

ツマグロヨコバイの生態と防除に関する研究

第1報 水稻における吸汁部位

大兼善三郎・滝田泰章^{*}

I 緒 言

ツマグロヨコバイは水稻を吸汁加害し、一方静岡県以南の地域では水稻の萎縮病の媒介虫として問題にされている重要害虫である。本県では幸いに萎縮病の発生はほとんど認められていないが、出穂後の水稻の穂に集まり、籾などを吸汁加害するための減収が重要視されている。このため、本県では例年農薬航空散布を主体に秋季のツマグロヨコバイに対して延べ約100,000 haの防除が広域的に実施されている。ところが防除回数の増加に伴い、防除薬剤の主体であるカーバメート剤に対する抵抗性がしだいに発達し、現在では本薬剤と有機リン剤の複合剤に頼っている状態である^{2,6,7)}。

しかし、ツマグロヨコバイが主に穂から吸汁するかどうかについては疑問の点が多い。筆者らはこのことを明らかにするため、1976~78年に水稻に残された食痕の形態及び分布調査から、本種の発育段階別、性別に吸汁加害部位のくわしい調査を行ったところ一定の傾向を知ることができたので報告する。

II 材料及び方法

1. 食痕形態調査

1) 食痕サイズ調査

供試虫は陽光定温室で25℃定温、昼夜間照明のもとで、水稻幼苗(本葉第2葉展開前、以下同様)により増殖した。

1977年6月10~25日に、1/2,000 a ポットに栽培した水稻(品種日本晴)の葉身にガラスチューブをかぶせ、この中に齢期別のふ化あるいは脱皮直後の幼虫、または羽化2~3日後の成

^{*} 現栃木県農業短期大学校

虫をそれぞれ20~50個体ずつ入れて24時間摂食させた。食痕は内藤³⁾の方法で1%エオシン液により染色処理し、光学顕微鏡下で調査した。なお、食痕はだ円形のものが多いので、長径の計測値を食痕の大きさとした。食痕の計測は各齢期別にそれぞれ136~192個について行った。

2) 稲体各部の食痕形態調査

宇都宮市瓦谷町農試ほ場(品種トヨニシキ、5月21日稚苗機械移植、出穂期8月20日)から1976年9月10日に稲体を採集した。この標本の籾、護えい、枝梗、葉しょう及び葉身を内藤³⁾の方法で染色処理し、食痕の認められる部分を選んだ。この部分をオスミック酸蒸気固定、エタノール系列脱水、臨界点乾燥(日立HCP-1型)及び金蒸着処理した後、走査電子顕微鏡(日立S-310型)で食痕の形態観察を行った。

2. 食痕分布調査

1) 中齢幼虫~成虫の稲体各部の食痕分布調査(1976年)

食痕形態調査の標本を採集したほ場から8月10日、20日(出穂期)、30日(穂ぞろい期)、9月20、30日(乳熟末期)の5回、任意に稲体を20茎採集し、内藤³⁾の方法で染色処理したのちさく葉標本にし、光学顕微鏡下で稲体各部に残された若齢幼虫以外のツマグロヨコバイの食痕数を調査した。

2) 齢期別の稲体各部の食痕分布調査(1977年)

(1) ポット試験

1/2,000 a ポットに栽培した水稻(品種日本晴、中苗機械移植用苗、5月6日植、出穂期8月15日)をサラン防虫網でおおって野外におき、

幼穂分化期（7月11日，出穂35日前），穂ぞろい期（8月20日），乳熟期（9月4日）及び成熟期（9月22日）にツマグロヨコバイの1齢幼虫，3齢幼虫，雌成虫及び雄成虫をそれぞれ所定数株元に放飼した。

供試虫はあらかじめ陽光定温室で25℃定温，昼夜間照明のもとで水稻幼苗で飼育したものをを用い，3齢幼虫区では放飼前24時間以内に脱皮して3齢幼虫となった個体を20～30頭，雌成虫放飼区及び雄成虫放飼区は羽化2～3日後の個体20頭を1株当たりの放飼虫とした。なお，1齢幼虫は放飼が困難なので，あらかじめ2日間成熟雌をポットに放飼して産卵させ，ポットごと陽光定温室において一斉に幼虫をふ化させたのち野外に出すようにした。この時期は，他区における供試虫放飼と同一日とした。

このように放飼したものはそのまま5日間野外においた後，各区より15茎の稲体を地ぎわから切り取り，室内において内藤³⁾の方法で染色処理して光学顕微鏡下で調査した。

なお，1齢幼虫及び3齢幼虫放飼区は5日間の供試期間中に大部分1齢は2齢へ，3齢は4齢へと発育が進んだので，実際には1齢幼虫放飼区は1，2齢幼虫の食痕を，3齢幼虫放飼区は3，4齢幼虫の食痕を調査したことになる。

