

ヒメトビウンカにおける赤眼系統の遺伝と生態について

石 井 卓 爾

農林省北海道農業試験場

(1965年12月10日 受領)

Some Hereditary and Ecological Observations on Small Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* (FALLÉN), Having Red-Colored Eye. Takuji ISHII (Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* 10: 64—68(1966)

A certain number of small brown planthoppers, having red-colored eyes, was obtained in F_2 by crossing within general black-eyed small brown planthoppers collected from the field of our experiment station at Sapporo in October 1962. The occurrence of red-colored eye of this species seems to be new record. Inheritance of red color in eye was studied and was found to follow the Mendelian simple recessive gene explanation. Some ecological characters of both strains, black and red eyed, were compared but notable differences were not pointed out in preoviposition period, percentage of hatching, mortality at nymphal stages, nymphal growth, percentage of the appearance of the macropterous females, relation between renewing interval of food and the percentage of appearance of the macropterous females, phenomenon of diapause, acquisition and ability of transmission of the northern cereal mosaic virus. But certain differences were recognized in sexual proportion of emerged adults, oviposition period, and number of eggs laid. The red-eye individuals were not found in the field, and the red-eye strain does not differ from the black-eye strain in its behavior. Accordingly, it may be possible to utilize the red-eye strain as a marked individual in the study of relation between transmission of viruses and ecology of this species.

まえがき

ヒメトビウンカ *Laodelphax striatellus* (FALLÉN) の眼色は若令期は紅色で、令が進むにしたがい暗色を帯び、成虫では黒色となることが従来知られていた。すなわち村田 (1913) はふ化当時の眼は赤色を帯びていると記載しているが、農林省農務局発行の病虫害予防奨励要報第4号 (1924) の着色版に描かれた若令幼虫と思われる個体の眼は赤色である。江崎・橋本 (1937) は眼色について第1令は紅色、第2令はやや黒味を帯びた紅色、第3令は赤紫色、第4~5令は黒味を帯びた紫色、成虫は黒色であることを報告し、江崎・石原 (1952) は成虫の眼が黒色であると記載している。

筆者は札幌市において1962年秋に採集した本種の黒眼個体を同系交配により増殖中、 F_2 世代に混生している少数の赤眼個体を見つけた。この個体は幼虫、成虫ともに眼色が赤色で未記録のものである。なお、この赤眼個体の眼色を RIDGWAY (1912) の Color Standards に

照合すると、幼虫と雌は orange chrome, 雄は flame scarlet に該当し、ともに orange 色の系統に属する。しかしここでは黒眼という呼称に対応して便宜上赤眼と呼ぶこととする。その後、 F_2 世代の黒眼、赤眼個体から両ホモ個体の選抜と増殖を行ない、このホモ個体を用いて赤眼の遺伝に関する実験と、黒眼、赤眼両系統の生態の比較とを行なった。ここにはその結果の概要を報告する。

本論に入るに先だち、ご校閲を頂いた当北海道農業試験場桑山覚博士に心から御礼申上げる。また北海道大学農学部教授島倉亨次郎博士ならびに前当場作物第一研究室長岡部四郎氏¹ には遺伝に関する実験を行なうに当たってご助言を頂いた。農業技術研究所同定分類研究室長谷川仁氏には本種の同定を煩わした。前当場虫害第一研究室長松本蕃博士² には実験の便宜と御指導を頂いた。ここに感謝の意を表する。

なお本文の大意は昭和39年度日本応用動物昆虫学会大会 (1964) で発表した。

1 現在農業技術研究所遺伝生理部遺伝第5研究室長
2 現在岡山県立農業試験場病虫部長

材料および方法

1. 赤眼の遺伝

供試虫：1962年10月札幌市琴似町にある北海道農業試験場圃場において黒眼のヒメトビウカ幼虫を採集し、25°Cの温度で飼育羽化させ、その成虫を雌雄1対ずつ24組をつくって産卵させた。次世代の羽化成虫は同系交配させたが、この場合のふ化幼虫には多くの黒眼個体と少数の赤眼個体の存在することを翌年1月に至って認めた。しかもこの赤眼個体は最初の24組合わせのうち1組にのみ現われていることがわかった。これらの材料から黒眼と赤眼のホモ個体の選抜と増殖を行ない、このホモ個体を実験に供した。

