

## 卵の形はみんな同じじゃなかった！

卵塊の中での位置によって形が異なる現象をカメムシで初めて発見

### ポイント

- ① メスが一度に複数の卵を産み、卵塊を形成する生物は多い。単一の卵塊内において卵の形は均一ではなく異なる可能性があるが、その実態や適応的意義（※1）については全く不明であった。
- ② メスが卵塊を天敵から防衛するエサキモンキツノカメムシでは、安全な卵塊中央部に位置する卵は危険な卵塊周縁部に位置する卵よりも細長い形をしていることが明らかになった。
- ③ 卵塊内での位置に応じて卵の形が異なるという現象は今回が初めての報告であり、適応的な卵形変異という新たな研究の方向性を提起するものである。

### 概要

近年、動物の卵の形の進化や多様化についての研究が急速に進展しています。メスが一度に複数の卵を卵塊として産み出す動物は数多く存在しますが、そのような動物では単一のメスが産んだ卵であっても形が均一ではなく異なる可能性があります。しかし、「卵塊内で卵の形がどの程度異なるのか？」そして「その変異がどのような要因によってもたらされているのか？」については、ほとんど分かっていませんでした。

九州大学大学院システム生命科学府の正本大岳大学院生、同大学院理学研究院の細川貴弘准教授、鳴門教育大学大学院学校教育研究科の工藤慎一准教授の研究グループは、植物の葉に平面状の卵塊を産み、メスが体でこれを覆って天敵から防衛するエサキモンキツノカメムシにおいて、卵塊の中央部に位置する卵は周縁部に位置する卵よりも体積が大きく細長い形であることを明らかにしました。

本研究は卵塊内での位置に応じて卵の形が異なるという現象を初めて発見したのになります。卵塊を防衛するエサキモンキツノカメムシでは、卵塊中央部により大きく細長い卵を産むことにより、天敵に襲われにくい中央部の卵への相対的な投資を増やしつつ、メスの体の下という限られた空間に卵塊全体をコンパクトに収め、周縁に露出する卵の割合を最小化している可能性が考えられます。このような親の防衛行動に応じた卵塊内での卵形の変異がどの程度一般的な現象であるのかを検証することが今後の研究の課題になります。

本研究の成果は、米国の科学雑誌「The American Naturalist」に2026年6月11日（木）（日本時間）にオンライン先行公開されました。



#### 研究者からひとこと：

卵には母親の繁殖成功度を高める様々な“工夫”がありそうです。本研究で明らかになった知見も、そうした手の込んだ適応の一端を示すものです。本研究を機に、今後さまざまな生物において、卵形変異の適応に関する議論が進むことを期待しています。  
(正本大岳)

シナサワグルミの葉上で卵塊を防衛するエサキモンキツノカメムシのメス  
(細川貴弘撮影)

## 【研究の背景と経緯】

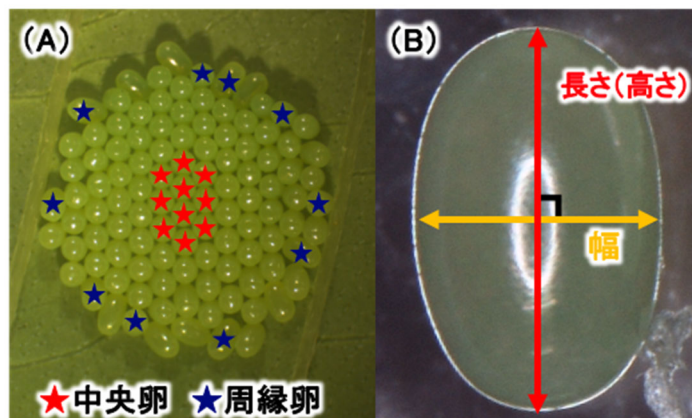
「卵の形」ときくと、ニワトリの卵の形を思い浮かべる人が多いかもしれませんが。しかし、すべての動物があのような形の卵を産む訳ではなく、中にはほぼ完全な球形の卵や細長い棒状の卵を産む動物も存在します。近年、動物における卵形の多様性がどのような要因によって進化してきたのかについての研究が加速的に進展しており、それぞれの動物が生活する環境や生態に応じて最適な卵形が進化してきたことが明らかになってきました。例えば、一部の鳥類では抱卵する親の体温が効率よく伝わる卵形が進化してきたことが指摘されていますし、ナナフシとコノハムシの間では産卵方法や産卵場所に応じた卵形の多様化が示されています。

多くの動物では1匹のメスが一度に複数の卵を卵塊として産卵しますが、このような動物では単一の卵塊の中でも卵形が異なるかもしれません。しかし、「卵塊内で卵形がどの程度異なるのか？」そして「その変異がどのような要因によってもたらされたのか？」については卵形の研究が進展している現在においてもほとんど明らかになっていませんでした。

