

令和 6 年 5 月 15 日現在

機関番号：12605

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2023

課題番号：20K22648

研究課題名（和文）巣内で近親交配し、多女王性・多巣性を示すアリへの“共生型ウイルス”の影響

研究課題名（英文）The impact of symbiotic viruses on ants exhibiting inbreeding and polygyny

研究代表者

小山 哲史（Koyama, Satoshi）

東京農工大学・（連合）農学研究科（研究院）・准教授

研究者番号：10549637

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：日本の固有種であるヤマヨツボシオオアリ *Camponotus yamaokai* の細胞質内に感染しているトチウイルス様ウイルスである *Camponotus yamaokai virus* (CYVウイルス) に関する研究を行った。CYVウイルスに感染しているコロニーと感染していないコロニーを実験的に作成したところ、CYV感染コロニーの方が成長速度が速い傾向にあることが判明した。また、日本全国の個体群におけるCYV感染率を調査したところ、全ての巣からCYVが検出され、女王アリ、働きアリ、オスなどのカーストによる感染率の差はみられなかったが、巣によって感染率が大きく異なることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、ウイルスが細胞内共生体として宿主生物に新たな形質を付与し、その生態に影響を及ぼす例が報告されてきた。この“共生型ウイルス”という存在は、従来の学問体系には組み込まれておらず、共生型ウイルスが宿主に与える影響の解明は、生物学における新たなテーマとなっている。本研究では、ヤマヨツボシオオアリ *Camponotus yamaokai* の細胞質内に感染しているトチウイルス様ウイルス *Camponotus yamaokai virus* が、宿主コロニーの成長を促進する傾向にあることを発見した。これはCYVウイルスが社会性昆虫における共生型ウイルスであることを示唆する。

研究成果の概要（英文）：We conducted a study on the *Camponotus yamaokai virus* (CYV), a totivirus-like virus that infects the cytoplasm of *Camponotus yamaokai*, an ant species endemic to Japan. Experimental colonies of CYV-infected and non-infected ants were established, and it was found that the CYV-infected colonies exhibited a tendency to grow faster. Additionally, a survey of CYV infection rates across ant populations throughout Japan revealed that CYV was detected in all nests. There were no differences in infection rates among different castes such as queen ants, worker ants, and males. Variation in infection rates was observed between different nests.

研究分野：進化生物学

キーワード：二本鎖RNAウイルス ウイルス性内部共生体 社会性昆虫 アリ

### 1. 研究開始当初の背景

従来、ウイルスは病原体として研究されてきた。しかし、宿主生物と共生するウイルスが、宿主の生存や繁殖に有利な形質を付与し、その生態に影響を及ぼす例が報告された (1)。この“共生型ウイルス”という存在は、従来の学問体系には組み込まれておらず、共生型ウイルスが宿主に与える影響の解明は、生物学における重要なテーマの一つとなっている(1)。申請者はこれまでの研究から、ヤマヨツボシオオアリ (*Camponotus yamaokai*) は共生型ウイルスを有していると考えている。日本固有種のアリは、同所的に生息する姉妹種・近縁種と異なり、有翅個体が巣内で近親交配を行い、多女王性・多巣性を形成し、個体群により単一コロニー性 (unicolonality) を示す(2,3)。類似の生態は侵略的外来種であるアルゼンチンアリ (*Linepithema humile*) やヒアリ (*Solenopsis invicta*) で見られ、生態学的要因や移入により、その進化が促進されたと示唆されている (4)。しかし、生息分布や近縁種との比較では、上記の要因がヤマヨツボシオオアリの生態の進化を促進したとは考えにくく、これらの生態がなぜヤマヨツボシオオアリで進化したかは不明である。申請者はこれまでのヤマヨツボシオオアリの研究の過程で、このアリに感染する新規ウイルス *Camponotus yamaokai virus* (CYV) を発見し、その生態を研究してきた(5,6)。その結果、CYV は共生型ウイルスである可能性が高いことが判明している。

