

令和元年6月26日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05769

研究課題名(和文) 軍隊アリ近縁種群の比較研究から究明する「軍隊アリ形質」のメカニズムと進化

研究課題名(英文) Evolution of army ant syndrome: lessons from non-army ant doryline ants

研究代表者

伊藤 文紀 (Ito, Fuminori)

香川大学・農学部・教授

研究者番号：50260683

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 7,500,000円

研究成果の概要(和文)：各地でサスライアリ亜科非軍隊アリ種のコロニーを採集し、その構成や餌内容、繁殖の周期性、カスト分化程度を明らかにした。働きアリ数はCerapachys属で数百個体を超えるものが数種含まれていたが、他の属ではいずれも100個体未満で、軍隊アリと比較して著しく少なかった。多女王制が少なくとも7種あり、この点でも軍隊アリと著しく異なっていた。Lioponera属はいずれの種も非周期性繁殖種で、ほかの種はすべて周期性繁殖であった。餌への特殊化は多様で、アリ類専門家とともに広食種もいた。コロニーサイズが小さな種は単独で、大型の種では集団採餌をおこなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

熱帯や亜熱帯に分布する軍隊アリの仲間は、コロニーサイズが巨大であることから捕食者として重要であるだけでなく、その洗練された集団採餌行動や巣の移動等、自律的な行動の機能やその機構を理解する上で重要なグループである。本研究では、軍隊アリに近縁な複数の属の行動や習性を、特にコロニー構成や採餌行動、繁殖の周期性に注目して、明らかにした。これらの比較から軍隊アリの習性の進化を検討することが可能になった。

研究成果の概要(英文)：Colony composition, prey menu, reproductive cycle, caste differentiation and foraging behavior were investigated for non-army doryline ants in southeast Asia. Colony size varies from 20 in most species to more than 1000 workers in a few species of Cerapachys. At least seven species containe polygynous colonies. All species of Lioponera showed non-cyclic reproduction whereas other species showed cyclic reproduction. Prey specialization varies species to species: some Cerapachys species fed on various different kind of arthropod while Lioponera and some other genera accepted ant brood only.

研究分野：昆虫生態学

キーワード：集団行動 餌 周期性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

“真の軍隊アリ”とよばれる、サスライアリ、ヒメサスライアリ、グンタイアリの仲間は、かつてはそれぞれ独立の亜科とされていた。いずれも、コロニー内に数万個体から百万個体の働きアリを含み、捕食性が強く、熱帯の陸上生態系において重要な役割を果たしている。働きアリは集団で採餌し、顕著な女王-働きアリ間多型、女王による集中産卵と幼虫の同調的成長、幼虫期の頻繁な巣の移動、アリ類をはじめとする社会性昆虫への専食などアリ科のなかで極めて特異な行動学的・生態学的特性をもつことが知られているが、コロニーサイズが巨大なため室内での詳細な観察や操作実験は困難を極めること、および比較可能な“軍隊アリ”ではない種群が不明であることなどから、これらの形質の進化と意義およびそのメカニズムについては謎が多い(Kronauer 2009)。最近の分子系統学的研究から、従来クビレハリアリ亜科とされていたアリの一部の種と真の軍隊アリが姉妹群であることが明らかとなり (Brady et al 2014)、クビレハリアリ亜科と真のグンタイアリ3亜科を統合してサスライアリ亜科とされた。そのため軍隊アリ形質の進化や意義を明らかにする上でかつてのクビレハリアリ亜科の行動や生態に関する知見は極めて重要である。

2. 研究の目的

東南アジア各地で徹底的にクビレハリアリ類を探索し、様々な種のコロニー構成、アリ専門食程度、女王-働きアリ間のカスト差、同調成長の有無、集団採餌行動など、軍隊アリの形質や超個体性に関わる形質を調査し、これらの系統上の形質分布を明らかにする。特に“真の軍隊アリ”と近縁である、*Cerapachys sulcinodis* をふくむ *C. jacobsoni* 種群、*Yunodorylu*属、*Chryspace*属に注目する。この2種群に関して、野外および実験室内で詳細な観察と実験により集団採餌、一斉産卵、同調成長の意義とメカニズムを明らかにする。これらの結果から軍隊アリ症候群の進化に関係する形質や生態的背景を検討する。

3. 研究の方法

東南アジア各地において徹底的にクビレハリアリ類を探索し、様々な種のコロニー構成、アリ専門食程度、女王-働きアリ間の形態学的カスト差、雄の形態学的特殊化の程度、同調成長の有無、採餌様式など、軍隊アリ形質の状態を調査し、系統樹にマッピングすることで、軍隊アリ形質の進化のプロセスを明らかにする。特に“真の軍隊アリ”と近縁である、*Cerapachys sulcinodis* をふくむ狭義の *Cerapachys*属、*Yunodorylus*属、*Chryspace*属に注目する。*C. sulcinodis*と*Yunodorylus*をモデル種として、野外と実験室内で詳細な観察と実験により集団採餌、巣移動、一斉産卵、同調成長意義とメカニズムを明らかにする。

4. 研究成果

マレーシア、タイ、ベトナムなどで *Cerapachys* 属、*Yunodorylus* 属、*Chryspace* 属を中心にクビレハリアリ類を探索し、合計 5 属 18 種のコロニーについて調査するとともに、*Cerapachys sulcinoides* 種群、*C. sp. (jacobsoni-gp)*と *Yunodorylus eguchii* については特に詳細な観察を実施した。主な結果は以下の通り。

- (1) コロニー構成：*Yunodorylus* 属は野外で完全にコロニーを採集することはできなかったが、野外での採集状況から数千個体程度のコロニーを作るものと予測された。*Cerapachys* 属の一部の種でコロニーあたりの働きアリ数が 1000 個体を超えたが、ほかの大部分の種では 100 個体以下の小型コロニーを作る種であった。女王の形態は、一般のアリで見られる有翅女王種とともに、無翅女王種が *Cerapachys* 属、*Yunodorylus* 属、*Parasyasia* 属で見出された。このうち、*Yunodorylus* 属 2 種の女王の形態は、真の軍隊アリのように繁殖期に腹部が著しく肥大するタイプであったが、特殊化の程度は真の軍隊アリほどではなく、*subdichthadiigyne* として、その形態的特徴を記載した(Eguchi et al 2016; Satria et al 2018)。コロニーあたりの女王数は、*Yunodorylus* 属では単女王制であったが、他の属では種によってことなり、多女王制も多くの種で見られた。
- (2) カスト分化程度：働きアリの卵巣小管数は、*Cerapachys* 属の 1 種を除くと、おおむね 2 本 (1-1) であったが、女王アリの卵巣小管数は多様で、*Lioponera* 属では 4 本 (2-2) であり、有剣類の基本数である 6 本よりも縮小していた。*Cerapachys* 属では種によって異なり 8 本から 40 本程度までみられ、おおむねコロニーサイズと対応して女王の卵巣小管数は増大していた。