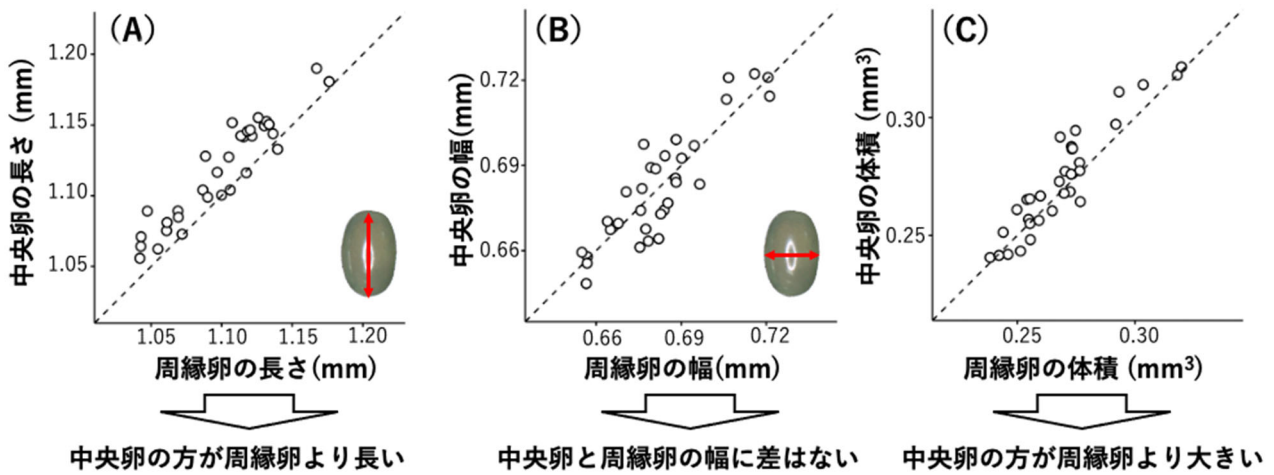
我々の研究チームは、エサキモンキツノカメムシに着目しました。このカメムシのメスは楕円形の卵を100個ほど産卵し、卵の長軸を植物の葉面に垂直にして並べて平面状の卵塊を形成します。産卵後は卵塊に体を覆い被せてアリなどの天敵から卵を防衛します（前ページの写真、Nishimura et al. 2023）。卵塊の周縁部に位置する卵の方が中央部に位置する卵よりも天敵に襲われやすいため、メスは周縁部には小さい卵を産み、中央部には大きい卵を産むことがこれまでの研究で明らかになっていました（Kudo 2001）。しかしこの研究では卵の大きさの指標として質量のみが測定されており、形は測定されていませんでした。卵の大きさだけでなく形にも防衛効率を向上させるような変異が期待できるかもしれないと考え、研究チームは卵塊の中央部と周縁部から卵を採取して卵形を比較することで、卵塊内で卵形に違いが見られるかどうかを検証しました。

## 【研究の内容と成果】

研究チームは、野外で産卵されていた32の卵塊を採集しました。下図Aのように各卵塊の最も内側の領域である中央部に位置する10個の卵（中央卵）、および最も外側の列である周縁部から任意に選んだ10個の卵（周縁卵）を採取し、各卵について長さ（高さ）と幅を測定しました（下図B）。また、卵を回転楕円体と見なして体積も推定しました。これら卵の長さ、幅、体積のそれぞれを中央卵と周縁卵の間で比較しました。



