

非選好性を利用したイネのツマグロヨコバイ抵抗性検定法の検討

平江雅宏*・福田善通**・田村克徳***・大矢慎吾†††

Masahiro HIRAE*, Yoshimichi FUKUTA**, Katsunori TAMURA*** and Shingo OYA††† :

Methods for evaluation of rice resistance to green rice leafhopper,
Nephotettix cincticeps (Uhler), using non-preference.

非選好性を利用したイネのツマグロヨコバイ抵抗性検定法の精度を向上させるため、イネ個体の抵抗性を判定する個体検定法、イネ集団の中で抵抗性個体を判別する集団選抜法について、幼虫の放飼密度および判定時期の検討を行った。個体検定において抵抗性程度の異なる既知品種に1齢幼虫を放飼し着生虫数の比較を行ったところ、抵抗性イネ個体と感受性イネ個体の着生虫数に明確な差が認められ、抵抗性の判定が可能であった。2点比較法、3点比較法ともに短時間に高感度で抵抗性個体を判定可能なため、抵抗性のイネ個体を効率よく検出する方法として利用できる。集団選抜で抵抗性と感受性のイネ個体の割合が異なる場合、感受性イネ1個体当たり8.3~18.8頭の1齢幼虫を放飼し1~3日後に着生虫数1~4頭以下のイネ個体を抵抗性と判定することで90%以上の的中率で抵抗性イネ個体の選抜が可能であった。交配後代のイネ集団を用いて選抜を試みたところ、87.2%以上の的中率で抵抗性個体が選抜された。

Key words : ツマグロヨコバイ, イネ, 抵抗性, 検定法, 非選好性, *Nephotettix cincticeps*, green rice leafhopper, rice resistance, evaluation method, non-preference

ツマグロヨコバイ *Nephotettix cincticeps* (Uhler) に対するイネの抵抗性の検定には、幼虫の生存・死亡を調べる抗生作用検定^{2,3,5,6,7,11,12,14}) と、虫の寄主選好反応を利用した非選好性検定^{1,11,13,15}) が用いられてきた。このなかで、非選好性検定は抵抗性品種に対する本種の離脱が放飼1日後から認められるため、1~3日の短い期間で結果を得ることができ、調査に4~6日程度必要とされる抗生作用検定と比べ、迅速かつ簡易な検定法といえる^{9,13})。しかし、非選好性検定は抵抗性が中程度の品種において、結果が不明瞭になる場合があり¹⁰)、イネ個体の抵抗性程度を判定する場合には検定精度の向上が求められている。さらに、非選好性を利用してイネ集団の中で抵抗性個体を判定する場合、抵抗性個体がイネ集団の中にどれくらい含まれているか、つまりイネ集団中の抵抗性個体の割

合によって検定結果に差が出ると考えられるが¹¹)、適切な放飼密度および放飼虫の齢期の検討は行われていない。そこで、非選好性を利用した抵抗性検定法の検定精度を向上させるため、イネ個体の抵抗性程度を判定する個体検定法およびイネ集団の中で抵抗性個体を判別する集団選抜法について、幼虫の放飼密度および判定時期の検討を行ったのでここに報告する。

本文に先立ち、研究の遂行にあたり有益なご助言をいただいた北陸農業試験場(現九州沖縄農業研究センター)松村正哉博士、原稿をご校閲いただいた中央農業総合研究センター北陸研究センター樋口博也博士、飼育虫の管理に多大な協力をしていただいた高木サチ子氏に感謝の意を表す。また、中間母本および抵抗性育成系統の種子を提供していただいた東北農業試験場虫害研究室(現

* 中央農業総合研究センター北陸研究センター Hokuriku Research Center, National Agricultural Research Center, Inada, Joetsu, Niigata 943-0193
** 国際稲研究所 Plant Breeding, Genetics and Biochemistry Division, International Rice Research Institute, D.A.P.O. BOX 7777, Metro Manila, Philippines
*** 九州沖縄農業研究センター Department of Lowland Research, National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Izumi, Chikugo, 833-0041
† 近畿中国四国農業研究センター四国研究センター Shikoku Research Center, National Agricultural Research Center for Western Region, Senyu, Zentsuji, Kagawa 765-8508
†† 現在 中国農業科学院 中日農業技術研究発展中心 Present address: China-Japan Research and Development Center for Agricultural Technology, Chinese Academy of Agricultural Science, 12, Zhongguancun-Nandajie, Haidianqu, Beijing, China

