イネウンカ類の長距離移動の最近の傾向

（独）農研機構　九州沖縄農業研究センター　大塚（おおつか）　彰（あきら）

はじめに

イネウンカ類，トビイロウンカ，セジロウンカ，そしてヒメトビウンカの3種は，イネを吸汁加害したり，病原ウイルスを媒介したりする重要害虫である。特にトビイロウンカは，多発生の時にはイネの坪枯れ被害を引き起こし，収量に多大な影響を及ぼす。2005年には，トビイロウンカが中国，韓国，日本等東アジアで大発生し，九州ではその被害などで作況指数が94にまで低下した。また，2008年6月にはヒメトビウンカが多量に飛来し，西日本でイネ縞葉枯病を多発させた（松村・大塚，2009）。さらに2010年には，セジロウンカが媒介する新しいウイルスが西日本各地で確認された（松村・酒井，2011）。このように飛来源に近い西日本でイネウンカ類の脅威が続いている。

ウンカは長距離移動性であり，低気圧に伴う強風を利用して東シナ海を越え，日本に飛来すると考えられている。筆者ら農研機構のグループは害虫管理に役立てるために，ウンカの飛来を予測するシミュレーションモデルを開発し（Otuka et al., 2005 a），日本植物防疫協会のデータベースサービスJPP-NETでは，このモデルを用いて梅雨期の日々の飛来予測が行われ，都道府県単位で飛来を通知するメールサービスが実現されている（http://web1.jppn.ne.jp/cgi-bin/database/cgi/database.cgi）。

飛来予測に関した技術開発のほかにも，東アジアでのウンカの多発生を受けて，長距離移動に関する調査，解析が近年進んできている。そこで本稿では，東アジアにおけるイネウンカ類の長距離移動について最近のトピックをいくつか紹介する。

I　ベトナム北部から中国南部への1次移動の最近の傾向

日本に飛来するトビイロウンカとセジロウンカの越冬地はベトナム北部，中国海南省等イネが周年栽培される地域である。ベトナム北部では，1月に移植して6月に収穫する冬作と，2月下旬～3月上旬に移植して6月に収穫する晩春作があり（大塚ら，2007），こうした冬春作のイネで越冬したウンカは，4月下旬～5月上旬に移出の盛期を迎える（Otuka et al., 2008）。この時期に移出するウンカは，南西の季節風により中国南部に移動し，4月初旬に移植された早稲（2期作の1作目）に侵入する（Otuka et al., 2008）。これが1次移動の典型的な様式である。

ところが最近の研究によると，この1次移動の開始時期がベトナムと国境を接している広西壮族自治区で早期化していると報告されている（Hu et al., 2010）。例えば，広西南部の龍州では初出現日がその30年平均値より10日程度早期化しており，これは冬季のインドシナ半島北部の気温が高いことと相関があるとしている。また越冬地での2月の気温と龍州の4月の予察灯誘殺虫数も正の相関を示している。2011年は，これらとは反対に，ベトナム北部において冬季の気温が低く推移したために，ウンカの発生量が少なかったという（Thanh，私信）。気候変動下のウンカ発生の観点から，越冬地であるベトナム北部の冬季気温推移が，春以降の東アジアでのウンカ発生量に及ぼす影響には注目していく必要があるだろう。

II　中国での多発生要因

中国でのウンカ多発の要因として，感受性品種の栽培，虫の殺虫剤感受性の低下，殺虫剤の多用による天敵の減少，秋の高温等複合的な要因が挙げられてきた（Cheng, 2006）。特に殺虫剤感受性の低下については本誌でも解説されている（松村，2009）。最近これらに加えて中国での稲の作型の変化も一因であることが指摘されている（Hu et al., 2011）。以下，これを具体的に見ていこう。