実験方法：各種の交配実験は1963年3月から6月の間に5~10cm長のイネ苗を飼料として25°Cの温度で全明条件下の試験管内で行なった。また交配に先だち第5令幼虫期に試験管あたり1頭ずつに分離し、羽化と同時に目的の交配を行なって産卵させた。次世代の眼色の判定はふ化当日に行なったが、この場合ふ化幼虫の眼色がorangeであれば赤眼個体とし、紅色またはやや黒味を帯びた紅色の場合は黒眼個体とした。

2. 黒眼、赤眼両系統の生態の差異

供試虫：遺伝に関する実験に供試したと同じ黒眼、赤眼の両ホモ個体を用いた。

実験方法：(1)産卵ならびにふ化に関する実験——1試験管に別途無肥料で生育させた約10cm長のイネ苗1本と雌雄各1頭を入れ、25°Cの温度で長日条件(24時間全明)により黒眼、赤眼両系統の長翅型、短翅型についてその産卵とふ化の状況を調査した。飼料は毎日取り替えた。1963年には赤眼個体発見後第3世代のものを用い、1964年には約第15世代のものを用いた。

(2)幼虫期の発育ならびに羽化成虫の性比、雌長翅率に関する実験——1試験管に(1)と同様のイネ苗3本とふ化幼虫1頭を入れ、25°Cの温度で(1)と同様の長日条件のもとで飼育し、幼虫期における発育速度、死亡状況、羽化成虫の性比、雌長翅率を黒眼、赤眼両系統について調査した。飼料は3日ごとに取り替えた。

(3)飼料の取り替え間隔と雌長翅率に関する実験——1試験管に(1)と同様のイネ苗3本とふ化幼虫5頭を入れ、25°Cの温度で(1)と同じ長日条件のもとで飼育し、毎日飼料取り替え区と毎5日飼料取り替え区について黒眼、赤眼両系統の羽化成虫における雌長翅率の比較を行なった。

(4)休眠に関する実験——1試験管に(1)と同様のイネ苗1本とふ化幼虫1頭を入れ室温で飼育した。日長は全供試虫が休眠後第1回脱皮を終了するまでは短日条件(24時中8時間明)とし、以後長日条件(6月10日より室内自然日長)においた。このようにして飼育した場合

の幼虫期における休眠と羽化後の翅型について黒眼、赤眼両系統の比較を行なった。この場合の休眠とは三宅(1932)、三宅ら(1951)、岸本(1956c)の述べているような短日条件下飼育での令期間の延長したものをいう。

(5)ムギ北地モザイク病ウイルスの獲得および媒介に関する実験——黒眼、赤眼両系統について、鉢植えのムギ北地モザイク病発病エンバク株をガーゼで蓋をしたガラス円筒で覆い、この中にふ化幼虫を5月始めに放飼し羽化するまで病植物による飼育を行なった。この成虫は上記と同様の覆いをした無病エンバク幼植物(3~5cm長)1本に1頭を接種し、そのエンバク幼植物が発病した場合はその接種虫を保毒虫と判定した。この実験は温室内で行なった。

結果ならびに考察

1. 赤眼の遺伝

黒眼、赤眼の両ホモ個体を色々な組合せで交配した場合のF₁個体の眼色表現型を第1表に示した。これによると、赤眼×黒眼、黒眼×赤眼のF₁個体の眼色はいずれも黒となり、黒眼×黒眼のF₁個体では黒、赤眼×赤眼のF₁個体では赤であった。このことは赤眼が劣性ホモであり、黒眼は赤眼に対して優性で、従って表現型としての黒眼にはホモとヘテロがあることを示している。また

