

卵の向きが生死を決める

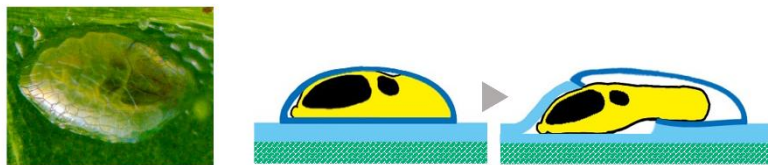
—葉に潜る昆虫の新たな死因を発見—

概要

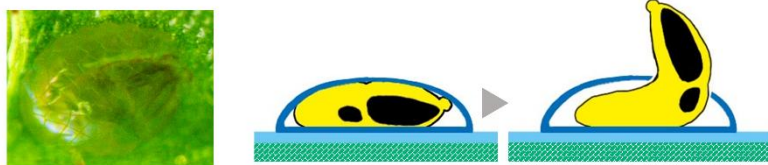
農学研究科の近藤陽香 修士課程学生（研究当時）、小野肇 准教授（研究当時、現：東海大学教授）、京都府立大学の大島一正 教授らの研究グループは、葉の内部に潜り込んで育つ「クルマホソガ」において、雌が卵を産む際の「背腹軸^(注1)の向き」が、次世代の生存に重要であることを明らかにしました。本種は孵化時に卵の殻を底から破って葉の内部へ侵入しますが、背腹が反転した（上下逆さまの）卵から孵化した幼虫は葉に侵入できずに死亡することを発見しました。さらに、卵の移植法を独自に開発し、反転した卵の向きを正常に戻すとその幼虫は侵入に成功し、正常な卵を反転させると侵入できなくなることを証明しました。この「背腹軸の反転」は野外でも確認されました。さらに、産卵させる植物種が異なると、卵の反転率も異なることがわかりました。これらの結果は、卵の配置という微細なスケールでの行動適応が潜葉性昆虫^(注2)の生存に重要であること、さらに寄主植物の違いが産卵の正確性に影響することを示しています。

本研究成果は、2026年6月24日午前0時5分（英国夏時間）に英国の国際学術誌「*Biology Letters*」にオンライン掲載されました。

正しい向き(背腹正常)



表裏逆向き(背腹反転)



クルマホソガの孵化と葉内への侵入プロセスの模式図。正常な向きの卵からは幼虫が直接葉の中に穿孔する（上図）が、背腹が反転した卵では頭部が外側に飛び出してしまう、侵入できずに死亡する（下図）。図の作成者：近藤陽香

1. 背景

植物を食べる昆虫（植食性昆虫）には、葉を外側から食べるものや、葉の内部に潜り込んで育つもの（潜葉性昆虫、通称：絵かき虫）など、様々な生活様式が存在します。葉の内部は、乾燥などの環境ストレスや天敵から身を守るのに適した空間ですが、そこに潜り込むためには、植物の硬い表皮を突破しなければなりません。鱗翅目（チョウ目）ホソガ科の昆虫であるクルミホソガ（*Acrocercops transecta*）の雌は、寄主植物であるクルミの葉の表面に卵を産みます。孵化した幼虫は、卵の殻とその底面に接する葉の表皮を直接食い破って内部へと侵入します。本種にとって、この孵化の瞬間こそが、幼虫が葉の内部に入れる唯一のチャンスとなります。しかし、研究グループは実験室での飼育下において、適切な葉が供給されているにもかかわらず、約 10%の個体が葉内に侵入できずに死亡することを発見し、その原因解明へと乗り出しました。

2. 研究手法・成果

クルミホソガの卵殻はほぼ透明であるため、顕微鏡を用いて卵の外側から内部の胚（幼虫の体）の発育や向きを観察することができます。観察の結果、正常な卵では幼虫の「腹側」が葉の表面を向いているのに対し、葉への侵入に失敗した卵では、幼虫の「背側」が葉の表面を向いている（背腹軸が上下逆さまになっている）ことが判明しました。逆さまになった卵から孵化した幼虫は、葉の表面と反対の向きに孵化して葉表面に出てしまい、結果として葉内に入れず死亡していました。研究グループは新たに開発した「卵移植法」を用いて卵の向きを人為的に操作し、この現象が胚発生に問題があるのではなく「卵の背腹軸の反転」そのものが死因であることを実証しました。また、この「卵の背腹軸の反転」は野外でも確認されました。