1次移動で中国南部に移動したウンカは，典型的には，ここで1～2世代増殖し6～7月の梅雨時期に中国長江下流域や，日本，韓国へ長距離移動する。これが2次移動である。湖北省南部，湖南省北部，江西省北部，安徽省南部と中央部を含む長江下流域は，水稲の主要生産地帯であり，かつウンカの多発地帯である。こうした地域では，以前はイネの2期作が主体であり，中稲は少なかった。中稲とは，年1回栽培するイネである。ところが，長江下流域では1997年以降この中稲が増加し，2期作が減少している。例えば，湖北，安徽省では，1980年代から中稲が2期作より多くなり，湖南，浙江省でも2000年以降中稲が増加して，主要な作型となっている

Recent Topics on Long-Distance Migration of Rice Planthoppers.
By Akira Otsuka

（キーワード：イネウンカ類，長距離移動）

（Hu et al., 2011）。

この中稲は，例えば安徽省では5月末～6月中旬に移植し，9～10月に収穫するので，その移植直後の若いイネが，2次移動の侵入時期である6～7月と重なる。したがってトビイロウンカは，イネの栄養成長期という増殖に好適な時期に侵入し，初期の増殖率を上げることができ，かつ早い時期に侵入することにより，増殖世代数を3世代にできる。さらには，秋の高温が重なればもう1世代増やすことも可能となる。一方，2期作の前半の作付けである早稲は，7月には刈り取られるため，トビイロウンカはいったん移出しなければならない。このように中稲ではその作期がウンカの長距離移動と同期することにより虫の増殖率が増加し，ウンカ多発の要因の一つになっている（Hu et al., 2011）。2006年8月末に「虫雨」と称され，南京市の街灯に雨が降るように群がって観測されたトビイロウンカの多量飛来は，長江下流域の中稲で増殖した虫によって起こったとされている。この移動の一部は長崎県の五島市岐宿町山内の予察灯でも捉えられており，8月30日の誘殺数は58,871と多量であった。

Ⅲ　個体群の境界を越える移動

イネにはトビイロウンカに対する抵抗性遺伝子が多数知られており，こうした遺伝子を持つ品種を加害できる個体群（バイオタイプ）が調べられてきた。アジアでは地域ごとにバイオタイプの変化の時期が異なり，これを基にアジアのトビイロウンカは三つの個体群に分けられている（寒川, 1992）。日本に飛来するトビイロウンカは，ベトナム北部から中国，台湾，韓国に生息する東アジア個体群に属する。薬剤感受性の研究でも，同地域で捕獲されたトビイロウンカは同じような感受性を示し，東アジア個体群というまとまりが支持されている（Matsumura et al., 2008）。東アジア個体群の南に隣接するのは東南アジア個体群で，ベトナム南部，カンボジア，タイ等インドシナ半島やフィリピンに分布するトビイロウンカが含まれる。この熱帯地域のトビイロウンカは，翅型発現性（Nagata and Masuda, 1980）や薬剤感受性（Matsumura et al., 2008），絶食耐性（Wada et al., 2009），産卵前期間の長さ（Wada et al., 2007）等が東アジア個体群と異なる。

台湾は，九州に飛来するウンカの飛来源の一つと考えられ（大塚ら，2005），そこでのウンカの発生状況は日本に影響する。台湾の個体群は，薬剤感受性から東アジア個体群に属すると考えられるが（Matsumura et al., 2008），台湾とフィリピンのルソン島との距離が近いため，東南アジア個体群に属するフィリピンのトビイロウンカが台湾に飛来する可能性が過去に報告されている（Otuka et al., 2005 b）。

最近，台湾に飛来するイネウンカ類のより詳細な飛来源の推定結果が報告されている（Huang et al., 2010）。台湾でも2005年以降トビイロウンカによる坪枯れ被害が頻繁に発生するようになっており，被害を起こす個体群は飛来個体群であることがわかっている。そのため，西南部の嘉義県渓口（23.58°N，120.40°E）に設置されたネットトラップと予察灯を用いて，台湾に飛来するトビイロウンカ，セジロウンカの日別モニタリングが行われている。解析に用いられたモニタリングデータは1990～2005年の16年分である。台湾では，水稲の2期作が行われており，第1期作に対しては4，5月の飛来が，第2期作に対しては7，8月の飛来が解析対象とされた。そしてこの期間の飛来のうち，両トラップに10頭以上のウンカが捕獲された日について流跡線解析により飛来源が推定された。

