

特集：イネウンカ類

長距離移動性イネウンカ類に対する薬剤抵抗性の現状

九州沖縄農業研究センター 松村 ^{まつむら} 正哉・竹内 ^{まさや} 博昭・佐藤 ^{たけうち} 雅 ^{ひろあき} ^{さとう} ^{まさる}

は じ め に

日本の水稻の重要害虫である長距離移動性イネウンカ類は、1998 年以降、飛来量・発生量ともに少ない状態が続いていた。しかし、2005、06 年と 2 年続きで多飛来・多発生が起こり、特に 2005 年には九州地域を中心にトビイロウンカによる大きな被害が発生した（松村、2006）。2005 年の被害は多くの要因が関わって起こったとされているが（松村、2006；2007）、それらの要因の一つに飛来したイネウンカ類の薬剤感受性低下が挙げられている。2005 年に発生したトビイロウンカについては、既に葉鞘浸漬法やベルジャードスター法による感受性検定が行われ、主要な箱施用薬剤の一つであるイミダクロプリド剤に対する感受性低下が報告されている（行徳、2006；福田、2006）。

本稿では、多発生となった 2005、06 年に日本に飛来したトビイロウンカとセジロウンカについて、筆者らが行った微量局所施用法による薬剤感受性検定の結果を紹介するとともに、東アジア地域におけるイネウンカ類の薬剤防除の実態と薬剤抵抗性の現状について紹介する。

I 日本に飛来したイネウンカ類の薬剤感受性

日本に飛来するトビイロウンカの薬剤感受性については、これまで微量局所施用法による長期的なデータが蓄積されている（福田・永田、1969；細田、1983；ENDO and TSURUMACHI, 2001；永田・上室、2002；NAGATA et al., 2002）。微量局所施用法による検定結果は、LD50（供試虫の 50%が死亡したときの虫体重当たりの施用薬量： $\mu\text{g/g}$ ）で示されるため、同じ方法で行われた過去あるいは海外のデータと数値を比較することができる。そこで筆者らは、微量局所施用法によって 2005 年と 06 年に日本に飛来したトビイロウンカとセジロウンカの薬剤感受性検定を行い、過去のデータとの比較を行った。この

内容については近く学術誌へ投稿予定であり、具体的なデータはそちらを参照されたい。

感受性検定のためのウンカは、いずれの年も 7 月に飛来世代成虫を採集し、室内で数世代累代飼育した後に検定を行った。羽化後 1 週間以内の長翅雌成虫を炭酸ガスで麻酔し、バーカード社製のマイクロ・アプリケーションを用いて雌 1 個体当たり $0.08\mu\text{l}$ の薬液を施用した。24 時間後に生死を判定し、LD50 を計算した。供試薬剤はマラソン、フェニトロチオン（MEP）、MIPC、BPMC、カルバリル（NAC）、イミダクロプリド、エトフェンプロックス、フィプロニル、ジノテフラン、チアメトキサム（2006 年のみ）の 10 薬剤であった。なお、イミダクロプリドとフィプロニルについては、7 月に飛来した系統以外についても数系統採集し、同様の検定を行った。

日本に飛来したトビイロウンカに対するイミダクロプリドの LD50 は、2005 年には $0.6 \sim 4.6\mu\text{g/g}$ であり、06 年には $4 \sim 16\mu\text{g/g}$ と 2005 年に比べて値が上昇した（松村ら、未発表）。これまで、日本に飛来したトビイロウンカに対するイミダクロプリドの LD50 は、1992 年から 99 年にかけては $0.1\mu\text{g/g}$ 前後（平ら、2001；ENDO and TSURUMACHI, 2001；NAGATA et al., 2002）、2000 年と 01 年には $1 \sim 2\mu\text{g/g}$ （NAGATA et al., 2002；永田・上室、2002）であることが報告されている。また、中国で 2002 年に調査された LD50 は $0.77\mu\text{g/g}$ であった（Liu et al., 2003）。これらの値に比べて、2005 年と 06 年の値が上昇していることから、05 年から 06 年に日本に飛来したトビイロウンカはイミダクロプリドに対して薬剤感受性の低下が起こっていると考えられた（松村ら、未発表）。

