

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20570067

研究課題名(和文) 化学情報社会に対する社会寄生の情報戦略の解明

研究課題名(英文) Studies on chemical tactics of social parasitic ant species

研究代表者

秋野 順治 (AKINO TOSHIHARU)

京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・准教授

研究者番号：40414875

研究成果の概要(和文)：宿主アリと異種混成巣をつくる社会寄生性アリ種は、同種仲間を巣仲間として識別するが、宿主アリを巣仲間としては認識していない。宿主アリは、宿主も寄生者も巣仲間として認識した。寄生者の体表炭化水素は宿主に酷似しているが、個体隔離によってその組成は変化し、総量は減少した。寄生者は、宿主が元来巣仲間の認識に利用している体表炭化水素を獲得し模倣することで宿主の行動を制御する一方、種内での巣仲間認識には別種の化学物質を用いる可能性が高い。

研究成果の概要(英文)： Social parasitic ants constructed mixed species colonies with the host ants. The host ants discriminated the parasite ants as nestmates, but not vice versa. The parasite ants, however, discriminated the conspecific nestmates from the conspecific foreigners. Because the host ants rely on cuticular hydrocarbons for their nestmate recognition, it is most likely that the parasite ants would deceive the host ants by acquiring the host cuticular hydrocarbons through direct body contact. In contrast, the parasite ants rely on non-hydrocarbon components for their own conspecific nestmate recognition.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：化学生態学

科研費の分科・細目：基礎生物学・動物生理・行動

キーワード：社会寄生、化学擬態、奴隷狩り

1. 研究開始当初の背景

集団生活をする蟻類の社会は、フェロモンなどの情報化学物質に基づく個体間交信が発達した高度な情報依存社会である。そこでの情報交信は、血縁関係を基本としたアリの家族社会(コロニー)内での強い結束性と高い排他性の維持に貢献している。それによって、社会の構成員には、安全・安定・快適な環

境が常時提供されると同時に、それを維持するための種々のタスクが課せられる。

一方、シジミチョウ幼虫やアリスアブ、アリヅカコオロギなどの好蟻性昆虫は、安全・安定・快適な環境を享受しながらも、それを維持するためのタスクを負わない。このような生存戦略を可能にするのは、好蟻性昆虫に共通した化学戦術であり、それによって宿主

アリによる攻撃・排他を免れている。同様の化学戦術は、別種アリの労働力を搾取することで自種の繁栄をはかる社会寄生的アリ種においても認められる。

好蟻性昆虫および社会寄生性アリ種に共通する化学戦術には、宿主アリ種のコロニー特異的な情報である「同巢認識フェロモン」を盗用する「化学擬態」がある。

この戦術の有効性を指示する根拠は、多くのアリ種で体表炭化水素組成・組成比 (CHC・CHP) が同巢認識フェロモンであると考えられること、多くのアリ類が異質な CHC・CHP に対して敏感に反応し攻撃を仕掛ける一方で、同質の CHC・CHP に対しては攻撃行動を示しにくいこと、多くの好蟻性昆虫種および社会寄生性アリ種が、宿主アリ種の CHC・CHP とほぼ相同な CHC・CHP を持つこと、の3点である。

ところが、社会寄生性アリ種による化学擬態戦術に着目した場合には、次の2点について検証する必要がある；(1)異種混成巣内における同巢認識の実態はどのようになっているのか、つまり寄生種自身は種特異的な同巢認識をおこなっているのか、(2)行なっているのであれば、その認識に用いられている情報化学物質はどのような成分か。

例えば、奴隷制という寄生形態をとるサムライアリでは、その化学擬態の特性が他の社会寄生アリ種や好蟻性昆虫とは異なっている。後者の化学擬態は、宿主の巣内で既に通用している化学情報を模倣するものであり、それによって宿主の社会構成員であるかのように振舞うことが可能となる（「羊の皮をかぶった狼」戦術）。ところが、サムライアリの場合は、宿主アリは複数コロニーから常時追加徴兵されるため、擬態のモデル情報は統一されていない。そのため、単純に「羊の皮をかぶった狼」戦術が適用されるわけではないものと予期される。

