

イネミズゾウムシ *Lissorhoptrus oryzophilus* に対する 育苗箱施用殺虫剤 3 剤の効果比較

森本信生・渡邊朋也・安田哲也・石崎摩美
(中央農業総合研究センター)

The Effects of Three Insecticides Used for Seedling-box Application on the Population Density of the Rice Water Weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus*

Nobuo MORIMOTO, Tomonari WATANABE, Tetsuya YASUDA, and Mami ISHIZAKI

摘 要

水田の育苗箱施用殺虫剤 3 剤イミダクロプリド, ベンフラカルブおよびフィプロニルのイネミズゾウムシ *Lissorhoptrus oryzophilus* に対する効果を, 水田調査および室内実験から比較検討した。その結果, ベンフラカルブ, フィプロニルは, 越冬世代成虫数, 越冬世代成虫の食痕数, 産卵数, 幼虫数に対しては, いずれも同様の抑制効果が認められた。一方, イミダクロプリドは, 他の 2 剤に比較すると, 越冬世代成虫数に対する抑制効果は低かったが, 越冬世代成虫の食痕数, 産卵数や幼虫の発生に対して, 他の殺虫剤と同様, 抑制効果が認められた。また, 局所施用法により成虫の LD₅₀ 値を求めたところ, いずれの薬剤も 0.1 μg/頭未満であった。以上の結果から, いずれの殺虫剤も圃場ではイネミズゾウムシの発生抑制効果があると考えられた。

結 論

イネミズゾウムシ *Lissorhoptrus oryzophilus* は, 1976 年に米国カリフォルニアから侵入したと推定されるイネの重要害虫である。本種の防除は, 主に育苗箱施用殺虫剤で行われており, 複数の薬剤が農薬登録されている。効果的な薬剤防除の実施には, 薬剤の効果比較の知見が不可欠であるにもかかわらず, 本種に対する異なる薬剤の防除効果を比較した報告はほとんどない。また, 薬剤感受性を示す LD₅₀ 値の報告事例は少ない (中込ら, 1993)。そこで, 一般に広く普及している育苗箱施用殺虫剤 3 種, イミダクロプリド, ベンフラカルブおよびフィプロニルの効果を, 水田および室内実験から比較検討した。

材料と方法

1. 調査の対象とした水田および供試薬剤

2005年4月5日にイネ種子(品種:コシヒカリ)を 30×60cmの育苗箱に120g播種した。育苗後4月25日

に殺虫剤 3 剤をそれぞれ 50 g / 育苗箱 (慣行標準施用量) 散布し, 4月27日に茨城県谷和原村(現つくばみらい市)の中央農業総合研究センター付属の水田に 30×15cm間隔で機械移植した。

供試した薬剤は, 1%イミダクロプリド粒剤(アドマイヤー箱粒剤), 5%ベンフラカルブ粒剤(オンコル粒剤 5), 1%フィプロニル粒剤(プリンス粒剤)の 3 種類であり, 対照として無処理区を設けた。すなわち, 面積 10 a の水田 3 圃場をそれぞれ 4 区に分割することにより, 1 区 2.5 a の調査区を 12 区画設けた。そしてそれぞれの処理を 3 反復行った。

2. 圃場における調査方法

1) 越冬世代成虫調査: 2005年5月18日に調査区のほぼ中央のイネを 50 株 × 2 列 (各殺虫剤処理区合計 300 株) を選び, イネミズゾウムシの食痕数, 株に寄生している成虫数を見取りで数えた。6月2日にも同様の調査を行った。ただし調査株 25 株 × 2 列 (各殺虫剤処

理区合計150株)とした。

2)産卵数調査:6月10日に各調査区のほぼ中央から、5株(各殺虫剤処理区合計15株)を掘り取って研究室に持ち帰り、イネ株に産み付けられている卵を実体顕微鏡下で計数した。

3)幼虫調査:7月7日に、株を中心とした土壌を直径16cm深さ20cmの円柱状に掘り取り、水を入れたバケツの中で洗い出し、浮上する幼虫を見取りで採集した。各調査区において8株を調査した(各殺虫剤処理区合計24株)。採集した幼虫は、接眼マイクロメーターを装着した実体顕微鏡で頭幅を測定して幼虫の齢期を推定した。齢期の推定は、都築ら(1984)の結果を参考に、幼虫の頭幅が231 μ mから320 μ m未満を2齢、320 μ m以上432 μ m未満を3齢、432 μ m以上を4齢と判断した。

