

|          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| 氏名       | おおつかあきら<br>大塚彰                      |
| 学位(専攻分野) | 博士(農学)                              |
| 学位記番号    | 論農博第2576号                           |
| 学位授与の日付  | 平成17年7月25日                          |
| 学位授与の要件  | 学位規則第4条第2項該当                        |
| 学位論文題目   | コンピュータシミュレーション手法を用いたイネウンカ類の長距離移動の研究 |
| 論文調査委員   | (主査)<br>教授 藤崎憲治 教授 佐久間正幸 教授 高藤晃雄    |

### 論文内容の要旨

イネウンカ類(セジロウンカ及びトビイロウンカ)は、わが国水稻生産上の重要害虫である。これらは主に梅雨時期に海外より日本に長距離移動により飛来する。ウンカの抵抗性品種に対する加害特性や殺虫剤感受性などの遺伝的特性は、飛来源での栽培品種や使用農薬によって変化する。このため、ウンカの飛来源を特定することは、わが国での品種・農薬の選定などウンカ類を効果的に制御するために、極めて重要な情報となる。これまで、風向、風速を用いて飛来源推定が試みられてきたが、単一の気圧面の情報を利用した二次元的手法であり、その信頼性が明らかでなかった。

そこで、飛来源を推定する方法として、三次元の後退軌道解析手法を開発した。本手法は、気象シミュレーションを行う数値予報モデルと、三次元風速場データを利用してウンカの後退軌道を計算し、飛来源を推定する後退軌道解析モデルからなる。

後退軌道解析手法を1969年に岸本によって取得された1時間間隔の捕獲データに適用した結果、飛来源、飛び立ち時刻、飛翔高度、飛翔経路など詳細な移動過程を推定することができた。この解析で推定された飛来源は、福建省沿岸部の水田地帯という比較的限られた地域であった。

九州に飛来するセジロウンカの主要な飛来源は、1987年から15年間の日別捕獲データと後退軌道解析手法を用いて推定された。その解析の結論は、主要な飛来源は、福建省と台湾の沿岸部であるというものであった。飛来ごとにその飛来源が異なるというのではなく、比較的狭い地域が繰り返し飛来源となると推定された。また、台湾が飛来源となる可能性は、これまでほとんど指摘されておらず、今回の解析結果の重要な結論のひとつである。

加えて、後退軌道解析において、トビイロウンカの東アジア個体群間での移動が検討された。その結果、東南アジア個体群の分布するフィリピンから、東アジア個体群の分布する沖縄、台湾への移動が初めて推定された。これまで、個体群間には移出入は少なく、個体群は互いに独立して維持されていると考えられてきたが、少なくとも東南アジア個体群から東アジア個体群への個体群間移動が存在している可能性が高いことが示された。

順方向にウンカの移動を計算する長距離移動シミュレーションモデルは、日本原子力研究所と共同で開発された。そのモデルは、長距離移動時の詳細な振る舞いをモデル化し、ウンカの相対的な空中密度を計算するものである。

長距離移動シミュレーションモデルの検証のため、2003年6月に佐賀、鹿児島において1時間間隔の連続捕獲調査を行った。その結果、複数の飛来事象が捉えられ、それらの継続時間が約4時間と短く、出現間隔が約半日であった。半日ごとに現れる飛来事象は、明け方、夕方の飛び立ちに対応していると考えられた。この連続観測データと長距離移動シミュレーション手法を用いて、飛来源の解析を行った。その結果、福建省と台湾の沿岸部が飛来源として選び出され、後退軌道解析手法の結果とよい一致を示した。

また、別の長距離移動シミュレーションモデルを用いた解析では、フィリピンから、九州への主要な飛来源と推定された中国南部への移動の可能性が示された。このことは、1980年代後半に東アジア個体群に起こったバイオタイプ1から2への変化が、フィリピンから移動したバイオタイプ2の個体群によってもたらされたのではないかと新しい解釈を想起させ

た。また同時に、個体群間の移動解析は、翅型発現性など遺伝的形質が異なるフィリピンの個体群が中国南部を経由して日本へ飛来する可能性、すなわち2段階移動仮説を提案した。以上のように、移動経路の多様性が示され、今後ともモニタリングが重要であることを指摘した。

さらに、長距離移動シミュレーションモデルを用いたリアルタイム飛来予測システムを開発した。システムは、翌日と翌々日の飛来地域と飛来時期を予測した。飛来予測的中率は、03年が79%、04年は同84%であった。これは、気象庁が同一期間・地域について行った降雨予報の適中率と同程度であった。

### 論文審査の結果の要旨

イネウンカ類（セジロウンカ及びトビイロウンカ）は、わが国水稻生産上の重要害虫である。これらは主に梅雨時期に海外より日本に長距離移動により飛来する。ウンカの抵抗性品種に対する加害特性や殺虫剤感受性などの遺伝的特性は、飛来源での栽培品種や使用農薬によって変化する。このため、ウンカの飛来源を特定することは、わが国での品種・農薬の選定などウンカ類を効果的に制御する上で、極めて重要な情報となる。これまでも、風向や風速を用いて飛来源推定が試みられてきたが、単一の気圧面の情報を利用した二次元的手法であり、その信頼性が明らかでなかった。

本論文は、三次元の後退軌道解析手法を開発することにより飛来源を推定するとともに、信頼できる飛来予測システムを構築することを試みたものであり、評価すべき点は以下の通りである。

- (1) 後退軌道解析手法を1969年に岸本によって取得された1時間間隔の捕獲データに適用した結果、飛来源、飛び立ち時刻、飛翔高度、飛翔経路など詳細な移動過程を推定することができた。この解析で推定された飛来源は福建省沿岸部の水田地帯という比較的限られた地域であることを明らかにした。
- (2) 九州に飛来するセジロウンカの主要な飛来源を、1987年から15年間の日別捕獲データと後退軌道解析手法を用いて推定した結果、主要な飛来源は、福建省と台湾の沿岸部であることを明らかにした。台湾が飛来源となる可能性は、これまでほとんど指摘されたことがなく、重要な解析結果であると考えられる。
- (3) 後退軌道解析において、トビイロウンカの東アジア個体群間での移動が検討された。その結果、東南アジア個体群の分布するフィリピンから、東アジア個体群の分布する沖縄、台湾への移動が初めて推定された。これまで、個体群間には移出入は少なく、個体群は互いに独立して維持されていると考えられてきたが、少なくとも東南アジア個体群から東アジア個体群への個体群間移動が存在している可能性が高いことが示された。
- (4) 順方向にウンカの移動を計算する長距離移動シミュレーションモデルを、日本原子力研究所と共同で開発した。このモデルの検証のため、2003年6月に佐賀、鹿児島において1時間間隔の連続捕獲調査を行った。この連続観測データと長距離移動シミュレーション手法を用いて飛来源の解析を行ったところ、福建省と台湾の沿岸部が飛来源として選出され、後退軌道解析手法の結果とよい一致を示した。
- (5) 長距離移動シミュレーションモデルを用いたリアルタイム飛来予測システムを開発した。システムは、翌日と翌々日の飛来地域と飛来時期を予測した。飛来予測的中率は、03年が79%、04年は同84%であった。これは、気象庁が同一期間・地域について行った降雨予報の適中率と同程度であった。

以上のように、本論文は、イネウンカ類を対象とした長距離移動研究に新しい解析手法と知見を提供したものであり、応用昆虫学や昆虫生態学の分野および害虫発生予察技術の進歩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、平成17年6月17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。