

2023年9月4日(月)

京都府立大学 生命環境科学研究科

報道関係各位

分布拡大中のシジミチョウ、北限域では天敵を振り切る： ムラサキシジミに見る天敵昆虫の地理的相違

研究成果の概要

すべての生物はほかの生物と多様な種間関係を持ちながら生活していますが、気候変動等が原因である生物種の分布域が広がると、分布の変遷に伴い種間関係も変化してまいります。そのため、分布の変遷に伴い種間関係がどのように変化するかを明らかにすることは、気候変動等が生物にもたらす影響を把握する上でも重要な課題です。

本研究では、現在分布を北上させている蝶の1種であるムラサキシジミに着目し、従来の分布域と侵入先とで幼虫期の寄生者相を比較しました。その結果、従来の分布域では主に1種の寄生蜂に高確率で寄生されていたのに対し、分布北限では全く寄生されていませんでした。そこで、ムラサキシジミ幼虫が分布北限で寄生者から逃れられている要因を調べた結果、寄生蜂の分布の広がりムラサキシジミよりも緩やかであることが明らかになりました。

これらの結果より、1. 分布北限にはムラサキシジミを利用する寄生者が不在である、2. ムラサキシジミの分布の急拡大に従来の寄生者が追いつけていない、という2つの要因により、ムラサキシジミ幼虫は分布北限では寄生者を回避できていると考えられます。将来的には、今回着目したムラサキシジミを中心とした種間関係をモデルに、「なぜ生物はこれまでとは異なる環境にも適応し、生息することができるのか」という根幹的な問いに挑戦したいと考えています。

■研究の詳細

研究の背景

すべての生物は、他の生物と食う－食われるの関係や、競争関係、協力関係など多様な種間関係を持ちながら生きています。しかし近年、気候変動等が原因となり、多くの生物種で分布域の拡大が報告されています。元々の生息環境では食う－食われるの関係にあった生物どうしても、新しい生息環境ではいずれかが不在であることも多く、分布の拡大に伴い種間関係もどんどん変化していると考えられます。そのため、ある生物種の分布が変遷する時に、どのような生物種とどういった関係性を持っているのかを地域間で比較することは、気候変動等が生物にもたらすインパクトをより理解する上で重要となります。

研究の成果

蝶の1種であるシジミチョウ科（注1）のムラサキシジミは、都市公園でも普通に見られる非常に身近な昆虫です（図1）。本種は、元々は九州と四国を中心に南西諸島から福島県南部まで分布していましたが、1990年代以降に温暖化の影響で北上し、現在は宮城県仙台市まで分布を広げています。本研究では、日本各地でムラサキシジミ幼虫を採集し、分布拡大に伴い、幼虫期の主要な天敵である寄生者との関係がどのように変化したのかを調べました。

（図1）



翅を広げて休憩するムラサキシジミ雌成虫。2016年6月中旬ごろ撮影。

その結果、従来の分布域のムラサキシジミ幼虫は、約半数もの個体が寄生により死亡していたのに対し、分布北限である仙台の幼虫は、一切寄生されていませんでした。また、日本全国で合計6種の寄生者が得られました。そして、亜熱帯域に属する奄美大島では、ムラサキシジミの幼虫はヤドリバエ科（注2）の *Paradrino longicornis*（図2）のみに寄生されていた一方、温帯域に属する九州から本州のムラサキシジミ幼虫は、寄生されていた個体のうち約9割がコマユバチ科（注3）の未記載種（注4）である *Cotesia sp. near inducta*（図3、注5）に寄生されていました。つまり、ムラサキシジミ幼虫の寄生者相は地域によって明瞭に異なり、かつ1990年代以降に侵入した宮城県では、何らかの要因で寄生者から逃れられていると考えられます。

そこで本研究では、なぜ分布北限のムラサキシジミ幼虫が寄生者から解放されたのかを明らかにしました。まず、仙台のムラサキシジミ幼虫が独自に特別な防御手段を獲得したために *Cotesia sp. near inducta* をはじめとする従来の寄生者が利用できなくなった可能性を考え、仙台由来のムラサキシジミ幼虫を従来の分布域である京都で野外の寄主植物上に移植しました。その結果、京都由来のムラサキシジミと同程度に、主要な寄生蜂である

PRESS RELEASE



京都府立大学

Kyoto Prefectural University

Cotesia sp. near *inducta* に寄生されていました。つまり、寄生者が仙台のムラサキシジミ幼虫を利用できないわけではなく、ムラサキシジミを利用する寄生者が仙台にいないことが示唆されます。そこで、遺伝子解析を実施したところ、主要な寄生蜂である *Cotesia* sp. near *inducta* の分布の広がりにはムラサキシジミよりも緩やかであることが示唆されました。つまり、ムラサキシジミの分布の急拡大に寄生者が追いつけていないため、分布北限の仙台集団は寄生者から解放されていると考えられます。

(図 2)



ムラサキシジミ幼虫から羽化した寄生蠅
(*Paradrino longicornis*) 成虫

(図 3)