4)新世代成虫調査:8月11日、日没頃に長さ1.2mの柄をつけた直径36cmの捕虫網による180度の範囲での10回振り掬い取りを、各調査区で3反復(各殺虫剤処理区合計9反復)行い、捕獲された成虫を計数した。

5)収量調査:9月2日に、調査区ごとに水田のほぼ中央で、イネ20株を3反復(各殺虫剤処理区合計9反復)で刈り取りし、20株あたりの穂数、1穂初数、および10aあたりの精玄米収量(1.8mm粒厚選、水分15%補正)を算出した。10aあたりの精玄米収量は、穂数、1穂初数、精玄米千粒重、登熟歩合を乗じて求めた。

3. 薬剤感受性の検定

2005年6月28日に茨城県谷和原村の中央農業総合研究センターの殺虫剤無散布水田で、成虫を掬い取りにより採集し、実験に供試した。

各殺虫剤の残留農薬試験用標準品試薬(和光純薬工業株式会社)をアセトンに溶解させ所定濃度に調整した。この溶液をBurkard社製微量滴下装置を用いて、供試虫の腹部腹面に1頭あたり0.5 μ Lを局所施用した。各濃度の試験に30頭を用いた。その後、供試虫を、高さ18cm直径1.8cmの試験管に入れ、餌として芽だしイネ(品種:日本晴)を与え、シリコセンで蓋をして、25 $^{\circ}$ C、明期16時間の日長条件で飼育した。殺虫剤施用後48時間後に、運動能力によって生死の判定を判断した。すなわち、水を満たしたシャーレに成虫を入れ、数秒以内に正常な遊泳をする個体のみを生存虫とみなした。その他の運動機能に異常が見られる個体は、苦悶虫として死亡とみなした。

半数死亡薬剤量であるLD₅₀は、イネミズゾウムシの

死亡率をプロビット変換、薬剤量を対数変換し、両者の回帰直線から求めた。

結 果

1. イネミズゾウムシの発生に及ぼす薬剤の影響

1)越冬世代成虫(5月調査)

5月18日における調査結果を第1図に示した。越冬世代成虫数は、殺虫剤処理区が無処理区に比べ、有意に少なかった(Tukey-Kramer法、 $p < 0.05$)。殺虫剤処理区間では、有意差は認められなかったが、イミダクロプリド区でやや多い傾向があった。越冬世代成虫による食痕数も、殺虫剤処理区が無処理区に比べ有意に少なかった(Tukey-Kramer法、 $p < 0.05$)。

2)越冬世代成虫(6月調査)

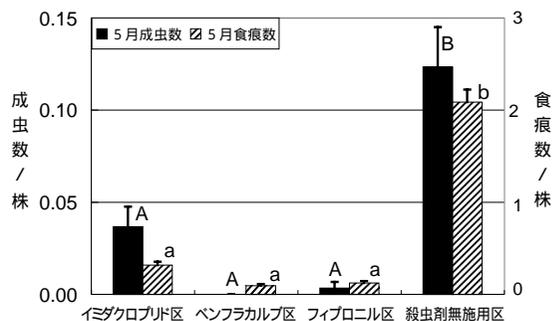
6月2日における調査結果を第2図に示した。越冬世代成虫数は、ベンフラカルブ区とフィプロニル区が、無処理区とイミダクロプリド区に比べ有意に少なかった(Tukey-Kramer法、 $p < 0.05$)。食痕数は、殺虫剤処理区が無処理区と比べ有意に少なかった(Tukey-Kramer法、 $p < 0.05$)。つまり、イミダクロプリドは、越冬世代成虫発生数に対する抑制効果はないものの食痕数の抑制効果が認められた。

3)産卵数

株あたりの産卵数を第3図に示した。殺虫剤処理区は無処理区に比べ、産卵数が有意に少なかった(Tukey-Kramer法、 $p < 0.05$)。また、殺虫剤処理区は、ほぼ同様の値を示した。

