

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K06411

研究課題名(和文) アシナガバチが行う個体認識についての包括的検討

研究課題名(英文) Individual recognition among foundresses in a polygynous polistine wasp

研究代表者

工藤 起来 (Kudo, Kazuyuki)

新潟大学・人文社会科学系・教授

研究者番号：70444180

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)：本研究の目的は、多雌コロニーを形成するオキナワチビアシナガバチの初期のコロニーにおいて、優位な創設メスと劣位な創設メスの間で、個体認識が行われているかを検討することである。まず、優位個体と劣位個体の間で、頭部の模様サイズは、優位個体と劣位個体の間で有意な差はなかった。次に、優位個体と劣位個体を異巣に導入する野外実験を行ったが、優位な導入個体と劣位な導入個体の間で、受け入れ巣の個体からの攻撃の強さは変わらなかった。これらの事実から、オキナワチビアシナガバチの多雌コロニーでは、優位個体と劣位個体が視覚ばかりでなく、嗅覚によっても区別される可能性は低かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

社会性カリバチのコロニー内の優位個体と劣位個体の識別については、従来の研究ではアシナガバチ属(Polistes)においてのみ、行われてきた。本研究は、チビアシナガバチ属(Ropalidia)の一種を材料にして初めて実施した。また、コロニー内の個体識別に関する研究は、視覚による情報、もしくは嗅覚による情報のいずれかが、扱われることが多かった。本研究は、どちらによる情報からも、優位個体と劣位個体が識別される可能性があったかを検討した画期的な成果と言える。

研究成果の概要(英文)：This study aims to examine that individual recognition is performed among colony mates in pre-emergence colonies of a polygynous wasp, *Ropalidia fasciata*. First, area of each 3 part in individuals' head was not significantly different between dominant and subordinate individuals. Next, dominant and subordinate individuals were individually introduced into alien colonies in field. However, aggressive responses of individuals from recipient colonies were not significantly different between dominant and subordinate individuals. These results suggest that individual recognition is not performed by non-nestmate individuals in pre-emergence colonies of *R. fasciata*.

研究分野：昆虫社会学

キーワード：社会性カリバチ オキナワチビアシナガバチ 優劣関係 個体認識 頭部の模様 体表炭化水素

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

アシナガバチは、いくつかの異なる場面で個体を識別する。最も有名な例は、巣仲間認識である。巣上の成虫メスは、巣に到着した個体の体表に存在する炭化水素の類似性により、巣仲間であるかを判断する（嗅覚）。巣仲間を認識する機構が安定していれば、コロニーに「よそ者」が侵入する可能性が低下するため、高い包括適応度が期待される。また、同じ巣上の個体間でも、優位な繁殖メスと劣位メスの間ではいくつかの方法で識別がなされる。近年 Nature 誌に掲載されたドミノスアシナガバチ (*Polistes dominulus*) における研究から、顔面の頭盾の模様の違いによって優位メスが識別されると報告された (Tibbetts & Dale 2004)。この場合、頭盾の模様は正直なシグナルとして作用しており、それを見て、巣仲間は相手の質を判断すると考えられている（視覚）。

これまでの研究から、原始的な真社会性昆虫とされるアシナガバチでも、高い情報処理により巣内外の個体を識別し、社会生活を営んでいることが示唆される。しかし、体表炭化水素による嗅覚情報で巣仲間や非巣仲間、優位メスや劣位メスを区別することを示した研究は散見される一方で、視覚による個体認識についての研究はアシナガバチ属 (*Polistes*) の2種に限定される。したがって現状では、アシナガバチ類における個体認識に関する研究は断片的で、知覚能力から社会性進化の道筋を考察するにはほど遠い。

2. 研究の目的

本研究では、アシナガバチ属と近縁なチピアシナガバチ属 (*Ropalidia*) の一種、オキナワチピアシナガバチ (*Ropalidia fasciata*) を材料にし、巣仲間・非巣仲間やコロニー内の優劣関係が嗅覚・視覚・聴覚によりどのように形成されているかを検証する。本研究は、次のような視点でみると、従来の研究にはなかった独自の内容を含む。

