

新潟県におけるフィプロニル抵抗性のイネドロオイムシ個体群の発生

石本万寿広・永瀬 淳***・西土恒二****・神林 勤*****・西澤靖樹**

Masuhiko ISHIMOTO, Atsushi NAGASE***, Koji NISHIDO****, Tsutomu KANBAYASHI***** and Yasuki NISHIZAWA**:

Resistance to fipronil in the rice leaf beetle, *Oulema oryzae* (Kuwayama), in Niigata Prefecture

イネドロオイムシに対するフィプロニル剤の効果不良要因を明らかにするため、薬剤感受性検定、圃場効果試験等を行った。効果不良が確認された地域の個体群のフィプロニル感受性は低く、感受性個体群を基準とした抵抗性比は最大で9.4倍であった。また、薬剤処理イネへの接種試験では、低感受性個体群に対する殺虫効果は低く、この感受性のレベルは薬剤処理イネでの殺虫効果が明らかに低下するレベルとみられた。圃場効果試験でもフィプロニル剤の防除効果が劣ることが確認された。新潟県吉川町、羽茂町のイネドロオイムシ個体群がフィプロニルに抵抗性であることが効果不良の主因であると考えられた。

Key words: イネドロオイムシ, フィプロニル, 薬剤抵抗性, *Oulema oryzae*, fipronil, insecticide resistance

緒 言

イネドロオイムシ *Oulema oryzae* (Kuwayama) は、新潟県における水稲初期害虫の主要種である。本種に対する薬剤防除法としては幼虫を対象とした本田期の粉剤、液剤の散布以外に、育苗箱への施薬も有効であることが明らかにされている⁷⁾。本種ではこれまでに有機塩素剤、有機リン剤やカーバメート剤など、多くの薬剤で抵抗性の発達が確認され^{8,9)}、新潟県においても有機塩素剤のBHC²⁾、カーバメート剤のPHC¹¹⁾で抵抗性の発達が確認されている。

2002年6月に新潟県吉川町および羽茂町のフィプロニル(0.6%)・プロベナゾール粒剤処理水田で、本種幼虫の多発生事例を確認した(西土ら、西澤;いずれも未発表)。フィプロニルはフェニルピラゾール系殺虫剤で、水稲害虫防除剤としては育苗箱施用剤のみが市販され、イネドロオイムシに高い防除効果が認められている⁹⁾。しかし、2001年に山形県でフィプロニル剤のイネドロオイムシに対する効果不良が確認され、その地域の個体群

はフィプロニルに対し抵抗性であることが報告されている¹⁰⁾。このことから、新潟県吉川町、羽茂町の個体群がフィプロニルに対して抵抗性である可能性を考え、2003年にいくつかの試験を行った。その結果、これらの個体群がフィプロニルに抵抗性であり、このことが圃場でのフィプロニル剤の防除効果不良の要因であることが明らかになったので報告する。

本文に先立ち、農薬原体を提供いただくとともに、試験データについて有益な助言をいただいたBASFアグロ株式会社、大塚化学株式会社、農薬販売量等の資料を提供いただいた北興化学工業株式会社に対し感謝の意を表す。

材料および方法

1. 薬剤感受性検定

供試虫 2003年5月中・下旬に、新潟県吉川町高沢入、吉川町坪野、吉川町山直海、吉川町吉井、羽茂町小泊(現在の佐渡市小泊)、長岡市天神町から越冬後成虫を採集した。吉川町の4地点は各々地形的に隔たりがあ

新潟県農業総合研究所作物研究センター Niigata Agricultural Research Institute, Crop Research Center, Nagakura 857, Nagaoka, Niigata, 940-0826

*新潟県上越病害虫防除所 Joetsu Plant Protection Office, Motoshiro-cho 5-8, Joetsu, Niigata, 943-8551

**新潟県病害虫防除所佐渡駐在所 Niigata Plant Protection Office, Sado Branch Office, Nakaoki 684, Sado, Niigata, 952-1211

***現在:新潟県佐渡地域振興局農林水産振興部 Present address: Sado Regional Promotion Bureau, Agriculture, Forestry and Fisheries Promotion Department, Nakaoki 684, Sado, Niigata, 952-1211

****現在:新潟県農林水産部農産園芸課 Present address: Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Crop Production and Horticulture Division, Shinkocho 4-1, Niigata, Niigata, 950-8570

