

## ツマグロヨコバイ抵抗性遺伝子*Grh2*を保有するイネ準同質遺伝子系統 における抵抗性の変動

平江 雅宏・田村 克徳\*・福田 善通\*\*

Masahiro HIRAE, Katsunori TAMURA\* and Yoshimichi FUKUTA :

Change in the rice resistance to green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* (Uhler),  
in near-isogenic line carrying *Grh2*

イネの部位によってツマグロヨコバイ抵抗性程度が異なるかどうかを検討するため、抵抗性遺伝子*Grh2*を保有するキヌヒカリの準同質遺伝子系統 (GRH2) を用いて、イネの部位別およびポット放飼試験によるイネ株全体の抵抗性検定を行った。イネの出穂後におけるGRH2の部位別の抵抗性は、葉身では上位3葉とも抵抗性は弱く、葉鞘では高かった。また、イネの生育時期による抵抗性の変動は、GRH2の葉鞘と葉身では異なるパターンを示し、葉鞘では葉身より早い時期に抵抗性が強まり、その後は高い抵抗性を維持していた。ポット放飼試験の結果は、葉鞘における抵抗性の変動パターンと概ね一致し、GRH2におけるイネ株全体の抵抗性の時期的な変動は葉鞘の変動パターンに近いと考えられた。

Key words : ツマグロヨコバイ, イネ, 抵抗性品種, 生育時期, *Nephotettix cincticeps*, green rice leafhopper, rice, resistant variety, growing stage

### 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を媒介する<sup>3,16)</sup>。また、北陸や東北地方では水稻の出穂後に本種が高密度となり、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となる<sup>5,13,20)</sup>。本種を含む水稻害虫の防除は主に殺虫剤の使用に依存しているが、近年は減農薬栽培が推進され、農薬以外の防除法が見直されつつある。その1つの手段として抵抗性品種の利用が考えられる。ツマグロヨコバイに対する水稻の抵抗性遺伝子は、1960年代に外国稲品種の中から発見され<sup>4)</sup>、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<sup>1,6,11,15,18)</sup>。抵抗性品種はツマグロヨコバイの師管からの吸汁を抑制し、本種の発育・

生存やイネへの定着を阻害する<sup>7,12,19)</sup>。抵抗性の程度は水稻の生育時期によって変動し、その変動程度はこれまで葉身を用いた抵抗性検定によって調べられてきた<sup>9,10,22)</sup>。しかし、野外における抵抗性品種の株全体の抵抗性程度が、葉身で示される抵抗性程度と同じかどうかについては明らかではない。そこで、ツマグロヨコバイ抵抗性準同質遺伝子系統を圃場で栽培し、イネの部位別およびイネ株全体の抵抗性程度を調査した。

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氏、研究の遂行にあたり有益なご助言をいただいた高橋明彦氏、飼育虫の管理に多大な協力をいただいた矢澤かずえ氏にお礼申し上げる。

### 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<sup>21)</sup>の方法によりイネ芽出し苗 (日本晴) によって累

農業・食品産業技術総合研究機構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, National Agriculture and Food Research Organization, Inada, Joetsu, Niigata, 943-0193

\*農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター Department of Lowland Research, National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, National Agriculture and Food Research Organization, Izumi, Chikugo, Fukuoka, 833-0041

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

代飼育している系統を用いた。

供試品種として、ツマグロヨコバイ抵抗性遺伝子 *Grh2* を保有するキヌヒカリの準同質遺伝子系統であるキヌヒカリ/中母農5号B<sub>4</sub>F<sub>4</sub>系統 (以下, GRH2), およびツマグロヨコバイ抵抗性遺伝子を持たないキヌヒカリを用いた。GRH2は, ツマグロヨコバイ抵抗性の水稻中間母本農5号<sup>18)</sup> を母本にして交配したF<sub>1</sub>に, キヌヒカリを反復親とした戻し交配を4回行い, 自殖を3回行った系統である<sup>2)</sup>。

