

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	田 中 雅 也
論文題目	Establishment of Spider Mite Control Technology Using UV-B Light for Integrated Pest Management in Greenhouse Strawberry (施設栽培イチゴにおける総合的害虫管理としての紫外線を用いたハダニ防除技術の確立)		
(論文内容の要旨)			
<p>イチゴは世界的に栽培されている主要な園芸作物であり、日本では、トマト、ブドウの次に産出額が大きい。主に施設で栽培され、病虫害防除では、化学農薬の利用が中心となっている。害虫として最も重要なのはナミハダニをはじめとするハダニ類である。しかし、薬剤抵抗性を獲得したハダニの防除は困難であり、かつハダニにおける抵抗性発達の抑制は困難である。近年、中波長紫外線 (UV-B、波長280~315 nm) がハダニに対して致命的効果を持つことが明らかにされた。DNA損傷が主な死亡要因であり、死亡率は積算照射量 (照射強度×照射時間) によって決定される。UV-B照射後にUV-Aや可視光が照射されると光修復酵素の働きによりDNA損傷を修復して光回復するが、卵ではUV-B照射後に約4時間の暗期があれば光回復しなくなることが示されている。</p> <p>イチゴの生産現場では、うどんこ病抵抗性を誘導するためのUV-Bランプが市販され、日中にハウス内の上部から苗に照射するうどんこ病抑制技術が実用化されているため、これを利用することでハダニ防除も可能と考えられた。しかし、ハダニの大多数は葉裏に生息するため、UV-Bに暴露され難く、光回復の効率も高いと考えられた。そこで、イチゴの株元に光反射シートを設置し、夜間にUV-Bの反射光を葉裏に届けることでハダニが効率的に防除できると考えられた。さらに、経済栽培環境下における防除効果の検証をもとにUV-Bによる防除法の問題点を抽出し、最終的にUV-Bによる物理的防除法と捕食性天敵であるカブリダニによる生物的防除法が相互に弱点を補完することを立証した。これらを通じて、ハダニとうどんこ病を同時に抑制する新規防除法を確立した。</p> <p>具体的には、先ずUV-B照射による新たなハダニ防除法 (以下、UV法) の開発に取り組み (第3章)、続いてUV法実施環境下でのハダニとカブリダニの動態分析を通じてUV法と生物的防除法との相互作用を明らかにした (第4章)。最後に、UV法がイチゴの生育、収量、品質に及ぼす影響を分析し (第5章)、総合的病虫害管理 (IPM) 体系におけるUV法の実用性を立証した。これらの成果は博士論文において、以下のようまとめられている。</p> <p>第1章と第2章には、それぞれ研究の背景、研究材料、試験場所および使用機器とその特性が記されている。</p> <p>第3章では、光反射シートを設置した土耕試験圃場でUV-Bを夜間照射し、ハダニ抑制効果を検証した。これにより12月から5月の栽培期間を通じて、農薬無散布でハダニを低密度に抑制できた。同時に、葉裏のUV-B照度とハダニ密度との負相関から、UV法によるハダニ抑制メカニズムが主に直接効果による卵の孵化抑制であることを示した。また、UV-B照射量とハダニ抑制効果の比較から照射方法の最適化を図り、この新規物理的防除法を確立した。その一方で、経済栽培条件下で、UV法のハダニ抑制効果に影響する環境要因を分析し、気温が上昇し葉が茂る春に抑制効果が低減するというUV法の技術的限界を明らかにした。</p> <p>第4章では、第3章で示したUV法の限界を補うため、UV法とカブリダニ放飼について、それぞれの適用の有無の組合せによるハダニ抑制効果を経済栽培条件下で比較し、併用の有効性を検証した。UV法のみでは3月中下旬から、カブリダニのみでは1月上旬または2月中下旬からハダニが増殖したが、これらの併用により12月から5月まで</p>			

安定した抑制効果が得られた。UV法を適用しなかった場合、カブリダニ放飼後にハダニが放飼株から他の株に分散したのに対し、併用区のハダニは分散が抑制され、集合度 ( $m^*/m$ ) が高く推移した。さらにハダニとカブリダニの平均こみあい度 ( $\omega$ ) も高く推移し、両者の空間分布の重なりが増加することを発見した。これは、カブリダニがUV-Bを忌避してハダニが生き延びている葉陰に侵入することで両者の空間分布の重なりが大きくなることを示している。これによって、UV法とカブリダニの併用により、単なる補完効果ではなく、相乗的防除効果が得られることが示された。

第5章では、生産者圃場（土耕、高設）にて、UV法がイチゴ栽培に及ぼす影響を評価した。土耕栽培では、光反射シートの影響で地温が低下したが、被覆率の調節により改善されることを実証した。UV-B照射量に比例して葉焼傷害が発生したが、収量に影響しない程度であることを確認した。一方、UV法によりイチゴの果色、糖度、硬度の品質が向上することが明らかになった。

第6章（総合考察）では、総合的病害虫管理（IPM）におけるUV法の位置付けを軸に、周辺環境（物理的、生物的、化学的な各要因）がハダニ増殖に与える影響を考慮に入れ、UV法の現地普及に向けた技術的課題や今後の展開について議論した。UV-B照射量が多いほどハダニ抑制効果は高いが、葉焼傷害が発生することから、最適なUV-B照射量を $1.15\text{kJ/m}^2/\text{d}$ と決定した。ハダニ、カブリダニそれぞれの卵がUV-Bの影響を受けやすい時期（産卵後0～50時間、0～16時間：25℃）における葉裏UV-B照度と気温から、月別の卵死亡率を推定し、条件の異なる試験間で比較することで、UV法の効果が期待できる時期の予測やカブリダニとの併用の必要性について評価した。本研究により構築された、施設イチゴの難防除病害虫を同時防除できるIPM体系は、持続的で安定したイチゴ栽培の実現に大きく貢献するものである。

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)

高度に薬剤抵抗性を獲得したハダニ類は難防除害虫の代表格であり、化学農薬に依存した防除は困難である。代替技術として天敵カブリダニ放飼が普及しているが、カブリダニ導入時のハダニ密度に依存して防除の成否が変わり、防除効果が安定しない点が課題である。総合的病害虫管理 (IPM) による持続的防除が推進されているが、導入技術の数は限られている。また、天敵と化学農薬のように、組合せによっては、相手の防除効果を打ち消す場合もあり、IPM体系の普及は十分とはいえない。

本研究は、難防除ハダニが発生するイチゴ栽培において、持続的で安定した生産を可能とするUV-B照射を基幹とした新たな防除体系の確立を目標に、圃場における検証と環境要因に基づく効果の分析を行ったものである。本論文の評価すべき点は、以下の通りに要約できる。

1. 薬剤抵抗性を発達させた難防除害虫であるハダニ類に対し、UV-Bの生物影響を利用した新規物理的防除法 (UV法) を開発した。
2. UV法と天敵カブリダニとの併用において、ハダニとカブリダニとの空間分布の分析を踏まえ、単なる補完効果ではなく、防除効果の向上といった相乗的效果があることを明らかにした。
3. 生産者圃場における現地適応性の評価から、UV法による果実の品質向上効果を検出し、ハダニと共に主要病害であるうどんこ病の同時防除が可能で品質向上が期待できる画期的な防除体系を確立した。

以上のように、本論文は、新規ハダニ物理的防除法の開発に留まらず、生物的防除技術との組合せによる相乗効果の発見と理論付けにより、持続的で安定した防除体系を確立したものであり、IPMの構築への貢献と共に、生態情報開発学、応用ダニ学、害虫管理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6年1月15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。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

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)