

害虫がアリの足跡を避けることを発見

—厄介な害虫を天然物質で追い払える可能性を開拓—

概要

捕食者は餌動物を捕食して減らすだけでなく、餌動物に警戒させることでも活動を抑えます。地上の至る所を歩き回って捕食するアリは、小型の害虫を抑止しているはずですが、植物を食い荒らすハダニは、新しい化学農薬にすぐに耐性をつける厄介な農業害虫ですが、アリなどの捕食者がいる自然生態系では低密度に抑えられています。

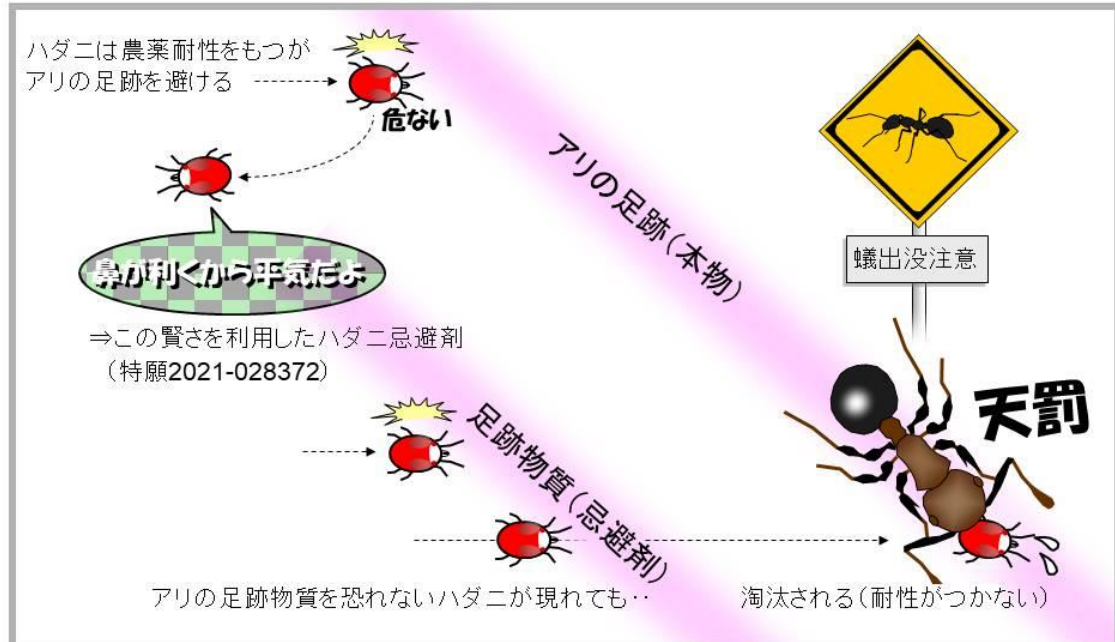
京都大学大学院農学研究科の矢野修一 助教と京都工芸繊維大学 秋野順治 教授らの共同研究グループは、ナミハダニとカンザワハダニが、アミメアリとクロヤマアリの足跡に残る化学物質を避けることを発見しました。アリの活動圏に残る足跡物質を避けることで、ハダニはアリとの出会いを防げる一方で、餌植物を自由に利用できないはずですが、このハダニのアリ回避術を逆手に取れば、人体と環境に無害な天然物質でハダニを農作物から追い払えるかもしれません。この物質にハダニが耐性をつける心配はありません。自然の摂理に背いてアリの足跡物質を恐れないハダニは、アリに捕食されて淘汰されるからです。

本成果は2022年10月27日にオランダの国際学術誌「Experimental and Applied Acarology」にオンライン掲載されました。

害虫がアリの足跡を避けることを発見

—厄介な害虫を天然物質で追い払える可能性—

矢野修一(京大院・農・生態情報開発学)・小西麻結・秋野順治(京工繊大・応生)



