

ツマグロヨコバイの増殖機構に関する研究

第II報 日射量および窒素施用量の異なる栽培水稻での幼虫発育と産卵*

大矢 慎吾・鈴木 忠夫** (農林省北陸農業試験場)

北陸地方のツマグロヨコバイは8月から9月にかけて高密度となり、このころの稲は出穂後まもない乳熟期にあたるため、被害をかなり受けることが知られている。

一般に、害虫の密度変動は、各種要因の複合関係から起因すると考えられるので、筆者はツマグロヨコバイと寄主植物である水稻とを「食うもの」と「食われるもの」という食物連鎖的観点から検討し、本種の密度変動に及ぼす食餌稲の影響を解明しようとした。ツマグロヨコバイの栄養摂取源である稲体の生理的変動は、施肥などの栽培条件、温度、日射量などの気象条件、稲の発育段階などに起因するものと考えられる。寄主の栄養状態によって幼虫期間、成虫生存期間、産卵数などが影響をうけることはニカメイガ^{2,3)}、アワヨトウ⁶⁾、トウモロコシアブラムシ⁴⁾、トビイロウンカ^{8,9,10)}、ヒメトビウンカ^{1,11)}、ツマグロヨコバイ^{5,7)}などで報告されている。しかし同化作用のエネルギー源である日射量から検討した報告は少ない。そこで日射量と窒素施肥量を変えて栽培した水稻におけるツマグロヨコバイ幼虫の発育と、成虫の産卵数、生存期間、産卵選択について検討したので報告する。

稿を草するに当たり、有益な御指導いただいた当場環境部長田村市太郎博士、織田真吾技官に厚く感謝の意を表す。

I 試験方法

日射量の調節は野外における遮光処理によった。従って、気温、日長の実験的コントロールまでは行なわない自然環境下の試験である。そこで、時期別変動様相から判定する観点に立ち幼虫発育調査は4回、産卵調査は3回の反復とし実験的手法を加えて行った。

1 供試稲の栽培条件 日射量と窒素施肥量は第1表のような組合せとし、供試稲の栽培条件を3種とした。3~4葉期苗(品種:マンリョウ)を、田川統土を400g入れた小型ポット(直径8cm、深さ9cm)に移植した。田川統土100gには有効態窒素が約1.5mg含まれているので、無窒素区でも約6mgにあたる窒素があったことになる。ポット当たり植付本数は移植後の分けつ数

の差を少なくするため第1表のようにした。実験に用いたイネは移植後の5~6葉期のものである。日射制限処理はクレモナ寒冷紗314井を地上2mの高さに張って行なったが、これの遮光率は約65~70%にあたる。各処理稲は10日おきに播種および移植し、たえず同一生育段階のものが得られるようにくふうした。

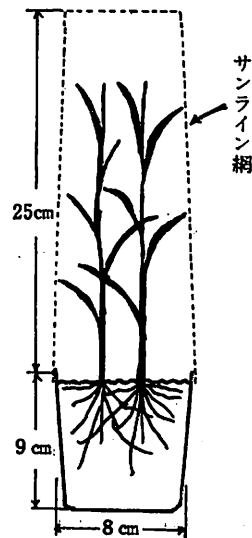
第1表 供試稲の栽培条件

処理区名	施肥処理			日射処理	植付本数
	N	P	K		
多照窒素施用区	100mg	100mg	100mg	無遮光	2本
少照窒素施用区	100	100	100	クレモナ寒冷紗314井で遮光	2
多照無窒素区	0	100	100	無遮光	3

注) 1ポット当たり成分

第2表 供試虫のふ化日及び供試虫数

	幼虫ふ化日	ポット数	供試虫数
第1回供試	6月9日	7	70匹
第2回供試	7月18日	10	100匹
第3回供試	8月21日	10	100匹
第4回供試	9月23日	10	100匹



第1図 小型ポット設置状況

*本報告の要旨は昭和44年度日本応用動物昆虫学会大会において発表した。

** 現東海近畿農業試験場

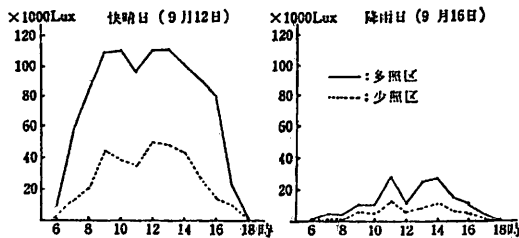
2 幼虫発育調査法 同一日にふ化した幼虫をサンライン網（ポリエチレン繊維）100目の網をかけた小型ポットに10頭ずつ放飼した。小型ポット設置状況は第1図のとおりである。供試稲は10～14日ごとに交換した。各時期別幼虫ふ化日、供試虫数は第2表のとおりである。供試虫逃亡防止の目的でサンライン網被覆をしたため多照区でも約20%が遮光され、少照区はクレモナ寒冷紗と2重被覆をしたため遮光率は約80%となった。

