

イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策——関東地方の場合——

千葉県病害虫防除所 ^{おおたに}大谷 ^{とおる}徹・^{しみず}清水 ^{きいち}喜一

イネドロオイムシは、水稻の著名な寒冷地害虫であったが、千葉県ではここ数年多発生が続き、現在は多発県の一つである。

近年、北日本を中心にイネドロオイムシの PHC や BPMC をはじめとするカーバメート系剤に対する抵抗性の発達が相次いで報告され（渋谷，1994；山代ら，1989；藪，1993；細田ら，1989；小林ら，1988；吉沢ら，1990），有機リン剤に対する感受性の低下も同時に認められている（飯村・千葉，1990；佐藤ら，1993）。千葉県でも 1994 年にカーバメート系薬剤に対する感受性の低下が確認され（大谷，1995），ここ数年の多発要因の一つになっていると考えられる。本県では水稻初期害虫対策として、ベンフラカルブ，カルボスルファン等のカーバメート系粒剤の育苗箱施用が広く普及している。この 3 年間，これらの剤を中心とした感受性低下の実態を把握するとともに，防除対策を確立するための室内，野外試験を実施してきた。一部は，1995 年の第 42 回関東東山病害虫研究会や 1996 年の第 40 回応用動物昆虫学会大会で公表したが，本年度の試験結果も併せてここに示し，参考に供したい。

一連の試験を実施するに当たっては，長生農業改良普及センターの相葉秀樹氏，藤代淳氏をはじめ，多くの方々に多大なご指導，ご協力をいただいた。ここに深い感謝の意を表する。

I 千葉県における発生生態と発生経過

千葉県の水稻は，4 月下旬から 5 月上旬に移植され，イネドロオイムシ越冬後成虫の本田侵入最盛期は 5 月中旬ごろとなるのが一般的である。幼虫の食害最盛期は 6 月上～中旬になる。6 月下旬から新成虫の羽化が始まり，羽化後まもなく越冬地へ移動する。

本種は，夷隅郡大多喜町と佐原市の南北に離れた 2 地点で 1970 年に突如として確認された新規害虫であり，1975 年にはほぼ全県下で被害が見られるほどになった。当時，イネドロオイムシは本県水稻にとって大問題であり，多発地では航空防除が実施されたこともある。やが

てプロパホス，カルタップ等の育苗箱施用剤が普及し，甚大な被害を見ることはまれとなった。その後，イネミズゾウムシに対してカーバメート系育苗箱施用剤が開発されたことも原因と考えられるが，数年前までは害虫としては忘れられた存在であった。そのイネドロオイムシが冷夏であった 1993 年に多発し，減収圃場が生じるなど急に問題になった。1996 年の発生面積は 3 万 7,000 ha，発生面積率は 52% に達している。

埼玉県では，近年になってイネドロオイムシの分布が県東部から拡大しているという（江村ら，投稿中）。薬剤感受性や本県での多発との関連は不明であるが，本種の生態に何らかの変化が起きている可能性も考えられる。

II 抵抗性個体群の県内分布

イネドロオイムシのカーバメート剤抵抗性の状況を把握するため，1995 年に各地から新成虫を採集して感受性検定を実施した。検定は，薬剤原体をアセトンで所定濃度に希釈し，成虫の腹部裏面に微量注射装置で約 0.4 μ l 滴下する方法で行った。原則として 1 濃度，30 個体を 1 区とし，48 時間後に苦悶虫を含めた死虫率を調査した。圃場での使用頻度が高いベンフラカルブを中心に，PHC，カルボスルファン，イミダクロプリド剤について検定を行った。

ベンフラカルブでは感受性比は最大約 60 倍となり，感受性比が 10 倍以上となる個体群が県中央部を中心に広く分布していた（表-1）。この広域にわたる感受性の低下は，約 10 年に及ぶカーバメート系育苗箱施用剤の連続使用の結果生じたものと考えられる。しかし，薬剤の育苗箱施用はイネミズゾウムシ対策として全県的に普及しており，同一県内において感受性にこれだけの差があることは大きな疑問である。

