

イチゴを害虫から守る ～ハダニの研究～

山並優人 宮村匠 奥村優佳 天草友里

指導教諭 串山和也

要約

私達は、まずイチゴの葉に寄生するハダニを用いて、寄生されて影響を受けた葉（以降「被害葉」とする）と正常葉の組織学的な比較観察を行った(フェーズⅠ)。実体顕微鏡や光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡を用いた観察の結果、ハダニは脱色したような白い斑点が見られる被害葉の裏側で生育していること、ハダニは植物の表皮組織を食い破っているのではなく、葉(主に柵状組織)の内容物を口吻を用い、吸汁していることが判った。また、1回の産卵における卵の数は1～2個であることも推定された。次に、自然環境への負荷を極力低減させるため、実際のイチゴ畑にある自然物を用いてイチゴをハダニから守る対策を模索したところ(フェーズⅡ)、ハダニ破砕物がハダニの忌避行動を促すことと、被害葉がハダニの天敵であるカブリダニを誘引することが判った。

1.研究の目的

熊本県はイチゴ生産量全国第3位の生産県であるが、ハダニによる食害に毎年悩まされ続けている。ハダニに寄生された葉には白い斑点が多数生じ、やがて枯死に至る(図1)。ハダニは、体長が約500 μm (0.5mm) と小さいため初期対応が難しく、農薬で駆除しようとしてもすぐに薬剤耐性を獲得してしまう。そこで私たちは、環境への負荷が少なく、持続可能な対処法として天敵の利用に着目し、まずはハダニの生態を理解した上で天敵の有効な活用法を見つけようと思った。将来的にはハダニ対策を通して、熊本県のイチゴ栽培に貢献したいと考えている。

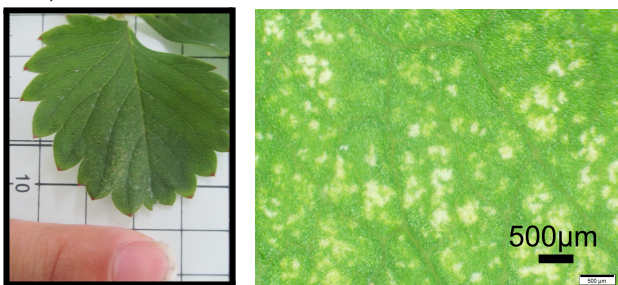


図1 ハダニ被害葉

2.実験材料および試料作成方法

●実験材料

- ・ イチゴ(学名: *Fragaria x ananassa* Duch)
(品種名: ゆうべに) バラ科オランダイチゴ属の常緑多年草。Fragaria と ananassa の交雑種。
- ・ カンザワハダニ(学名: *Tetranychus kanzawai* Kishida)
ハダニ科 ナミハダニ亜科。赤色又は濃赤色で楕円形。葉の組織内を口吻で破壊し吸汁する。
- ・ チリカブリダニ(学名: *Phytoseiulus persimilis*)
ハダニの捕食者(天敵)。体色は赤橙色。ミヤコカブリダニのようなハダニ以外にも植物の花粉などを食べる雑食性のカブリダニとは異なり、ナミハダニやカンザワハダニなど *Tetranychus* 属のハダニのみを捕食することから、県内の農家で用いられている。

●光学顕微鏡用試料の作成方法

5mm四方に切った葉の組織を4%パラフォルムアルデヒド、0.1Mリン酸緩衝液(pH7.4)で一晩固定する。その後、15分間隔で各エタノール(0%,50%,70%,80%,90%,95%,98%)にて脱水し、キシレンに通した後、パラフィンで包埋。ウルトラミクロトームで切片にし、必要に応じてヘマトキシリンとエオシンで染色後、第二高校および熊本大学の光学顕微鏡で観察を行った。

●走査型電子顕微鏡用試料の作成方法

5mm四方に切った葉の組織を直接、金(Au)で薄くコーティングした後、崇城大学ナノサイエンス学科にてVE-9800(KEYENCE)を用いて観察を行った。また、第二高校に貸与されたTM4000plus II (HITACHI)を用いても観察を行った。

●実体顕微鏡による観察

必要に応じて、第二高校の双眼実体顕微鏡YC-40S (YAGAMI) および熊本大学の双眼実体顕微鏡SZX16 (OLYMPUS)で観察を行った。

3.ハダニの飼育法

ハダニとインゲンの葉数枚をファスナー付きのプラスチックパック(ジップロック縦:31cm横:27cm)に入れ、室温で飼育することで、ハダニの繁殖に成功した(図2)。

