

両生類・爬虫類はホタル亜科を捕食するのか？

柳 拓明¹⁾・木原来翔²⁾・廣澤 要²⁾・福田将矢¹⁾

¹⁾ 京都大学大学院理学研究科, 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町

²⁾ 京都大学理学部, 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町

Do amphibians and reptiles feed on fireflies?

Hiroaki YANAGI¹⁾・Ruto KIHARA²⁾・Kaname HIROSAWA²⁾・Masaya FUKUDA¹⁾

¹⁾ Faculty of Science, Kyoto University, Oiwake-cho, Kitashirakawa, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502

²⁾ Graduate School of Science, Kyoto University, Oiwake-cho, Kitashirakawa, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502

Abstract: Lucioline fireflies are known to be distasteful to a number of predators. However, some predators do not show avoidance and feed on the fireflies. In the present study, we investigated whether amphibians and reptiles, whose habitats are similar with that of fireflies, feed on the fireflies or not. We used 6 species of frogs, a toad, and a newt as amphibian predators, and 2 species of lizards as reptile predators. Our feeding experiment showed that most amphibian predators, except for *Rana tagoi*, fed on the fireflies, but reptile predators did not accept them.

キーワード: ホタル, ホタル亜科, 忌避性, 両生類, 爬虫類

Key words: firefly, Luciolinae, repellent, amphibian, reptile

はじめに

ゲンジボタル *Nipponoluciola cruciata* (Motschulsky, 1854) やヘイケボタル *Aquatica lateralis* (Motschulsky, 1857) の成虫は、外敵に襲われると悪臭を放つ液体を分泌する (Reflex bleeding) ことが知られている (大場・日高, 2002; 大場, 2004)。これらのホタル亜科 (Luciolinae) の種に対する忌避性を調べた先行研究では、潜在的にこれらのホタルと同所的に生息する生物のうち、オニヤンマの幼虫 *Anotogaster sieboldii* Selys, 1854, クロヨシノボリ *Rhinogobius brunneus* (Temminck and Schlegel, 1845), アリ (種記載なし) において忌避行動が観察された。一方で、サワガニ *Geothelphusa dehaani* (White, 1847), クモ, ヒル (種記載なし) においては忌避行動が観察されず、これらのホタルは捕食された (大場・日高, 2002)。このことから捕食者にはホタル亜科の種を捕食するものと捕食しないものが存在することが推測される。しかし、多くの潜在的な捕食者とホタル亜科の種において捕食・被食の関係は明らかにされていない。そこで本研究では、基礎的な捕食・被食情報の補填を目的として、ゲンジボタルおよびヘイケボタルと生息環境が重複し、節足動物を多く捕食していると考えられる両生類・爬虫類 (佐野・篠原, 2012; 松井・森, 2021) において、これらのホタルを捕食するかどうか飼育実験により調査した。

材料と方法

対象動物の採集

本研究では捕食者として両生類 8 種：ニホンアマガエル *Dryophytes japonicus* (Günther, 1859), トノサマガエル *Pelophylax nigromaculatus* (Hallowell, 1861), ツチガエル *Glandirana rugosa* (Temminck et Schlegel, 1838), モリアオガエル *Zhangixalus arboreus* (Okada et Kawano, 1924), タゴガエル *Rana tagoi tagoi* Okada, 1928, カジカガエル *Buergeria buergeri* (Temminck et Schlegel, 1938), ニホンヒキガエル *Bufo japonicus japonicus* Temminck et Schlegel, 1838, アカハライモリ *Cynops pyrrhogaster* (Boie, 1826), および爬虫類 2 種：ニホンカナヘビ *Takydromus tachydromoides* (Schlegel, 1838), ニホントカゲ *Plestiodon japonicus* (Peters, 1864) を使用した。ゲンジボタルとヘイケボタル, また捕食者のうちニホンアマガエル, トノサマガエル, ツチガエル, モリアオガエル, アカハライモリについては京都府京都市左京区岩倉村松町にて採集した。タゴガエルについては山口県山口市, カジカガエル, ニホンカナヘビ, ニホントカゲは京都市南丹市美山町, ニホンヒキガエルは徳島県阿南市にて採集した。実験後, 不要になった個体は採集した場所に帰した。

採餌実験

両生類, 爬虫類がホタル亜科の種を捕食するかどうか調査するため, 飼育下で捕食者にゲンジボタルもしくはヘイケボタルの成虫を与え, ビデオで撮影し, 捕食行動の有無を確認した。捕食者には上記の 10 種を用いた (ニホンアマガエル 6 個体, トノサマガエル 3 個体, ツチガエル 3 個体, モリアオガエル 2 個体, タゴガエル 1 個体, カジカガエル 2 個体, ヒキガエル 3 個体, アカハライモリ 1 個体, ニホンカナヘビ 1 個体, ニホントカゲ 1 個体)。同種の個体は全て同じケージに入れ, ホタルはそれぞれの捕食者に対して 2 匹ずつ与え, 捕食が起こるまで (最長 2 時間) ビデオで撮影した。実験後, 捕食者がホタルを 1 匹でも捕食した場合は「捕食」と記録した。捕食しなかった場合はホタルを取り除き, 直後に飼育下で餌として与えているミルワームとフタホシコオロギを与え, 空腹度による影響の有無を確認した。ミルワームもしくはフタホシコオロギを捕食した場合, 空腹度による影響はなかったと判断し, 「捕食せず」と記録した。ミルワームやフタホシコオロギを捕食しなかった場合は空腹ではないなどの理由で採餌モチベーションが無いと判断し, 「無効」と記録した。