PHC は，主として本田用粒剤として使用されていたが，育苗箱施用剤の普及により使用頻度の少ない状態が続いていた。しかし，抵抗性の発達はベンフラカルブよりも著しく，感受性比は最大で約 1,200 倍となった。鴨川市宮山産の LD₅₀ 値 0.0032 μ g は，下松ら（1979）が 1977 年に採集した夷隅郡大多喜町産個体群で求めた値 0.0014 μ g と同等のレベルであり，ベンフラカルブに対して感受性が低下していない地域では，この約 20 年間

表-1 県内各地産イネドロオイムシ個体群(新成虫)の各種薬剤に対する LD₅₀ 値および感受性比^{a)} (1995)

No.	採集地区名	ベンフラカルブ		PHC		カルボスルファン		イミダクロプリド	
		LD ₅₀ /虫	感受性比	LD ₅₀ /虫	感受性比	LD ₅₀ /虫	感受性比	LD ₅₀ /虫	感受性比
	(千葉地域)								
1	市原市土宇	0.2807	μg 37.1					0.00016	μg 1.27
2	市原市川在	0.1788	23.6						
3	市原市奥野 (印旛地域)	0.4194	55.4	3.1364	μg 965.3			0.00013	1.01
4	成田市和田 (香取地域)	0.0095	1.3	0.0049	1.5			0.00020	1.61
5	下総町冬父	0.1143	15.1	0.5991	184.4	0.0700	μg 7.8	0.00015	1.21
6	山田町新里	0.0588	7.8						
7	神崎町小松 (海匠地域)	0.0208	2.7						
8	八日市場市飯塚 (山武地域)	0.0947	12.5	0.3724	114.6			0.00012	0.95
9	東金市幸田	0.1278	16.9						
10	東金市東中島	0.1190	15.7						
11	横芝町上堺	(薬量/虫=約 0.1 μg, 0.2 μg 共に死虫率 50 %)							
	(長生地域)								
12	茂原市柴名	0.2680	35.4						
13	長南町千田	0.2282	30.1	2.0155	620.3			0.00010	0.83
14	長柄町大庭 (夷隅地域)	0.1797	23.7	1.4951	460.2	0.2092	23.2	0.00012	0.92
15	大多喜町船子 ^{b)} (安房地域)	0.1688	22.3						
16	鴨川市宮山	0.0076	1.0	0.0032	1.0	0.0090	1.0	0.00013	1.00
17	館山市神余	0.0070	0.9						
18	千倉町大川 (君津地域)	0.0094	1.2						
19	袖ヶ浦市上泉	0.0807	10.7					0.00007	0.54
20	木更津市馬来田	0.4838	63.9	3.8569	1187.1			0.00025	1.98
21	君津市大坂	0.0912	12.1						
22	君津市坂畑	0.1106	14.6	0.9487	292.0			0.00013	1.07

^{a)} : No.16 鴨川市宮山産の LD₅₀ 値を 1 とした。^{b)} : 越冬後成虫の数値

で PHC に対しても感受性が低下していないことが明らかとなった。

カルボスルファンの LD₅₀ 値および感受性比は、ベンフラカルブの値に近く、抵抗性の発達はベンフラカルブと同程度と考えられた。また、イミダクロプリドの LD₅₀ 値はいずれの地点でも小さく、感受性の差は最大約 3.5 倍にとどまった。

Ⅲ 抵抗性個体群に対する各種薬剤の防除効果

カーバメート剤抵抗性個体群について、1995、96 年に育苗箱施用剤、本田用粒剤および粉剤の防除効果を検討した。

1 育苗箱施用剤

1995 年に長柄町、下総町、館山市で越冬後成虫を採集し、薬剤処理をしたポット苗の葉を用いて接種試験を行った。供試虫のベンフラカルブに対する LD₅₀ 値は表-2 に示したとおりである。

