

寄生蜂による非寄主昆虫での寄生を成功させる「海賊的寄生」様式を発見

寄生蜂類は、非寄主昆虫にも産卵することがあり、これはアクシデントだと見なされてきました。しかし今回、非寄主昆虫に産卵した場合でも、それに別種の蜂が同時に産卵すると、寄生が成功しうることを発見し、この寄生様式を「海賊的寄生 (pirate parasitism)」と名付けました。

寄生蜂類は、寄主となる節足動物の体に雌成虫が産卵すると、子は寄主（宿主）の体に寄生して成長し、最終的に寄主を殺して成虫になります。寄生蜂の雌成虫は、複雑な環境の中で適切な寄主を探し出して産卵しますが、しばしば寄主と同所的に生息する非寄主昆虫（寄主として利用できない昆虫）にも産卵することが知られています。この時、非寄主に産卵された子は寄主の免疫によって殺されるため、このような非寄主への産卵はアクシデントであり、非適応的な行動だとされてきました。

今回、寄生蜂の一種であるカリヤコマユバチが、非寄主であるクサシロキヨトウ幼虫に産卵した際に、クサシロキヨトウ幼虫を寄主とする別の寄生蜂ギンケハラボソコマユバチがほぼ同時に産卵すると、一定の割合でカリヤコマユバチの寄生が成功することを発見し、この寄生様式を「海賊的寄生 (pirate parasitism)」と名付けました。これは、単独の寄生ではクサシロキヨトウ幼虫の免疫を抑制できないカリヤコマユバチが、それが可能なギンケハラボソコマユバチによって免疫を抑制されたクサシロキヨトウ幼虫を乗っ取ることで生じたと考えられます。海賊的寄生の存在は、寄主が一時的に不在となった環境でも寄生蜂類の繁殖可能性が残ることを意味し、従来非適応的だと考えられていた非寄主への産卵に適応的意義を認める発見です。

今後、海賊的寄生の普遍性やその生理メカニズムを調べることで、自然生態系および農業生態系の理解促進や、寄生蜂類を用いた害虫管理への応用に貢献するものと期待されます。

研究代表者

筑波大学生命環境系

藏満 司夢 助教

研究の背景

寄生蜂は、地球上に100万から200万種が現存すると推定される極めて多様性の高いグループですが、寄生範囲は寄生蜂の種ごとに異なります。寄生蜂の雌成虫はさまざまな情報を手掛かりに、複雑な環境の中から適切な寄主（宿主）を探し出して産卵します。その一方で、しばしば寄主と同所的に生息する非寄生昆虫（寄主として利用できない昆虫）に誘引され、産卵することも知られています。通常、雌成虫は産卵時に寄主の免疫機能を制御するための毒液を寄主に注入し、その作用によって寄主体内での蜂幼虫の発育が可能となります。しかし、非寄主ではこの免疫抑制機能が作用せず、体内に産卵された蜂卵は寄生免疫によって殺されます。そのため、非寄主への産卵はアクシデント、あるいは雌成虫によるミステイクであり、非適応的な行動だと見なされてきました。これに対して Kraaijeveld (1999, J. Evol. Biol. 12: 129-133) は、盗み寄生仮説を提唱しました。これは、ある寄生蜂種 A が非寄主昆虫に産卵したとき、その非寄主昆虫にそれを寄主として利用できる寄生蜂種 B が同時に産卵すれば（すなわち、共寄生^{注1}が生じれば）、寄生蜂種 B によって免疫抑制された寄主を盗む形で寄生蜂種 A の繁殖が可能になる、というものです。しかし、この仮説を、自然分布域が重複し同所的に生息する寄生蜂の組み合わせで実験的に示した例はありませんでした。

そこで今回、この盗み寄生仮説を検証するために、日本を含む東アジアに自然分布し、イネ科草原で同所的に生息する2種のコマユバチ科寄生蜂類（カリヤコマユバチ *Cotesia kariyai* とギンケハラボソコマユバチ *Meteorus pulchricornis*）およびチョウ目昆虫クサシロキョトウ *Mythimna loreyi* を材料に、室内実験を行いました。カリヤコマユバチにとってクサシロキョトウ幼虫は非寄主であり、通常は、クサシロキョトウ幼虫と同所的に生息するアワヨトウ *My. separata* 幼虫のみを寄主とします。それに関わらず、カリヤコマユバチはクサシロキョトウ幼虫に由来する匂いに誘引されたり、クサシロキョトウ幼虫に対して産卵行動を示したりすることが知られています (Takabayashi & Takahashi, 1990)。一方のギンケハラボソコマユバチは、クサシロキョトウを含むさまざまなチョウ目幼虫を寄主としています。

