

ツマグロヨコバイの吸汁害に関する研究

第5報 直接吸汁害の解析と要防除のめやす

那波 邦彦

キーワード：ツマグロヨコバイ，被害解析，被害許容密度，生息密度，薬剤防除

近年、高栄養志向の食生活や貿易自由化の圧力などの社会経済的条件の変化に伴い、安定多収から良質差別化へと農産物の生産目標が変わりつつあるが、収益と投入資源エネルギー及び環境保全コストの相互関係をも最適化することも要請されている。したがって、農業生態系の調和的制御を目的とした「総合防除」もしくは「総合的害生物管理 (IPM)」の重要性はますます高まっている。この考え方の基本は、作物の被害が経済的に許容し得る水準—被害許容密度—以下に病害虫などの害生物の発生量の変動を抑えることにある。

ツマグロヨコバイ、*Nephotettix cincticeps* UHLER, はセジロウカ、トビロウカなどのウカ類とともに稲作生産を阻害する重要害虫である。西日本におけるツマグロヨコバイの発生は1950年代後半から増加し、現在に至るまで毎年ほぼ恒常的に発生している。本田後期における吸汁による被害—直接吸汁害—の発現程度は北日本と西日本とでは顕著な地域差があり^{16,17)}、被害許容密度も異なるとされるが、その理由は明確にはされていない。本報告では、広島県での栽培品種を対象とした直接吸汁害の被害許容密度を明らかにし、県内における発生経過と生息密度のレベルの考察から防除の要否と薬剤防除のありかたについて論考した。

材料と方法

1. 直接吸汁害の解析

1) 放飼試験

農業試験場(東広島市八本松町原)において、1974年6月11日に中生新千本を1/5000aポットに1株2本/ポットを移植し、8月12~23日(穂孕期)及び9月11~21日(乳熟期)に100, 200, 400, 600, 800頭(株当たり、

以下同じ)の雌成虫を放飼した。1978年5月30日にアキヒカリ及び中生新千本を1/2000aポットに1株2本/ポットを移植し、アキヒカリに対しては7月28日~8月3日(出穂期)及び8月14~21日(乳熟期)に、中生新千本に対しては8月22~29日(出穂期)及び9月6~13日(乳熟期)に、各々20, 40, 80頭の雌成虫を放飼した。

また、県北部の山県郡大朝町(農業試験場高冷地支場)において、1981年5月17日にアキヒカリ及びミネシキを1/5000aポットに1株1本/ポットを移植し、アキヒカリに対しては8月4~19日(出穂~穂揃期)に、ミネシキに対しては8月26日~9月9日に各々20, 40, 80頭の成虫(性比1:1)を放飼した。

供試したイネの肥培管理は複合肥料(N:P₂O₅:K₂O=14:10:17)を基肥とし、NK化成(N:P₂O₅:K₂O=17:0:17)を追肥として広島県水稲栽培基準に従って施用した。ツマグロヨコバイの放飼直前あるいは放飼終了後は、寒冷紗などで隔離栽培した。上位3葉以外の葉は切除し、穂数も所定数に揃えたイネに、1mmメッシュのクレモナビニロン®寒冷紗製円筒(高さ135cm, 直径25cm)を被覆したケージ(以下、ポットケージと略記)に、圃場から採集した成虫を放飼(1区3~5連制)し、対照として無放飼区を設定した。病害虫防除は一切実施しなかった。イネの成熟期に刈り取り、天日乾燥した後に1,000粒当たり粒重を調査した。

2) 圃場試験

農業試験場(東広島市八本松町原)において、1975年と1976年の5月27日に中生新千本(面積8a)を機械移植した。また、県北部の比婆郡西城町において、1981年5月5日にアキヒカリ、5月16日にミネシキ(面積各6a)を、1982年5月6日にアキヒカリ及びホウレイ(面積各6a)を隣りあった圃場に各々機械移植した。肥培管理は広島県栽培基準に従って実施した。殺虫剤散布の時期及び回数により、ツマグロヨコバイの発生密度

注) 本報告の一部は日本応用動物昆虫学会第28回大会(宇都宮市)で発表した。

を2ないし3水準に区分して設定した。使用した殺虫剤名、散布時期及び散布量はTable 4～7に注記した。紋枯病およびいもち病に対する病害防除は適宜実施した。1区2～4aの2ないし3連制とした。

出穂7～10日前から出穂3～4週間後まで、約1週間毎に、各調査圃場内の3～6カ所/区で捕虫網（口径30cm）を用いて5回振りの掬い取り法、1カ所10株の計30～60株について見取り払い落とし法あるいは袋かけ法¹⁸⁾のうちいずれかの方法を実施し、ツマグロヨコバイ成虫及び幼虫の個体数を調査した。成熟期に1区3～4カ所（1カ所25～30株）で計90～100株を刈り取り、天日乾燥した後に精玄米重及び粒厚分布割合を調査した。なお、比婆郡西城町の1982年試験においては、出穂以降約7日毎に穂を採取して1,000粒当たり粒重を測定した。

2. 本田後期の発生傾向の解析

1) ツマグロヨコバイの季節的発生消長

農業試験場の病害虫発生動態解析圃場（旧称予察田、面積14a）において、1974年から1990年まではほぼ半旬毎に25～100株について、見取り払い落とし法を実施して得られた株当たりのツマグロヨコバイ虫数に、積算温度法則 $D = d(t - a)$ （ d ：平均気温 t ℃における発育所要日数、 D ：発育臨界温度 a ℃以上の発育所要積算温度）に基づいた久野の手法¹⁴⁾を適用し、各世代の平均生息密度を定量化した。品種は中生新千本、移植期は毎年5月25日前後、出穂期は8月20日から30日までの間、成熟期は10月上旬であった。広島県水稲栽培基準に従って肥培管理を行い病害虫防除は一切実施しなかった。

世代の平均生息密度の定量化に用いたパラメータのうち、発育臨界温度及び産卵前期間は久野¹⁴⁾と同様とし各々12℃、100日度とした。イネ芽出し苗を入れた外径16mm、長さ150mmの試験管内での個体飼育（百葉箱内）の結果から、卵108日度及び幼虫47日度が得られたので、1世代の発育有効積算温量は355日度とした。有効積算温量は1月1日から起算し、算出のための気温は農業試験場内での観測値を使用した。有効積算温量の計算式は法橋の手法¹⁾によった。世代の呼び方は本田侵入個体群を第0世代とし、以後第1、第2世代とした。見取り払い落とし法による個体数の推定は、出穂期以降は精度が低下する¹⁸⁾ので、第3世代については計算しなかった。