東北農業研究センター水田病害虫研究室) および九州農業試験場(現九州沖縄農業研究センター) 稲育種研究室の諸氏にお礼申し上げる。

材料および方法

1. 供試昆虫

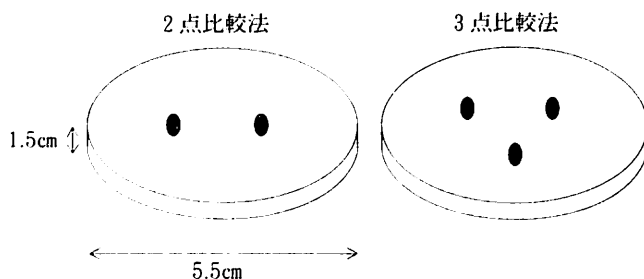
ツマグロヨコバイは1993年10月に北陸農業試験場(現北陸研究センター)内の圃場で採集し、25℃、16L-8D条件下で杉本¹⁶⁾の方法によりイネ芽出し苗(日本晴)によって累代飼育している系統を用いた。

2. 非選好性を利用した個体検定法の検討

円筒形の容器(直径5.5cm, 高さ1.5cm)に無肥料用土(くみあい育苗床土)を入れ水で湿らせた後、催芽粉を1品種当たり1粒播種した。播種後25℃条件下で4日間育苗し第2葉期に透明アクリル容器(直径5cm, 高さ12cm)をかぶせ、幼虫を放飼した。試験は1つの基準品種と検定品種上の着生虫数を比較する2点比較方式、および抵抗性程度の異なる2つの品種を基準品種とし、検定品種上の着生虫数との比較を行う3点比較方式の2つの方法について行った(第1図)。2点比較方式では、ふ化後1日以内の1齢幼虫を4, 8, 12, 16頭放飼し、放飼1~3日後までの毎日、各イネ個体上の着生虫数を調査した。3点比較方式では、ふ化後1日以内の1齢幼虫を6, 12, 18, 24頭放飼し、放飼1~5日後までの毎日、各イネ個体上の着生虫数を調査した。試験は5反復で行った。供試品種は感受性品種(以下Sとする)として日本晴、抵抗性強品種(以下Rとする)として中間母本農6号⁸⁾、抵抗性弱品種(以下Mとする)として西海164号⁹⁾を用いた。すべての試験は25℃、16L-8D条件下で行った。

3. 非選好性を用いた集団選抜法の検討

プラスチックシャーレ(直径9cm)に無肥料培土を入



第1図 非選好性検定における2点比較法・3点比較法の播種方法

れ、水で湿らせた後に、抵抗性程度の異なる既知品種を比率を変えて混合して播種した。25℃条件下で4日間育苗し、第2葉期に塩ビ性網つき円筒容器(直径8.5cm, 高さ15cm)をかぶせ幼虫を放飼した。検定には、抵抗性品種(R)として中母農6号を、感受性品種(S)として日本晴を用いた。また、すべての試験は25℃、16L-8D条件下で行った。

[試験1] 異なる混合比における放飼虫数、判定虫数の検討

混合比の異なる区を設定し、そこにふ化2日以内の1齢幼虫を放飼し1日後に各イネ個体上の着生虫数から感受性および抵抗性個体を判定する場合の基準(判定虫数)について検討を行った。判定虫数とは非選好性検定において、ある虫数以下の着生虫数のイネ個体を抵抗性個体、その虫数より多い着生虫数のイネ個体を感受性個体と判定する基準の虫数をいう。また、ある判定虫数を基準にして抵抗性を判定した時に、正しく抵抗性を判定できたイネ個体の割合を百分率として示し的中率とした。的中率の計算式は次式のとおりである。

$$Hr = (Nr + Ns) \times 100 / Nt$$

Hr: 的中率(%)

Nr: 抵抗性と判定されたイネ個体の中に含まれる正しい抵抗性個体数

Ns: 感受性と判定されたイネ個体の中に含まれる正しい感受性個体数

Nt: 供試個体数

抵抗性品種と感受性品種の混合比および供試本数はR:S比を1:1(R16本, S16本), 3:1(R24本, S8本), 15:1(R30本, S2本), 1:3(R8本, S24本)とし、20~200頭までの3段階の放飼虫数を設定し2反復で検討を行った。

[試験2] 放飼に用いる幼虫の齢期の検討

抵抗性品種と感受性品種の混合比率を1:1(R16本, S16本)にし、そこにふ化7日後の3齢幼虫を100頭放飼した。試験は2反復で行った。放飼1日後に各イネ個体上の着生虫数から感受性および抵抗性個体を判定した時の的中率を求め、試験1の1齢幼虫の結果と比較した。

[試験3] 判定時期の検討

集団選抜に最適な判定時期を検討するため、R:S比を1:1, 3:1, 15:1, 1:3に混合して播種し、S1本当たり1齢幼虫を10頭放飼した。放飼5日後まで毎日着生虫数を3反復で調査し、2頭以下のイネ個体を抵抗性と判定した時の的中率を求めた。

