

# 肉食者が草食者の足跡を避ける事例を発見

## —はらぺこあおむしが自然界の秩序を保つ？ ver. 2—

### 概要

生物の生死はしばしば偶然に左右されますが、そんな運命に懸命に抗う小さな生き物のお話です。農学研究科の金藤葉院生と同矢野修一助教の研究グループは、肉食性のコウズケカブリダニとケナガカブリダニが、草食性のチョウヤガの幼虫（以下芋虫）の足跡を避けて産卵することを世界で初めて発見しました。何故肉食者が、下位栄養段階の芋虫の足跡を避けるのでしょうか。体長が0.5mm以下のカブリダニは、農業害虫のハダニを捕食して植物に産卵します。ところがその植物を餌にする大型芋虫は、ダニたちにお構いなく植物を無慈悲に食い進みます。足が速いカブリダニの成虫は芋虫から逃げられますが、動けない卵は芋虫に植物ごと「捕食」されます。カブリダニは芋虫の足跡を避けて産卵することで、この大惨事を防いでいるようです。草食性のハダニも芋虫の足跡の化学成分を避けるので（[2023.2.24 プレスリリース](#)）、その原因となる物質を特定できれば、天敵のカブリダニと併用してより効率的にハダニを防除できるかもしれません。芋虫を恐れるハダニとカブリダニは芋虫の足跡がない場所で出会い易くなると予想されるからです。

本研究成果は、2026年4月7日に米国の国際学術誌「*Ecosphere*」にオンライン掲載されました。



本研究の概要図 © Kinto Shiori

## 1. 背景

弱肉強食とは、一般に栄養段階の高い動物が低い動物を食べる関係を指しますが、自然界ではこの関係が逆転する場合があります。たとえば大きな草食動物が餌植物をそこに住む小さな肉食動物と一緒に食べてしまう場合です。こうした出来事は草食動物にとっては意図しない偶然の出来事ですが、食べられる側の小さな肉食動物にとっては彼らの生息場所を消滅させる巨大災害なので、理屈の上では肉食動物が草食動物による捕食を避けるべきです。そうだったら面白そうだと考えて調べてみました。

カブリダニは体長 0.5mm 以下と小柄ながら、農家さんを悩ます大害虫のハダニを退治する肉食動物で、ハダニに対する生物的防除※の切り札として世界中で活躍しています。カブリダニの成虫は節足動物界の韋駄天で、体長換算するとチーター並みのスピードで走る種もいます。一方、チョウやガの大きな芋虫（～10cm）は一日に数十枚もの餌葉を食べる大食漢で、餌葉にハダニやそれを餌にするカブリダニが住み着いていてもお構いなしに葉ごと食べてしまいます。芋虫が襲ってきても足が速いカブリダニの成虫は逃げられますが、植物に産み落とされた動けない卵は逃げられません。カブリダニの雌成虫は他の捕食者に狙われにくい場所に産卵したり、あるいは卵自身も頑丈なので捕食者に狙われているのがわかると孵化を遅らせたりして身を守りますが（[2019.9.25 プレスリリース](#)）、巨大な芋虫相手にそんな小細工は通用しません。何しろハダニから見た芋虫たちの大きさは、人間から見た都心の高層ビルなみの大きさなのです。芋虫に捕食されるのを阻止できないのなら出会わないようにするしかないはずだと予測しました。そこで、カブリダニが産卵場所を決めるとき、芋虫が歩いた植物葉を避けるかどうかを調べました。

## 2. 研究手法・成果

まず、植物葉上のカブリダニとその卵が芋虫に食べられるかどうかを調べました。コウズケカブリダニあるいはケナガカブリダニ（雌成虫+卵）がいる葉をスズメガ（コスズメまたはセスジスズメ）の終齢幼虫に食べさせたところ、観察した全ての卵が葉とともに食べられましたが、雌成虫は全て逃げのびました。これは、草食性の昆虫が肉食性のダニを偶発的に捕食することを確認した初めての事例です。