2) 県北部における本田後期の生息状況

1980年7～8月に比婆郡及び庄原市11地区、山県郡4地区計15地区、1981年7～8月に比婆郡及び庄原市13地区、山県郡14地区計27地区において、1地区当たり2～9圃場で捕虫網60回振りを実施し、イネの穂孕期～黄熟

期のツマグロヨコバイの生息密度を調査した。概ねの標高別の地区名は、700m：東城町持丸、500m：高野町新市及び下門田、東城町小奴可、比和町福田、450m：比和町比和谷及び永原、豊平町西宗及び志路原、大朝町筏津、400m：東城町川鳥、比和町元常、大朝町境、350：口和町竹地谷、豊平町吉木及び今吉田、300m：西城町八鳥、東城町戸宇、口和町湯来、庄原市本村である。

結 果

1. 直接吸汁害の解析

1) 放飼試験

ポットケージに放飼したツマグロヨコバイ成虫の加害による収量（1,000粒当たりの粒重で示す）への影響の程度をTable 1～3に示した。以下、放飼密度は株当たりで表した。

中生新千本に100頭から800頭までの5水準の密度で放飼すると、収量への悪影響は100頭放飼では認められなかった。しかし、放飼密度が200頭を超えると、穂孕期放飼では悪影響は認められなかったが、乳熟期放飼では収量が6～9%減少した（Table 1）。80頭までの加害の影響を検討した放飼試験では、東広島市及び大朝町の両試験とも20、40、80頭放飼区のいずれにおいても収量への悪影響は認められなかった。

一方、アキヒカリでは出穂期放飼において20～80頭で3～13%の減収が認められた。乳熟期放飼においては20頭および40頭では減収しなかったが、80頭では4%の減収と9.4%の不稔率が認められた（Table 2, 3）。

2) 圃場試験

圃場条件でのツマグロヨコバイの加害によるイネ収量（精玄米重で示す）への影響の程度をTable 4～7に示した。なお、セジロウソウなどのウンカ類やコブノメイガなどの害虫の発生を各試験圃場で認めたが、いずれの年も少発生であった。ツマグロヨコバイの生息密度は捕虫網5回振り当たり、あるいは株当たり虫数で表わした。株当たり虫数は掬い取り法の個体数推定効率：22%¹⁸⁾、1回振りの掬い取り面積：1.33m²、栽植密度：22株/m²として、捕虫網5回振り当たり虫数から換算した。

東広島市において中生新千本を供試した試験では、出穂後約2週間（出穂期～乳熟期）の生息密度は、1975年は最高351頭/5回振り（10.5頭/株）、1976年は最高991頭/5回振り（29.3頭/株）を記録したが、両年とも密度の高低にかかわらず収量には差が認められなかった（Table 4, 5）。

Table 1. Effect of feeding of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, on rice yield of caged plants (medium-maturing variety^{a)}) at Higashi-hiroshima.

Number of infesting female adults	1000-grain-weights(g) at infested rice growth stages	
	Booting ^{b)}	Milk-ripe ^{c)}
0(control)	21.7	24.2(100)
100	20.8	23.7
200	20.5	22.8(94)*
400	22.0	23.4(97)*
600	20.9	21.9(91)*
800	20.7	22.8(94)*

a) Rice variety: Nakateshinsenbon (heading date: Aug. 30).

b) Infested periods: Aug. 12~23.

c) Infested periods: Sept. 11~21.

* : Significant at the 5% level to control plots.

Table 2. Effect of feeding of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, on rice yield of caged plants (early- and medium-maturing variety) at Higashi-hiroshima.

Number of infesting female adults	1000-grain-weights(g) at infested rice growth stages			
	Early-maturing variety ^{a)}		Medium-maturing variety ^{b)}	
	Heading ^{c)}	Milk-ripe ^{d)}	Heading ^{e)}	Milk-ripe ^{f)}
0(control)	25.6(100)	24.1(100)	25.2	25.8
20	24.7(96)*	24.4	—	25.9
40	20.5(97)*	24.3	25.0	26.8
80	22.0(96)*	23.1(96)*	25.0	25.9

a) Rice variety: Akihikari (heading date: July 27).

b) Rice variety: Nakateshinsenbon (heading date: Aug. 20).

c) Infested periods: July 28~Aug. 3.

d) Infested periods: Aug. 14~21.

e) Infested periods: Aug. 22~29.

f) Infested periods: Sept. 6~13.

* : Significant at the 5% level to control plots.

Table 3. Effect of feeding of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, on rice yield of caged plants (early^{a)}-and medium^{b)}-maturing variety) at Oasa.

Number of infesting adults (sex ratio 1:1)	Early-maturing variety ^{c)}		Medium-maturing variety ^{d)}	
	1000-grain-weight(g)	Sterility(%)	1000-grain-weight(g)	Sterility(%)
0(control)	24.5(100)	2.8	20.5	7.6
20	22.5(92)*	5.6	20.7	8.2
40	22.3(91)*	6.4	20.5	7.0
80	21.2(87)*	9.4*	20.1	6.1

a) Rice variety: Akihikari (heading date: Aug 1).

b) Rice variety: Nakateshinsenbon (heading date: Aug. 23).

c) Infested periods: Aug. 4~19.

d) Infested periods: Aug. 26~Sept. 9.

* : Significant at the 5% level to control plots.

Table 4. Rice yield of the medium-maturing variety^{a)} infested with 3 population levels of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, in a paddy field at Higashi-hiroshima.