本研究の概要図

1. 背景

地上の至る所を歩き回って無差別に捕食するアリは、小さな餌動物にとって大きな脅威です。そんなアリだらけの世界で生きる餌動物は、何らかのアリ対策を必ず持ちます。そうでなければ彼らは地上に存在しません。農業害虫のハダニの世代時間は短く（約10日）、ヒトの千倍以上速く進化するので、新しい農薬を開発してもすぐに効かなくなります。なかでも、ナミハダニは効かない農薬の種類が最も多い、害虫の世界王者です。ところがそんな厄介なハダニが、捕食者がいる自然生態系では低密度に抑えられています。捕食者は餌動物を食べて減らすだけでなく、餌動物に警戒させることでも活動を抑えます。猫を飼うとネズミがいなくなるのは、猫がネズミを食べ尽くすからではなく、ネズミが猫を恐れて出てこないからです。私たちは、この原理がアリとハダニにも当てはまると予想しました。

ハダニは餌植物の葉に防御網を張って、その中で暮らします。餌葉が劣化したりすると、雌成虫が網を出て新しい葉を開拓して子孫を残します。つまりハダニが利用する植物を決めるのは雌成虫です。アリ（体長2.5～5ミリ）よりもずっと小さく（体長0.5ミリ）足が遅いハダニが、網の外でアリに狙われたら助かりません。したがって、ハダニはアリに出会う前にアリを避けるべきです。私たちは、アリが活動圏に残す足跡物質^{※1}をハダニが避けると予測しました。そこで、ハダニを捕食するアミメアリと捕食しないクロヤマアリの足跡とその抽出物に対するハダニ雌成虫の忌避性を調べました。

2. 研究手法・成果

ハダニがアリの足跡を避けるかどうかを調べるためには、意図した場所にアリの足跡をつけねばなりません。垂直壁や天井面も平気で歩くアリは、なかなか狙い通りに歩いてくれませんが、そこで実験に使うマメの葉片をアリの人工巣の入口に玄関マットのように置き、自動的に足跡がつく仕掛けにしました(図1 a)。本作戦を「玄関マット作戦」と呼称します。この葉片全体に一度以上アリが横切る程度に足跡をつけてから、足跡をつけていない葉片と隣り合わせにしてハダニに選ばせました(図1 b)。単純な手法ですが、今までアリの足跡の忌避性を体系的に調べる術はありませんでした。

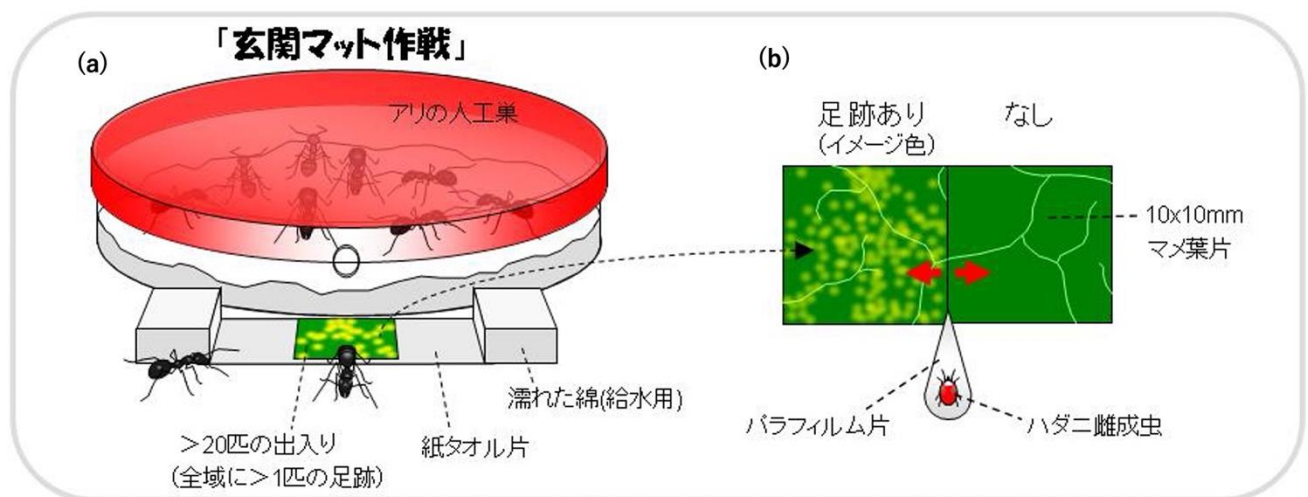


図1 a) 葉片にアリの足跡をつける装置、b) その葉片に対するハダニの忌避性を調べる装置

この実験の結果、意外なことに、ナミハダニとカンザワハダニは自分たちを捕食するアミメアリだけではなく、捕食しないクロヤマアリの足跡も避けた(図2 a)。つまり、ハダニは自分を捕食するかどうかに関わらず、捕食者であるアリ全般の足跡を避ける可能性が示唆されました。いわば、「危ない匂い」がする相手は

