分布域と系統関係から推測し、*Gyrostoma* 亜属が南方起源であるのに対し、*Polistes* 亜属 + *Aphaniropterus* 亜属が北方起源で、南へ分布域を拡大してきたと考えられている。
- (2) インドシナ半島北部高地、中国南部高地、台湾高地を含めた東アジアの「温帯域」に分布しているアシナガバチ亜科は、アシナガバチ属の *Aphaniropterus* 亜属以外の 3 亜属ならびにホソアシナガバチ属である。アシナガバチ属 *Polistella* 亜属の *P. mandarinus* 種群が、植物や小型哺乳類で知られるヒマラヤ回廊起源で中国日本へとつながる分布を示すことが明らかになってきた。ホソアシナガバチ属も、マレー半島からニューギニアにかけての熱帯域に分布するものの、基本的分布パターンは *P.*

*mandarinus* 種群と同様であることが示されている。

- (3) アシナガバチ類の温帯環境への適応と温帯への分散過程を解明するには、ホソアシナガバチ属ならびにアシナガバチ属の東アジアに分布する種の系統仮説を構築した上で、これらアシナガバチ類の分散・種分化過程を考察することが不可欠である。

## 2. 研究の目的

- (1) ホソアシナガバチ属ならびにアシナガバチ属 3 亜属内での東アジア温帯域への分散ならびに種分化過程を考察する。DNA シークエンスデータ、形態データを用いた系統解析により、アシナガバチ属の中で東アジアに分布する種ならびにそれらの近縁種間の系統仮説を構築する。系統仮説を参照した各種の分布域解析により、ホソアシナガバチ属ならびにアシナガバチ属 3 亜属内での東アジア温帯域への分散過程を考察する。アシナガバチ類の固有種を欠く日本列島への大陸からの分散経路について考察を加える。
- (2) 系統仮説を参考にした現在の分布域解析により温帯分布種の起源地域を推定し、温帯環境への適応過程を考察する。温帯に分布するアシナガバチ類もしくはそれらの直近の祖先が熱帯起源であれば、これらアシナガバチ類は北上に伴って、越冬が不可欠な温帯の気候に徐々に適応してきたと推測される。一方、これら温帯に分布するアシナガバチ類が、緯度としては熱帯もしくは亜熱帯に位置する地域の高地「温帯域」において標高分断的に進化した祖先種に由来するとなれば、北方温帯地域への分散も急速に起こったと推測される。

## 3. 研究の方法

- (1) 東アジア「温帯域」に分布するアシナガバチ属の種とその近縁種の系統解析を行った。解析には、内群としてアシナガバチ属の *Gyrostoma* 亜属 5 種 (含む東アジア温帯域に分布する 2 種)、*Polistes* 亜属 2 種 (共に東アジア温帯域に分布)、*Polistella* 亜属 20 種 (含む東アジア温帯域に分布する 5 種)、外群としてチビアシナガバチ族の 2 属 2 種を用いた。表形形質として、39 成虫形態形質、7 幼虫形態形質、4 巣構造形質を解析に用いた。

DNA シークエンスデータとしては、ミ

トコンドリア DNA の COI 領域 (598bp) と COII 領域 (560bp) を解析に用いた。系統解析は、表形形質と DNA シークエンスデータそれぞれ別に、最節約法 (使用した解析用ソフトウェア: Winclada、Nona、TNT、Mega) を用いて行った。

- (2) 系統関係を参照し、東アジア温帯域に分布するアシナガバチ属の種の祖先種の起源地と北方への分散経路を推定した。解析の対象としたアシナガバチ属各種の現在の分布域を「形質」として扱い、系統樹上にマッピングした。分布を「形質」として扱った最適化解析 (使用した解析用ソフトウェア: S-DIVA、Winclada) を行い、東アジア温帯域に分布する種の祖先種の起源地と北方への分散経路を推定した。
- (3) これまでに中近東に 2 種、それ以外のアジアに別の 2 種のみが分布するとされていたホソアシナガバチ属 (*Parapolybia*) の中近東以外に分布する 2 種について分類学再検討を加えた。これら 2 種ならびにシノニムとされている「種」の原記載とタイプ標本の比較研究、また新たに採集した標本の詳細な形態比較を行った。同所的に分布する「形態種」については、分類学上の別種扱いの手続きを進めるとともに、各種について分布データを取りまとめた。「種」- 分布域のデータに基づき、種多様化が生じた地域 (種分化の中心地域) ならびに北方への分散経路を推定した。