Population density of leafhopper	Treatment	-6DH ^{b)}			0 DH			9 DH			21DH			Rice grain yield per 100 plants
		A ^{e)}	N ^{e)}	T ^{e)}	A	N	T	A	N	T	A	N	T	
HIGH	Insecticide 1 application ^{d)}	35	20	55	128	223	351	119	174	293	70	150	220	1960g
MEDIUM	Untreated control	41	6	47	142	44	186	107	75	182	61	194	255	2073g
LOW	Insecticide 2 application ^{e)}	37	15	52	116	220	336	56	12	68	38	121	159	1990g
l.s.d (q=0.05)													n. s.	

a) Rice variety: Nakateshinsenbon.

b) Days after heading (heading date: Aug. 20).

c) A: adults, N: nymphs, T: total number of individuals. Each number are shown 5 strokes by sweeping.

d) Diazinon + Kitazin P.D. 30kg/ha on July 17.

e) Diazinon + Kitazin P.G. 30kg/ha on July 17 and Diazinon D. 40kg/ha on Aug. 20.

Table 5. Rice yield of the medium-maturing variety^{a)} infested with 3 population levels of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, in a paddy field at Higashi-hiroshima.

Population density of leafhopper	Treatment	0DH ^{b)}			8DH			11DH			15DH			24DH			Rice grain yield per 100 plants
		A ^{e)}	N ^{e)}	T ^{e)}	A	N	T	A	N	T	A	N	T	A	N	T	
HIGH	Untreated control	38	58	96	263	470	733	286	466	752	489	502	991	378	548	926	2080g
MEDIUM	Insecticide 1 application ^{d)}	26	25	51	175	249	424	212	272	484	467	294	761	32	300	332	2073g
LOW	Insecticide 3 application ^{e)}	21	45	66	17	21	38	6	6	12	29	2	31	39	14	53	2258g
l.s.d(q=0.05)																n. s.	

a) Rice variety: Nakateshinsenbon.

b) Days after heading (heading date: Aug. 21).

c) A: adults, N: nymphs, T: total number of individuals. Each number are shown 5 strokes by sweeping.

d) Propahos + BPMC D. 35kg/ha on Sept. 6.

e) Propahos G. 50kg/ha on Aug. 21, Propahos D. 40kg/ha on Aug. 29 and Propahos + BPMC D. 40kg/ha on Sept. 6.

西城町における1981年試験では、出穂後約3週間（出穂期～糊熟期）のピーク密度はアキヒカリ：806頭/5回振り（24.2頭/株）、ミネニシキ：323頭/5回振り（9.7頭/株）であったが、両品種とも密度の高低による収量の差は認められなかった。1982年試験のアキヒカリの出穂後約3週間では、高密度区においてはピーク密度は805頭5回振り（24.2頭/株）を記録し、低密度区（ピーク時：105頭/5回振り，3.9頭/株）に比べて、精玄米重が約21%減少し品質も低下した（Table 6），しかし、アキヒカリに比べて出穂期が遅いホウレイでは、出穂後約

2週間ではピーク密度319頭/5回振り（9.7頭/株）を記録したが、密度水準の高低による収量及び品質の差は認められなかった（Table 7）。

2. 本田後期の発生傾向の解析

1) 本田における季節的発生消長

ツマグロヨコバイの1980年代後半の発生状況は、それ以前とは異なった様相を示すので、季節的発生消長は74年～1983年及び1986年～1990年に分けて解析した。東広島市（農業試験場・中生種）における各世代の平均生

Table 6. Rice yield of the early-maturing variety^{a)} infested with 2 population levels of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, in a paddy field at Hiba-saijo.

Population density of leafhopper	Treatment	-7DH ^{b)}			1 DH			14DH			21DH			26DH		
		A ^{c)}	N ^{c)}	T ^{c)}	A	N	T	A	N	T	A	N	T	A	N	T
HIGH	Untreated controll	28	1	29	51	98	149	237	168	403	508	297	805	341	371	712
LOW	Insecticide 3 application ^{d)}	25	2	27	6	7	13	17	2	19	95	1	96	102	3	105

Population density of leafhopper	Rice grain yield per 100 plants(g)	Content of kernel width (%)		
		<1.7mm	1.8~2.0	>2.1mm
HIGH	2542(78.8) ^{e)}	14.9	44.8	41.1
LOW	3228	7.4	30.8	61.8

- a) Rice variety: Akihikari.
- b) Days after heading (heading date: July. 28).
- c) A: adults, N: nymphs, T: total number of individuals. Each number are shown 5 strokes by sweeping.
- d) Propahos + BPMC D. 40kg/ha on July 29, Aug.12 and Aug. 24.
- e) Significant at the 5% level to low population density.

Table 7. Rice yield of the early-maturing variety^{a)} infested with 2 population levels of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, in a paddy field at Hiba-saijo.

Population density of leafhopper	Treatment	-10DH ^{b)}			0 DH			7 DH			12DH			21DH		
		A ^{c)}	N ^{c)}	T ^{c)}	A	N	T	A	N	T	A	N	T	A	N	T
HIGH	Untreated controll	4	1	5	132	14	146	143	72	215	153	166	319	143	136	279
LOW	Insecticide 3 application ^{d)}	2	1	3	31	3	34	55	0	55	69	2	71	13	3	16

Population density of leafhopper	Rice grain yield per 100 plants(g)	Content of kernel width (%)		
		<1.7mm	1.8~2.0	>2.1mm
HIGH	2714	3.9	41.8	54.3
LOW	2716	2.4	30.3	67.3

- a) Rice variety: Hourei.
- b) Days after heading (heading date: Aug. 12).
- c) A: adults, N: nymphs, T: total number of individuals. Each number are shown 5 strokes by sweeping.
- d) Propahos + BPMC D. 40kg/ha on July 29, Aug. 12 and Aug. 24.

息密度 (株当たり虫数) をTable 8 に示した。

1974年~1983年における平均生息密度については、5~6月に発生する本田への侵入世代 (G_0) は0.113頭、7~8月に発生する本田第1世代 (G_1) は3.896頭、8~9月に発生する本田第2世代 (G_2) は10.122頭であり、各世代の変動係数 (C.V.) はほぼ同様であった。一方、1986年~1990年の平均生息密度については、 G_0 は0.021頭、 G_1 は0.975頭、 G_2 は2.184頭となり、密度の

レベルが各世代とも1974年~1983年の平均に比べて約1/5と低くなった。 G_0 及び G_1 の変動係数は1974年~1983年の平均よりも大きくなったが、 G_2 の変動係数は1980年代前半までは47.8、近年は47.0とほぼ同種であった。

世代間の増加率 (当世代密度÷前世代密度) については、1974年~1983年平均では G_1/G_0 : 44.6, G_2/G_1 : 3.4であったのが、1986年~1990年平均では G_1/G_0 : 120.5, G_2/G_1 : 3.9と、近年、侵入世代から第1世代への増加率

Table 8. Seasonal trend in the population density^{a)} in each generation and the reproduction rate of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, in the medium-ripening paddy field at Higashi-hiroshima.