同一種において、複合的な情報により巣内外の個体間の認識力があるかを評価する。

アシナガバチ属以外の分類群で個体間の認識について包括的な評価を行う。

に関して、従来の研究は嗅覚・視覚のいずれかに着目し、アシナガバチ属のごく限られた種において検証がされてきた。しかしこれでは、どのような情報により個体間の認識が行われているか、断片的な理解しか得られない。本研究は、一つの種において複数の情報を初めて検証する。

に関して、アシナガバチ類における個体間認識についての研究は限られた分類群で行われてきた。本研究の成果が得られれば、社会性進化に知覚的な認識がどのように影響してきたかを系統解析するための重要な情報を提供できる。

本研究を果たす上で、オキナワチピアシナガバチは材料として十分に適している。本種は日本で唯一、多雌により多くのコロニーが創設されるが、コロニーにはしばしば「よそ者」が加入するため (岩橋・山根 1989) 巣仲間認識の機構が盤石でないように思われる。また、コロニー内では頻繁に優劣関係が変化することから (岩橋・山根 1989) どのような個体認識情報が社会システムの維持に影響するか検討すべきである。

3. 研究の方法

視覚による個体間認識：頭部の形質調査

顕微鏡下で頭部を撮影し、形質を多変量解析する。これにより、優位個体の形質が存在するかを判定する。また、野外で測定した行動データと照らし合わせ、どの形質が重要かを評価する。

頭部の形質調査で、特定の形質が優劣関係に影響している可能性があった場合、野外試験を行う。優位個体もしくは劣位個体の頭部の模様を人工的に変化させ、変化前と後で巣仲間から受ける攻撃行動の変化を観察する。

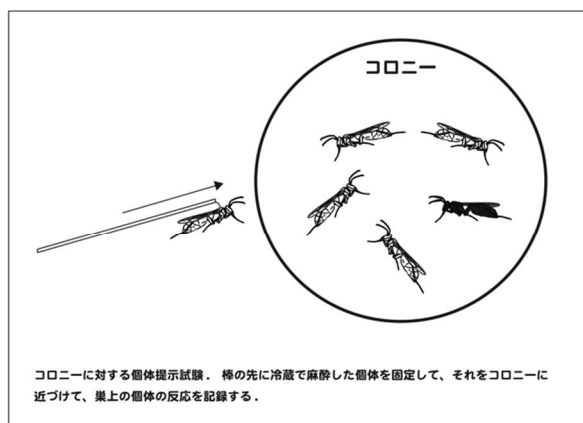
嗅覚による個体間認識

－ 野外試験

個体の特定：4月上旬から、営巣地内で発見されたすべてのコロニーのメスに個体識別のためのマーキングを行う。ビデオカメラで巣上の行動を観察し、巣外での活動や攻撃の頻度を測定する。これらの情報をもとに、巣外から加入した個体やコロニー内の最優位個体を特定した後、コロニーに対する個体提示試験を行う。

個体提示試験：採集した創設メスを氷上で十分に麻酔し、棒に固定し、コロニーに提示

して攻撃行動を測定する（下図）。使用する創設メスは、(a) 同巢の優位個体、(b) 同巢の劣位個体、(c) 異巢の優位個体、(d) 異巢の劣位個体とし、結果を比較する。