*****現在:新潟県上越地域振興局農林振興部 Present address: Joetsu Regional Promotion Bureau, Agriculture and Forestry Promotion Department, Motoshiro-cho 5-8, Joetsu, Niigata, 943-8551

り、異なる個体群が分布すると推測される地点で、このうち高沢入は2002年6月に本種幼虫の多発生を確認した地点である。羽茂町小泊は2002年6月に本種幼虫の多発生を確認した地点である。長岡市天神町は、2002年に本種に対するフィプロニル粒剤の防除試験を行い、高い防除効果があることを確認した地点である（永瀬、未発表）。長岡市天神町は殺虫剤無処理水田から、その他の地点は水田周辺の雑草地から、本種成虫を採集した。採集個体は、検定実施までイネ苗を餌として与え、野外温度、自然日長条件下で飼育した。

検定 城所⁵⁾に従い、局所施用法により検定した。検定はフィプロニルとベンフラカルブについて行い、検定実施日はフィプロニルが5月26～30日、ベンフラカルブが6月4日とした。フィプロニルまたはベンフラカルブ原体をアセトンで所定濃度に希釈し、マイクロアプリーケーター（Arnold hand microapplicator, Burkard社）を用い、希釈液0.5 μ lを成虫腹部に処理した。処理濃度は5～6段階とし、1濃度当たりの処理個体数は雌雄20対、計40頭とした。薬液を処理した個体は、4～5葉期のイネを入れた容器に10頭ずつ収容した。飼育条件は20 $^{\circ}$ C、16時間日長とし、処理48時間後に生死を判定した。ピンセットで刺激をしてもほとんど歩行ができない個体は死亡個体に含めた。その死亡率をもとにプロビット法により薬量・死亡率回帰直線およびLD₅₀値を求めた。アセトンのみでの処理で死亡個体があった場合は、死亡率をAbbottの補正式¹⁾で補正した。なお、このアセトンのみでの処理での死亡率は、最高で5.0%であった。

2. 薬剤処理イネへの接種試験

フィプロニルに対する感受性が異なる個体群を用いて、個体群間でフィプロニル（0.6%）・プロベナゾール粒剤処理イネ上での生存率の差異を明らかにすることを目的として試験を行った。

供試虫 吉川町高沢入で採集した個体群と長岡市天神町で採集した個体群を用いた。上記で採集した越冬後成虫とこれらにイネ苗を餌として与えて、20 $^{\circ}$ C、16時間日長条件下で飼育して得られた3齢幼虫を供試した。

供試イネ 吉川町高沢入の水田に、フィプロニル（0.6%）・プロベナゾール粒剤を処理したイネ苗及び薬剤無処理イネ苗を機械移植した。品種は「コシヒカリ」であり、5月12日に移植した。薬剤処理は移植直前に行い、処理量は育苗箱1箱当たり50gとした。この水田から、接種前日にイネ株を根圏土壌とともに掘り上げ、2

株をまとめて1ポット（径15cm）に収容したものを供試した。

接種 上記ポット移植イネにアクリル製の円筒型ケージ（径8.5cm、高さ22cm、側面に4cm \times 5cmの窓を2か所切り、テトロン紗を張った）をかけ、成虫雌雄10対または3齢幼虫20頭を接種した。成虫接種は移植22日後、幼虫接種は移植22日後と32日後に行った。いずれの接種も、フィプロニル（0.6%）・プロベナゾール粒剤処理イネ、薬剤無処理イネ各3ポットを供試した。接種後は20 $^{\circ}$ C、16時間日長条件下におき、接種4日後に生存虫数を調査した。

3. 圃場効果試験

吉川町高沢入で、フィプロニル剤と他薬剤の防除効果の確認を目的に圃場効果試験を行った。品種は「コシヒカリ」で、移植日は5月12日とした。供試薬剤は、フィプロニル（0.6%）・プロベナゾール粒剤、カルタップ・ジクロシメット粒剤、ジノテフラン・プロベナゾール粒剤、ベンフラカルブ・プロベナゾール粒剤とした。稚苗を用い、いずれの薬剤も移植直前に育苗箱1箱当たり50gを施用し、機械移植した。各区の面積は192m²（4.8m \times 40m）とし、反復は設けなかった。なお、上記接種試験に供試したイネはこの試験圃場から採取した。

6月2日（移植21日後、卵密度盛期）、6月12日（移植31日後、幼虫密度盛期）に成虫数、卵塊数、幼虫数、繭数を、6月19日（移植38日後、幼虫加害盛期～末期）に幼虫数、繭数を株単位で調査した。調査はいずれも1区当たり3か所、各50株について行った。