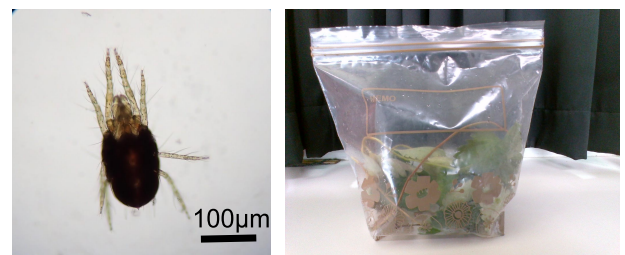


図2 ハダニと飼育状況

フェーズ1：ハダニの特徴・性質を調べる

4.ハダニの行動メカニズムについての実験

【仮説1】ハダニが葉の裏に生息しているのは、太陽光を避けるためである。

【実験方法】約15cm²の葉の表中央にハダニを10匹乗せ、様々な光条件下でハダニが葉の裏に移動する様子を調べた。

【結果1】自然光の元では、すぐに葉の裏への移動が始まり、実験開始30分後にはハダニの約8割が裏で確認できた(図3)。

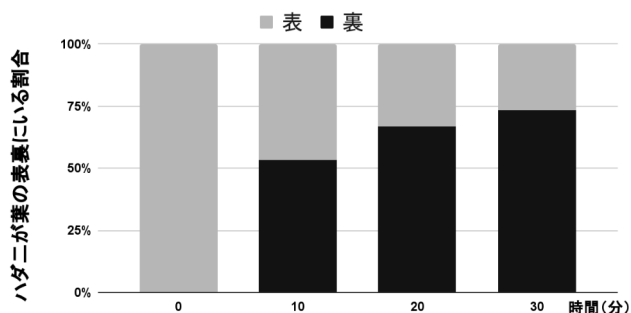


図3 自然光下でのハダニの行動 (N=30)

【結果2】ハダニは、自然光の中でも特に紫外線領域(約300~400nm)を避けて葉の裏側へ移動する性質があることが判った。(図4)

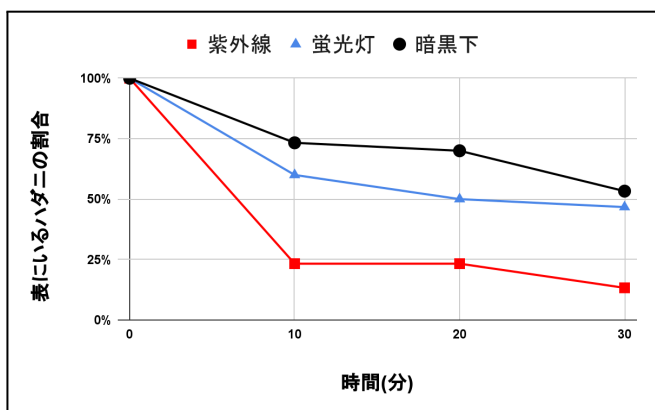


図4 各光条件下でのハダニの行動 (各N=30)

