

植	物	
防	疫	
講	座	

虫害編-6

ツマグロヨコバイの発生生態と防除

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 ひら え まさ ひろ
中央農業研究センター

はじめに

ツマグロヨコバイ *Nephotettix cincticeps* (Uhler) (カメムシ目：ヨコバイ科) (図-1) は、国内では東北以南で発生する。本種は、イネを吸汁加害し、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を媒介する害虫として知られる。また、北陸地方や東北地方では本種発生量の年次変動が大きく、イネの出穂前後から多発生した場合、茎葉や穂を吸汁したり、上位葉や穂に付着した排泄物にすす病が発生して黒く汚し、不稔や登熟不良、品質低下などの被害をもたらす (図-1)。本種の発生面積は近年減少傾向にあるものの、依然として全国的に発生が見られる (図-2)。イネ萎縮病、イネ黄萎病は 1960~70 年代に国内で多発生したが現在はほとんど発生が見られない (図-2)。

I ツマグロヨコバイの発生生態

1 形態・発育

ツマグロヨコバイ成虫の体長は、雌は 6 mm、雄は 4~5 mm である。翅は緑色で、雌の翅端はうすい褐色であるのに対し雄では黒色である。卵はバナナ型でイネの葉鞘内に数粒~十数粒ずつ並べて産卵される。温度 25℃、長日条件下において卵期間は 10~11 日、幼虫は 5 齢を経て雌は 18~19 日、雄は 17~18 日程度で成虫になる (奈須, 1963)。年間発生回数は地域によって異なり、南九州では 5~6 回、西日本では 4~5 回、関東では 4 回程度、東北では 2~3 回である。本種はイネ以外にもスズメノテッポウ、エノコログサ等多くのイネ科植物を寄主とする。幼虫休眠し、主に 4 齢幼虫が水田畦畔や雑草地等にあるイネ科植物で越冬する。越冬世代成虫は 3~5 月に出現し、早期水稻やイネ科雑草に飛来し産卵する。



図-1 ツマグロヨコバイ雌成虫 (上) とすす病の被害 (下)

2 近縁種

国内におけるツマグロヨコバイの近縁種としては、九州以南で見られるタイワンツマグロヨコバイ *N. virens* やクロスジツマグロヨコバイ *N. nigropictus* が知られる。タイワンツマグロヨコバイは熱帯アジアではイネツングロ病を引き起こすウイルスを媒介する重要害虫とされている。

3 休眠・越冬生態

ツマグロヨコバイの休眠は、日長条件が主動的役割をもち (奈須, 1958)、温度条件も関与している (KISIMOTO, 1959)。日長感受期は、眼点形成期の卵であり、幼虫ふ化前の 3 日間に短日になると休眠が誘起され、短日条件

Ecology and Management of Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps*. By Masahiro HIRAE

(キーワード：水稻害虫、ツマグロヨコバイ、発生生態、被害様式、管理法)

