

# 博物館標本で明らかになった蝶のリアルタイム擬態進化

## <本研究成果のポイント>

- ・ 琉球諸島のシロオビアゲハのメスに見られる後翅の白い斑紋（白紋）が、有毒なベニモンアゲハに似るように近年急速に進化したことを、過去半世紀以上に渡る博物館などの収蔵標本をとおして観測。
- ・ シロオビアゲハの一部のメスの白紋の大きさの「個性」は遺伝する。
- ・ 有害な種により似た個体が捕食者から忌避されることで生き残り、その形質が子孫に遺伝することでより精巧な擬態者の集団ができるという、擬態における自然選択理論の予測の直接的証拠を初めて提示。

## <概要>

加藤 三歩(かとう みつほ) 鹿児島大学大学院連合農学研究科博士課程(琉球大学配属), 立田 晴記(たつた はるき) 琉球大学農学部教授, 辻 瑞樹(つじ みずき: ペンネーム 和希) 琉球大学農学部教授の研究チームは、琉球諸島のシロオビアゲハの一部のメスに見られる後翅の白い斑紋（白紋）の大小が母系遺伝することをつきとめ、さらに有毒なベニモンアゲハが琉球諸島に定着して以降、これをモデルとしてここ数十年のあいだに白紋のサイズを急激に大型化させてきたことを明らかにしました。これらの結果は、「生物が他種の生物に見た目を似せる擬態は自然選択により進化した」とする仮説を支持する強い証拠といえるでしょう。

## <研究内容>

ここでいう「擬態」とは、捕食者にとって有害な種に似ることで、自身は有害であると捕食者をあざむく行為を指します(ベイツ擬態)。擬態が下手な個体はそうではない個体に比べ襲われやすいのですが、上手い個体ほど生き残りやすくなります。このような捕食による淘汰が擬態の進化の原動力であるというアイデアは、多くの進化学者に受け入れられています。しかし、現存の擬態生物の見た目がその擬態対象にあたる生物に似ていくときの変化の過程を野外で観測した例は、ほぼ皆無でした。ところが、加藤さんたちは幸いにも「擬態の進化」を直接観測するまたとない機会を得ていました。

琉球諸島に生息するシロオビアゲハ(図 1A-C)は、一部のメス(ミミック: 図 1C)だけが別種の毒チョウであるベニモンアゲハ(モデル: 図 1D)に擬態していると言われています。ミミックとモデルは、どちらも後翅の中央に白い斑紋(白紋)とその周囲に複数の赤い斑紋(赤紋)を持っています。しかし、モデルは、もとは台湾以南の熱帯の種で比較的最近まで琉球諸島

に生息してはいませんでした。ところが温暖化のせいでしょうか、石垣島には1968年、宮古島には1975年、沖縄本島には1993年に移動・定着しました。興味深いことに、モデルが沖縄本島よりも早期に定着した宮古島や石垣島のミミックは、モデルに良く似た大きな白紋を持つ一方で、沖縄本島のミミックの白紋は小さいことが、1993年以前に報告されていました。加藤さんたちは、これは大きな白紋を持つモデルが定着してミミックと同居するようになると、モデルに似たより大きな白紋を持ったミミックが生き残りやすくなり、集団内で増えていったからではないかと考えました。なぜなら、トリなどの捕食者はモデルを襲って味わった「苦い経験」を学習し、モデル的な見た目のもを食べなくなることが知られているからです。

形質の遺伝的変異は、生物が自然選択に応答して進化するための土台になります。そこで、まずミミックの白紋の斑紋サイズに見られる個体差が遺伝することを交配実験により確かめました。この結果は、モデルの定着にともなう捕食圧の変化が、ミミックの白紋を大型化させ得ることを示しています。次に、過去半世紀以上のあいだに採集され博物館等に収蔵されたミミックの標本から白紋のサイズを測定し時代推移を調べました。すると、沖縄本島のミミックの白紋の平均サイズは、モデルが定着する以前は小さくほとんど変動しなかったのに対し、定着後には急速に大型化していることが示唆されました(図2A)。さらに、八重山諸島(石垣島、波照間島、西表島)や宮古諸島(宮古島、伊良部島)でも、モデルの定着後、ミミックの白紋サイズが大型化したように見え、1980年代には既に沖縄本島の集団のものよりも顕著にサイズの大型化が進んでいました(図2B)。これらの結果は、ミミックの白紋サイズの変化は単なる偶然で起きたのではなく、モデルの定着を機に起こった捕食圧の変化で進んだ現象である可能性が高いことを示しています。