1. イネの部位別の検定による抵抗性の変動

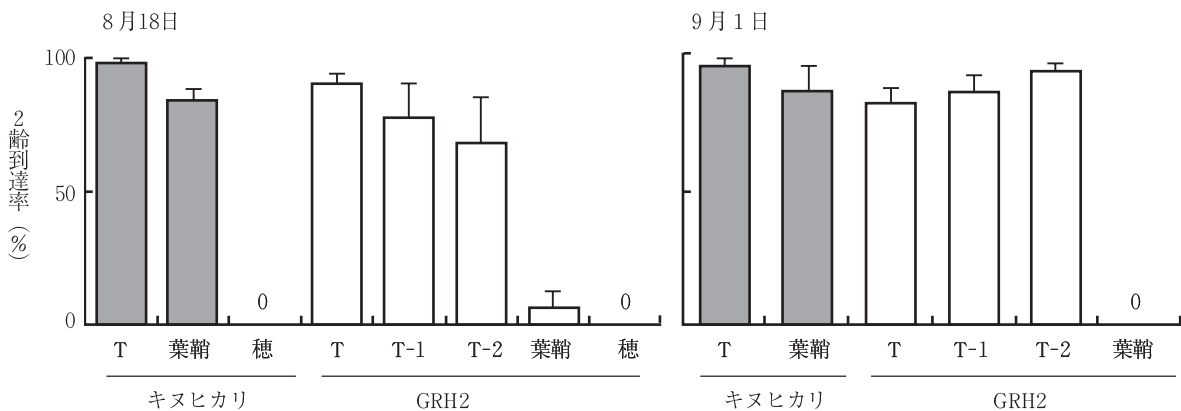
イネの部位別の抵抗性程度を明らかにするため, 葉身, 葉鞘, 穂についてツマグロヨコバイ抵抗性検定を行った。検定は葉検定<sup>9,10)</sup> に準じて行った。2006年5月17日に圃場に稚苗移植したイネから, 8月18日と9月1日に葉身, 葉鞘, 穂を採取した。葉身は止葉 (T), 止葉下第1葉 (T-1葉) および止葉下第2葉 (T-2葉) の基部を, 葉鞘は止葉の葉鞘を節から, 穂は穂首節からそれぞれ10cm切り取った。それぞれ水3mlを入れた試験管 (直径1.8cm, 高さ18cm) に入れ, ふ化8時間以内のツマグロヨコバイ1齢幼虫10頭を放飼し, テロンゴースで覆った脱脂綿で栓をした。試験管は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部位につき5反復を行った。なお, 穂については8月18日の調査で, GRH2, キヌヒカリともにツマグロヨコバイ1齢幼虫が2齢まで発育できなかつたため, 9月1日の調査からは

除外した。イネの収穫日はGRH2, キヌヒカリともに9月28日であった。

次に, 葉身および葉鞘におけるツマグロヨコバイ抵抗性程度がイネの生育時期によってどのように変動するかを調べるため, 経時的に抵抗性検定を行った。検定は2007年5月16日に圃場に移植したイネから, 最上位展開葉の葉身および葉鞘を採取し, 上記と同様の方法で6月上旬から9月上旬まで原則として7日間隔で行った。イネの収穫日は9月28日であった。

2. イネ株全体の抵抗性の変動

イネの生育時期によるイネ株全体の抵抗性の変動を調べるため, ポットに移植したイネを用いてツマグロヨコバイ放飼試験を行った。2007年5月18日に1株当たり5本のイネ稚苗を1/5000aのワグネルポットに移植し, 屋外に設置したプールで栽培した。施肥量は基肥として化学肥料を1ポット当たり窒素成分で0.2gを与え, 追肥は0.04gを最高分げつ期に1回, 幼穂形成期以降に2回の計3回行った。ツマグロヨコバイの放飼は, 5月23日, 6月21日, 7月25日, 9月2日に行った。ポットにリング支柱 (径17cm, 高さ120cm) を設置し, 外側をナイロン製の網 (山中産業製, ティーロード<sup>®</sup>) で覆い, ふ化8時間以内のツマグロヨコバイ1齢幼虫を10頭放飼した。試験は4ケージで行い, 合計40頭について飼育を行った。調査はケージ内の生存虫がいなくなるまで毎日行い, 成虫が羽化した場合にはケージから取りだし, 成虫数と羽化までの日数を数えた。