(2) ほ場試験

一方，ツマグロヨコバイの発生の多い水田（宇都宮市下金井町，品種日本晴，5月4日中苗機械移植，出穂期8月15日）からポット試験の稲体採集日と同一日に稲体を15茎採集し，ポット試験と同様，稲体各部に残されたツマグロヨコバイの食痕を調査した。これらの食痕は食痕サイズ調査の結果から，発育段階別に区別可能な1～4齢幼虫，5齢幼虫及び成虫の3段階に分けて，それぞれの食痕の分布状況を調査した。

稲体採集ほ場における水稻の生育とツマグロヨコバイの発生状況をみると，幼穂分化期が第2回成虫発生盛期にあたり，また同時に第2世

代幼虫発生初期にも相当する。穂ぞろい期は第3回成虫発生盛期で，第3世代幼虫の発生初期，乳熟期は第3回成虫がやや減少し，第3世代幼虫が増加する時期である。最後の成熟期には第4回成虫が出現し，第3世代幼虫の大部分が2～3齢の時期に相当した。

Ⅲ 調査結果

1. 食痕形態調査

1) 食痕サイズ調査

ツマグロヨコバイの食痕の長径は齢期が進むにつれて大きくなり，また成虫では雌が雄より大きかった（第1表）。この結果から，食痕の長径によりツマグロヨコバイの齢期を推定しようとする場合，ほぼ1齢幼虫，2～4齢幼虫，5齢幼虫及び成虫の4段階に分けることができると考えられた。なお，2～4齢幼虫は計測値が重複するので，厳密な区別は困難と思われる。

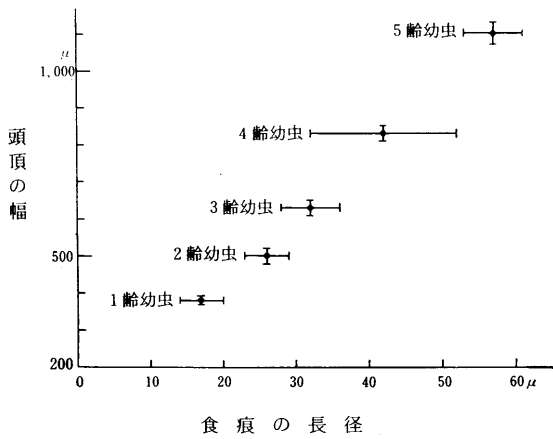
また，ツマグロヨコバイ幼虫の虫体の大きさと食痕の大きさを，頭頂（*vertex*）の幅と食痕の長径でみると，幼虫の発育が進み，虫体が大きくなるほど食痕が大型化することがわかった（第1図）。

2) 稲体各部の食痕形態調査

走査型電子顕微鏡により稲体各部の食痕を観

第1表 齢期別の食痕の長径

齢 期	調 査 数	食痕の長径 (μ)
1 齢 幼 虫	158	16.6 \pm 3.2
2 齢 幼 虫	192	25.7 \pm 3.2
3 齢 幼 虫	188	32.4 \pm 4.1
4 齢 幼 虫	150	41.9 \pm 10.0
5 齢 幼 虫	169	56.6 \pm 4.0
雄 成 虫	168	72.9 \pm 6.6
雌 成 虫	136	83.7 \pm 8.3



第1図 幼虫の食痕の長径と頭頂の幅の関係
(頭頂の幅は MOCHIDA, 1970による)

