

ツマグロヨコバイ抵抗性品種の密度抑制効果

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^{****} :

Effect of suppressing density for green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, on resistant rice varieties

ツマグロヨコバイ抵抗性品種を圃場で栽培し、ツマグロヨコバイ生息密度を経時的に調査した。感受性品種のトヨニシキ、キヌヒカリ、日本晴、レイホウ上ではツマグロヨコバイ生息密度は8月下旬から高まり、9月上中旬にピークに達した。一方、強抵抗性品種である水稲中間母本農5号、水稲中間母本農6号、関東PL6、中国105号、愛知80号上では生息密度は低く推移した。芽出し苗検定および葉検定で中程度の抵抗性を示した西海164号、西海182号上でも密度は低く推移したことから、野外では抗生作用だけでなく非選好性の働きによりツマグロヨコバイの増殖が阻害されると推察された。

Key words : ツマグロヨコバイ, イネ, 抵抗性品種, *Nephotettix cincticeps*, green rice leafhopper, rice resistance

緒言

ツマグロヨコバイ *Nephotettix cincticeps* Uhler は九州・四国・本州に分布するイネの重要害虫の一種である。本種は、イネ萎縮病、イネわい化病を引き起こすウイルスや、イネ黄萎病を引き起こすファイトプラズマ等の病原微生物の媒介虫として知られている^{2,19)}。また、北陸や東北地方では病原微生物の媒介による被害ではなく、水稲の出穂後に高密度になり茎葉や穂を吸汁して減収を引き起こす直接吸汁害が問題にされている²⁴⁾。本種を含む水稲害虫の防除は主として殺虫剤の使用に依存しているが、近年食品や環境に対する安全性が注目され農薬使用の削減が求められている。そこで農薬のみに依存した防除体系から、高精度な発生予察に基づいた防除法や耕種的・生態的防除法、生物的防除法を組み合わせる害虫の生息密度を経済的被害水準以下に制御する総合防除技術の確立が望まれている。抵抗性品種を利用した害虫管理技術は農薬の使用量を低減させるだけでなく、省力・低コストといった利点を持つ総合防除技術の有力な素材の一つである。本種に対する水稲の抵抗性は1960年代に外国稲品種の中から発見され⁵⁾、その後日本稲へ

の導入が試みられ中間母本や育成系統が育成されている^{7,13,14,17,18,20,26)}。

抵抗性品種の検定は主に室内検定によって行われ、ツマグロヨコバイに対する圃場レベルでの抵抗性については井上⁵⁾、永田・里見¹⁶⁾の報告があるものの、草型の大きく異なる抵抗性の外国稲と感受性の日本稲とを比較検討しており、日本稲のみで比較検討した例は少ない。井辺³⁾は九州で国内外の14品種・系統について経時的に圃場密度の調査を行い、抵抗性品種・系統上でツマグロヨコバイの生息密度が低いことを報告している。しかし、九州と北陸では水田後期のツマグロヨコバイ発生量が大きく異なり、地域差が認められている^{6,23,24)}。また、抵抗性品種に対する加害性が地方個体群によって異なるため^{22,27)}、北陸においても抵抗性の検討をほ場レベルで行う必要がある。そこで、国内で育成されたツマグロヨコバイ抵抗性品種、中間母本および育成系統を北陸研究センター圃場で栽培し、経時的にツマグロヨコバイの密度調査を行った。また、ツマグロヨコバイ抵抗性品種はイネの生育時期によって抗生作用が変動することが知られているため^{12,28)}、ほ場で栽培している抵抗性品種の抗生

農業・生物系特定産業技術研究機構中央農業総合研究センター北陸研究センター National Agricultural and Bio-oriented Research Organization, National Agricultural Research Center, Hokuriku Research Center, Inada, 1-2-1, Joetsu, Niigata 943-0193

*国際稲研究所 International Rice Research Institute, Genetics and Biochemistry Division, Plant Breeding, DAPO BOX 7777, Metro Manila, Philippines

**現在: 国際農林水産業研究センター Present address: Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8686

***農業・生物系特定産業技術研究機構九州沖縄農業研究センター National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, National Agriculture and Bio-oriented Research Organization, Department of Lowland Research, Izumi, Chikugo, 833-0041