Census year	Mean density per hill			Reproduction rate		
	G ₀ ^{b)}	G ₁	G ₂	G ₁ /G ₀	G ₂ /G ₁	G ₂ /G ₀
1974	0.059	2.498	8.638	42.3	3.5	146.4
1975	0.098	2.901	6.590	29.6	2.3	67.2
1976	0.140	6.184	16.262	44.2	2.6	116.2
1977	0.068	2.752	7.395	40.5	2.7	108.8
1978	0.119	1.353	8.430	11.4	6.2	70.8
1979	0.040	6.679	5.789	167.0	0.9	144.7
1980	0.149	7.834	5.083	52.6	0.6	34.1
1981	0.151	2.289	11.059	15.2	4.8	73.2
1982	0.217	4.389	21.375	20.2	4.8	98.5
1983	0.091	2.079	10.600	22.8	5.1	116.5
mean	0.113	3.896	10.122	44.6	3.4	97.6
S.D. ^{c)}	0.050	2.129	4.843	42.8	1.8	34.2
C.V. ^{d)}	44.2	54.7	47.8	96.0	52.9	35.0
1986	0.055	0.522	0.688	9.5	1.3	12.5
1987	0.004	0.339	1.597	84.8	4.7	399.3
1988	0.005	0.602	3.784	120.4	6.3	756.8
1989	0.008	3.006	2.359	375.8	0.8	294.8
1990	0.033	0.404	2.492	12.2	6.2	75.5
mean	0.021	0.975	2.184	120.5	3.9	307.8
S. D.	0.020	1.020	1.026	150.4	2.4	265.1
C. V.	95.2	104.6	47.0	124.8	61.5	86.1

a) Estimated by the KUNO's method(KUNO, 1968).

b) Immigration generation.

c) Standard deviation.

d) Coefficient of variance.

Table 9. Population density of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, in paddy fields during the ripening period in the northern part of Hiroshima Prefecture in 1980 and 1981.

Census Year	Meter above sea level	Location	Rice growing stage ^{a)}	No. census fields	No. Leafhoppers/60strokes	
					mean	range
1980	500	Takano, Tojyo	B, H, F	6	214	4~ 565
	450	Hiwa, Toyohira	H, F, M, D	12	1166	10~ 4870
	400	Hiwa, Tojyo	F	6	151	11~ 341
	350	Kuchiwa, Toyohira	B, H, D	7	4314	13~10374
	300	Tojyo, Saijyo, Kuchiwa, Shobara	B, H, F, M	15	1662	11~ 3850
1981	700	Tojyo	F, M	2	90	60~ 119
	600	Geihoku	F, M, D	4	665	4~ 1470
	500	Takano, Tojyo, Hiwa	B, H, F, M, D	15	38	0~ 205
	450	Hiwa, Tojyo, Toyohira, Oasa	H, F, M, D, Y	25	587	5~ 2983
	400	Tojyo, Oasa	H, F, M, D, Y	15	86	7~ 341
	350	Kuchiwa, Toyohira	B, H, F, M, D, Y	20	1337	2~ 5447
300	Tojyo, Saijyo, Kuchiwa, Shobara	H, F, M, D	14	392	8~ 1441	

a) B: booting, H: heading, F: full-heading, M: milk-ripe, D: dough-ripe, Y: yellow-ripe.

Table 10. Population density of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, in four regions of Hiroshima Prefecture by obtaining the round census of Pest Occurrence Forecasting Network.

Census date	Region							
	1974 ~ 1983				1984 ~ 1989			
	South	Central-East	Central-West	North	South	Central-East	Central-West	North
Late in JULY	1.85 ^{a)} (1.25) ^{b)}	2.22 (2.28)	2.22 (2.28)	1.98 (1.60)	1.76 (1.05)	1.36 (0.38)	1.46 (0.51)	1.54 (0.60)
Early in AUG.	1.97 (1.55)	2.25 (2.38)	2.31 (2.57)	2.03 (1.73)	1.59 (0.72)	1.38 (0.40)	1.41 (0.44)	1.31 (0.33)
Late in AUG.	1.92 (1.43)	1.72 (0.96)	1.83 (1.23)	1.61 (0.73)	1.54 (0.63)	1.30 (0.32)	1.40 (0.43)	1.27 (0.28)

a) Mean degree of occurrence.

b) Figures in parentheses are estimated by converting the mean degree of occurrence into the density per hill in terms of KUSUNOKI's expression (KUSUNOKI, 1982).

が約3倍となった。

このように、1980年代前半までと近年とでは侵入世代の密度が水準及び侵入世代から第1世代への増加率が変化した。しかし、第2世代の平均生息密度は1980年代前半までは約10頭/株、近年では約2頭/株と密度レベルが異なるにもかかわらず、平均生息密度の年次変動(C.V.)は両期間ともほぼ一定であることが明らかとなった。

2) 県北部における出穂期前後の生息状況

イネの穂孕期から黄熟期にかけてのツマグロヨコバイの生息状況を、捕虫網60回振りの成虫と幼虫の合計虫数で Table 9 に示した。標高300m~350mの地区における生息密度は、標高400m以上の地区と比較して多く、また早生種圃場では中生種圃場に比べて多く発生する傾向が認められた。とりわけ、1980年調査では、豊平町今吉田で4,251頭(うち成虫4,019頭、出穂期)及び10,374頭(うち成虫7,780頭、糊熟期)、豊平町吉木で6,830頭(うち成虫6,549頭、出穂期)及び4,368頭(うち成虫4,254頭、糊熟期)などが記録された。これら的高密度データを前述の方法により株当たりで換算すると、各々11.1頭、27.0頭、17.8頭、11.4頭と推定された。

西城町における直接吸汁害解析の圃場試験(1982年)の無防除区における、袋かけ法により得られたツマグロヨコバイの株当たり虫数の消長とアキヒカリの登熟経過の関係を Fig. 1 に示した。出穂期~糊熟期(出穂期~同17日後)では12.9~30.8頭であり、乳熟期(出穂10日後)に最高密度(44.6頭、うち成虫21.5頭)となった。1,000粒当たり籾重/日のピークは出穂10~17日後(乳熟期~糊熟期)に認められた。また、ホウレイでは出穂期~糊熟期において約11頭(うち成虫の最高密度:7.6頭)