4)幼虫

株あたりの全幼虫数を第3図に示した。殺虫剤処理区は、無処理区に比べ、有意に幼虫数が少なかった



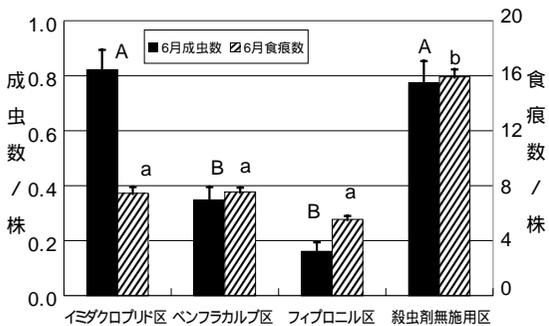
第1図 育苗箱用殺虫剤の施用が5月の越冬世代成虫の発生に及ぼす影響
同じ添字には5%レベルで有意差がないことを示す(Tukey-Kramer法)

(Tukey-Kramer法, $p < 0.05$)。また, 殺虫剤処理区は, ほぼ同様の値を示した。

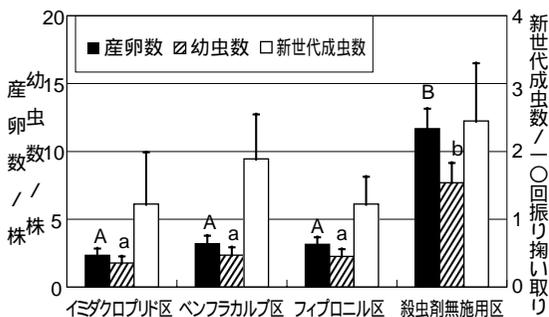
第4図に, それぞれの幼虫の齢の比率を示した。それぞれの幼虫の比率には, 有意差は認められなかった (検定, $p < 0.05$)。

5) 新世代成虫

新世代成虫数を第3図に示した。新世代成虫数は, フィプロニル区とイミダクロプリド区が, ベンフラカ



第2図 育苗箱用殺虫剤の施用が6月の越冬世代成虫の発生に及ぼす影響
同じ添字には5%レベルで有意差がないことを示す (Tukey-Kramer法)



第3図 育苗箱用殺虫剤の施用が卵・幼虫・新世代成虫の発生に及ぼす影響
同じ添字には5%レベルで有意差がないことを示す (Tukey-Kramer法)

ルブ区, 無処理区に比べ少ない傾向がみられるものの有意な差は認められなかった (Tukey-Kramer法, $p > 0.05$)。

2. 収量に及ぼす薬剤の影響

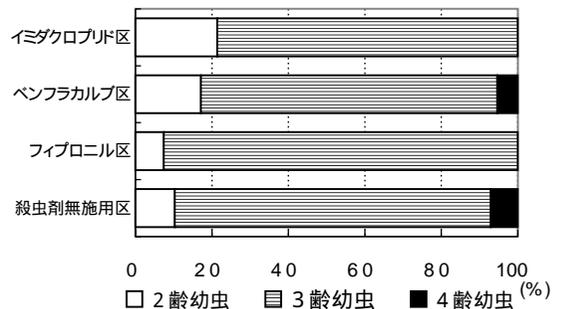
1 m²あたりの穂数, 1穂粒数, 精玄米千粒重, 登熟歩合, 10 aあたりの精玄米収量を第1表に示した。

1 m²あたりの穂数, 精玄米千粒重, 登熟歩合は, いずれの区でも有意差が認められなかった (Tukey-Kramer法, $p > 0.05$)。

しかし, 1穂粒数は, イミダクロプリド区が最も多く, フィプロニル区, 殺虫剤無処理区, ベンフラカルブ区の順に少なくなり, イミダクロプリド区とベンフラカルブ区では有意差が認められた (Tukey-Kramer法, $p < 0.05$)。また収量は, 有意差が認められないものの (Tukey-Kramer法, $p > 0.05$), イミダクロプリド区と比較すると無処理区は8%, ベンフラカルブ区は12%収量が減少しており, 1穂粒数と同様の減少傾向を示していた。

3. 薬剤感受性

殺虫剤濃度とイネミズゾウムシの死亡率の関係を第5図に示した。各殺虫剤におけるLD₅₀は, イミダクロプリドは, 0.015 μg/頭, ベンフラカルブ0.087 μg/頭, フィプロニル0.013 μg/頭であった。