****新潟県上越市稲田 Inada, Joetsu, Niigata 943-0154

作用の変動についても調査し、密度調査の結果と併せてツマグロヨコバイ密度抑制効果について検討したのでここに報告する。

本文に先立ち、原稿をご校閲いただいた中央農業総合研究センター樋口博也博士、研究の遂行にあたり有益なご助言をいただいた九州沖縄農業研究センター松村正哉博士、中央農業総合研究センター高橋明彦氏にお礼申し上げます。また、水稻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作物研究所稲育種研究室、東北農業研究センター水田病害虫研究室、愛知県農業総合研究所作物グループ、近畿中国四国農業研究センター稲育種研究室および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ます。

材料および方法

ツマグロヨコバイは1993年10月に北陸研究センター内の圃場で採集し、25℃、16時間明－8時間暗条件下で杉本²⁵⁾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。

供試品種とその抵抗性遺伝資源品種について第1表に示した。ツマグロヨコバイ抵抗性中間母本として水稻中間母本農5号（以下、中母農5号）²⁰⁾、水稻中間母本農6号（以下、中母農6号）¹³⁾、関東PL6¹⁴⁾、育成系統として西海164号⁴⁾、西海182号²⁹⁾、愛知80号¹⁷⁾、中国105号、対照品種としてトヨニシキ、キヌヒカリ、日本晴、レイホウを用いた。

1. 芽出し苗検定による抵抗性検定

ツマグロヨコバイ抵抗性品種の抵抗性程度を調査するため、芽出し苗検定¹⁾を行った。イネ芽出し苗1本（第2葉期）を水0.5mlの入った試験管（直径1.8cm、高さ18cm）に入れ、ふ化8時間以内のツマグロヨコバイ1齢幼虫5頭を放飼し、テトロンゴースで覆った脱脂綿で栓をした。1品種につき10本のイネ芽出し苗を用意した。供試苗は25℃、16時間明－8時間暗の日長条件下に置き、放飼4日後の2齢幼虫数を調査し、2齢到達率を求めた。

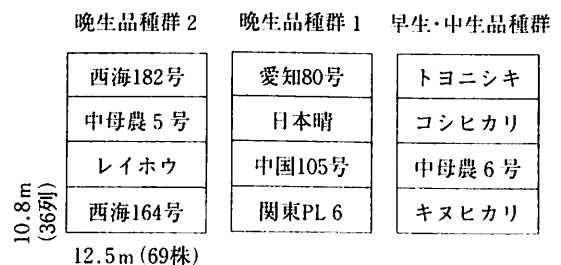
2. ツマグロヨコバイ抵抗性品種の抗生作用の変動

ツマグロヨコバイ抵抗性品種の持つ抗生作用がイネの生育時期によってどの程度変動するかを調べるため、1995年5月16日にイネを稚苗移植し、6月16日から9月17日まで原則として7日毎に葉検定¹⁾を行った。圃場

に栽培したイネの最上位下第1葉（n-1葉）の基部を15cm切り取り、水3mlを入れた試験管（直径1.8cm、高さ18cm）に入れ、ふ化8時間以内の1齢幼虫10頭を放飼し、25℃、16時間明－8時間暗の日長条件下に置き、4日後の2齢幼虫数を調査し2齢到達率を求めた。検定は1品種につき5枚のイネ葉について行った。なお、トヨニシキおよび中母農6号については9月以降イネ葉の劣化が著しかったため、9月1日を葉検定の最終日とした。

3. 圃場におけるツマグロヨコバイ密度調査

抵抗性品種のツマグロヨコバイ生息密度抑制効果を調べるために、1995年から1998年の4年間、北陸研究センター内圃場に抵抗性品種を栽培し、密度調査を行った。試験圃場は1枚あたり面積6.6aから6.9aの連続するほ場を3枚用いた。1区あたりの面積は1995年は10.8m×12.5m（36列×69株）、1996年から1998年は12m×12.5m（40列×69株）に設定し、早生・中生品種群（出穂期7月下旬～8月上旬）、晩生品種群1（出穂期8月中下旬）、晩生品種群2（出穂期8月下旬～9月上旬）の3つのブロックに分けてブロック内でランダム配置して栽培した（第1図）。反復は設けなかった。移植は5月中旬（5月13日から5月18日の間）に行い、イネ稚苗を30×18cm間隔で機械移植した。元肥は窒素成分で6kg/10a、穂肥は窒素成分で2kg/10aの2回散布、その他の栽培管理は慣行によったが、殺虫剤散布は全く行わなかった。ツマグロヨコバイ密度調査は、7月下旬から9月中旬まで原則として7日毎に24×18cmの粘着板を用いて行った。粘着板はプラスチック板に粘着スプレー（マルゼン化工製金竜スプレー）を塗布したものをを用いた。各区から1995年は6列、1996年から1998年は5列を任意に選び、各列20株についてイネの株元に粘着板を置き反対側からイネ株を1株あたり2回叩いて虫を払い落とし