結 果

1. 薬剤感受性検定

フィプロニルに対する感受性検定結果を第1表に示した。長岡市天神町個体群のLD₅₀値は0.00093 μ g/頭で、供試した個体群で最も低かった。吉川町の4個体群、羽茂町小泊個体群のLD₅₀値は0.0065～0.0087 μ g/頭であり、長岡市天神町個体群に比べ明らかに高かったが、これらの5個体群間ではLD₅₀値に差異は認められなかった。これら個体群の長岡市個体群を基準とした抵抗性比は7.0～9.4であった。

ベンフラカルブに対する感受性検定結果を第2表に示した。検定を行ったのは、供試個体数が確保できた吉川町の3個体群のみであった。これらの個体群のLD₅₀値は

0.097～0.126 $\mu\text{g}/\text{頭}$ で、個体群による差異は認められなかった。

2. 薬剤処理イネへの接種試験

成虫接種の結果を第3表に示した。長岡市天神町個体群の薬剤無処理イネへの接種の1ポットで供試虫のケージ外への脱出があり、このデータは集計から除外した。薬剤処理イネでの吉川町高沢入個体群の生存率は88.3%で、長岡市天神町個体群に比べ高い傾向があったが、個体群間で生存率に有意な差異はなかった ($p>0.05$, 逆正弦変換後に二元配置分散分析)。

3 齢幼虫接種の結果を第4表に示した。移植22日後接種、32日後接種ともに、生存率には個体群間で差異が認められ、吉川町高沢入個体群で高かった (22日後接種:

$p<0.01$, 32日後接種: $p<0.001$; 逆正弦変換後に二元配置分散分析)。吉川町高沢入個体群の薬剤処理イネでの生存率は無処理と差異はなく ($p>0.05$, 逆正弦変換後にTukey法による多重比較), 明瞭な殺虫効果は認められなかった。

3. 圃場効果試験

各薬剤処理区の成・幼虫数, 卵塊数, 繭数の調査結果を第5表に示した。フィプロニル (0.6%)・プロベナゾール粒剤処理区は, 6月2日の幼虫数は無処理区に比べ明らかに少なかったが, 成虫数, 卵塊数は無処理区に比べ多い傾向であった。フィプロニル (0.6%)・プロベナゾール粒剤処理区は, 6月2日から6月12日にかけて, 幼虫数は急激に増加し, 無処理区との差異は小さく

第1表 イネドロオイムシ成虫のフィプロニルに対する感受性

採集地	回帰直線の傾き ($\times 10^6$)	LD ₅₀ 値 ($\mu\text{g}/\text{頭}$) ^{a)}	抵抗性比 ^{b)}
吉川町高沢入	4.002	0.0087 (0.0076 - 0.0100)	9.4
吉川町山直海	3.803	0.0076 (0.0065 - 0.0089)	8.2
吉川町坪野	3.166	0.0078 (0.0066 - 0.0091)	8.4
吉川町吉井	3.836	0.0068 (0.0058 - 0.0079)	7.3
羽茂町小泊	3.252	0.0065 (0.0055 - 0.0076)	7.0
長岡市天神町	5.123	0.00093 (0.00081-0.00107)	-

a) () は95%信頼限界
b) 長岡市天神町を1とした。

第2表 イネドロオイムシ成虫のベンフラカルブに対する感受性

採集地点	回帰直線の傾き	LD ₅₀ 値 ($\mu\text{g}/\text{頭}$) ^{a)}
吉川町高沢入	2.545	0.097 (0.079-0.120)
吉川町山直海	2.386 ^{b)}	0.126 (0.102-0.155)
吉川町吉井	3.031	0.107 (0.089-0.129)

a) () は95%信頼限界
b) χ^2 検定不適合

第3表 水田から採取したフィプロニル (0.6%)・プロベナゾール粒剤処理イネ^{a)}に接種したイネドロオイムシ越冬後成虫の生存率

個体群	生存率 (%)		分散分析 ^{b)}
	薬剤処理有	薬剤処理無	
吉川町高沢入	88.3	96.7	ns
長岡市天神町	33.3	97.5 ^{c)}	

a) 移植22日後
b) nsは個体群間に有意差がないことを示す ($p>0.05$)。
c) 2反復

第4表 水田から採取したフィプロニル (0.6%)・プロベナゾール粒剤処理イネに接種したイネドロオイムシ3 齢幼虫の生存率

接種日 ^{a)}	個体群	生存率 (%) ^{b)}		分散分析 ^{b)}
		薬剤処理有	薬剤処理無	
22日	吉川町高沢入	86.7a	86.7a	..
	長岡市天神町	5.0b	91.7a	
32日	吉川町高沢入	98.3a	96.7a	...
	長岡市天神町	10.0b	98.3a	

