

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25440246

研究課題名(和文) 外来種アルゼンチンアリのパーソナリティ特性とスーパーコロニーの進化機構の解明

研究課題名(英文) Differences in behavioral traits among supercolonies of the Argentine ant *Linepithema humile*

研究代表者

井上 真紀 (Inoue, Maki)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・講師

研究者番号：80512590

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：日本に侵入したアルゼンチンアリの4つのスーパーコロニーにおいて行動実験を行ったところ、コロニーJMとKBは他コロニーのワーカーに対して集団で攻撃する一方、KCは攻撃を避けるものの採餌活動がより高かった。KAは攻撃性も採餌活動も低く、コロニーレベルでの行動特性の違いが明らかになった。原産地アルゼンチンで本種を採集し分子遺伝解析を行った結果、4つのクレードに分けられた。1.世界中に分布するJMとKB、各地個体群、2.KCと東部地域、アンデス地域、3.東部地域、4.東京都コロニーであった。地理的遺伝構造はなく、原産地でもパラナ川での交易や鉄道の発達に伴う分布拡大が繰り返されたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：We examined the behavioral traits among the four supercolonies introduced into Japan. Each *L. humile* supercolony demonstrated different behavioral traits: JM and KB exhibited strong aggressiveness toward a foreign worker, whereas KC avoided a foreign worker but exhibited more foraging activity than the others. The KA supercolony infrequently attacked a foreign worker and explored food. We analyzed mitochondrial DNA of *L. humile* workers from native Argentina populations. Sequencing revealed the six clades: the first clade included JM, KB, and the populations collected across Argentina; second, KC, the eastern region and Andes region; third, only the eastern region; fourth, Tokyo colony. Geographically genetic structure was not detected and thus the species have been expanding associated with the development of the trade along Palana River and railways.

研究分野：進化生態学

キーワード：外来種

1. 研究開始当初の背景

外来種アルゼンチンアリは、南米原産で、世界中に広く侵入・定着している。侵入地では、在来種の減少などの生態系影響や農作物や人への被害が報告されており(Holway 1999)、国際自然保護連合の侵略的外来種ワースト 100 に選定されている。アルゼンチンアリは、多女王制で、多数の巣がネットワークで繋がる「スーパーコロニー」という社会構造をもち、この性質が本種の侵略性に寄与していると考えられている。侵入地のスーパーコロニーは巨大であり、数百 km に及び優占して分布する。この主要なスーパーコロニーは、各侵入地で同一のミトコンドリア DNA 遺伝子型を持っており(Inoue et al. 2013)、互いに敵対性を示さず(Sunamura et al. 2009)、巣仲間認識として用いられる体表炭化水素の組成も類似している(Brandt et al. 2009)。一方、複数の小規模なスーパーコロニーが局所分布しており、日本には、巨大スーパーコロニーと小規模スーパーコロニーの合計 5 つが侵入、スーパーコロニー間で敵対し、異なる遺伝子型を持っている(Inoue et al. 2013)。

これまで申請者は、神戸市に側所分布する 4 つのスーパーコロニー間において、繁殖虫の季節消長をはじめ、集団攻撃性、逃避行動、採餌パターンなどに違いがあることを明らかにしてきた。

近年、「個体群内の行動特性の違い (animal personality)」が注目されている(Wolf et al. 2012)。パーソナリティとは、異なる環境や時間を経ても持続する、各個体がもつ行動の違いをいい、外来種では、侵入・定着の成功に寄与する行動特性(例えば、活動的、攻撃的、大胆さなど)を持つ個体が有利であることが知られている。

2. 研究の目的

本研究は、外来種アルゼンチンアリの原産地および侵入地におけるスーパーコロニーのパーソナリティ特性を明らかにし、スーパーコロニーの進化と維持機構における従来のボトルネック効果説および正の頻度依存淘汰説の対立仮説として、行動シンドロームが侵入者としての成功に寄与する「コロニー・パーソナリティ特性説」を検証し、アルゼンチンアリの巨大スーパーコロニーの進化機構の解明を目的とする。

