千葉県立船橋高等学校
理数科課題研究 2018 年

アミメアリの外役個体の存在は分業の決定に関係しているか

The Relationship between the Foraging Individual and the Division Decision of the Queen-less Ant, *Pristomyrmex punctatus*

千葉県立船橋高等学校理数科 3 年
鈴木 裕　　ほか1名

はじめに

社会性昆虫であるアリには、女王アリ、働きアリ、雄アリといったカーストが存在する。また、種によっては、巣の防衛や採餌などの役割に応じて働きアリの中で分業を行うこともある。

写真 1　アミメアリ

このようなカースト・分業の決定については、フェロモンがカーストの割合を一定に保つことに関与しているという報告（Johnston, A.B., 1985）や、日齢依存的に変化する脳内アミン量や遺伝子発現量が分業の決定に関係しているという報告（Ingram, K.K., 2005）（Seid, M.A., 2005）があるものの、詳細はまだわかっていない。そこで私たちは、実際にアリの集団を用いて実験を行い、分業を決定する要因を探ることにした。

実験に使用したのは、野外採集したアミメアリ *Pristomyrmex punctatus* の集団である。アミメアリは、体長 2.5~3.0 ㎝のアリで、日本全国に生息する。本種には女王アリがおらず、働きアリが単為生殖して繁殖する（辻，1989）。雄アリは稀に観察されるが、その存在意義はわかっていない（伊藤，1994）。また、定住する巣穴を持たず、石下や倒木に密集して巣をつくり、約 2 週間に一度移住する。

本種の働きアリには、内役個体と外役個体という分業が存在する（辻，1989）。内役個体は巣内で産卵や育児を行う若い個体であり、外役個体は巣外で採餌や巣の防御を行う老いた個体である。

本研究の目的は、内役個体と外役個体の分業がどのように決められているかを明らかにすることである。外役個体のみを集めた集団をつくっても外役個体が内役個体に戻ることは無いということが知られている（辻，1989）。そこで私たちは、内役個体のみを集めた集団と、内役・外役個体の両方を集めた集団の行動を比較して、外役個体の存在が集団の行動、また分業の決定に関係しているかを調べることにした。

方法

1　水槽に採集したアミメアリを入れ放置し、木の周りに集まっていたものを内役個体として 170 個体、水槽の端に集まっていたものを外役個体として 30 個体捕獲する。
2　アミメアリの外役個体 30 個体の腹部背面にラッカー塗料でマーキングする。
3　アミメアリの内役個体 100 個体を集めた集団 A と、内役個体 70 個体、外役個体 30 個体を集めた集団 B を作り、実験容器（写真 2）に入れる。
4　実験容器の中で、アミメアリが 10 個体以上集まったところとその周囲 1 ㎝の範囲（写真 3）を

巣内、餌が入った方の実験容器を餌場とし、それ以外はその他とした。

5　アミメアリの観察を行い、行動を比較した。観察は 2017 年 12 月 18 日から 12 月 22 日にかけて、8:00～18:00 に行った。

写真 2　実験容器

写真 3　巣内の例

研究に使ったアミメアリは、2017 年 11 月 5 日に千葉県八千代市スポーツの杜公園で採集した。

また、実験容器は、厚さ 5mm のアクリル板と内径 10mm のアクリルパイプ、そしてアクリルを接着するためジクロロメタンを用いて作製した。容器は 1 辺 150mm の上面の無い立方体型であり、2 つの容器を長さ 60mm のアクリルパイプで繋げてひとつの実験容器とした。観察しやすいように、容器のふたにはラップと両面テープを使用した。実験容器内には、水の入ったシャーレ 1 つと、餌となる蜂蜜水溶液が入ったシャーレ 1 つを置いた。

結果

観察期間中に 14 回の観察を行い、集団 A では内役個体のべ 784 個体、集団 B では内役個体のべ 1010 個体、外役個体のべ 338 個体のデータを得た。

集団Ｂの内役個体は、巣外、餌場の割合が等しく、巣内の割合が最も大きくなった。それに対し、集団Ｂの外役個体は巣外、餌場の割合がともに大きく、巣内の割合が小さくなった。そして、集団Ａの内役個体は、すべての割合がほぼ等しかった（図１）。