1/5,000 a のワグネルポットの土壌中央部に穴を開け、2.5 葉期の稚苗 5 本を 1 株として移植し、その株元にベンフラカルブ 5% 粒剤、50 g/箱相当量 (=48 mg) を処理し、土をかぶせた後灌水した。移植 1 週間後から 5 週間後までの葉を採取してペトリ皿内で成虫に摂食させ、接種 48 時間後の苦悶虫を含む死虫率を調査した。

産地ごとの移植後日数と死虫率の関係を図-1 に示した。感受性の低下が認められない館山系統では移植 4 週

表-2 イネドロオイムシ供試個体群のベンフラカルブに対する1頭当たりLD₅₀値および感受性比^{a)}

系統/供試虫 ^{b)}	94 新	95 越	95 新	感受性比	96 越	感受性比
長柄	0.2611	0.1531	0.1797	23.7	0.1227	22.2
下総	0.0424		0.1143	15.1	0.0225	4.1
館山			0.0070	0.9		
鴨川			0.0076		0.0055	

^{a)}: 各検定時の鴨川市産個体群の値を1とした。

^{b)}: 採集年(1994~96年)および新成虫, 越冬後成虫の別を表す。

間後まで100%の死虫率を維持し、残効は1か月程度と考えられた。一方感受性低下の大きい長柄系統では、防除効果は直線的に低下し、移植3週間後の死虫率は約50%となった。感受性がやや低下した下総系統でも、館山系統に比べ、死虫率の低下は明らかであった。長柄系統を用い、イミダクロプリド粒剤、50 g/箱相当量およびカルタップ4%粒剤、80 g/箱相当量(=76 mg)についても同様の接種試験を実施したが、移植5週間後の葉に接種しても100%の死虫率が得られている。

小山ら(1983)は、育苗箱施用したカルタップ、プロパホスおよびPHC剤の茎葉中の薬剤濃度は移植後30~45日間はイネドロオイムシのLC₅₀値を超えているとし、本虫に対する育苗箱施用剤の防除効果の発現機構を明らかにするとともに、必要な箱当たり処理量を決定した。長柄系統で見られた死虫率の速やかな低下は、個体群のLC₅₀値が高いことが原因と考えられる。

感受性が低下した系統に対するカーバメート系育苗箱施用剤の防除効果は、移植時期や成虫の侵入時期によって大きく左右されると考えられる。千葉県の現在の移植期は早く、4月末には約50%の水田で植え付けが完了し

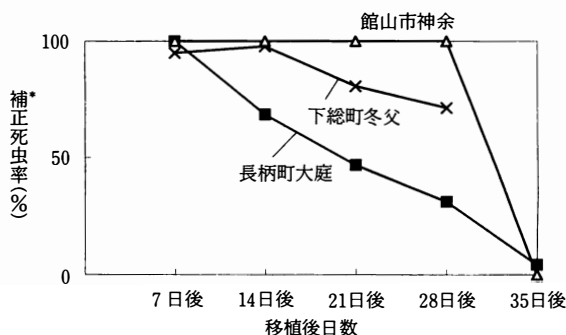


図-1 ベンフラカルブ5%粒剤処理苗接種試験による県内3地区産イネドロオイムシ個体群(1995年, 越冬後成虫)の移植後日数と死虫率の関係

* 苦悶虫は死亡個体とみなした。

てしまう。越冬後成虫の侵入最盛期は5月中旬ごろとなるのが普通だが、移植4~5週間後に成虫が侵入することもまれではない。このように茎葉中の薬剤濃度がLC₅₀値程度になったときに成虫が侵入し、さらに濃度が低下するなかで幼虫が発育することで抵抗性を獲得していったことが想像される。

図-2に、1995, 96年に長柄町大庭地区でベンフラカルブ5%粒剤(50 g/箱)の圃場における防除効果を調査した結果を示す。1995年は、成虫の侵入時期が非常に早く、無処理区では移植12日後に当たる1回目の調査時(5月9日)が既に成虫密度のピークであり、その2週間後には卵数がピークに達した。このような年には抵抗性の発達した地域でもカーバメート系育苗箱施用剤による防除が可能であり、成虫が侵入し、卵数の増加が見られたベンフラカルブ区でも幼虫密度は無処理区に比べて明らかに低かった。