セジロウンカに対するフィプロニルの LD50 は、2005 年には $2.6\mu\text{g/g}$ 、2006 年には $12 \sim 26\mu\text{g/g}$ であった（松村ら、未発表）。フィプロニルに対するセジロウンカの薬剤感受性については、2005 年以前は日本に飛来した個体群での報告がない。1989 年（フィプロニルが使用される以前）に採集して九州沖縄農業研究センターで累代飼育しているセジロウンカ系統（感受性系統とみなす）について今回検定を行ったところ、フィプロニルの LD50 は $0.1\mu\text{g/g}$ 以下の値であった（松村ら、未発表）。この結果と比較すると、2005 年から 06 年に日本に飛来

Recent Status of Insecticide Resistance in Migratory Rice Planthoppers in Japan. By Masaya MATSUMURA, Hiroaki TAKEUCHI and Masaru SATOU

（キーワード：トビイロウンカ、セジロウンカ、薬剤感受性、微量局所施用法、イミダクロプリド、フィプロニル）

したセジロウンカはフィプロニルに対して薬剤感受性の低下が起こっていると考えられた（松村ら、未発表）。

一方、上記のウンカの種と薬剤の組み合わせと逆の場合、すなわちトビイロウンカに対するフィプロニルとセジロウンカに対するイミダクロプリドの組み合わせではLD50はいずれの年次も低い値であり、感受性の低下が認められなかった（松村ら、未発表）。このように、ウンカ2種でそれぞれの薬剤に対する感受性が全く異なることが、どのようなメカニズムによって起こったかは大変興味深い。両ウンカのそれぞれの薬剤に対する作用機作の違いなどについて、今後研究が望まれる。

LD50を計算する際の薬量・死虫率プロビット回帰直線の傾きは、トビイロウンカに対するイミダクロプリドとセジロウンカに対するフィプロニルではいずれも1前後で、他の薬剤に比べ緩やかであった（松村ら、未発表）。このことは、薬量の増減による死虫率の増減の変化が少ないことを意味している。両薬剤ともに感受性系統では回帰直線の傾きは3前後の値を示したことから（松村ら、未発表）、薬剤感受性の低下に伴って回帰直線の傾きが緩やかになったと考えられる。

イミダクロプリドとフィプロニル以外の薬剤では、2005～06年のイネウンカ類のLD50の変化の幅は、トビイロウンカ、セジロウンカともに4倍以内と小さく、薬剤感受性の変化は認められなかった（松村ら、未発表）。図-1には、1960年代以降から微量局所施用法によるデータのあるマラソン、フェニトロチオン、ダイアジノン、BPMC、カルバリル、エトフェンブロックスについて、トビイロウンカの薬剤感受性の長期的な動向を示した。この図から、1980年代後半からマラソン、BPMCなどでは徐々にLD50が増加している傾向が読み取れる。しかし、2005年と06年の2年間で、それ以前の年次に比べて薬剤感受性が大きく変化しているという傾向は見られなかった。

以上から、2005年と06年に日本に飛来したトビイロウンカはイミダクロプリドに対して、セジロウンカはフィプロニルに対して、それぞれ薬剤感受性の低下が起こっているものと考えられる。イミダクロプリド剤とフィプロニル剤は、現在、日本の稲作における主要な長期残効型箱施用薬剤として使用されている。今回認められた感受性低下のレベルは、現場では箱施用薬剤の残効期間の短縮となって現れるものと考えられる。2006年の調査から、水田におけるイミダクロプリドのトビイロウンカに対する残効は30日未満、セジロウンカに対するフィプロニルの残効も30日未満であったことが示されている（行徳・口木、2007）。今後は、これらの薬剤の残