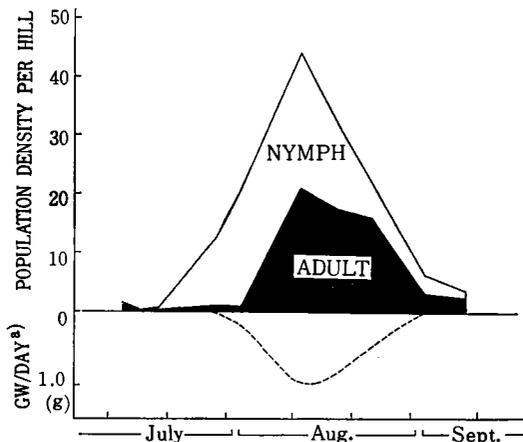


Fig. 1 Relation between the occurrence of *N. cincticeps* and the ripening process of rice plants^{b)} at Hiba-saijo.

^{a)} Increment of 1,000-Grain-Weight per day.

^{b)} Rice variety: Akihikari.

で経過し、1,000粒当たりの籾重/日のピークは出穂7~12日後に認められた。このように、両品種ともツマグロヨコバイの生息密度のピークとイネの登熟のピークはほぼ重なった。

考 察

1. 被害許容密度

1960年代後半から1970年代に全国各地の農業試験場で実施されたポットケージや圃場での網枠への放飼による

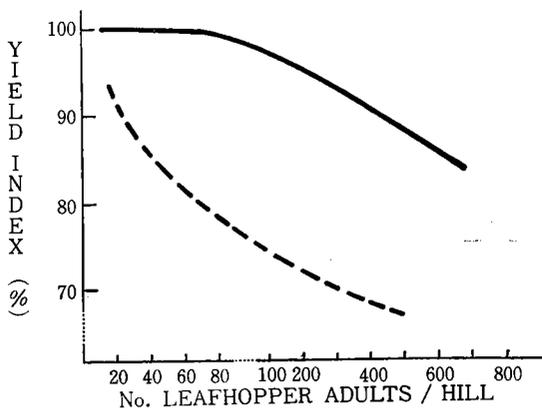


Fig. 2 Relation between green rice leafhopper adults density and rice yield reduction in the early and medium-maturing varieties during heading to milk-ripe stage by confining leafhopper in cages.

Note; Real line and solid line show the relation of the injured leafhoppers to rice yield of the early-ripening variety and the medium-ripening variety, respectively.

ツマグロヨコバイの吸汁被害再現試験成績を総括し、東日本では西日本より加害による収量への影響の程度が大きいことを筆者は既に報告した^{16,17)}、すなわち、7月下旬から8月上旬に出穂する品種(ハウネンワセ、トドロキワセなど、以下早生種とする)を供試した東日本では、10~20頭(株当たり成虫数、以下同じ)から約5~10%の減収が認められ、加害密度が高まるにつれて収量は急減していき、200~400頭の加害では約30~50%の減収となる。一方、8月下旬から9月中旬に出穂する品種(中生新千本、アケボノなど、以下中晩生種とする)を供試した西日本では100頭までは減収せず、さらに密度が高まっても収量の低下はほとんど認められず、200頭で約5%、600頭で約10%減収になるとした。

Table 1~3 に示したように、早生種のアキヒカリに対する吸汁加害の影響は、中生種の中生新千本の場合と比較すると、より大きく認められている。また、斎藤ら²⁵⁾(供試品種: コシヒカリなど)、大沢ら²⁷⁾(同: ササニシキ)の各データも、上記の密度と収量の関係によく一致していた。

したがって、ツマグロヨコバイ成虫の加害密度とイネの被害程度(無放飼区の1,000粒当たり粗粒重を100としたときの収量指数を示す)の関係を模式化すると Fig. 2 のように示される。このことから、吸汁による被害が発現する株当たり個体数-被害許容密度-は、加害力が大

きい成虫でみれば、早生種に対して20頭、中晩生種に対して100頭となる。虫体重をめやすとした加害量は雌成虫を1とすると、雄成虫: 0.49, 老齢幼虫: 0.35, 中齢幼虫: 0.16, 若齢幼虫: 0.04とされる*)。圃場では成虫と幼虫の個体数割合が様々に変化するが、Fig. 1 に示すようにほぼ同数であるとする、幼虫の生息密度を加算した被害許容密度は早生種に対して約40頭、中晩生種に対して約200頭と見積もることができる。

出穂期以降では見取り払い落とし法による個体数の推定は、通常の場合不適當である¹⁸⁾ので、圃場において防除の要否を判断する場合には、捕虫網による掬い取り法の適用が望ましい。出穂期から乳熟期にかけての掬い取り効率を22%¹⁸⁾と見積り、1回振り当たりの掬い取り面積を1.33m²、栽植密度を22株/m²とすると、早生種の被害許容密度(成虫幼虫合計)の約40頭/株は、捕虫網の20回振りでは約5,000頭に相当する。ちなみに、斎藤ら²⁷⁾は出穂期の株当たり成虫数が20頭以上で要防除であり、25回振りの掬い取りで約3,400頭に相当するとし、また、高野³⁰⁾は20回振りの掬い取りで約3,000頭を超えるあたりから登熟歩合が低下すると報告している。

なお、圃場では種々の発育ステージの虫が相当期間にわたり加害するため、網枠放飼試験における密度と収量の関係を現場にそのまま適用することは難しいとして、成瀬²²⁾は延べ個体数(密度×加害期間)を指標(「ツマグロ・日度」)として収量との関係を検討している。この考え方は発生実態に即して累積的加害量を捉えようとする点では妥当であると思われる。しかし、防除情報を提示する際には容易には理解されにくい難点がある。また、イネの茎葉に堆積したツマグロヨコバイの甘露排泄物に発生したスズ病のために光合成能力が阻害され²⁷⁾、生育や収量に悪影響が生じる場合がある。ツマグロヨコバイの加害密度、スズ病の発生程度及びイネの生育・収量の関係に関しては、富山農試の報告*があるが、スズ病の発生条件は加害密度の他に気象条件やイネの生育条件も関与しており、防除の要否のめやすは未だ明確にはされていない。