第1図 試験区の配置図（1995年の例）

た。粘着板に付着したツマグロヨコバイ成幼虫数を計数し、20株当たりの平均虫数を求めた。レイホウは1995年および1996年の2ヶ年のみ調査を行った。

なお、調査を行った4ヶ年ともツマグロヨコバイが極少発生と予想されたため、飼育虫の放飼を行った。嘉藤・若松⁸⁾によると、北陸地域の第1世代幼虫出現最盛期は6月上中旬、第2世代幼虫出現最盛期は7月中旬であることから、実際の発生パターンにあわせて1995年7月24日、1996年6月21日、1997年6月24日、1998年6月23日に各区に中齢幼虫400頭を放飼し増殖を図った。

結 果

1. 芽出し苗検定による抵抗性検定

ツマグロヨコバイ抵抗性品種を芽出し苗検定で調査したところ、対照品種であるトヨニシキ、キヌヒカリ、日本晴、レイホウで2齢到達率が90.0%以上の値を示したのに対し、抵抗性品種では0~48.0%と2齢到達率が低かった(第1表)。また抵抗性品種間にも抵抗性の強弱が認められ、中母農5号、西海164号、西海182号は同じ抵抗性遺伝資源品種C203-1由来であるが、中母農5号は2齢到達率が0%と低かったのに対し、西海164号、西海182号はそれぞれ48.0%、32.0%の値を示した。

2. ツマグロヨコバイ抵抗性品種の抗生作用の変動

ツマグロヨコバイ抵抗性品種のイネの生育時期による抗生作用の変動を調査するため葉検定を行った。トヨニシキ、日本晴で2齢到達率が88.0~100%であったのに対し、抵抗性品種ではイネの生育時期によって2齢到達率が0%~100%の範囲で変動した(第2図)。変動パターンから、生育中後期に抗生作用の強い品種群(第2

図A)、生育後期に抗生作用の弱まる品種群(第2図B)、一時的に抗生作用がやや強くなるものの生育期間中抗生作用の弱い品種群(第2図C)の3つに分けた。対照品種のトヨニシキおよび日本晴は便宜上分けて示した。中国105号はイネ移植約1ヶ月後である6月16日で2齢到達率が62.0%であったが、その後徐々に低下し移植約2ヶ月後である7月14日に12.0%を示して以降、0%から28.0%で推移した。中母農5号および中母農6号は調査を行った6月16日から9月17日の間、2齢到達率が0~38.0%と低く推移し、生育期間を通して強い抗生作用を示していた。関東PL6および愛知80号は6月16日は2齢到達率がそれぞれ78.0%、70.0%であったが、その後低下し出穂前には10%以下を示した。また、出穂後は2齢到達率が高まり、9月17日には対照の日本晴と差がなかった。西海164号、西海182号は2齢到達率が出穂前後2週間と出穂約30~50日前に低くなるものの、52.0%から78.0%の値を示し、それ以外の生育期間では対照品種の2齢到達率と差がなかった。

3. 圃場におけるツマグロヨコバイ密度調査

対照品種では8月下旬より成幼虫数の密度が高まり、9月上中旬にピークを示した(第3図)。ツマグロヨコバイ発生量は品種の早晩性によって差が認められる^{8,23,24)}。このため出穂期の早晩によって品種群を分けて比較を行った。早生・中生品種群では、対照のトヨニシキ、キヌヒカリでツマグロヨコバイ生息密度が増加したが、中間母本農6号では4ヶ年のうちツマグロヨコバイが最高で1.2頭と発生がほとんど認められなかった。晩生品種群では日本晴で1997年のピーク時で85.0頭、その他の年は日本晴およびレイホウ上でツマグロヨコバイ密度がピーク時で10.2頭から27.6頭まで増加したが、関東PL6、愛知80号、中国105号、中母農5号、西海164号、西海182号ではほとんど発生が認められず、1997年の愛知80号の3.4頭が一番高い値であった。