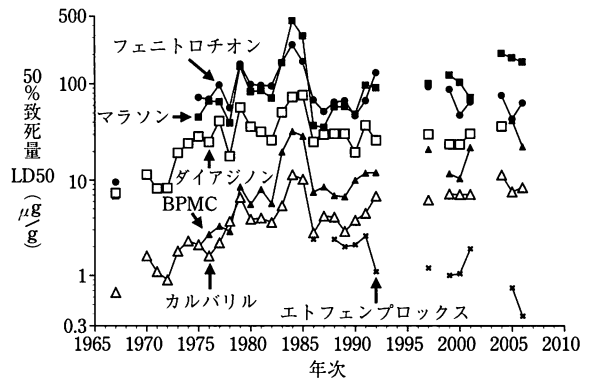


図-1 トビイロウンカに対する主要薬剤の50%致死量の長期的推移

1967: FUKUDA and NAGATA (1969); 1970～1991: Hosoda (1983), 細田 (未発表); 1992: ENDO and TSURUMACHI (2001); 1997: 平ら (2001); 1999～2001: NAGATA et al. (2002), 永田・上室 (2002); 2004: 藤井・永田 (未発表); 2005～2006: 松村ら (未発表).

効のみに依存した防除は困難になると考えられ、防除体系の見直しなどを検討する必要がある。これについては行徳・口木 (2007) を参照されたい。

以上のような、この2年間に起こったトビイロウンカとセジロウンカの薬剤感受性低下の原因については、これらイネウンカ類の飛来源とされるベトナム北部や中国での稲作栽培状況や薬剤使用状況が関わっていると考えられる。以下、この点について紹介する。

II 東アジア地域における薬剤使用と薬剤感受性

日本に飛来するトビイロウンカの飛来源地域である中国で、1990年代後半からイミダクロプリド剤を含む各種殺虫剤の本田使用量が急激に増大していることが報告されている（松村・渡邊、2002）。このことから、松村・渡邊 (2002) は、これらの地域におけるイネウンカ類の薬剤感受性の動向に注意する必要性を指摘した。今回見られた日本に飛来したイネウンカ類の薬剤感受性低下は、これらの飛来源地帯でのウンカの発生状況や薬剤使用状況が大きく関わっていると考えられる。ここでは、2006年5月に中国で開催された「イネウンカ類の生態と管理に関する国際ワークショップ」（以下、ウンカWS）で得た情報（講演要旨が欠けている講演が含まれるため文献引用はしていない）、および、筆者のうち松村、竹内と中央農業総合研究センターの大塚が2006年にベトナムおよび中国を訪問して、ウンカの発生状況

や薬剤使用状況について情報収集した結果について紹介する。ウンカの発生状況については、松村ら (2006) および大塚ら (2007) を参照されたい。

1 ベトナム

ベトナム北部の紅河デルタ地域は、中国や日本に飛来するイネウンカの一次飛来源とされており、ここでのイネウンカ類の発生状況が、中国や日本での発生に大きく影響すると考えられる。ベトナム北部の紅河デルタ地域では、1990年代後半から中国品種を用いたハイブリッド稲の栽培面積が増加しており、2002年以降には栽培面積が50万haを超えている。中国のハイブリッド稲はウンカに対する抵抗性をもたないため、セジロウンカ・トビイロウンカの増殖率が高い。中国において1980年代後半からセジロウンカが多発生したのもハイブリッド稲の栽培と関係が深いといわれている。多収・良食味等の品種への移行によってウンカの増殖しやすい稲を栽培することになり、その結果ウンカが多発し、それを抑えるために殺虫剤を多用している。このようなベトナム北部での稲作栽培の変化が、近年の東アジア地域でのトビイロウンカの大発生に大きく関与していると考えられる。

ベトナム北部の水田で主に使用されている殺虫剤は、BPMC, MIPC, フィプロニル, チアメトキサム等であり、フィプロニルは鱗翅目害虫の防除のために、種子粉衣などの方法で施用されるとのことであった。しかし、それぞれの殺虫剤の具体的な使用量や使用回数については、ベトナム植物保護研究所でもきちんと把握していない。さらに、中国からのイミダクロプリドなどを含む殺虫剤の流入もかなりの量にのぼるものと考えられる。

ベトナム北部では、2003年に微量局所施用法によるトビイロウンカの薬剤感受性検定が行われているが、それ以降は実施されていない。2003年の結果については、イミダクロプリドを含めて、LD50はNAGATA et al. (2002) の日本飛来個体群の値とほぼ同様であった (THANH et al., 未発表)。薬剤抵抗性などの情報交換については、2007年度に九州沖縄農業研究センターとベトナム植物保護研究所との間で国際共同研究を行う予定である。

