

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 4 月 26 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21770017

研究課題名（和文） アシナガバチ亜科におけるサテライト巣建設の進化

研究課題名（英文） Evolution of satellite-nest building in Polistinae

研究代表者

工藤 起来（KUDO KAZUYUKI）

新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授

研究者番号：70444180

研究成果の概要（和文）：ブラジルに生息するサタンアシナガバチにおけるコロニー内の血縁構造を明らかにした。乾期コロニーと比べると雨期コロニーの方が繁殖メス数が多く、未成熟個体間の血縁度が低かった。また、乾期、雨期コロニーともに、未成熟個体の連続したコホート間で遺伝子頻度が異なっており、本種が継時的多雌性を示す可能性が明らかになった。さらに本研究から、サテライト巣を建設することにより優位な成虫メス間で繁殖をめぐる軋轢を解消できるわけではないことが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Colony genetic structures were examined in a Brazilian independent-founding wasp *Polistes satan*. The number of reproductive females was significantly larger in colonies of wet season than in colonies of dry season, and consequently the relatedness within each developmental stage of brood was lower in colonies of wet season than in colonies of dry season. In both dry and wet seasons, the gene frequencies were significantly different between groups of consecutive cohorts, suggesting that this species exhibits serial polygyny. *P. satan* builds satellite nests, but the building behaviors might not be associated with the resolution of conflicts among dominant reproductive females.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：サタンアシナガバチ、血縁度、マイクロサテライト、サテライト巣、新熱帯区、季節性

1. 研究開始当初の背景

アシナガバチ亜科のコロニー内の血縁構造については、温帯域に生息する種では明ら

かにされているが、熱帯・亜熱帯域に生息する種についてはほとんど判っていない。特に、熱帯・亜熱帯域に生息する独立創設型のアシ

ナガバチ類は一年を通じて営巣活動が可能であるにも関わらず、異なる季節を通してコロニー内の血縁構造を明らかにした研究はない。また、独立創設型のアシナガバチ類にはコロニーの創設直後に本巣を作った後、サテライト巣を建設する種が見られる。サテライト巣の建設の意義については、これまでに(a)捕食者や寄生者の攻撃に対するリスク分散や(b)優位メス間の社会的軋轢の解消の2仮説が考えられてきた。(a)の仮説については、北米産と南米産の独立創設型のアシナガバチそれぞれ1種ずつにおいて検証され、支持されてきた。しかしその一方で、仮説(b)については従来の研究では行動観察によって示唆されただけで、DNA分析により検討されてこなかった。

そこで本研究では、サテライト巣を建設するサタンアシナガバチ (*Polistes satan*) において、異なる季節において採集したコロニー内の血縁構造を DNA マイクロサテライト領域の分析により明らかにするとともに、サテライト建設の意義についての2種類の仮説について検討する。

2. 研究の目的

(1) コロニー内の血縁構造

熱帯・亜熱帯域には雨期と乾期があり、降水量ばかりでなくそれぞれの季節で気温が異なる。熱帯・亜熱帯域に生息するアシナガバチ類の多くは一年を通して営巣活動を行うことが可能であるが、これらのアシナガバチ類の血縁構造についての研究は、温帯域のアシナガバチと比べ、ほとんど行われていない。特に、異なる季節間でコロニー内の血縁構造が異なるかを検討した研究はない。本研

究では、ブラジルに生息するサタンアシナガバチに着目し、本種のコロニーを雨期と乾期に採集し、DNA マイクロサテライト領域の分析により血縁構造を明らかにする。

(2) サテライト巣建設の意義

サテライト巣の建設の意義についての2種類の仮説を検証する。

捕食者や寄生者の攻撃に対するリスク分散について明らかにするためには、特に本種に寄生する寄生者について知る必要がある。どのような寄生者が見られるかを野外で観察するとともに、採集した巣から出現した寄生者を捕獲、巣内の寄生者の痕跡を顕微鏡下で観察する。

優位メス間の社会的軋轢の解消についての仮説を検証するために、DNA マイクロサテライト領域の分析により得られた血縁度を巣盤内と巣盤間で比較する。もし複数の優位メスがそれぞれ異なるサテライト巣盤を独占して繁殖を行っているとするれば、巣盤間の血縁度と比べて巣盤内の血縁度は高くなると期待される。また、このような現象が起っていた場合、巣盤間では遺伝子頻度が異なることが予測される。

3. 研究の方法

(1) 観察と採集

サタンアシナガバチのコロニー内の血縁構造やサテライト巣建設の意義についての仮説を検証するために、ブラジルサンパウロ州カジュルー市にて調査を行うとともに、サンプルを回収した。現地調査は2009年7月26日～8月12日と2011年3月13日～3月29日の2回行った。2回の調査で、合計24コロニーから巣上の成虫やブルー

ド（卵、幼虫、蛹）を回収し、99%アルコールで保存し、日本に持ち帰った。

（2）DNA マイクロサテライト領域の分析
各コロニーのすべての成虫とブルードから、DNA を Chelex 法により抽出した。独立創設型のアシナガバチ3種（北米産の *Polistes bellicosus* と日本産のフタモンアシナガバチとキアシナガバチ）で設計されていたプライマー50種がサタンアシナガバチのマイクロサテライト DNA 領域の増幅に適しているかを検討したところ、6 遺伝子座が有効に変異を検出できることを明らかにできた。そこで、すべての個体について6 遺伝子座における分析を行い、サタンアシナガバチの血縁構造を明らかにした。