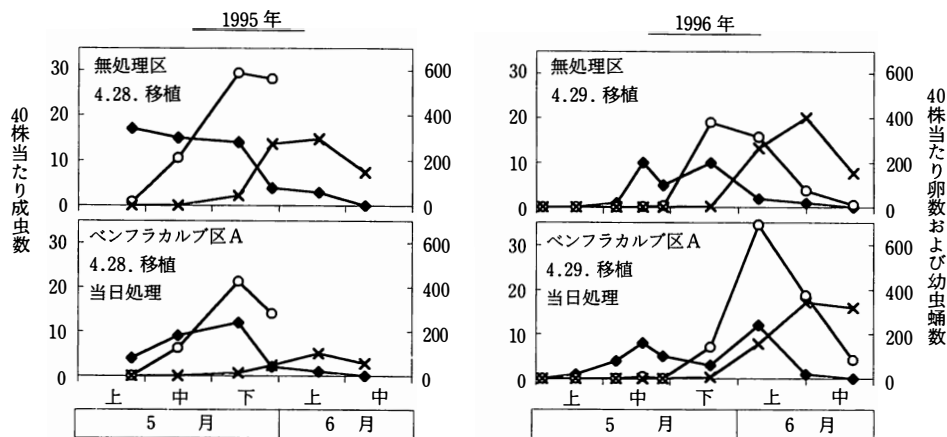


図-2 長柄町大庭地区におけるベンフラカルブ5%粒剤, 50 g/箱処理の防除効果
●—: 成虫, ○—: 卵, —×—: 幼虫蛹

一方、1996 年は 4 月以降の気温が低く推移したためと考えられるが、成虫の侵入時期は遅く、卵数のピークは移植 4 週間後に当たる 5 月 25 日であった。ベンフラカルブ処理区の卵、幼虫の発生時期は無処理区に比べると 1 週間程度遅れたものの、加害最盛期の幼虫密度に大差はなく、明らかな防除効果は認められなかった。

1996 年は、全県的に成虫の侵入が遅延し、カーバメート系育苗箱施用剤の防除効果が期待される地域でも残効切れが原因と思われる被害圃場が散見された。下総町冬父地区における 1995 年の圃場試験では、ベンフラカルブ粒剤 50 g/箱処理で明らかな防除効果を確認していた。しかし、1996 年のベンフラカルブ粒剤 50 g/箱処理区では移植 5 週間後に卵数が増加し、その後幼虫が多発生した。さらに、イミダクロプリド粒剤 50 g/箱処理区でも、移植 58 日後の 6 月 27 日には 40 株当たり 400 頭の幼虫が発生した。防除効果の高い薬剤でも発生が遅れた場合には茎葉中の薬剤濃度が低下し、結果として幼虫が多発してしまう。

2 本田用粒剤

有機リン系の本田用粒剤である MPP は、イネミズゾウムシに対しての登録はあるが、イネドロオイムシにはない。イネドロオイムシに登録のある本田用粒剤で浸透移行性のものは、カーバメート系またはカーバメート・有機リンの混合剤である。そこで、有機リン系粒剤の防除効果を知るため、カーバメート剤に対して感受性の異なる長柄、鴨川、下総の 3 系統の越冬後成虫を用いて 1996 年にポット試験を行った。薬剤は、MPP、PHC (5%)、ダイアジノン (3%)、イミダクロプリド (1%) 粒剤および MPP・PHC 混合粒剤を用いた。5 月 1 日に 1/5,000 a のワグネルポットに 2.5 葉期の苗を 1 株 5 本として 3 株移植し、4 週間後の 5 月 29 日に所定量の薬剤をポットに施用した。その後ポットにナイロンゴースで網かけをし、施用 3 日後に成虫 20 頭 (2 反復) を放飼した。48 時間後に成虫を回収し、苦悶虫を含む死虫率を調査した。