第1図 イネ部位別のツマグロヨコバイ抵抗性程度

注1) 2006年5月17日移植。  
 注2) 値は平均値±SE。  
 注3) T, T-1, T-2は葉身でそれぞれ止葉, 止葉下第1葉, 止葉下第2葉を示す。

## 結 果

### 1. イネの部位別の検定による抵抗性程度の変動

イネの部位別の抵抗性程度を第1図に示した。8月18日、9月1日ともにGRH2の葉身では止葉、止葉下第1葉、止葉下第2葉の2齢到達率は高く、抵抗性遺伝子を持たないキヌヒカリの止葉と同程度であった。葉鞘は8月18日、9月1日ともにキヌヒカリでは2齢到達率が高かったが、GRH2では低かった。穂ではGRH2、キヌヒカリともに2齢到達率が低かった。

葉身および葉鞘におけるツマグロヨコバイ抵抗性程度の生育時期による違いについて第2図に示した。キヌヒカリでは、葉身、葉鞘ともに2齢到達率が高く推移した。GRH2では、葉身は6月下旬から7月中旬にかけて2齢到達率が低下するが、葉鞘はそれよりも早く6月上旬から中旬にかけて低下した。その後も葉鞘における2齢到達率は低く推移し、8月上中旬から9月にかけて2齢到達率が高くなる葉身とは異なる変動パターンを示した。

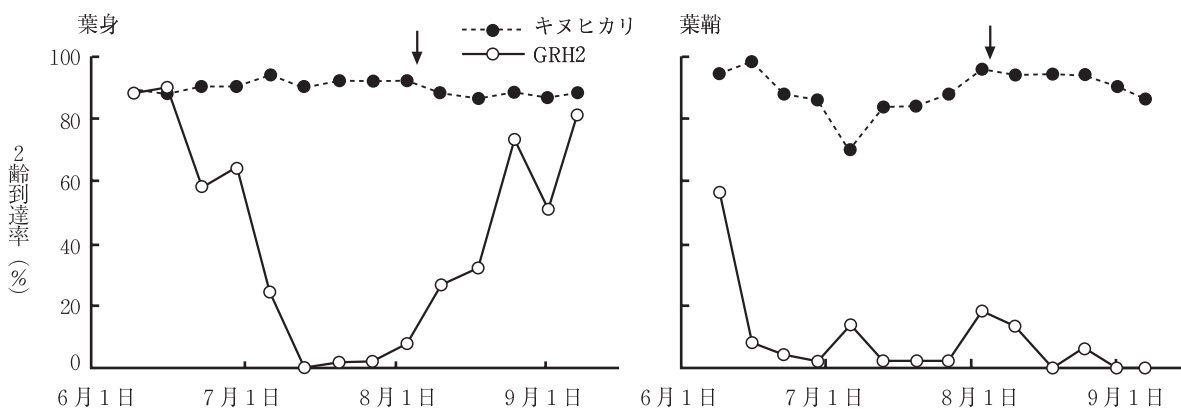
### 2. イネ株全体の抵抗性の変動

時期を変えて放飼を行ったツマグロヨコバイの羽化状況を第3図に示した。移植直後の5月23日に放飼したツマグロヨコバイはキヌヒカリで放飼27日後から羽化が認められ、最終的な累積羽化率は80.0%となった。一方、GRH2では羽化は放飼31日後から認められ累積羽化率は65.0%となった。また、GRH2では羽化は斉一ではなくキヌヒカリと比べて遅くなる傾向にあった。GRH2の葉

身および葉鞘でツマグロヨコバイ2齢到達率が20%以下を示した時期(第2図)である7月25日に放飼した試験では、キヌヒカリでは77.5%の累積羽化率だったがGRH2では羽化個体は認められなかった。GRH2の葉身でツマグロヨコバイ2齢到達率が60%以上、葉鞘で20%以下を示した時期(第2図)である6月21日および9月2日の試験では、キヌヒカリでは累積羽化率が82.5%以上であったが、GRH2ではそれぞれ0%、2.5%であった。