忌避学習実験

捕食者が学習によって, 2 回目以降ホタルを忌避する可能性も考えられたため (De Cock・Matthysen, 2002), 以下の方法で捕食行動の変化を観察した。捕食者としては, トノサマガエル 2 個体, モリアオガエル 1 個体, ニホンヒキガエル 2 個体を用いた。それぞれの捕食者に対して, ゲンジボタル 2 匹を与え 10 分間観察した。10 分後, ホタルを捕食しなかった場合にはミルワームを与えてさらに 10 分間観察し, 上記の採餌実験と同様に空腹度による影響を評価した。これらの実験を 1 日に 2 回ずつ計 10 回繰り返した。

結果と考察

採餌実験の結果, ニホンアマガエル, トノサマガエル, ツチガエル, モリアオガエル, カジカガエル, ニホンヒキガエル, アカハライモリはゲンジボタルもしくはヘイケボタルを捕食した。また, ホタルを捕食したこれらのカエルやイモリにその後, 体調の変化などは見られなかった。一方で, タゴガエル, ニホンカナヘビ, ニホントカゲはこれらのホタルを捕食しなかった。タゴガエルにおいては, その後与えたミルワームも捕食しなかったことから採餌モチベーションが低かったと考えられる。ニホントカゲとニホン

カナヘビはその後ミルワームを捕食したことから、採餌モチベーションによる影響ではなく、ホタルを忌避している可能性がある。

学習実験では、モリアオガエルとニホンヒキガエルは試行した 10 回全てにおいてゲンジボタルを捕食した。トノサマガエルでは捕食するときとしないときがあったが、特にパターンは見られず、学習によって忌避しているとは考え難い (表 1)。

表1. カエル類のホタルに対する学習 Table1. Learning experiment toward fireflies

捕食者(predator)	餌を与えた回数(number of feeding)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
トノサマガエル(個体1) <i>Pelophylax nigromaculatus</i>	○	○	—	—	×	×	○	○	○	○
トノサマガエル(個体2) <i>P. nigromaculatus</i>	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×
モリアオガエル <i>Zhangixalus arboreus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ニホンヒキガエル(個体1) <i>Bufo japonicus japonicus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ニホンヒキガエル(個体2) <i>B. japonicus japonicus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○: ホタルを捕食した(捕食), ×: ホタルは捕食しなかったが、ミルワームは捕食した(捕食せず), —: ホタルとミルワーム両方捕食しなかった(無効)。

これらの結果から、カエル類やイモリはホタル亜科の種を忌避しないと考えられる。トカゲ類は視覚や嗅覚で獲物を識別することが知られているが (Nicoletto, 1985; Cooper & Vitt, 1989), 本実験では近くで動いているホタルに一切興味を示さなかった。このことから、トカゲ類はホタルを色彩パターンや匂いなどで忌避している可能性が考えられる。今回の研究ではトカゲ類による忌避行動の至近要因まで明らかにすることはできなかったが、今後、様々な色彩の模型を使った捕食実験や匂いに対する嗜好性実験を行うことで、忌避に関わる要因について明らかにすることができるだろう。



図1. トノサマガエルの胃内容から検出されたゲンジボタルとヒメボタル
Figure 1. *Nipponoluciola cruciate* and *Luciola parvula* found in the stomach contents of *Pelophylax nigromaculatus*

追記

2021年6月16日20時45分頃、京都府京都市左京区岩倉村松町付近で腹部が発光しているトノサマガエルを発見した。捕獲後、強制嘔吐法によって胃内容物を取り出したところ、ゲンジボタルの成虫1匹とヒメボタル *Luciola parvula* Kiesenwetter, 1874 の成虫1匹が検出された(図1)。ヒメボタルは胴体部の消化が進んでいたものの、残った外骨格のサイズおよび前胸板の模様から本種と判断した。発光様式や消化の度合いからトノサマガエルの腹内で発光していたのはゲンジボタルであると推測される。このトノサマガエルはオスで体長47.5 mm、ゲンジボタルもオスで体長18.0 mmであった。このことから、飼育下だけでなく野外においてもトノサマガエルはホタル亜科の種を捕食することが確認された。多くのカエル類は餌を視覚で認識していることから(Freed, 1988)、ホタルの発光を利用してこれらを捕食している可能性も考えられる。

引用文献

- Cooper W.E., Vitt L.J. (1989) Prey Odor Discrimination by the Broad-Headed Skink (*Eumeces laticeps*). *J. Exp. Zool.*, **249**: 11-16.
- De Cock., Matthysen (2002) Glow-worm larvae bioluminescence (Coleoptera: Lampyridae) operates as an aposematic signal upon toads (*Bufo bufo*). *Behav. Ecol.*, **14**: 103-108.
- Freed A.N. (1988) The use of visual cues for prey selection by foraging treefrog (*Hyla cinerea*). *Herpetologica*, **44**: 18-24.
- Nicoletto P.F. (1985) The roles of vision and the chemical senses in predatory behavior of the skink, *Scincella lateralis*. *J. Herpetol.*, **19**: 487-491.
- 大場信義・日高敏隆 (2002) ホタルの体液分泌と捕食者 — 被捕食者の相互関係. 横須賀市博研報, **49**: 1-12.
- 大場信義 (2004) 「ホタル点滅の不思議: 地球の奇跡 <特別展示解説書7>」51-52pp., 横須賀市自然・人文博物館, 神奈川.
- 佐野 誠・篠原正典 (2012) カエル類7種における繁殖生態と食性の関係性について. 帝京科学大学紀要, **18**: 101-111.
- 松井正文・森 哲 (2021) 「新日本両生爬虫類図鑑」134pp., サンライズ出版, 滋賀.