

特集：イネ縞葉枯病の発生状況と防除対策

JPP-NET ヒメトビウンカ飛来予測システム

農研機構 九州沖縄農業研究センター 生産環境研究領域 おお つか あきら
大 塚 彰

はじめに

イネの重要害虫であるヒメトビウンカは、イネ縞葉枯ウイルス (RSV) を媒介する。西日本では 2008 年 6 月初めに、RSV を保毒し特定の殺虫剤に感受性を低下させたヒメトビウンカ成虫が中国東部から多量に飛来し、その後長崎県や山口県等でイネ縞葉枯病が多発した (OTUKA et al., 2010)。韓国の西側沿岸地域でも 2009 年以降同時期にヒメトビウンカの飛来侵入が続いている (OTUKA, 2013)。この病気を多発させないためには、飛来リスクの高い地域でウイルスに抵抗性を持つイネ品種を利用したり、ヒメトビウンカの飛来を予測・警戒し、適切に飛来虫を管理したりすることが大切である。そこで後者について飛来予測モデルを開発し、現在日本植物防疫協会のインターネットデータベースサービス JPP-NET の中で飛来予測システムを運用しているので、飛来源でのヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の発生推移と併せて紹介する。

I 飛来源でのイネ縞葉枯病の発生状況

ヒメトビウンカの 2008 年の日本への飛来や、2009 年と 2011 年の韓国への飛来の飛来源は、当時吹いていた風の解析により、ともに中国江蘇省と推定されている (OTUKA et al., 2010; 2012; OTUKA, 2013)。江蘇省は水稻と小麦大麦の 2 毛作地帯であり、2000 年以降ヒメトビウンカとイネ縞葉枯病が大流行した (寒川, 2005; 松村・大塚, 2009; OTUKA et al., 2013)。江蘇省農林庁の統計によると、同省全体のイネ縞葉枯病発生面積は、2000 年の 53 万 ha から 2004 年 157 万 ha で最大となり、それ以降も 2008 年まで 110 万 ha 以上を記録し、ピーク時の発生面積は同省の水稻面積の 79% に相当した (周ら, 2010)。イネ縞葉枯病は、江蘇省に近接した浙江省、山東省、安徽省、上海、河南省等でも流行したが、江蘇省の上記のような発生状況は、中国国内で突出していた

(周ら, 2010)。ヒメトビウンカの越冬世代の RSV 保毒虫率は、江蘇省平均で 2001 年に 12.8% から増加し、2005 年に 31.3% と最大になり、その後減少に転じ、2013 年には 2% 以下となっている (Li et al., 2015)。このようなヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の流行下で、日本や韓国に飛来した侵入事例が起こったのである。

この江蘇省でのイネ縞葉枯病の流行の要因については、虫と病気に対して感受性のジャポニカ品種の栽培面積が拡大したこと (2002 年において同省水稻栽培面積の 80% 以上)、イネの播種と移植時期が早まり、ヒメトビウンカ第 1 世代成虫の麦類から水稻への寄主転換が容易になったこと、省力化のために水稻刈り取り後に不耕起による小麦栽培が広まり、虫の越冬環境が好適になったことが複合的に働いていたと考えられている (寒川, 2005)。またヒメトビウンカの薬剤感受性低下もその要因のひとつと考えられる (SANADA-MORIMURA et al., 2011; 真田・松村, 2016)。

II 虫の移出実態の解明

飛来予測モデルを動作させるためには、実際に予測を行う期間である飛来源での虫の移出期間を予測することと、虫が一日のうちのどの時間帯に飛び立っているかを明らかにすることが必要であった。

1 移出期間の予測

中国東部から日本に飛来してくるヒメトビウンカは、主に江蘇省で発生する第 1 世代の羽化成虫であると考えられる (OTUKA et al., 2010)。その羽化時期は 5 月下旬から 6 月上旬ごろ、ちょうど麦の刈り取り時期である。そこで的確に飛来を予測するために、移出時期を知る必要があり、そのために第 1 世代の羽化日を予測する。羽化日予測のため、世界気象機関のデータベースから江蘇省内の五つの気象観測点での年初から予測当日までの気温推移と、その日から先に対しては一定の日有効積算温度とを基に、虫の有効積算温度を計算した。その値が、あらかじめ設定した閾値を超える日から羽化日を予測した (OTUKA et al., 2012)。閾値は、過去に起こった飛来事象などから推定した羽化日までの有効積算温度を、複数年次で平均して求めた。飛来源での移出期間は、一定の幅を持たせるために予測した羽化日の 3 日前から 5 日後ま