2. 本田後期の生息密度のレベル

東広島市の農業試験場圃場(標高220m)における季節的発生消長の解析結果(Table 8)から、7~8月に発生する第2世代の生息密度のレベルは、1974~1983年の平均では約10頭/株前後、1986~1990年の平均では約

*) 富山県農業技術センター農業試験場: 1990. 北陸地方におけるツマグロヨコバイの吸汁被害。病害虫試験成績72-93。

2頭/株前後であり、1980年半ば以前と以後とではレベルは異なっているものの、その年次変動は小さく、毎年ほぼ一定であることが明らかとなった。このことは、西日本で発生するツマグロヨコバイは春季の侵入密度の高低にかかわらず、個体群の密度依存的調節機構が強く働くために、晩夏～秋にかけての本田における生息密度は株当たり10数頭前後のレベルで毎年安定しているとの考え方^{1,9,10,12,14)}を裏付けている。

また、県内120カ所の水田における発生予察の巡内調査成績（広島県普通作物病害虫発生予察事業年報から引用）によれば、第2世代に相当する7月下旬～8月下旬における平均発生程度（株毎の虫数を階級区分して算出、Table 10）は県内の4地域（北部、中東部、中西部、南部）間には顕著な差が認められない。1974年～1983年の平均で1.85～2.31であり、楠¹⁵⁾の換算表を適用すると約1.2～2.5頭/株、1984～1989年の平均では平均発生程度は1.29～1.76、約0.3～1.1頭/株となる。ただし、データは見取り払い落とし法によっており、この調査法での個体数の推定効率率は約44%¹⁷⁾ないし約50%³⁾とされているので、実際の生息密度は上記の数値の約2倍と見積もられる。このように、広島県内におけるツマグロヨコバイの第2世代の生息密度は、中生種の被害許容密度の200頭/株よりもかなり下回る密度レベルであると思われる。

北陸や東北地方などでは積雪や低温による越冬後密度の大きな年次変動が夏期まで継続する一方で、密度制御機構が有効に働かず、高い増殖率となるために、しばしば大発生して吸汁害が生じる^{4,5,6,7,13,24,25,26,29,30,31,33)}とされる。しかし、広島県北部では冬季に積雪日数は約40日となる地区（例えば、高野町）があるものの、富山県での事例⁹⁾のように株当たり数百頭もの著しい高密度に達した記録は過去にはない。密度変動機構に対する積雪などの環境要因の影響は、東日本ほどには顕著には発現せず、1980年と1981年の県北部での生息密度調査において豊平町などの出穂期前後の圃場で約20～30頭/株が得られた事例（Table 9）などが、広島県での多発生の場合における生息密度レベルと思われる。

3. 出穂期の早晚と防除の要否の関係

早生種と中生種で被害許容密度のレベルが異なることは前述した。本報告における、出穂期が8月下旬の中生新千本では圃場試験（Table 4, 5）において吸汁加害の影響が認められなかった一方で、7月下旬に出穂するアキヒカリの場合には圃場試験（Table 6）でも密度の高低に伴い収量差が認められた。また、アキヒカリより

も出穂がやや遅いホウレイでは減収しなかった（Table 7）。これらの結果は、出穂期の品種差異によって水稻の水分及び炭水化物の代謝、さらには収量に及ぼす吸汁加害の影響の現れ方が異なるためと考えられる²⁰⁾。出穂期前後の生息密度の通常レベルを考慮した場合のツマグロヨコバイ防除の基本的考え方は以下のようになると思われる。

7月末から8月にかけて出穂し高温条件で登熟する早生種では、同化産物は出穂直後から速やかに穂へ集積するが登熟のピークを過ぎると、その集積量は急激に減少する経過をたどる。イネの登熟のピークとツマグロヨコバイの発生のピークが重なり（Fig. 1）、出穂後の早い時期に加害を受けると、水分や同化産物が損失し、その転流が遅延して登熟への悪影響が生じやすい。登熟中期の加害では初期の加害に比べて被害程度は軽い（Table 2）が、低温年などにはイネの登熟速度が劣り²⁶⁾、登熟日数が35～40日と短いために損失分が補償されずに成熟期に達するために、減収や品質の低下が生じる可能性が高いと考えられる。前述したように通常、本田後期の発生量は被害許容密度よりも低いレベルと考えられるので、本田後期の防除は原則として不要であると判断される。しかし、水稻の登熟に伴って生息密度が上昇するような発生経過となる場合は要注意であろう。また、早生種と中晩生種の混植地区では出穂期前後の成虫の圃場間移動のために、早生種圃場で高密度化する可能性がある^{11,21)}。したがって、本田後期の発生動向に注意し、穂孕期～出穂期において生息密度（成虫と幼虫合計数）が40頭/株（捕虫網の20回振りで約5,000頭に相当する）であれば防除を実施する必要がある。

一方、8月中旬から9月にかけて出穂し秋冷に向かつて登熟する品種（本報告では中生新千本）では、穂への同化産物の集積はゆるやかに進められ、ピーク後においてもなだらかに減少する。吸汁加害を受けると登熟が一時的に阻害されるが、登熟日数が45～55日と長いために同化産物の損失分は成熟期までには補償されると考えられる。通常の場合、本田後期の発生量のレベルは被害許容密度よりも低く、吸汁害はほとんど問題とならず、まず防除を必要としないと考えられる。なお、出穂後は光合成の主体である莖葉部のみならず同化産物や養水分が転流する穂軸や枝梗からも吸汁が活発化する^{19,20)}ので、防除の要否を判断する時期は穂孕期前後からが望ましいと思われる。

4. 広島県における近年の発生動向と薬剤防除の問題点

Fig. 3 は、広島県におけるツマグロヨコバイの8月

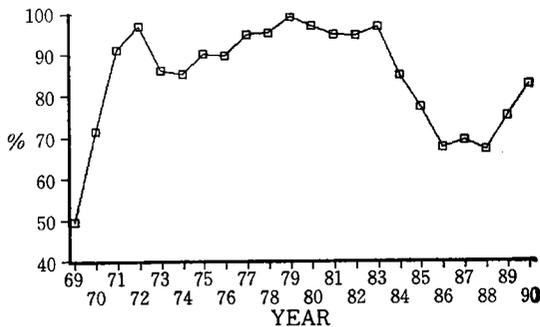


Fig. 3 Annual change of ratio of occurrence areas of the green rice leafhopper, *Nephrotettix cincticeps* UHLER, to the cultivated areas of rice plants in Hiroshima Prefecture.