ムラサキシジミ幼虫から出てきた寄生蜂
(*Cotesia* sp. near *inducta*) 成虫

■今後の展望

ムラサキシジミは幼虫期に、自ら分泌した蜜をアリに与え、その代わりにアリにボディガードとして天敵を追い払ってもらおう、という興味深い防衛手段(注 6)を持っています(図 4)。本研究によって、分布北限域のムラサキシジミ幼虫が寄生者から逃れられていることが示されましたが、ひょっとすると分布北限域のムラサキシジミ幼虫は、不要なボディガードを雇わないようになっているかもしれません。このような分布を広げた生物種とそれを取り巻く生物との種間関係の変遷を明らかにするためには、より長期的なモニタリングが必要となります。

また、私たちが住んでいる日本は、屋久島と奄美大島の間にあるトカラ海峡を境に旧北区と東洋区という動物区に分けられ(注 7)、この海峡を境に生息する生物種も大きく異なるという生物学的に興味深い列島です。本研究は、トカラ海峡を境にムラサキシジミを利用する寄生者が明瞭に異なることを示しました。生態系において、寄生者は寄主生物の個体数を調整する重要な役割を担っていますが、異なる気候帯にまたがって生息する生物種の寄生者相を調べた研究はほとんどありません。本研究は、南北に長い日本列島の特徴を活かして寄生者相の地域性や多様性を示した国際的にも重要な研究例と言えます。



(図4)

ボディーガードのアリに保護されている

ムラサキシジミ幼虫。2016年7月ごろ撮影

Nakabayashi *et al.* (2020) *Entomol Sci* から改変

■用語説明

注1：シジミチョウ科

世界中で5,000種以上が知られている。生活史のわかっている種のうち、75%もの種が幼虫期にアリとの共生関係を持っており、蜜を報酬にアリにボディーガードをしてもらう種やアリの巣に寄生してアリに世話してもらう種など、多様な生活史が見られる。多くの幼虫は植物を食べて生活しているが、アブラムシやアリの巣内でアリ幼虫を食べる肉食性の種も知られている。

注2：ヤドリバエ科

世界で約10,000種もの種が知られている寄生性のハエの仲間。多くの場合、成虫は寄主昆虫の近くに産卵し、孵化した幼虫が自ら移動して寄主昆虫の体内に侵入する。ヤドリバエ幼虫は、寄主の体内で寄主の組織を食べながら成長するが、最終的には寄主を殺して体外へと脱出する。

注3：コマユバチ科

世界で15,000種以上もの種が記録されている寄生性のハチの仲間、ハチ目で最大級のグループの1つである。多くの場合、成虫は寄主昆虫の体内に産卵し、幼虫期は寄主体内で寄主の組織を食べながら成長するが、最終的には寄主を殺して体外へと脱出する。

注4：未記載種

まだ命名されていない生物種のこと。個々の生物種の名称は、論文上でその正式名称である学名が公表されることにより正式に命名されたことになる。ただし、昆虫のように膨大な多様性を誇るグループには、その存在は知られていながらも記載論文を発表して正式に命名するという分類学的な作業が追いついてない種が多々存在し、こうした正式な命名が済んでいない種のことを、その存在が知られているかいないかに関わらず、未記載種と呼ぶ。

PRESS RELEASE



京都府立大学
Kyoto Prefectural University

注5 : *Cotesia* sp. near *inducta*

ヨーロッパやアジアに広く分布し、様々なシジミチョウ種の幼虫に寄生しているコマユバチ科の *Cotesia inducta* に非常に近縁な生物種であるが、形態的な特徴に明瞭な違いが見られるため、本研究では別種とみなしている。*Cotesia* sp. near *inducta* という表記は、*Cotesia* 属の1種であり (*Cotesia* sp.)、*Cotesia inducta* に近縁である (*near inducta*) ということの意味している。

注6 : 防衛手段

シジミチョウ科をはじめとするチョウ目（蝶や蛾）やカメムシ目（アブラムシやカイガラムシなど）の昆虫に加え、様々な植物種でも広く知られている防衛手段で、防衛共生と呼ばれる。

注7 : 旧北区、東洋区

地球上の大陸や島は、生息している生物相の特徴ごとにいくつかの生物地理区に分けられている。動物相を基準としたものを動物地理区、植物相を基準としたものを植物地陸とそれぞれ呼び、両者を統合したものが生物地理区である。旧来からの生物地理区を基準とした場合、日本列島は、トカラ列島を境に南側の南西諸島が東洋区、小笠原諸島がオセアニア区、その他が旧北区に区分されている。

■論文について

発表雑誌 : Biological Journal of the Linnean Society

論文タイトル : Geographical variation in parasitoid communities and the cause of enemy-free space in a range-expanding myrmecophilous lycaenid butterfly

著者 : Yui Nakabayashi*, Issei Ohshima (*責任著者)

DOI: <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blad060>

公表日 : 2023年8月28日 (英国時間)

研究サポート : 本研究は日本学術振興会特別研究員制度 (20J10583: 代表 中林) の支援を受けて実施しました。また、京都府立植物園および仙台市野草園からは採集および調査許可をいただきました。

PRESS RELEASE



京都府立大学
Kyoto Prefectural University

■お問い合わせ

研究内容について

京都府立大学 大学院生命環境科学研究科

大学院生 中林 ゆい E-mail:e_chinensis@yahoo.co.jp

准教授 大島 一正 E-mail:issei@kpu.ac.jp Tel:075-703-5179

報道について

京都府公立大学法人

京都府立大学 学務課 教育研究支援係

E-mail:gakuji@kpu.ac.jp Tel:075-703-5179