

第2章 生物間の相互作用

第1節 ハダニと捕食性カブリダニの相互作用

1.1 目的

農業に頼り切らずにハダニ等の重要害虫を低密度に保つためには、それらの害虫が農業生態系外では低密度に抑えられている理由を解明する必要がある。とりわけハダニの天敵であるカブリダニによる捕食は、ハダニの密度制御要因と考えられ、生物的防除技術への応用が期待されている。カブリダニは、ハダニ以外の餌（花粉など）を主食にするジェネラリスト型と、ハダニを主食にするスペシャリスト型に大別される。

本実習では、カブリダニを植物に定着させる要因を実験的に推測する一方、ハダニに対するジェネラリストとスペシャリストのカブリダニの捕食行動を比較することにより、両者がハダニの密度制御に果たす役割を考察する。

1.2 材料

植物：インゲンマメ葉 被食者：ナミハダニ
捕食者：コウズケカブリダニ（ジェネラリスト）、ケナガカブリダニ（スペシャリスト）

1.3 方法

【カブリダニの定着を促進する要因は何か？】

1日目：工作用カッターナイフで、10×10mmのインゲンマメの葉片を4枚切り取り、濡れた脱脂綿を敷いたシャーレ上に、十分に間隔をとって置く。葉表面の余分な水分は濾紙片で取り除く。カブリダニが葉の裏に潜らないように、ピンセットを使って葉と脱脂綿の隙間を埋める。そして葉片を以下の4処理に振り分ける（図1）。

- 1) 蜂蜜（ハダニ以外の餌）
- 2) 5×5mmのパラフィルム片（隠れ場所）
- 3) 蜂蜜とパラフィルム
- 4) 無処理

面相筆を使って（図3参照）、ケナガカブリダニの飼育シャーレから雌成虫を取り出し、各葉片上に1匹ずつ移す（図1）。餌のナミハダニと間違えないこと。

2日目：葉片上にカブリダニが残存しているか否かを確認する。

【2種カブリダニのハダニ捕食行動の比較】

実験日までに準備：上記と同様に10×10mmのマメ葉片をシャーレに4枚並べる。その2枚に、成虫化直後のナミハダニ雌成虫を1匹ずつ移して25℃恒温条件に1日置く。空腹状態のカブリダニを準備するため、コウズケカブリダニとケナガカブリダニの雌成虫を水滴だけを入れたエッペンチューブに隔離して（図2）25℃恒温条件に1日置く。

1日目：面相筆を使って、エッペンチューブから1)コウズケカブリダニ1匹、2)ケナガカブリダニ1匹を取り出し、前日にハダニを導入した葉片に移す。残る2枚の葉片には、エッペンチューブから取り出した3)コウズケカブリダニ1匹、4)ケナガカブリダニ1匹を移した後、ナミハダニの飼育シャ

ーレから、雌成虫1匹を移す。

ハダニとカブリダニの両者がそろってから1時間以内に捕食が起きるか否かを顕微鏡下で観察する。時間内にハダニかカブリダニのいずれかが葉片の周囲に脱出して溺れた場合は、面相筆で葉片上に救い上げる。

【カブリダニ雌成虫の見分け方と取り扱い】

ケナガカブリダニの体色は薄赤～白の半透明で（餌のハダニは不透明）、雌成虫の体長は幼若虫や雄成虫よりも長い。餌を十分に食べたカブリダニの雌成虫は、体長が変わらずに胴体部が膨らむ。要するに、半透明で体長が最大級のカブリダニが雌成虫である。

カブリダニに損傷を与えると、正常な行動が観察できないので注意すること。水で湿らせた筆先でカブリダニの胴体を後方からすくい上げ（図3左下）、速やかに目的の葉片上に降ろす。コウズケカブリダニは歩行が速いので、歩行停止中を急襲してすくい上げるとよい（図3右下）。

1.4 結果の整理と考察

いずれの実験も、全員のデータを集計して共有する。

【カブリダニの定着を促進する要因は何か？】

葉片に残存したカブリダニの割合を1)～4)の処理ごとに棒グラフで表示する。植物へのカブリダニの定着を促進するのはどの要因か。農業現場に応用するにはどんな工夫が必要だと考えられるか。