それでは、なぜこのような致命的な産卵ミスが起こるのでしょうか。本研究で最も注目すべき点は、寄主植物の種類によって卵の反転率が有意に変化したことです。使用したクルミホソガはクルミ科植物に卵を産みますが、実験室において、カシグルミの葉に産み付けられた卵の反転率は 16%に達したのに対し、同属の植物種であるオニグルミ上での反転率はわずか 3%でした。この結果は、卵が産卵管を通して産み付けられる過程において、植物の表面構造（テクスチャ）の違いが卵の配置という微細なスケールでの産卵行動のエラーを誘発していることを強く示唆しています。これらの結果は、潜葉性昆虫が寄主植物を利用するためには、化学的・物理的にその植物を食べられるかどうかだけでなく、葉の表面に「正確な向きで卵を置く」という極めて微細なスケールでの行動適応が不可欠であることを物語っています。

3. 波及効果、今後の予定

従来の潜葉性昆虫の研究では、葉への侵入の失敗は、主に「葉の表皮の硬さや厚さ」という植物側の要因に起因すると考えられてきました。しかし本研究は、昆虫側の「雌による精密な卵の配置（産卵の正確さ）」が子の生存を左右するという、これまでにない新しい視点を提示しました。反転率の高いカシグルミの葉にはトライコーム（葉の表面に生えている毛）が少なく、オニグルミの葉にはトライコームが多く観察されます。このような葉の表面構造の違いが雌の産卵ミスを誘発する可能性があり、今後は、昆虫がどのようにして葉の微細な構造を感知し、正確に卵を産み付けているのか、そのメカニズムの解明が期待されます。本成果は、昆虫の寄主植物への適応や、特異的な生活様式の維持メカニズムを紐解く重要な足がかりとなります。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は、日本学術振興会（JSPS）科学研究費助成事業（【科研費種目名】24K08934 [代表：小野肇]、【科研費種目名】23H02543、23K27234 [代表：大島一正]）の支援を受けて実施されました。

<用語解説>

注1. 背腹軸（はいふくじく）：生物の体における「背側」と「腹側」を結ぶ軸。昆虫の卵の背腹は、通常は卵が形成される卵巣の中で決定される。

注2. 潜葉性昆虫（せんようせいこんちゅう）：幼虫が植物の葉の内部に潜り込み、葉の組織を内部から食べ進む昆虫の総称であり、鱗翅目（チョウ目）以外にも膜翅目（ハチ目）、鞘翅目（コウチュウ目）、双翅目（ハエ目）の昆虫が含まれる。食べ進んだ痕が絵や文字のように見えることから「絵かき虫」や「字かき虫」との愛称でも呼ばれる。

<研究者のコメント>

「クルマホソガは、とてもかわいいです。かわいがりすぎて、生存率を少しでも上げるために観察しまくっていたら、思いがけない発見につながりました。研究者や、研究の動機の多様性は、このように面白い結果に結びつくこともあるようです。気になったことを突き詰める姿勢はこれからも大事にしていきたいです。」（近藤陽香）

<論文タイトルと著者>

タイトル：An unrecognised fine-scale host-plant adaptation in a leaf miner: correct dorsoventral egg orientation is essential for successful leaf entry（潜葉性昆虫における今まで知られていなかった微細スケールでの寄主植物適応：正確な卵の背腹軸の向きが葉内への侵入成功に不可欠である）

著者：Haruka Kondo, Issei Ohshima and Hajime Ono

掲載誌： *Biology Letters* DOI： <https://doi.org/10.1098/rsbl.2026.0164>