第1表 黒眼、赤眼の交配におけるF₁個体の眼色表現型(1963)

区別	交配の種類 ♀ × ♂	実験回数	F ₁ 観測値	
			黒眼	赤眼
A	黒眼×黒眼	5	274	0
B	赤眼×赤眼	6	0	845
C	黒眼×赤眼	3	831	0
D	赤眼×黒眼	3	534	0

黒眼個体と赤眼個体の交配でC、D区のように雌雄の眼色を逆な組合せにしてもそのF₁個体はいずれも黒眼となる。このことは黒眼、赤眼因子が伴性遺伝しないことを示している。

F₂世代および戻し交配F₁世代における眼色の分離をみたがその結果は第2表に示した。

これによると黒眼と赤眼の交配におけるF₂世代の眼色の分離は黒眼：赤眼=3：1、黒眼と赤眼の交配におけるF₁を赤眼に戻し交配した場合のF₁世代の眼色の分離は黒眼：赤眼=1：1とみて誤りはないようである。また黒眼と赤眼の交配におけるF₁を黒眼に戻し交配した場合のF₁世代は全個体が黒眼であった。

第1表によると、A区の親個体の黒眼はホモであり、C、D区の結果から黒眼は赤眼に対し優性で野生型と考えられるので、眼色黒の遺伝子型はr+r+と推定され

第2表 F₂ および戻し交配 F₁ 世代における眼色の分離 (1963)

交配の種類	観測世代	実験回数	観測値		計	期待値		自由度	χ ²	P
			黒眼	赤眼		黒眼	赤眼			
F ₁ × F ₁	F ₂	16	3785	1273	5058	(3) 3793.5	(1) 1264.5	1	0.0761	0.7~0.8
F ₁ × 赤眼	戻し交配 F ₁	9	431	421	852	(1) 426	(1) 426	1	0.1174	0.7~0.8
F ₁ × 黒眼	戻し交配 F ₁	2	185	0	185	—	—	—	—	—

と推定される。また第2表では F₂ 世代の眼色の分離、および黒眼、赤眼両個体に対する戻し交配 F₁ 世代の眼色の分離から、この推定した遺伝子型に誤りのないことが示されている。つぎにヒメトビウカの色を支配する遺伝子型を第3表に示す。

第3表 ヒメトビウカの色を支配する遺伝子型

眼色	遺伝子型
黒 (ホモ)	r ⁺ r ⁺
赤	r r

以上、赤眼と黒眼の交配における F₁ の眼色、F₂ および戻し交配 F₁ 世代における眼色の分離比の結果から、ヒメトビウカにおける赤眼はメンデル式1遺伝子劣性形質の遺伝をすることが明らかとなった。

2. 黒眼、赤眼両系統の生態の差異

黒眼、赤眼両系統における産卵とふ化の比較を第4、第5表に示した。1963年(赤眼系統分離後第3世代)の場合には赤眼系統に産卵しない個体があらわれたが、1964年(赤眼系統分離後約第15世代)の場合には全供試虫が産卵した。産卵前期間は長翅型が短翅型より長く、両系統とも同様な傾向であった。1963年の場合は産卵粒数の調査を欠くが、ふ化幼虫は黒眼系統の方が赤眼系統よりやや多い傾向が認められ、1964年の場合にもふ化率は約80%前後で大きな差はないが、産卵粒数は黒眼系統が多く、1963年の場合と同様な傾向がみられた。産卵期

第4表 眼色の違いと産卵、ふ化との関係 (1) (1963)

眼色	雌の翅型	供試雌数	産卵雌数	平均産卵前期間	平均ふ化幼虫数
赤	B	4	2	3.0	398
	M	3	2	7.5	255
黒	B	5	5	2.4	450
	M	3	3	4.3	322