[試験4] 供試本数の検討

集団選抜に最適な供試本数を検討するため、20, 30, 40, 50粒をR:S比が1:1になるように混合して播種し、S 1本あたり1齢幼虫12頭を放飼した。放飼1日後の着生虫数を3反復で調査し、2頭以下のイネ個体を抵抗性と判定した時の的中率を求めた。

[試験5] 交配後代の集団を用いた検討

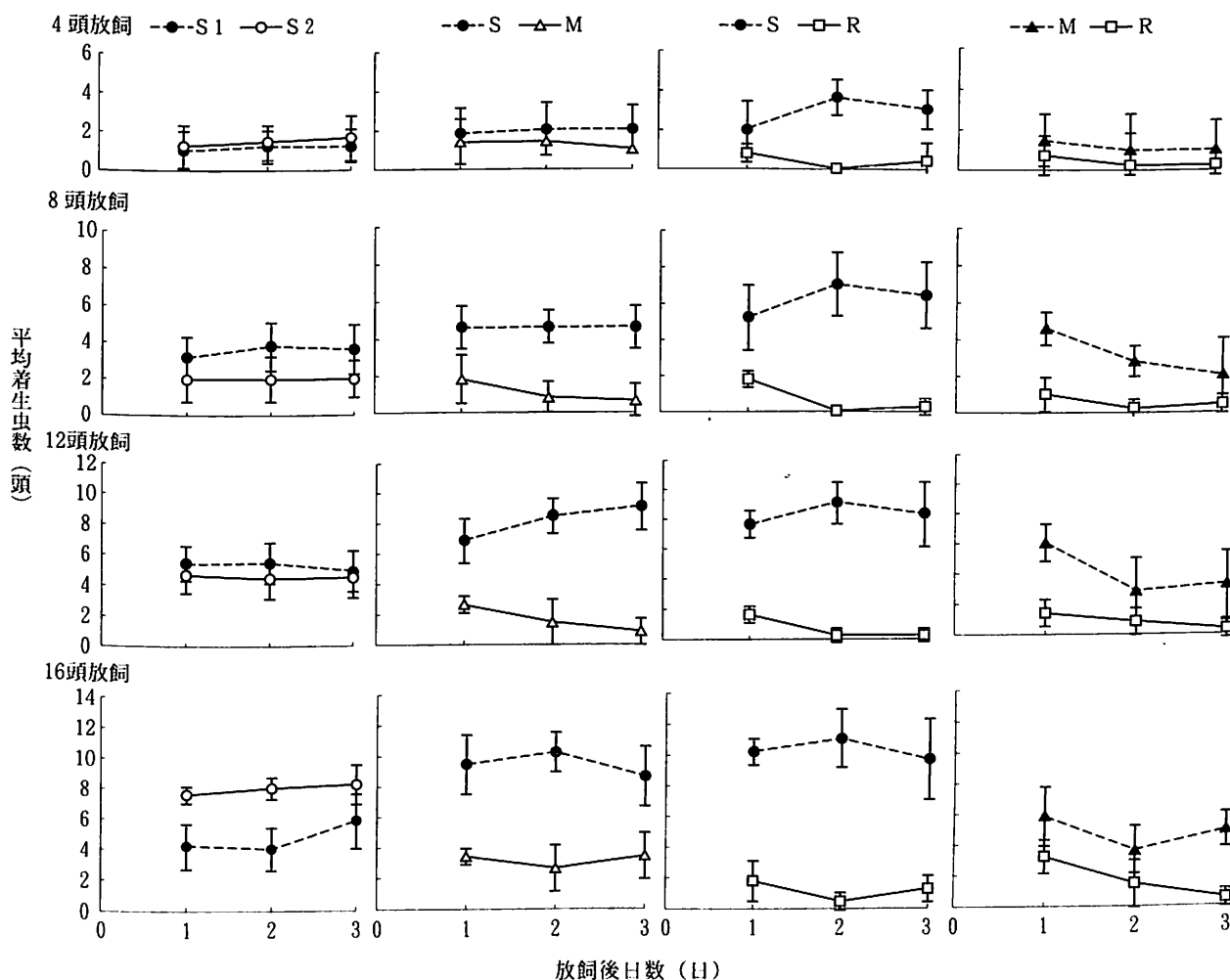
交配後代のイネ集団で非選好性を用いて抵抗性個体を選抜できるかどうかを検討するために、中母農6号とトヨニシキを交配したF₂雑種集団(中母農6号/トヨニシキ 209個体, トヨニシキ/中母農6号 218個体)をシャーレにそれぞれ20~40粒播種し、予想される抵抗性分離比(R:S比が9:7)⁹⁾から感受性個体1本あたり1齢幼虫12頭(イネ個体1本あたり5.25頭)を放飼し、放飼2日後の着生虫数2頭以下のイネ個体を抵抗性、3