【2種カブリダニのハダニ捕食行動の比較】

捕食の起きた割合を1)～4)の組み合わせごとに棒グラフで表示する。データに基づいて、2種のカブリダニがハダニの密度制御に果たす役割を推測せよ。ハダニの生物的防除には、どちらのカブリダニが使い易いだろうか？自由に議論せよ。

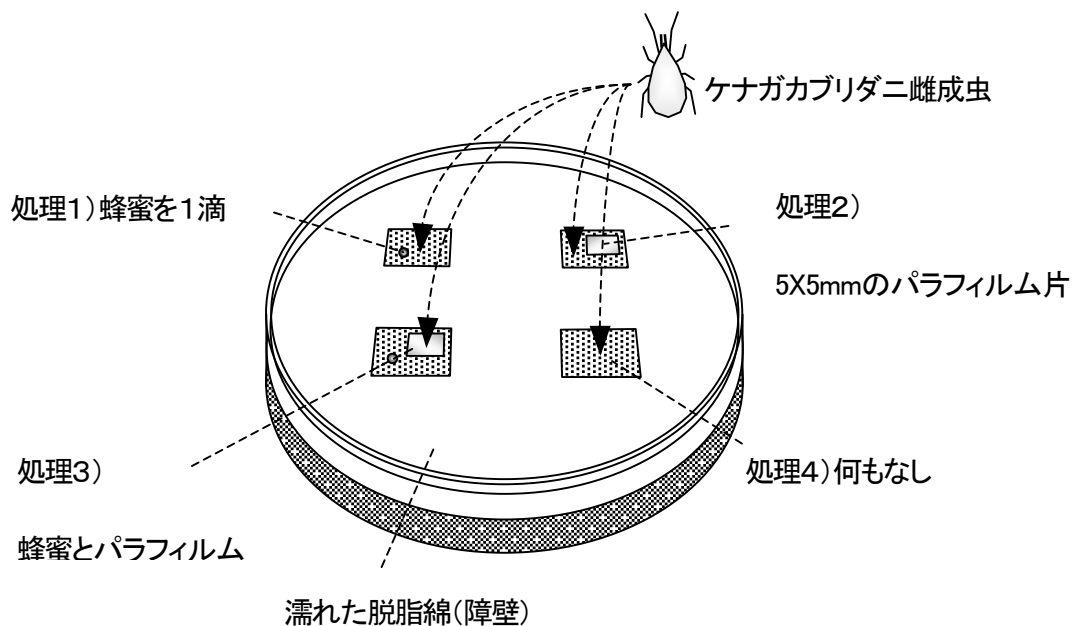


図1 カブリダニの定着要因を調べる実験装置

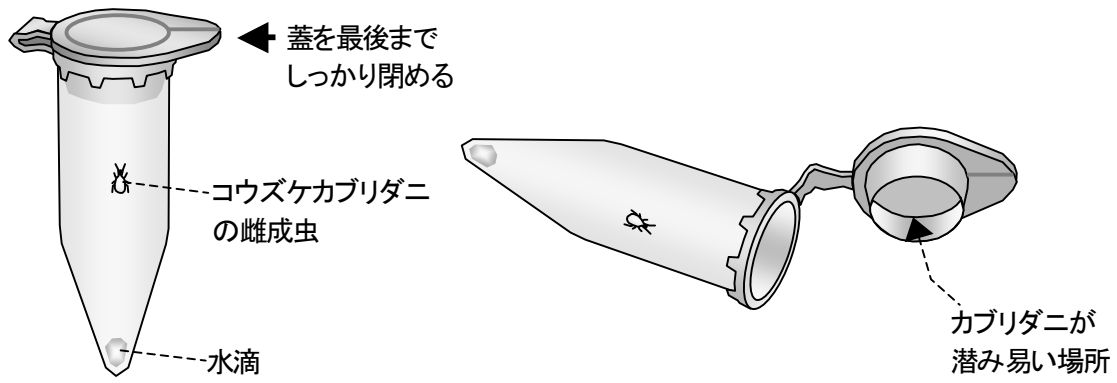


図2 エッペンチューブを用いたカブリダニの絶食

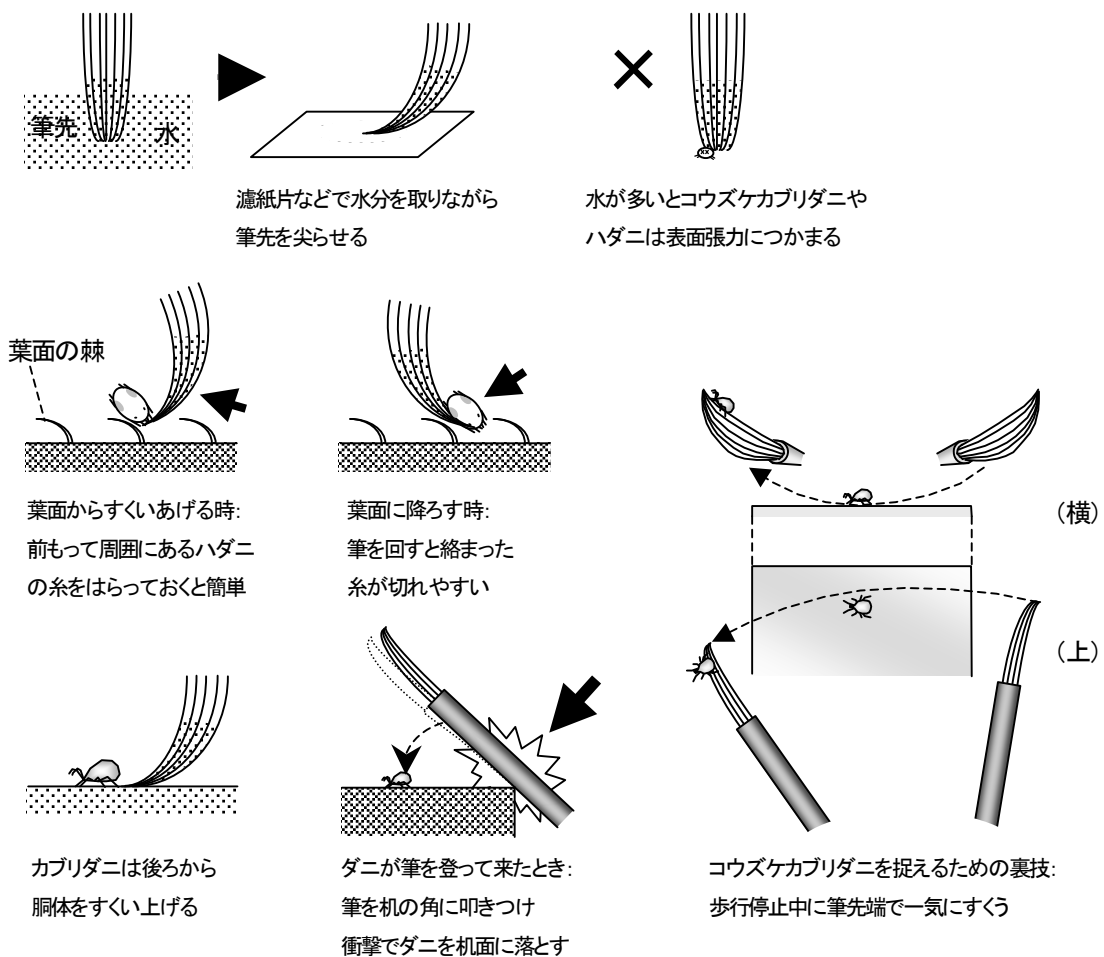


図3 面相筆で上手にダニを扱う方法

第2節 ハダニの配偶行動に見る雄と雌の関係

2.1 目的

生物の生存能力に対して自然選択が働くのと同様に、配偶者の獲得能力に対しても強い選択（性選択）が働く。性選択は、「雄間の闘争」「雌による選択」に大別される。ハダニの雌成虫は初回交尾だけが有効なので、雄成虫は処女雌を確保するために成虫化前（第3静止期）の動けない雌をめぐって争い、勝者がこれをガードして交尾にいたる。従って、ハダニの場合には「雄間闘争」だけが重要なはずである。雄の勝敗を決める要因は何だろうか？雄の(1) 齢と(2) 交尾経験が勝敗に及ぼす影響を検証する。