研究内容と成果

本研究ではまず、カリヤコマユバチが、非寄主であるクサシロキョトウ幼虫に対して産卵するか否かを検証しました。その結果、通常の寄主であるアワヨトウ幼虫に対して示す産卵行動と同程度の割合で産卵し、同程度の産卵数が確認されました。その一方で、カリヤコマユバチに産卵されたクサシロキョトウ幼虫から次世代のカリヤコマユバチが出てくる例は皆無で、多くの場合、クサシロキョトウ幼虫は成虫まで成長しました。続いて、共寄生実験を行い、盗み寄生仮説を検証しました。さまざまな寄主齢のクサシロキョトウ幼虫に対して、異なる産卵順序、および産卵の時間間隔の条件で2種の寄生蜂に産卵させ、その後どちらの蜂が脱出してくるかを観察しました。その結果、カリヤコマユバチの寄生が、最大で20%成功しました（図1）。カリヤコマユバチの寄生成功率が最大となったのは、4齢のクサシロキョトウ幼虫に対して、カリヤコマユバチ、ギンケハラボソコマユバチの順番で、12時間の間隔で産卵した時でした。

この現象は、単独の寄生ではクサシロキョトウ幼虫の免疫を抑制できないカリヤコマユバチが、それが可能なギンケハラボソコマユバチによって免疫が抑制されたクサシロキョトウ幼虫を乗っ取ることで生じていると考えられます。本研究の結果は Kraaijeveld の盗み寄生仮説を支持するものであり、この寄生様式を「海賊的寄生 (pirate parasitism)」と名付けました（図2）。海賊的寄生の存在は、寄主が一時的に不在となった環境下でも寄生蜂類の繁殖可能性が残ることを意味し、従来非適応的だと考えられていた非寄主への産卵に、適応的意義を認める発見だといえます。

今後の展開

本研究成果は、従来の寄主-寄生蜂ネットワークの理解に新しい視点を加えるものです。その一方で、海賊的寄生の普遍性やその生理メカニズムについては全く分かっていません。今後、それらを明らかにし、自然生態系および農業生態系のさらなる理解を進めます。これらの知見は、寄生蜂類を天敵として活用した害虫管理技術の発展に貢献すると期待されます。

