

## 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：18001

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23405011

研究課題名(和文) 日本由来侵略的外来アリに注目した侵略機構の研究

研究課題名(英文) Study on the mechanism of biological invasion in ants by focusing on the Japanese invader, *Pachycondyla chinensis*.

研究代表者

辻 瑞樹 (TSUJI, Mizuki)

琉球大学・農学部・教授

研究者番号：20222135

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,100,000円

研究成果の概要(和文)：東アジアから北米に侵入したオオハリアリに注目し生物学的侵略機構に関する既存仮説全てのテストを試みた。日本、北米とも多女王多巣性コロニーというほぼ同じ集団遺伝学的構造を持ち、北米の方が高い個体群密度を示した。安定同位体分析では自然分布域(日本)におけるシロアリ食から侵入域(米国)でのジェネラリスト捕食者化という栄養段階・食性ニッチの変化が示唆された。病原微生物が原因と考えられる蛹の死亡率が日本でより高かった。これらの結果はアルゼンチンアリなどで議論されている遺伝的ボトルネック説などよりも、外来種一般で議論されている生態的解放が侵略機構としてより重要であることを示す。

研究成果の概要(英文)：We aim at comprehensively testing all existing hypotheses of biological invasion in ants by focusing on *Brachyponera* (*Pachycondyla*) *chinensis* that has been invaded from East Asia to North America. Our population genetic, chemical and behavioral study revealed that their population and social structure was polygyny-polydomy and multicolonial that was qualitatively the same between the introduced (USA) and the native (Japan) ranges. However, in the USA their density was higher than in Japan. The stable isotope analysis suggested a shift in the trophic level or food niche, i.e. this ant is a specialist hunter of termites in Japan but has become a generalist predator in the USA. The pupal mortality presumably correlated to the infection load was higher in Japan. Those results suggest that as the mechanism of biological invasion of this ant the ecological release is more important than social insect-specific mechanisms such as genetic bottleneck.

研究分野：進化生態学

キーワード：外来生物 生態 進化 群集 社会性昆虫 アリ

## 1. 研究開始当初の背景

生物学的侵入は近年の応用生態学の重要問題であると同時に生態学の基礎理論をテストする良い機会を提供している。なぜなら、在来種群集における多種共存と外来種侵入による共存の崩壊の裏には、共通の機構が存在すると考えられるからである。アリはIUCNの世界的侵略種100種の中に5種がリストされるほど、侵略種化した場合のインパクトは大きい。それらは侵入先でしばしば在来種をはるかにしのぐ現存量に達し、在来生物の存続を脅かしている。この侵略性の仕組みの解明に向けた最重要課題は自然分布域における生態・遺伝に関する情報収集である。実は近年「日本原産」外来アリ種であるオオハリアリが北米で急速に分布を拡大し、生物多様性に甚大な被害を与えている。これは皮肉にも日本の研究者にとって侵略種の自然分布域に関する情報を居ながらにして収集できる絶好の機会を与えている。外来アリの侵略機構に関する仮説は、生態的解放のような外来種一般に適用可能なものから集団遺伝的ボトルネック説のようなアリ限定仮説まで複数あげられているが、それらすべての網羅的検証を試みた研究はない。

## 2. 研究の目的

本研究では日本「原産」の侵略的外来アリ種に注目し、国外侵入先と自然分布域である日本国内で生態・行動・遺伝情報を徹底比較することにより、侵略の生態学的機構を解明し、被害低減の方法を考案する。過去の国内における侵略アリの研究はすべて外国から日本に侵入した種を対象にしており、基礎生物学的には国外研究の後追いである。そこでこの研究では、日本から北米に侵入したと考えられるオオハリアリに注目し、日米の侵略的社会性昆虫研究のエキスパートが協力し、生物学的侵入に関する既存の諸学説を経験的に徹底検証する。