その結果飛来源として中国，ベトナム，そしてフィリピンが推定されている。中国は，第1期作で77%，第2期作で65%の飛来で飛来源と推定され，主要な飛来源と考えられる。ベトナムは，第1期作で37%，第2期作で56%の飛来で飛来源と推定された（注：中国とベトナムが同時に飛来源と推定された場合もあるため，各作期の合計値が100%を超えている）。両方の飛来源ともに東アジア個体群が分布する地域であり，台湾個体群は薬剤感受性において東アジア個体群と同様の性質を示すという結果（Matsumura et al., 2008）と一致する。また移動距離についてであるが，九州に飛来するウンカの飛来源の一つと考えられる福建省と九州との距離は1,400 km程度であり，ベトナムと台湾との距離も同じ距離である。したがって，この結果で推定されているように，ベトナム北部の紅河デルタで発生するウンカが風に乗って直接台湾へ飛来する可能性はあると考えられる。また，多量飛来があるのは，第2期作で多く，特に台風が接近して中国方面から強風が吹く時であることもわかっている。

さらに，フィリピンから台湾への移動の解析例も数例見いだされている。ルソン島と台湾との距離は530 kmと比較的近いため，移動に好適な風が吹けば，あまり長距離を移動しないだろうと言われる熱帯性の個体群といえども，海を越えて移動することがあるのだろう。フィリピンから飛来する個体群は，短翅出現の割合が高かったり，薬剤感受性が東アジア個体群と異なったりと，台湾の主要な個体群と性質が異なるため，遺伝的交流の結果，台湾個体群がどのような影響を受けているか興味が

あるところである。また，フィリピンからの飛来個体群の防除方法は，台湾個体群と異なる可能性がある。特に台湾東部は有機農業が盛んであり，こうした個体群境界を越えた移動には，今後とも注意が必要である。

Ⅳ　ヒメトビウンカの海外からの飛来

ヒメトビウンカは，イネ縞葉枯病ウイルス（RSV）の媒介虫として知られており，休眠性を持ち日本国内で越冬するため，土着性が高い種であると考えられてきた。このため，海外からの飛来侵入と飛来個体群のイネ縞葉枯病流行への関与については，これまでその可能性が指摘されることがあったものの（深町ら，1986），飛来個体群と土着個体群との区別が困難であるため，詳細は明らかではなかった。

2008年6月5日に，九州西岸，中国地方日本海側でヒメトビウンカの飛来があり，鹿児島県ではジョンソン式吸引トラップで106頭もの成虫が捕獲された。長崎県諫早市のネットトラップでも多数が捕獲された。その後長崎県，山口県，島根県でイネ縞葉枯病が発生した。この飛来については，気流を時間を遡るかたちで追跡する流跡線解析が行われ，飛来源は中国江蘇省と推定されている（Otuka et al., 2010）。さらに飛来した個体群と江蘇省で採集した個体群の薬剤感受性の特徴が一致したことや，江蘇省での現地調査でヒメトビウンカが大発生していたこと等から，この飛来は海外からの飛来であったと考えられている（Otuka et al., 2010）。

翌年の6月1日には，今度は韓国の西側沿岸で多飛来が起こって，イネ縞葉枯病が多発した。流跡線解析により，この場合も中国江蘇省が飛来源であると推定されており，飛来直後（6月5日）の圃場での発生密度は，多飛来地点（テアン）で16頭/株と高密度であった。中国の飛来源では現在もヒメトビウンカの多発生が続いているため，移動に適した気象条件になれば，6月初め前後に再び海外飛来が起こる可能性がある。