本研究は、ミミックが持つ形質がモデルの持つ形質に似るように変化する「擬態の進化」を、初めてリアルタイムに観測しました。

近年、「進化は過去におきた歴史であるから直接検証できない仮説である」とする常識に反し、自然選択が強く働くときには現存生物においても急速な進化を直接観測しうることが次第に判ってきました。そのような中でも、ベイツ擬態という古くから注目されてきた現象においてリアルタイム進化を報告したという本研究は画期的です。進化は人の日常的な時間スケールでは観測できないとする“常識”を棄てねばならないようです。生物は私たちが思っている以上に迅速かつ臨機応変に変化し続けているのかもしれない。

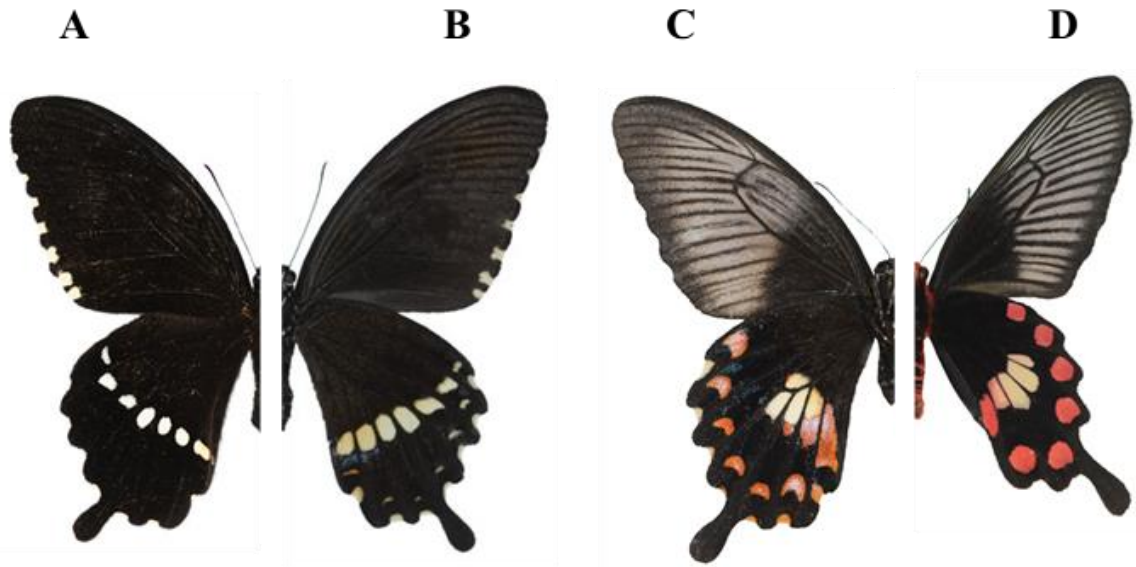


図1 シロオビアゲハ (A-C) とベニモンアゲハ (D)

シロオビアゲハのオス (A)。シロオビアゲハの通常の (擬態しない) メス (B)。シロオビアゲハの擬態するメス (C)。ベニモンアゲハ (D)。図の個体は 2015 年 - 2016 年に沖縄島で採集。