第4図 育苗箱用殺虫剤の施用が幼虫構成比に及ぼす影響

第1表 育苗箱用殺虫剤の施用がイネの収量に及ぼす影響

	穂数/m ² a b)	1穂粒数 a b)	精玄米千粒重 g a b)	登熟歩合 % a b)	収量kg/10a a b)
イミダクロプリド区	410 ^a ± 18 (100)	76.4 ^a ± 1.3(100)	21.5 ^a ± 0.1(100)	80.2 ^a ± 1.5(100)	541 ^a ± 28 (100)
ベンフラカルブ区	408 ^a ± 16 (100)	70.4 ^b ± 2.0 (92)	21.4 ^a ± 0.1(100)	77.7 ^a ± 0.6 (97)	477 ^a ± 21 (88)
フィプロニル区	411 ^a ± 6 (100)	75.0 ^{ab} ± 1.3 (98)	21.7 ^a ± 0.1(101)	79.0 ^a ± 0.4 (98)	527 ^a ± 11 (97)
殺虫剤無処理区	401 ^a ± 13 (98)	72.0 ^{ab} ± 1.4 (94)	21.4 ^a ± 0.1(100)	80.3 ^a ± 1.4(100)	496 ^a ± 18 (92)

a)数字は, 平均値 ± 標準誤差。括弧内はイミダクロプリドを100とした場合の相対値。

b)同じ添字には5%レベルで有意差がないことを示す(Tukey-Kramer法)。

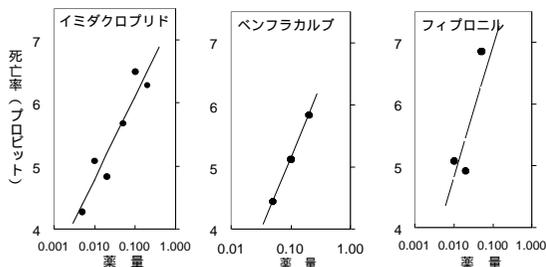
考 察

1. イネミズゾウムシの発生に及ぼす薬剤の影響

育苗箱施用殺虫剤3剤が、イネミズゾウムシの発生に及ぼす影響を総括すると、イミダクロプリドは、越冬世代成虫の本田内侵入量および成虫の食痕量を侵入の初期の5月は抑制している。ところが、6月になると食痕数を引き続き抑制しているものの成虫数は抑制しにくくなっていた。しかし、次世代である卵、幼虫の発生は抑制していた。ベンフラカルブおよびフィプロニルは、越冬世代成虫数、越冬世代成虫による食痕数、卵、幼虫の発生を抑制した。

上記のようにイミダクロプリドは、越冬世代成虫の食痕数の抑制効果はあるが、越冬世代成虫数に対する抑制効果は他の殺虫剤に比べると低かった。イミダクロプリド区において、越冬世代成虫がイネの葉にしがみついたまま死亡している場合が観察された。しかし、圃場においてイネミズゾウムシの生死を1頭ごとに判別することは困難なため、その判定は行わなかった。したがって、イミダクロプリド区においては、すでに死亡している個体が含まれている可能性がある。また、イミダクロプリドは、アセチルコリンレセプターに作用するクロロニコチル系の殺虫剤であり、「致死濃度以下では運動能力の失調に起因して摂食や行動に異常を引き起こす作用」(盛家, 2003)があるとされており、生存成虫あたりの食痕数を減少させている可能性がある。したがって、イミダクロプリド区では、イネの葉上に存在する成虫に死亡個体が含まれており、成虫数が過大評価されたことや、生存成虫1頭あたりの食痕数が減少していることなどが、ほかの殺虫剤処理区との相違の要因として考えられる。

卵、幼虫期に対する効果では、殺虫剤施用区は、無



第5図 イミダクロプリド、ベンフラカルブおよびフィプロニルの薬量とイネミズゾウムシの死亡率の関係

処理区に比べいずれの殺虫剤でも半分以下に個体数が抑制されていた。また、幼虫の齢構成は、処理区間で差が認められなかった。したがって、いずれの殺虫剤も卵、幼虫に対してほぼ同様の効果が認められた

新世代成虫の個体数に対する効果では、各処理区間に有意差が認められなかったが、無処理区およびベンフラカルブ区は、イミダクロプリド区とフィプロニル区に比べ、成虫数が多い傾向があった。イミダクロプリドとフィプロニルは、ベンフラカルブに比べて、殺虫剤の効果がより持続する特徴をもつとされている(上野, 2004)。効果が短いベンフラカルブで、新世代成虫の個体数が多い傾向は、殺虫剤の持続性を反映している可能性があるが、さらに詳細な検討が必要である。