## 3. 研究の方法

研究実施国はアメリカ合衆国ノースカロライナ州の沿岸部から山地を除く内陸部にかけてである。また、比較のため日本国内各地のフィールドも対象にする。オオハリアリの侵入先個体群と在来自然個体群で、(1) 遺伝マーカーによる個体群構造、(2) 巣仲間認識ラベルとされる体表炭化水素プロファイル、(3) 社会構造(巣当たり女王数、体サイズ分布、種内敵対行動)、(4) 寄生性微生物の蔓延度、(5) 他種アリやシロアリとの共存のパターンに注目した群集構造、(6) 安定同位体比により推定される栄養段階に関するデータを、同じ方法で収集し比較することで前述の既存仮説を網羅的に検証する。

## 4. 研究成果

日本、北米とも多女王多巣性コロニーというほぼ同じ集団遺伝学的構造を持ち、北米の方が高い個体群密度を示した。安定同位体分析では自然分布域(日本)におけるシロアリ食から侵入域(米国)でのジェネラリスト捕食者化という栄養段階・食性ニッチの変化が示唆された。病原微生物が原因と考えられる蛹の死亡率が日本でより高かった。国内自然分布域の他種アリは本種の毒針攻撃に対し行動的に適応しているが、本種との共進化史を持たないオオハリアリの未分布域および侵入域の他種アリは本種の毒針攻撃に対し脆弱であった。自然分布域においても侵入域である北米と同じく、同一個体群内では異コロニーのワーカー間に攻撃性が欠如しており、この融合コロニー的性質(本種は侵入域でも融合コロニー性ではなかったが)は侵略前から本種に備わった「前適応」であることも示唆された。これらの結果はアルゼンチンアリなどで議論されている遺伝的ボトルネック説などよりも、外来種一般で議論されている生態的解放が侵略機構としてより重要であることを示す。

## 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 26件)

Fuchikawa, T., Okada, Y., Miyatake, T., Tsuji, K. Social dominance modifies behavioral rhythm in a queenless ant. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 68, 1843-1850, 2014 査読有。

Miyazaki, S., Yoshimura, M., Saiki, R., Hayashi, Y., Kitade, O., Tsuji, K., Maekawa, K. Intracolony genetic variation affects reproductive skew and colony productivity during colony foundation in a parthenogenetic termite. *BMC Evolutionary Biology* 14 記事番号: 177, 2014 査読有。

Shimoji, H., Abe, M. S., Tsuji, K., Masuda, N. Global network structure of dominance hierarchy of ant workers. *Journal of the Royal Society Interface* 11: 記事番号: 20140599, 2014 査読有。

Nakamaru, M., Takada, T., Ohtsuki, A., Suzuki, S. U., Miura, K., Tsuji, K. Ecological Conditions Favoring Budding in Colonial Organisms under Environmental Disturbance. *PLoS ONE* 9: 記事番号 e91210. 2014 査読有。

Hojo, MK., Yamamoto, A., Akino, T., Tsuji, K., Yamaoka, R. (2014) Ants use partner specific odors to learn to recognize a mutualistic partner. PLoS ONE 9: 記事番号 e86054, 2014. 査読有.

Tsuji, K. Kin selection, species richness and community. Biology Letters 9, 記事番号 20130491, 2013, 査読有

Dobata, S., Tsuji, K. Public goods dilemma in asexual ant societies. Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA, 110, 16056–16060, 2013, 査読有

Kronauer, D., Tsuji, K., Pierce, N. Keller, L. Non-nestmate discrimination and clonal colony structure in the parthenogenetic ant *Cerapachys biroi*. Behavioral Ecology 24, 617-622, 2013, 査読有

Dobata, S., Tsuji, K. Intragenomic conflict over queen determination favours genomic imprinting in eusocial Hymenoptera. PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY B-BIOLOGICAL SCIENCES 279, 2553-2560, 2012, 査読有

Tsuji, K., Kikuta, N., Kikuchi, T. Determination of the cost of worker reproduction via diminished lifespan in the ant *Diacamma* sp. Evolution 66, 1322–1331, 2012, 査読有

Abbot, P. et al. (Tsuji, K. は 104 人中 93 番目の著者) Inclusive fitness theory and eusociality. Nature 421, E1-E4, 2011, 査読有