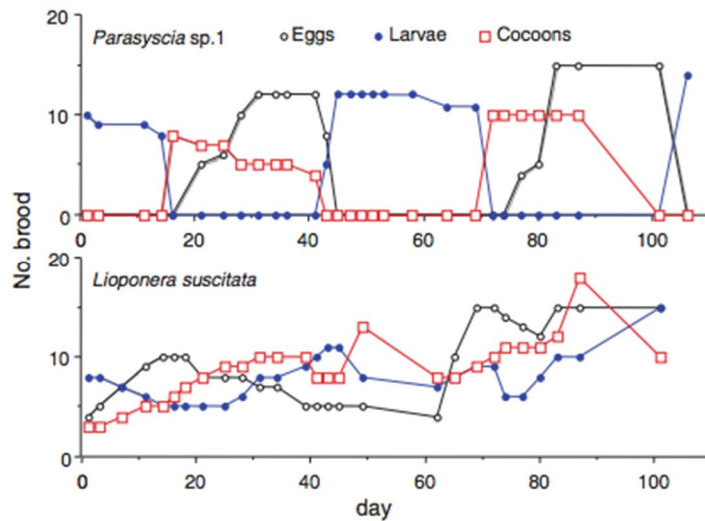


図1
Parasyscia
属と
Lioponera
suscitataの
幼体構成の
変化。
Ito et al
2018によ
る。

- (3) 周期繁殖：真の軍隊アリのうち、新熱帯のグンタイアリ属や旧世界のヒメサスライアリ属では、周期的な産卵と幼体の同調成長が知られている。この周期と採餌行動の頻度や巣の引越し行動が同調しており、真の軍隊アリの重要な生態的特徴の一つである。野外の幼体の構成や室内飼育下での幼体構成の動態から、周期繁殖の有無を検討したところ、Lioponera属に含まれる4種はいずれの種も非周期繁殖種で、Cerapachys属、Yunodorylus属、Chrysace属、Parasyscia属はすべて周期繁殖種であった(図1)。Lioponera属のうち、L. suscitataについては約4か月間にわたって幼体構成の変化を調査したとこと、コロニー内には常に卵・幼虫・蛹が含まれ、女王アリは週あたり2~6個の卵を継続的に生産していた。L. suscitata種群の非周期的繁殖について、論文にまとめ公表した(Ito et al, 2018)。日本産のLioponera属であるククロビレハリアリでも同様に非周期的繁殖で、この繁殖様式はLioponera属に共通して見られる特性の一つであると考えられる。
- (4) 食性：Cerapachys属の中でもコロニーサイズが大きいC. sulcinoides種群とYunodorylus属は、室内実験下では、アリ類の幼体とともに様々な節足動物を餌として利用する広食性捕食者であった。前者については野外でも多様な節足動物を捕食する場面が観察されている。一方でCerapachys属のなかでもコロニーサイズが小さい種や、ほかの旧クビレハリアリ亜科の種はアリ幼体の専門食者であった。
- (5) 採餌様式：Cerapachys sulcinoides種群についてはタイにおいて野外で詳細な観察を実施した。本種群は11月~3月の乾季には温度湿度共に雨季と同様な時期があるにもかかわらず採餌活動を一切おこなわず、巣外の活動は雨季にのみ観察された。これは乾季にはコロニー内に幼虫が一切いないためであると考えられた。本種群は完全な昼行性で、雨季の間、採餌は日中だけに観察され、日没後の採餌行動はごく稀にしか行わなかったこれらの採餌活動の日周性と季節性についてまとめた論文を発表した(図2、Mizuno et al 2019)。Cerapachys sulcinoides種群は、採餌の際、ほぼ常に集団で出巣したが、コロニーサイズが小さいCerapachys sp.では単独で出巣し、餌を発見した時に巣にもどり巣仲間を動員していた。

