

イミダクロプリド剤を連用したトビイロウンカの各種薬剤に対する感受性変化

誌名	近畿中国四国農業研究 = Kinki Chugoku Shikoku agricultural research
ISSN	13476238
著者	中川, 浩二 溝部, 信二 殿河内, 寿子
巻/号	21号
掲載ページ	p. 11-15
発行年月	2012年9月

[原 著]

イミダクロプリド剤を連用したトビイロウンカの 各種薬剤に対する感受性変化

中川 浩二・溝部 信二・殿河内寿子

山口県農林総合技術センター 753-0214 山口市大内御堀1419

Changes in Susceptibility to Various Pesticides of Brown Planthopper on Successive Applications with Imidacloprid

Kouji NAKAGAWA, Shinji MIZOBE and Hisako TONOGOUCHI

Yamaguchi Prefectural Technology Center for Agriculture and Forestry, Yamaguchi, Yamaguchi 753-0214

トビイロウンカ *Nilaparvata lugens* (Stål) は、中国大陸南部から飛来し日本国内の水田で増殖後、坪枯れ被害を引き起こす水稲栽培における重要害虫である。本虫は、西日本において1990年代以降、少発生であったが、2005年以降には3年連続で多発生した¹¹⁾。山口県内でも2006年、2007年および2009年に多発し¹³⁾、減収や玄米の品質低下をもたらした。

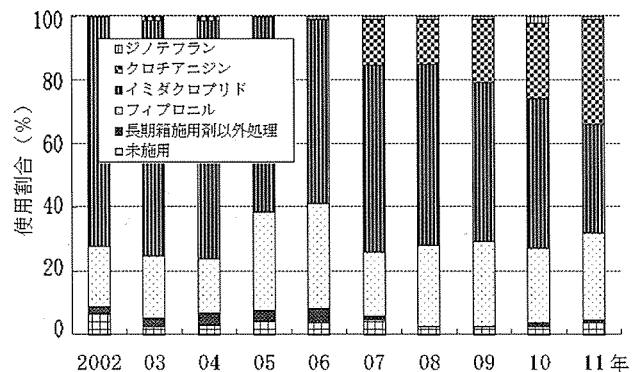
多発要因には、飛来してきたトビイロウンカの薬剤感受性低下が指摘されている。すなわち、2005年に国内へ飛来したトビイロウンカでイミダクロプリド剤に対する薬剤感受性の低下が初めて確認されている^{3, 6)}。さらに薬剤感受性に関しては、長期残効性箱施用剤における残効期間短縮等、これまで多くの報告がある⁵⁾。ところで、本種に対する薬剤感受性低下の程度は、年々、変化することが認識されている。その要因としては、東アジア地域、特に中国において2002年以降、イミダクロプリドの生産・流通が急増し⁹⁾、本剤が多用されていることが、薬剤抵抗性の発達につながっている¹¹⁾。さらに、東アジアとインドシナ半島のトビイロウンカはイミダクロプリドに対して種特異的な感受性低下が認められ、イミダクロプリドと同系統のネオニコチノイド系のチアメトキサムに対して交差抵抗性があることも報告されている¹⁰⁾。

山口県内における水稲箱施用剤の使用割合をみると、2004年から2005年にかけてイミダクロプリド剤が減少し、これに代わり同系統のクロチアニジン剤の使用が増加している(第1図)。ところで、本県では2002年以降、現在でも7割程度の圃場でネオニコチノイド系薬剤が使

用されているため、イミダクロプリド剤に対し薬剤感受性が低下したトビイロウンカが多飛来すれば、本剤だけではなく同系統の薬剤においても感受性が低下し防除が困難となる可能性がある。