3 産卵調査法 羽化成虫を雌雄1対ずつ小型ポットに放飼産卵させ、供試稲を10日おきに交換しながら産付卵数を調査した。第1回産卵調査用の供試虫には、幼苗飼育によって1968年7月3日～4日に羽化した成虫を用いた。第2、3回産卵調査には、前記の幼虫発育調査より羽化した成虫を用い幼虫期間と同じ栽培条件の稲で飼育した。これらの成虫羽化時期は第2回調査用が8月上旬、第3回調査用は9月中旬であった。

4 産卵選択試験 各処理稲を2ポットずつ、ランダムに、サンライン網をはった箱（縦25cm、横35cm、高さ35cm）に入れ、同一条件で羽化させ、それら成虫をメス・オスそれぞれ30頭づつ放飼し48時間産卵させた。供試稲は産卵条件をそろえる目的から茎数を同じにした。7月31日と8月1日の2回反復とし、1回の調査は3連制で行なった。

II 試験結果

1 日射処理条件下の照度 立体照度計で測定した快晴日と降雨日の照度日変化は第2図のとおりである。降雨時の照度は快晴日の少照区より少なかった。このことは快晴日の遮光処理は、曇り空程度の照度で、遮光条件下の稲は連日曇りないし降雨日の日射条件下にあったものと考えられる。



第2図 快晴日及降雨日の日射処理下の照度

2 供試稲の生育状況 系統的に播種および移植した供試稲の生育状況の一部は第3表のとおりである。遮光処理によって草丈はのび、分けつは抑制され軟弱な形

状となった。窒素肥料を制限すると分けつは極端に抑制され、草丈はのびなやみ葉色は黄色味をおびた。

第3表 供試稲の生育状況（系統的に播種したものの中の一部）

調査日	茎数 (本/株)			草 丈 (cm)			乾物重比 (%)			備考
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
7月3日	3.1	2.0	1.0	22.1	25.6	14.3				供試前
7月16日	6.9	3.0	1.0	38.6	50.1	20.5	21.2	16.1	28.1	供試後
7月16日	3.7	1.7	1.0	29.1	38.3	17.2				供試前
7月29日	4.8	3.4	1.1	39.8	53.8	22.5	26.4	20.5	28.7	供試後
10月14日	4.6	1.3	1.0	40.5	37.8	28.1				供試後

注) 処理区名 A: 多照窒素施用区
B: 少照窒素施用区
C: 多照無窒素区

3 幼虫発育状況および羽化直後成虫の生体重 幼虫期間中の死虫率は第4表のとおりである。

第1回、第2回調査では窒素施用区の死亡率は約40%を示した。第3回調査では各処理区とも30%台で大差があるようにはみえない。このような傾向は、第5表に示した幼虫期間の長さとも関連があるように推察される。9月23日ふ化幼虫供試による第4回調査は60日後にあたる11月23日に3～4令幼虫であって、このまま越冬幼虫になるものと考えられる。

第4表 幼虫期間における死虫率

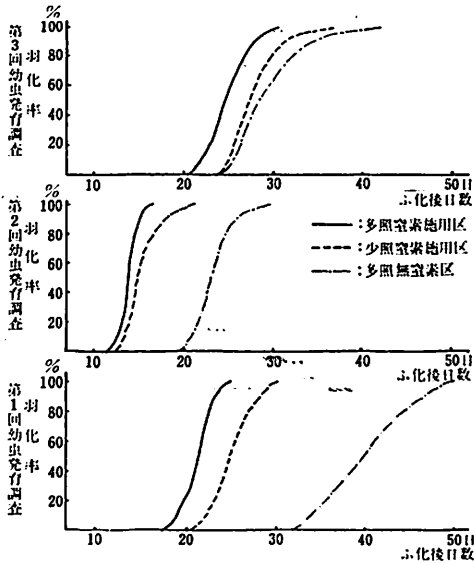
反 復	幼虫ふ化日	多照窒素施用区	少照窒素施用区	多照無窒素区
第1回調査	6月9日	20.0%	12.9%	40.0
第2回調査	7月18日	18.0	19.0	38.3
第3回調査	8月21日	32.0	36.0	31.3
第4回調査	9月23日	11月22日(60日後)羽化成虫なし		

