

トビイロウンカの翅型決定に関する密度効果の分析¹

城 野 晋

京都大学農学部昆虫学研究室

はじめに

バッタ、ヨトウガ、チャタテムシ、ナナフシ、ヨツモンマメゾウムシ、アブラムシなどには相変異あるいはそれに似た多型現象が見られるが、これらに類似の現象が稲作の重要害虫であるウンカ類にも存在している。すなわち長翅型、短翅型の2型が存在している。その出現機構に関しては従来いくつかの研究が行なわれており、末永(1950)は寄主植物であるイネの生化学的性質の如何により大きく影響されるとし、三宅ら(1951, 1953)は生息密度、食物の質、日長などが関係していると述べている。また岸本(1956, 1956a)は密度、食物の萎凋度、環境の生物学的条件づけなどの影響していることを認めた。

著者はトビイロウンカ *Nilaparvata lugens* STÅL についてこれらの諸要因中から密度要因を取りあげ、密度効果の内容のいくつかを分析した。雌雄による翅型決定に相違点の認められることを示した。

本文に入るに先だち御指導頂いた内田俊郎教授、河野達郎助教授並びに種々御援助下さった巖俊一氏はじめ京都大学農学部昆虫学研究室の諸氏に深く感謝する。

材料と方法

農林省四国農試岸本良一氏より送られたトビイロウンカ卵より孵化した幼虫をひきつづき累代飼育した。飼育は口径 1.8 cm、深さ 18 cm の試験管を用い、これを横 5 本、縦 12 本並ぶ試験管立てに横に列おきに並べ、特にことわらぬ限り 27.5°C、16 時間日長に調節された恒温室内で行なった。飼料としては主としてイネの芽出し苗の 12~3 cm になったものを利用し、萎凋しないうちに適時試験管共取り換えた。

結果と考察

密度効果は成虫によっても起こされるか

本実験では飼料として芽出し苗 1 本を各試験管当りに供した。第 1 表に示す如く対照の 1, 5, 10 頭区ではそ

れぞれ雌長翅型の出現率(♀M率)が 38.9%, 70.0%, 100% であるのに対し、孵化幼虫 1 頭に成虫 4 頭を集合させた試験区(1+4区)では ♀M 率は 90.8% であった。これは全幼虫期間を通し幼虫 5 頭であった対照区(5頭区)より 20% ほど ♀M 率がふえており、密度効果は同種の成虫によっても得られるものであり、しかもその効果は大であることが示された。

第 1 表 同一種成虫と集合させた場合の翅型

飼育密度	♂ M	♀ M	♀ B	♀ M (%)	実験回数	死亡率 (%)
1	9	7	13	38.9	30	10.0
5	16	7	3	70.0	8	35.0
10	8	10	—	100.0	5	64.0
1+4 成虫	8	10	1	90.8	30	36.7

(註) M: 長翅型 B: 短翅型

密度効果は種に特有なものか

この実験では飼料としてイネ(品種美穂錦)の葉を試験管当り 1 枚用い、ヒメトビウンカ *Delphacodes striatella* の成虫を共に入れて飼育した。第 2 表に示す如く対照の 1, 5, 10, 20 頭区ではそれぞれ ♀M 率が 6.3%, 2.3%, 22.9%, 46.3% であったのに対し、トビイロウンカ孵化幼虫 1 頭にヒメトビウンカ成虫 4 頭を集合させた試験区(1+4区)では 69.2% の ♀M 率を得た。この場合ヒメトビウンカ成虫のトビイロウンカ孵化幼虫に与えた密度効果はトビイロウンカ孵化幼虫 20 頭によるものより大となったわけで、トビイロウンカの長翅型発現に關与する密度効果は種に特有なものではなく、他種のしかも成虫によってもひき起こされることが示された。こういった現象は HUSAIN and MATHUR (1936) によりバッタの 1 種 *Schistocerca gregaria* でも知られており、幼虫 1 頭を他の非移動性バッタ *Poeciloceris pictus* などと集合させると、群集相の体色を示すに至るという。

密度の感受方法としての相互刺戟

翅型決定に及ぼす密度効果を考えた場合、幼虫相互間

¹ 京都大学農学部昆虫学研究室業績, 第 365 号
(1963 年 1 月 5 日受領)

第2表 ヒメトビウンカ成虫と集合させた場合の翅型

飼育密度	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M (%)	実験回数	死亡率 (%)
1	21	1	1	15	6.3	52	26.9
5	45	1	1	42	2.3	26	31.5
10	56	3	11	37	22.9	14	23.6
20	91	10	38	44	46.3	12	23.8
1+4 ヒメトビウンカ	10	—	9	4	69.2	29	20.7