そこで、2007年、2009年および2010年に本県で採集したトビイロウンカの個体群を供試して薬剤感受性検定を行った。さらに、イミダクロプリド剤を連用し続けると本剤や同じネオニコチノイド系薬剤に加えて他系統の薬剤感受性が変化するかを確認するため、2010年に県内で採集したトビイロウンカの個体群を供試し、イミダクロプリド剤で薬剤選抜を行った後、各種薬剤の感受性変化を明らかにしたので報告する。

なお、本報の一部は第56回日本応用動物昆虫学会大会で発表した¹⁴⁾。試験を実施するにあたり、BASFジャパン株式会社、住友化学株式会社、バイエルクロップサイエンス株式会社から農薬原体を提供いただいた。ここに記して深く感謝申し上げる。



第1図 山口県内の水稲箱施用剤使用割合の推移

注) 県内巡回調査圃場における耕作者への聞き取り調査。合計86圃場。ウンカ類対象の殺虫成分で分類。

1 材料および方法

1) 薬剤感受性検定

供試虫は、2007年7月10日に萩市須佐、2009年8月14日に宇部市広瀬、2010年8月17日に山口市大内の水田で採集した各個体群を用いた。供試虫は、イネ芽出し苗（品種：ヒノヒカリ）を用いて25℃、16L（放射照度：8.4Wm⁻²）8Dの条件下で累代飼育し、羽化後1週間以内の長翅雌成虫とした。

供試薬剤は、山口県内の水稻育苗箱施用剤および本田で使用頻度が高いネオニコチノイド系のイミダクロプリド、ジノテフラン、クロチアニジン、フェニルピラゾール系のフィプロニル、合成ピレスロイド系のエトフェンプロックス、カーバメート系のBPMCの農薬原体を用いた。

検定は、微量局所施用法¹²⁾で行った。すなわち、供試虫を炭酸ガスで約5秒間麻酔し、バーカード社製のマイクロアプリケータ（Hand-Operated Microapplicator）を用いて、アセトンに溶かした薬液を施用した。施用量は1頭当たり0.08μlとし、施用部位は胸部背面とした。薬液を処理後、数本のイネ芽出し苗（品種：ヒノヒカリ）とともに透明プラスチック容器に入れ、25℃、16L（放射照度：8.4Wm⁻²）8Dの恒温室に置いて、24時間後に生死を判定した。なお、苦悶して容器の壁面につかまっていられない個体は死虫とみなした。供試虫数は、1濃度につき15頭前後の3反復とし、5～8濃度の処理を行った。

得られたデータは、日本毒性学会のソフトウェア Ecotox-Staticsを用いてProbit回帰分析を行い、LD₅₀値（半数致死薬量）を算出した。

2) 薬剤選抜および死虫率の確認

供試虫は、2010年9月22日に萩市須佐の水田で採集した個体群を用い、前述1)と同様の方法で累代飼育した。

薬剤選抜は、イミダクロプリド水和剤（有効成分10%）500倍に展着剤クミテン（クミアイ化学工業㈱）5,000倍を加用した溶液を調製し、飼育箱（30cm×40cm×30cm）内で累代飼育した個体群に対し20mlを市販霧吹きで散布した。散布処理は2011年2月～8月に6回、成虫最盛期に行った。

死虫率の確認は、数本のイネ芽出し苗（品種：ヒノヒカリ）をイミダクロプリド10%水和剤500倍に展着剤クミテン5,000倍を加用した溶液へ20秒間浸漬して風乾した後、薬剤選抜後に供試虫と透明プラスチック容器に入れて25℃、16L（放射照度：8.4Wm⁻²）8Dの恒温室に置き、24時間後、48時間後、72時間後に生死を確認して行った。生死の判定は、前述1)と同様である。なお、試験区は1容器当たり雌雄長翅成虫12～16頭の3反復とした。

3) 薬剤選抜後および累代飼育後の薬剤感受性検定

供試虫は、前述2)の方法で薬剤選抜した個体を累代飼育した個体群および薬剤選抜を行わず累代飼育した個体群を用いた。累代飼育方法および検定方法は、前述1)と同様である。