## 考 察

ツマグロヨコバイ抵抗性程度はイネの生育時期によって変動し、葉身を用いた調査では生育初期と出穂期前後に強くなることが知られている<sup>8,10,22)</sup>。しかし、ツマグロヨコバイ抵抗性品種を実際に野外で栽培すると、葉身で抵抗性が弱まるイネの出穂期以降においても本種の発生がほとんど認められなかったことが報告されている<sup>2)</sup>。岸野・安藤<sup>10)</sup>は、株全体の抵抗性についてもイネの生育時期によって変動すると報告したが、葉身で示される抵抗性と株全体の抵抗性との関連については不明であった。本研究では、ツマグロヨコバイ抵抗性遺伝子*Gm2*を持つ準同質遺伝子系統GRH2を用いて部位別に抵抗性検定を行った。その結果、上位3葉の葉身で抵抗性が弱まるイネの出穂後の8月中下旬において、葉鞘では抵抗性が高かった(第1図)。また、経時的な調査から、GRH2の葉鞘における抵抗性は葉身とは異なる変動パターンを示し、葉身と比べて早い時期である6月上旬から中旬に抵抗性が強まり、イネの出穂後も高い抵抗性を維持していた(第2図)。ポットへの放飼試験によっ



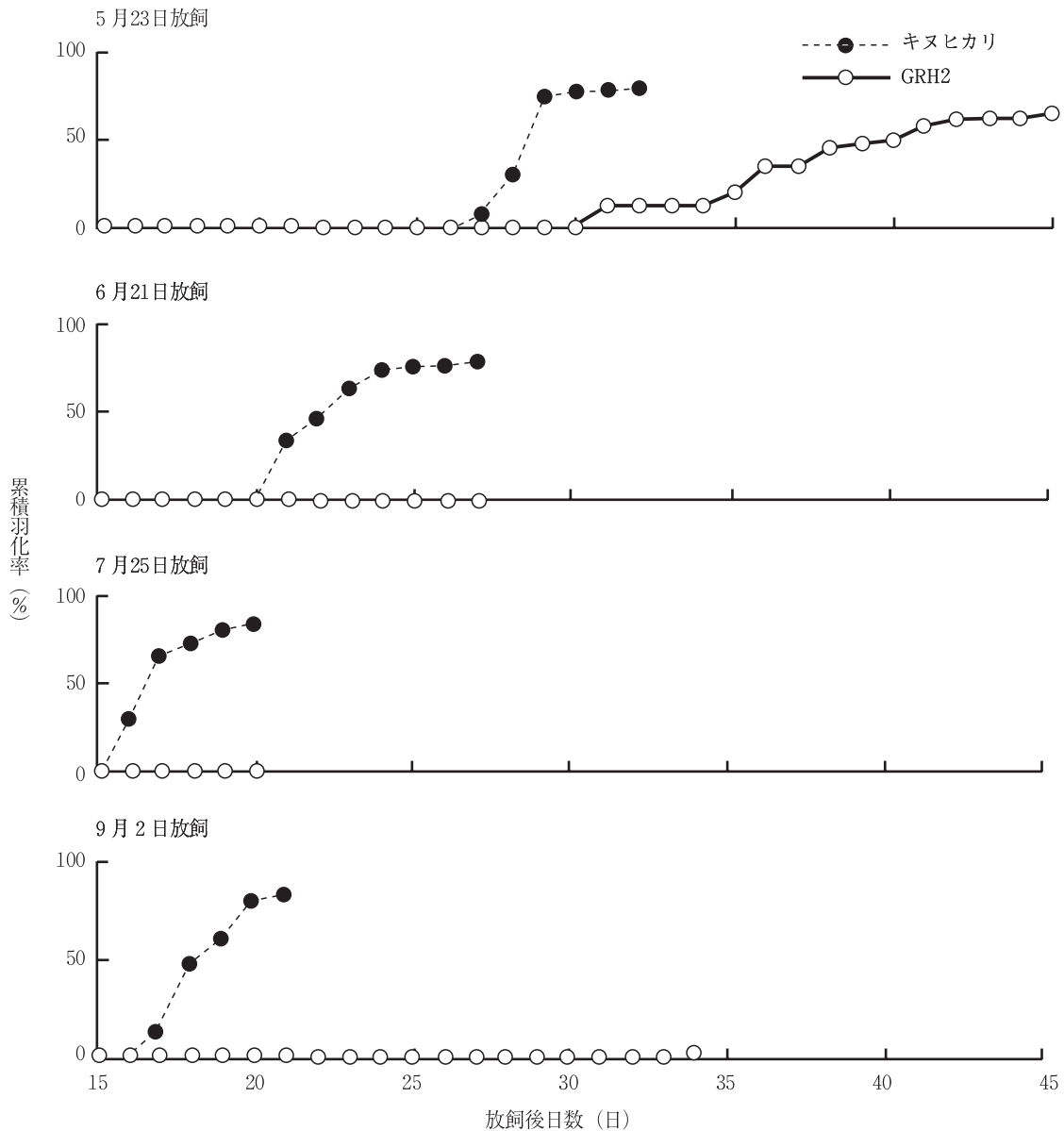
第2図 葉身および葉鞘を用いた検定法によるツマグロヨコバイ2齢到達率の変動

注1) 2007年5月16日移植。

2) 矢印は出穂期を示す。

てイネ株全体の抵抗性を調べたところ、5月23日に放飼した試験では、GRH2におけるツマグロヨコバイの累積羽化率はキヌヒカリよりやや低いものの65.0%となった(第3図)。しかし、幼虫の発育はキヌヒカリと比べて遅延したことから(第3図)、イネ株全体ではGRH2は抵抗性を弱いながら保持していると考えられる。また、6月21日、7月25日、9月2日に放飼した試験ではGRH2では成虫がほとんど認められず、強い抵抗性を示した(第3図)。これらポット放飼試験の結果は、6月上旬から9月まで抵抗性が強まる葉鞘における抵抗性の変動パターンと概ね一致することから、GRH2におけるイ

ネ株全体の抵抗性の変動は、葉身ではなく葉鞘の変動パターンに近いと考えられる。ツマグロヨコバイは株中下部の葉鞘下部に産卵し<sup>14)</sup>、若齢幼虫は比較的株元に近い下位の葉鞘に多く生息し吸汁加害する<sup>17)</sup>。このことから、葉鞘における抵抗性程度がツマグロヨコバイ若齢幼虫の生存・発育に影響し、イネ株全体の抵抗性に反映されているのではないかと考えられる。本試験ではツマグロヨコバイ抵抗性遺伝子*Grh2*を保有する系統のみを対象にした試験であり、他の抵抗性遺伝子を持つ系統の抵抗性の変動について今後さらに検討する必要がある。



第3図 ポット放飼試験におけるツマグロヨコバイ羽化状況  
注) 2007年5月18日移植。

## 引用文献

- 1) 藤井 潔・早野由里子・荒川 誠 (2005) イネ病害虫複合抵抗性品種の育成とその普及. 植物防疫 59 : 226~230.