したがって、これらの殺虫剤は、水田において、イネミズゾウムシに対する防除効果があると考えられる。

2. 収量に及ぼす薬剤の影響

5%の減収をもたらすイネミズゾウムシの越冬世代成虫数は、株あたり0.4から0.7頭と推定されている(都築ら, 1983b; 小森・稲生, 1984; 渡辺ら, 1987)。今回の殺虫剤無処理区における6月の成虫数は、株あたり0.8頭であり、イネミズゾウムシの加害により5%以上の減収が予想されるレベルである。最も収量の多かったイミダクロプリド区に比べて、無処理区は8%減収していた。

イネの収量構成要素は、面積あたりの穂数および1穂粒数により粒数が決定され、続いて登熟歩合および精玄米千粒重により玄米の収量が決定される。今回得られた結果は、穂数、精玄米千粒重、登熟歩合の値は、いずれの処理区でも同じ値を示しており、収量減少傾向と同様の挙動を示すのは1穂粒数である。したがって、収量減少傾向のおもな要因は、1穂粒数の減少によるものと推定された。ところが、イネミズゾウムシの加害は、著しい加害の場合を除いて、1穂粒数にはほとんど影響を与えることはなく、株あたりの穂数減少としてあらわれるとされている(都築ら, 1983a; 竹内ら, 2002; 小林, 1986)。また、調査圃場ではイネミズゾウムシ以外の病害虫の顕著な発生やイネの生育むらは観察されなかった。にもかかわらず、殺虫剤無処理区と殺虫剤の持続効果が比較的短いベンフラカルブ区で、1穂粒数の減少またはその傾向があったことから、1穂粒数に影響を与えるなんらかの害虫が発

生していた可能性は否定できない。以上の事より、収量の減少がイネミズゾウムシの加害によるものと特定するには至らなかった。

3. 薬剤感受性

各殺虫剤におけるLD₅₀は、イミダクロプリドは、0.015 µg/頭、ベンフラカルブ0.087 µg/頭、フィプロニル0.013 µg/頭と、いずれの薬剤も0.1 µg/頭未満であった。ベンフラカルブのLD₅₀値が他の薬剤より高い傾向が見られたが、ベンフラカルブ粒剤の有効成分濃度(5%)は、イミダクロプリド粒剤とフィプロニル粒剤(1%)に比べ高く設定されている。したがって、3種の薬剤を同一量散布した場合、ベンフラカルブ成分量は他の薬剤の5倍となり、圃場では同程度の効果が期待されると考えられる。

イネミズゾウムシに関する各薬剤のLD₅₀値の報告は少ないが、1992年の愛知県におけるイミダクロプリドのLD₅₀は、0.0435 µg/頭(中込ら、1993)であった。したがって、イミダクロプリドのLD₅₀値は、愛知の結果と大きな違いはないと考えられた。

上記の結果より、イミダクロプリド、ベンフラカルブ、フィプロニル剤は、越冬成虫の摂食、産卵や幼虫

の発生に対して、効果が認められた。ただし、イミダクロプリドは他の2剤に比較すると、越冬成虫数の抑制効果が低かったが、卵数、幼虫数に対しては、抑制効果が認められる。したがって、イミダクロプリド、ベンフラカルブ、フィプロニルの3剤は、実用上充分効果があると考えられた。

引用文献

- 小林森巳(1986)北日本病虫研報 37: 125 - 127.
小森隆太郎・稲生 稔(1984)関東病虫研報 31: 119 - 120.
盛家晃一(2003)日本の農業開発(佐々木満ほか編). 日本農業学会. 東京. pp.92 - 101.
中込暉雄ら(1993)愛知農総試研報 25: 81 - 84.
竹内博昭ら(2002)関東病虫研報 49: 97 - 100.
都築 仁ら(1983a)応動昆 27: 211 - 218.
都築 仁ら(1983b)応動昆 27: 252 - 260.
都築 仁ら(1984)愛知農総試研報 15(別冊): 47 - 50.
上野 清(2004)植物防疫 58: 385 - 389.
渡辺和弘ら(1987)北日本病虫研報 38: 80 - 82.