における直接的な相互刺戟，虫数の増加に伴う虫1頭当りの摂食量の不足，高密度によりもたらされる食物の質的变化，排泄物などの蓄積による環境の条件づけなどといった局面が含まれていると思われる。ここではこみあいによる幼虫相互間の直接的な相互刺戟の翅型決定に及ぼす影響を実験的に調査した。試験区として孵化後3日目から毎日1日のうち一定時間（7時間及び12時間）のみ径7mm，長さ8cmのチューブ内で食餌なしで30頭ずつ集合させ，その後は各試験管での1頭飼育とした。集合中は幼虫は飢餓の状態に置かれているわけであるから，この部分的な飢餓による影響が出てくるかも知れないので，対照区としてこの間1頭で無給餌の状態に置く区もあわせ設けた。なお乾燥するのをさけるため，各チューブに水をしみこませた綿を入れておいた。食餌は芽出し苗を各試験管当り3本とした。これは以下の各実験でも同様である。

第3表 一時的な集合と翅型

飼育密度	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M (%)	実験回数	死亡率 (%)
1	20	—	3	11	21.4	39	12.8
5	19	3	—	22	0.0	11	20.0
10	18	—	6	14	30.0	5	24.0
20	30	1	28	5	84.8	4	20.0
30	25	—	27	—	100.0	3	42.2
1-A	16	—	4	4	50.0	35	31.4
1-B	9	—	7	4	63.6	34	41.2
30-A	15	—	13	6	68.4	2	43.3
30-B	20	—	15	2	88.2	2	38.3

(註) 1-A, 1-B: 1頭飼育で1日のうち7時間及び12時間無給餌としたもの。
30-A, 30-B: 1日のうち7時間及び12時間のみ30頭集合としたもの。

第3表に示す如く，対照区として設けた1, 5, 10, 20, 30頭区では♀M率はそれぞれ21.4%, 0.0%, 30.0%, 84.8%, 100%であったのに対し，試験区の7時間(30-A)および12時間(30-B)30頭集合区では♀M率がそれぞれ68.4%, 88.2%であった。この結果からみると翅型決定に及ぼす密度効果として，まず

幼虫相互間の直接的な相互刺戟が大きな役割をはたしているものと考えられるが，幼虫相互間には何らの直接的な作用関係のない7時間(1-A)及び12時間(1-B)無給餌単独区においても♀M率が50.0%, 63.6%となっており，幼虫を単に飢餓の状態におくだけでも相当高率の長翅雌を得る事は可能である。しかもその時間を長くすればするほどその出現率は大となる。このことはトビロウンカの翅型決定は高密度による幼虫間の直接的な相互刺戟だけによるものではなく，虫数の増加に伴う摂食量の不足といった食物の量的面もある程度の役割をはたしていることを示すものと思われる。

野田(1954, 1956)によれば，キビクビレアブラムシ *Rhopalosiphum prunifoliae* では胎生雌より生ずる成虫は親世代が無翅のときには密度が高くなれば有翅型の出現率が増加するが，一方孵化後25時間以内に飢餓の状態におかれたものはそうでないものにくらべ有意に有翅型が増加するようである。しかしアワヨトウ *Leucania unipuncta* では個体飼育では幼虫体色は緑色ないし赤褐色で密度が高くなると顕著な黒化が見られるが，その密度効果は主として幼虫間の相互刺戟の程度に応じて現われ，部分的な飢餓などは黒化に関係しない(巖, 1956)。

密度効果と視覚

視覚による幼虫相互間の認識が翅型決定にどれほどの意義を持つかを確かめるため，明所飼育(16時間日長)と暗所飼育(給餌時に数分間光線下にさらした他は全暗)とを比較調査した。

三宅(1951)によるとトビロウンカ雌の長翅型出現は管壁のあるなしに拘わらず，虫相互間の距離のみじかいことがその出現の要因となるとし，視覚による相互認識の重要性を述べているが，著者の行なった実験では第4表に示すように，♀M率は1, 10, 30頭区において明所飼育ではそれぞれ25%, 50%, 100%であり，暗所飼育ではそれぞれ0%, 43%, 92%となっている。すなわち明所飼育でも暗所飼育でも密度依存的に♀M率が増加している傾向には変化はなく，視覚による相互の

第4表 明所および暗所飼育と翅型

	飼育密度	♂M	♂B	♀M	♀B	♀M (%)	実験回数	死亡率 (%)
明所飼育	1	11	—	3	9	25.0	25	8.0
	10	14	1	12	12	50.0	5	22.0
	30	23	1	19	—	100.0	3	52.2
暗所飼育	1	10	—	—	8	0.0	25	28.0
	10	12	1	9	12	42.9	5	32.0
	30	20	—	12	1	92.3	3	63.3