### 2. 研究の目的

ヤマヨツボシオオアリの有する生態は侵略性との関連が指摘されており(4)、そのような生態と共生型ウイルスの関連を解明することが本研究の最終目的である。そのために、CYV によるアリへの影響を解明することを本研究の目的とした。外来種の侵略性に関連する生態は、その社会的重要性から熱心に研究されており、そのような生態と関連する要因に関する知見は多い(4)。しかし、共生型ウイルスは、これまでの生物学では見過ごされてきたため、その関連は不明であり、本研究において初めて検証される。

### 3. 研究の方法

CYV と宿主アリの生態との関連性の解明を最終目的として、本研究では以下の方法により、CYV によるアリへの影響を解明する。

<飼育実験> 女王 1 個体と同巣由来の小型ワーカー 1 個体 (背中にペイントマーク) を飼育し、コロニーを創設させた。実験コロニーには週 3 回、水、ビーハッチャー (Feed one)、オスミツバチを給餌し、 $25 \pm 1$  で飼育した。女王が産卵し、初めてのワーカーが羽化した後、最初に入れた小型ワーカーを除去することにより、1 個体の女王の子孫のみから成る実験コロニーを作成した。その後、一カ月に 1 度、コロニー内のワーカー数をカウントすることにより、コロニーの成長速度を測った。ワーカー数が 20 個体を超えるか、飼育期間が 2 年を超えた際に、ワーカーを 3 個体採集し、そのワーカーから RNA を抽出、逆転写し、CYV 検出用プライマーを用いたリアルタイム PCR により CYV 感染・非感染を解析した。次に、CYV 感染によるアリの遺伝子発現への影響を解明する予定であったが、採集を行った個体群では、巣内の CYV 感染率が 100% になる巣が複数発見され、CYV 非感染個体のサンプルを十分に得ることができなかった。そこで、より効率的な解析を行うため、日本全国 8 個体群において CYV 感染率を調べた。そのために、各個体群から 5 つの巣を採集し、飼育実験と同様の条件で飼育した。個体の CYV 感染の有無は、上記と同様の方法で解析した。カースト間の感染率を比較するため、女王アリ、大型ワーカー、小型ワーカー、オス、メスの感染率を調査し、巣レベルおよび個体群レベルにおいて比較した。また、これにより、CYV によるアリへの影響を考察することとした。

### 4. 研究成果

飼育実験開始から約 2 か月で最初の小型ワーカーが羽化し、その後、約 2 年間の飼育を行った。CYV 感染コロニーおよび非感染コロニーの成長速度を比較したところ、CYV 感染コロニーの方がより早く、より多数のワーカーを生産する傾向が見られた。これは CYV によりコロニーの成長が促進されたことを示唆している。

次に日本全国 8 個体群における CYV 感染率を調査した。解析した全ての巣から CYV が検出された。また、全てのカーストで感染率に顕著な差が見られなかったため、巣内に一番個体数の多い小型ワーカーを 15 匹解析することで、巣ごとの感染率を調査した。その結果、個体群によるおおまかな傾向はあるものの、巣ごとに CYV 感染率が大きく異なることが判明した。CYV の感染経路は垂直感染のみと考えられている。そのため、CYV の感染率は確率的に 100% もしくは 0% になると予想される。しかし、多くの巣で CYV の感染率は 100% もしくは 0% になっておらず、CYV による宿主ヤマヨツボシオオアリへの影響が示唆された。

## 参考文献

- (1) Roossinck (2011) *Nat Rev Microbiol*, 9, 99–108
- (2) Satoh et al. (1997) *Ecol Res*, 12, 71–76
- (3) 寺山ら(2014) 「日本産アリ類図鑑」朝倉書店
- (4) Helanterä (2009) *Trends Ecol Evol*, 24, 341–349
- (5) Koyama et al. (2015) *J Gen Virol*, 96, 1930–1937
- (6) Koyama et al. (2016) *Arch Virol*, 161, 2043–2045

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 岡田英李香、小山哲史
2. 発表標題 ヤマヨツボシオオアリにおける共生ウイルスの基礎生態
3. 学会等名 日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------