とりあえず避ける危険回避術です。この術を身につけているとすると、ハダニが捕食性ダニ全般の足跡を避けることも説明できます。ハダニは自分たちを捕食するカブリダニの足跡だけではなく、自分たちに危害を加えない（がヒトを吸血する）マダニの足跡も避けるのです。だからといってハダニはどんな足跡でも避けるのではなく、別な農業害虫であるワタアブラムシ3匹を5分間閉じ込めた葉片は避けませんでした(図2 a)。一方、同じ装置を使ってカンザワハダニがアミメアリの足跡をいつまで避けるかを調べると、1時間以上避けることがわかりました(図2 b)。

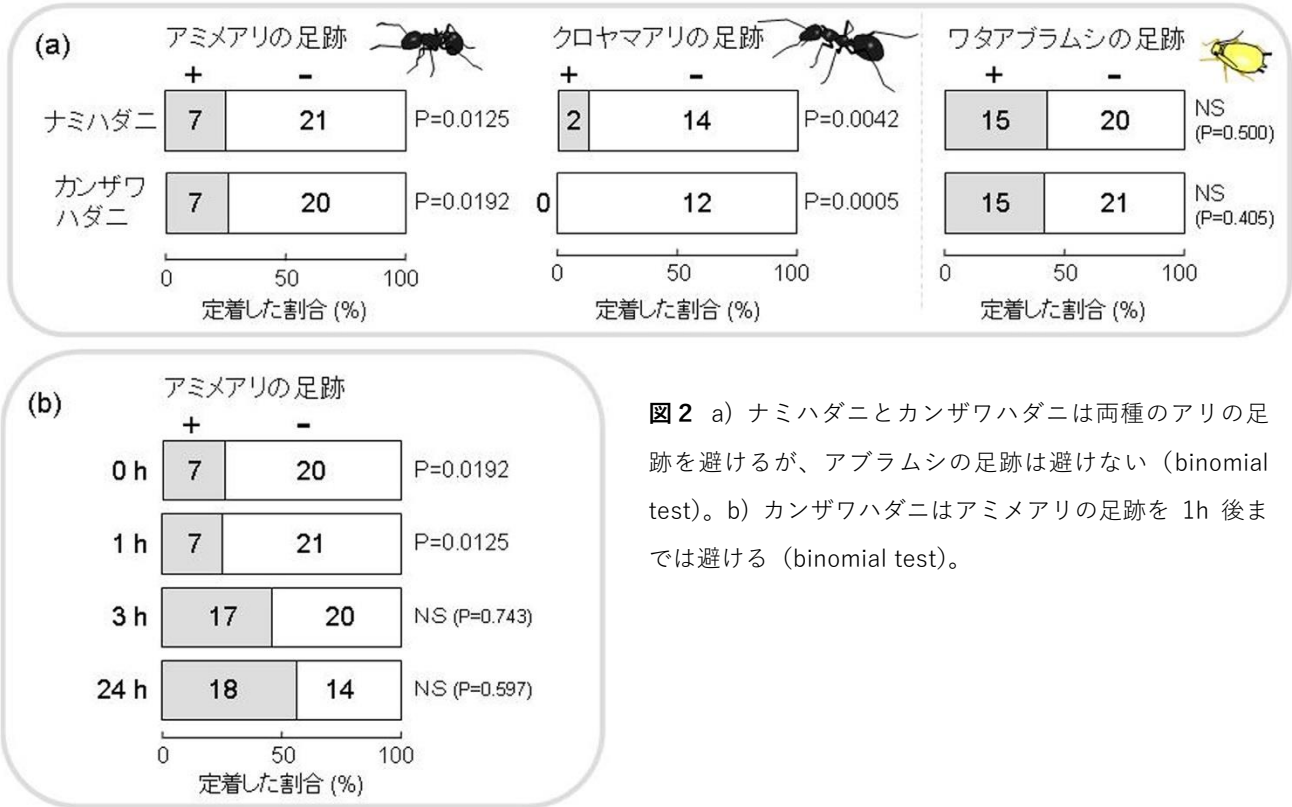


図2 a) ナミハダニとカンザワハダニは両種のアリの足跡を避けるが、アブラムシの足跡は避けない (binomial test)。b) カンザワハダニはアミメアリの足跡を 1h 後までは避ける (binomial test)。

次に、餌植物の枝についたアミメアリの足跡をカンザワハダニが避けるかどうかを調べました。一方の枝だけにアリの足跡をつけるために、他の部位を濡れた紙タオル片で覆いました(図3 a)。ハダニは覆われていなかった枝を好む傾向があるので、これを補正するためにアリの足跡をつけた植物とつけていない植物で覆われていなかった枝を選ぶ割合同士を比べると、ハダニがアリの足跡がある枝を避けることがわかります(図3 b)。植物は枝分かれ構造になっていますから、枝についたアリの足跡を避けると、ハダニは枝の先にある葉を全て利用できません。あらゆる場所を歩き回る全てのアリの足跡を1時間以上避けるとしたら、ハダニにとってかなり不自由なことです。小型の餌動物を無差別に襲うアリの痕跡を避ける害虫は他にもいます。自然界では害虫の餌になる植物はごく一部しか利用されませんが、もしかするとアリの足跡による抑止効果のお陰かもしれません。

最後に、ハダニがアリの足跡物質を避けることを確かめるため、アリの足跡をヘキサンで抽出した成分をT字型の濾紙の片方に塗り、反対側には溶媒だけを塗りました(図3 c)。カンザワハダニをT字の下端から登らせて分かれ道でどちらを選ぶかを調べると、両種のアリの足跡抽出物を避けました(図3 d)。これらの結果から、ハダニがアリの足跡物質を避けることが初めてわかりました。