JPP-NET Migration Prediction System for the Small Brown
Planthopper in East Asia. By Akira OTUKA

(キーワード: ヒメトビウンカ, 飛来予測, JPP-NET, 飛翔特性,
飛び立ち)

での合計9日間とし、その期間に限って飛来予測を行った (OTUKA et al., 2012)。この方法は2008～2011年の日韓の飛来事象に対して評価され、それぞれの年次の推定された羽化日もしくは移出日を予測できた (OTUKA et al., 2012)。

2 移出時間帯の解明

飛来予測モデルでは、野外においてヒメトビウンカが移出する時間帯に合わせて、仮想のウンカを飛び立たせその後の移動を計算する。このため、ヒメトビウンカが1日のうちでどの時間帯に飛び立つのかを明らかにする必要がある。中国と日本の小麦圃場でいろいろなタイプのトラップを用いて調査した (SANADA-MORIMURA et al., 2013)。例えば、江蘇省南通市と佐賀県佐賀市に設置した地上高10mのネットトラップや、佐賀市と神埼市の地上に設置した吸引型トラップ、また佐賀市上空を飛行したヘリコプターに係留した大型のネットトラップを使

って異なる高度の飛翔虫を捕獲した。さらに江蘇省東台市の小麦畑のキャノピーを覆うように設置したキャノピートラップで小麦から飛び立つ虫を直接捕獲した。その結果、飛来源である江蘇省と佐賀県では17時から19時までの夕方にヒメトビウンカの飛び立ちのピークがあり、かつ日中の9～17時にも相対的に少数であったが本種が飛び立っていることがわかった (図-1, 2, 3) (SANADA-MORIMURA et al., 2013)。上空260mでのヘリコプターを用いた捕獲調査では、8時台と18時台の時間帯で飛翔虫を捕獲でき、ヒメトビウンカ第一世代が移出後上空を飛翔していることが確認できた。これらの結果を飛来予測モデルに取り入れ、飛び立ち時間帯を設定した。

III 飛来予測の仕組み

飛来予測モデルでは、多数のウンカを江蘇省の沿岸地域とそれに隣接した中央地域の2地域から、日中 (9～17時) と夕方 (17～19時) に飛び立たせる (図-4)。飛び立ったウンカは0.2m/sの速度で2時間だけ上昇して、上空の風に到達する。それ以後ウンカは、鉛直拡散の効果を考慮しながら風の速度と同じ速度で主に水平に移動し、気温が13℃より低くなる上空の領域には侵入しない。これは虫が気温の低い領域では羽ばたきを停止することを仮定したものである。この13℃という値は、飛来解析によって2008年の西日本での飛来地域を再現するように飛来予測モデル内で設定した便宜的な値である。トビイロウンカについては、宙づり飛翔実験によって供試虫の半数が羽ばたきを停止する気温として16.5℃が求められており (大久保, 1973)、トビイロウンカの飛来予測モデルでは16.5℃を気温の天井の値としている。気象データは気象数値予報モデルで予測したものを利用している。このようにして計算した多数のウンカの