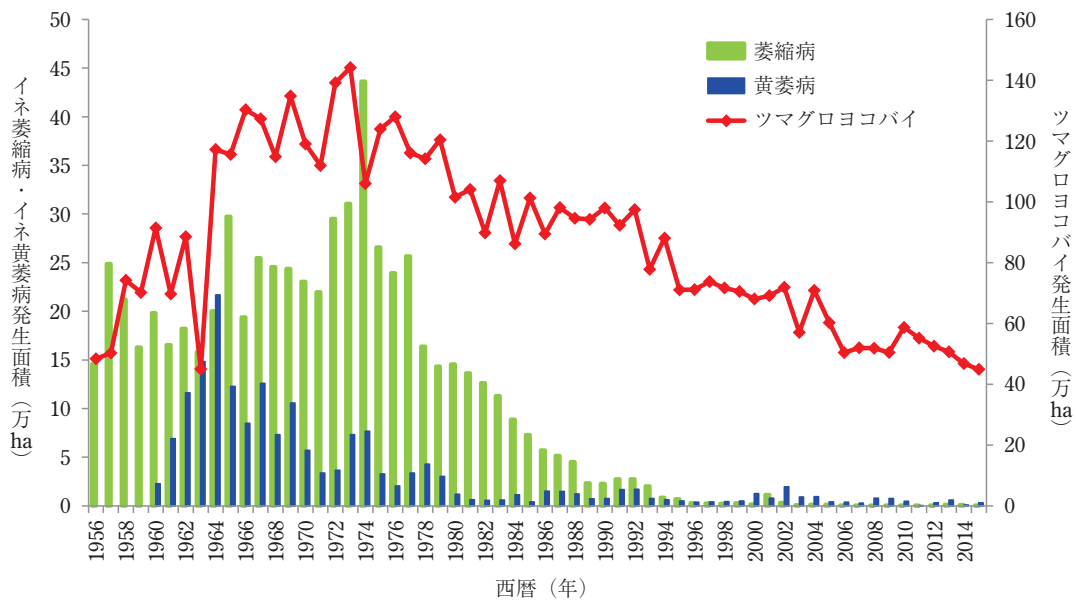


図-2 ツマグロヨコバイとイネ萎縮病, イネ黄萎病の発生面積
日本植物防疫協会資料より作図.

が継続することによって休眠が維持される (大矢, 1978)。休眠は幼虫期間の延長として現れ, 休眠幼虫は各齢の発育が遅延し, 特に4 齢期の延長が顕著に現れる (奈須, 1958)。休眠には地域性があり, 奄美大島産のツマグロヨコバイ個体群はほとんど休眠せず, 福井市産個体群と筑後市産個体群は休眠するが, 北方の福井産ではより長日条件で休眠が維持される (奈須, 1963)。新潟県上越市産個体群の休眠誘起の臨界日長は 12.5 時間であり, 野外では 9 月 1 日前後のふ化幼虫から休眠現象を示し, 10 月下旬までにふ化した幼虫が越冬可能とされる (大矢・鈴木, 1973; 大矢, 1975; 1978)。越冬時の休眠幼虫は, 呼吸量の減少など生理的活性が低下し, ある程度の低温耐性や絶食耐性を備える。冬期の低温や餌植物の有無等は越冬幼虫の死亡要因となり, 若齢幼虫ほどその影響が大きい。東北地域では冬期の気温が死亡要因として強く関与している (腰原, 1972)。北陸地域などの積雪地ではさらに冬期間の積雪量および積雪期間が死亡要因として働いており, 積雪期間が長くなると越冬虫の生存率が低下し, 多雪年はツマグロヨコバイの発生量が少ない (川瀬, 1958; Otake, 1966; 常楽・嘉藤, 1974 等)。

4 発生の地域的差異

ツマグロヨコバイでは発生密度がある程度高くなると, 個体間干渉による成虫の分散などによって世代間の増殖率が低下し密度調節が働く (久野, 1968; Kiritani et al., 1970; 法橋, 1972)。この密度調節が九州・四国などの西日本では増殖初期に現れるため, ピーク世代の密度の変化が少なく安定している。一方, 東北・北陸な

どの北日本では越冬後の初期密度が低いために個体間干渉がなく密度調節が働かないか, あるいは遅れて働くため密度安定化までには至らず, 高い増殖率のまま世代を経過し本田後期に急激に密度が上昇する場合がある (常楽ら, 1983; 城所, 2013 等)。

イネの品種・生育ステージと本種の増殖には密接な関係が見られる。本種はイネの出穂後に産卵数が著しく増加し (Satomi, 1993), 出穂期の早い早生品種ほど出穂期以降の密度が高まる (嘉藤・若松, 1979 a; 関口ら, 1979; 常楽ら, 1983 等)。東北・北陸地域では, 7 月下旬~8 月上旬に出穂する品種が多く栽培され, 西日本では 8 月下旬~9 月中旬に出穂する品種が多く栽培される (那波, 1979)。このため, 本種の第 2 世代成虫の発生時期が, 北日本では主な品種の出穂期後に当たるのに対し, 西日本では出穂期前であることが両地域においてピーク世代密度に違いが現れる主要因の一つと指摘されている (Satomi, 1993; Hirano and Fujii, 1995)。