下旬の発生面積率の年次推移である。1970年代から1983年までの発生面積率は概ね90%を超えていたが、1984年以降1988年までは減少傾向となり、1986～1988年では70%以下に落ち込んだ。しかし、最近再び増加傾向に転じており、1990年には約80%まで回復している。ただし、1980年代後半の発生量は、Table 8, 10にも示したように1983年までの発生量よりも減少している。このような発生動向の変化の要因として、防除薬剤の変遷が考えられる。

1983年にイネミズゾウムシが広島県へ侵入し、分布域が年々拡大した。これに伴って、育苗箱施薬あるいは水面施用によって、イネミズゾウムシ対象の薬剤（有機りん系剤、カーバメート系剤、合成ピレスロイド系剤）などが本田初期から中期に至るまで、しかも広域に散布されるようになった。この結果、ツマグロヨコバイも同時に少なからず併殺され、発生量が年々低下したと推察される。このため、早生種あるいは中晩生種の栽培地域のいずれにおいても近年、ツマグロヨコバイの発生は全体的に少発傾向にあり単独の防除はまず不要となっている。

しかし、1990年代に入り、本種の発生量が回復しつつある兆候が県中東部の一部地域（三次市など）でみられ始めている。また、1980年代後半にはほとんど認められなかった黄萎病の発生も1990年の秋に再生稲で確認されている（病害虫防除所三次支所の調査による）。

本県のツマグロヨコバイは、1969年にカーバメート剤抵抗性の出現³⁾が認められ、現在においてもBPMCなどのカーバメート系剤の防除価はあまり芳しくないと言われている。したがって、イネミズゾウムシ防除に供される育苗箱剤の大半がカルボスルフェンやベンフラカルブなどのカーバメート系剤であることは、徐々に密度が回

復していく要因たり得ると思われる。更に、本田への侵入世代から第1世代への1986年～1990年平均の増加率がそれ以前（1974～1983年）に比べて約3倍となっている現象（Table 8）は、本種個体群の密度制御機構のしびとさを現している。即ち、薬剤の多用などにより本田初期密度が低くなっていても、増殖に好適な環境条件が存在すれば、本種の密度レベルが再び高まる可能性があることを示唆している。近年暖冬が続き、スズメノテッポウなどの越冬雑草の植生環境が本種に好適条件となっているとみなされること、更にコシヒカリなどの早期栽培が最近広く普及しつつあることなどは、本田初期の侵入密度を再び押し上げる要因、ひいては虫媒伝染性病害の再流行につながる要因となり得ると思われる。また、本田後期において、いもち病や紋枯病主体の殺菌殺虫混合剤のスケジュール散布により、本種に対して薬剤の淘汰圧が一層かかる場合が多いとみられ、薬剤抵抗性の更なる発達と複雑化を促していると思われる。

したがって、薬剤感受性の低下を抑制し、虫媒伝染性病害の顕在化を回避するためには、殺虫作用機作の異なる薬剤の輪用に努めるとともに、本種の発生状況のモニタリングを的確に実施し、被害許容密度以下での過剰防除を行わないことが大切であり、防除が必要な場合には単剤による適期防除に努めることが望ましいと考えられる。

摘 要

1) ツマグロヨコバイの吸汁被害解析試験を実施し、既往の諸報告を総括した結果、7月下旬から8月上旬に出穂する早生種に対しては株当たり成虫20頭（成幼虫合計：約40頭）/株、8月下旬から9月中旬に出穂する中生種に対しては株当たり成虫100頭（成幼虫合計：約200頭）と被害許容密度を設定した。

2) 広島県において7月～8月に発生するツマグロヨコバイの第2世代は、1974年～1983年の平均では約10頭/株、1983年～1990年の平均では約2頭/株と、1980年代半ば以前と以後では密度レベルが異なっているが、その年次変動は小さく、被害許容密度を大幅に下回るようなはば一定の密度で毎年発生することを指摘した。

3) 広島県で栽培される早生種では通常は防除不要の発生量であるが、登熟に伴って生息密度が上昇するような発生経過の場合、および早生種と中晩生種の混植地区では出穂期前後の成虫の圃場間移動のために高密度が予想される場合には、穂孕期前後から発生の動向に注意すべきことを指摘した。

4) 薬剤に対する抵抗性の発達を抑制し、黄萎病などの虫媒伝染性病害の発生を回避するためには、被害許容密度以下での過剰防除をしないことが望ましいとした。

謝 辞

本研究を実施するに当たり、試験及び調査の遂行に多大のご援助を頂いた元広島県病害虫防除所の山口 懋、梅田公治（現三次農林事務所）、本実慈朗（現農産課）、川崎健次（現可部農林事務所）及び福田正雄（現県職労書記局）の各氏に厚くお礼申し上げる。またご指導とご助言を頂いた当場中沢啓一前病害虫部長（現企画情報部長）、細田昭男主任研究員及び中村啓二元場長、本稿校閲の労をとられた半川義行病害虫部長の各位に対し深謝する。