そこで，ヒメトビウンカの海外から西日本への飛来が，これまでにどの程度の頻度で起こったかが調べられた（Syobu et al., 2011）。解析では，九州各県のネットトラップとジョンソン型吸引トラップの2000～09年までの10年分の捕獲数データのうち，5月21日～6月10日の期間が対象となった。この期間は，中国江蘇省では麦の刈り取り時期で，ヒメトビウンカの越冬後第1世代の移出時期にあたる。トラップの捕獲数推移で，2地点以上が同時に増加した日を抽出し，気象要因が検討され，流跡線解析により飛来源が推定された。その結果，既に海外飛来と推定されている2008年の事例のほかに，2006年5月27～28日の事例が中国江蘇省からの海外飛来の候補として見いだされた。両事例とも，ウンカを移流させた西風が，黄海から朝鮮半島上空を通過した寒冷渦，つまり上空に冷たい空気のかたまりを持つ低気圧，の南側にできた風であったことが共通していた。一般に寒冷渦は，東へ移動する速度が遅いため，それに伴う西風が長時間持続することが知られている。この持続する風のためヒメトビウンカが海を越え，西日本に飛来することが可能となったと言える。

さらに，2010，11年は同様な検討からヒメトビウンカの海外から日本への飛来は起こらなかったと考えられるため，結局，日本で起こる海外飛来という事象は，近年12年で2回という小さい出現頻度であったことがわかる。これは，ヒメトビウンカの移出と寒冷渦の出現が重なる頻度が小さいためと考えられる。ちなみに，2011年は韓国でヒメトビウンカの海外飛来が起こっている（Lee，私信）。

移動時の高度について検討してみる。2008年の事例では，イネ縞葉枯病が発生した地域は，長崎県や山口県，島根県の海岸地帯であった。長崎県の隣の佐賀県ではイネ縞葉枯病は増加しなかった。2009，11年の韓国の事例でも，イネ縞葉枯病が発生したのは主に朝鮮半島の西側沿岸部で，半島の内陸部や東側沿岸部等では発生していない。これらから，ヒメトビウンカの6月上旬の移動では，その移動高度が高くないのでないかと推定される。ヒメトビウンカは海の上空から陸地上空に入るとすぐに着地しているように見え，九州山地を飛び越えて本州の各地まで飛来するトビイロウンカ，セジロウンカと異なっているようである。ヒメトビウンカの場合，移動する時期が6月上旬で，トビイロウンカなどの移動時期である梅雨期と比較して，上空の気温が低いことも，移動高度に影響しているかもしれない。

Ⅴ　ヒメトビウンカの飛来予測技術

ヒメトビウンカについても，他2種と同様に飛来予測ができ，飛来時期と飛来地域が予測できれば，防除対策に有用な情報となるであろう。そのためイネウンカ類長距離移動シミュレーションモデルをヒメトビウンカの移動実態に合わせる形で改良することが必要となっている。ヒメトビウンカは，熱帯性のトビイロウンカやセジロウンカと異なり，中緯度で越冬できるので，例えば移動時の気温に対する羽ばたき特性などが異なる可能性もある。また飛来源での移出の条件などを明らかにして，それをモデル化することも予測精度向上にとって重要であろう。現在，中国江蘇省の日別気温データを用いて有

効積算温度を計算し，越冬後第1世代の移出盛期を推定することで，飛来予測の精度を上げる検討を行っており，こうした研究を進めることで本種の飛来予測が可能となっていくことが期待される。

引　用　文　献

1）Cheng, J.（2006）: Abstracts of Int. Workshop on Ecology and Management of Rice Planthoppers, Hangzhou, China, 16-19 May : p. 43 ～ 44.
2）深町三朗ら（1986）: 九病虫研会報 **32** : 5 ～ 7.
3）Hu, G. et al.（2010）: Environ. Entomol. **39** : 1705 ～ 1714.
4）――― et al.（2011）: Bull. Entomol. Res. **101** : 187 ～ 199.
5）Huang, S.-H. et al.（2010）: Appl. Entomol. Zool. **45** : 521 ～ 531.
6）Matsumura, M. et al.（2008）: Pest Management Science **64** : 1115 ～ 1121.
7）松村正哉（2009）: 植物防疫 **63** : 745 ～ 748.
8）――――・大塚　彰（2009）: 同上 **63** : 293 ～ 296.
9）――――・酒井淳一（2011）: 同上 **65** : 244 ～ 246.
10）Nagata, T. and T. Masuda（1980）: Appl. Entomol. Zool. **15** : 10 ～ 19.
11）Otuka, A. et al.（2005 a）: ibid. **40** : 221 ～ 229.
12）――――― et al.（2005 b）: Popul. Ecol. **47** : 143 ～ 150.
13）大塚　彰ら（2005）: 応動昆 **49** : 187 ～ 194.
14）――――ら（2007）: 植物防疫 **61** : 249 ～ 253.
15）Otuka, A. et al.（2008）: Appl. Entomol. Zool. **43** : 527 ～ 534.
16）――――― et al.（2010）: ibid. **45** : 259 ～ 266.
17）寒川一成（1992）: 九病虫研会報 **38** : 63 ～ 68.
18）Syobu S. et al.（2011）: Appl. Entomol. Zool. **46** : 41 ～ 50.
19）Wada T. et al.（2007）: J. Appl. Entomol. **131** : 698 ～ 703.
20）――― et al.（2009）: Entomol. Exp. Appl. **130** : 73 ～ 80.