II ツマグロヨコバイによる被害

1 イネに対する吸汁様式とその被害

ツマグロヨコバイのイネ株上における生息部位について, 若齢期の幼虫は主に株元の葉鞘に生息し, 発育が進むにつれて上部の葉身に移り吸汁加害する。また, 成虫はイネの出穂前は株全体に分布するが, 出穂後は止葉を中心とした上部に多く生息し, 主に葉身を吸汁加害し, 穂については枝梗・穂軸を加害するが籾への加害は少ないようである (大兼・滝田, 1979)。

ツマグロヨコバイによるイネの吸汁害については、加害時期・加害量、地域、イネ品種の早晩性、移植時期等の栽培条件や登熟期間中の気象条件等の様々な要因が関与している。本種によるイネの被害は、穂ばらみ期から出穂期ころの加害による収量への影響が大きい（田村，1957；山口・藤本，1969；大矢，1970；嘉藤・若松，1979 b 等）。また、本種の吸汁加害に対するイネの補償作用の大小から、東日本では低密度の加害による減収割合が高く、出穂期に株当たり成虫 10~20 頭で減収となることがある。一方、西日本の早生品種では株当たり成虫 20 頭が要防除密度となるが、中生や晩生品種では株当たり成虫約 100 頭までは減収しないと見積もられている（那波，1979；1991）。本種加害による減収程度は年次によって異なり、イネの登熟期間中に高温・多照など良好な登熟条件の場合の被害は小さくなる（斎藤ら，1980；成瀬・新田，1998）。

2 イネのウイルス病などの媒介

イネ萎縮病はイネ萎縮ウイルス（*Rice Dwarf Virus*, RDV）をツマグロヨコバイが媒介することによってイネが感染し引き起こされる。罹病イネからウイルスを獲得したツマグロヨコバイは、通常 12~25 日の潜伏期間を経て永続的に媒介するようになる。また、ウイルスは経卵伝染するため次世代以降も永続的にウイルスを媒介する。イネ萎縮病にイネが感染し発病すると、葉色が濃くなり、株全体が萎縮して分けつ数が多くなる。また、葉脈沿いに白色の斑点を生じる。イネの生育初期に感染すると萎縮が激しく出穂しないことがある。出穂しても稔実不良となり減収する。

イネ黄萎病の病原体はファイトプラズマであり、ツマグロヨコバイが罹病イネを吸汁後、一定の潜伏期間後に永続的に媒介されるが、経卵伝染はしない。前年秋に保毒したツマグロヨコバイ越冬幼虫が翌春羽化後に苗代や田植直後のイネを吸汁し感染させる。感染したイネ株は潜伏期間を経て株が萎縮し分けつが増加し、葉が黄化する。また、感染株では収穫後の再生稲（ひこばえ）が黄緑~黄白色に変色して萎縮する。

III ツマグロヨコバイの管理方法

1 薬剤などによる防除

イネ萎縮病、イネ黄萎病の防除対策としては、苗代期から本田初期の防除を行い、媒介虫であるツマグロヨコバイの密度を低減させて、保毒虫からイネへのウイルスの媒介や罹病イネからのウイルス獲得を未然に防ぐことが重要である。機械移植では育苗箱薬剤の使用が有効である。また、本種の越冬場所となる水田や畦畔を耕

起・除草して越冬幼虫の密度を下げる耕種的防除を組合せると効果的である。

吸汁害対策としての本種の防除適期はイネの出穂期から登熟前半期になる。本種の多発生による被害が予測される場合は散布剤による防除を行う。

本種の薬剤抵抗性については、1960 年ころから有機リン剤に対しツマグロヨコバイ個体群の薬剤感受性が低下する事例が報告され、その後使われ始めたカーバメート剤に対しても抵抗性を示す事例が次々と報告された（浜，1992）。薬剤防除を実施する際には、地域によって有効な薬剤が異なる可能性があるため、その地域の薬剤感受性の動向を把握し、適切な薬剤を選定する必要がある。