また、1匹の第3静止期雌をめぐって雄間闘争が起きる（あるいは複数の雄がガードする）傍らで、雄にガードされない第3静止期雌もいる。この偏りは何故起きるのか？ハダニでは雄が雌をえり好みするのだろうか？(3) 雄に好まれる雌が決まっているかどうか、(4) 雄にガードされた雌の繁殖力が高いかどうかを検証する。

2.2 材料

ナミハダニ、インゲンマメ葉

2.3 方法

【雄の勝敗を決める要因は何か？】

実験日までに準備：以下のa)～f)の飼育シャーレを準備しておく。

a) 「オヤジ」・・・成虫化後10日以上雄

b) 「若造」・・・成虫化後2日以内雄

雄の脱出防止と交尾経験のため、上記いずれにも雌成虫等を混ぜてある。

c) 「ギラギラ」・・・雌から隔離して飼育した交尾経験の無い雄

d) 「スッキリ」・・・実験2日目に交尾をさせてから使用するための雄。この時点では交尾経験が無く、c)の「ギラギラ」と同じであることに注意。

e) 成虫化直後の雌を得るために、蓋付きシャーレ中に成虫化直前の第3静止期雌を待機。

f) 2時間以内には成虫化しない第3静止期雌

2日目：雄の闘争を観察するために、工作用カッターナイフで、10×10mmのインゲンマメの葉片を4枚切り取り、濡れた脱脂綿を敷いたシャーレ上に、十分に間隔をとって並べる。葉表面の余分な水分は濾紙片で取り除く。ハダニが葉の裏に潜らないように、ピンセットを使って葉と脱脂綿の隙間を埋める。次に「スッキリ」雄を準備するために、e)のシャーレの蓋を開けて、雌を一斉に成虫化させる。この操作は、ハダニの発育が高湿度下では静止期終了間際で止まる性質を利用している。面相筆を使って(前節の図3参照)、成虫化直後の雌を1匹ずつd)のシャーレに移して実体顕微鏡で観察し、交尾を確認した雄成虫を「スッキリ」として使用する。

「若造」と「オヤジ」の対戦では齢が勝敗に及ぼす影響、「スッキリ」と「ギラギラ」の対戦では、交尾経験が勝敗に及ぼす影響を調べる。雄の由来を識別するため、一方を対戦前に標識する(方法は下記を参照)。準備した各葉片に、対戦させる雄を1匹ずつ移し、両雄から距離が等しい位置にf)の

シャーレから第3静止期雌1匹を移す(図1上)。雄同士の直接的な闘争の勝敗(図2上)、雌を先にガードした雄(図2下)を記録する。ガードが成立しない場合は15分程度で観察を打ち切る。可能なら複数組の対戦を並行して観察すると良い。「若造」対「オヤジ」、「ギラギラ」対「スッキリ」ともに4組以上の観察を目標にする。

【雄は雌の価値を評価できているのか?】

1日目: 雄に好まれる雌が決まっているかどうかを調べるため、ナミハダニの飼育シャーレから、雄成虫にガードされていた第3静止期の雌と、されていなかった第3静止期の雌を探し、10×10mmのマメの葉片上に、約5mm間隔で置く。第3静止期の見分け方は下記を参照。配置の左右で静止期雌の由来を区別する。次に両雌から距離が等しい位置に雄成虫を移し(図1下)、どちらかの雌をガードするまで観察する。雄がガードしない場合は15分程度で観察を打ち切る。可能なら複数組を並行して観察すると良い。各自4組以上の観察を目標にする。

