

イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策——北日本の場合——

秋田県農業試験場 ^さ佐 ^{とう}藤 ^{まさ}正 ^{ひこ}彦

はじめに

イネドロオイムシ *Oulema oryzae* (KUWAYAMA) は、以前、北海道、東北地方においてニカメイチュウ等とともに発生面積が多く、水稻生育初期の主要害虫として防除の対象とされ、BHC等の有機塩素剤が防除剤として使用されていたが、1960年代後半から70年にかけて北海道、新潟県、秋田県においてBHCに対する抵抗性発達の事例が報告された(井上・奥山, 1967b; 江村ら, 1969; 渡辺, 1970)。しかし、1971年に残留毒性等の面から有機塩素剤の使用が禁止され、イネドロオイムシの防除剤はその後有機リン剤やカーバメート剤に移行し、それ以後この問題は大きく発展しなかった。最近はいネミズゾウムシに対する育苗箱施用剤の普及等もあり全般に発生量が減少し、要防除面積も激減した。

しかし、1980年代中ごろから、育苗箱施用剤を処理しているにもかかわらず本種による被害が目立つ事例が認められるようになり、各道県で殺虫剤に対する感受性検定を実施した結果、各地で感受性が低下しているイネドロオイムシ個体群の分布が確認された。

ここでは、北海道、東北地方におけるイネドロオイムシの殺虫剤抵抗性の現状と、主に秋田県で実施した試験結果について紹介する。

I 北日本における薬剤抵抗性発達の現状

イネドロオイムシのPHC等に対する感受性検定は、下松ら(1979)が1976~78年に東北地方を中心に北陸地方、関東地方の17地点の個体群に対して実施した報告があるが、特に感受性が低い地点はなく、抵抗性発現の兆候は認められなかった。しかし、1980年代後半ごろから新潟、石川、長野、広島各県でPHC、BPMCやPAP等に対して感受性低下の事例が明らかになった(山代ら, 1989; 藪, 1993; 小林ら, 1988; 吉沢ら1990; 細田ら, 1989)。

北日本でもほぼ同時期に北海道においてPHC、BPMC、PAP等に対して感受性が低下している個体群

が確認された(未発表)。それに引き続いて1990年代に入ってから岩手、秋田、宮城県、山形、青森各県で相次いで同様の薬剤に対する抵抗性個体群の分布が確認された(飯村, 1990; 佐藤ら, 1993; 城所, 1994; 渋谷, 1994; 木村, 1996)。

各道県における薬剤抵抗性イネドロオイムシの現状を表-1に示した。

①北海道：1980年代前半から本種に対する防除面積の拡大にもかかわらず各地で多発傾向が続き、一部地域で特にPHC、PAPの効力低下の疑いが持たれるようになった。そこで、1984~88年に各種系統の18種の薬剤について57地点から越冬後成虫または繭を採集し、成虫を対象として感受性検定を実施した。

その結果、47地点の個体群についてPHC、BPMC等5種のカーバメート剤、PAP、MEP等8種の有機リン剤に抵抗性を有する個体群が認められた。また、エトフェンプロックス、カルタップ、ペンフルタップ、チオシクロラム、XTMCに対してはいずれの地点の個体群も高い感受性を示した。

1989年以降は特に感受性検定を実施していないが、これらに抵抗性を示す個体群の分布は全道的に拡大していると考えられている。現在、本種の防除剤はエトフェンプロックスやカルタップが使用されている。

②青森県：東津軽郡蓬田村でPHCの効果が不十分な事例が認められたので、1994年に新成虫を対象に検定を実施したところ、既に確認されている岩手県の抵抗性発現地域のLD₅₀値とほぼ同等の2.7 μ g/成虫の数値が得られ、PHC抵抗性個体群と考えられた。1995年には同地産の新成虫を対象にPHCのほかにペンフラカルブ、PMP、エトフェンプロックス、カルタップの5剤に対する感受性検定を実施した。その結果、PHCに対する感受性は前年同様低かった。その他の薬剤に対しては、いずれも感受性は高かった。

また、同年にPHC、ペンフラカルブ、カルタップの各粒剤を供試して3か所で圃場試験を実施した。その結果、ペンフラカルブ粒剤は各ステージに対して比較的安定した効果が認められた。カルタップ粒剤も同様であったが、効果がやや不安定な圃場も見られた。PHC粒剤は無処理区とほとんど差がなく、防除効果は認められなかった。ペンフラカルブ粒剤、カルタップ粒剤とも実用

表-1 北海道・東北地方におけるイネドロオイムシ薬剤抵抗性の現状(1995 現在)