第5表 幼虫期間の平均値

反 復	項目 幼虫ふ化日	メ ス			オ ス		
		A	B	C	A	B	C
第1回調査	6月9日	25.0	27.65	42.33	25.0	25.93	30.33
第2回調査	7月18日	15.32	16.17	24.79	14.89	15.27	19.63
第3回調査	8月21日	26.71	30.96	29.62	23.96	28.03	27.97
第4回調査	9月23日	11月22日(60日後)羽化成虫なし					

注) A 多照窒素施用区
B 少照窒素施用区
C 多照無窒素区

メス成虫の羽化状況は第3図、幼虫期間の平均値は第5表のとおりである。第5表からふ化時期別の幼虫期間をみると、多照窒素施用区では7月18日ふ化が約15日



第3図 メス成虫の羽化状況

最も短かく、6月9日ふ化、8月21日ふ化は約25~26日で約10日長かった。9月23日ふ化の幼虫は60日後も成虫をみず越冬幼虫となった。多照無窒素区の幼虫期間は第1, 2回調査で他の2区よりも長びいた。遮光処理をすると、メスの幼虫期間は1~2日遅延する傾向を示したが、オスについては明らかでなかった。

4 羽化成虫の生体重 羽化直後の成虫を炭酸ガスで麻酔し生体重を測定した結果は第6表のとおりである。これによると、窒素無施用区の生体重は施用区のそれと比べて軽いが、その差はオスよりもメスにおいて大きく約2~3mgを示した。また、遮光処理区での生体重は無遮光区のそれよりも軽く約1mgの差を示した。

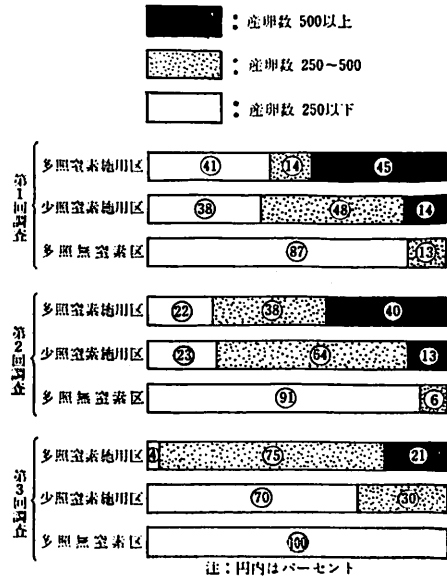
第6表 羽化成虫の生体重 (単位mg)

処理区名	第1回調査		第2回調査		第3回調査	
	メス	オス	メス	オス	メス	オス
	虫数平均	虫数平均	虫数平均	虫数平均	虫数平均	虫数平均
多照窒素施用区	346.15	213.44	475.57	353.30	425.59	263.17
少照窒素施用区	335.15	273.22	364.84	453.25	264.53	352.95
多照無窒素区	112.79	302.14	283.06	301.99	293.78	372.70

5 産卵数およびメス成虫生存期間 産卵数およびメス成虫生存期間は第8表のとおりである。またメス1頭当り産卵数を250単位の階級別個体割合で示すと第4図のとおりである。これによると、産卵数にはかなりの個体変動が現われた。この原因には成虫の産卵能力差のほかに成虫寿命の長短が影響しているものと考えられる。そこで、羽化後10日目の第1回食餌交換時にお

る死亡個体は羽化時あるいは、羽化直後に何らかの原因で死亡したものとしてそれらを除外して検討することとした。こうして外した虫数は第7表のとおりである。こうして成虫生存期間は10日おきの食餌交換時に行なった生死確認調査を基礎としたので、成虫生存期間は10日を1単位としてとりまとめた。まず羽化時期別にみると、多照窒素施用区では7月上旬羽化は約32日、8月上旬羽化は約40日、9月中旬羽化は約78日となり羽化時期の遅れるほど長くなっている。特に9月中旬羽化成虫は12月末の降雪期まで生存する個体もあった。このような生存期間差は少なくとも飼育期間中の気温と関連があると考えられる。処理条件別にみると、多照無窒素区での生存期間が長い傾向であった。

メス1頭当り産卵数は多照区>少照区、窒素施用区>同無施用区という関係傾向を示すようである。第4図から産卵数500個以上の個体割合をみると、多照窒素施用区が45%少照窒素施用区が14%、多照無窒素区は0%である。産付卵塊数、1日当り産卵数、1卵塊の卵粒数も、メス1頭当り産卵数と同様な傾向がみられる。