カーバメート剤に対する抵抗性の発達程度にかかわらず、MPP、ダイアジノン粒剤ともに、防除効果はほとんど認められなかった (図-3)。PHC、MPP・PHC 区では抵抗性の発達程度に応じた死虫率が得られ、MPP の相乗効果はないものと考えられた。

カーバメート系剤に対して感受性の高い地域の個体群でも有機リン剤の効果が全くないことから、カーバメート剤に対する感受性の低下とは独立して有機リン剤に対する抵抗性を獲得したとは考えにくく、これらの有機リン剤の効果は元来低かったものと考えられた。

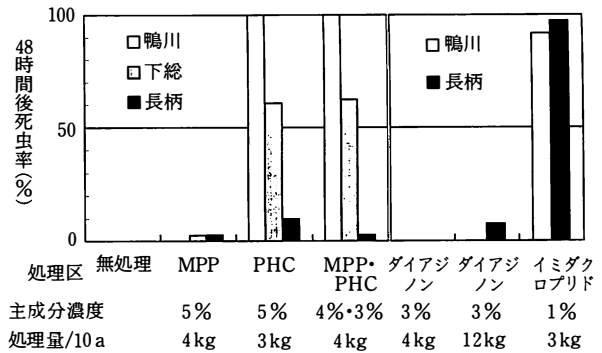


図-3 各種本田粒剤の県内 3 地区産個体群 (1996 年、越冬後成虫) に対する防除効果

* ポット試験による

表-3 各種粉剤のイネドロオイムシに対する防除効果 (1996 年、長柄町大庭)

処理区		前日	3 日後
主成分濃度		6.11	6.15
無処理	幼虫	299.5	204.0
	蛹	9.0	26.5
幼虫蛹補正密度指数		—	—
エトフェンプロックス	幼虫	385.0	0.5
0.5 %	蛹	18.5	9.5
幼虫蛹補正密度指数			3.4
PMP	幼虫	284.5	7.0
3.0 %	蛹	4.0	7.5
幼虫蛹補正密度指数			8.5
BPMC・PAP	幼虫	364.5	70.5
2.0 %・2.0 %	蛹	8.5	20.0
幼虫蛹補正密度指数			31.4
PAP	幼虫	402.0	111.0
2.0 %	蛹	10.5	15.0
幼虫蛹補正密度指数			38.0
MEP	幼虫	348.5	172.0
3.0 %	蛹	4.0	22.0
幼虫蛹補正密度指数			61.9
イソキサチオン	幼虫	355.5	142.0
2.0 %	蛹	6.0	10.0
幼虫蛹補正密度指数			47.6
BPMC	幼虫	370	235
2.0 %	蛹	7	5
幼虫蛹補正密度指数			66.2
PHC	幼虫	211.0	114.5
1.0 %	蛹	7.5	18.0
幼虫蛹補正密度指数			80.2

* 4.29. 移植, 6.12. 散布 (すべて 3 kg/10 a)

数値は 40 株当たり個体数, BPMC は 1 反復, 他は 2 反復の平均。

3 粉剤

幼虫の防除には主として粉剤が用いられる。そこで、1996年に長柄町大庭地区で各種粉剤の防除試験を実施した。薬剤はエトフェンプロックス、PMP、BPMC・PAP、PAP、MEP、イソキサチオン、BPMCおよびPHC粉剤を用いた。処理量はすべて3 kg/10 aとし、6月12日の幼虫最盛期に散布した。

エトフェンプロックスの防除効果が最も高く、PMPがそれに次いだ。PMPを除く有機リン剤およびカーバメート剤の防除効果はこれらより明らかに劣った。PAPまたはBPMCに対する感受性の低下は秋田(佐藤ら, 1993)、岩手(飯村ら, 1991)および長野(吉沢ら, 1990)各県で、PHCに対する感受性の低下とともに既に報告されている。また、BPMC・PAP混合剤による相乗効果も顕著ではなかった(表-3)。

有機リン剤に対する感受性の低下は明らかであり、1996年にはPMPの効果が低下しているという声も一部であった。本剤に対する感受性の変化も確認しておく必要がある。さらに、先の本田用粒剤の結果を考慮すると、カーバメート剤感受性個体群に対しても有機リン剤の防除効果を確認したいと考えている。