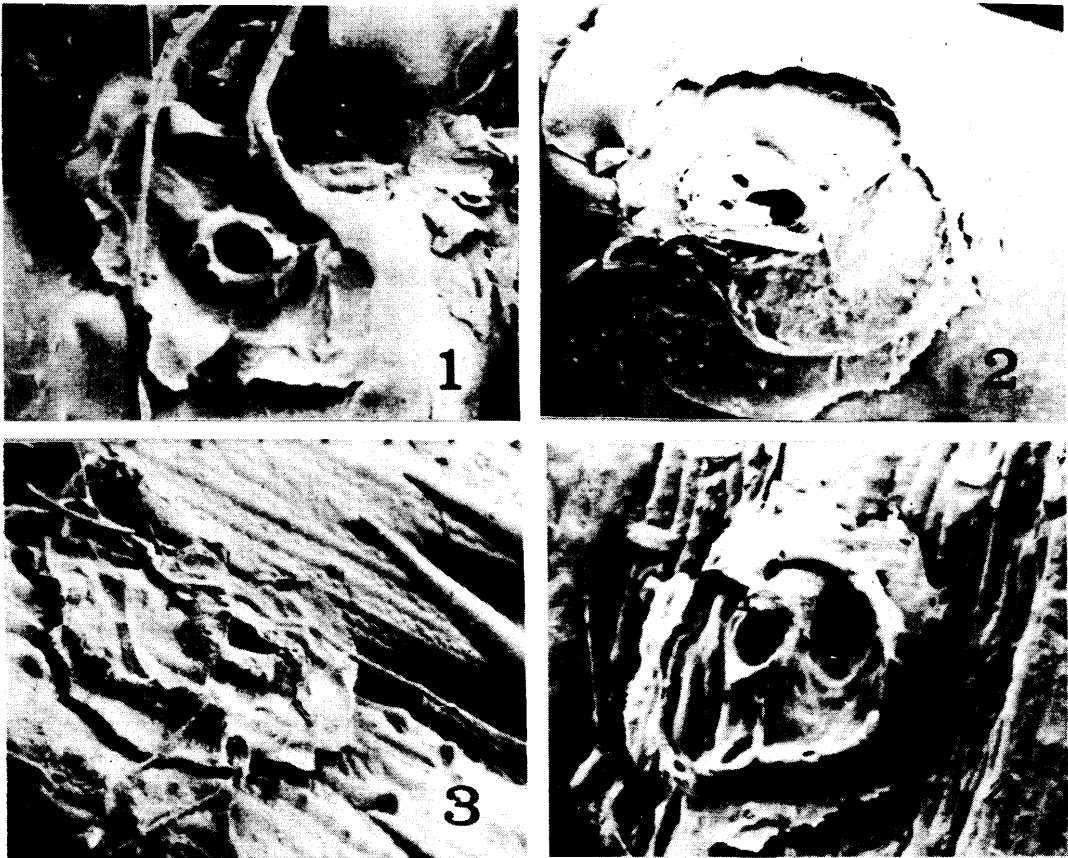
察したところ、既に報告されている葉身部の食痕と同様の形態のものがみられた(第2図)なお、籾における食痕については観察例が少なかったこともあるが、他の稲体部位のものよりややゆがんだものが多いようであった。

このことから、光学顕微鏡でツマグロヨコバイの食痕を調査する場合、稲体のいずれの部分でも葉身に準じた方法でよいことが明らかとなった。

2. 食痕分布調査

1) 中齢幼虫以上の稲体各部の食痕分布調査(1976年)

1976年は夏季の異常低温により、水稻の出穂やその後の生育が遅れた。また、ツマグロヨコ



第2図 稲体各部のツマグロヨコバイの食痕(500倍)
1. 籾, 2. 護えい, 3. 枝梗, 4. 葉しょう

バイの発生量も調査期間を通じて少なく、発生
のピーク時の9月上旬でも捕虫網による25回振
りすくい取り調査で成・幼虫合計で150頭前後
の採集数であった。

ツマグロヨコバイの食痕は全般に葉身に多く
みられ、穂や葉しようでは少なかった(第3,
4, 5図)。穂のうちで食痕の多くみられたの
は枝梗、穂軸の部分で、護えいにもみられるが
粃ではきわめて少なかった(第2表)。葉身の
表面の食痕数の割合は、出穂期までは42.7%で
裏面の方が多く、穂ぞろい期以降は59.7%で表

第2表 稲体各部の食痕数

稲体部位	採 集 月 日				
	8月 10日	8月 20日	8月 30日	9月 20日	9月 30日
もみ	—	—	31	15	0
護えい	—	—	60	48	5
枝梗	—	—	138	215	54
葉身	21	692	960	541	352
葉鞘	5	57	110	32	25

注. 各区20茎合計値

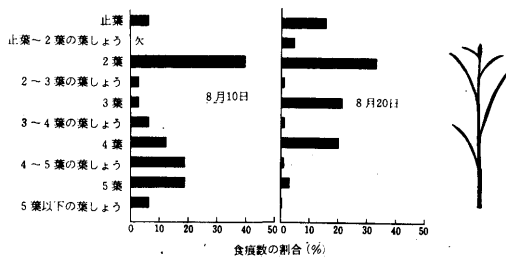
面に多かった。葉しようでは全般に葉身の基部
に接する部分に多くみられた。調査はしなかつ
たが、第4葉(調査時の最上葉から数え下に4
葉目、以下同様)以下の部分に、若齢幼虫によ
る非常に小さい食痕がみられた。

2) 齡期別の稲体各部における食痕分布(19
77年)