第1表 供試品種の履歴および芽出し苗検定によるツマグロヨコバイ抵抗性検定結果

品 種 名	抵抗性遺伝資源品種	芽出し苗検定
		2 齢到達率 (%)
中母農5号	C203-1	0.0
中母農6号	Lepe dumai	4.0
関東PL6	Tadukan	20.0
中国105号	Pe-bi-hun	10.0
愛知80号	Rantaj-emas2	10.0
西海164号	C203-1	48.0
西海182号	中間母本農5号	32.0
トヨニシキ		92.0
キヌヒカリ		92.0
日本晴		94.0
レイホウ		90.0

考 察

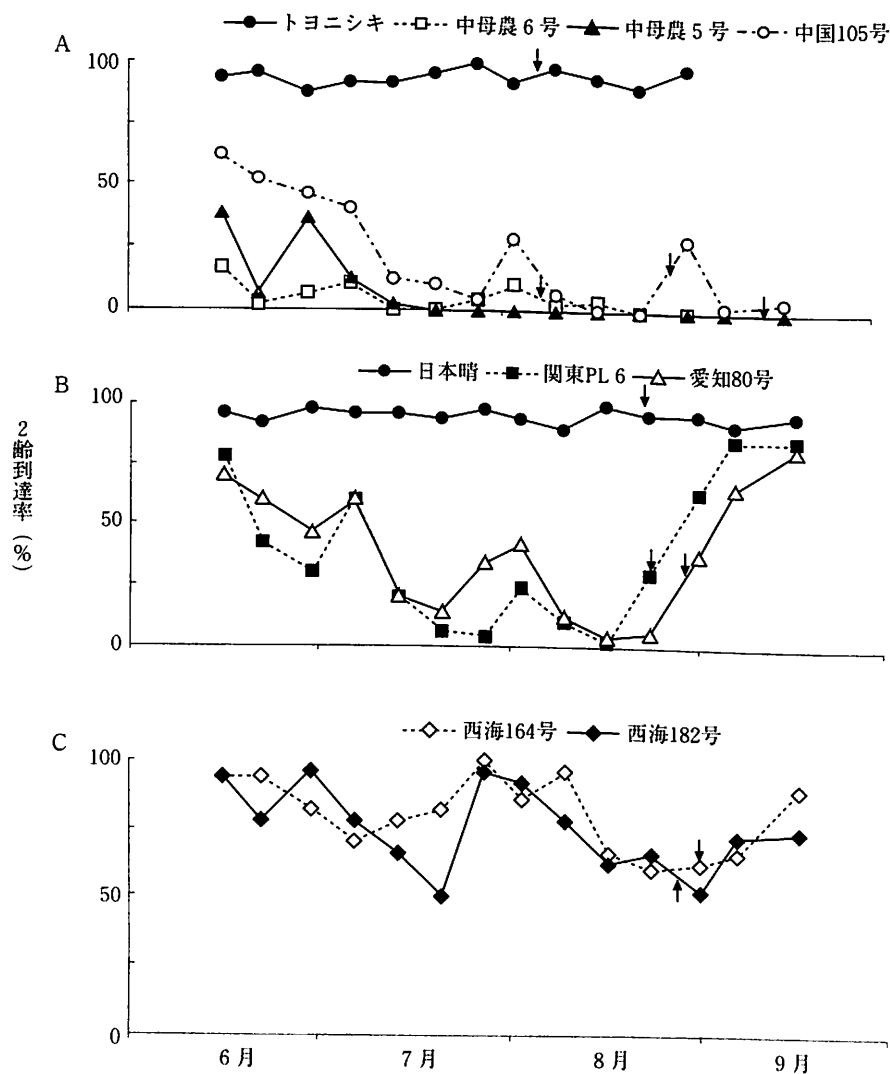
今回の密度調査から、芽出し苗検定および葉検定で強抵抗性を示した品種・系統だけでなく、中程度の抵抗性を示した品種・系統でもほ場においては顕著な密度抑制効果が認められた。九州におけるほ場での調査では、ツマグロヨコバイ生息密度が増加した抵抗性品種・系統が報告されており^{3,4)}北陸の結果とは異なった。これはイネの生育時期による抗生作用の変動が影響していると考