2. 研究の目的

本課題では、奴隷制を示すサムライアリと、一時的社会寄生種であるアメイロケアリ・クロクサアリを対象として先の2点について検証を行なうことを目的とした。

それに先立ち、それぞれの社会寄生性アリ種と宿主アリ種との間に、CHC・CHPの化学的な類似が成立することを確認する。

その上で、(1)社会寄生種自身に関する同巢認識の実態検証をおこなう。社会寄生種のコ

ロニーでは、社会寄生種自身と宿主アリ種とが混成している。そこでの同巢認識を想定すると、社会寄生種による同種の同巢と異巢個体の識別、社会寄生種による異種(宿主)の同巢と異巢個体の識別、宿主アリ種による同種の同巢と異巢個体の識別、および宿主アリ種による異種(社会寄生種)の同巢と異巢個体の識別、のそれぞれが成立するものと予期される。このいずれか、あるいはいずれもが成立するの否かを検証する。

これらの宿主アリ種においては、CHC・CHPが同巢認識フェロモンとして機能することが確認されている。そこで、異種混成巣を形成する社会寄生種について、種特異的な同巢認識が成立している場合、その情報がCHC・CHPによるものか否かを検証する。寄生種のCHC・CHPは宿主に応じて獲得したものであることから、元来の種特異的信号にはなり得ない、という仮説の検証を目指したものである。

3. 研究の方法

両系の社会寄生アリ種を対象として、それぞれの異種混成巣における社会寄生種および宿主アリ種のそれぞれについて、同種および異種に対面したときの威嚇・攻撃行動を観察し、その頻度をもとに同巢認識の実態を検討した。

また、それぞれ対応するワーカーについては、個体別に体表炭化水素成分を分離・精製し、ガスクロマトグラフ分析に供することによって、その組成および組成比の類似性を検討した。

さらに、社会寄生種における同種同巢認識に関わる化学因子を探索するために、抽出した体表ワックス成分を複数成分に分離した上で生物検定に供し、その活性を比較した。

4. 研究成果

サムライアリとその宿主アリ(奴隷)種の異種混成巣における同巢認識の実態を検証した結果、いずれも同種同巢個体を同種異巢個体と識別していることが判明した(図1a:サムライアリ、b:奴隷クロヤマアリ)。ただし、サムライアリの同種同巢個体は基本的に血縁者であるのに対して(図中ではNestmateと表記)、宿主クロヤマアリの同種同巢個体は互いに血縁ではない可能性が高い(そのため図中ではcolonymateと表記)。宿主であるクロヤマアリの同種同巢認識の程度は、未寄

生状態での認識の程度よりも若干低下した(図 1c)。

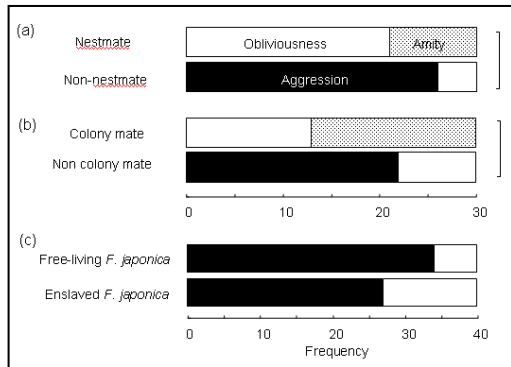


図 1 サムライアリ (a) クロヤマアリ (b) の同種同巢認識

一方、異種間の同巢認識反応を比較すると、サムライアリは異巢の奴隷クロヤマアリに対してあまり攻撃行動を示さなかった。しかし、奴隷クロヤマアリは異巢サムライアリに対して排斥的な行動を示した(図 2ab)。