- 2) 平江雅宏・田村克徳・福田善通 (2007) 水田におけるツマグロヨコバイ抵抗性準同質遺伝子系統の抵抗性. 応動昆 51 : 273~280.
- 3) 平尾重太郎・里見綽生・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.
- 4) 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.
- 5) 常楽武男 (1966) ツマグロヨコバイの発生と防除. 農業および園芸 41 : 1214~1218.
- 6) 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・萎縮病に抵抗性のある水稲中間母本農2号の育成. 農研センター研報 5 : 81~91.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) 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ある水稲中間母本農6号の育種. 東北農試研報 76 : 1~11.
- 12) 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.
- 13) 那波邦彦 (1979) ツマグロヨコバイの吸汁による被害の地域差. 植物防疫 33 : 200~203.
- 14) 那波邦彦 (1983) ツマグロヨコバイの吸汁害に関する研究. 第2報. 稲株におけるツマグロヨコバイの生息部位. 広島農試報告 46 : 13~20.
- 15) 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.
- 16) 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.
- 17) 大兼善三郎・滝田泰章 (1979) ツマグロヨコバイの生態と防除に関する研究. 第1報 水稲における吸汁部位. 栃木県農試研報 25 : 17~26.
- 18) 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.
- 19) 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. 北陸病害研報 28 : 23~29.
- 20) 里見綽生 (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.
- 21) 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.
- 22) 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.

(2008年11月17日受理)