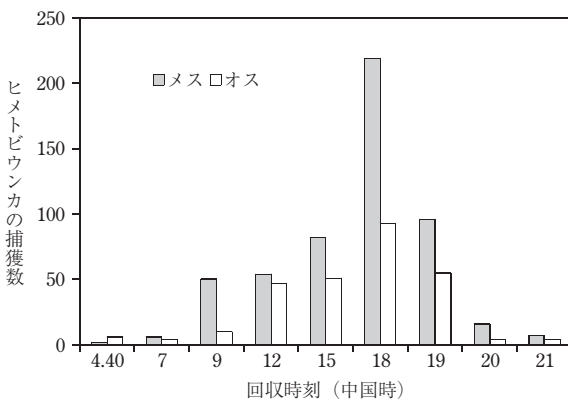


図-1 中国江蘇省南通市に設置したネットトラップによるヒメトビウンカ捕獲数の時間推移
移出ピークがあった2012年6月8,9日の雌雄別合計値である。

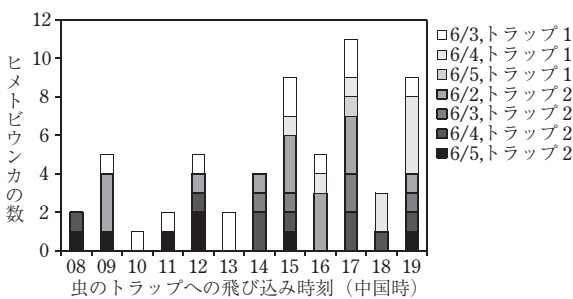


図-2 江蘇省東台市に設置した2台のキャノピートラップへ飛び込んだヒメトビウンカの数
の時間推移
虫数は2013年6月2から5日にビデオカメラで撮影して計数したもの。

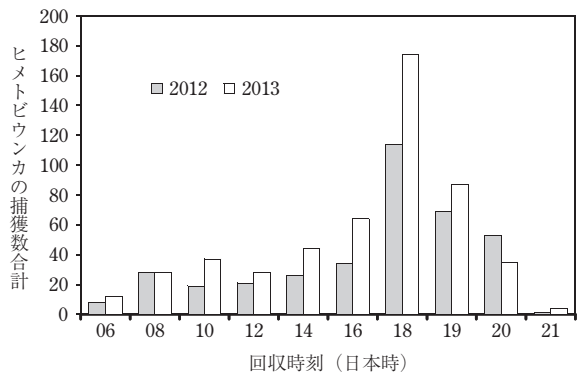


図-3 2012年と13年の第1世代移出時期に佐賀県佐賀市と神埼市に設置したネットトラップと吸引トラップのヒメトビウンカ捕獲数の合計値の時間推移

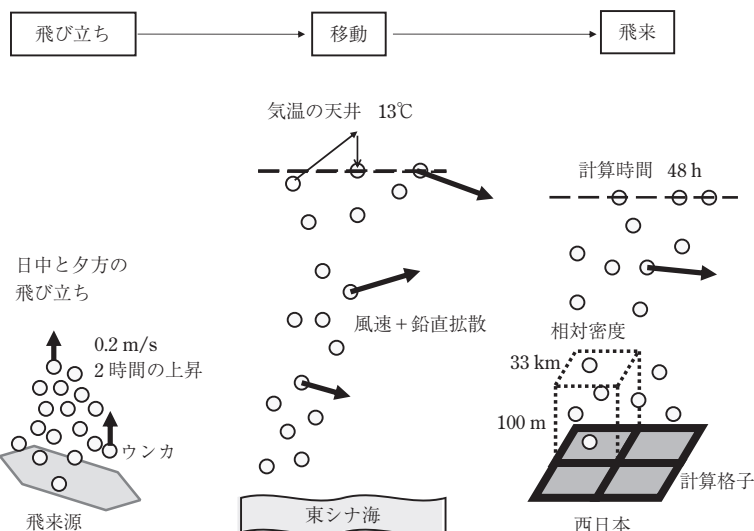


図-4 飛来予測モデルの概念図

○がヒメトビウンカを表す。中国江蘇省を日中と夕方の1日2回飛び立ったウンカは2時間だけ鉛直上方に一定速度で上昇し、その後は風速と同じ速度で移動する。途中、気温13℃以下の上空領域には入らないように温度の天井が設定されている。西日本に侵入したウンカの計算格子ごとの数から相対的な空中密度が計算され、地図にウンカ雲として表され、飛来予測図が作成される。