では、カブリダニは偶発的捕食から卵を守るのでしょうか？カブリダニの脚には匂いセンサーがあり、餌や危険物を触ることで察知します。そこで、雌成虫が産卵するときに芋虫が歩いた葉（すなわち近くに芋虫がいる可能性がある葉）を避けるかどうかを調べました。スズメガ（コスズメまたはセスジスズメ）の終齢幼虫にヤブガラシの葉面を歩かせ、芋虫が歩いた/歩いていない葉を並べて、その境界にカブリダニの雌成虫を入れてどちらの葉に産卵するかを調べました。さらに、分類上の科が違うカイコとナミアゲハの芋虫についても同様に検証しました（**図 1a**）。

その結果、2種のカブリダニは調べた4種の芋虫の足跡を全て避けて産卵しました（**図 1b**）。カイコは千年以上前に家畜化されているので、自然界でカブリダニとは決して出会いませんが、カブリダニはそんなカイコの足跡も避けてました。つまり、カブリダニは大型の芋虫に広く共通する足跡因子を避ける可能性があります。小さなダニが限られた情報処理力で生き延びるには、「やばそうな匂いを避けていれば間違いない」という大雑把なリスク回避策が最適なのでしょう。

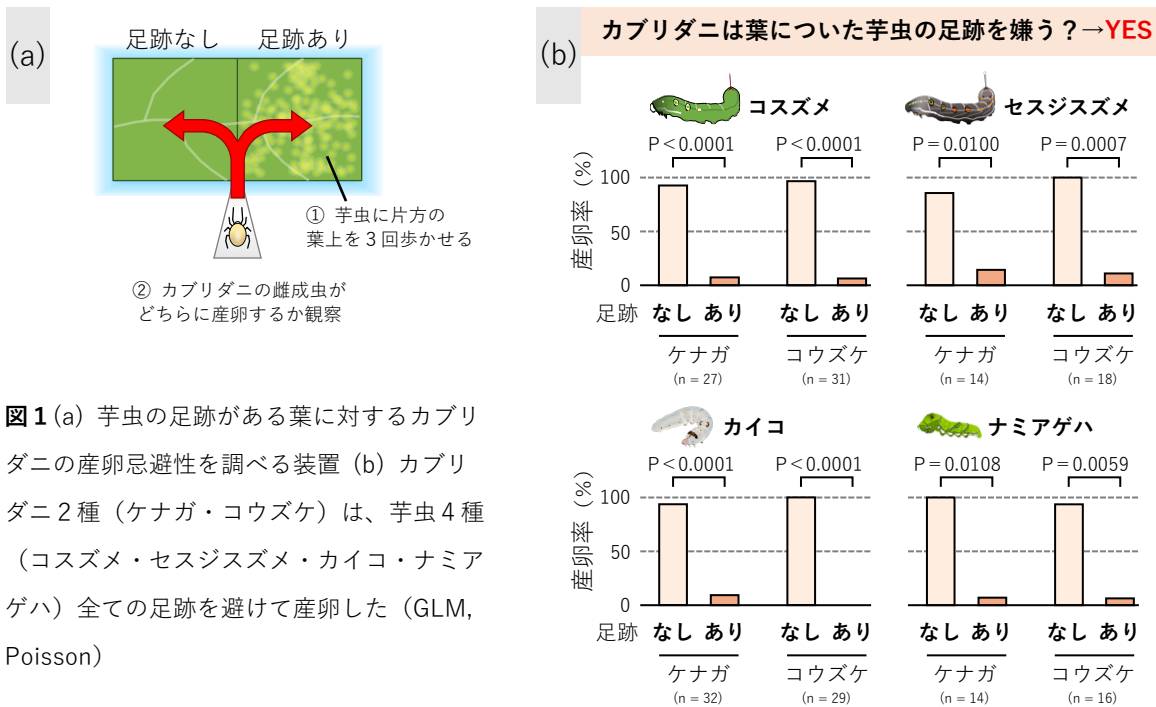


図1 (a) 芋虫の足跡がある葉に対するカブリダニの産卵忌避性を調べる装置 (b) カブリダニ2種 (ケナガ・コウズケ) は、芋虫4種 (コスズメ・セスジスズメ・カイコ・ナミアゲハ) 全ての足跡を避けて産卵した (GLM, Poisson)