これについて、集団 A、B の内役個体の間で場所別の個体数の割合を比較したところ、有意な差があった（カイ二乗検定、$p<0.001$）。そこから、全体の傾向として、集団 A の内役個体は、集団 B の内役個体に比べ餌場やその他にいる割合が多く、集団 B の外役個体に近い行動をとったということがいえる。なお、集団 A、B の個体のうち行方が分からなくなった個体は、集団 A では内役個体 46 個体、集団 B では内役個体 0 個体、外役個体 6 個体であった。死亡した個体は、集団 A では内役個体 11 個体、集団 B では内役個体 5 個体、外役個体 4 個体であった。

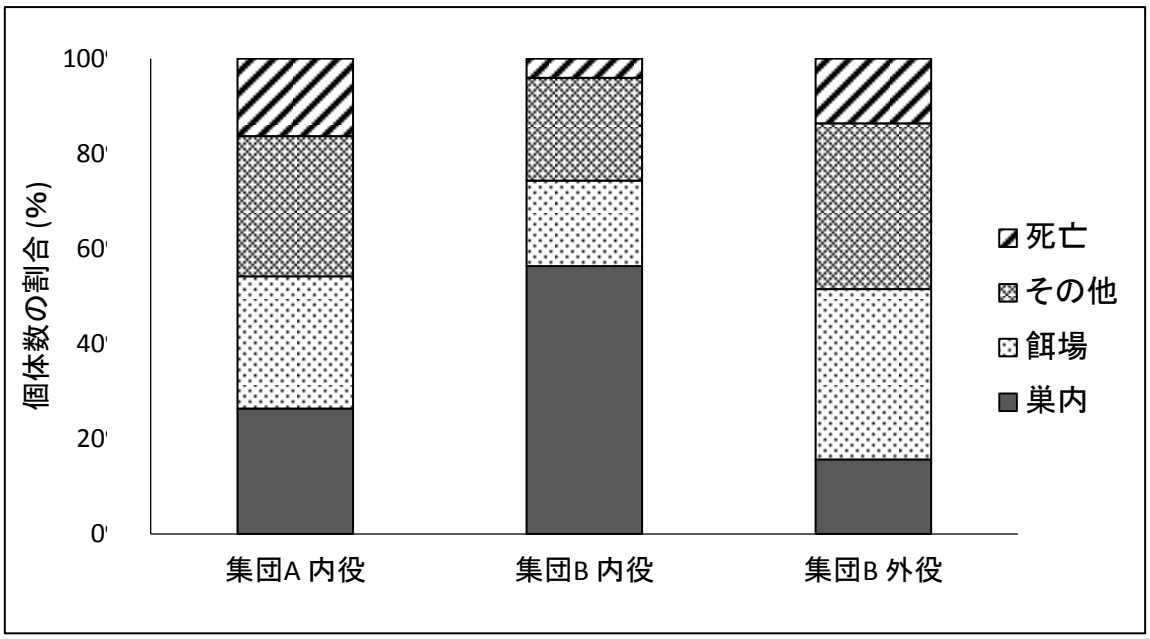

図 1　場所別の個体数の割合

考察

集団 A の内役個体の行動と、集団 B の内役個体の行動との間には有意な差があったことから、外役個体の存在によって内役個体の行動が変化したと考えられる。これは、外役個体の存在が分業の決定に関係することを示唆している。しかし、内役個体が外役個体の性質を獲得したのか、それとも外役個体が存在しない間だけ外役個体に近い行動をとっていたのかはわからない。また、集団 A の内役個体が集団 B の外役個体に近い行動をとったのは、餌の不足などの問題が発生しないように、内役個体が外役の役割を担って集団を維持するためだろうと考える。

結論

本研究を通じて、(1)外役個体の存在によって内役個体の行動が変化すること、(2)外役個体が存在しないとき、内役個体は外役個体に近い行動をとること、が明らかになった。(1)は、外役個体の存在が分業の決定に関係することを示唆しているが、内役個体が外役個体の性質を獲得したのか、それとも外役個体が存在しない間だけ外役個体に近い行動をとっていたのかはわからなかった。