頭より多いイネ個体感受性と判定した。その後、芽出し苗検定⁹⁾を行うためにすべてのイネ個体を試験官(1.8×18cm)に移し、ふ化8時間以内の1齢幼虫を5頭放飼、4日後の生存虫数から抵抗性を判定した。非選好性検定と芽出し苗検定との結果を比較し、的中率を求めた。

結果および考察

1. 非選好性を利用した個体検定法の検討

非選好性を検定法として利用する際の着生虫数は用いる品種によっても異なると予想されるため、感受性品種(S), 抵抗性強品種(R), 抵抗性弱品種(M)の3つの品種を組み合わせて放飼虫数, 判定時期の検討を行った。2点比較法によるツマグロヨコバイ着生虫数は8, 12, 16頭放飼区では放飼1日~3日後にSとM, SとRの平均着生虫数に明確な差が認められた(第2図)。4頭放



第2図 2点比較法における放飼虫数と品種の違いによるツマグロヨコバイ着生虫数の日別推移

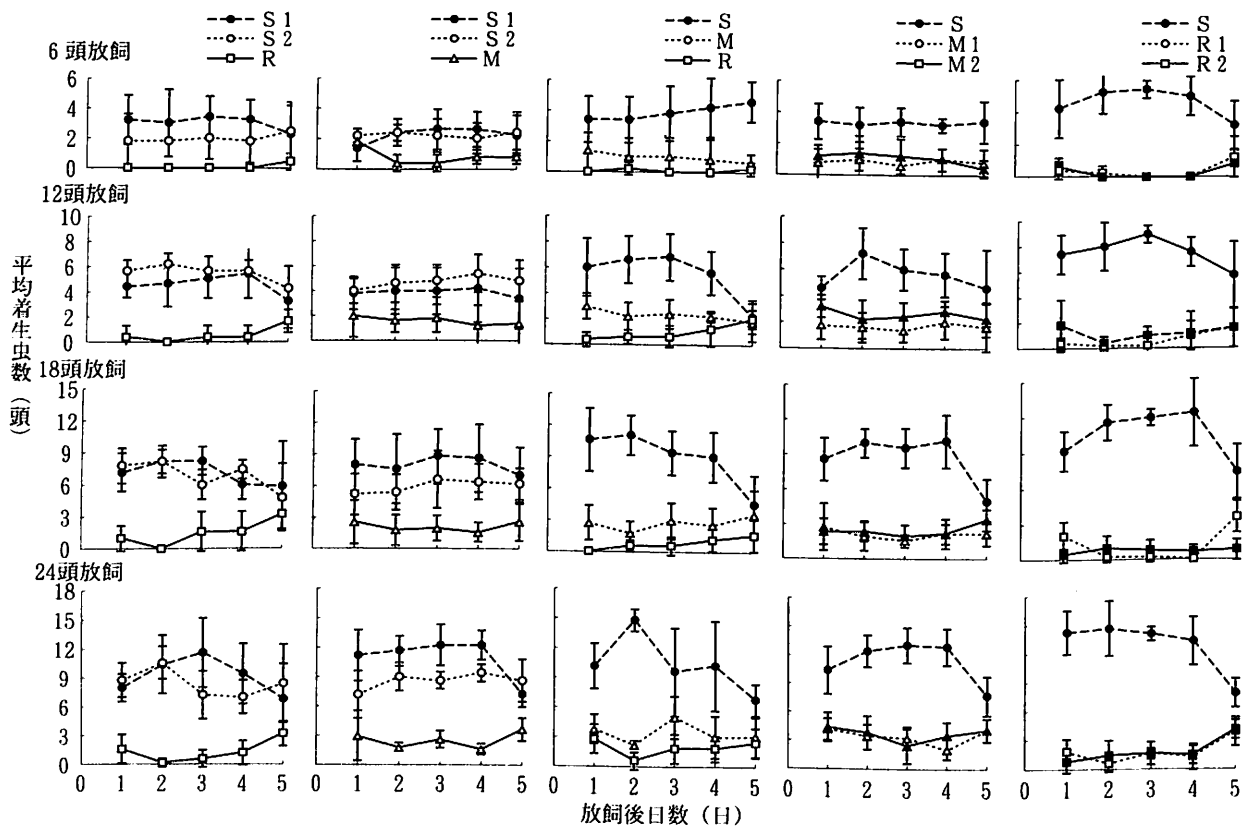
注) S, S1, S2: 日本晴 M: 西海164 R: 中母農6号, 5反復平均値, バーは標準偏差を示す。