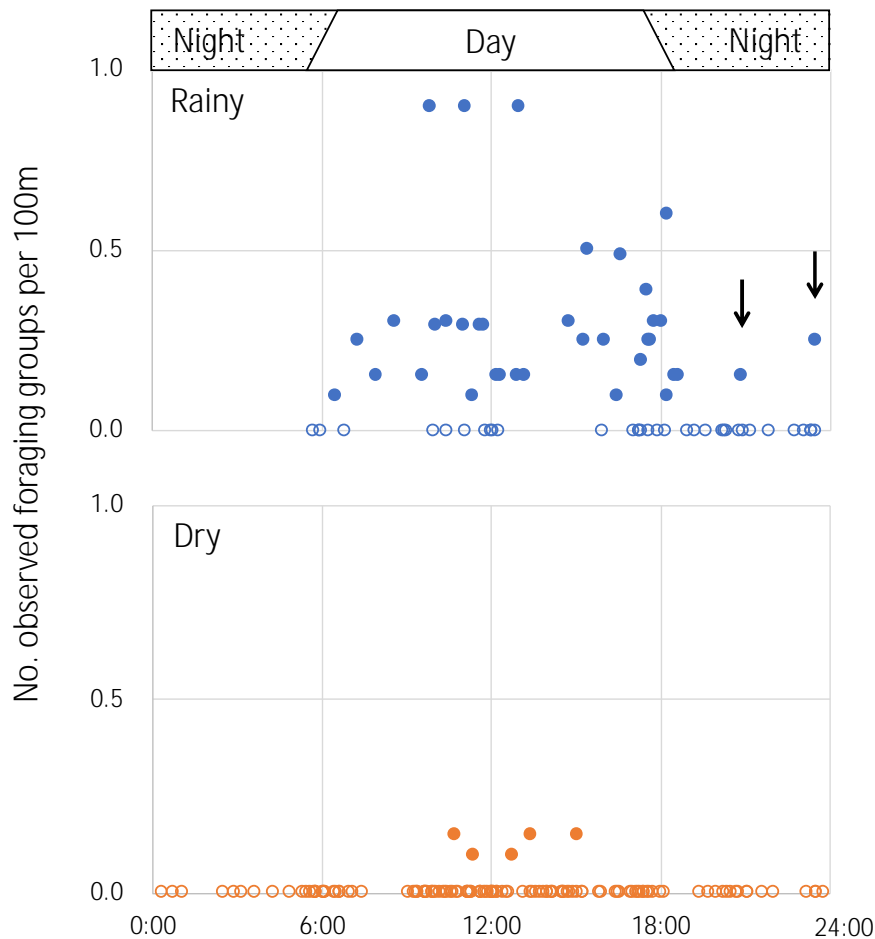


図2 雨季と乾季の日周活動。Mizuno et al (in press)より。

- (6) 女王の行動：C. sulcinoides 種群と Yunodorylus 属の女王は、働きアリが産卵する栄養卵専門食者であった。C. sulcinoides 種群 2 種 4 コロニー女王 21 個体について、合計 293 時間にわたって行動を観察したところ、働きアリが 349 個の栄養卵をうみ、そのうち 173 個が女王によって摂食された。女王アリは栄養卵以外一切摂食しなかった。Yunodorylus eguchii の 2 コロニー女王 2 個体について、合計 138 時間にわたって観察したところ、合計 318 個の栄養卵が働きアリによって産下され、そのうち 89 個が女王によって摂食された。C. sulcinoides 種群と同様に女王アリは栄養卵以外一切摂食しなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 14 件)

Dang VA, Yamane S, Nuyen DA, Eguchi K. 2018. New combination and redescription of *Brachyponera mesoponeroides* Radchenko, 1993 (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae). *Revue suisse de zoologie*, 125:221-229

Eguchi K, Mizuno R, Ito F, Satria R, et al 2016 First discovery of subdichthadiigyne in *Yunodorylus* Xu, 2000. *Revue suisse de Zoologie* 123:307-314

Ito F, Gobin, B. and Hshim, R 2017. Harvesting fig seeds from bird feces by an Oriental myrmecine ant species, *Acanthomyrmex ferox* (Hymenoptera Formicidae) *Asian Myrmecology* 9:1-2

Ito F, Jaitrong W, Hashim R, Mizuno R, 2018. Colony composition, brood production and caste dimorphism in two species of the doryline genus *Lioponera* in the Oriental tropics (Formicidae: Dorylinae). *Asian myrmecology* 10