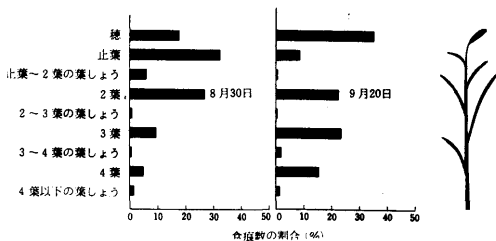
(1) ポット試験

第6図に示すように、1齡幼虫放飼区におけ
る若齢幼虫の食痕は水稻の各生育期とも株元に
近い下位の葉しように多くみられた。特に幼穂
分化期はその傾向が強く、第4葉以下の葉し
ようが70%を占めた。穂ぞろい期以降はやや上
位に移行する傾向はみられるが、なお第4~5葉
の葉しように多かった。3齡幼虫放飼区におけ
る中齡幼虫の食痕は、はじめの幼穂分化期には
若齢幼虫と同様かこれよりやや高い位置にみら
れるが、その後は葉しようには少なくなり、穂
ぞろい期は第5葉、乳熟期は第4葉、成熟期は
第3葉と圧倒的に葉身に多くみられた。このよ
うに水稻の生育が進むにつれて幼虫の吸汁部位
は上位部に移る傾向がみられた。

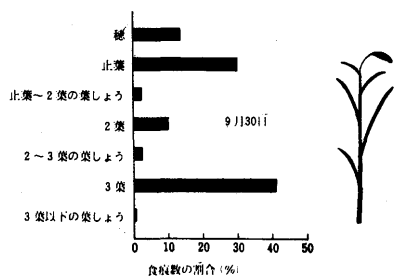
成虫についてみると、食痕は各生育時期とも
比較的稲体上部に多かった。雌は雄よりその傾
向がいつそう強く、幼穂分化期は第2葉に最も
多く、穂ぞろい期は止葉、それ以降は枝梗や穂
軸に多かった。雄成虫の食痕はこれより一般に
低い位置で、幼穂分化期には第2, 3, 4葉の



第3図 総食痕数に対する稲体各部の食痕数の割合
(20茎調査合計値)



第4図 総食痕数に対する稲体各部の食痕数の割合
(20茎調査合計値)



第5図 総食痕数に対する稲体各部の食痕数の割合
(20茎調査合計値)

葉身に多かったが、穂ぞろい期以降は止葉に圧倒的に多かった。成熟期になると枝梗・穂軸にも多少増加し、全体の17%のものがこの部分にみられた。

穂と茎葉との食痕数の比率をみると第3表のように全般的に穂に少なく、若齢幼虫では穂ぞろい期、乳熟期とも0%で、成熟期に10%前後のものがみられたにすぎなかった。中齢幼虫では穂における食痕数の比率は2~5%、成虫ではこれよりやや多く16~18%であった。このような穂における割合はツマグロヨコバイの発育段階が後期になるにつれて、また水稻の生育段階が後期になるにしたがって増加した(第3表)。

次に穂のなかでは籾と枝梗その他に分けると、第6図のように籾ではさらに少なく、ツマグロヨコバイの各発育期を通じて最も多かった成熟期についてみても、食痕数の割合は1%以下であった。

茎葉部における葉身と葉しょうの食痕数の割合を第6図から判断すると、若齢幼虫の食痕は各調査時期とも食痕数の大部分(80~90%)が葉しょうであった。中齢幼虫は幼穂分化期には70%近くが葉しょうであったが、穂ぞろい期以降は13~14%に減少し、逆に葉身に増加した。成虫の食痕は各生育期とも葉身に集中し、雌成虫では90%前後、雄成虫では100%近くが葉身に認められた。