参考図

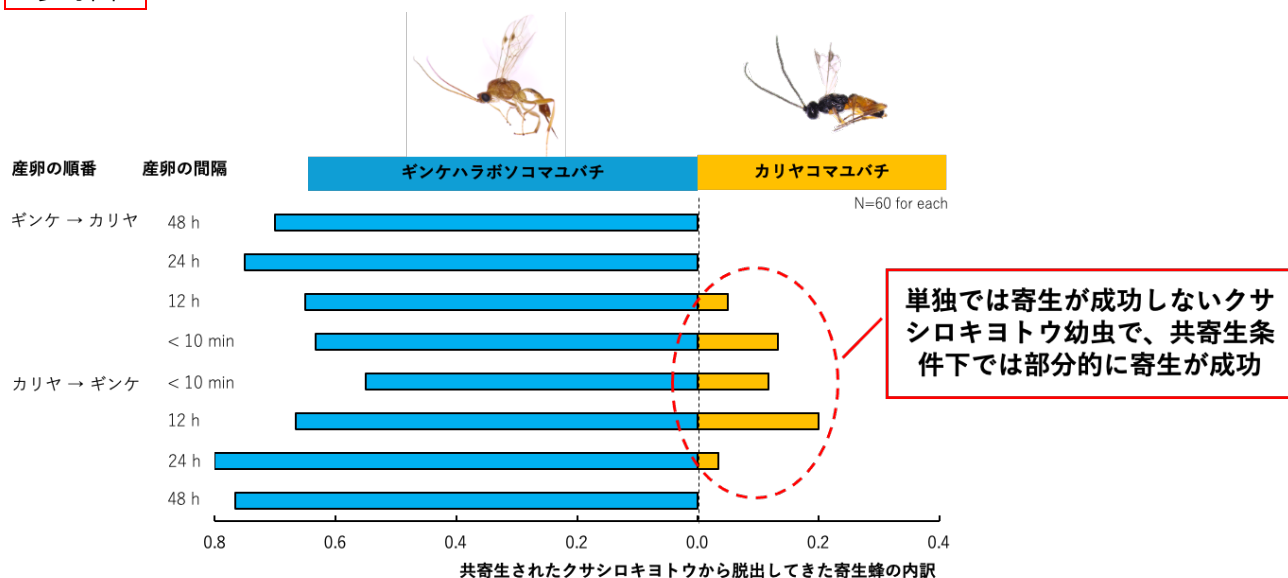


図1 クサシロキヨトウ幼虫でのカリヤコマユバチ（青）とギンケハラボソコマユバチ（黄）の共寄生実験の結果

カリヤコマユバチが単独でクサシロキヨトウ幼虫に産卵しても寄生は成功しないが、ギンケハラボソコマユバチと共寄生すると、一定の割合で寄生が成功する。

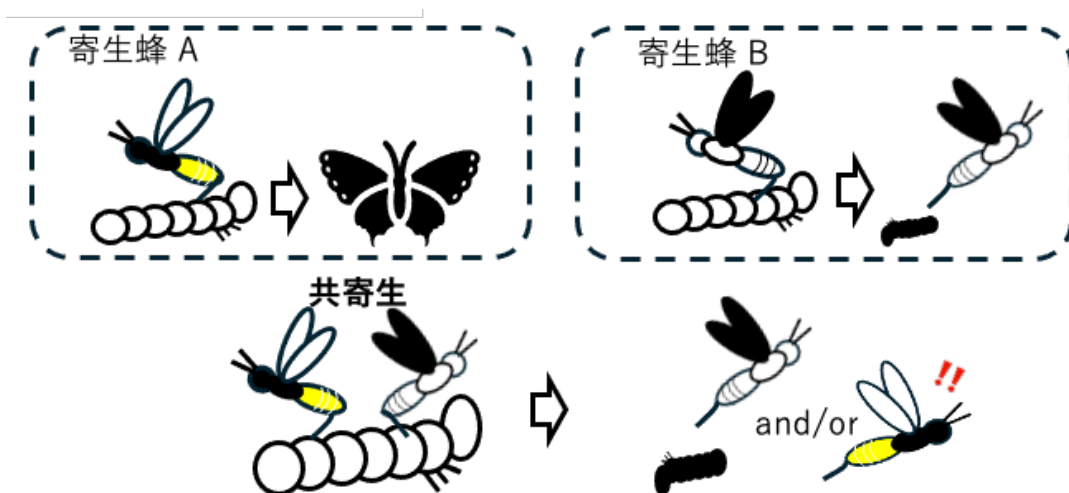


図2 寄生様式「海賊的寄生 (pirate parasitism)」の概念図

寄生蜂 A は非寄主に産卵しても寄生は成功しないが、これを寄主とする寄生蜂 B と共寄生した時のみ、非寄主での寄生が成功する。

用語解説

注1) 共寄生 (multiparasitism)

2 種以上の寄生者が 1 個体の昆虫の体に同時に寄生すること。

研究資金

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業 特別研究員奨励費 (20J00497) および同 若手研究 (22K14897) の支援によって実施されました。また、本論文の出版は、文部科学省の令和 6 年度「オープンアクセス加速化事業」による APC (論文掲載公開料) 支援を受けて行われました。

掲載論文

【題 名】 Multiparasitism enables a specialist endoparasitoid to complete parasitism in an unsuitable host caterpillar

(共寄生は内部寄生性スペシャリスト寄生蜂の非寄主幼虫体内での発育を可能にする)

【著者名】 Kuramitsu, Kazumu (藏満司夢、筑波大学生命環境系 助教) *

Kainoh, Yooichi (戒能洋一、筑波大学 名誉教授)

Konno, Kotaro (今野浩太郎、農研機構 上級研究員)

*本研究の一部は日本学術振興会特別研究員 (PD) として農研機構在籍時に実施

【掲載誌】 *Scientific Reports*

【掲載日】 2025 年 3 月 11 日

【DOI】 10.1038/s41598-025-91403-3

問い合わせ先

【研究に関すること】

藏満 司夢 (くらみつ かずむ)

筑波大学 生命環境系 助教

URL: <https://k-kuramitsu.jimdofree.com>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp