

学位論文題名

ヒメトビウンカの個体群動態・管理に関する研究

— 個体群動態モデルによるヒメトビウンカの発生予測と最適防除法推定 —

学位論文内容の要旨

ヒメトビウンカに対して講じられる薬剤防除をよりの確なものに改善して効率的に本種の発生を抑えるためには、発生予測に基づいて最適な防除法を選択する必要がある。本論文では、本種の年間の発生消長と薬剤防除の効果をシミュレーションする個体群動態モデルを作成し、発生予測モデルとしての有効性を検討するとともに、本モデルを使って最適な薬剤防除法を検討し、従来の薬剤防除技術の改善策を論じた。その内容は、以下のように要約される。

1. ヒメトビウンカ個体群動態の特徴

モデル作成の可能性と作成するモデルの基本構造を判断するため、本種の個体群動態を解析したところ、以下の特徴が認められた。

- 1) 水田では、世代を経るごとに一定の密度レベルに近づいていくような密度制御機構を持たず、比較的単純な増殖パターンをとっている。
- 2) 年間の発生世代数は2回と3回の混合であり、この比率は年次間で異なる。
- 3) 春期の畦畔上の越冬世代幼虫密度に対する水田内での越冬世代成虫発生密度の増加（減少）率は年次変動が少ない。
- 4) 越冬世代から第1世代への密度増加は著しく、かつその増加率の年次変動は小さい。その原因は、幼虫期の死亡率が低いためであると考えられる。
- 5) 第1世代成虫から第2世代成虫への密度増加率は、第2世代幼虫の休眠率に依存している。
- 6) 小麦畑における第1世代の発生密度は、水田における同世代の成虫密度に影響を与えている。

以上の点を考慮すると、本種の年間の発生動態は、生長と増殖に対する温度要因に移動、休眠および種々の死亡要因を組み合わせた動態モデルで記述することができ、これによって本種の発生消長と防除効果のシミュレーションが可能であると判断された。

2. 個体群動態の数量化

室内実験および圃場試験によって、以下のパラメータを設定した。

- 1) 卵および幼虫の発育零点と発育有効積算温度。高温による発育抑制の有無。
- 2) 成虫の生理的平均寿命と生存曲線。成虫寿命と気温との関係。
- 3) 成虫の産卵前期間の長さ、産卵開始後の日齢と日産卵数の関係、日気温と日産卵数の関係。
- 4) 気温と生息場所温度との差および生息場所温度と昆虫体温との差。
- 5) 孵化日と幼虫休眠率との関係。
- 6) 4月以降の積算温度と卵寄生率との関係、日気温と捕食性天敵による成虫・幼虫の日死亡率との関係、および日降水量と成虫・幼虫の日死亡率との関係。
- 7) 畦畔から水田、および水田から畦畔への移動時期と移動率、およびコムギ畑から水田へ飛来侵入する第1世代成虫の個体数。
- 8) 茎葉散布に用いる殺虫剤の殺虫力による類別および殺虫力の持続性の有無。殺虫剤散布時の発育ステージ別および殺虫剤の種類別の死亡率。
- 9) 水面施用に用いる殺虫剤の作用機作による類別、類別した殺虫剤の卵・幼虫・成虫に対する殺虫力、および施用後日数と日死亡率との関係。
- 10) 育苗箱施用に用いる殺虫剤の殺虫力とその持続パターンによる類別。類別した殺虫剤を育苗箱施用したイネの移植水田における移植後の積算温度と日死亡率との関係、および日気温と日死亡率との関係。

このほか、初期個体群の齢構成、および発生調査で記録される個体数と発生密度との関係に関するパラメータを設定した。

3. 個体群動態モデルの作成

4月1日時点の畦畔上の越冬幼虫を初期個体群とし、気象条件や薬剤防除等の発生変動要因に従って起こる個体群の変動を1日単位で10月末日まで計算する個体群動態モデルをコンピューター上に作成した。作成したモデルの計算結果と実際の発生動態とは、以下のとおり適合した。

- 1) 北海道内3地点の無防除水田について、観測された初期個体群密度と気象データを用いて本モデルで過去14年間の発生消長を計算し、実測データと比較したところ、発生時期については3地点ともよく適合し、的中率も高かった。
- 2) 同様に発生密度については、本モデルの計算値と実測値の相関係数が第2世代成虫で $r = 0.872$ ($P \leq 0.05$)、秋期越冬幼虫で $r = 0.816$ ($P \leq 0.05$) となり、過去の密度増加率の平均値から算出される密度より適合性が高かった。
- 3) 本モデルが計算した各年の春期から秋期までの発生消長を冬期の越冬率で連続させて、14年間の発生密度の年次変化を計算したところ、実測データとほぼ

一致した。

- 4) 慣行的方法で殺虫剤の茎葉散布を夏期に3～4回行った農家水田5カ所および無農薬栽培の農家水田1カ所について、本モデルで防除期間の発生活消長を計算したところ、その結果は実測データとよく一致した。
- 5) 殺虫剤の水面施用および育苗箱施用を行った農家水田について本モデルが計算した発生活消長は、実測データとほぼ一致した。

4. 個体群動態モデルによる発生と防除効果の予測

本モデルによって無防除条件および防除条件における本種の発生活消長のシミュレーションを行い、以下の知見並びに防除改善策を得た。

- 1) 本モデルを使って、仮想の気象条件のもとで発生活消長のシミュレーションを行うことができ、気象の長期予報に基づいた具体的な発生予測が可能である。
- 2) 第2世代成虫期の吸汁害は、第1世代成虫が捕虫網で20回振りあたり約200頭以上捕獲された時に起こる可能性が高く、第1世代成虫の発生が早くかつ高温が連続する場合には、これ以下の密度でも起こる恐れがある。
- 3) イネの出穂期以前に行われる殺虫剤の育苗箱施用、水面施用および茎葉散布の効果は、防除法によって大きく異なる。このうち殺虫剤の水面施用と茎葉散布は防除適期が短いうえに効果が比較的低く、これらの防除法で十分な効果を得るためには、1回の薬剤施用では不十分である。最も効果の高い防除法は、高い殺虫力が長期間持続するタイプの薬剤を育苗箱施用することであり、これを行うと夏期の防除時期まで本種を極めて低密度に抑えることができる。
- 4) 夏期に行う殺虫剤の茎葉散布は、散布時期によって効果が異なり、第1世代成虫の発生ピークから第2世代卵の発生ピークの時期に散布すると防除効果が顕著に低下する。
- 5) 夏期の防除時期においては、適切な薬剤を選択して適期に茎葉散布を行えば、吸汁害を起こすほどの多発生条件下でも3回の散布で十分な効果が得られる。また、殺虫剤を2回以上散布する場合の間隔は、1週間程度が適当である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 諏 訪 正 明
副 査 教 授 阿 部 永
副 査 教 授 飯 塚 敏 彦
副 査 教 授 齋 藤 裕

学位論文題名

ヒメトビウンカの個体群動態・管理に関する研究

— 個体群動態モデルによるヒメトビウンカの発生予測と最適防除法推定 —

本論文は、図57、表34を含む本論7章、引用文献99、付図1、付表3からなる総頁数165の和文論文で、別に参考論文28編が添えられている。

我が国の稲作の重要害虫であるヒメトビウンカは、イネ縞葉枯病を媒介するほか、北海道では夏期に多発生してイネに吸汁害を引き起こす。防除対策として薬剤施用が行われているが、防除効果が不十分であるため、防除回数が多くなる傾向にあり、少発生時には過剰な防除ともなっている。本種に対するこのような薬剤防除をよりの確なものに改善し、効率的に本種の発生を抑えるためには、発生予測に基づいて最適な防除法を選択する技術が必要である。

本論文は、このような必要性に応えるための研究をとりまとめたもので、ヒメトビウンカの年間の発生活消長と薬剤防除効果のシミュレーションを行う個体群動態モデルの作成に関するものである。作成されたモデルの発生予測モデルとしての有効性を検討するとともに、本モデルを用いて最適な薬剤防除法を検討し、従来の薬剤防除技術の改善策を論じている。

本論文は、その研究の進め方に従って、次の順にまとめられている。

1. ヒメトビウンカ個体群動態の特徴の解析

モデル作成の可能性を判断するため、本種の個体群動態を解析し、年間の発生活変動が、温度、移動、休眠、死亡（降雨・天敵・農薬による）等の要因によって決定されていることを見出している。さらに、これらの要因を組み合わせた動態モデルで本種の個体群が記述できることを示し、本種の発生活消長と防除効果のシミュレーションが可能であると判断している。

2. モデル作成のための個体群動態の数量化

ヒメトビウンカは基礎データが比較的蓄積された昆虫であるが、モデル構築に

に必要な定量的データが揃っているとは言い難い。本研究では、モデル作成に必要な要素を定量的に調べ直し、不明なパラメータについては仮設定を行うなどして、各要素に関するパラメータを明らかにしたうえでモデルのコンピュータプログラム作成に取り組んでいる。この段階で、圃場試験を頻繁に実施しており、作成したモデルの圃場における高い適合性に結び付いていると思われる。また、この過程で、各要因のデータの蓄積状況が整理されており、大きな成果である。

3. 個体群動態モデルの作成とその適合性

作成した個体群動態モデルは、越冬直後の畦畔上の越冬幼虫を初期個体群とし、気象条件や薬剤防除等の発生変動要因に応じた個体群の変動を1日単位で10月末日まで計算するものである。北海道内3地点の無防除水田の過去14年間の発生活消長について、モデルの計算結果と実際の発生動態とを照合し、本モデルには発生時期、発生密度ともに実用上十分な適合性があることを認めている。また、慣行的な薬剤防除を行っている農家圃場を対象に、薬剤防除下における発生動態をモデルで計算し、この場合も実際の発生動態に対する十分な適合性を認めている。

4. 個体群動態モデルによる発生と防除効果の予測

モデルには発生予測モデルとしての活用法があり、発生予察田のような無防除圃場における発生のシミュレーションを行い、その結果をヒメトビウンカの発生予察に適用することができる。論文中では、仮想の気象条件を使ってシミュレーションを行い、気象が発生動態に及ぼす効果を推定するとともに、第2世代成虫が吸汁害を起こす密度に達するか否かを1世代前の時点で察知する方法を提示している。

モデルの別な活用法としては、様々な薬剤防除の効果を推定することによって最適な防除法を見出し、薬剤防除の改善を図ることがある。この点については、論文中で施用法（育苗箱施用、水面施用、茎葉散布）、薬剤の種類、施用時期、施用回数などを異にする多数の防除法を比較し、薬剤防除の具体的改善策を提示している。

以上のように、本研究は、ヒメトビウンカの個体群動態モデルを作成し、これによって個体群管理を行うという新規性の高い手法を開発し、本種の薬剤防除技術の改善に結びつけたものであり、この成果は、学術的ならびに実用的に高く評価されるものである。よって、審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者八谷和彦は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。