	感受性低下が確認されている薬剤	地区 ^{a)}	防除薬剤
北海道	PHC, BPMC, NAC, カルボスルファン, フラチオカルブ, PAP, MEP, EPN, DEP, PMP, ピリダフェンチオン, マラソン, イソキサチオン	全道	エトフェンプロックス, カルタップ
青森県	PHC	蓬田村	カルタップ
岩手県	PHC, NAC, BPMC, PAP, MEP, ピリダフェンチオン	雫石町, 胆沢町	エトフェンプロックス, カルタップ
宮城県	PHC	全県	ベンフラカルブ
秋田県	PHC, BPMC, PAP, ベンフラカルブ, カルボスルファン	日本海沿岸部	エトフェンプロックス, イミダクロプリド
山形県	PHC, PMP	庄内地方	ベンフラカルブ, カルボスルファン
福島県	未確認	-	-

^{a)} は推定地域も含む。

性があり、PHC 粒剤は実用性がないと判定された。

現在、PHC 抵抗性個体群の分布が確認されているのは蓬田村だけであるが、この地区では防除薬剤はカルタップ粒剤が使用されている。

③岩手県：1986年に雫石町で実施した圃場試験でBPMC剤の効果が不十分な事例が認められた。また、1987年には水沢農業改良普及所からPHCが全く効果がない地域の紹介があった。これらを受けて、1989年に雫石町と胆沢町で圃場試験を実施した。その結果、PHC、PAPの各乳剤は雫石町、胆沢町とも防除効果が低かった。ピリダフェンチオン、MEPの各乳剤は雫石町では効果が低かったが、胆沢町では防除効果が認められた。また、両地点ともエトフェンプロックス乳剤は非常に高い防除効果が認められ、PMP水和剤、カルタップ水溶剤も防除効果が認められた。

1990～92年には県内40地点についてPHCに対する感受性を検定した。その結果、感受性の低下が認められたのは雫石町産と胆沢町産で、低下傾向が認められたのは北上川流域の県南平坦部と盛岡市の一部であった。

また、雫石町産と胆沢町産については他の薬剤に対する感受性検定も実施されていて、BPMC、NAC、PAP、MEPに対する感受性は低く、PMP、カルタップ、エトフェンプロックス、シクロプロトリンに対しては高かった。ベンフラカルブについても感受性低下の傾向があるのではないかという声もあり、1996年に病害虫防除所で検定を実施する予定である。

現在、抵抗性個体群の分布はまだ一部地域と考えられていて、これらの地区では防除薬剤としてカルタップや

合成ピレスロイド剤が使用されている。

④宮城県：PHC剤は1972～82年ごろまではイネドロオイムシ防除の水面施用剤として、1983年からはイネミズゾウムシ対象の育苗箱施用剤として広範囲で使用されてきたことから、感受性の低下が懸念された。そこで、1990～92年に名取市、角田市の3地点についてPHCに対する感受性検定を実施した。その結果、名取市の1地点で感受性が非常に低く、抵抗性が発達している個体群が確認された。

その後、名取市周辺を中心にPHC、ベンフラカルブ、カルボフランについて感受性検定を実施した。その結果、PHCについては平坦な地域でも数km程度しか離れていなくても感受性が大きく違う場合が認められた(城所, 1996)。また、ある個体群では薬量(対数値)と死亡率(プロビット値)の関係が単純な比例関係になく、ある範囲では薬量を増やしても死亡率が上昇しない領域(プラトー)が存在することが明らかになった(城所, 1996; 渋谷, 1994)。ベンフラカルブ、カルボフランについては各地点で感受性にあまり大きな差は認められないが、PHCに対する感受性が低い地点では、これらに対しても感受性が低い傾向が認められ、交差抵抗性があるものと考えられた。

1995年にはPHC抵抗性個体群が分布している名取市の圃場でPHC粒剤、ベンフラカルブ粒剤を使用して圃場試験を実施したが、PHC粒剤は全く防除効果が認められず、ベンフラカルブ粒剤は実用的な防除効果が認められ、検定結果とほぼ一致した。

感受性検定が実施されているのは名取市周辺が中心で

あるため、PHC 抵抗性個体群の分布が確認されているのはこの地域だけであるが、全県下広範囲に拡大しているのではないかと推察されている。防除薬剤はベンフラカルブ剤に移行しているが、最近この剤の効果が安定しないという情報もあり、クロロニコチル系のイミダクロプリド剤の使用も考えられている。

⑤山形県：1990年代になって庄内地方の一部でPMP剤の効果が不安定な事例が認められ、1993～95年に薬剤に対する感受性検定を実施した。その結果、PHC、PMPに対して感受性が低下している個体群が確認された。ベンフラカルブ、エトフェンプロックスにはいずれも感受性が高かった。