Tanaka, H., Ohnishi H., Tatsuta, H., Tsuji, K. An analysis of mutualistic interactions between exotic ants and honeydew producers in the Yanbaru district of Okinawa Island, Japan. Ecological Research 26, 931-941, 2011, 査読有

〔学会発表〕(計 47 件)

村田直貴、水野尊文、秋野順治、辻和希、菊池友則：アリ類における多種共存メカニズム：競争的形質置換仮説の検証，第 59 回日本応用動物昆虫学会大会，2015.3.26-18，山形大学

末広 亘，辻和希，松浦 健二：オオハリアリの侵略機構：融合コロニー制の有無を検証する，第 33 回日本動物行動学会大会，2014.11.1-12.1，長崎大学

Tsuji, K.：Plenary Talk, Evolutionary and ecological dynamics of the ant social cancers. International Union for the Study of Social Insects 2014, 2014.7.17, Cairns, Australia.

Suehiro W., Matsuura K.：The specialist predator protects termite colonies from generalist predators. International Union for the Study of Social Insects 2014, 2014.7.13-18, Cairns, Australia.

Suehiro W., Matsuura K.：The existence of an aggressive predator increases the survival rate of termite colony, The 61th Annual Meeting of ESJ, March 14-18, 2014 Hiroshima Univ.

末広 亘，辻和希，松浦 健二：侵略的外来種オオハリアリにおける天敵解放仮説の検証，第 58 回日本応用動物昆虫学会大会，2014.3.26-28.高知大学

末広 亘，松浦 健二：オオハリアリに捕食されるシロアリにも利益はあるのか？，第 32 回日本動物行動学会大会 2013.11.29-12.1.広島大学

末広 亘，辻和希，松浦 健二：オオハリアリの侵略機構：天敵解放仮説の検証．第 31 回日本動物行動学会大会 2012.11.23-25.奈良女子大学

末広 亘，辻和希，松浦 健二：オオハリアリの侵略機構：オオハリアリの特異な捕食戦略．第 57 回日本応用動物昆虫学会大会 2013.03.27-29.日本大学生物資源科学部。

小西宏基、辻和希、松浦 健二：オオハリアリの日本とアメリカにおける種内攻撃性の違い。日本生態学会第 59 回大会 (ESJ59) 第 5 回東アジア生態学会連合大会 (EAFES5)。2012.03.19. 龍谷大学 (大津)。

末広 亘、小西宏基、辻和希、松浦 健二：オオハリアリの侵略機構～自然分布域と侵入地間での群集構造比較～。第 56 回日本応用動物昆虫学会大会。2012.03.28. 近畿大学 (奈良市)

Tsuji, K.：Concluding remarks: Biological invasion and life history evolution. 第 59 回日本生態学会大会。2012.03.18. 龍谷大学 (大津市)

〔図書〕(計 3 件)

上田恵介、岡ノ谷一夫、菊水健史、坂上貴

之、辻和希、友永雅己、中島定彦、長谷川寿一、松島俊也（共編）行動生物学辞典. 東京化学同人. 2013. 637p.

松浦健二 女王様その手がありましたか！ 岩波書店. 2013. 120p.

東正剛, 辻和希(編)、松浦健二ら(著) 社会性昆虫の進化生物学. 海游舎. 2011. 477p.

〔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：  
出願年月日：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等  
研究代表者のホームページ  
<http://w3.u-ryukyu.ac.jp/konken/member/professor.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

辻 瑞樹(TSUJI, Mizuki) 著作では辻 和希(TSUJI, Kazuki)  
琉球大学・農学部・教授  
研究者番号：20222135

### (2) 研究分担者

松浦 健二(MATSUURA, Kenji)  
京都大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授  
研究者番号：40379821

立田 晴記(TATSUTA, Haruki)  
琉球大学・農学部・准教授  
研究者番号：50370268

菊地 友則(KIKUCHI, Tomonori)  
千葉大学・海洋バイオシステムセンター・准教授  
研究者番号：80608547