えられる。つまり、一般的な水稻の移植時期が北陸では5月上中旬であるのに対し、九州では6月であり、両地域でツマグロヨコバイ第2世代幼虫が発生する7月中旬は北陸では抵抗性品種の抗生作用が強まる時期と一致するのに対し（第2図）、九州では抗生作用の弱い生育時期であるからと推察される。また、九州のツマグロヨコバイ個体群には北陸とは異なった品種加害性を持つ個体が含まれ、抵抗性品種IR24や中母農2号で生存率が高いとの報告もあり^{22,27)}、北陸と九州との結果の違いに影響している可能性も考えられる。

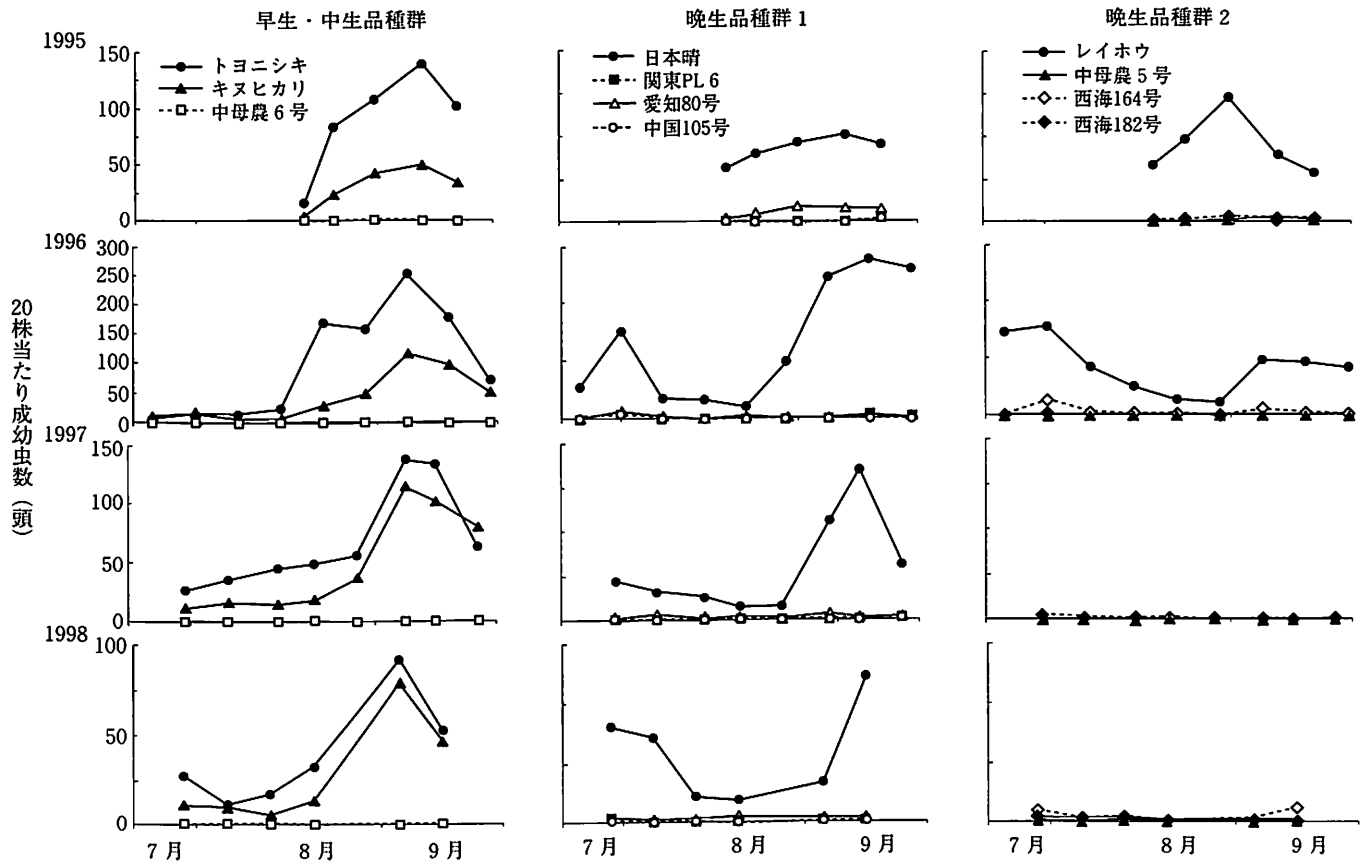
ツマグロヨコバイ抵抗性品種はツマグロヨコバイの篩管からの吸汁を阻害し、本種の発育・生存やイネへの定着を阻害する^{9,10,15,21)}。今回、芽出し苗検定および葉検定で中程度の抵抗性を示した西海164号、西海182号では、