飼区では放飼2, 3日後にSとRの着生虫の差が認められたがその他の組合せでは明確に区別ができなかった。MとRの組合せでは8, 12頭放飼区の放飼1日後に着生虫数に差が認められるものの、その程度はSとM, SとRの組合せほど明確ではなかった。このことから、2点比較法による最適な放飼条件は1齢幼虫を8~16頭(イネ個体1本当たり4~8頭)放飼, 調査時期は放飼1~3日後であると考えられる。また、Sを基準品種として検定個体上の着生虫数と比較して抵抗性検定を行った場合、抵抗性が感受性を明確に判定することは可能であるが、抵抗性の強弱を判定することは困難であると考えられる。

抵抗性程度の異なる3種類を組み合わせた3点比較法では、18, 24頭放飼区において放飼1~4日後にSとM, SとRの平均着生虫数に明確な差が認められた(第3図)。また、SとMを組合せた結果より、SとRを組み合わせた結果のほうが平均着生虫数の差が大きかった。このことから、基準品種としてSとRを用い、1齢幼虫を18~

24頭(イネ個体1本当たり6~8頭)を放飼し1~4日後に調査を行い、SとRの2つの基準品種と検定個体との着生虫数の関係から、抵抗性を判定するのが最適と考えられる。また、S, M, Rの組合せで、RよりMの着生虫数が多い傾向が認められたもののその差は小さいことから、3点比較法においてSとRを基準品種とした場合、抵抗性弱品種を抵抗性と明確に判定することは可能であるが、抵抗性の強弱を判定することは困難と考えられる。

関沢¹³⁾は、虫の生存率を指標とした検定法と非選好性を指標とした検定法を比較し、虫の生存・死亡を調べる抗生作用検定は判定まで4~6日間を必要とするが、非選好性を指標とした検定法では1~2日と短期間で判定結果が得られるとしている。また、抵抗性程度は基準品種に対する相対値で行われ、絶対値による評価は困難であることや、中程度の抵抗性イネ品種では非選好性作用がやや弱いこともあり¹⁰⁾、これまで個体レベルの抵抗性程度を判定する個体検定法としては用いられてこなかっ



第3図 3点比較法における放飼虫数と品種の違いによるツマグロヨコバイ着生虫数の日別推移

注) S, S1, S2: 日本晴 M, M1, M2: 西海164 R, R1, R2: 中母農6号. 5反復平均値. バーは標準偏差を示す.

た。しかし、これまでの報告では主に成虫や中齢以降の虫を放飼していたが、今回1齢幼虫を用いて非選好性検定を行った結果、放飼1日後から抵抗性弱品種と感受性品種との間に着生虫数の差が明確に認められた。1齢幼虫を用い、基準品種である感受性品種との相対的な比較によって短時間で高感度な個体検定が可能と考えられた。

2点比較法では抵抗性程度は検定イネ個体と基準品種である感受性のイネ個体との着生虫数の相対値として示され、放飼虫数は8~16頭と3点比較法の18~24頭と比べ少ない材料で検定ができる省力的な検定法といえる。一方、3点比較法では抵抗性程度は検定イネ個体と基準品種である感受性品種および抵抗性強品種の2つのイネ個体との着生虫数の相対値として示され、2点比較法と比べより信頼度が高いと考えられたが、今回の結果からは抵抗性弱品種を抵抗性と明確に判定することは可能であるものの、抵抗性の強弱を判定することは困難であった。