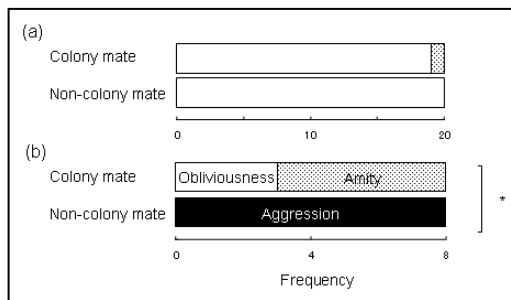


図 2 サムライアリ (a) クロヤマアリ (b) の異種同巢認識

サムライアリの体表ワックス成分を複数の画分に分画して生物検定をおこなったところ、サムライアリの種特有で巢特異的な攻撃行動は、非炭化水素画分によって解発された。

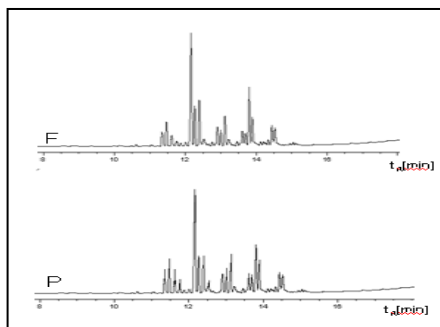


図 3 サムライアリ (P) 奴隷クロヤマアリ (F) の CHC

GC-MS 分析の結果、サムライアリは宿主クロヤマアリに似せた CHC・CHP をもつことが確認された(図 3)。巢内での CHP の類似性は、宿主クロヤマアリ同士で有意に高くなる傾

向があったのに対して、サムライアリ同士では大きくばらついた。しかしながら、巢間での CHP 比較を行なうと、寄生種と宿主とは巢特異的な類似を示し、他のコロニーからの判別が可能であった。

以上の結果から、元来 CHC・CHP を同巢認識フェロモンとして利用しているクロヤマアリは、寄生を受けた後も CHC・CHP によって同巢識別を行なっていること、巢内のサムライアリとクロヤマアリを識別していない可能性があること、サムライアリは CHC・CHP を模倣することで宿主クロヤマアリの行動を制御している可能性が高いこと、サムライアリ自身の同種同巢認識には CHC 以外の化学物質を利用しているであろうこと、が推察される。

今回の解析より、宿主クロヤマアリよりもサムライアリにおいて CHP のばらつきが大きいこと、また非寄生のクロヤマアリ巢と比べて被寄生クロヤマアリ巢では CHP のばらつきが全般的に大きくなること、が判明した。このことから、サムライアリが宿主由来の複数の情報を合わせて新たなモデル情報を作り出し、それに基づいて宿主の操作を行なっている可能性が示唆される。擬態の成立には、宿主クロヤマアリの同巢認識能獲得および形成過程が密接に関与することがうかがわれるため、今後はその解明とあわせた検証をおこなう必要がある。

別の社会寄生系であるアメイロケアリ・クロクサアリにおいては、トビイロケアリに対する一時的な社会寄生種であるアメイロケアリが、宿主であるトビイロケアリの CHC・CHP を化学擬態することを確認した。また、隔離実験の結果から、アメイロケアリはトビイロケアリ似の CHC を自ら合成するのではなく、直接接触によってそれらを獲得する可能性が高い。また、アメイロケアリは元来種特異的な体表炭化水素成分を殆ど持たないことを確認した。

一方、アメイロケアリは、自らが被寄生者になった場合には、その寄生者であるクロクサアリに類似した CHC を獲得した。クロクサアリは CHC・CHP によって同巢認識をおこなっており、その CHC は直接の接触によってアメイロケアリ体表に移ることから、アメイロケアリ自身の同種同巢認識には炭化水素以外の成分が寄与しているものと考えられる。

アメイロケアリは社会寄生種としての特性：自らの CHC を極力少なくし宿主の CHC を模倣する能力に長けた種であることがうかがえる。そのため、寄生を受ける側に回った

場合には、寄生者の CHC を獲得してしまうものと推察される。

今回検証した 2 つの事例は共通して次のことを示唆している：すなわち、社会寄生種における同種同巢認識の情報化学物質は、一般によく利用されている CHC ではなく、異なる物性の化学物質である。CHC 以外の同巢認識フェロモンの実態については殆ど解明されていないが、CHC に基づく同巢認識能にも何らかの影響を及ぼす可能性がある。今後は社会寄生種を対象としてその化学性状を明らかにしていく必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

秋野順治日本昆虫学会 2010 山形大会 “奴隷制社会での同巢識別とその化学信号：サムライアリとクロヤマアリ” 山形大学 2010 年 9 月 19 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

秋野 順治 (AKINO TOSHIHARU)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・
准教授
研究者番号：40414875

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：