2 中国

中国の水田で使用される殺虫剤は、1980年代までは有機リン剤、カーバメート剤が主流であったが、90年代以降はプロフェジン、イミダクロプリドが主流となっている。特に近年はイミダクロプリドが主流となり、2002年から05年の4年間に中国におけるイミダクロプリドの生産量は約4倍に急増している (図-2)。また、

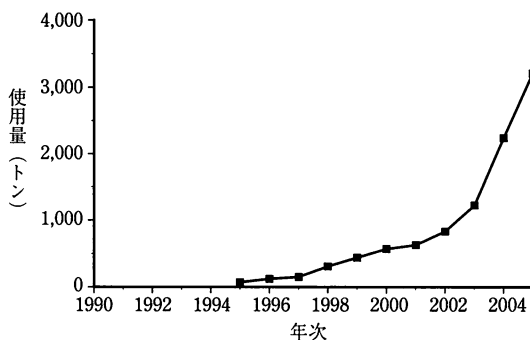


図-2 中国におけるイミダクロプリドの使用量の推移
2006年5月のウンカWSにおける講演資料 (XIA, 2006) より。

フィプロニルについても、主に鱗翅目害虫を対象に散布と種子処理の両方で使われるとのことであった。

中国では2005年にトビイロウンカの大発生が起こり、その原因の一つとしてイミダクロプリドの効果低下を挙げ、防除指導から本薬剤を除くように指導しているとのことであった。2006年に推奨しているイネウンカ類の防除薬剤については、Webサイトからの情報などをまとめると以下ようになる。

福建省では、イネウンカ類に対してアセタミプリド、チアメトキサム、イミダクロプリド、プロフェジン、コブノメイガとニカメイガに対してはクロルピリフォス、フィプロニル、トリアゾホスが推奨されている。広東省では、イネウンカ類に対してプロフェジン、プロフェジン+MIPC、コブノメイガに対してフィプロニル、トリアゾホスが推奨されている。また、広東省では、イミダクロプリド抵抗性の高い地域ではイネウンカ類に対してイミダクロプリドを慎重に使用あるいは多用しないように指導している。広西省チワン族自治区では、イネウンカ類に対してDDVP+MIPCまたはDDVP+クロルピリフォスを推奨している。

ウンカWSでは、トビイロウンカのイミダクロプリド抵抗性について、中国各地における2005年10月の調査を取りまとめたデータが示された。調査方法は葉鞘浸漬法のような方法と考えられるが、具体的な調査方法は示されなかった。データはいずれも感受性系統のLC50 (50%致死濃度) に対する抵抗性倍率で示されており、場所により抵抗性倍率は200~600倍という値であった。しかし、元データの値が不明であるため、実際の感受性低下レベルがどの程度なのかは判断できなかった。また、南京農業大学によるトビイロウンカの微量局所施用法による薬剤感受性の調査 (2005年8月中旬~9月

下旬に採集)では、感受性系統のLD50を基準とした抵抗性倍率は採集時期が遅いほど高いことが示された。しかしこのデータについても、基準値となる感受性系統のLD50が示されていないため、実際の感受性低下レベルがどの程度なのか不明であり、また我々のデータとの比較ができなかった。

3 アジア地域全体の情勢

ウンカWSでは、バイエル・クロップサイエンスによる「アジア太平洋地域トビイロウンカのネオニコチノイド抵抗性のモニタリングと管理戦略」についての講演があった。この中で、①トビイロウンカのネオニコチノイド系殺虫剤に対する感受性の低下は2003年にタイで最初に確認され、その後近隣諸国に広がったこと、②05年までには、タイ、ベトナム、インド、中国、そして日本でも感受性の低下が確認されたこと、③この現象はイミダクロプリドで最初に確認されたこと、などが報告された。

バイエル・クロップサイエンスによる、2005年アジア各地採集のトビイロウンカの微量局所施用法による薬剤感受性の調査データも示された。データは感受性系統のLC95(95%致死濃度)の濃度における各採集系統の死亡率を算出したものであり、その値が50～60%に低下した個体群がいくつかの採集個体群で見られた。しかし、感受性系統のLC95の5倍の濃度では、いずれの個体群でも死亡率が100%であるとしている。しかし、この場合も基準となる感受性系統のLD95が示されなかったため、実際の感受性低下レベルがどの程度なのか不明確であり、また我々のデータとの比較もできなかった。バイエル・クロップサイエンスからは、今後のアジアにおけるトビイロウンカ防除については、一つのネオニコチノイド系殺虫剤を使い続けずに複数の薬剤のローテーションが必要なこと、今後のトビイロウンカ防除にはエチプロールを推奨すること、などの提言があった。