5. 光学・電子顕微鏡でのハダニの観察

目的：ハダニの大きさや生態、どのように葉を食べているのかの様子を探る。

【仮説2】肉眼での観察から葉の裏から齧って葉の内部組織を食べている。

【結果1: 光学及び電子顕微鏡による観察】

白い斑点の形状やハダニ(図5)の様子は確認できたが、齧られた様子はなく、口吻により葉の内容物を吸汁したような痕(図6の白丸)があった(図6)。

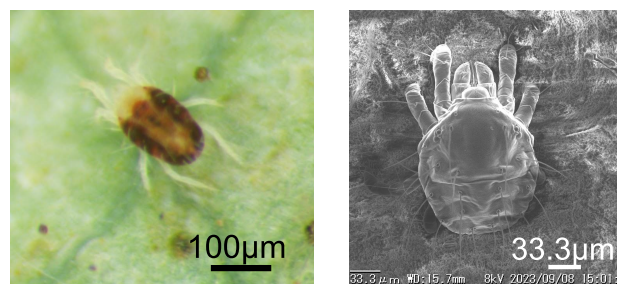


図5 ハダニの形態観察

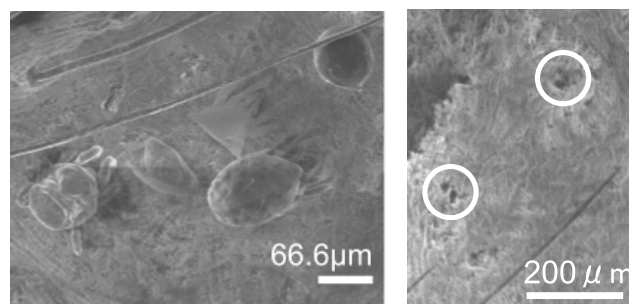


図6 走査型電子顕微鏡による寄生された葉の観察
走査型電子顕微鏡の観察から卵と成虫、若虫の大きさを測った。成虫、若虫に関しては差がでないように足を含めない大きさを測りグラフを作った。

成虫、若虫の大きさ縦(µm)と横(µm)

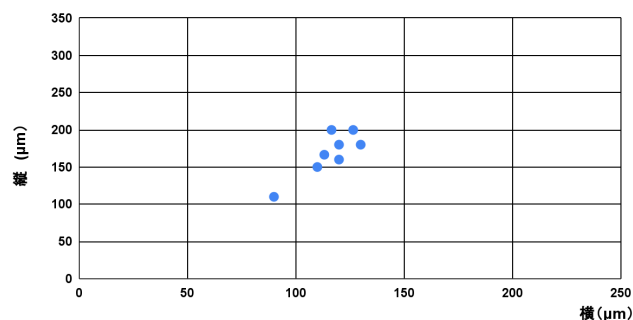


図7 成虫、若虫の大きさのグラフ

卵の大きさ 縦(µm)と横(µm)

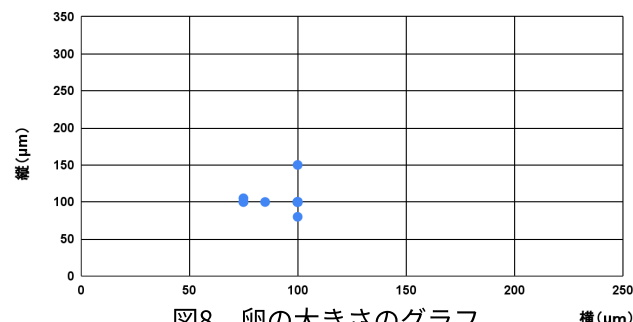
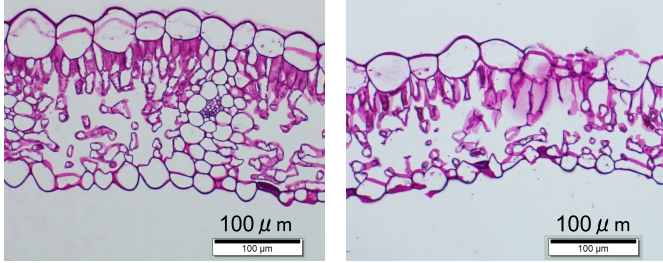


図8 卵の大きさのグラフ

【結果2】①成虫、若虫の大きさは、縦150~200µm、横100~150µmの個体が多く見られた。②卵は縦、横ともに100µmの個体が多く見られ、卵の形は円形または楕円形であると判った。③卵は糸状の繊維で葉の裏に固定されていることが判った。

6. 光学顕微鏡での葉組織の観察

目的: 正常葉と被害葉の組織の様子を比較することでハダニの寄生の様子を探り、仮説を検証する。



(正常葉) 図9 葉の断面の様子 (被害葉)

【結果】 ●正常葉(図9の左)

- ・全体的に葉の厚さが分厚い。
- ・柵状組織がきれいに並んでいる。

●被害葉(図9の右)

- ・全体的に葉の厚さがうすい。
- ・柵状組織が正常葉と比べてない場所がある。

7. ハダニの口吻の観察

目的: ハダニが「葉の内容物を吸汁する」ことに適した形の口吻を持っているかどうかを確認する。

【結果】 電子顕微鏡観察によって、吸汁に適した、先端が尖ったハダニの口吻を確認することができた(図10の白丸)。

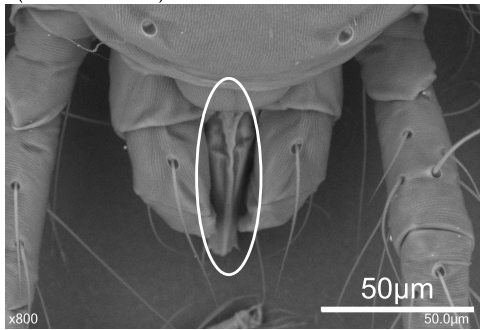


図10 ハダニ口吻部の形態観察

フェーズII : イチゴを守る具体策を探る

8. ハダニの天敵であるカブリダニの観察

目的: カブリダニの大きさや特徴を確認し、ハダニと形態の比較を行う。

【結果1: 光学及び電子顕微鏡による観察】



図11 カブリダニの形態観察

カブリダニの大きさ 縦(μm)と横(μm)