登録が失効した農薬（23.12.1 ～ 12.31）

掲載は，**種類名**，登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録失効年月日。

「殺虫剤」

● NAC 水和剤
4497：日農デナポン水和剤 50（日本農薬）11/12/03
● DDVP 乳剤
10606：ホスビット乳剤 75（日本曹達）11/12/24
● MPP 粉剤
15078：ヤシマバイジット粉剤 2DL（協友アグリ）11/12/13
●ベンスルタップ・MIPC 粒剤
16912：ルーバン M 粒剤（住友化学）11/12/25
●シクロプロトリン粒剤
19473：ヤシマシクロサール U 粒剤 2（協友アグリ）11/12/25
●クロルピクリン・D-D くん蒸剤
20269：ソイリーン（エス・ディー・エス　バイオテック）11/12/10
●エトフェンプロックスエアゾル
20305：ベニカエース（住友化学園芸）11/12/27
●クロマフェノジド水和剤
20310：三共マトリックフロアブル（三井化学アグロ）11/12/27
●クロマフェノジド粉剤
20311：マトリック粉剤 DL（日本化薬）11/12/27
20312：三共マトリック粉剤 DL（三井化学アグロ）11/12/27

「殺虫殺菌剤」

● MPP・EDDP 粉剤
15082：ヒノバイジット粉剤 15DL（バイエルクロップサイエンス）11/12/01
● MPP・ペンシクロン・EDDP 粉剤
16185：ヒノバイモンセレン粉剤 DL（バイエルクロップサイエンス）11/12/01
●エトフェンプロックス・ピロキロン粒剤
17760：三共コラトップトレボン粒剤（三井化学アグロ）11/12/27
● BPMC・MPP・フサライド・EDDP 粉剤
18785：バイエルヒノラブバイバッサ粉剤 35DL（バイエルクロップサイエンス）11/12/01

「殺菌剤」

●フラメトピル水和剤
19375：リンバー水和剤（住友化学）11/12/01
●シュードモナス フルオレッセンス剤
20655：セル苗元気（多木化学）11/12/01
21472：小苗ふく土（多木化学）11/12/01

「除草剤」

●ピリブチカルブ・ベンスルフロンメチル水和剤
18547：三共カルショットフロアブル（三井化学アグロ）11/12/16
18549：カルショットフロアブル（デュポン）11/12/16
18550：三共カルショット L フロアブル（三井化学アグロ）11/12/16
18552：カルショット L フロアブル（デュポン）11/12/16
●イマゾスルフロン・エスプロカルブ・ダイムロン粒剤
18580：アグロスゴーサイン粒剤（住友化学）11/12/24
●テニルクロール・ベンスルフロンメチル水和剤
18593：日農クサメッツフロアブル（日本農薬）11/12/24
18594：クサメッツフロアブル（デュポン）11/12/24
18595：トクソークサメッツフロアブル（エス・ディー・エス　バイオテック）11/12/24
●イマゾスルフロン・ジメタメトリン・ダイムロン・プレチラクロール粒剤
19449：ハヤテ 1 キロ粒剤（住友化学）11/12/9
●ザントモナス キャンペストリス液剤
19657：キャンペリコ液剤（多木化学）11/12/1

（46 ページに続く）