以上のように、日本に飛来するイネウンカ類の飛来源地域であるベトナム北部や中国におけるウンカの発生状

況や薬剤使用状況が、本稿で示したような日本に飛来するイネウンカ類の薬剤感受性の変化に大きく関与するものと考えられる。ベトナムや中国においても、この2年間のトビイロウンカの多発生を受け、今後の防除対策などが変革していくと考えられる。このため、これらの地域の情報については、今後も注視していく必要がある。

おわりに

筆者らは、2006年に植物防疫法による輸入禁止品輸入許可の手続きを経て、ベトナム、中国、台湾、およびフィリピンのイネウンカ類を採集して持ち帰り、現在、それぞれの系統の薬剤感受性検定を行っている。また、これらのアジア地域のイネウンカ個体群の抵抗性品種加害性や翅型発現性、DNA解析なども並行して行い、アジア地域のイネウンカ類個体群特性の類型化を行いたいと考えている。これらの研究と、最近開発されたイネウンカ類の飛来予測、飛来源予測のシミュレーションモデル(大塚, 2006)を活用すれば、将来的には日本に飛来するイネウンカ類の飛来源と飛来虫の個体群特性を予測することが可能となると考えている。

最後に、微量局所施用法についてご指導と多くのご助言をいただいた永田 徹氏に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 1) ENDO, S. and M. TSURUMACHI (2001): J. Pesticide Sci. 26: 82～86.
- 2) 福田秀夫・永田 徹(1969): 応動昆 13: 142～149.
- 3) 福田 健(2006): 今月の農業 50(5): 60～63.
- 4) 細田昭男(1983): 応動昆 27: 55～62.
- 5) 行徳 裕(2006): 今月の農業 50(5): 50～54.
- 6) ———・口木文孝(2007): 植物防疫 61: 258～262.
- 7) Liu, Z. et al. (2003): Pest Manag. Sci. 59: 1355～1359.
- 8) 松村正哉(2006): 今月の農業 50(5): 40～44.
- 9) ———(2007): 九防協年報 2006: 11～15.
- 10) ———・渡邊朋也(2002): 植物防疫 56: 316～318.
- 11) ———ら(2006): 平成18年度日中農業科学技術交流考察団報告, 農林水産省農林水産技術会議事務局, 37 pp.
- 12) 永田 徹・上室 剛(2002): 植物防疫 56: 488～491.
- 13) NAGATA, T. et al. (2002): J. Asia-Pacific Entomol. 5: 113～116.
- 14) 大塚 彰(2006): 植物防疫 60: 14～17.
- 15) ———ら(2007): 同上 61: 249～253.
- 16) 平 霄飛ら(2001): 九病虫研会報 47: 54～57.

(新しく登録された農薬9ページからの続き)

小粒種ぶどう: アブラムシ類, ブドウスカシバ, ブドウトリバ, ハマキムシ類, ブドウトラカミキリ: 収穫90日前まで

おうとう: アブラムシ類: 収穫14日前まで

うめ: アブラムシ類, アメリカシロヒトリ, ハマキムシ類: 収穫14日前まで

なし(無袋栽培): アブラムシ類, クワコナカイガラムシ: 収穫21日前まで

オリーブ: オリーブアナアキゾウムシ: 収穫21日前まで

いちご(露地栽培): アブラムシ類: 収穫7日前まで

ほうれんそう: アブラムシ類: 収穫21日前まで

モロヘイヤ: アブラムシ類, アザミウマ類: 収穫14日前まで

ねぎ: アブラムシ類, アザミウマ類, ネギコガ: 収穫14日前まで

たまねぎ: アブラムシ類, アザミウマ類: 収穫21日前まで

トマト: アブラムシ類, オオニジュウヤホシテントウ: 収穫7日前まで

(18ページに続く)