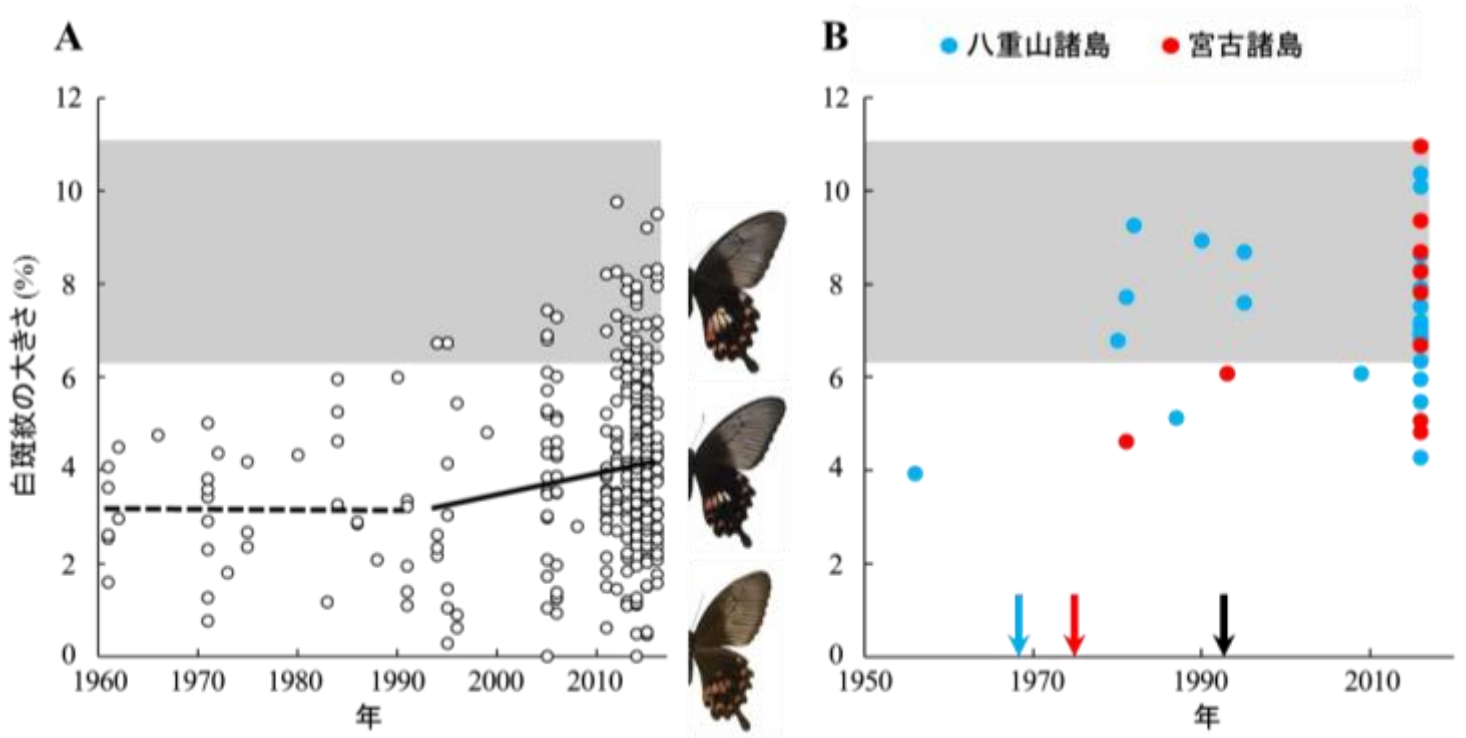


図2 擬態するメスが持つ白い斑紋サイズ (白い斑紋サイズ / 後翅のサイズ (%)) の (A) 沖縄島および (B) 先島諸島 (八重山諸島と宮古諸島) の集団における推移

灰帯はベニモンアゲハの白い斑紋サイズの範囲 (平均 $\pm$ 2 $\times$ 標準偏差)。図 (A) の点線および実線は、ベニモンアゲハが定着する以前と以後の擬態するメスの白い斑紋サイズの回帰直線。図 (B) の青、赤、黒の矢印は、ベニモンアゲハが八重山諸島、宮古諸島、沖縄島に定着した年代。