IV 薬剤抵抗性イネドロオイムシに対する防除対策

イネドロオイムシの近年の多発は、カーバメート系育苗箱施用剤のみでは抑えられないというのが現在の印象であるが、十分な箱当たり処理量が確保できていない例も多い。処理量が少なくなれば当然残効期間が短くなり、多発する可能性も大きい。感受性低下のレベルが小さい地域では、カーバメート系育苗箱施用剤を使用する場合、箱当たりの薬量を十分確保するよう強く指導している。薬剤抵抗性の発達が確認され、イネドロオイムシの多発地域では、高い防除効果が確認されているネライストキシ系、クロロニコチル系育苗箱施用剤の使用をすすめている。

イミダクロプリド粒剤の育苗箱施用はイネドロオイムシの多発を契機に千葉県でも普及し始めたところである。しかし、千葉県の水稻の収穫期は早く、ウンカ類の被害が問題となることはまれである。また、斑点米カメシ類を対象とした航空防除も広く実施されているので、本剤の使用は過剰防除となる点も否めない。当面の

育苗箱施用によるイネドロオイムシ防除では、移植当日処理だけという欠点はあるが、カルタップ粒剤の需要が大きい。

1996年はイネミズゾウムシおよびイネドロオイムシの侵入時期が平年より遅く、育苗箱施用よりも本田防除で対応したほうが防除効率が高かった。抵抗性が発達した地域の本田防除では、合成ピレスロイド系剤、PMP剤の使用をすすめている。ただし、合成ピレスロイド系の本田用粒剤は稲体内を浸透移行せず、水面に拡張した有効成分が虫体に接触しないと効果が現れない。成虫に比較するとイネドロオイムシ幼虫に対する効果は劣り、防除適期は成虫発生期である。粒剤を使用する場合には防除時期に注意するよう呼びかけている。

千葉県でイネドロオイムシの薬剤抵抗性が顕著に発達した要因としては、①本県への侵入当初に大発生したときのような、潜在的多発条件があったこと、②同一系統の育苗箱施用剤の広域的な連用、③移植時期が早まった結果、育苗箱施用剤の残効が切れかかるところに成虫が侵入することもまれではなかったこと等があげられる。最大の原因は、定番化した同一系統薬剤の広域的な連用と考えている。以前は農協に育苗箱施用剤が1種類しか常備されていないという地区もあったという。今後は、栽培者が育苗箱施用剤にも様々な特性のものがあることを認識し、経済性も踏まえて最も適当と思われるものを選んで使えるようにするとともに、初期害虫の防除は育苗箱施用だけでないことも理解し、防除方法、薬剤ともにバラエティに富ませることが望ましいと考えている。我々はそのための知識の普及とさらなる研究を怠ってはいられないし、このことが新たな薬剤に対する感受性の低下を抑制することにつながるものと確信している。

引 用 文 献

- 1) 細田昭男ら (1989): 応動昆虫学会報 31: 52.
- 2) 飯村茂之・千葉武勝 (1990): 北日本病虫研報 41: 211.
- 3) ———ら (1991): 同上 42: 194.
- 4) 小林荘一ら (1988): 関東東山病虫研報 35: 128~129.
- 5) 小山正一ら (1983): 日本農薬学会誌 8(2): 183~191.
- 6) 大谷 徹 (1995): 関東東山病虫研報 42: 185~189.
- 7) 佐藤正彦ら (1993): 北日本病虫研報 44: 95~97.
- 8) 渋谷俊一 (1994): 同上 45: 145~146.
- 9) 下松明雄ら (1979): 日本農薬学会誌 4(2): 215~217.
- 10) 藪 哲雄 (1993): 農薬研究 39(4): 68~71.
- 11) 山代千加子ら (1989): 北陸病虫研報 37: 21~23.
- 12) 吉沢栄治ら (1990): 関東東山病虫研報 37: 169~170.