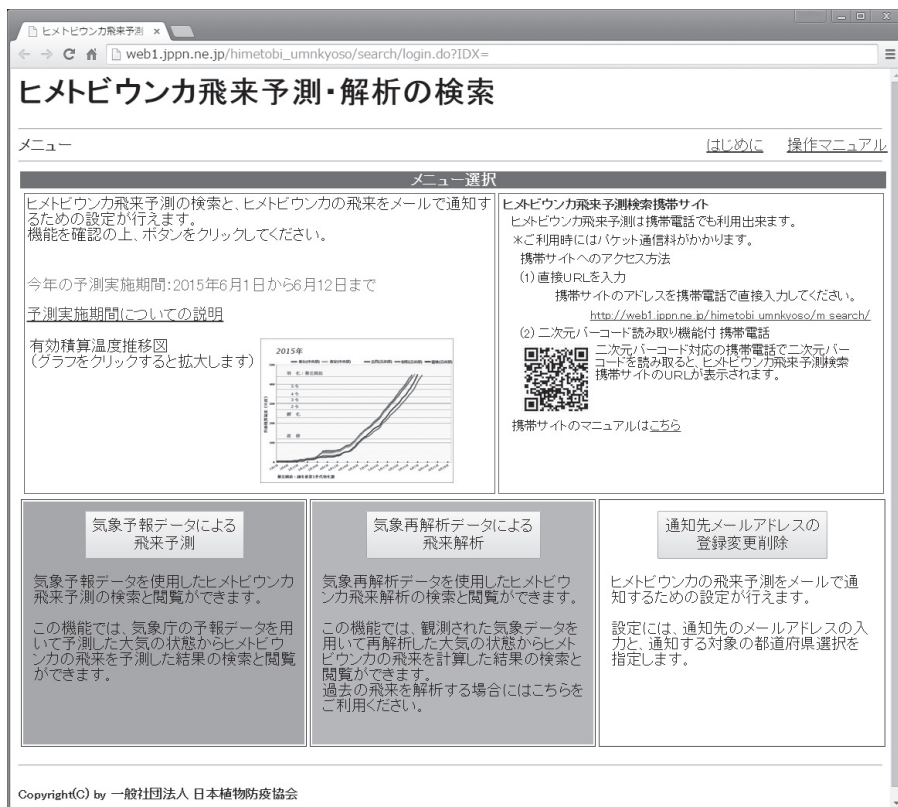


図-5 JPP-NET ヒメトビウンカ飛来予測システムのメニュー画面

有効積算温度の推移図表示、飛来予測図の検索、飛来解析図の検索、通知メールアドレスの登録等の機能が選択できる。



図-6 飛来源での2015年のヒメトビウンカ有効積算温度の推移図

これは江蘇省内5地点の気象観測点の日別最高、最低気温データを用いて計算された。

計算格子内の位置から相対的な空中密度を計算し、地表面から100 mまでのモデル大気最下層の空中密度をウンカ雲として予測図を作成している。

IV JPP-NET

日本植物防疫協会のインターネットデータベースサービス JPP-NET (<http://www.jppn.ne.jp/jpp/info/>) では、全国の病害虫防除所等が会員となってヒメトビウンカの飛来予測システム(図-5)を利用している。5月になると、有効積算温度のグラフが表示され、日々更新される(図-6)。移出時期になると、システムは毎日飛来予測を行う。予測ごとにウンカ雲が各都道府県の上空に到達したかを県などの単位で調べ、到達した場合に飛来が予測されたと判断し、飛来予測通知の電子メールを登録したアドレスに送付する。通知電子メールには予測図へのリンクが張られており、その予測図(図-7)から飛来時期

と飛来地域の情報が得られる。この情報は、飛来の前には飛来警戒に利用され、飛来後には飛来地域の確認や、殺虫剤選定、防除時期の決定、イネ収穫後の再生稲や畦畔雑草の管理指導に役立てられる。システムには、ほかに過去の予測図や解析図を検索する機能があり、利用者が海外からの飛来の可能性を調べることができる。現在、飛来リスクのある西日本の防除所などの会員はすべて通知メールに登録し利用している。毎年ヒメトビウンカの第1世代の移出期間に入ると、日々の最新の予測図についてはJPP-NETのホームページで公開されているので、誰でも見ることができる。

引用文献

- 1) Li, S. et al. (2015): Sci. Rep. 5: 7883.
- 2) 松村正哉・大塚 彰 (2009): 植物防疫 63: 293 ~ 296.
- 3) 大久保宜雄 (1973): 応動昆 17: 10 ~ 18.
- 4) OTUKA, A. et al. (2010): Appl. Entomol. Zool. 45: 259 ~ 266.
- 5) ——— et al. (2012): ibid. 47: 379 ~ 388.
- 6) ——— (2013): Front. Microbiol. 4: 309.