3. 研究の方法

(1) コロニーの採集と飼育

アルゼンチンアリは、兵庫県神戸市に分布する 4 つのスーパーコロニー(JM、KA、KB、KC)から巣を採集する。採集した巣は実験室内に持ち帰り、砂糖水と冷凍コオロギを与え飼育した。なお採集および飼育は、飼養等許可証を取得して行った。

(2) 在来アリへの攻撃性

集団レベルにおける在来種への攻撃性を明らかにするため、東京農工大学の敷地からアミメアリを採集し、アルゼンチンアリ 10 個体を入れた容器にアミメアリ 1 個体を導入し敵対性レベルを調べた。

(3) 原産地アルゼンチンにおけるアルゼンチンアリの採集と敵対性試験

原産地アルゼンチン東部において、アルゼンチンアリの採集と 5 分あるいは 10 分間の敵対性試験を実施した。

(4) 原産地におけるアルゼンチンアリの地理的遺伝構造

侵入個体群の由来を明らかにするため、アルゼンチン国内で採集したサンプルを用いてミトコンドリア DNA を用いた分子遺伝解析を行った。

4. 研究成果

(1) 在来アリへの攻撃性

アミメアリへのスーパーコロニー間での攻撃性レベルには有意差がなく、アミメアリは攻撃されるものの支障はなかった。一方、同時に攻撃した個体数は、KA が有意に他種への攻撃個体数が少なく、スーパーコロニー間で有意差があった。

(2) 原産地アルゼンチンにおけるアルゼンチンアリのコロニー間の敵対行動

2013 年にアルゼンチン東部地域ブエノスアイレス市内および郊外の 3 地点および Entre Rios 州 3 都市で採集を行い、現地で敵対性試験を実施した。その結果、13 の敵対性コロニーを採集することができた。これらのサンプルに加え、共同研究者 Dr. Carolina Paris から提供されたアンデス地方のサンプルを用いて、分子遺伝解析を行った結果、ブエノスアイレスおよび Entre Rios 州 1 都市の個体群が、世界中に広く分布する JM と同じハプロタイプを有していることが明らかになった。一方、アンデス地域の個体群は、侵入地における小規模スーパーコロニーと同じクレードに属することが分かった。

これを受けてコロニー間の行動特性を明らかにするため、2015 年にアルゼンチンにおいてブエノスアイレスで 15 コロニーを採集し行動実験を行ったところ、全て侵入個体群と敵対した。

(3) 原産地におけるアルゼンチンアリの地理的遺伝構造

(2)での解析に加え、約 90 コロニーの分子遺伝解析を実施した。その結果、4 つのクレードに分けられた。1. 世界中に分布する JM と KB、アルゼンチン各地個体群、2. KC とアルゼンチン東部地域、アンデス地域、3. アルゼンチン東部地域、4. 東京都コロニーであった。地理的遺伝構造はなく、原産地でもパラナ川での交易や鉄道の発達に伴う分布拡

大が繰り返されたと考えられる。

(4) 原産地におけるアルゼンチンアリの生態特性

侵入地である日本では、体サイズが重複する在来種とは競争排除の関係にあり、アルゼンチンアリが侵入した地域ではそれらの個体数が大きく減少することが知られている。一方、原産地ではアルゼンチンアリと *Pheidole* の1種が同所的に分布するなど、他種との排他関係がみられなかった。このことから、コロニー間競争が種内密度効果として働き、コロニー境界付近で他種アリが分布できている可能性が示唆された。

敵対性試験と分子遺伝解析の結果から、敵対行動と遺伝型が一致しないことが分かった。侵入地では、敵対性スーパーコロニーがそれぞれ異なるハプロタイプを有し、スーパーコロニー内では遺伝的に均一である。しかし原産地では異なるハプロタイプを有するコロニー同士が敵対性を示さないことが観察された。さらに、敵対性試験では全く敵対行動を示さなかったが、同一容器で飼育すると互いに攻撃し合いコロニーが崩壊する例も観察された。これにより、原産地ではアルゼンチンアリの社会構造もより複雑である可能性が示唆された。