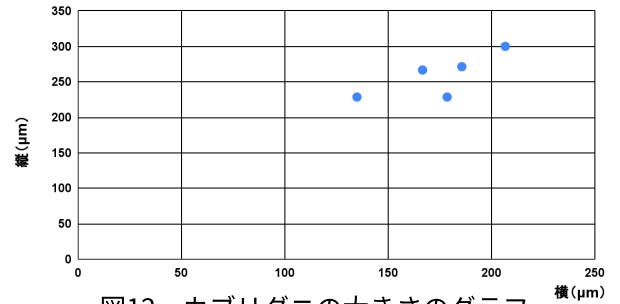


図12 カブリダニの大きさのグラフ

【結果2】 カブリダニの大きさは、縦200~300μm、横130~210μmであり、ハダニと比べて縦は約1.4倍、横は約1.6倍大きいことが判った(図12)。

9. ハダニ及びカブリダニを誘引・忌避させる自然物についての実験

目的: 環境への負荷を軽減するため、人工的に合成された農薬ではなく、実際にイチゴ畑の中にある自然物の中から、ハダニを忌避させたり、カブリダニを誘引させたりする物質を探し出す。

【実験装置について】 下(図13)に示した装置の試験管の中に試料(刺激源)を入れ、ポンプを使って微風を送る。その後ハダニまたはカブリダニを測定板上の原点に置き、1分間で移動した距離を計測した。なお、原点より刺激源側を正(+), 反対側を負(-)とした。

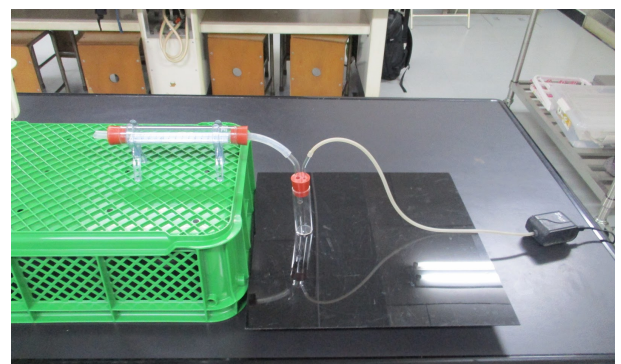
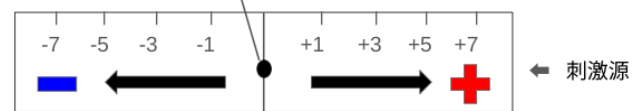
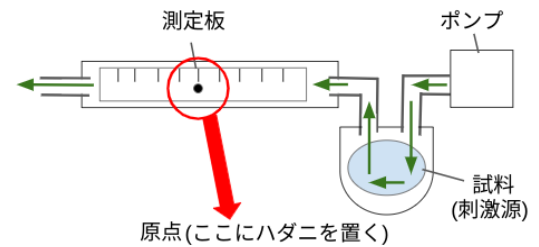


図13 実験装置

●イチゴ葉の食害防御応答を利用した対策

【仮説3】植物には食害に対する防御応答が知られており、イチゴの被害葉にも、ハダニの忌避行動やカブリダニの誘引行動を起こさせる効果がある。

【実験方法】試料として被害葉を用い、質量を変えてハダニの移動距離(cm)を測定した。また、対照実験として、試験管内に試料を入れ無い状態で、微風のみに対するハダニやカブリダニの移動距離(走性)も測定した。グラフは、実験データからこの対照実験の値を引いた補正值で作成している。