Bは短翅型, Mは長翅型。

第5表 眼色の違いと産卵、ふ化との関係 (2) (1964)

眼色	雌の翅型	供試雌数	産卵雌数	平均産卵前期間	平均産卵期間	平均産卵粒数	平均ふ化率
赤	B	9	9	1.4日	18.2日	236	88.8%
	M	10	10	2.8	17.7	227	70.8
黒	B	9	9	1.1	23.6	509	74.9
	M	10	10	2.0	28.7	574	85.3

間も黒眼系統の方がやや長い傾向がみられたが大きな差はない。

幼虫期における死亡率、死亡令期を第6表に示した。これによると、黒眼系統の場合その死亡虫の殆んどが若令期のもので老令期では少なく、赤眼系統でも同様な傾

第6表 眼色の違いと幼虫期死亡率、死亡令期との関係 (1963)

眼色	供試虫数	1令	2令	3令	4令	5令	幼虫期死亡率	平均死亡令期
赤	49	6	10	0	0	6	22	2.5令
黒	50	12	0	0	2	0	14	1.4

向がみられた。平均死亡令期も両系統ともに2令前後であり、眼色の違いによる差はみられない。

幼虫期の発育日数については第7表に示した。25°Cの長日条件で飼育した場合幼虫期間は16日強で、第1令、第5令で長く、中間令期は短かった。これらの傾向も眼色の違いによって差は認められない。

羽化成虫の性比と雌長翅率については第8表に示した。性比(♀/虫数)は黒眼系統の場合、53.5%で雌雄ほぼ同数であったが、赤眼系統の場合は雄がやや多く現

第7表 眼色の違いと各令期間、幼虫期間との関係 (1963)

眼色	供試虫数	1令	2令	3令	4令	5令	幼虫期
赤	38	4.2日	2.8日	2.6日	2.9日	3.9	16.3日
黒	43	4.1	2.8	2.5	2.9	4.1	16.4

ふ化月日:赤眼系統 III.29~30, 黒眼系統 III.1.

第8表 眼色の違いと性比、雌長翅率との関係 (1963)

眼色	性別	翅型	羽化虫数	性比 (♀/虫数)	雌長翅率
赤	♂	M	24	36.8%	21.4%
	♀	M B	3 11		
黒	♂	M	20	53.5	17.4
	♀	M B	4 19		

第9表 眼色の違いと飼料の取り替え間隔の長短による雌長翅率との関係 (1963~1964)

眼色	飼料の 取替期間	供試 虫数	羽化成虫の性別、翅型			雌長翅率
			♂M	♀M	♀B	
赤	毎日	35	19	5	11	31.3%
	5日	40	18	16	6	72.7
黒	毎日	50	21	10	19	34.5
	5日	50	27	20	3	87.0

実験時期: 1963XII~1964 I.

われる傾向がみられた。このように雌長翅率についても眼色の違いによって大きな差はみられない。

飼料の取り替え間隔と雌長翅率については第9表に示した。1試験管あたりのイネ苗数と虫数を一定にして飼料取り替え期間を異にした場合、毎日取り替え区では短翅型雌が多く、毎5日取り替え区では長翅型雌が多くあらわれた。岸本(1956b)はトビロウカで飼料の取り替え間隔が長い場合は長翅型が多くあらわれるが、これは飼料の不適化によるとし、三宅ら(1962)はセジロウカの長翅型が栄養摂取量の不足にもとづいて現われるといい、末永(1950)は飼料の glucose 含量がトビロウカの翅型に影響するといっている。また岸本(1956a)はセジロウカ、トビロウカでは飼料植物の萎凋によって長翅型雌があらわれるとし、城野(1963)もトビロウカの長翅型雌の発現には飢餓などを通して働く食物の量的面も大きく影響することを報告している。ヒメトビウンカの場合もこれと同様に飼料の栄養摂取量が雌の翅型に影響するものと考えられる。飼料の取り替え間隔と雌長翅率の現われ方については眼色の違いによる差はみられない。