虫の生存・死亡を調べる抗生作用検定は抵抗性強から

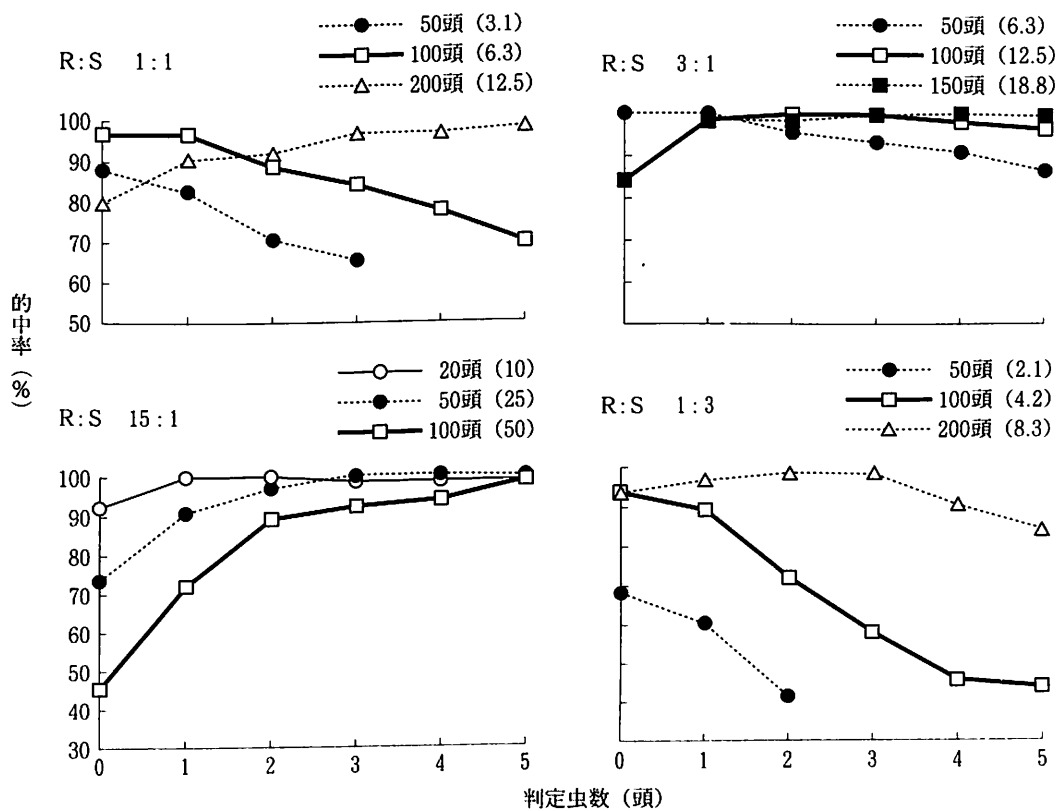
中程度の品種の判別に優れており¹⁵⁾、検定に要する日数は4~6日と非選好性検定より長期間必要であるものの、イネ1個体当たりの放飼虫数は4~6頭と少ない材料で検定が可能である⁹⁾。今回検討した非選好性検定は抵抗性中から弱品種の判別が短時間で可能であるが、放飼虫数は抗生作用検定より多く必要となる。このため検定の精度および簡易さには一長一短があり、検定の目的によって両法を使い分けるのが適切と考えられる。

非選好性を利用したイネの個体検定は、2点比較法、3点比較法ともに抵抗性の強弱を判定することは困難であるが、短時間に高感度で抵抗性個体を判定可能なため、抵抗性のイネ個体を効率よく検出する方法として利用できると考えられる。

1. 非選好性を用いた集団選抜法の検討

[試験1]

抵抗性程度の異なる既知品種を比率を変えて混合し、判定基準とする着生虫数、すなわち判定虫数との中率との関係を第4図に示した。R:Sが1:1で100頭放飼



第4図 異なる混合比におけるツマグロヨコバイ放飼虫数、判定虫数と的中率との関係

注) 着生虫数が判定虫数以下のイネ個体を抵抗性と判定したときの的中率を示す。判定時期は1齢幼虫放飼1日後。カッコ内はS 1本当たりの放飼虫数。2反復。

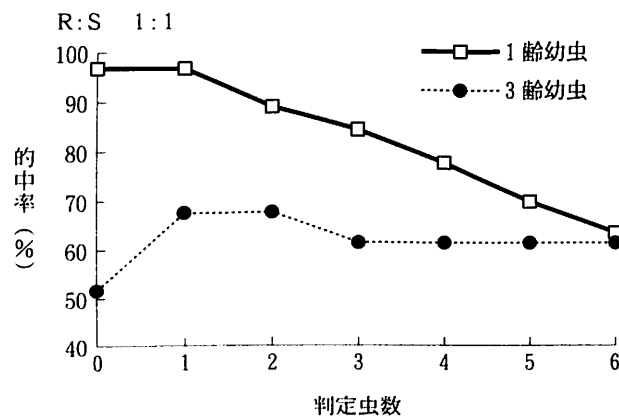
(S 1本当たり6.3頭)の時,着生虫数1頭以下を抵抗性と判定した場合で96.8%的的中率であったが,2頭より多い虫数を判定虫数とした場合は69.8~88.9%までの的中率が低下した。200頭放飼(S 1本当たり12.5頭)では判定虫数を1~5頭にするとの的中率が90%以上の高い数値で推移した。他の混合比率では,R:Sが3:1では放飼虫数50~150頭(S 1本当たり6.3~18.8頭),判定虫数1~4頭,R:Sが15:1では放飼虫数20~50頭(S 1本当たり10~25頭),判定虫数1~5頭,R:Sが1:3では,放飼虫数200頭(S 1本当たり8.3頭),判定虫数1~5頭でそれぞれ90%以上の的中率を示した。いずれの混合比においてもS 1本当たり8.3~18.8頭の放飼虫数で判定虫数1~4頭の条件の時に高い的中率が得られた。

[試験2]

幼虫の齢期の違いによる的中率の差異を第5図に示した。3齢幼虫を放飼した時の的中率が最高で67.7%であったのに対し,1齢幼虫を放飼した時の最高値は96.8%であり,いずれの判定虫数においても,3齢幼虫より1齢幼虫を放飼した時のほうが的中率が高かった。

[試験3]