今後の課題と展望は以下のとおりである。

① 考察の裏付けとして、外役個体の存在が実際に分業の決定に関係するかを調べる。
このための実験として、集団 A の内役個体が外役個体に近い行動をとるようになった後に、集団 A に外役個体を加え、内役個体の行動が元に戻るか調べる実験を考えている。

② 本研究の発展として、内役個体の行動を変化させる直接の要因が何かを調べる。
内役個体の行動が変化した要因について、私たちは二つの仮説を考えた。
(1)外役個体が存在しないことで餌が不足したため
(2)外役個体が分業の決定を調節するフェロモンを出しており、外役個体がいなくなったことでその調節がなくなったため
今後はこれらの仮説を検証していきたい。

③ データの信頼性を高めるため、マーキングによるアリへの影響が無いかを調べる。

研究の感想等

私たちの研究で失敗した点や大変だった点は、大きく分けて二つある。

一つは、生物の飼育・管理だ。私たちの班では、研究中に合計 3 回（7、10、12 月）アリが脱走し、そのたびに採集したり計画を修正したりした。実験生物は複数に分けて飼育して、脱走や大量死に備えることを強く薦める。また、飼育方法は経験者の話や Web サイトなどを参考にするとよい。

二つ目は、方法の試行錯誤である。当初私たちは、外役個体 1 個体ごとに異なる色でマーキングし、個体ごとの行動の違いを観察しようとしていた。だが、マーキングが剥がれてしまう、色の識別が困難、などの問題があり、方法や道具を変更した。また、初めはマーキング時に二酸化炭素で麻酔をかけていたが、その後低温麻酔に変更し、最終的には麻酔なしでマーキングした。方法はできるだけ楽に、シンプルにすると成功しやすいうえ、再実験の辛さも軽減できるように思う。しかしそれ以上に、とりあえずやってみる、という姿勢が何より大切だろう。

一方で、成功したこともある。論文を探し先行研究を調べたことだ。生物の特徴や既知の事実を調べたことは、テーマ設定に役立った。さらに、先行研究は実験方法の参考となり、考察・発表の上での大きな助けにもなるため、詳しく調べることを薦める。調べる際は、研究対象の種の論文だけでなく、近縁な種や似たテーマ・方法の論文も調べると良いだろう。ただ、調べすぎて頭が固くなりテーマが決まらなくなったり、論文の方法ではうまくいかなかったりすることもあるので、鵜呑みにするのは危険でもある。

その他、研究を振り返って大切だと思ったのは、研究ノートを活用することだ。初めは研究日誌のような使い方でも良いから、何でも記録しておくと後で役に立つ。また、統計学的な解析ができると、考察の重要な裏付けとなるので、少々苦労しても検定の技能を身につけておくとよいと思う。

課題研究は苦労の連続で、諦めたくなったことも何度もあった。しかし、自分たちでテーマを考え、一から実験し発表する、という研究のいろはを体験できたことは、貴重で有意義な経験となった。これから課題研究に取り組む人は、ぜひ全力で取り組んでほしい。

参考文献

・辻瑞樹（1989）「アミメアリの社会構造に関する研究」
・伊藤富夫（1994）「アミメアリの例外的カースト」，『静岡大学教育学部研究報告（自然科学篇）』第 44 号，p. 9-20
・勝又綾子，尾崎まみこ（2007）「アリのケミカルコミュニケーション」，『比較生理生化学』Vol.24　No.1，p.3-17
・和田綾子，秋野順治，山岡亮平（2008）「アリが触角で診たセミオケミカルミクロコスモス」，『生化学』Vol.80　5 号，p.385-393
・Johnston, A.B. , Wilson, E.O.（1985）, “Correlates of Variation in the Major/Minor Ratio of the Ant, Pheidole dentata (Hymenoptera: Formicidae)”, Annals of the Entomological Society of America, 78, p.8-11
・Ingram, K.K., Oefner, P., Gordon, D.M.（2005）, “Task-specific expression of the foraging gene in harvester ants”, Molecular Ecology, 14, p.813–818
・Seid, M.A. , Traniello, J.F.A.（2005）, “Age-related changes in biogenic amines in individual brains of the ant Pheidole dentata”, Naturwissenschaften, 92, p.198-201