2 ツマグロヨコバイに対するイネの品種抵抗性

ツマグロヨコバイに対するイネの品種抵抗性については、1960 年代に外国稲品種の中から本種に抵抗性を示す品種が見いだされ（井上，1966）、抵抗性検定法の確立や抵抗性品種の検索、抵抗性機構の解明、抵抗性遺伝様式の解明とともに抵抗性遺伝子の日本稲への導入が進められた。抵抗性は単一の優性遺伝子、あるいは 2 または 3 対の優性補足遺伝子によって支配されており（岸野ら，1987 など）、分子マーカーを利用した解析によって現在までに *Grh1*~*Grh6* の 6 種類の抵抗性遺伝子の染色体上の位置が明らかにされ、これら遺伝子を導入した中間母本、育成系統が開発されている（表-1）。ツマグロヨコバイ抵抗性品種はイネ萎縮病にも抵抗性を示す（朱宮ら，1984 など）。近年はツマグロヨコバイ抵抗性だけでなく他の病害虫抵抗性を付与した複合病害虫抵抗性品種の‘彩のかがやき’、‘彩のきらびやか’（*Grh1* 保有）や‘大地の風’、‘ゆめまつり’（*Grh3* 保有）が育成されているほか、‘コシヒカリ’、‘キヌヒカリ’等の良食味品種に抵抗性を導入した同質遺伝子系統が開発されている（表-1）（中嶋ら，1998）。

抵抗性遺伝子を導入した系統は野外において極めて強い密度抑制効果を示す（図-3）（平江，2010 a）。ツマグロヨコバイ抵抗性はイネの生育ステージによって変動することが知られているが（岸野・安藤，1979）、抵抗性が弱くなるイネの出穂期以降もツマグロヨコバイ生息密度を低く抑えており、抵抗性品種の実用性は高いと考えられた。

ツマグロヨコバイはイネの篩管と導管の両方を吸汁する摂食習性をもつ。抵抗性品種では、イネ体からの篩管液吸汁が抑制されることでイネへの定着を阻害し、成虫の生存率や産卵率の低下、幼虫の致死や発育の遅延を引き起こす（河部，1979 など）。抵抗性イネから採取した篩管液に本種は吸汁阻害活性を示さないことから吸汁阻害

表-1 ツマグロヨコバイ抵抗性遺伝子と抵抗性品種・育成系統・中間母本

抵抗性遺伝子	遺伝子給源品種	中間母本	育成系統等	品種
<i>Grh1</i>	Pe-Bi-Hun	中母農 2号	中国 105号 北陸 IL5号	彩の夢 彩のかがやき 彩のきらびやか 夢十色
	IR 24			
<i>Grh2</i>	C-203-1		西海 164号 西海 182号	
<i>Grh3</i>	Rantai Emas 2		愛知 42号 愛知 80号 愛知 97号 北陸 IL6号	大地の風 ゆめまつり 彩のほほえみ
	Tadukan	関東 PL6		
<i>Grh2, Grh4</i>	C203-1 Lepe Dumai DV 85	中母農 5号 中母農 6号	西海 IL1号	
<i>Grh5</i>	<i>Oryza. rufipogon</i>			
<i>Grh6</i>	SML 17 <i>O. nivara</i>	関東 PL10		
<i>Grh1, Grh3</i>			西海 IL2号	(彩のきずな) ^{a)}

^{a)} 系譜から *Grh1* または *Grh3*, もしくは両方を保有すると考えられる (荒川ら, 2013).