- Ito, F., Miyazaki, S., Hashim, R. and Billen J. 2017. Colony composition and behavioral characteristics of *Myrmoteras iriodum* and *M. jaitrongi* in Ulu Gombak, Peninsular Malaysia (Hymenoptera Formicidae) *Asian Myrmecology* 9:1-9
- Mizuno R, Suttiprapan P, Jaitrong W, Ito F. in press Daily and Seasonal Foraging Activity of the Oriental Non-army Ant Doryline, *Cerapachys sulcinodis* Species Complex (Hymenoptera; Formicidae) *Sociobiology* in press
- Satria R, Bui TV, Eguchi K 2017 New synonymy and redescription of *Anochetus mixtus* Radchenko, 1993, and distinction from the other members of the *Anochetus rugosus* group (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae). *Asian Myrmecology* 9:1-15.
- Satria R, Itioka T, Meleng P, Eguchi K 2018 Second discovery of the subdichthadiigyne in *Yunodorylus* (Borowiec, 2009) (Formicidae: Dorylinae). *Revue suisse de zoologie* 125:73-78.
- Satria R, Sasaki O, Viet BT, Oguri E, Syoji K, Fisher B, Yamane Sk, Eguchi K 2017 Description of the first Oriental species of the ant genus *Xymmer* (Hymenoptera: Formicidae: Amblyoponinae) *Zootaxa* 4168:141-150.
- Shoji K, Eguchi K 2017. Nesting site selection of *Temnothorax congruus* from Japanese broad-leaf forests: a trade-off between nest site quality and distance from sympatric *Crematogaster teranishii* colonies. *Asian Myrmecology* 9:1-8.
- Wang WY, Yamada A, Eguchi K. 2018 First discovery of the mangrove ant *Pheidole sexspinosa* Mayr, 1870 (Formicidae: Myrmicinae) from the Oriental region, with redescrptions of the worker, queen and male. *Raffles Bulletin of Zoology*66: 625- 633
- Yamada A, Dang VA 2017 A New Record of *Pheidole hainanensis* Chen, Ye, Lu, & Zhou, 2011 (Hymenoptera: Formicidae) from Vietnam. *Taiwanese Journal of Entomological Studies* 2:8-12.
- Yamada A, Ito F., Hashim R, Eguchi K. 2018 Queen polymorphism in *Acanthomyrmex careoscribis* Moffett, 1986 in Peninsular Malaysia (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae), with descriptions of hitherto unknown female castes and males. *Asian myrmecology*
- Yamada A, Phung THL, Eguchi K. 2018 Description of a new species of the ant genus *Ooceraea* Roger, 1862 (Hymenoptera: Formicidae: Dorylinae) from the Vietnam's Central Highlands. *Journal of Insect Biodiversity* 7:17-23

〔学会発表〕(計8件)

- 小比賀光紘・Weeyawat Jaitrong・伊藤文紀 2016アレチカタツノハリアリ *Odontoponera denticulata*の生態 第55回日本昆虫学会四国支部会
- 塩田真紀・小比賀光紘・伊藤文紀 2016 アギトアリ属の一種 *Odontomachus simillimus* におけるコロニー成長と働きアリ体サイズ 第55回日本昆虫学会四国支部会
- 伊藤文紀・Weeyawat Jaitrong 2016 タイ産クワガタハリアリのコロニー構成(予報) 第55回日本昆虫学会四国支部会
- 水野理央・Weeyawat Jaitrong・江口克之・Dang van An・伊藤文紀 2016 クビレハリアリ属の生態の比較と軍隊アリ症候群 第55回日本昆虫学会四国支部会
- 水野理央, Suttiprapan Piyawan, Jaitrong Weeyawat, 伊藤文紀 2017 タイ北部における *Cerapachys sulcinodis* 種群の採餌行動の野外観察 日本昆虫学会第77回大会

水野理央・P. Suttiprapan・W. Jaitrong・R. Hashim・伊藤文紀 2018 Cerapachys属2種の採餌
行動の比較 2018年度 四国昆虫研究会

水野理央・W. Jaitrong・R. Hashim・R. Satria・江口克之・伊藤文紀 2018 Cerapachys属の多
様性に見る軍隊アリ症候群の発達過程 2018年度日本昆虫学会第78回大会

Riou Mizuno, Katsuyuki Eguchi, Dang Van An, Weeyawat Jaitrong, Fuminori Ito 2018 Trophic egg
feeding by queens of two non-army doryline genera Cerapachys and Yunodorylus 国際社会
性昆虫学会(国際学会)

〔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：
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：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：江口 克之

ローマ字氏名：EGUCHI Katsuyuki

所属研究機関名：首都大学東京

部局名：理学研究科

職名：准教授

研究者番号(8桁): 30523419

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

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、研究者個人に帰属されます。