(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	大槻 初音
論文題目	Interactions between Spider Mites and Predators in Systems with Dispersal Opportunities (分散可能な環境でのハダニと捕食者の攻防)		
(論文内容の要旨)			
<p>餌場間の分散は動物の適応度を左右する重要な行動であるが、飼育実験においてはその分散機会を奪い、本来なら分散して存在しないはずの個体の挙動を観察する危険がある。重要農業害虫のハダニは、雌成虫が歩行分散して新たな局所個体群を作り被害域を拡げることと、生物的防除においてカブリダニ等の捕食者を用いることから、捕食者がハダニ雌の分散に及ぼす影響の解明が不可欠である。しかし、これまで両者の攻防は餌場から分散する機会が無い閉鎖系で観察されることが多かった。そこで本研究では、カンザワハダニとその捕食者が餌場から分散できる装置を用いて、両者の攻防とカンザワハダニ雌成虫（以降「カンザワ雌」）による捕食回避行動（2, 3章）、カンザワ雌に対する捕食者のステルス性（気付かれにくさ）の違い（4章）を解析し、生物的防除への影響を考察した。</p> <p>第1章では、捕食者が被食者の分散に及ぼす影響についての一般的知見と、ハダニの分散及び生物的防除に関する既往研究を整理し、研究目的を明確に設定した。</p> <p>第2章では、ハダニの防御網（以降「網」）を破ることが可能なスペシャリスト捕食者と、網を苦手とするジェネラリスト捕食者について、ハダニの分散に及ぼす影響を明らかにした。逃げ場がない閉鎖系でハダニを容易に制御する前者は防除に有効で、網内のハダニを捕食できない後者は無力というのが定説だったが、分散できる状況では、スペシャリストのケナガカブリダニ（以降「ケナガ」）はカンザワ雌を取り逃がし、未加害葉が多い低密度時にはその被害をより遠くに拡散させた。一方で、ジェネラリストのコウズケカブリダニはカンザワ雌の分散を抑制して既加害葉に留め、ジェネラリストのアミメアリは分散中のカンザワ雌を捕食して制御した。これらの結果より、ハダニの低密度制御を目指す生物的防除では、定説とは逆に、網を破ることが可能なスペシャリストのカブリダニがハダニの被害を拡散させ、網は苦手だがハダニの分散を妨げるジェネラリスト捕食者が有効なことが示唆された。</p> <p>第3章では、ハダニが餌場内で卵の捕食を減らす戦略について明らかにした。閉鎖系で行われた先行研究では、ハダニの雌は網内に侵入したスペシャリストのカブリダニに気付くと通常は葉面に産む卵を網上に産むこと、網上の卵は葉面の卵よりも捕食されにくいことが示された。しかし閉鎖系では最終的に、網上の卵も食い尽くされるため、網上産卵の利点を断言できず、雌が保身のために分散しようとしたことの副産物と解釈することもできた。本章では、過去にケナガ雌を経験したカンザワ雌は餌場から分散できる状況でも網上に産卵すること、すなわち網上産卵は閉鎖系に起因する副産物ではないことを明らかにした。次に、ケナガ雌が葉面のカンザワ卵を好んで捕食し、卵を食べ尽す前に餌場から分散するため、網上の卵の方が多く食べ残されることを示した。これらの結果より、カンザワ雌は捕食リスクに応じて網上に産卵</p>			

することで子（卵）を保護すると結論した。

第4章では、ハダニに対する捕食者のステルス性（気付かれにくさ）を調査した。捕食者の存在に気付いたハダニ雌は分散や網上産卵等の回避行動をとるため（2, 3章）、捕食者を用いるハダニの生物的防除の成否は、捕食者のステルス性に左右されると考えられる。これまでは捕食者の有効性を測る指標として増殖力や捕食量が注目されてきたが、これらはハダニが捕食者に気付いても逃げられない閉鎖系で測定されているため、ステルス性の違いが数値に反映されていない。本章では、カンザワ雌がカブリダニ雌に気付いて餌場から分散する割合と、カブリダニの卵に気付いて網上に産卵する割合を、生物農薬として世界的に商品化されているチリカブリダニ（以降「チリ」）とミヤコカブリダニ（以降「ミヤコ」）、及びカンザワの土着天敵のケナガについて調べた。これら3種はいずれもハダニの網を破ることが可能なスペシャリストである。その結果、どちらの割合についてもチリが最もステルス性が高く、次いでミヤコ、そしてケナガが最も低かった。この順位は、カンザワの近縁種であるナミハダニに対しても同様の結果が得られた。よってステルス性は、ハダニの生物的防除資材としてのカブリダニの有効性を測る一貫した指標として使えることが示された。

第5章では、ハダニ雌の捕食回避戦略（2, 3章）を行動生態学的観点から考察し、捕食者のステルス性（4章）の結果と併せて、ハダニの生物的防除の成功に向けた捕食者の利用方針を考察した。発生初期の低密度のハダニに対しては、ハダニ雌の分散を妨げるジェネラリスト捕食者を保護利用して被害の拡散を抑え、ハダニ雌を網から追い出しやすいステルス性が低い種を併用してジェネラリストによる制御力を増強するのが効果的と考えられた。一方で、高密度のハダニに対しては、ステルス性が高く増殖力や捕食量に優れたスペシャリスト捕食者が有効と考えられた。以上のように本研究は、餌場から分散できる実験装置を用いることの意義とともに、ハダニの生物的防除の新たな方向性を提示した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し

審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

餌場間の分散は動物の適応度を左右する重要な行動であるが、実験動物を飼育することによって分散機会を奪い、本来なら分散して存在しないはずの個体の挙動を観察する危険がつかまとう。重要農業害虫のハダニは、雌成虫が歩行分散して被害域を拡げることと、生物的防除には捕食者を用いることから、捕食者がハダニ雌の分散に及ぼす影響の解明が不可欠である。本研究では、両者が餌場から分散できる装置を用いて両者の攻防とハダニの捕食回避戦略を解析し、ハダニの生物的防除に有効な捕食者について明らかにした。

本研究の評価できる点は以下の通りである。

1. ハダニが餌場から分散できる装置を用いることで、ハダニの網を苦手とするカブリダニやアリがハダニの分散を妨げることを明らかにし、防除に有効な可能性を示した。
2. ハダニの網を破り防除に役立つとされてきたカブリダニが、ハダニを取り逃がして遠くに分散させ、被害を拡散する可能性を示した。
3. 小型で翅を持たず歩行分散の全過程を観察できるハダニと捕食者の材料的利点を活かし、捕食者が被食者の遠距離分散を促すことを実証した。
4. 閉鎖系では十分に説明できなかつたハダニによる網上産卵の適応的意義を再検証し、捕食者を経験したハダニが産卵場所を網上に変えることで子を保護することを明らかにした。
5. ハダニの生物的防除資材としてのカブリダニの有効性を測る新指標として、ハダニからの気付かれにくさ(ステルス性)を提案した。

以上のように、本論文は、農業害虫であるハダニの餌場間の分散に着目し、ハダニの捕食回避戦略とその生物的防除に用いる捕食者の利用可能性を明らかにし、ハダニの生物的防除の定説に一石を投じた研究であり、行動生態学、応用昆虫学、害虫管理学、農業ダニ学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和2年1月14日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降(学位授与日から3ヶ月以内)