a) 移植後日数
b) 各接種日で同一アルファベットを付した数値間には有意差がないことを示す (逆正弦変換後Tukey法, $p>0.05$)。
c) .., ...は個体群間に各々1%, 0.1%水準で有意差があることを示す。

なった。6月19日の幼虫数は無処理区を上回った。

ジノテフラン・プロベナゾール粒剤区は6月12日、6月19日の幼虫数、繭数は無処理区に比べ極めて少なかった。カルタップ・ジクロシメット粒剤、ベンフラカルブ・プロベナゾール粒剤も無処理区に比べ幼虫数、繭数が明らかに少なく被害度も低かったが、ジノテフラン・プロベナゾール粒剤区に比べ多かった。

考 察

吉川町の4個体群、羽茂町小泊個体群のフィプロニルに対するLD₅₀値は0.0065~0.0087 μg/頭で、長岡市天神町個体群の0.00093 μg/頭に比べ明らかに高かった(第1表)。また、フィプロニル(0.6%)・プロベナゾール粒剤処理イネへの3齢幼虫の接種試験では、吉川町高沢入個体群の生存率は長岡市天神町個体群に比べ高く(第4表)、この個体群の抵抗性のレベルはイネの加害により発現する殺虫効果も顕著に低下するレベルと考えられる。圃場効果試験(第5表)からは、移植20日後頃までに成虫に対する殺虫効果が消失し、また30日後頃までにふ化幼虫に対する殺虫効果も消失したと推察され、幼虫加害盛期~末期の幼虫・繭数からも防除効果が著しく劣ることは明らかである。小山ら⁷⁾は、イネドロオイムシを育苗箱施用法で防除するには処理した殺虫剤の効果が幼虫加害末期まで持続することが望ましいとし、実際にカルタップ、プロパホス、PHCで茎葉中の薬剤濃度がLC₅₀値を超えている期間は越冬後成虫で30~35

日、3齢幼虫で35~40日であることを明らかにしている。今回の接種試験、圃場効果試験の結果から推察される越冬後成虫、3齢幼虫に対する薬剤の効果持続期間はこの報告に比べ明らかに短く、また、ふ化幼虫に対する効果も20~30日と短かった。これらのことから、フィプロニル(0.6%)・プロベナゾール粒剤が吉川町高沢入で実用的な防除効果がないことは明らかで、それはこの地域の個体群のフィプロニル感受性が低いことによると考えられる。また、吉川町高沢入以外の吉川町の3地域、羽茂町小泊の各個体群のフィプロニルに対するLD₅₀値は吉川町高沢入個体群と同程度であり(第1表)、これらの地域においても本剤は実用的な防除効果はないと推察される。なお、圃場効果試験ではフィプロニル(0.6%)・プロベナゾール粒剤処理区ではみかけ上無処理区との差異は認められなかったが、無処理区は越冬後成虫による食害程度が高く、そのために産卵が回避され、無処理区の密度増加が抑制された条件であったことを考慮する必要がある。

吉川町では、1999年に高沢入でフィプロニル(0.6%)・プロベナゾール粒剤が試験的に使用されたのち、2000年から町内全域で使用が薦められ、2000年から2002年の同剤の使用面積率は90%以上であったと推定される(農薬販売量からの推定)。本剤の効果不良が顕在化したのは2002年の幼虫発生期で、吉川町高沢入では地域的な多発生であった(西土ら、未発表)。越冬後成虫密度と老齢幼虫密度には正の相関があることから⁴⁾、吉川町高沢