#### 4. 研究成果

- (1) アシナガバチ属における種間系統関係、起源地ならびに分散経路について、以下のような結果を得た。  
系統関係: 対象としたアシナガバチ属の 3 亜属 (*Polistes* s. str., *Gyrostoma*, *Polistella*) の単系統性は表形形質ならびに DNA シークエンスデータを用いた解析によって支持された。  
*Polistella* 亜属内の 2 種群の構成種は、表形形質、DNA シークエンスデータそれぞれを用いた解析では一致しなかった。後体部第 2 腹板基部が膨らむ特徴でまとめられ、「ヒマラヤ回廊起源」を想起させる分布を示す種群として提唱された *P. mandarinus* 種群の単系統性は、表形形質を用いた解析では支持された。一方、DNA シークエンスデータを用いた解析結果では支持されず、後体部第 2 腹板基部が膨らむ特徴をもつ *P. mandarinus* と *P. diakonovi* が、後体部第 2 腹板基部が膨らんでいない *P.*

*stigma* や *P. japonicus* など構成されている種群に位置づけられた。

DNA シークエンスデータを用いた解析の結果、*Polistella* 亜属には、ヤマトアシナガバチ (*P. japonicus*) を含む種群とコアシナガバチ (*P. snelleni*) を含む種群が認められた。前者の起源地はアジア熱帯域であり、後者の起源地は、「冬」があるインドシナ半島北部であると推定された。

- (2) アシナガバチ属における越冬を必要とする温帯環境への適応に関する進化史は、系統仮説ならびに現在の分布パターンに基づく解析結果に基づき以下のように推定された。  
フタモンアシナガバチ (*P. chinensis*) を含む *Polistes* 亜属は、熱帯域には分布しておらず、その起源地は旧北区である推定された。祖先種において温帯環境 (越冬が必要) にすでに適応していたといえる。  
キアシナガバチ (*P. rothneyi*) のみ冷温帯まで分布する *Gyrostoma* 亜属の起源地はアジア熱帯域であり、ごく一部の種が北方へ分散する過程で温帯環境に適応してきたものといえる。  
前述のように、*Polistella* 亜属には、ヤマトアシナガバチを含む種群とコアシナガバチを含む種群が認められた。前者の起源地はアジア熱帯域であり、北方への分散過程で温帯環境に徐々に適応してきたと考えられ、冷温帯には分布していない。一方、後者の起源地は、「冬」があるインドシナ半島北部で、祖先種においてすでに温帯環境に適応し、北方への分散も急速に起こったと考えられる。
- (3) ホソアシナガバチ属 (*Parapolybia*) の分類学的再検討を行い、中東以外のアジアに分布すると考えられていた「2 種」が、それぞれ数種からなる種群であることを明らかにした。さらに、確固たる種分類と各種の分布データに基づき、起源地と東アジア温帯域への分散経路を推察した。  
*Parapolybia indica* 種群の分類学的整理を行い、4 新種を含む 9 種を認めた。台湾固有の *P. takasagona* を除き、いずれの種もヒマラヤ山脈から東に延びる「斜面」(温帯性の気候をもつ) に分布し、この地域が本種群の種分化の中心地であり、日本にも分布する 1 種 (*P. crocea*) のみが北方温帯域にまで分散した。する前に温帯環境へ適応していたといえる。  
*Parapolybia varia* 種群の分類学的整理については、本種が 1800 年代初頭に始まる命名上の対象となっていることから、十分には行えなかったが、

“*Parapolybia varia*”とされている「種」に少なくとも5種が含まれていること、タイプ標本との照合に基づき、日本に分布する“*Parapolybia varia*”が独立種であることが明らかになった。

*Parapolybia varia* 種群においても、*Parapolybia indica* 種群同様に、ヒマラヤ山脈から東に延びる「斜面」(温帯性の気候をもつ)に分布の中心があり、この地域が本種群の種分化の中心地であり、北方への分散前に温帯環境へ適応していたといえる。

#### 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 1件)

Saito-Morooka F., Nguyen L.T.P., Kojima J. Review of the paper wasps of the *Parapolybia indica* species-group (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) in eastern parts of Asia. Zootaxa, 3947, 215-235, 2015、査読有

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

小島 純一 (KOJIMA JUNICHI)  
茨城大学・理学部・教授  
研究者番号：00192576

##### (2)研究分担者

無し

##### (3)連携研究者

無し

##### (4)研究協力者

無し