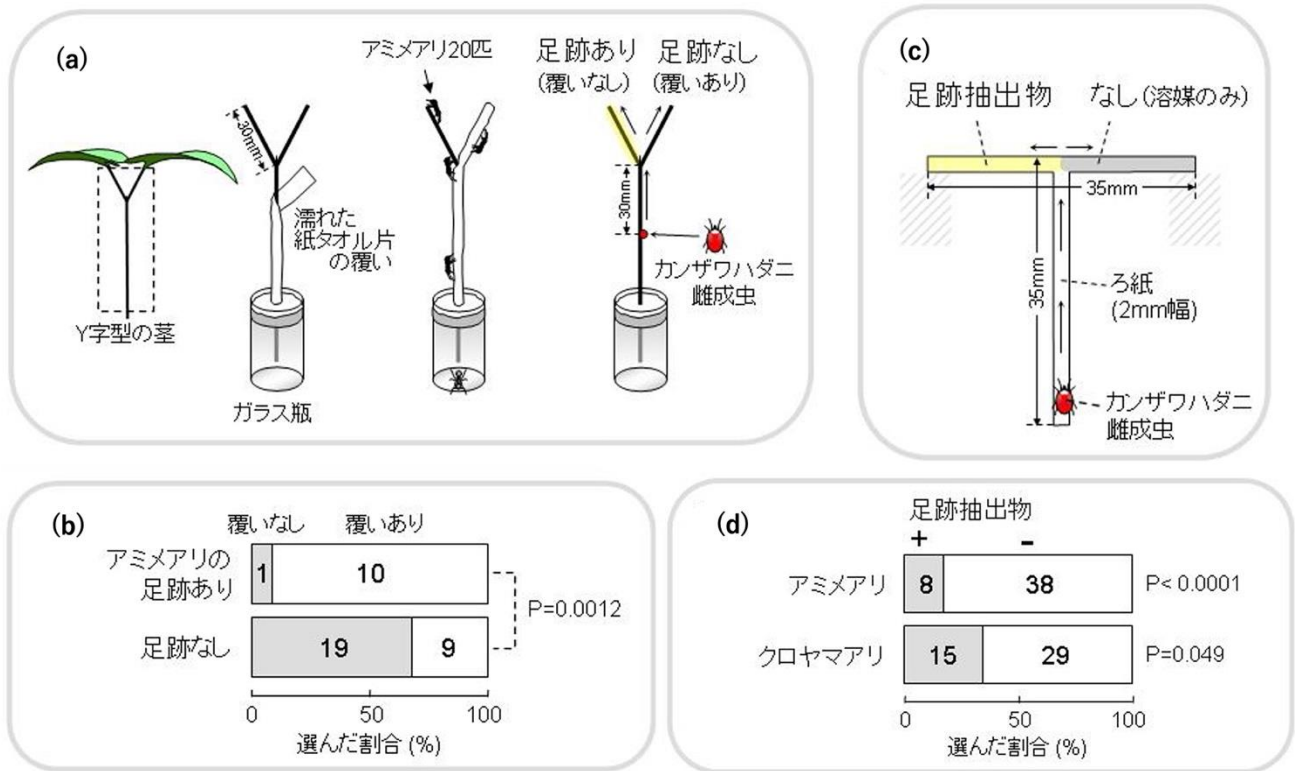


図 3 a) 植物の茎についたアリの足跡に対するハダニの忌避性を調べる装置、b) カンザワハダニはアミメアリの足跡がある植物の枝を避ける (Fisher's exact test)。c) アリの足跡抽出物に対するカンザワハダニの忌避性を調べる装置、d) カンザワハダニは両種のアリの足跡抽出物を避ける (binomial test)。

3. 波及効果、今後の予定

アリの足跡物質という天然化合物を利用して、化学農薬に耐性をもつハダニたちを農作物から追い払えるかもしれません (特許出願中: 特願 2021-028372)。これまでの化学農薬は、有害な物質で害虫を殺したり追い払ったりする仕組みですから、それが人体や環境を害する恐れがありました。ところがアリの足跡物質の場合は、アリが仲間どうしで使う無害な情報化学物質をハダニが勝手に嗅ぎつけて恐れているわけですから、人体や環境には優しいはずです。ハダニは従来の化学農薬に耐性をつけても何も損をしないので、耐性をつけ放題でした。しかしながら、アリの足跡物質を利用した忌避剤なら話は別です。この忌避剤に耐性をもつ、つまり自然の摂理に背いてアリの足跡を恐れないハダニには天罰が下って淘汰 (アリに捕食) されるからです。ハダニに限らず、農業害虫は自然生態系では大発生しません。彼らの大発生を抑えている仕組みを解明して応用することにより、合成農薬に頼り切った農業から脱却できると私たちは信じています。