カブリダニは植物の茎にも産卵しますが、そこに芋虫の足跡があると同様に産卵を避けました (図2)。植物の茎は芋虫の通路なので、カブリダニは同じ植物のどこかにいる芋虫を避けられることになります。

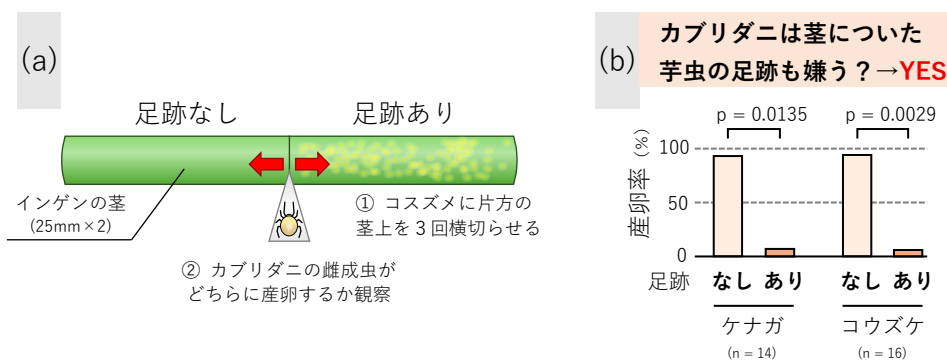


図2 (a) 植物の茎に付いた芋虫の足跡に対するカブリダニの忌避性を調べる装置 (b) カブリダニは、コスズメの足跡がある枝を避けた (GLM, Poisson)

### 3. 波及効果、今後の予定

これまで、自分よりも栄養段階が高い動物による捕食から身を守るための防御策ばかりが論じられてきました。本研究はその逆、つまり栄養段階が低い動物による捕食を避ける防御策があることを初めて示しました。大型草食動物が小型動物を食べることが偶発的な出来事であるがゆえに、これまでではその重要性が無視されがちでしたが、食べられる側にとっては死活問題なので、肉食/草食に関わらず小型動物たちが対策を講じているのでしょう。

カブリダニは農業害虫のハダニの生物的防除に利用されています。もしハダニとカブリダニが嫌う芋虫の足跡成分を特定できれば、それをカブリダニと併用することで相乗効果が期待できます。カブリダニとハダニが

芋虫の足跡を嫌えば、両者が芋虫の足跡がない場所で出会い易くなってカブリダニによるハダニの生物的防除を助けると予想されるからです。自然界の秩序を保つ仕組みの一端を解明して農地の害虫制御に応用することが、安全で持続可能な農業を実現する近道だと私たちは考えます。

#### 4. 研究プロジェクトについて

本研究は、本学運営交付金と日本学術振興会科学研究費助成金（課題番号 24KJ1495 及び 25K09122）の援助を受けて実施されました。

##### <用語解説>

※生物的防除：害虫の天敵（昆虫、ダニ）や微生物、性フェロモンなどの「生物が持つ機能」を利用して、農業病害虫の密度を低減させる手段

##### <研究者のコメント>

研究はパズルをはめる作業に似ていると思います。手中のピースをはめることに固執して前に進めない日々もありますが、ふとした思い付きから予期しない重要なピースがはまり、一気に全体の絵が見通せるようになる日もあります。そんな忘れがたい爽快感を味わうために、思いついたことを試し続けることが大事なのだと感じる今日この頃です。（金藤）

##### <論文タイトルと著者>

タイトル：Tiny predators avoid herbivorous caterpillar traces to prevent accidental predation（小型捕食者は草食性動物である芋虫の足跡を避けて偶発的捕食を防ぐ）

著者：金藤 栞（京都大学大学院農学研究科博士2回生）・矢野修一（京都大学大学院農学研究科助教）

掲載誌：*Ecosphere* DOI：10.1002/ecs2.70627