供試薬剤は、フィプロニル、ジノテフラン、クロチアニジン、エトフェンプロックス、イミダクロプリドの農薬原体を用いた。

2 結果

1) 薬剤感受性検定

ジノテフラン、クロチアニジン、フィプロニル、エトフェンプロックスのLD₅₀値は、0.23～4.6μg/gといずれも低くなり、感受性は高かった。一方、イミダクロプリドとBPMCにおける3年間のLD₅₀値の最高値は、15.4μg/gおよび35.7μg/gであり、検定を行った他剤と比べて高く、感受性の低下が認められた。

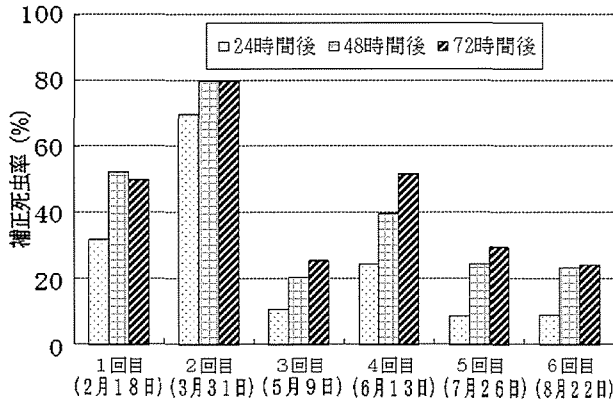
この結果は、2007年、2009年、2010年ともに同様な傾向を示した（第1表）。

第1表 トビイロウンカに対する各種薬剤の半数致死薬量

薬剤名	2007年		2009年		2010年	
	LD ₅₀	CL95%	LD ₅₀	CL95%	LD ₅₀	CL95%
イミダクロプリド	9.9	(4.7 - 19.1)	15.4	(7.7 - 32.9)	9.8	(4.8 - 41.8)
ジノテフラン	-	-	0.71	(0.35 - 2.68)	0.46	(0.22 - 1.39)
クロチアニジン	0.23	(0.12 - 0.43)	2.8	(1.4 - 5.5)	0.85	(0.45 - 1.67)
フィプロニル	0.44	(0.00 - 1.05)	0.75	(0.36 - 1.64)	0.35	(0.00 - 0.68)
エトフェンプロックス	2.2	(0.6 - 4.1)	1.6	(0.6 - 6.8)	4.6	(3.2 - 17.9)
BPMC	13.6	(9.4 - 21.1)	24.1	(13.6 - 56.3)	35.7	(21.4 - 57.5)

注) LD₅₀: 薬剤成分μg/虫体g.

CL95%: 95%信頼限界.



第2図 トビイロウンカに対するイミダクロプリド剤による薬剤選抜回数と補正死虫率の関係 (2011)

注) 補正死虫率 (%) = (処理区生存虫率 - 無処理区生存虫率) / 処理区生存虫率 × 100.

供試虫は、2010年9月22日に萩市須佐の水田で採集した個体群の成虫.

2) 薬剤選抜による死虫率への影響

イミダクロプリド剤による薬剤選抜を6回繰り返すことにより、選抜期間中の補正死虫率は薬剤選抜3回目に低下し、変動はみられたが、選抜を繰り返すと1, 2回目に比べて低くなっていった (第2図).

3) 薬剤選抜後および累代飼育後の薬剤感受性検定

薬剤選抜せず累代飼育した個体群では、イミダクロプリドで感受性の変化が認められたものの、各薬剤で感受性の低下は認められなかった (第2表).

薬剤選抜した個体群の感受性は、イミダクロプリドで顕著に、同じネオニコチノイド系のジノテフランおよびクロチアニジンでも程度は低いものの感受性の低下が認められた. ネオニコチノイド系以外のフィプロニル、エトフェンプロックスでは、感受性の低下は認められなかった (第3図).