第4図 1メス当り産卵数の階級別分布

第3回調査時における卵の大部分は11月上旬までに産まれており、11月中旬以降の産卵はわずかであった。第3回調査が第1, 2回調査に比べて各項目とも少ない値をしているのは、11月以降の低温に影響されたためと考えられる。上記結果により産卵数の分散分析を行なったところ処理間に有意差を認めることができた。

第 7 表 羽化後10日以内に死亡し、調査から除外した虫数

項 目	多照窒素施用区	少照窒素施用区	多照無窒素区
第 1 回産卵数調査 羽化虫除外虫	35 13	35 14	35 5
第 2 回産卵数調査 羽化虫除外虫	40 8	33 11	27 4
第 3 回産卵数調査 羽化虫除外虫	30 6	26 3	26 5

無施用の稲でも、前記したように、約 6 mg の窒素成分が土中に含まれていたわけであるが、それでも窒素欠乏状態は良く観察できた。このような窒素欠乏稲を食餌としたツマグロヨコバイは、幼虫期間の遅延、幼虫期間の高死亡率、羽化直後成虫生体重の軽量化をまねくことが明らかにされた。ウンカ、ヨコバイ類は羽化後栄養を摂取しながら卵巣を发育させて産卵する種類であって、ニカメイガなどのように羽化時にはすでに産卵数が規定さ

第 8 表 産 卵 数 調 査 結 果 (信頼巾 5%有意水準)

処 理	項 目	調査虫数	成虫生存期間の単位	1メス当り産卵数	1メス当り産付卵塊数	1メス換算1日当産卵数	1卵塊の卵粒数	産卵数の分散分析結果
第 1 回産卵調査 (4日羽化)	多照窒素施用区	22	3.27±0.58	434.68±138.16	53.82±14.10	13.28	8.08	F=9.31** F ₇₀ ² (0.01)=4.92
	少照窒素施用区	21	3.05±0.47	329.76±104.87	37.33±10.38	10.82	8.83	
	多照無窒素区	30	4.80±0.57	180.37±28.39	32.57±4.85	3.75	5.54	
第 2 回産卵調査 (8月上旬羽化)	多照窒素施用区	32	4.09±0.48	432.91±97.23	46.53±8.46	10.57	9.30	F=12.51** F ₇₄ ² (0.01)=4.91
	少照窒素施用区	22	4.50±0.86	327.36±79.88	34.64±7.62	7.29	9.45	
	多照無窒素区	23	5.87±1.02	154.09±35.43	23.74±5.26	2.62	6.49	
第 3 回産卵調査 (9月中旬羽化)	多照窒素施用区	24	7.83±0.78	399.91±50.26	49.08±5.34	5.10	8.14	F=58.84** F ₆₅ ² (0.01)=4.95
	少照窒素施用区	23	9.13±0.63	202.26±32.25	28.00±3.93	2.21	7.22	
	多照無窒素区	21	8.57±1.06	117.04±29.37	17.67±4.01	1.36	6.62	

(注) 成虫期間の単位は10日を1とする。

第 9 表 産卵選択調査の産卵数

プロット	第 1 回 調 査			第 2 回 調 査		
	多照窒素施用区	少照窒素施用区	多照無窒素区	多照窒素施用区	少照窒素施用区	多照無窒素区
プロット I	107 199	60 73	69 34	151 250	100 157	106 31
プロット II	44 52	59 31	38 59	109 178	126 78	20 23
プロット III	82 166	49 63	40 0	149 165	155 138	26 63
平 均	108.3	55.8	40.0	167.0	125.7	44.8
分散分析結果	F=4.61* (F ₁₀ ² (0.05)=4.10)			F=16.09* (F ₁₀ ² (0.05)=4.10)		

6 産卵選択 産卵選択調査の結果は第 9 表のとおりである。これによると、産付卵数は、多照窒素施用区に最も多く、少照窒素施用区、多照無窒素区の高位順である。また、窒素施用区の産付卵数は無施用区のそれに比べると 2 倍以上であった。したがって、ツマグロヨコバイの産卵は窒素施用稲に対して選択的に行なわれるとみてよからう。これらの数値を分散分析したところ、処理区間に有意差を認められた。