< 引用文献 >

- Holway, D.A. (1999) Competitive mechanisms underlying the displacement of native ants by the invasive Argentine ant. *Ecology*, **80**, 238-251.
- Inoue MN, Sunamura E, Suhr EL, Ito F, Tatsuki S, Goka K (2013) Recent range expansion of the Argentine ant in Japan. *Divers Distrib* 19 (1):29-37
- Sunamura, E., Espadaler, X., Sakamoto, H., Suzuki, S., Terayama, M. & Tatsuki, S. (2009b) Intercontinental union of Argentine ants: behavioral relationships among introduced populations in Europe, North America, and Asia. *Insectes Sociaux*, **56**, 143-147.
- Wolf M, Weissing FJ (2012) Animal personalities: consequences for ecology and evolution. *Trends Ecol Evol* 27 (8):452-461.

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 4件)

- (1) Inoue MN, Ito F, Goka K. (2015) Queen execution increases relatedness among workers of the invasive Argentine ant, *Linepithema humile*. *Ecology and Evolution* 5(18): 4098-4107
- (2) Hayasaka D, Kuwayama N, Takeo A, Ishida

T, Mano H, Inoue MN, Nagai T, Sa'nchez-Bayo F, Goka K & Sawahata T. (2015) Different acute toxicity of fipronil baits on invasive *Linepithema humile* supercolonies and some non-target ground arthropods. *Ecotoxicology* 24(6): 1221-1228.

- (3) Moriguchi S, Inoue MN, Kishimoto T, Kameyama T, Ito F, Goka K. (2015) Estimating colonization and invasion risk maps for *Linepithema humile*, in Japan. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 18(2): 343-350
- (4) Inoue MN, Saito-Morooka F, Suzuki K, Nomura T, Hayasaka D, Kishimoto T, Sugimaru K, Sugiyama T and Goka K. (2015) Ecological impacts on native ant and ground-dwelling animal communities through the Argentine ant (*Linepithema humile*) management in Japan. *Applied Entomology and Zoology* 50(3): 331-339

[学会発表](計 7件)

- (1) Inoue M, Sakamoto Y. & Koichi Goka. Ecological impacts on native ant and ground-dwelling animal communities through the invasive Argentine ant management in Japan. XVIII. International Plant Protection Congress. Berlin, Germany. 24th AUG 2014. (招待講演)
- (2) Inoue M, Yanagisawa T, Nakai M & Kunimi Y. Decline of native bumblebees (*Bombus*) and *Nosema* (Microsporida: Nosematidae) infections associated with introduction of the European bumblebee in Northern Japan. International Congress on Invertebrate Pathology. Mainz, Germany. 3rd AUG 2014
- (3) Inoue M, Koyama S, Paris C, Goka K. & Ito F. Recent range expansion and population genetics of the Argentine ant. In International Union for the Study of Social Insects International Congress, Carns, Australia. 14th JUL 2014
- (4) 井上真紀 (2015) 侵略的外来生物の脅威とその防除対策. 第19回農薬相模セミナー. 綾瀬市 (招待講演)
- (5) 井上真紀 (2014) 気づけば苦手が仕事になる「学生のための研究キャリアビジョンセミナー～女性研究者編～」. 茨城大学理学部. (招待講演)
- (6) 井上真紀 (2014) 生態学的女性研究者論. 公開シンポジウム「これからの科学者を育てるために」. 日本昆虫学会第74回大

会広島大会．広島市（招待講演）

- (7) 井上真紀・五箇公一・伊藤文紀（2014）
アルゼンチンアリのスーパーコロニーに
おける遺伝子流動と行動特性．動物行動
学会第33回長崎大会．長崎市

6．研究組織

(1)研究代表者

井上 真紀（INOUE, Maki）
東京農工大学大学院農学研究院・講師
研究者番号：80512590

(3)連携研究者

伊藤 文紀（ITO, Fuminori）
香川大学農学部・教授
研究者番号：50260683