第2表 異なる個体群のトビイロウンカの各種薬剤に対する半数致死薬量の変動

個体群	イミダクロプリド		ジノテフラン		クロチアニジン		フィプロニル		エトフェンプロックス	
	LD ₅₀	CL95%	LD ₅₀	CL95%	LD ₅₀	CL95%	LD ₅₀	CL95%	LD ₅₀	CL95%
2010年	9.8	(4.8-41.8)	0.46	(0.22-1.39)	0.85	(0.45-1.67)	0.35	(0.00-0.68)	4.6	(3.2-17.9)
2011年	27.6	(15.7-48.3)	0.24	(0.12-0.43)	1.1	(0.65-2.03)	0.55	(0.32-1.21)	4.0	(3.0-5.4)

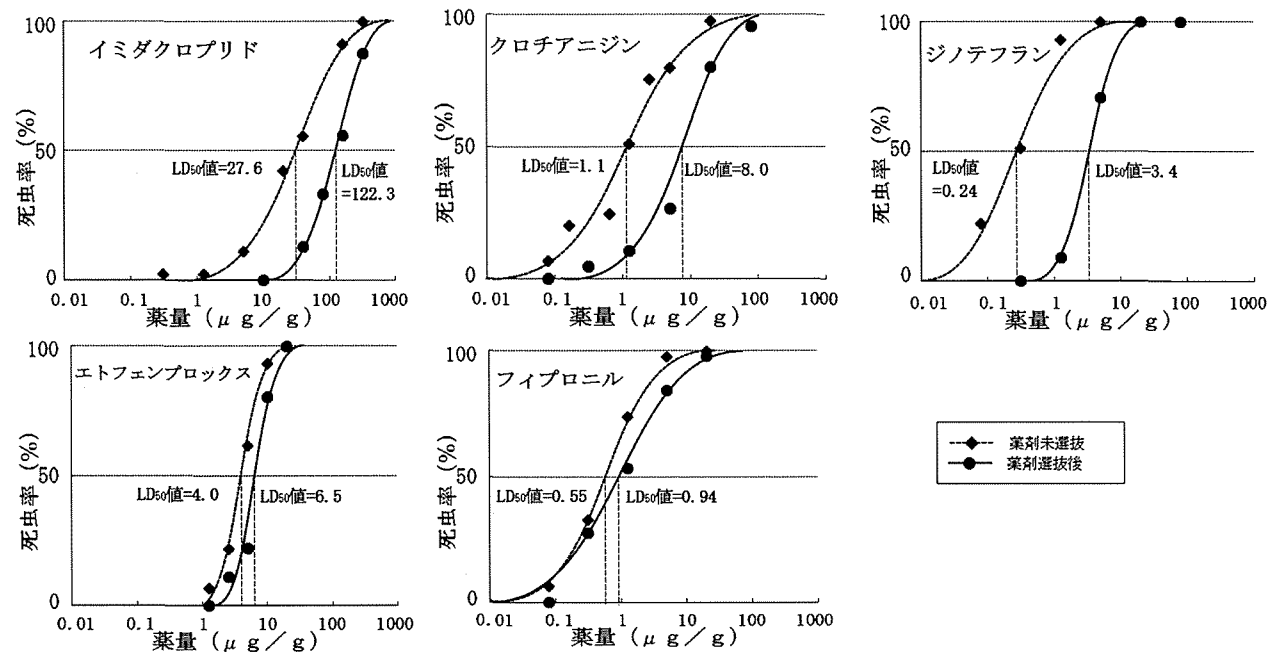
注) LD₅₀: 薬剤成分 μg / 虫体 g.

CL95%: 95%信頼限界.

2010年: 2010年採集個体群の2世代目成虫.

2011年: 2011年まで累代飼育11世代目成虫.

薬剤処理24時間後に判定.