- GC-MS 分析

野外試験終了後、創設メスの中で優位個体と劣位個体からヘキササン抽出物を得る。そして、GC-MS 分析により、体表炭化水素の成分組成を分析する。

- 腹部の解剖

実験に使用した個体の腹部を解剖し、卵巣の発達程度から優位メスと劣位メスを判別する。

- マイクロサテライト分析

マイクロサテライトマーカーにより、コロニーメンバー間の血縁関係を推定する。

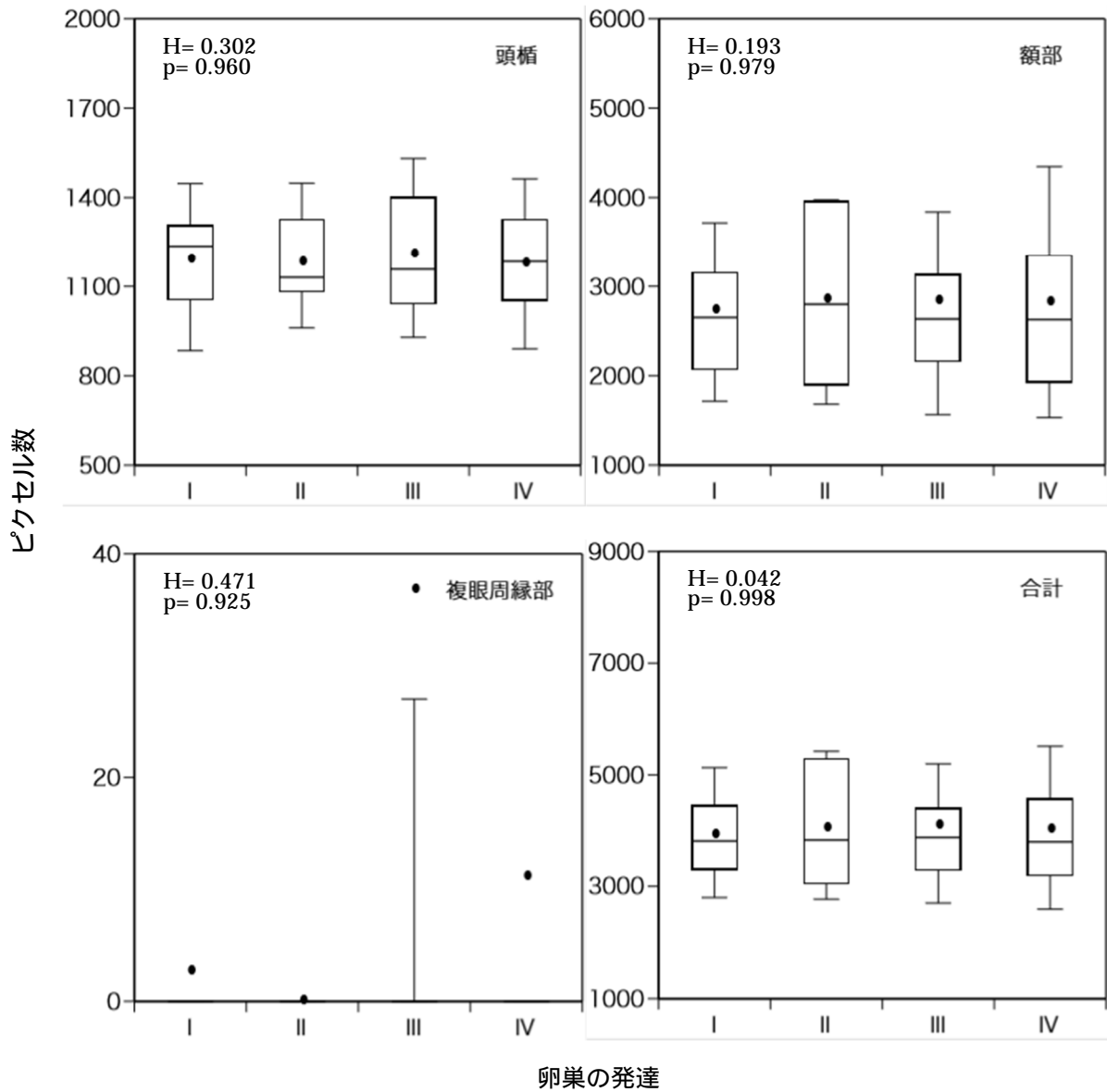
4. 研究成果

視覚による個体間認識：頭部の形質調査

オキナワチビアシナガバチの頭部には、3カ所に模様があり、個体間でそのサイズが異なっているように見えたため、優位個体と劣位個体の間で、これらの間に差があるかを比較した。

