

| | |
|-------------|------------------------------------------|
| 氏 名 | つじい なお 辻 井 直 |
| 学位(専攻分野) | 博 士 (学 術) |
| 学 位 記 番 号 | 博 甲 第 4 1 6 号 |
| 学位授与の日付 | 平成 18 年 3 月 24 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規程第 3 条第 3 項該当 |
| 研 究 科 ・ 専 攻 | 工芸科学研究科 機能科学専攻 |
| 学 位 論 文 題 目 | アリ類の情報化学物質とその役割の多様性に関する研究 (主査) |
| 審 査 委 員 | 教授 山岡亮平 教授 遠藤泰久 教授 杉村順夫 |

論文内容の要旨

アリ類の社会は、多様な化学物質を用いたコミュニケーションにより支えられている。アリ類の生産する化学物質や、これら物質がアリの生活でどのように利用されているかを解明することは広く研究対象とされている。本稿ではその中でも特に日本産オオアリ属アリ種の警報フェロモンの組成および機能について詳細な研究をおこなった。またアリのもつその他の情報化学物質が異種の昆虫や生息環境である植物の生態にどのような影響を与えているのかを明らかにした。

第 1 章ではアリ類の情報化学物質に関し、現在までおこなわれてきた研究をもとに本研究の背景を述べた。

第 2 章では巣仲間とのコミュニケーションに関わる化学物質の例として、日本産オオアリ属ムネアカオオアリの警報フェロモンに関する研究について述べた。第 1 節ではムネアカオオアリの警報フェロモンの同定およびその機能の解明をおこなった。ムネアカオオアリは警報行動の際、毒腺由来のギ酸及びデュホー腺由来の飽和炭化水素を中心とした 9 物質(*n*-Decane・*n*-Undecane・Methylundecane・3-Methylundecane・*n*-Dodecane・Tridecene・*n*-Tridecane・Dodecanol・*n*-Pentadecane)を放出し、警報情報の伝達に用いていることがわかった。行動実験より、アリはギ酸に対しては忌避行動を、*n*-Decane・*n*-Undecane に対しては激しく興奮した状態になり情報源へと接近していく行動を示すことが確認できた。また揮発性の最も低い *n*-Pentadecane には、警報反応時のアリの興奮状態を静める効果を示した。このように警報フェロモンとして放出される化学物質は揮発性により一連の警報反応時における役割に違いがみられ、揮発性が高い低分子物質（ギ酸・*n*-Decane・*n*-Undecane）はワーカーを興奮した状態に導き、揮発性が低く放出源に長時間とどまる可能性の高い物質（*n*-Pentadecane）はワーカーの興奮状態を落ち着かせる役割をもつことが確認できた。また、警報フェロモン放出源付近の空気中における化学物質の経時的变化を確認したところ、攻撃的な行動が観察されるアラーム放出後 1 分以内は *n*-Undecane が、警報行動が収束する放出 3 分後には *n*-Pentadecane が主要成分として検出された。アリの周囲にある化学物質が揮発性の高い物質から低い物質へ変化するとともに、アリの反応が攻撃的な状態から収束する様子があわせて観察された。これにより、複数の分泌腺に由来する、揮発性・化学的特性の異なる化学物質による警報行動制御機構について国内のアリ種で初めて明らかにした。

第 2 節では、ムネアカオオアリコロニー内における毒腺内ギ酸保有量のワーカー間でのばらつきに關与する要因について検討をおこなった。その結果、ワーカーの日齢およびその役割分担（外

役、内役)の違いが、各個体のギ酸の保有量に影響を与えていることが明らかになった。また、形態的に連続的多型を示し、コロニー内における役割分担が発達していないとされるアリ種において、外分泌腺内貯蔵化学物質の組成もしくは組成比の違いが確認されたのは本種が初めての例である。

第3章では、日本産オオアリ類のもつデュホー線由来の揮発性情報化学物質について、その組成を比較し、オオアリ属4種とその近縁属トゲアリ属1種において高い類似性が確認された。いずれの種においても炭素数11の飽和炭化水素である *n*-Undecane が主要成分であることが明らかになった。