短日条件下の飼育における休眠現象については第10表に示した。この結果によると全供試虫が休眠したが、このうち第3令期ならびに第4令期で発育が長く休止する個体が認められた。このような第4令が長く休止する個

体は全供試虫の70~80%であり、第3令が長く休止する個体は20~30%であった。ヒメトビウンカを第1令期から短日条件で飼育した場合、三宅(1932)、三宅ら(1951)、岸本(1956c)は第4令期で休眠することを示している。ところが札幌産ヒメトビウンカでは低率ながら第3令で発育が長く休止する個体があらわれた。これらのことは休眠越冬の令期が必ずしも第4令期に限られたものでないことを示している。最近藤原(1965)は広島県における1964年の調査結果を報告したが、それによると野外より採集したヒメトビウンカ越冬幼虫にも、自然温飼育による越冬幼虫にもともに20~30%の個体が第3令で越冬していることを認めており、札幌産のヒメトビウンカの場合と同じ結果を得ている。休眠しない条件では第7表のように第2令または第3令は第1令より令期間が短縮されるのが普通であるが、第10表の場合、第2令または第3令は第1令期間と殆んど同じであり岸本(1956c)の示した短日条件下では2令からすでに発育が遅延しはじめるという事実と一致した。第3令期で発育が長く休止した個体と第4令期のそれとの間には平均幼虫期間に大きな差はなかった。また第8表に示すように休眠しない条件では長翅型雌のみがあらわれている。B区の親個体の赤眼はホモであり、C、D区の結果から赤眼は黒眼に対して劣性であるので、眼色赤の遺伝子型は r r

第10表 短日条件における眼色の違いと休眠との関係 (1963)

眼色	休眠 虫率	発育休 止令期	同左 虫率	平均令期間					平均 幼虫期間	雌短 翅率	雄短 翅率
				1令	2令	3令	4令	5令			
赤	100%	3令	29%	6.8日	6.3日	44.9日	9.0日	7.7日	74.7日	60.0%	33.3%
		4	71	6.1	5.5	6.2	44.1	8.9			
黒	100	3	17	5.1	5.7	48.7	7.8	6.7	74.0	68.7%	50.0%
		4	83	4.7	5.1	6.2	43.9	8.7			

ふ化月日: 赤眼系統 III.30~IV.1, 黒眼系統 IV.2. 実験中の半旬別最高最低平均温度: 19.6±1.7°C.

第11表 眼色の違いとムギ北地モザイク病ウイルスの媒介との関係 (1963)

眼色	性別	健全植物 接種虫数	媒介虫数	媒介虫率
赤	♂	8	8	100%
	♀	8	8	100
黒	♂	8	8	100
	♀	8	8	100

実験時期：V～VI。実験中の半旬別最高最低平均温度：
18.9±3.3°C。

るのに対して、第10表では休眠経過後の羽化成虫には短翅型雄があらわれている。以上これらの休眠についての諸現象は眼色が異なっても同傾向であった。

ムギ北地モザイク病ウイルスの獲得ならびに媒介については第11表に示した。これによると全供試虫が媒介しており、雌雄による差はみられなかったが、眼色の違いによる差もみられなかった。

以上、黒眼、赤眼両系統の生態に関する比較を行なったが、羽化成虫の性比、産卵粒数、産卵期間については両系統の間に多少の差が認められた。しかし産卵前期間、孵化率、幼虫期の死亡率、幼虫の発育速度、羽化成虫の長翅型雌の出現率、飼料の取り替え間隔と長翅型雌の出現率、休眠現象、ムギ北地モザイク病ウイルスの獲得と媒介能力については両系統の間に殆んど差のないことがわかった。

札幌市において本種の採集をたびたび行なうが、未だ野外で赤眼個体を発見した経験はない。しかるにこれらの採集虫を同系交配させるとF₂世代で赤眼個体を得た経験が多い。これは野外に赤眼因子を持つ個体がいるためと考えられるが、野外において赤眼個体が発見できない原因については明らかでない。