次に、雄にガードされる雌とされない雌の繁殖力を比べるため、その指標として一定時間内の産卵数を測定する。10×10mmのマメの葉片をシャーレに8枚準備する。ナミハダニの飼育シャーレから第3静止期の雌を探し、1)ガード無し(「フリー」)、2)雄1匹がガード(「ステディー」)、3)複数雄がガード(「モテモテ」)の 카테고리を記録してから葉片に移す。なるべく全てのカテゴリーをカバーする。葉片上の雌が成虫化するタイミングを揃えるため、シャーレに蓋をして25°C恒温条件に置く。これは、高湿度下ではハダニの発育が静止期終了間際で止まる性質を利用したものである。約24時間後に蓋を開けると、雌は一斉に成虫化し、(未交尾でも)交尾済みの雌と同程度に産卵する。

2日目: 葉片ごとに産卵数を計測し、雌のカテゴリー1)~3)ごとに集計する。雌が脱皮せずに死亡した場合(第3静止期の姿勢のまま黒化/萎縮)、葉片の周囲で溺死した場合、行方不明の場合はデータから除外する。

【ハダニの第3静止期雌の見分け方】

ハダニの飼育シャーレで動かない最大級のハダニを探す。手足の方向がばらばらなのは雌成虫の死体である。手足が前後に揃っているのが第3静止期の雌で、雄成虫にガードされていることが多い。筆で触れると少しでも動くのは休止中の雌成虫である。要するに、雄成虫にガードされている動かないハダニが第3静止期の雌である。それと形・大きさが同じ動かないハダニを探せば良い。同じ形でひとまわり小さいハダニは、第2静止期の雌である。

【ハダニ雄成虫の標識方法】

雄の由来するグループを識別するために、面相筆に水溶性顔料インクをつけて雄成虫の背中の中毛を標識する。毛が1本でも標識できれば十分識別可能なので、インクが付き過ぎないように注意する。インクによる標識が雄の闘争力に影響するといけいないので、標識する雄を両グループから均等に選ぶ。標識した雄が正常に動くことを確認してから対戦させる。

2.4 結果の整理と考察

いずれの実験も、全員のデータを集計して共有する。

【雄の勝敗を決める要因は何か?】

対戦するグループの雄が1:1の割合で勝つことを帰無仮説として2項検定する。年齢、交尾経験が違えば闘争力が異なるか?もし異なればそれは何故だろうか?生理的メカニズムと生態学的理由の両面から考察せよ。

【雄は雌の価値を評価できているのか？】

雄が両雌を1：1の割合で選ぶことを帰無仮説として2項検定する。雄に好まれる雌は決まっているか？もし決まっていなければ、他のどんな理由でガードの有無が決まると考えられるか。もし決まっているなら、雄に好まれる雌と好まれない雌の繁殖力は同じだろうか？カテゴリー「フリー」vs. 「ステディー」+「モテモテ」の平均値をt検定する。その結果を踏まえて、雄によるガード行動が偏る理由を考察せよ。

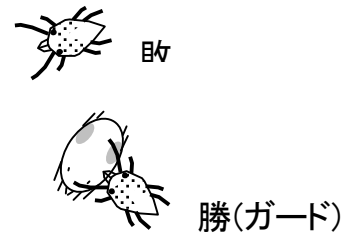
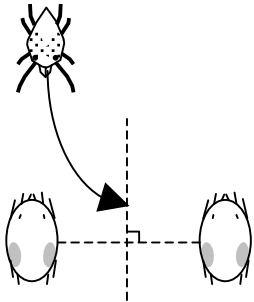
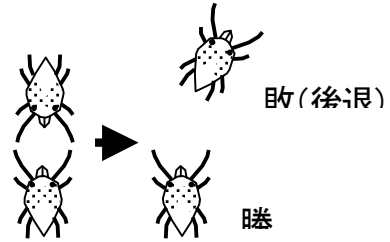
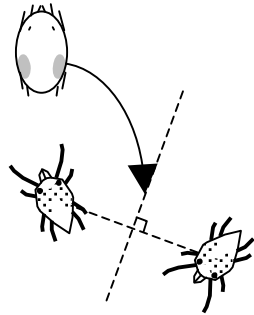


図1 2択実験での配偶相手の導入場所:

2雄(雌)の垂直2等分線上に移す

図2 雄間闘争の勝敗判定