ほ場においてツマグロヨコバイの発生がほとんど見られなかった。また、永田・里見¹⁶⁾は中程度の抵抗性を示す密陽40号でツマグロヨコバイ中齢幼虫の放飼試験をほ場で行い、放飼9日後に隣の区へ成虫の移出が認められたことを報告している。このことから、野外では虫の発育・増殖を抑制する抗生作用だけでなく、虫を回避させる非選好性が働いており、中程度の抵抗性品種上においてもツマグロヨコバイの増殖が阻害されたと考えられる。

関東PL6や愛知80号はイネの出穂後に対照の日本晴と同程度まで抗生作用が弱くなる。しかし、9月中旬までツマグロヨコバイの発生はほとんど認められなかった。また、西海164号や西海182号では他の抵抗性品種・系統と比べると抗生作用が強くなる時期が短いが、ほ場



第2図 イネの生育時期によるツマグロヨコバイ抵抗性品種の抗生作用の変動（1995）
注）トヨニシキ、中母農6号は9月1日の調査で終了。矢印は出穂期を示す。



第3図 抵抗性品種上におけるツマグロヨコバイの発生密度の推移
 注) レイホウは1995年, 1996年のみ。

ではツマグロヨコバイの密度を低く抑えていた。ツマグロヨコバイに対する抵抗性はイネの生育期間中の一時期に発現しただけで非選好性や増殖の阻害により、その後の発生量も低く抑える効果があると考えられる。

北陸では品種の早晩性によってツマグロヨコバイ発生量に差が認められ早生品種で発生が多い^{8,23,24)}。今回、早生のトヨニシキや中生のキヌヒカリで生息密度が多い傾向にあったのに対し、早生の中母農6号では発生がほとんど見られず、ツマグロヨコバイの発生が増加する早生品種でもツマグロヨコバイ抵抗性の密度抑制効果は高い。このことから、北陸地域ではツマグロヨコバイ抵抗性を早生・中生品種へ導入することで高い防除効果が得られると考えられる。

本試験ではツマグロヨコバイの発生量は1997年にやや増加したものの、4年間とも少発生であったことや、飼育虫を放飼した試験であったことから、自然発生条件下で多発生時における生息密度についてさらに検討する必要がある。また、出穂期や草丈・草型等ツマグロヨコバイの発生量や払い落とし効率に影響のでない同質遺伝子系