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 20K06051)、京都工芸繊維大学昆虫先端研究推進拠点公募共同研究の援助を受けて実施されました。

<用語解説>

※1 **アリの足跡物質**: アリが歩いた跡にいつも残る炭化水素類などの化学物質のことで、縄張りの認識などに使われます。アリが仲間を動員する時に使う道しるべフェロモンとは別です。

<研究者のコメント>

研究者の本懐とは、直面する難題や固定観念を打ち破ることです。新しい農薬開発と害虫による抵抗性進化のいたちごっこには際限がないので、このテーマで際限なく研究ができて論文が書けるかもしれませんが、問題は解決しません。突破口を拓くために分野の「常識」に挑むと、論文が受理されるまでに大変苦労します。でも私たちはへこたれません。この研究が世界を少しだけ変えるかもしれないという夢があるからです。(矢野)

<論文タイトルと著者>

タイトル：Avoidance of ant chemical traces by spider mites and its interpretation (ハダニがアリの足跡物質を避けることとその意味)

著者：矢野修一(京都大学大学院農学研究科助教)・小西麻結(研究当時京都工芸繊維大学修士、現：八幡市役所)・秋野順治(京都工芸繊維大学教授)

掲載誌：Experimental and Applied Acarology DOI：10.1007/s10493-022-00752-5