第4章では、周囲に生息する生物(昆虫・植物)との関係にかかわるアリ由来情報化学物質の例として、以下の2例について述べた。

本章第1節では、カタアリ亜科 *Dolichoderus sulcaticeps* の虫体抽出液に対し、イエシロアリが忌避行動を示すことを確認し、このアリ虫体由来シロアリ忌避物質の単離・同定を試みた。各種クロマトグラフィーと生物検定を組み合わせることにより活性物質を単離後、GC-MS および NMR などの機器分析により忌避物質を *cis*, *trans*-Dolichodial と同定した。この物質は *D. sulcaticeps* の pyridial gland 内に1個体あたり約 60 μ g と多量に貯蔵されていることも明らかになった。

本章第2節では、植物と強い相互関係をもつ植物アリを用い、アリ-植物共生関係の維持に関わると考えられる両者のクチクラワックス(表面化学物質)について比較分析をおこなった。共生関係の強度が非常に強いと考えられる状況下で採集された植物(*Sphenodesme* 属)のツル性植物と宿主アリ (*Cladomyrma* sp) のクチクラワックス成分には、多くの共通成分が確認できた。この結果はクチクラワックスの共通性から両者の相互関係強度を評価可能であることを示唆した。

第5章では以上のようなアリ類のもつ化学物質の多様性の重要性を、物質と機能という両面から議論をおこなった。

論文審査の結果の要旨

本論文はアリを初めとしたフェロモン類などの情報化学物質を用いたケミカルコミュニケーション能力の最も発達していると言われる社会性昆虫の多様なケミカルワールドに化学生態学側面からメスを入れたものがある。その中で最も注目される点は第2章で日本産ムネアカオオアリの警報行動に関係するフェロモン類が腹部に存在する2種類の外分泌腺から出されること。さらにデュホー腺から分泌される複数の炭化水素類のうち主要成分で速やかに拡散し消失する可能性の高い低沸点の *n*-Undecane が攻撃行動の誘起を、また成分中最も分子量が大きく揮散するのに時間のかかる *n*-Pentadecane に攻撃興奮行動を沈める効果があることを化学生態学的に証明したことである。この事実は従来他種のアリで明らかとなっており常識とされてきた低沸点化合物に誘引性があり高沸点化合物が噛みつきなどの強い攻撃行動を誘起する、との報告と全く異なったものであり、社会性昆虫学の分野に新しい知見をもたらした。第4章においてはアリを対象にそれを最大の天敵とする種々のシロアリ類に忌避行動を起こさせる生理活性物質を探索し、ボルネオ島に棲息するカタアリの一種の Pyridial gland から強力な忌避活性成分を発見し種々のクロマトグ

ラフ法を用いて精製、単離、さらに NMR,MS 法などを駆使してその構造を cis,trans-Dolichodial であると決定した。

本論文の基礎となった学術論文 3 遍は下記の査読審査制度を有する学術論文誌に掲載または掲載予定のものである。またこの論文に関係あるものとして、ほかに参考論文 2 遍がある。

1. A comparison of composition and profile of surface chemicals between *Cladomyrma* ants and their host plant *Sphenodesme* sp. (2004)
N. Fujiwara, K. Murase, R. Yamaoka, D. Wiwatwitaya, WeeyawatJaitrong and S. Yamane
ANeT Newsletter, No.7, pp9-13.
2. Variation in formic acid quantities in the poison gland reservoir between age and task cohorts in *Camponotus obscuripes* (Hymenoptera: Formicidae).
Nao Fujiwara-Tsujii and Ryohei Yamaoka. i
Sociobiology (in press).
3. Behavioral responses to the alarm pheromone of the ant, *Camponotus obscuripes* (Hymenoptera: Formicidae)
N. Tsujii-Fujiwara, N. Yamagata, T. Takeda, M. Mizunami and R. Yamaoka.
Zoological Science. In press

(参考論文)

1. N. Yamagata, N. Tsujii-Fujiwara, R. Yamaoka and M. Mizunami (2005)
Pheromone communications and the mushroom bodies of the ant, *Camponotus obscuripes* (Hymenoptera: Formicidae)
Naturewissenschaften. 92: 532-536.
2. Nao Fujiwara-Tsujii, Peter Cheong Chiew Hing, Maryati Mohamed and Ryohei Yamaoka
Identification of the Potent Termite Repellent Extracted from a Bornean Dolichoderine ant, *Dolichoderus sulcaticeps* (Hymenoptera: Formicidae).
Journal of Tropical Biology & Conservation (revised)