1994～95年には圃場試験を実施したが、検定でPHCに対して感受性が低い地点ではPHC粒剤は全く効果が認められず、ベンフラカルブ、カルボスルファンは防除効果が高いが、一部でやや不安定な結果が得られた。また、イミダクロプリド箱粒剤は極めて高い効果が認められた。

現在、山形県で薬剤抵抗性個体群が確認されているのは庄内地方だけで、他には拡大していないと考えられている。防除薬剤はベンフラカルブ、カルボスルファンに代わり、施用量の厳守が指導されている。しかし、この2剤についても効果が低いという声も聞かれ、今後感受性検定等で実態を把握する予定である。

⑥福島県：現在のところ薬剤に対する感受性が低下している個体群は確認されていない。今後、県内の実態を把握するために感受性検定を実施する予定である。

II 秋田県における薬剤抵抗性発達の現状

1 カーバメート、有機リン剤に対する抵抗性

秋田県では1980年代後半になって由利郡象潟町の一部でBPMCの防除効果が低下し、防除に支障をきたす事例が認められた。

そこで、1992年に象潟町の3地点からイネドロオイムシを採集し、検定を実施した(表-2)。供試虫は繭を採集し、それから羽化した新成虫を使用した(井上・奥山, 1969b)。越冬成虫は採集時期によってBHCに対する感受性が大きく変動があるとされているが(井上・奥山, 1967a; 木村・堀口, 1967)、新成虫はPHCに対する感受性が雌雄、日齢等によって大きな差はないので(城所, 1994)、供試虫は特に撰別しなかった。検定薬剤はカーバメート剤系のBPMC、有機リン剤系のPAPおよび合成ピレスロイド剤系のエトフェンプロックスの各乳剤を使用した。検定は稚苗浸漬法で実施した(井上・奥山, 1967a; 尾崎・斎藤, 1981)。水稻品種あ

表-2 イネドロオイムシの殺虫剤に対するLC₅₀値(ppm)

薬剤名	BPMC	PAP	エトフェンプロックス
続島	314	157	<100
関	736	732	<100
小砂川	17	74	<100

きたこまちの3～4葉苗3本を所定濃度の薬液に10秒間浸漬し、乾燥させた後に内径30mm、高さ200mmの試験管に移した。1試験管当たり10頭を放飼し、25°Cで48時間保持した後に死虫率を調査した。正常な歩行ができない等、処理前と比較して行動に変化が見られるものを苦悶虫として死虫に含めた。これらの死虫率からプロビット法によりLC₅₀値を算出した。LC₅₀値が各薬剤の実用濃度である1,000倍液の濃度以上の場合に感受性が低下しているものと判定した。

その結果、死虫率からLC₅₀値を算出すると、BPMCに対しては17～736ppmで43倍、PAPに対しては74～732ppmでほぼ10倍の差が認められた。エトフェンプロックスに対してはいずれも100ppm未満であった。

これら3地点におけるLC₅₀値から、関産のイネドロオイムシはBPMCおよびPAPに対して感受性が低下していると考えられた。続島産はBPMCに対してはLC₅₀値が実用濃度の500ppmよりは低かったが、死虫率からみてやや感受性の低下傾向が認められ、PAPに対しては感受性の低下は認められなかった。小砂川産はBPMC、PAPのいずれに対しても高い感受性が認められた。エトフェンプロックスに対しては、いずれの地点産とも高い感受性が認められた。

以上の検定結果から、地点によって薬剤に対する感受性に差が認められることが明らかになった。

1993～95年は検定薬剤をPHC乳剤(25%)について、全県23地点から繭を採集し、羽化した新成虫を供試し、薬剤抵抗性個体群の分布を調査した(表-3)。検定方法は1992年と同様である。

その結果、山本町森岳IのLC₅₀値70,900ppmをはじめとし6地点で7,000ppm以上を示し、PHCに対して抵抗性が発達していると考えられた。また、本荘市山内と金浦町金浦では供試した濃度ではほとんど死亡する虫がいなかった。山本町森岳IIと象潟町関は寄生蜂の寄生率が非常に高く、十分な標本を得ることができず、LC₅₀値を算出できなかったが、実用濃度である250ppmでの死虫率がそれぞれ10.0%、13.3%で両地点とも非常に低かった(表-4)。

表-3 イネドロオイムシのPHC乳剤(25%)に対するLC₅₀値(ppm)