上に認められた。

(2) ほ場試験

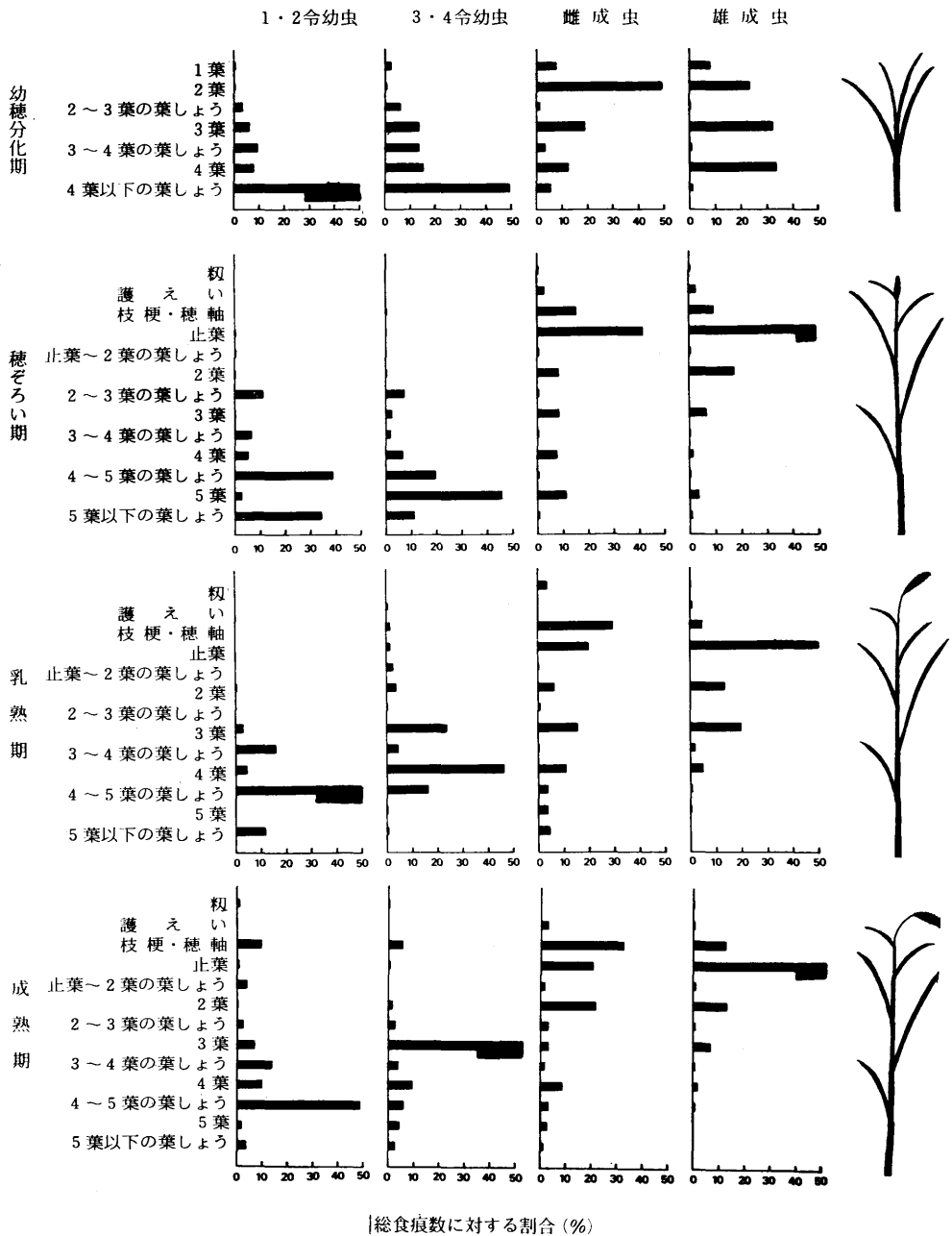
第7図に示すように、若~中齢幼虫の食痕は稲体下部に多く、たとえば幼穂分化期では第3~4葉以下の葉しょう、穂ぞろい期以降はほとんどが第2~3葉以下の葉しょう及び葉身であった。老齢幼虫の食痕はこれより一般に高い部位に多くみられた。しかし、稲体の上位部に集中することはなく、茎葉全体に分布していた。なお、穂では幼虫の食痕はきわめて少なく、下葉の枯れ上がりが進んだ成熟期にだけ老齢幼虫のものが16%認められたが、それ以外は5%以下であった。

成虫の食痕は幼虫のそれより一般に高い位置に多く、特に穂ぞろい期以降はどの時期にも止葉に多かった。また、乳熟期以降は穂にもやや増加し、枝梗・穂軸に全体の17%の食痕が確認されたが、籾には後述するようにポット試験と同様に少なかった。

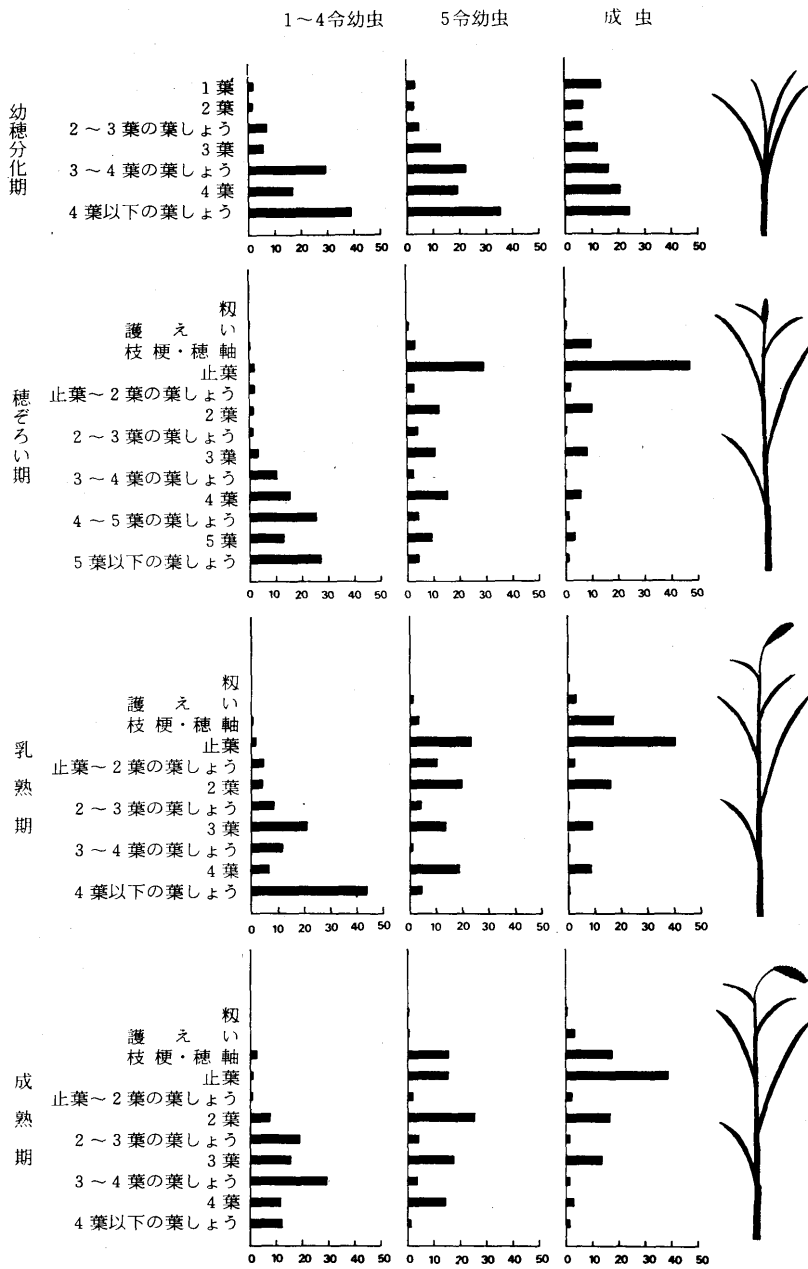
穂と茎葉との食痕数の比率をみると、第3表のように全般的に穂には少なく、若~中齢幼虫では各調査時期とも3%以下であった。老齢幼虫の穂における食痕数の比率も、穂ぞろい期・乳熟期とも5%程度と少なく、成熟期に18%みられたにすぎなかった。成虫では全般に幼虫より多目で、穂ぞろい期11%、乳熟期21%、成熟

第3表 水稻の穂と茎葉における食痕数(1茎当たり)

調査時期	稲体 部位	ポット			ほ場		
		1~2 齢	3~4 齢	成虫(平均)	1~4 齢	5 齢	成虫
幼穂分化期	穂	0.0(0%)	0.0(0%)	0.0(0%)	0.0(0%)	0.0(0%)	0.0(0%)
	茎葉	268 (100)	58 (100)	35 (100)	1,065 (100)	99 (100)	66 (100)
穂ぞろい期	穂	0.0(0)	2 (1)	24 (16)	3 (0)	4 (5)	32 (11)
	茎葉	344 (100)	177 (99)	123 (84)	659 (100)	83 (95)	251 (89)
乳熟期	穂	0.0(0)	4 (2)	12 (18)	0.1(0)	2 (5)	38 (21)
	茎葉	77 (100)	234 (98)	55 (82)	151 (100)	39 (95)	142 (79)
成熟期	穂	7 (10)	2 (5)	4 (17)	5 (3)	5 (18)	14 (22)
	茎葉	60 (90)	38 (95)	19 (83)	184 (97)	23 (82)	50 (78)



第6図 ツマグロヨコバイの齢期別食痕分布のポット試験における結果
(15莖平均、葉位は調査時の最上位葉からの位置を示す)



総食痕数に対する割合 (%)

第7図 ツマグロヨコバイの齢期別食痕分布のほ場試験における結果
(15莖平均、葉位は調査時の最上位葉からの位置を示す)

期22%とポット試験と同様にツマグロヨコバイの発育及び水稻の生育が進むにつれて穂での割合が増加した。

穂で認められた食痕を籾と枝梗その他に分けてみると第7図のように籾ではきわめて少なく、穂で最も食痕数の多かった成熟期でも若～中齢幼虫では認められず、老齢幼虫、成虫とも1%以下にすぎなかった。