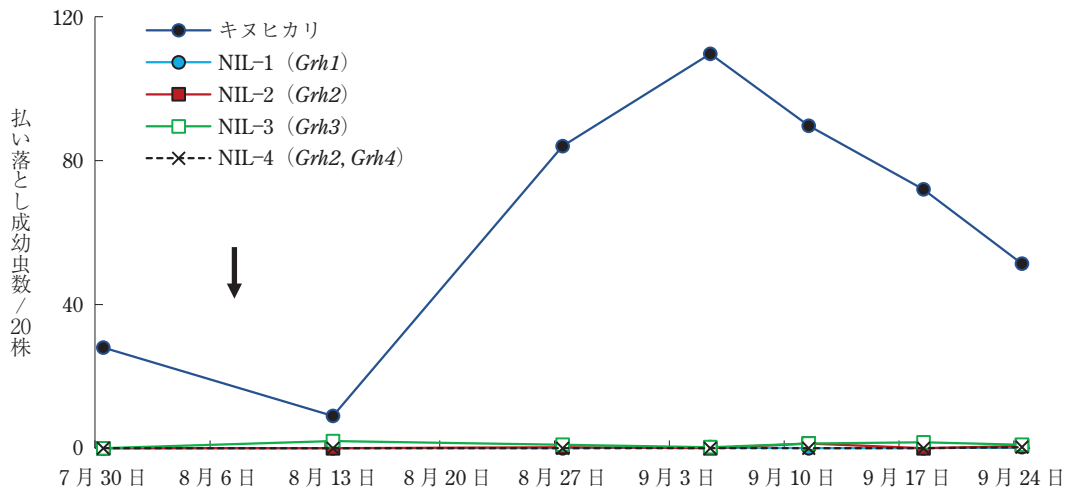


図-3 ツマグロヨコバイ抵抗性準同質遺伝子系統におけるツマグロヨコバイ生息密度の推移 (平江, 2010 a)
NIL-1~NIL-4は‘キヌヒカリ’の準同質遺伝子系統を示し、カッコ内は導入した遺伝子名を示す。
矢印は出穂期を示す。

物質の存在は考えられず、本種が篩管組織に口針を挿入することによって篩部特異的な抵抗性因子が誘導されて吸汁阻害を引き起こすと考えられている (服部, 2006)。

抵抗性品種を利用するうえでの大きな問題点として、抵抗性品種を加害する新しい虫の個体群 (バイオタイプ) が現れ、抵抗性が崩壊してしまうことがあげられる。ツマグロヨコバイについては、抵抗性品種の栽培によってバイオタイプが出現した例は現在までのところ報告されてない。しかし、実験室内で特定の抵抗性品種で累代選

抜することにより、それぞれ発育・増殖可能なツマグロヨコバイ選抜系統が得られており (表-2), バイオタイプ発生の可能性が示された (平江, 2010 b)。

抵抗性品種に対する加害性は地域個体群によって異なり、九州の個体群中には *Grh1* を持つ品種・系統を加害できる個体変異が存在する (SATO and SOGAWA, 1981; 寒川・佐藤, 1981)。筑後市個体群中には *Grh1* だけでなく *Grh2* を加害できる個体変異が存在していると考えられるため (平江, 2010 b), 本地域で *Grh1* あるいは *Grh2*

表-2 ツマグロヨコバイのバイオタイプの抵抗性品種に対する反応^{a)}

品種	抵抗性遺伝子	無選抜系統 ^{b)}		選抜系統 ^{b)}					
		日本晴	Biotype 1			Biotype 2		Biotype 3	
			IR 24	中国 105 号	西海 164 号	西海 182 号	関東 PL 6	愛知 80 号	
日本晴	抵抗性遺伝子なし	S	S	S	S	S	S	S	
IR 24	<i>Grh1</i>	R	S	S	R	R	R	R	
中母農 2 号	<i>Grh1</i>	R	S	S	R	R	R	R	
中国 105 号	<i>Grh1</i>	R	S	S	R	R	R	R	
Pe-bi-hun	<i>Grh1</i> など	R	R	R	R	R	R	R	
西海 164 号	<i>Grh2</i>	R	R	R	S	S	R	R	
西海 182 号	<i>Grh2</i>	R	R	R	S	S	R	R	
中母農 5 号	<i>Grh2, Grh4</i>	R	R	R	R	R	R	R	
中母農 6 号	<i>Grh2, Grh4</i>	R	R	R	R	R	R	R	
関東 PL 6	<i>Grh3</i>	R	R	R	R	R	S	S	
愛知 80 号	<i>Grh3</i>	R	R	R	R	R	S	S	

^{a)} S: 加害性が高い, R: 加害性が低い (平江, 2010 b を改変).

^{b)} それぞれの品種上で累代飼育した系統.