（3）採集した巣内に残っていた寄生者の痕跡を顕微鏡下で観察するとともに、成虫メスの腹部を解剖してネジレバネや原虫による寄生が見られるかを確認した。

4. 研究成果

巣内の糞塊の有無とオスの存在によって、コロニーのステージを創設期（コロニーの創設から最初のワーカーが出現するまでの時期）とワーカー期（最初のワーカーが出現した後の時期）に分けた。また、6 遺伝子座による DNA マイクロサテライト分析により、卵と幼虫、蛹、成虫の遺伝子型を決定した。

セル数や巣盤数、未成熟個体数、成虫数、血縁構造を雨期の創設期コロニーとワーカー期コロニーの間で比較したところ、ワーカー期コロニーの方がセル数や巣盤数は多かったが、未成熟個体数や血縁構造に差はなかった。同じ季節内では、コロニーの発達ステ

ージが異なっても血縁構造に違いがないことが示された。次に、乾期と雨期のワーカー期コロニーの間で同様の比較を行ったところ、セル数や巣盤数、未成熟個体数に違いはなかったが、雨期コロニーの方が繁殖メス数とオス数が多く、未成熟個体の血縁度が低かった。雨期には餌資源が多く、一日に活動できる時間も長いため巣は早く成長するので、巣内には多くの繁殖メスがいたためコロニー内の未成熟個体間の血縁度が低下したと考えられる。また、雨期の創設期コロニーと乾期と雨期のワーカー期コロニーのそれぞれにおいて、各未成熟個体のコホートで血縁関係を求めたところ、未成熟個体は複数の繁殖メスから生産されていることが判った。さらに、乾期、雨期のコロニーで未成熟個体の連続したコホート間（卵と幼虫間、幼虫と蛹間、蛹と非繁殖メス間）では遺伝子頻度が異なっていた。これらの結果は夏だけに限らず、餌資源量の乏しい冬においても繁殖メスによる繁殖をめぐる闘争が頻繁に起こり、繁殖メスが時間経過と共に移り変わっていることを示唆している。

サタンアシナガバチにおけるサテライト巣を建設する意義について、優位メス間の社会的軋轢の解消に着目したが、巣盤内と巣盤間で未成熟個体の血縁度は異ならなかった。しかし、卵については巣盤間で遺伝子頻度が有意に異なっていた。このことから、複数の優位な繁殖メスが特定の巣盤を独占して産卵を行っている可能性が示唆されたが、幼虫や蛹では巣盤間で遺伝子頻度が異ならなかったことから、劣位メスも産卵できるものの優位メスによって食卵されるため、卵では巣盤間では遺伝子頻度が変わるが、幼虫や蛹では変わらなかったと考えられた。これらの結果から、複数の繁殖メスが特定の巣盤を独占して産卵を行っていたとしても、優位メ

スが巣盤間を移動して劣位な繁殖メスの卵を食卵してしまうため、サテライト巣が優位メス間の軋轢の解消に強く関わっているわけではないと考えられた。

乾期のコロニーには寄生蜂が存在していたため、サタンアシナガバチにおけるサテライト建設の意義も、他のサテライト巣を建設するアシナガバチと同様に、寄生者や捕食者からの攻撃のリスクを分散させるためのものであるかもしれない。

本研究から、分子遺伝学的手法により、亜熱帯に生息する独立創設型のサタンアシナガバチの社会・血縁構造が解明された。熱帯・亜熱帯域において、独立創設型のアシナガバチ類におけるコロニー内の社会・血縁構造を異なる季節を通じて明らかにした研究はないため、本研究の成果はたいへん貴重なものであると言える。

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)

Kazuma Komatsu, Sidnei Mateus, Ronaldo Zucchi, Fabio S. Nascimento & Kazuyuki Kudô 2012. Application of microsatellite primers developed for *Polistes* in the independent-founding wasp *Polists satan* Bequaert (Hymenoptera: Vespidae). Neotropical Entomology (査読有)(印刷中).

[学会発表](計3件)

小松一磨・小柳津渉・工藤起来 2011年9月17日. ブラジルに生息するサタンアシナガバチのコロニー内の血縁構造. 日本昆虫学会第71回大会, 信州大学.

小松一磨・山口勇氣・工藤起来 2010年11月19~21日. 南米に生息するサタンアシナガバチの血縁構造. 日本動物行動学会第29回大会, 沖縄県男女共同参画センターティルル(琉球大主催)

小松一磨・小西和彦・工藤起来 2010年9月18日. ブラジル産サタンアシナガバチに寄生するヒメバチの一種 *Pachysomoides* sp. 日本昆虫学会第70回大会, 山形大学

[図書](計0件)

[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〕

なし

6．研究組織

(1)研究代表者

工藤 起来 (KUDO KAZUYUKI)

新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授

研究者番号：70444180

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

小西 和彦 (KONISHI KAZUHIKO)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究
機構 / 食品産業技術総合研究機構・北海
道農業研究センター / 主任研究員

研究者番号：90414747

(4)研究協力者

小松 一磨 (KOMATSU KAZUMA)

新潟大学大学院教育学研究科・大学院生