茎葉部における葉身と葉しょうの食痕数の割合を第7図から判断すると、若～中齢幼虫は各調査時期とも食痕数の70%前後が葉しょうであった。老齢幼虫の食痕は幼穂分化期だけ葉しょうに約60%と多かったが、穂ぞろい期以降は葉しょうでは10～20%と減少し、逆に葉身で80～90%に増加した。成虫の食痕は幼穂分化期は葉身、葉しょうともほぼ同数であり差はなかったが、穂ぞろい期以降になるとやはり葉身に90%以上と圧倒的に多くなり、葉しょうは少なかった。

IV 考 察

ウンカ・ヨコバイ類における成虫の食痕の形態については報告があり³⁾、ツマグロヨコバイの食痕はヨコバイ類としてほぼ標準的で、ヒメトビウンカなどより偏平である。本県の水田ではツマグロヨコバイ及びヒメトビウンカ以外のウンカ・ヨコバイ類はほとんど認められないので、今回調査した食痕はすべてツマグロヨコバイのものと考えてよい。

食痕の形態については稲体のどの部分でも同様であったが、ツマグロヨコバイ成・幼虫の食痕の大きさは、虫体の大きさに比例する傾向が認められた。なお、成虫の食痕の大きさは内藤³⁾と同様の結果であった。

稲体上のツマグロヨコバイの食痕の分布は本種の吸汁部位を示すとともに、ツマグロヨコバイの生息部位を反映すると考えられる。このような観点から、ポット試験及びほ場の稲体にお

ける食痕の調査結果を総合するとかなりよく一致した傾向を示し、若齢幼虫は主に稲体の下部の葉しょうに生息して吸汁加害するが、中齢幼虫になるとそれよりやや高い位置の葉身に生息して加害するようになる。老熟幼虫は若～中齢幼虫の場合よりさらに高い位置にある葉身に生息加害するが、穂まで上ってくることは少なく、中齢幼虫と成虫の中間的な位置を占める。同じ発育段階のツマグロヨコバイでも、水稻の生育が進むにしたがって生息加害部位が幾分高い部位に移行するが、これは下葉の枯れ上りが関係しているものと考えられる。このようにツマグロヨコバイの発育に伴って生息加害部位がしだいに上方に、しかも葉しょうから葉身へと移行する理由については明らかではないが、ツマグロヨコバイの発育段階と吸汁の難易や栄養要求の違い、あるいは移動性などが関連しているように思われる。少なくとも若齢幼虫の生息部位が低いことは、ツマグロヨコバイの産卵部位が葉しょうの下部である場合が多く（齊藤ら、未発表）、卵からふ化した幼虫はその位置からあまり移動しないことに原因がありそうである。このようなツマグロヨコバイの発育段階別の稲体における生息加害部位の違いは、病害虫発生予察事業の本種の密度調査で実施されている各種調査法の捕虫率に影響するものと考えられる。事実、捕虫網によるすくい取り調査と払落し調査を比較すると、払落し調査で若齢幼虫の捕虫率が高い傾向がある（大兼ら、未発表）。

成虫は出穂前の水稻では特定の部位に集中することはなく、稲体全体に広がって生息するようである。しかし表面積の広い葉身が大部分であることに変りはない。出穂後は稲体上部から吸汁するようになるが、主な吸汁部位はやはり止葉を中心とした葉身である。性別にみると穂を吸汁加害するのは雄より雌が多い。雄が少ないのは興味ある現象であるが、おそらく栄養要求の違いに基づくものと思われる。一方、雌の

場合は食痕が稲体下部にも比較的多くみられるが、これは一般に産卵が稲体の下部で行われる場合が多いため、産卵中及びその前後の吸汁によるものと推定される。また、ほ場では成虫の生息が穂でごく普通に観察されるにもかかわらず、穂における食痕数は他の部位に比べ少ないことが明らかとなったが、これは穂にいる個体は目につきやすく、それ以外の個体は葉裏などに多いため見逃しやすいことにもよるのであろう。

以上の点を考慮しながら、ツマグロヨコバイの吸汁害について述べてみたい。本種による吸汁害の発生機作は、ツマグロヨコバイが水稻の穂に集中して吸汁し^{1,8)}、特に開花期の加害により不稔籾やくず米が増加するためであるという¹⁰⁾。しかし筆者らの調査では、穂では食痕はむしろ少なく、わずかに枝梗・穂軸に多少みられたりだけであった。特に籾における食痕はきわめて少なく、ここからの吸汁はほとんど考えられないといってよい。枝梗・穂軸における雌成虫の食痕も水稻の成熟がかなり進み、下葉が枯れ上ってきた乳熟期以降になってから目立つ程度である。したがって、ツマグロヨコバイは穂を加害することはあっても、水稻の生育後期に枝梗を転流する養分を部分的に一時吸汁する程度で、従来いわれてきたような穂への集中加害に基づき減収はまず考えられない。このことについては、1977年の試験に用いた調査ほ場ではツマグロヨコバイの発生盛期の8月4半旬に捕虫網25回振りすくい取りで成・幼虫約1,400頭が採集され、また払落し調査による株当たり密度では成虫17.8頭、幼虫8.7頭に達しかなり高密度であったにもかかわらず、調査した水稻における籾での食痕はきわめて少なかった。このことから、籾への直接加害はほとんどないものと思われる。