III 考 察

窒素質肥料の増施が昆虫増殖に好適要因をあたえることについては一般に知られている。この試験では、窒素

れる種類とはちがうので、成虫期における食餌の栄養条件が産卵に及ぼす影響はかなり重要であろうと考えられる。第 1 回産卵調査は同一条件で行なった幼苗飼育による羽化成虫を各処理稲へ放飼したものであるのに、その産卵数は成虫期間の食餌稲によって差をみたのであるから、幼虫期間の栄養条件も産卵数を左右すると考えてよさそうである。幼虫期間における栄養条件と産卵との関係についてはこの研究から明らかにできなかったが、窒素欠乏稲ではメス成虫の体重が軽く、小型化するため、産卵数にも差が現われる可能性があるであろう。窒素欠乏稲の産卵数に及ぼす影響は、産卵数、産付卵塊数、1卵塊の卵粒数および、繁殖に不適であることがわかるが、この

ことは窒素施用稲は産卵寄主としても窒素欠乏稲よりすぐれているという産卵選択調査からも裏づけられよう。

同化作用のエネルギー源である日射量を制限すると、稲の草丈はのび、分けつは抑制されて軟弱稲となる。遮光区の幼虫発育、成虫の生体重や産卵数はともに無遮光区より劣り、産卵数も減少傾向となる。つまり、同化作用を制限されたイネはツマグロヨコバイの食餌としても不適となることが考えられる。この試験は野外試験のため温度、日長などを制御することはできなかったが、時期別に行なった3~4回の調査によっていずれの項目についても、同傾向の数値を得たので、温度、日長などの要因をもある程度含めた考察資料となるのではないかと考えられる。ただし、本種の増殖と食餌稲との関係については、さらに厳密な栄養生理的検討が必要であろう。

IV 摘 要

1 窒素の施用量と日射量を変えて栽培した稲とツマグロヨコバイの幼虫発育、成虫生存期間、産卵数との関係について検討した。

2 窒素欠乏稲は幼虫期間を長びかせ、羽化直後の成虫生体重を軽くし、産卵数も減少させるので本種の増殖には不適とみなされる。

3 クレモナ寒冷紗で食餌稲を遮光処理した結果、無遮光に比べて成虫の生体重は軽く、産卵数も少ない傾向を示した。

4 時期別幼虫期間を比べると、窒素施用稲で6月上旬ふ化は約25日、7月中旬ふ化は約15日、8月下旬ふ化は約27日、9月下旬ふ化は越冬幼虫となった。

5 時期別成虫生存期間を比べると、7月上旬羽化は約30日、8月上旬羽化は約40日、9月中旬羽化は約80日であった。

6 栽培条件によって産卵選択がみられ、産卵数の区間差は多照窒素施用区>少照窒素施用区>多照無窒素区の高位順であった。

引用文献

- 1) Fujiwara, A. and Y., Noda (1968) Host plant factors influencing oviposition of the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallén, with special reference to oviposition preference and fecundity. Bull. Hiroshima Agr. Exp. Sta. 26: 91~103.
- 2) 石井象二郎・平野千里 (1958) ニカメイガ幼虫の生育に及ぼす水稲への施肥の影響 I. 土壌への窒素質肥料の施用量とニカメイガ幼虫の生育 応動昆 2: 198~202.
- 3) 石井象二郎・平野千里 (1959) ニカメイガ幼虫の生育に及ぼす水稲への施肥の影響 II 窒素含量を異にして水耕栽培した水稲における幼虫の生育 応動昆 3: 16~21.
- 4) Itô, Y. and C. Hirano (1963) Population growth, longevity and fecundity of *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Homoptera: Aphididae), on wheat and barley seedlings grown under different nutritional conditions. Jap. J. Appl. Zool. 7: 132~139.
- 5) 河部通・腰原達雄 (1971) ツマグロヨコバイの産卵に及ぼす寄主稲の栄養の影響 昭和46年度応動昆大会講演要旨46.
- 6) 小山重郎 (1966) アワヨトウの大発生とイネの多窒素栽培との関係について 応動昆 10: 123~128.
- 7) 大矢慎吾 (1971) 窒素の施用量を異にして水耕栽培した稲とツマグロヨコバイの幼虫の発育、産卵数との関係 昭和36年度応動昆大会講演要旨4.
- 8) 寒川一成 (1970) トビイロウンカの吸汁習性に関する研究 第1報 窒素欠乏稲での吸汁 応動昆 14: 101~106.
- 9) 寒川一成 (1970) トビイロウンカの吸汁習性に関する研究 第2報 甘露排泄からみた吸汁習性 応動昆 14: 134~139.
- 10) 杉本達美・山崎昌三郎 (1969) トビイロウンカに関する研究 水稲施肥が発育、産卵におよぼす影響 北陸病虫研報 17: 29~32.
- 11) 高橋広治・小野小三郎 (1965) 窒素の施用量とヒメトビウンカの吸汁および吐出との関係 関東東山病虫研会報 12: 15