第5表 各種薬剤を処理した圃場におけるイネドロオイムシの発生状況

調査日 (移植後日数)	薬剤名	50株当たり個体数(平均値±SE) ^{a)}					
		成虫	卵塊	幼虫		繭	幼虫+繭
				1・2齢	3・4齢		
6月2日 (21日)	フィプロニル(0.6%)・プロベナゾール粒剤	17.0 ± 3.1	75.0 ± 18.0	10.0	0	0	10.0 ± 1.5
	カルタップ・ジクロシメット粒剤	15.3 ± 3.3	13.7 ± 5.2	12.7	2.3	0	15.0 ± 5.6
	ジノテフラン・プロベナゾール粒剤	9.0 ± 2.5	3.0 ± 1.2	0.3	0	0	0.3 ± 0.3
	ベンフラカルブ・プロベナゾール粒剤	6.0 ± 2.7	7.0 ± 2.1	4.3	0	0	4.3 ± 2.2
	無処理	6.3 ± 2.9	51.0 ± 6.1	116.0	18.0	0	134.0 ± 55.1
6月12日 (31日)	フィプロニル(0.6%)・プロベナゾール粒剤	0.7 ± 0.3	29.7 ± 5.4	328.7	114.7	1.0	444.3 ± 57.3
	カルタップ・ジクロシメット粒剤	2.3 ± 1.5	29.3 ± 2.0	82.0	11.7	0	93.7 ± 40.3
	ジノテフラン・プロベナゾール粒剤	2.3 ± 0.9	4.7 ± 2.2	1.3	1.3	0	2.7 ± 0.9
	ベンフラカルブ・プロベナゾール粒剤	1.7 ± 1.2	6.7 ± 1.3	34.0	8.3	0.3	42.7 ± 4.6
	無処理	0.3 ± 0.3	4.7 ± 3.2	237.0	318.7	14.0	569.7 ± 64.1
6月19日 (38日)	フィプロニル(0.6%)・プロベナゾール粒剤			43.7	234.0	126.7	404.3 ± 41.3
	カルタップ・ジクロシメット粒剤			25.0	65.3	14.3	104.7 ± 45.7
	ジノテフラン・プロベナゾール粒剤			4.3	6.0	1.0	11.3 ± 1.2
	ベンフラカルブ・プロベナゾール粒剤			9.3	32.7	7.3	49.3 ± 10.4
	無処理			34.3	132.3	167.3	334.0 ± 39.7

a) 空欄は調査データなし。

入の2002年の越冬後成虫密度はかなり高かったことが容易に推察され、さらには、前年の6月下旬の被害程度と越冬後成虫密度には正の相関があることから¹²⁾、2001年には既に幼虫の発生量が多かったと思われる。従って、本剤の防除効果は2001年には既に低く、この時期にはすでに抵抗性個体群が分布していた可能性が高い。羽茂町小泊でのフィプロニル剤の詳細な使用経歴は確認できなかったが、イミダクロプリド剤、カルタップ剤、ベンフラカルブ剤など地域内で複数種の育苗箱施用剤が使用されていたことは明らかで、フィプロニル剤の使用面積率は吉川町よりかなり低いと推定される。

薬剤抵抗性発達は同じ薬剤あるいは同一グループの薬剤を連用する場合に最も早いとされている³⁾。本種のカーバメート抵抗性発達事例でも薬剤の使用経歴との関係が検討され、カーバメート剤の10年以上にわたる連用が抵抗性発達の要因とされている^{8,11)}。今回の吉川町でのフィプロニル抵抗性個体群の発生までのフィプロニル剤使用年数は数年で、使用回数も年1回であることから、この期間の本剤の総使用回数は数回と極めて少ない。吉川町では前述のとおりフィプロニル剤の使用面積率が90%以上と極めて高く、このことが抵抗性発達を助長した可能性は高い。しかし、このように少ない薬剤使用回数での抵抗性個体群発生の要因はフィプロニル剤の使用経歴だけでなく、他の要因が関係していることが示唆される。その一つとして本種のフィプロニル抵抗性が他薬剤に対する抵抗性と交差し、フィプロニル剤使用開始前に既にフィプロニル抵抗性の個体がある程度分布していた可能性が挙げられる。

吉川町ではフィプロニル剤使用前はカーバメート剤のPHC粒剤やベンフラカルブ粒剤が主として使用されていたことから（農家へのアンケート調査結果）、本試験では吉川町の3個体群についてベンフラカルブに対する感受性検定を行い、これら個体群のベンフラカルブに対するLD₅₀値は0.097~0.126 $\mu\text{g}/\text{頭}$ の結果が得られた（第2表）。本試験ではベンフラカルブ感受性個体群のデータはないが、これまでの報告で感受性個体群とされている千葉県鴨川市個体群の0.0076 $\mu\text{g}/\text{頭}$ ⁸⁾、秋田県大曲市個体群の0.036 $\mu\text{g}/\text{頭}$ ⁶⁾に比べこれら個体群のLD₅₀値は高く、ベンフラカルブに対しても抵抗性であることが示唆されるが、防除効果試験データ（第5表）からは抵抗性のレベルは必ずしも高くないと考えられる。しかし、ベンフラカルブ抵抗性が同じカーバメート剤であるPHC抵抗性と交差し、PHC抵抗性の程度はベンフラカルブ抵