放飼から判定までの日数と的中率との関係から,R:S比1:1,3:1,15:1,1:3のいずれの混合比率においても放飼1~3日後での的中率96.7%以上と安定的に高い的中率を示し,放飼4日以降からの的中率が低下する傾向にあった(第6図)。



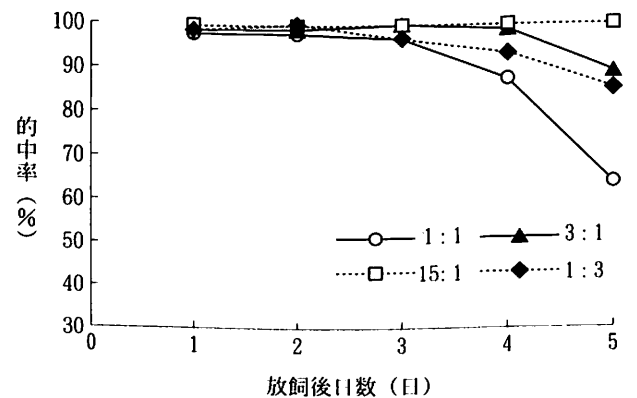
第5図 1 齢幼虫と3 齢幼虫放飼による非選好性検定の 的中率の差異

注) 100頭(12.5頭/S1本)放飼,放飼1日後に着生虫数が判定虫数以下のイネ個体を抵抗性と判定した時の的中率を示す。2反復。

[試験4]

集団選抜に最適な供試本数を検討したところ,20本,30本,40本,50本とも放飼1日後で95%以上,放飼2日後で100%的的中率を示した(第1表),

これまでの非選好性を指標とした検定法の検討では,小林・金田⁹⁾がイネ個体1本当たり5~10頭で2~3日の調査が,大矢・佐藤¹⁰⁾はイネ個体1本当たり2.5頭で放飼2日後の調査が最適な放飼条件として報告している。また,安藤・岸野¹¹⁾は抵抗性品種育成時の交配後代の選抜のために非選好性検定を利用した集団選抜法を検討し,イネ個体1本当たり4頭で24時間後に3頭未満を抵抗性と判定するのが適当であると報告している。しかし,交配後代集団を選抜する際には交配母本が持つ抵抗性遺伝子の種類によって集団中の抵抗性個体と感受性個体の量的比率が異なると予想されるが,量的比率を変えた時の放飼条件の検討は行われていなかった。そこで,既知品種を用いて抵抗性個体と感受性個体の混合比率を変え,判定虫数から抵抗性個体を判定した時の的中率から効率的に抵抗性個体を選抜できる条件を検討した。この場合,誤って抵抗性と判定される感受性個体および誤って感受性と判定される抵抗性個体の割合が低くなるよう,的中率の高い放飼虫数,判定虫数,および判定日数を検討するのが適当である。今回,感受性イネ個体1本当たりの放飼虫数を8.3頭以上とし判定虫数を1~4頭することで高い的中率が得られ,このことから,放飼虫数はイネ個体1本当たりの頭数ではなく,感受性イネ個体1本



第6図 非選好性を用いた選抜法における放飼後日数との 的中率との関係

注) S1本当たり1 齢幼虫10頭放飼,着生虫数2頭以下の幼苗を抵抗性,3頭以上を感受性と判定した時の的中率を示す。3反復。

たりの頭数を考慮した方が適当であると考えられた。検定労力を低減させるためには、少量の放飼虫数で判定できることが好ましく、放飼虫数を感受性イネ個体1本当たり10頭前後に設定するのが適当と考えられた。判定までの日数は放飼後1～3日まで高い中率を示し、これまでの報告同様、短期間で判定を行うことが可能であった。また、これまでの報告では3齢幼虫以上の虫齢の虫を放飼していたが、今回の試験では3齢幼虫を用いるより1齢幼虫を用いた方が的中率が高く、より精度の高い検定が可能であることを示した。さらに、供試するイネ個体数は20～50本の範囲で安定的に高い中率であった。集団選抜を行う時の放飼条件、検定条件として、1回の検定に用いる供試イネ個体数を20～50本とし、感受性イネ個体1本当たり10頭前後の1齢幼虫を放飼、1～3日後に着生虫数が1～4頭以下のイネ個体を抵抗性個体と判定することが適当であると考えられた。

[試験5]

非選好性を利用して、交配後代のイネ集団で抵抗性個体を選抜できるかどうかを検討するために、中母農6号/トヨニシキのF₂雑種集団を用いて検討を行った。その結果、非選好性検定で着生虫数2頭以下のイネ個体は115個体、3頭以上のイネ個体は94個体であり、前者を

第1表 非選好性を用いた選抜法における供試本数と的中率の関係

供試本数 (本)	的中率 (%)	
	1日後	2日後
20	100.0	100.0
30	95.9	100.0
40	98.2	100.0
50	97.9	100.0