を保有する抵抗性品種を栽培する際には加害個体の割合が増加しないよう, 安定的な抵抗性品種利用方策が求められる。

おわりに

ツマグロヨコバイは, 我が国の水稻栽培ではウンカ・ヨコバイ類との総称で重要害虫の 1 種として扱われ, 古くから多くの研究・調査が行われてきた。その研究蓄積は膨大であり, ウイルス, 共生細菌, 捕食性あるいは寄生性天敵との相互作用や腹部振動による雌雄間の交信等, 本稿では紹介できなかったトピックも多く残される。本種は過去にイネの害虫ニカメイガの防除に使用されていた殺虫剤 BHC の多用による天敵クモ類の密度減少などの影響から異常発生した経緯も知られる (桐谷, 2004)。化学合成農薬による防除は今後も害虫管理の有効な手段として位置づけられると考えられるが, 過去の教訓を活かし, 水田生態系の調和を図りつつ, 持続的農業の発展に貢献できる技術開発を進めていく必要がある。

引用文献

1) 荒川 誠ら (2013): 埼玉農総試研報 12: 1~9.
 2) 浜 弘司 (1992): 害虫はなぜ農薬に強くなるか—薬剤抵抗性のしくみと害虫管理, 農山漁村文化協会, 東京, 189 pp.
 3) 服部 誠 (2006): 農業技術 61: 153~157.
 4) 平江雅宏 (2010 a): 植物防疫 64: 530~535.
 5) ——— (2010 b): 中央農研研究報告 15: 51~93.
 6) HIRANO, K. and K. FUJII (1995): Res. Popl. Ecol. 37: 259~267.
 7) 法橋信彦 (1972): 九州農試報告 16: 283~382.

8) 井上 齊 (1966): 応動昆中国支部報 8: 17~19.
 9) 常楽武男・嘉藤省吾 (1974): 北陸病虫研報 22: 30~31.
 10) ———ら (1983): 応動昆 27: 146~151.
 11) 嘉藤省吾・若松俊弘 (1979 a): 北陸病虫研報 26: 12~17.
 12) ——— (1979 b): 同上 26: 18~21.
 13) 河部 暹 (1979): 植物防疫 33: 193~199.
 14) 川瀬英爾 (1958): 同上 12: 401~404.
 15) 城所 隆 (2013): 宮城古川農試報 11: 93~114.
 16) 桐谷圭治 (2004): 「ただの虫」を無視しない農業—生物多様性管理, 築地書館, 東京, 192 pp.
 17) KIRITANI, K. et al. (1970): Res. Popul. Ecol. 12: 137~153.
 18) 岸野賢一・安藤幸夫 (1979): 応動昆 23: 129~133.
 19) ———ら (1987): 東北農試研報 76: 1~11.
 20) KISIMOTO, R. (1959): Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 3: 49~55.
 21) 腰原達雄 (1972): 北日本病虫研報 23: 71~77.
 22) 久野英二 (1968): 九州農試彙報 14: 131~246.
 23) 那波邦彦 (1979): 植物防疫 33: 200~203.
 24) ——— (1991): 広島農試報 54: 1~12.
 25) 中嶋泰則ら (1998): 愛知農総試研報 30: 57~61.
 26) 成瀬博行・新田 朗 (1998): 富山農技セ研報 18: 27~43.
 27) 奈須壮兆 (1958): 植物防疫 12: 387~404.
 28) ——— (1963): 九州農試彙報 8: 153~349.
 29) 大兼善三郎・滝田泰章 (1979): 栃木農試研報 25: 17~26.
 30) OTAKE, A. (1966): Res. Popul. Ecol. 8: 62~68.
 31) 大矢剛毅 (1970): 北日本病虫研報 21: 76 (講要).
 32) 大矢慎吾 (1975): 北陸病虫研報 23: 37~41.
 33) ——— (1978): 応動昆 22: 108~114.
 34) ———・鈴木忠夫 (1973): 北陸病虫研報 21: 61~64.
 35) 斎藤浩一ら (1980): 栃木農試研報 26: 65~70.
 36) SATO, A. and K. SOGAWA (1981): Appl. Entomol. Zool. 16: 55~57.
 37) SATOMI, H. (1993): ibid. 28: 207~216.
 38) 関口 亘ら (1979): 北陸病虫研報 27: 23~27.
 39) 朱宮昭男ら (1984): 愛知農総試研報 16: 1~14.
 40) 寒川一成・佐藤昭夫 (1981): 応動昆 25: 280~285.
 41) 田村市太郎 (1957): 植物防疫 11: 79~82.
 42) 山口福男・藤本 清 (1969): 兵庫農試研報 17: 41~43.