第3図 トビイロウンカにおけるイミダクロプリド剤による選抜が各種薬剤に対する半数致死薬量の変動に及ぼす影響

注) LD₅₀値 (半数致死薬量): 薬剤成分 μg / 虫体 g.

薬剤処理24時間後に判定.

3 考 察

2007, 2009, 2010年に山口県内へ飛来したトビイロウンカの薬剤感受性は、フィプロニル、ジノテフラン、クロチアニジン、エトフェンプロックスでは高かったが、イミダクロプリドとBPMCは他剤と比べると低かった。また、2007, 2008年に採集された個体群において長翅雌成虫を用いた同様な試験¹⁹⁾におけるイミダクロプリドのLD₅₀値を比較すると16.2 μ g/gとなり、本試験と近い数値が示されている。

ツマグロヨコバイの場合、微量局所施用で殺虫力の高い殺虫剤は圃場でも効果が高い傾向があり¹⁸⁾、薬剤抵抗性の危険水準はLD₅₀値10 μ g/gとされている⁸⁾。この水準は、圃場試験の結果からトビイロウンカでも適用できると考えられている²⁾。このことから、2009年のクロチアニジンのLD₅₀値は、一時的に上昇しているものの、低いレベルの上昇傾向であり、防除を実施する上でも問題とはならないと推察できる。本試験結果では、イミダクロプリドで個体群を選抜することで、同じネオニコチノイド系のジノテフランおよびクロチアニジンの殺虫効果は低下傾向を示すが、他系統のフィプロニルおよびエトフェンプロックスでは低下しにくいことが認められており、異なる作用機構を持つことを示している。また、イミダクロプリド、ジノテフランおよびクロチアニジンは同じネオニコチノイド系であるが、同じネオニコチノイド系でも詳細にはイミダクロプリドはクロロニコチニル系、ジノテフランはフラニコチニル系、クロチアニジンはチアニニコチニル系にそれぞれ区分され²⁰⁾、それぞれ殺虫剤としての作用機構である神経伝達を遮断する作用点が異なるため、LD₅₀値の変化に影響するようであった。

イミダクロプリド剤で選抜した個体群と未選抜の個体群を比較した結果において、実用的な薬剤効果で問題を生じるLD₅₀値を概ね10 μ g/g以上とすると、イミダクロプリドのLD₅₀値が27.6 μ g/gから122.3 μ g/gの4.4倍へ上昇したことに比べ、クロチアニジンの場合1.1 μ g/gから8.0 μ g/gの7.3倍、ジノテフランの場合0.24 μ g/gから3.4 μ g/gの14.2倍と上昇倍率は高いが低いレベル下での数値上昇である。このことから、イミダクロプリド剤により選抜した個体群では、ジノテフラン処理およびクロチアニジン処理におけるLD₅₀値は、実用的に直ちに問題が生じる状況ではないと考えられる。

過去にはmalathion抵抗性系統、fenvalerate抵抗性系統のトビイロウンカを用いた試験による交差抵抗性の報告⁷⁾やエトフェンプロックスによる淘汰系統、プロ

フェジンによる淘汰系統ヒメトビウンカを用いた薬剤感受性の変化の報告¹⁾がある。しかし、近年ではトビイロウンカに対するネオニコチノイド系薬剤の同様な試験報告はないため、今後も継続的な検定が必要になる。

一次飛来源のベトナム北部では2000年以降、トビイロウンカが多発傾向が年次変動を伴いながらも続いている¹⁶⁾。その発生を抑えるためイミダクロプリド剤を主体とした殺虫剤が多用され、それが薬剤抵抗性の発達を引き起こしていると考えられている¹¹⁾。

また、飛来源と考えられるベトナム北部や二次飛来源を有する中国ではチョウ目害虫に対し、フィプロニル剤が使用されていることや、近年、特に中国では防除効果が低下しているイミダクロプリド剤を防除指導剤から除く指導が行われ始めている⁹⁾。今後も飛来源と想定される地域の薬剤の使用状況に注視する必要がある。