ヒメトビウンカはイネ科植物において普通にみられるが、イネ縞葉枯病、イネ黒条萎縮病、ムギ北地モザイク病の媒介昆虫として重要視されており、近年本種と植物ウイルスとの関連における生態に関する研究も盛んに行なわれている。実験を行なった範囲では赤眼系統は黒眼系統と生態上大きな差がないことと、赤眼個体が未だ野外において発見されていないことから、ウイルスの媒介機構などについて本種の生態との関連を研究する場合には、赤眼系統を標識として実験に利用することが便宜であると考えられる。

摘 要

(1) 従来ヒメトビウンカ成虫の眼色は黒色とされているが、1962年10月、札幌市琴似町にある北海道農業試

験場の圃場において採集した黒眼個体を同系交配により増殖中、F₂世代において未記録の赤眼 (orange) 個体を発見した。

(2) 実験の結果、この赤眼はメンデル式1遺伝子劣性形質の遺伝をすることがわかった。

(3) 黒眼、赤眼両系統の生態に関する比較を行なったところ、羽化成虫の性比、産卵粒数、産卵期間については両系統の間に多少の差が認められたが、産卵前期間、ふ化率、幼虫期の死亡率、幼虫の発育速度、羽化成虫の長翅型雌の出現率、飼料の取り替え間隔と長翅型雌の出現率との関係、休眠現象、ムギ北地モザイク病ウイルスの獲得と媒介能力については両系統の間に殆んど差が認められなかった。

(4) 野外においては未だ赤眼個体が発見されていないことと、赤眼系統が黒眼系統と生態上大きな差がないことから、今後ウイルスの媒介と本種の生態との関連の研究にこの赤眼系統を標識として利用し得ることが考えられる。

引用文献

- 江崎悌三・橋本土郎 (1937) 浮塵子に関する研究成績。第1報。浮塵子の生態及び天敵。農業改良資料 127: 1~135。
- 江崎悌三・石原保 (1950) ひめとびうんか。日本昆虫図鑑 (改定版): 316pp。
- 藤原昭雄 (1965) ヒメトビウンカ越冬幼虫の令期と春季の羽化時期との関係。応動昆虫支部報 7: 5~9。
- 岸本良一 (1956 a) ウンカ類の翅型に関する研究 (予報)。応昆虫 12: 56~61。
- 岸本良一 (1956 b) トビウオンカにおける翅型決定に及ぼす環境要因。特に幼虫期の飼育密度について。ウンカ類の翅型に関する研究 (第1報)。応昆虫 12: 195~111。
- 岸本良一 (1956 c) ヒメトビウンカにおける翅型決定要因。特に幼虫期の休眠経過について。ウンカ類の翅型に関する研究 (第2報)。応昆虫 12: 202~210。
- 三宅利雄・藤原昭雄・石井卓爾・乗越要 (1951) ウンカの越冬に関する実験的研究。広島農試報告 1: 1~21。
- 三宅利雄・藤原昭雄 (1962) セジロウンカ及びトビウオンカの越冬並びに休眠に関する研究。広島農試報告 13: 1~73。
- 村田藤七 (1913) 米麦の害虫の予防駆除。青木嵩山堂、東京 364 pp。
- 農林省農務局 (1924) 浮塵子駆除予防指針。病虫害予防奨励要報 4: 1~21。
- RIDGWAY, R. (1912) Color Standard and Color nomenclature, Washington D. C., pls. 53.
- 城野晋 (1963) トビウオンカの翅型決定に関する密度効果の分析。応動昆虫 7: 45~48。
- 末永一 (1950) 浮塵子の発生に及ぼす食餌植物の生化学的影響。第1報。セジロウンカの発生に及ぼす還元糖。九州農業研究 7: 61~62。