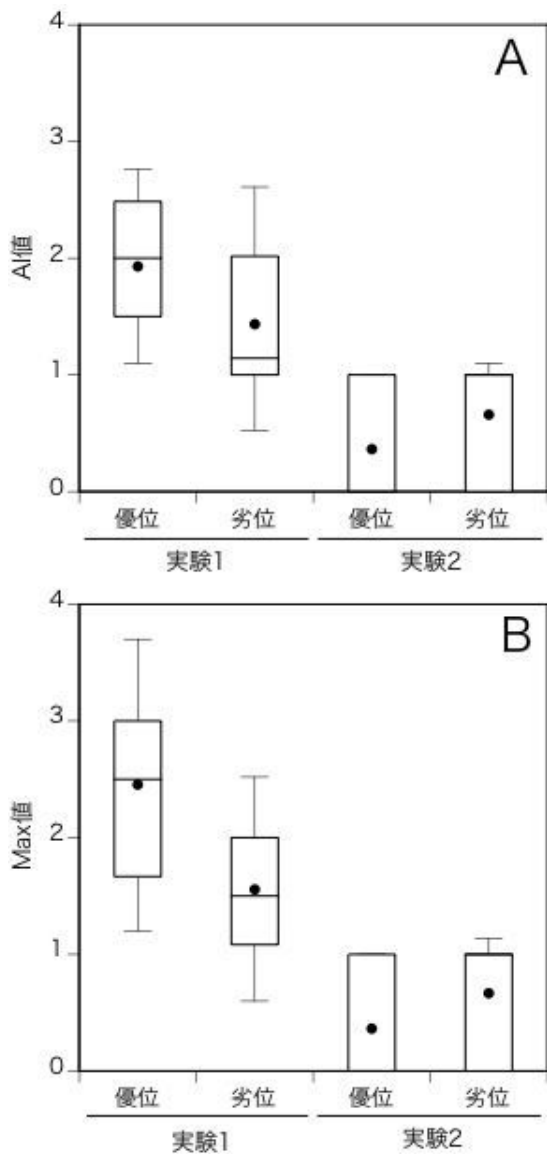


さらに、体サイズが優位・劣位個体の間で異なっているかについても、検討した。しかしながら、頭部の模様のサイズ、体サイズともに、優位個体と劣位個体の間で有意な差はなかった。これらのことから、オキナワチビアシナガバチの多雌創設コロニーでは、視覚によって、優位個体と劣位個体が区別される見込みは低い。



嗅覚による個体間認識

優位個体と劣位個体を異巣に導入する野外実験を行った。異巣に導入された個体は、受け入れ巣の個体から激しく攻撃されたが、優位な導入個体と劣位な導入個体の中で、受け入れ巣の個体からの攻撃の強さは変わらなかった。また、DNA 分析の結果から、コロニー内およびコロニー間の個体間の血縁関係により、攻撃行動が変化することも、なかった。



これらの事実から、オキナワチビアシナガバチの多雌コロニーでは、(1) 巣仲間認識の機構は厳しく働いているが、(2) 優位個体と劣位個体が視覚ばかりでなく、嗅覚によっても区別される可能性は低いことが示唆された。オキナワチビアシナガバチでは、個体間で CHCs の変異が大きくないことも示された。

コロニー内の優位個体と劣位個体の識別について、従来の研究はアシナガバチ属 (*Polistes*) においてのみ、行われてきた。本研究は、チビアシナガバチ属 (*Ropalidia*) の一種を材料にして始めて実施したが、コロニー内で優位個体と劣位個体を識別するメカニズムは存在しない可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kudo K., Katada S., Hasegawa E., Igarashi S., Sekihara N., Yamaguchi Y., Yamahira K., Koji S.	4. 巻 452
2. 論文標題 Polymorphic microsatellite loci for the primitively eusocial wasp <i>Ropalidia fasciata</i> (Hymenoptera: Vespidae)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Far Eastern Entomologist	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） 10.25221/fee.452.3	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3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 金澤真希・山上雄万・五十嵐桃子・小路晋作・工藤起来
2. 発表標題 多雌の創設メスは別コロニーの創設メスの優劣関係を区別して攻撃する？
3. 学会等名 日本動物行動学会第41回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 須貝将士・濱本季秋・土田浩治・岡本朋子・小路晋作・工藤起来
2. 発表標題 オキナワチピアシナガバチにおける創設メス間の優劣関係：頭部模様の影響
3. 学会等名 日本動物行動学会第38回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鳥岡駿・濱本季秋・伊藤夢・関原永恵・五十嵐俊也・片田真一・山平寿智・工藤起来
2. 発表標題 余力があるならオスも作ってしまえ！～オキナワチピアシナガバチの初期コロニーの事情～
3. 学会等名 日本動物行動学会第37回大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔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
研究分担者	土田 浩治 (Tsuchida Koji) (00252122)	岐阜大学・応用生物科学部・教授 (13701)	
研究分担者	岡本 朋子 (Okamoto Tomoko) (50588150)	岐阜大学・応用生物科学部・助教 (13701)	
研究分担者	小路 晋作 (Koji Shinsaku) (10447683)	新潟大学・自然科学系・准教授 (13101)	

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
---------	---------