最後に、トビイロウンカに対する防除対策を整理すると、①発生予察情報に基づいた圃場ごとの発生状況の確認、②要防除水準を考慮した適期防除の実施、③本田におけるプロフェジン剤等の作用機構の異なる薬剤の選択利用、④株元まで到達する薬剤散布の実施等によりの確な防除を行うことが重要となる。これまで、ウンカの飛来を予測するシミュレーションモデルの開発⁴⁾や長距離移動解析が行われている^{15, 17)}。これに加え、将来的に飛来源のウンカ類の発生時期や発生量等の情報を組み込んだシミュレーションモデルが開発され、各地域で利用できれば現在よりも効率的な防除対策が構築できるものとする。

4 摘 要

2007年、2009年および2010年に山口県内へ飛来したトビイロウンカを用いて実施した薬剤感受性検定では、フィプロニル、ジノテフラン、クロチアニジン、エトフェンプロックスの感受性は高かったが、イミダクロプリドとBPMCには感受性低下が認められた。

イミダクロプリド剤で薬剤選抜した個体群では、イミダクロプリドで顕著に感受性が低下した。ジノテフランおよびクロチアニジンでは現時点で問題とはならないが感受性低下が認められた。これに対し、ネオニコチノイド系以外のフィプロニル、エトフェンプロックスでは、感受性の低下は認められなかった。

引 用 文 献

- 1) 遠藤正造・風野 光・田中幸一：九州病害虫研究会報, 36, 100-102, 1990.

- 2) 深町三朗：九州病虫害研究会報, 31, 94-95, 1985.
- 3) 福田 健：今月の農業, 50 (5), 60-63, 2006.
- 4) Furuno. A., Chino. M., Otuka. A., Watanabe T., Matsumura M. and Suzuki Y. : Agricultural and Forest Meteorology, 133, 197-199, 2005.
- 5) 行徳 裕・口本文孝：植物防疫, 61, 258-262, 2007.
- 6) 行徳 裕：今月の農業, 50 (5), 50-54, 2006.
- 7) 本美善央・宮田 正・斎藤哲夫：日本応用動物昆虫学会誌, 31 (1), 76-78, 1987.
- 8) 岩田俊一・浜 弘司：植物防疫, 27, 165-169, 1973.
- 9) 松村正哉・竹内博昭・佐藤 雅：植物防疫, 61, 254-257, 2007.
- 10) Matsumura. M., Takeuchi H., Satoh M., Sanada-Morimura S., Otuka A., Watanabe T. and Dinh V.T. : Pest Management Science, 64, 1115-1121, 2008.
- 11) 松村正哉：植物防疫, 63, 745-748, 2009.
- 12) 永田 徹・守谷茂雄：植物防疫, 24, 481-484, 1970.
- 13) 中川浩二・本田善之・畑中 猛・殿河内寿子：九州病虫害研究会報, 54, 157, 2007.
- 14) 中川浩二・溝部信二・殿河内寿子：日本応用動物昆虫学会大会講演要旨, 56, 78, 2012.
- 15) Otuka. A., Matsumura M., Watanabe T. and Dinh V.T. : Applied Entomology and Zoology, 43(4), 527-534, 2008.
- 16) 大塚 彰・松村正哉・渡邊朋也：植物防疫, 61, 249-253, 2007.
- 17) 大塚 彰・渡邊朋也・鈴木芳人・松村正哉：日本応用動物昆虫学会誌, 49 (4), 187-194, 2005.
- 18) 尾崎幸三郎・葛西辰雄：四国植物防疫研究, 5, 39-43, 1970.
- 19) 作本信次・松村正哉・真田幸代：九州病虫害研究会報, 56, 38-41, 2010.
- 20) 山田英一：植物防疫, 57, 74-79, 2003.