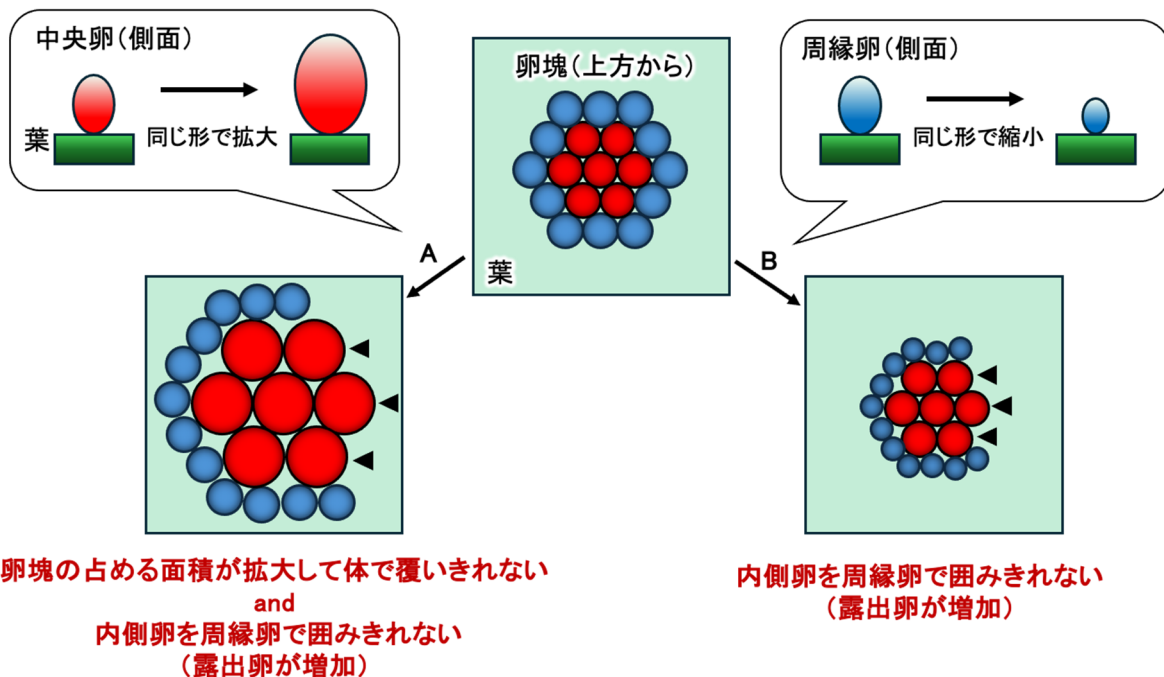
(A) 卵塊からサンプルした中央卵と周縁卵の例、(B) 卵の測定箇所



中央卵と周縁卵の間で長さ (A)、幅 (B)、体積 (C) を比較した結果。各プロットは周縁卵の平均値と同じ卵塊の中央卵の平均値を示している。点線より上に位置するプロットは中央卵の平均値が周縁卵のそれを上回っていることになる。

解析の結果、卵塊の中央部に位置する卵は、周縁部の卵に比べて、長さは大きい一方で、幅には差がなく、体積が大きいことが分かりました (上図)。つまり中央卵は周縁卵よりもサイズが大きいのみならず形が細長かったのです。

これらの結果を踏まえ、卵塊内での位置に応じた卵形の変異がメスの防衛効率にどのように寄与しているのかについて仮説を提案しました。本研究では中央卵が周縁卵より体積が大きいことが示され、これは卵の質量を比較した先行研究 (Kudo 2001) の結果と整合します。つまりこの結果は、メスは天敵に襲われにくい中央卵を大きくし、天敵に襲われやすい周縁卵を小さくしているという仮説を支持します。しかし、下図 A のように中央卵を周縁卵と同じ形のまま大きくすると、卵塊全体が水平方向に大きくなるので、メスが卵塊を体で覆いきることができなくなるかもしれませんし、周縁卵がその内側の卵を囲みきれず周縁に露出する卵が増えてしまいます。一方で、下図 B のように周縁卵を中央卵と同じ形のまま小さくすると、幅が減少した周縁卵では内側の卵を囲みきれず、やはり周縁に露出する卵が増えてしまいます。本研究が発見したように、中央卵と周縁卵の幅を維持したまま長さのみを変えることによってこれらの問題をいずれも回避できていると考えられます。



卵の大きさが多様化するときに生じる問題。中央卵は赤色、周縁卵は青色で塗られている。卵の大きさの変化により周縁に露出した卵を矢じりで示している。

本研究では、メスが卵塊を防衛するエサキモンキツノカメムシにおいて、卵塊内での位置に応じて卵の形が異なるという現象を初めて発見しました。植物の葉などの基質に産みつけた卵塊を体で覆って防衛する昆虫はカメムシの仲間以外でも広く知られており、それらの昆虫でも卵塊内で卵形が変異しているかもしれません。今後の研究では親の防衛行動に応じた卵塊内での卵形の変異がどの程度一般的な現象であるのかを検証する必要があります。

#### 【引用文献】

- ・ Kudo, S. 2001. Intraclutch egg-size variation in acanthosomatid bugs: adaptive allocation of maternal investment? *Oikos* 92: 208-214.
- ・ Nishimura, K., S. Kudo, and T. Hosokawa. 2023. Protective function of maternal care against egg predators in the shield bug *Sastragala esakii* (Hemiptera: Acanthosomatidae). *Entomological Science* 26:e12555.

#### 【用語解説】

(※1) 適応的意義・・・その生物の生存や繁殖への寄与

#### 【謝辞】

本研究は JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2136 と JSPS 科研費 JP21K06335 の助成を受けたものです。

#### 【論文情報】

掲載誌：The American Naturalist

タイトル：Positional intra-clutch variation in egg shape associated with maternal guarding in a shield bug

著者名：Hirota Masamoto, Takahiro Hosokawa, Shin-ichi Kudo

D O I : 10.1086/741119

#### 【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 大学院理学研究院 准教授 細川貴弘 (ホソカワ タカヒロ)

TEL : 092-802-4279

Mail : t.hosokawa.346@m.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL : 092-802-2130 FAX : 092-802-2139

Mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

鳴門教育大学 DX 推進・広報課

TEL : 088-687-6035 FAX : 088-687-6108

Mail : kohou@naruto-u.ac.jp