抗性に比べ著しく高いことが報告されていることから^{6,8)}、吉川町の個体群はPHCに対しより高い抵抗性を有する可能性が考えられる。一方、秋田県でPHC抵抗性個体群が分布している地域で実施した圃場効果試験では、ベンフラカルブ剤の防除効果は十分でないが、フィプロニル剤は高い効果が認められている⁹⁾。これらのことから、吉川町の個体群がフィプロニルとカーバメート剤の両方に抵抗性を有する可能性はあるが、これらが交差している可能性は必ずしも高くないと思われる。また、圃場試験に供試したカルタップ粒剤、ジノテフラン粒剤の防除効果は高く（第5表）、これら薬剤の感受性との関連性も高くないと思われる。以上のように、本試験とこれまでの知見からはフィプロニル抵抗性が他剤の抵抗性と交差しているという証拠は得られなかった。

圃場効果試験では、ベンフラカルブ粒剤、カルタップ粒剤、ジノテフラン粒剤のいずれも実用的な防除効果が認められ、特にジノテフラン粒剤の防除効果は極めて高かった（第5表）。フィプロニル抵抗性個体群に対しては、これらの薬剤を使用することで、十分な防除効果が期待できる。ただし、吉川町の個体群はベンフラカルブに対し抵抗性発達の疑いがあることから、ベンフラカルブ粒剤の連用は控えるべきであろう。

以上のように、新潟県吉川町、羽茂町の本種個体群はフィプロニルに抵抗性で、このことにより圃場でのフィプロニル剤の防除効果が劣ることが明らかになった。本剤の使用年数・使用回数が極めて少ない条件でこの抵抗性が顕在化した要因の一つとして、地域での極めて高い使用率が考えられたが、他の要因も関係している可能性があり、十分な解明には至らなかった。このように極めて少ない薬剤使用回数で抵抗性が顕在化した事例は、今後の抵抗性対策を考えるうえで貴重な示唆を与えるものと考えられる。

引用文献

- 1) Abbott, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18 : 265~267.
- 2) 江村一雄・小嶋昭雄・遠藤賢治 (1970) 新潟県におけるBHC剤低感受性イネドロオイムシの発生について. *北陸病虫研報* 18 : 51~53.
- 3) 浜 弘司 (1997) 農薬の作用特性と利用：害虫防除剤. *植物防疫講座第3版* - 雑草・農薬・行政編一. 212~247. 日本植物防疫協会, 東京.

- 4) 城所 隆 (1983) イネドロオイムシの生態と発生予測. 植物防疫 37: 253~256.
- 5) 城所 隆 (1997) 農業害虫および天敵昆虫の薬剤感受性マニュアル (7) イネ害虫: イネドロオイムシ. 植物防疫 51: 80~85.
- 6) 昆野安彦・土門 清 (1998) イネクビボソハムシのカーバメート剤抵抗性とアセチルコリンエステラーゼの感受性低下. 応動昆 42: 30~32.
- 7) 小山正一・江村一雄・小嶋昭雄 (1983) 育苗箱に施用した殺虫剤のイネクビボソハムシに対する効果. 日本農薬学会誌 8: 183~191.
- 8) 大谷 徹・清水喜一 (1996) イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策—関東地方の場合. 植物防疫 50: 406~410.
- 9) 佐藤正彦 (1996) イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策—北日本の場合. 植物防疫 50: 401~405.
- 10) 上野 清・斎藤 隆 (2002) 山形県におけるフィプロニル剤のイネドロオイムシに対する感受性. 第46回応用動物昆虫学会大会講要: 50.
- 11) 山代千加子・小山正一・中野 潔・有坂通展 (1989) イネクビボソハムシのカーバメート系殺虫剤に対する感受性低下事例. 北陸病虫研報 37: 21~23.
- 12) 山代千加子・土田利栄・大崎正雄・和田三郎・小嶋昭雄 (1992) 越冬密度及び前年の被害量によるイネクビボソハムシ成虫の水田侵入量の予測. 北陸病虫研報 40: 21~26.

(2004年11月2日受領)