引用文献

- 1) 法橋信彦：1972. ツマグロヨコバイの生活史と個体群動態に関する研究. 九州農試報告 16 : 283—382.
- 2) HOKYO, K. and KUNO, E. : 1970. Estimating the survival rate and mean longevity for adults in a field population of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, by the application of HOKYO and KIRITANI's method. Res. Popul. Ecol. 12(1) : 71—80.
- 3) 細田昭男・藤原昭雄：1976. 薬剤抵抗性害虫防除対策に関する研究 第1報 広島県におけるカーバメート剤抵抗性ツマグロヨコバイの出現とそれに対する複合剤の効果. 広島県農試報告 37 : 25—30.
- 4) ITO, Y. and T. JOHRAKU : 1982. Differences in population dynamics of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, in two district of Japan. Appl. Ent. Zool. 17 : 337—349.
- 5) 常楽武男：1976. ツマグロヨコバイおよびセジロウンカの発生予察. 農業および園芸 51 : 1367—1372.
- 6) ———・関口 亘・嘉藤省吾・成瀬博行・今井富士夫・若松俊弘：1983. 北陸地方におけるツマグロヨコバイの個体数変動. 応動昆 27 : 146—151.
- 7) 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.
- 8) ———・———：1978. ツマグロヨコバイによる加害と収量への影響. 北陸病虫研報 26 : 18—21.
- 9) 葛西辰雄・尾崎幸三郎：1972. イネの穂揃期におけるツマグロヨコバイの被害. 四国植物防疫研究 7 : 1—4.
- 10) KIDOKORO, T: 1979. Geographic trend in the annual population of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, Appl. Ent. Zool. 14 : 127—129.
- 11) 城所 隆：1990. 宮城県における最近のツマグロヨコバイの多発とイネ上位葉の黄化現象. 北日本病虫研報 41 : 105—108.
- 12) KIRITANI, K., HOKYO, N., SASABA, T. and NAKASUJI, F.: 1970. Studies on population dynamics of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER: Regulatory mechanism of the population density. Res. Popul. Ecol. 12 : 137—153.
- 13) 腰原達雄：1972. 東北地方のツマグロヨコバイの地域性. 北日本病虫研報 23 : 71—77.
- 14) 久野英二：1968. 水田における稲ウンカ・ヨコバイ類個体群の動態に関する研究. 九州農試彙報 14(2) : 131—246.
- 15) 楠 博之：1982. 巡回調査におけるウンカ・ヨコバイ類の生息密度と平均発生程度の関係. 広島県植物防疫シリーズ. 広島県農政部 7 : 17—21.
- 16) 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(5) : 200—203.
- 17) NABA, K. : 1981. Regional difference in the feeding damage caused by the green rice leafhopper to paddy rice in Japan. "International symposium on problems of pest management in developing countries": proceeding of a Symposium on Tropical Agriculture Research, Kyoto, August 6—7, 1980. Tropical Agriculture Research Series. 14 : 73—81.
- 18) 那波邦彦：1982. ツマグロヨコバイの吸汁害に関する研究. I 水稻の生育後期におけるツマグロヨコバイの個体数推定法. 広島農試報告 45 : 35—42.
- 19) ———：1983. ツマグロヨコバイの吸汁害に関する研究. II 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.
- 20) ———：1988. ツマグロヨコバイの吸汁害に関する研究. III 穂吸汁加害によるイネの生理的反応. 応動昆 32(1) : 31—36.
- 21) ———：1990. ツマグロヨコバイの吸汁害に関する研究. IV 水稻の登熟期における成虫の圃場間移動. 広島農試報告 53 : 33—42.
- 22) 成瀬博行：1983. 富山県におけるツマグロヨコバイの被害とその防除. 農業 30(3) : 25—28.

- 23) 大沢守一・斎藤 満 : 1983. ツマグロヨコバイの出穂および乳熟期における吸汁害について. 北日本病虫研報 34 : 134.
- 24) ———— : 1987. 福島県におけるツマグロヨコバイ発生の地方的差異について. 北日本病虫研報 38 : 189.
- 25) ———— : 1987. ツマグロヨコバイの出穂および乳熟期における吸汁害の被害解析. 北日本病虫研報 38 : 189.
- 26) ———— : 1987. イネの出穂および乳熟期におけるツマグロヨコバイの加害とその被害解析. 今月の農業 31(7) : 44—46.
- 27) 斎藤 浩一・滝田 泰章・大兼 善三郎・片山 栄助 : 1980. ツマグロヨコバイの生態と防除に関する研究. IV 吸汁害の解析. 栃木農試研報 26 : 65—70.
- 28) 佐藤昭夫 : 1974. 出穂期のツマグロヨコバイの被害と防除. 今月の農業 9 : 64—66.
- 29) 関口 亘・成瀬博行・今井富士夫 : 1979. ツマグロヨコバイの多発要因解析. I 稲熟期とツマグロヨコバイの発生消長. 北陸病虫研報 27 : 23—27.
- 30) 高野俊昭 : 1988. 宮城県におけるツマグロヨコバイの多発生とその地域性. 北日本病虫研報 39 : 153—156.
- 31) 高山隆夫・原 栄一・中里 筆二・五十嵐誠治 : 1976. ツマグロヨコバイの防除と問題点. 関東東山病虫研報 23 : 77.
- 32) 山口福男・藤本 清 : 1969. ツマグロヨコバイの被害に関する 2, 3 の考察. 兵庫農試報告 17 : 41—43.
- 33) 山本公志・西野一夫 : 1986. 福井県嶺南地域におけるツマグロヨコバイの多発生とその要因. 北陸病虫研報 34 : 20—22.

Studies on the Direct Feeding Damage due to the Green Rice Leafhopper,
Nephotettix cincticeps Uhler, on Rice Plants

5. Loss assessment of the direct feeding damage and control guide of the
green rice leafhopper at the reproductive stage of rice plants.

Kunihiko NABA

Summary

1) Loss assessments of the direct feeding damage were carried from 1974 to 1982 by both releasing adults into caged rice plants and estimating the yield loss of paddy fields due to the green rice leafhopper (GRL). The tolerance injury level (TIL) to the early-ripening varieties was estimated 40 leafhoppers per hill, which was estimated 200 adult leafhoppers per hill to the medium-ripening varieties.

2) The occurrence of the second generation of GRL in Hiroshima Prefecture was annually stable and the mean density per hill was about 10 leafhoppers during 1974 to 1983, whereas about two leafhoppers during 1986 to 1990. Thereafter, no pesticide control needs to the ordinary occurrence of GRL in the latter growing season of paddy rice in Hiroshima Prefecture.

3) In the case of the early-ripening varieties, the population density of GRL should be monitored from the booting stage of rice plants. Both the immigration of adults from the medium-ripening paddy fields into the early ripening ones at the booting to heading stages and the rapid increase of GRL occurrence with the ripening of rice should be forecasted.

4) The minimum pesticide control should be employed in case of the GRL occurrence below the TIL, for the purpose of suppressing the development of pesticide resistance and the spread of insect-contagious disease such as the rice yellow dwarf.

Key words : green rice leafhopper, loss assessment, tolerance injury level, population density, pesticide control.