調査地点	LC ₅₀ 値(希釈倍率)	調査地点	LC ₅₀ 値(希釈倍率)
○鷹巣町藤株*	23(10,800)	○田代町赤平*	28(8,870)
○ニッ井町駒形*	19(13,500)	●山本町森岳 I *	70,900(3)
○男鹿市馬生目*	73(3,420)	○男鹿市五里合*	54(4,630)
○八郎潟町羽立*	17(14,600)	○昭和町豊川*	25(9,930)
●若美町申川	8,740(57)	○若美町土花*	54(4,630)
●河辺町畑屋	7,610(66)	○雄和町妙法*	0.014(1.77×10 ⁷)
●仁賀保町芹田 I *	31,600(8)	●仁賀保町芹田 II *	68,800(4)
●仁賀保町芹田 III *	13,700(18)	●金浦町金浦*	> 500(< 500)
○中仙町鶯野*	64(3,890)	○雄勝町野中*	30(8,220)
○東成瀬村岩井川*	40(6,260)		

* : 1993年検定, + : 1994年検定, ● : PHC抵抗性が発達している地点, ○ : PHCに対して感受性が低下していない地点。

表-4 イネドロオイムシのPHC乳剤(25%)1,000倍液に対する死虫率(%)

調査地点	死虫率
●山本町森岳 II	10.0
○井川町浜井川	100.0
●象潟町関*	13.3
●本荘市山内*	0

表-3を参照

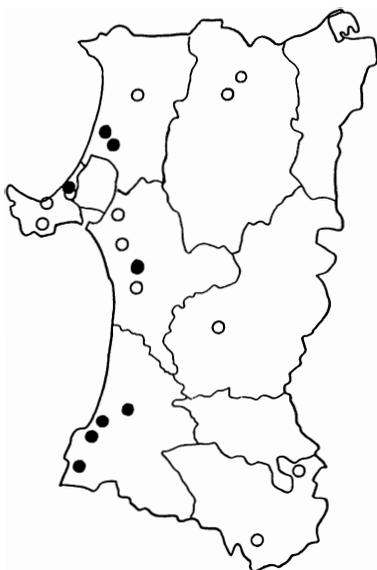


図-1 イネドロオイムシのPHCに対する抵抗性個体群の分布

● : 抵抗性が発達している地点
○ : 感受性が低下していない地点

これらの結果から、PHC抵抗性個体群の分布が確認されたのは由利郡の日本海沿岸部、山本町森岳 I、若美町申川、河辺町畑谷であった(図-1)。また、LC₅₀値は算出できなかったが、実用濃度での死虫率が非常に低かった4地点もPHC抵抗性の発達が疑われた。PHC抵抗性イネドロオイムシ個体群の分布が日本海沿岸部に集中していることが明らかになった。その他の地点のLC₅₀値は低く、PHCによる防除が十分可能と考えられた。また、県南内陸部では発生が少ない地点が多く、材料を採集することができず、ほとんど検定に供することができなかったが、薬剤抵抗性個体群の分布はないと考えられる。

2 カーバメート系育苗箱施用剤に対する抵抗性

秋田県ではイネドロオイムシの要防除水準が設定されているため、県農作物防除基準に育苗箱施用剤は採用されていなかった。しかし、1984年にイネミズゾウムシ対策としてカーバメート系育苗箱施用剤が採用され、急速に普及し、実質的にイネドロオイムシも同時防除されてきた。

しかし、由利郡の日本海沿岸部でこれらの育苗箱施用剤の効果が安定しないという事例があり、1994~95年に3地点についてベンフラカルブに対する感受性検定を実施した。その結果、3地点のLC₅₀値は64~395 ppmで6倍の開きがあり、地点によって感受性に差が認められたが、PHCに対するような抵抗性といえる差ではなかった。

また、同時にPHC抵抗性個体群が分布している地区で圃場試験を実施した(表-5)。薬剤は秋田県内で使用量の多いカーバメート系のカルボスルファン粒剤、ベン

表-5 南秋田郡若美町野石字申川における圃場試験 (1995)

供試薬剤名	処理量 /箱	処理 月日	25日後	31日後	37日後	46日後		51日後	
			卵塊	幼虫	幼虫	幼虫	繭	幼虫	繭
カルボスルファン粒剤	50 g	5.14	55.7	79.3	89.7	96.0	80.2	91.2	83.1
ベンフラカルブ粒剤	50 g	5.14	40.0	9.2	55.8	71.1	21.7	86.4	44.7
フィプロニル粒剤	50 g	5.14	4.3	1.7	0.4	2.4	0	1.8	0.2
イミダクロプリド箱粒剤	50 g	5.14	2.9	0	1.3	3.4	0	5.4	1.2
無処理	—	—	100.0 (0.7)	100.0 (1.7)	100.0 (10.1)	100.0 (23.1)	100.0 (1.1)	100.0 (13.6)	100.0 (5.0)