本調査結果からは、ツマグロヨコバイの発育段階で吸汁量が多い老熟幼虫や成虫の食痕が葉

身に多かつたことから、本種の主要な加害部位は葉身とみなされる。また、加害が集中的でなく稲体全体に散らばっていることも特徴である。葉身の吸汁害がどのような経路で減収に結びつくかは明らかでないが、少なくとも穂への直接加害に比べて吸汁害に対する水稻の補償能力が複雑に関与していると考えられる。また、興味あることには、ツマグロヨコバイの加害部位は吸汁害が激甚なウンカ類、例えば水稻の止葉や穂を集中加害して稔実阻害するセジロウンカ及び株元部に集中し稈を加害して倒伏枯死させるトビイロウンカ⁹⁾とは対照的に異なり、加害部位が稲体全体に散らばっているため、水稻の同化産物の転流を極端に阻害することはないと考えられる。

しかし、ツマグロヨコバイの口針そう入による水稻の組織への障害と被害の関係については、本種により形成される唾液しょうの認められる付近の細胞は破壊または機能を失ない、通導組織は唾液しょう物質が充満し⁴⁾、唾液しょうの維管束への到達率及び通導組織の閉そく頻度はかなり高く、さらに齢期の進んだ個体による場合ほど著しいこと⁵⁾及び排出甘露がかなり多いことなどからみて、もしこうした障害が集中的に、かつ強く現れるならば収量に何らかの悪影響が及ぶはずである。しかし、ツマグロヨコバイの発生量の割に顕著な減収が起らないのは、水稻に対し極端な生育阻害を与えない本種の非集中的な吸汁加害習性が関与しているように思われる。こうしたことが、3齢幼虫以上の個体の株当たり密度が20~40頭程度と西南暖地よりは高いが、東北・北陸地方の多発年よりは低い栃木県では、被害があまり問題になりにくいことを物語っているのではなからうか。

V 摘 要

1. ツマグロヨコバイの食痕の大きさは、齢期が進み、虫体が大きくなるほど大型化した。

成虫では雄より雌の食痕が大きかった。

2. 稲体各部の食痕は、葉身に形成される食痕と同様の形態であった。

3. ツマグロヨコバイの発育段階別吸汁部位は若齢幼虫は稲体下部であったが、発育が進むにつれて漸次上位に移行した。また吸汁部位は非集中的であった。

4. 水稻の生育段階別にみると、吸汁部位は生育後期になるほど上位に多くなる傾向がみられた。

5. 若齢幼虫の食痕は葉しょうに、中齢以上の幼虫及び成虫の食痕は葉身に多かったが、穂ではいずれも少なかった。穂においては枝梗・穂軸に多少食痕が認められる程度で、籾にはほとんどなかった。

6. 以上のことから、一般にいわれているような穂への直接加害による減収はほとんどないと考えられた。また加害が水稻の特定部位に集中しないことが、ツマグロヨコバイによる減収がそれほど顕著に現れない原因と考えた。

本稿を終るにあたり、終始御指導をいただいた栃木県農業試験場柴田幸省場長補佐兼病理昆虫部長、研究遂行上多くの有意義な御教示をいただいた農林水産省草地試験場内藤 篤博士に

厚く御礼申し上げる。

VI 引用文献

1. 橋爪文次 (1958) 植物防疫 12: 394 - 400.
2. 本郷 武・合田健二・木島利男・滝田泰章・大兼善三郎・尾田啓一 (1975) 関東東山病虫研報 22: 79.
3. 内藤 篤 (1964) 植物防疫 18: 482 - 484.
4. ——— (1967) 応動昆 11: 150 - 156.
5. ——— (1976) 応動昆 20: 51-54.
6. 大兼善三郎・合田健二・尾田啓一 (1974) 関東東山病虫研報 21: 86.
7. ———・小熊純一・和田悦郎・増山幸男・尾田啓一・岩城 寛 (1976) 関東東山病虫研報 23: 75.
8. 佐藤昭夫 (1974) 今月の農薬 18: 64 - 68.
9. 末永 一・中塚憲次 (1958) 農林省振興局植物防疫課病虫害発生予察特別報告 1. 468 PP (特に PP 76-83).
10. 山口福男・藤本 清 (1969) 兵庫農試研報 17: 41-43.