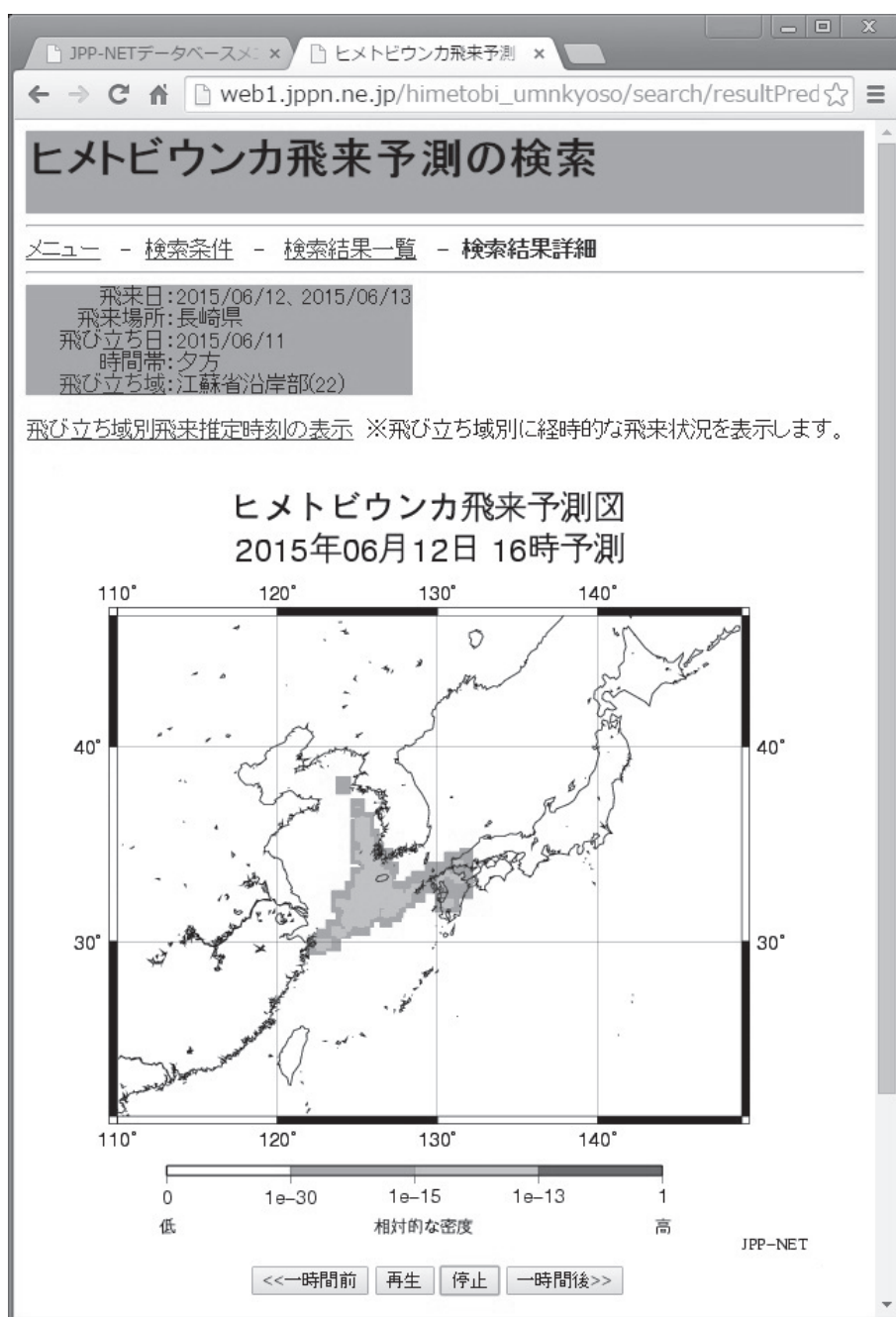


図-7 ヒメトビウナカ飛来予測図の例

着色された領域がウナカ雲で、この図は実際はアニメーションになっている。

7) SANADA-MORIMURA, S. et al. (2011): Appl. Entomol. Zool. 46: 65 ~ 73.

8) ——— et al. (2013): PLoS ONE 10: e0120271.

9) 真田幸代・松村正哉 (2016): 植物防疫 70: 112 ~ 115.

10) 寒川一成 (2005): 農業技術 60: 405 ~ 409.

11) 周 益軍ら (2010): 水稻条纹叶枯病, 江蘇科学技术出版社, 南京, 220pp.