

氏名	津吹 眞 ^{つぶき まこと}
所属	理学研究科 生命科学専攻
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	理学博 第55号
学位授与の日付	令和5年3月25日
課程・論文の別	学位規則第4条第1項該当
学位論文題名	Two types of mimicry rings at the immature stages of Lepidoptera with black spots on the yellow body and the red/black/white marking 鱗翅目の幼虫および蛹に見られる2つの擬態環：黄色地に黒すじ模様の警告色種群と赤/黒/白模様の警告色種群（英文）
論文審査委員	主査 教授 林 文男 委員 准教授 江口 克之 委員 准教授 黒川 信

【論文の内容の要旨】

多くの昆虫では、視覚で餌を探す捕食者から身を守るため、隠蔽色（カモフラージュ）を発達させている。一方、昆虫が捕食者に対する毒物や忌避物質を獲得すると、それに対する捕食者の学習を促進させる警告色（目立つ色彩）が有利となる。2種間でその収斂進化が起こると警告色擬態となる。さらに多くの系統群から構成されるとそれは擬態環（mimicry ring）となる。昆虫の擬態の研究はこれまで主に成虫の色彩について研究されてきたが、本研究では、鱗翅目の幼虫や蛹にも2つの擬態環があることを発見し、その構成種と擬態としての機能を明らかにした。

第一の擬態環は、幼虫および蛹の色彩が黄色地に黒すじ模様となっている種群である。まず、カノコガ類4種において、地上の枝や葉の間のよく目立つ場所で蛹化する2種の蛹がこの色彩をもち、石や落葉の下などの地表で蛹化する2種の蛹は一様に暗色であった。蛾の捕食者の1種であるヒガシニホントカゲ（以下トカゲ）を用いてこれら4種の蛹の毒性試験を行った結果、地上蛹化の2種と地表蛹化の1種は忌避されたが、地表蛹化の別の1種は捕食された。つまり、無毒で暗色の蛹（地表）→有毒で暗色の蛹（地表）→有毒で警告色の蛹（地上で目立つ）の順で蛹化場所の違いが警告色への変化を生じさせたのではないかと考えられた。こうした蛹化場所と警告色の関係はトンボエダシヤク類3種においても認められた。これら3種はいずれもトカゲに忌避され、黄色地に黒すじ模様をもつ（ただし、葉を糸で紡いで袋状にし、その中で蛹化する種では、この色彩が半減していた）。

一方、これらに近縁のエダシヤク類では、蛹は暗色で地表において蛹化する。黄色地に黒すじ模様という警告色は、カノコガ類とトンボエダシヤク類だけでなく、他の蛾類や蝶類にも認められた（ミノウスバ幼虫、ウスバツバメガ幼虫、キアシドクガ蛹、ホシシヤク蛹、エゾシロチョウ蛹）。これらの種の分布・生活史・形態・捕食者への忌避効果を比較した結果、互いの分布が重複しており、同時期に幼虫および蛹が見られ、大きさも大きく変わらず、可視光および紫外光下でも斑紋に差はなく、いずれも地上のよく目立つところで見られた。以上の結果から、鱗翅目の幼虫および蛹に共通のこの警告色は複数の系統からなる擬態環を形成していると考えられた。トカゲを用いた忌避性の判定から、忌避効果がやや低いエゾシロチョウも含め、すべてがミュラー型擬態（有毒な種どうしが擬態）の関係をもつことが明らかとなった。

第二の擬態環は、幼虫の色彩が赤、黒、白の縞模様となっている種群である。そのうち、ホシヒトリモドキ、ハマオモトヨトウ、アオバセセリの幼虫を用いてその擬態関係を調査した。これら3種の幼虫は体の大きさと可視光および紫外光下での斑紋が酷似していたが、トカゲを用いた捕食実験では、ホシヒトリモドキとハマオモトヨトウの幼虫は捕食されず忌避され、アオバセセリの幼虫の多くは捕食された。トカゲの学習実験を行った結果、これらの幼虫の斑紋を識別することなく忌避した。さらに、3種の分布の組み合わせや鳥類群集が異なる日本の3地点において、警告色を模した幼虫モデルに対する野外での捕食率を比較した結果、鳥類の捕食忌避の経験の有無がこの警告色の学習に関わっており、その結果として、ホシヒトリモドキとハマオモトヨトウの幼虫がミュラー型擬態、アオバセセリの幼虫が弱いミュラー型擬態として組み込まれていることが明らかとなった。