【結果】被害葉がハダニを遠ざける忌避作用を持つことは確認できたが、その効果はわずかで、むしろカブリダニを引き寄せる誘引効果の方が大きいことが判った(図14)。

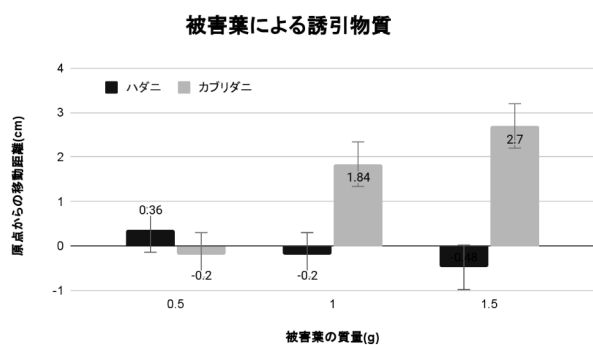


図14 被害葉による忌避・誘引効果 (各N=15)

なお、正常葉を用いた同様の実験も行ったが、ダニの行動はランダムに変化して一貫性がなく、誘引や忌避といった規則的な作用は見られなかった。

●ハダニ破砕物を利用した対策

【仮説4】警報フェロモンのように同種の生物に忌避行動を起こさせる物質が、ハダニの体内にもある。

【実験方法】ハダニ1~10匹潰した破砕物を試料(刺激源)として、前述の実験と同様の方法で行った。

【結果】ハダニ破砕物は、他のハダニを遠ざける忌避作用を持つことは明白であり、その効果はハダニ10匹の破砕物で顕著であった。(図15)

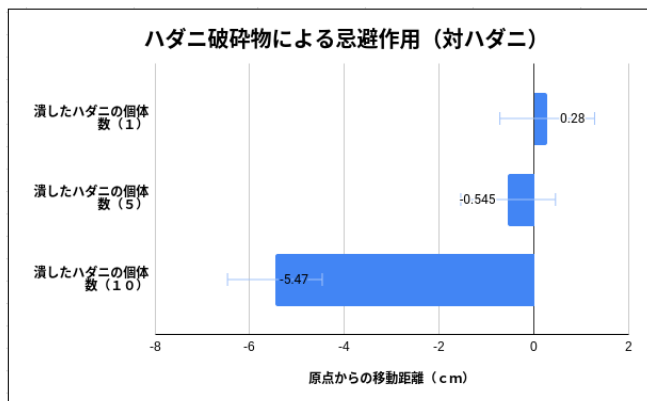


図15 ハダニ破砕物による忌避作用 (各N=10)

10.考察

- ・ハダニが自然状態で葉の下面に生息しているのは、主に紫外線を避けるためであると考えられる。
- ・ハダニは、口吻を利用して葉の裏から主に柵状組織の内容物を吸汁している。被害葉に白い斑点が多数見られるのは、吸汁によって柵状組織内の葉緑体が失われているからだと考えられる。
- ・ハダニの体長と卵の大きさの比較から、一度の産卵では1~2個を卵を産むと考えられる。
- ・食害に対する防御応答として、被害葉はカブリダニを誘引する物質を産生している可能性が高い。
- ・ハダニ破砕物には、警報フェロモンのような、忌避作用を促す物質が含まれている可能性が高い。

11.結論

- ・【仮説1】は正しく、ハダニが葉の裏に生息しているのは光(主に紫外線)を避けるためである。
- ・【仮説2】は間違っており、ハダニは葉の表皮組織を齧っているのではなく、口吻を使って葉の内容物を吸汁していることが分かった。
- ・【仮説3】は正しく、イチゴの被害葉はハダニを遠ざけ、カブリダニを誘引する物質を産生する可能性があり、食害に対する防御応答を持っていることが示唆される。
- ・【仮説4】は正しく、ハダニ破砕物にはハダニを忌避する作用がある可能性が高い。

12.今後の展望

被害葉やハダニ破砕物中に含まれるどんな成分(物質)が、カブリダニに対する誘引行動やハダニに対する忌避行動を引き起こしているのかを調べ、実際のイチゴ栽培におけるハダニ防除に応用していきたい。

13.参考文献

- ・ハダニおもしろい生態とかしこい防ぎ方 井上雅央 (農文協)
- ・カンザワハダニの生態的研究 刑部勝 茶業試験場研究報告 4号 p35~156 1967年3月
- ・ダニにまつわる話 青木淳一 (筑摩書房)

14.謝辞

- ・熊本県農業研究センター 生産環境研究所 病虫害研究室 研究員 春山 靖成 様
- ・熊本大学 大学院生命科学研究部 生体微細構築学講座 教授 若山 友彦 先生
- ・崇城大学 工学部ナノサイエンス学科 教授 草壁 克己 先生