統を利用して、ツマグロヨコバイ抵抗性品種の持つ密度抑制効果について詳細に検討していく必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 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.
- 2) 平尾重太郎・里見紳生・岡田忠虎 (1974) ツマグロヨコバイによるイネわい化性症状の媒介について. 九病虫研会報 20: 128~139.
- 3) 井辺時雄 (1981) 粘着板による水稻品種のツマグロヨコバイ抵抗性は場検定法. 九病虫研会報 27: 78~80.
- 4) Imbe, T. (1987) Efficient screening of rice varieties for resistance to rice green leafhopper by estimating the insect population with sticky boards. JARQ 20: 237~241.
- 5) 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.
- 6) Ito, Y. and Johraku, T. (1983) Differences in population dynamics of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler (Hemiptera : Deltocephalidae) in two districts of Japan. Appl. Entomol. Zool. 17 : 337~349.
 - 7) 金田忠吉・横尾政雄・池橋 宏・小林 陽・池田良一・根本 博 (1985) ツマグロヨコバイ・萎縮病に抵抗性の水稲中間母本農2号の育成. 農研センター研報 5 : 81~91.
 - 8) 嘉藤省吾・若松俊弘 (1978) 富山県におけるツマグロヨコバイの発生経過. 北陸病虫研報 26 : 12~17.
 - 9) 河部 暹 (1979) ツマグロヨコバイの吸汁行動とイネの抵抗性. 植物防疫 33 : 193~199.
 - 10) 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.
 - 11) 岸野賢一・安藤幸夫 (1978) 水稲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.
 - 12) 岸野賢一・安藤幸夫 (1979) 水稲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.
 - 13) 岸野賢一・安藤幸夫・鈴木忠夫・河部 暹・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稲中間母本農6号の育成. 東北農試研報 76 : 1~11.
 - 14) 小林 陽・金田忠吉・池田良一・池橋 宏 (1980) イネのいしゅく病耐病性中間母本系統「関東PL6」について. 育雑 30(別2) : 102~103.
 - 15) 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.
 - 16) 永田 徹・里見純生 (1985) ツマグロヨコバイのほ場での増殖にみられるイネ品種間差異. 北陸病虫研報 33 : 65~68.
 - 17) 中込暉雄・滝本雅章・上林 譲 (1989) ツマグロヨコバイの薬剤感受性とイネ品種愛知80号の耐虫性. 愛知農総試研報 21 : 78~84.
 - 18) 中嶋泰則・杉浦直樹・坂 紀邦・加藤恭宏・遠山孝通・藤井 潔・工藤 悟・辻 孝子・井澤敏彦・朱宮昭男 (1998) ツマグロヨコバイ抵抗性を導入したコシヒカリ同質遺伝子系統の作出. 愛知農総試研報 30 : 57~61.
 - 19) 西 泰道・木村俊彦・前島 勇 (1975) イネわい化病の病原について. 日植病報 41 : 223~227.
 - 20) 小野敏忠・岡田正憲・渡辺進二・西山 壽・本村弘美・井辺時雄・志村英二・和佐野喜久夫・赤間芳洋 (1986) ツマグロヨコバイ・萎縮病抵抗性の「水稲中間母本農5号」について. 九農研 48 : 27.
 - 21) Oya, S. and Sato, A. (1981) Differences in feeding habits of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler (Hemiptera : Deltocephalidae), on resistant and susceptible rice varieties. Appl. Entomol. Zool. 16 : 451~457.
 - 22) Sato, A. and Sogawa, K. (1981) Biotypic Variations in the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler (Homoptera : Deltocephalidae), in relation to rice varieties. Appl. Entomol. Zool. 16 : 55~57.
 - 23) Satomi, H. (1993) Factors responsible for the difference in densities between southwestern and northern Japanese populations of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* (Uhler) (Hemiptera : Deltocephalidae), in their later generations. I. Effects of the heading time of rice varieties on the oviposition and propagation of the second generation. Appl. Entomol. Zool. 28 : 207~216.
 - 24) 里見純生 (1993) ツマグロヨコバイが西南日本より北日本で多発する要因. 植物防疫 47 : 391~395.
 - 25) 杉本 渥 (1969) ツマグロヨコバイの大量飼育装置. 農薬検査所報告 9 : 19~24.
 - 26) 朱宮昭男・工藤 悟・伊藤俊雄・藤井 潔・加藤恭宏・杉浦直樹・坂 紀邦・遠山孝通・釈 一郎・香村敏郎・小島 元 (1995) 水稲病害虫複合抵抗性系統「愛知97号」の育成. 育雑 45(別2) : 279.
 - 27) 寒川一成・佐藤昭夫 (1981) 稲品種に対する寄生性を異にするツマグロヨコバイ個体群. 応動昆 25 : 280~285.
 - 28) 武田光能・永田 徹 (1987) ツマグロヨコバイ抵抗性中間母本の抗生作用の時期別変動. 北日本病虫研報 38 : 103~106.
 - 29) Takita, T and Nishiyama, H. (1989) Selection of biotypes of green rice leafhopper and genetic analysis for the resistance in rice. Bull. Kyushu Agric. Expt. Stn. 25 : 251~259.

(2004年10月12日受領)