注) R:S比は1:1. 着生虫数2頭以下を抵抗性と判定した時の的中率を示す。

第2表 非選好性を利用したF₂交配後代の集団選抜と芽出し苗検定との比較

組合せ	非選好性検定	芽出し苗検定		的中率 (%)
		R	S	
中母農6号 /トヨニシキ	R	115	114	89.0
	S	94	72	
トヨニシキ /中母農6号	R	109	0	87.2
	S	109	81	

注) 非選好性検定は放飼1日後に着生虫数2頭以下を抵抗性と判定。芽出し苗検定は放飼4日後の生存率から抵抗性を判定。

抵抗性、後者を感受性と判定した。次に、非選好性検定の結果の精度を確認するため、芽出し苗検定で再度検定してみたところ、抵抗性と判定された115個体のうち114個体は抵抗性、1個体は感受性であった。また、感受性と判定された94個体のうち22個体は抵抗性、72個体は感受性を示し、的中率は89.0%であった(第2表)。トヨニシキ/中母農6号のF₂雑種集団でも同様に非選好性検定で抵抗性と判定された109個体はすべて抵抗性、感受性と判定された109個体のうち28個体が抵抗性、81個体が感受性を示し、的中率は87.2%であった。特に、非選好性検定によって抵抗性と判定された個体の大部分が芽出し苗検定からも抵抗性であることが確認でき、この方法によって効率よく抵抗性個体を選抜できると考えられた。

交配後代の雑種集団において予想される抵抗性分離比から、感受性個体1本当たり10頭前後の1齢幼虫を放飼することにより、非選好性を利用することで短期間で高精度に抵抗性個体の選抜が可能となった。異なる交配組合せによるF₂雑種集団で選抜を行う場合、的中率にどう影響を与えるかについては今後検討していく必要がある。

引用文献

- 1) 安藤幸夫・岸野賢一(1981) 水稻のツマグロヨコバイ耐虫性に関する研究3, 寄主選好性を利用した検定法について. 応動昆 25:196-197.
- 2) 平江雅宏・福田善通・田村克徳・大矢慎吾(2002) 幼虫発育を考慮したイネのツマグロヨコバイ抵抗性検定法. 応動昆 46:178-181.
- 3) 井上 斉(1966) 日本稲および外国稲におけるウンカ・ヨコバイ等生育の品種間差異. 応動昆中国支部報 8:17-19.
- 4) 岩崎真人・井辺時雄(1984) ツマグロヨコバイおよびイネ萎縮病抵抗性に関する研究2, 両抵抗性の品種間差異. 育雑 34(別2)132.
- 5) 岸野賢一(1976) ツマグロヨコバイに対するイネの耐虫性. 植物防疫 30:351-355.
- 6) 岸野賢一・安藤幸夫(1978) 水稻のツマグロヨコバイ耐虫性に関する研究1, 抗生作用の検定法について. 応動昆 22:169-177.
- 7) 岸野賢一・安藤幸夫(1979) 水稻のツマグロヨコバイ耐虫性に関する研究2, 稲の生育時期による抗生作用の変動. 応動昆 23:129-133.

- 8) 岸野賢一・安藤幸夫・鈴木忠夫・河部 遼・武田光能・池田良一・斉藤 滋 (1987) ツマグロヨコバイ抵抗性の水稻中間母本農6号の育種. 東北農試研報 76: 1-11.
- 9) 小林 陽・金田忠吉 (1976) イネのツマグロヨコバイ耐虫性の簡易検定法について. 育種 26 (別2): 34.
- 10) 腰原達夫 (1974) ウンカ・ヨコバイ類に対する抵抗性イネ品種の利用. 植物防疫 28: 404-408.
- 11) 大矢慎吾・佐藤昭夫 (1980) ツマグロヨコバイ抵抗性品種における抗生作用と非選好性. 北陸病虫研報 28: 23-29.
- 12) 関沢邦雄 (1979a) イネのツマグロヨコバイ抵抗性の品種間差異 (第1報) 成虫及び幼虫の死亡率. 近畿中国農研 58: 6-9.
- 13) 関沢邦雄 (1979b) イネのツマグロヨコバイ抵抗性の品種間差異 (第2報) 成虫の品種選好性. 近畿中国農研 58: 10-13.
- 14) 関沢邦雄 (1980a) イネのツマグロヨコバイ抵抗性の簡易検定法 (第1報) 幼苗個体検定法. 近畿中国農研 59: 3-5.
- 15) 関沢邦雄 (1980b) イネのツマグロヨコバイ抵抗性の簡易検定法 (第2報) 幼苗集団検定法. 近畿中国農研 59: 6-8.
- 16) 杉本 渥 (1969) ツマグロヨコバイの大量飼育装置. 農業検査所報告 9: 19-24.

(2002年11月22日受領)