成虫, 卵塊, 繭は密度指数, ()は1株当たりの虫数

フラカルブ粒剤5と他系統のイミダクロプリド箱粒剤とフィプロニル粒剤1の4剤を供試した。

これらの圃場試験結果を総合すると、ベンフラカルブ粒剤5、カルボスルファン粒剤は無処理と比較して防除効果は認められるが十分な程度ではなく、特に処理30日を経過すると残効性の問題もあるとは考えられるが、急激に寄生が多くなった。イミダクロプリド箱粒剤とフィプロニル粒剤1は無処理と比較して高い防除効果は認められ、50日以上の効果の持続が期待できることが明らかになった。各薬剤間を比較すると、カルボスルファン粒剤 \leq ベンフラカルブ粒剤5<イミダクロプリド箱粒剤=フィプロニル粒剤1であった。これらに地区ではかつてベンフラカルブ粒剤5、カルボスルファン粒剤によってほぼ完璧に防除されていたが、イネドロオイムシに対する防除効果の減退が確認され、PHCとの交差抵抗性が疑われた。

以上の試験の結果、秋田県において本田施用剤では、カーバメート系のPHC、BPMCや有機リン系のPAPに対して抵抗性を示すイネドロオイムシ個体群の存在が確認された。育苗箱施用剤のカーバメート系のカルボスルファン粒剤、ベンフラカルブ粒剤5は検定数が少なく、多くの地点を比較することはできなかったが、圃場試験の結果を考慮すると、これらに対しても抵抗性が発達しているものと考えられた。このような地区では、イネドロオイムシ防除剤としてエトフェンプロックス剤やイミダクロプリド剤を指導している。

おわりに

薬剤に対する感受性が低下する原因としては、同一薬剤の連用が挙げられている(江村ら, 1970; 飯村・千葉, 1990; 井上・奥山, 1969c; 小林ら, 1988; 山代

ら, 1989; 吉沢ら, 1990)が、系統内あるいは系統間での交差抵抗性発達の可能性も考えられるので、防除指導に当たっては感受性低下の疑いがある剤について検定によってその傾向を把握しておくことが必要である。また、ある地点の検定値が広域を代表する値と考えられないこと、プラトーが存在する場合があります、薬量-死亡率関係の直線回帰式に当てはめた場合求められた数値が、感受性の指標として適切でない場合があることも念頭に置く必要がある。

最後に、紙面の関係で各道県のデータを紹介することができなかったことをお詫びするとともに、各種の情報をいただいた諸氏に謝意を表する。

引用文献

- 1) 江村一雄ら (1969): 北陸病虫研報 17: 36~37.
- 2) ——— (1970): 同上 18: 51~53.
- 3) 細田昭男ら (1989): 応動昆中国支部報 31: 52.
- 4) 飯村茂之・千葉武勝 (1990): 北日本病虫研報 41: 211.
- 5) ———ら (1991): 同上 42: 194.
- 6) ——— (1995): 同上 46: 218.
- 7) 井上 寿・奥山七郎 (1967 a): 北日本病虫研報 18: 94.
- 8) ———・——— (1967 b): 同上 18: 96.
- 9) ——— (1969 a): 同上 20: 73.
- 10) ——— (1969 b): 同上 20: 75.
- 11) ——— (1969 c): 同上 20: 76.
- 12) 城所 隆 (1994): 同上 45: 142~144.
- 13) ——— (1996): 第40回応動昆大会講演要旨.
- 14) 木村 宏・堀口治夫 (1967): 北日本病虫研報 8: 93.
- 15) 木村利幸 (1996): 同上 (投稿中).
- 16) 小林荘一ら (1988): 関東東山病虫研報 35: 128~129.
- 17) 尾崎幸三郎・斎藤哲夫 (1981): 農業実験法1.殺虫剤編 (深見順一ら編), ソフトサイエンス社, pp. 63~102.
- 18) 佐藤正彦ら (1993): 北日本病虫研報 44: 95~97.
- 19) 渋谷俊一 (1994): 同上 45: 145~146.
- 20) 下松明雄ら (1979): 日本農薬学会誌 4: 215~217.
- 21) 渡辺忻悦 (1970): 同上 21: 43.
- 22) 藪 哲男 (1993): 農業研究 39(4): 68~71.
- 23) 山代千加子ら (1989): 北陸病虫研報 37: 21~23.
- 24) 吉沢栄治ら (1990): 関東東山病虫研報 37: 169~170.