認識は翅型決定に重要な役割をはたしていないものと思われる。また巖 (1956) や Long (1955) によればアヨトウやウワバの一種 *Plusia gamma* でも同様の結果が得られている。

雌雄での翅型決定における相違点

27.5°C, 16 時間日長で行なわれた上記実験結果からすれば大体において雌の長翅型が密度の増加と共に増えていることは明かであり、翅型は密度の影響によって決定されている。次に雄についてみた場合、これまでの高温、長日と言う条件下では、どの密度区においても長翅型が殆んどをしめ、短翅型の出現はまれである。全体での短型の出現率は 5% 以内であり、上記条件下で行なった 7 回の実験の平均値は 2.2% であった。そこで温度、日長の異なる 4 つの実験区をもうけ、各翅型の出現率を調査した。結果は第 5 表に示す通りであった。

第 5 表 温度・日長と翅型

	飼育 密度	♂ M	♂ B	♀ M	♀ B	♀ M (%)	♂ B (%)	実験 回数	死亡率 (%)
高温 長日	1	15	—	1	16	5.9	0.0	35	8.6
	5	15	1	2	23	8.0	6.2	10	20.0
	10	10	1	2	7	22.2	9.1	3	33.3
	20	16	1	16	5	76.2	5.9	3	36.7
高温 短日	1	12	3	—	20	0.0	20.0	40	12.5
	5	21	7	1	16	5.9	25.0	10	10.0
	20	15	2	17	4	81.0	11.8	4	65.0
低温 長日	1	10	3	—	15	0.0	23.1	40	25.0
	5	12	4	2	16	11.1	25.0	8	15.0
	20	11	3	11	5	68.8	21.4	3	50.0
低温 短日	1	6	5	2	19	9.1	45.5	43	25.6
	5	18	1	7	12	36.8	5.3	10	24.0
	20	16	1	14	6	70.0	5.9	3	38.3

(註) 高温: 27.5°C 低温: 20°C
長日: 16 時間日長 短日: 8 時間日長

雌においてはどの実験区にあっても密度依存的に長翅型が増加しており、温度、日長といった無機的環境要因は翅型決定に大きな影響を与えていない。ところが雄では短翅型の出現率は密度との間に明かな関係を示しておらず、温度、日長条件と深い関係がみられる。すなわち、高温長日区では 4.2%、高温短日区では 20.0%、低温長日区では 23.3%、低温短日区では 14.9% であった。高温長日区では今までの結果と同じく、雄の短翅型は出現しにくい。しかし残りの 3 実験区では、高温長日区に比べて相当高率の短翅型雄を得ており、雌の場合と異なり短日又は低温において短翅型雄の出現が促進されることがわかる。

この点に関して三宅ら (1953) は食餌であるイネの質的な変化が非常に大きく働いていることを認め、出穂後のイネ葉では雄の短翅型が多くなり、また日長もこれに関与していると述べている。これに対し岸本 (1956 a) は雄の短翅の出現にとっては最適密度が存在し、1 頭区では出現せず 5 頭区で最もよく出現し、以下密度の増加と共に減少していくことを認め、更に雄の短翅型出現にとって飼料の新鮮さが保たれることも必要であるとしている。食餌の質的な影響については分析を欠くが、トビイロウンカの短翅型は高温長日と言う条件下では全く出現せぬこともある位で、その出現が非常にまれであることは明らかな事実であり、この点まず第一に注目しなければならない。すなわち雌雄により翅型決定機構はその様相を異にしており、雌では密度関係によって大きく左右されるのに反し雄では温度、日長といった無機的環境要因がまず第一義的に作用しているものと思われる。

摘 要

(1) トビイロウンカの雌では、その翅型は幼虫期の密度効果によって大きく左右されるが、密度の刺戟効果は成虫個体による刺戟でも、また他種のウンカによる刺戟でも有効に働らくことが分った。

(2) 密度の感受方法としては相互刺戟が長短翅の決定に大きな役割を果しているが、これがすべてではなく、部分的な飢餓などを通して働らく食物の量的面も大きい影響をもっていることが認められた。

(3) 視覚による相互認識は密度効果にあまり大きな役割は果していないことが分った。

(4) 雌雄により翅型決定はその様相を異にしており、雌では密度効果によりその翅型が大きく影響されているのに反し、雄では高温長日では短翅は殆んど生ぜず温度、日長という無機的環境要因によって翅型の発現が左右されている。

引用文献

- HUSAIN, M. A., and C. B. MATHUR (1936) Ind. J. Agric. Sci. 6: 591~623.
巖 俊一 (1956) 個体群生態学の研究 3: 60~78.
岸本良一 (1956) 応昆 12: 56~61.
岸本良一 (1956 a) 応昆 12: 105~111.
LONG, D. B. (1955) Trans. R. Ent. Soc. London, 106: 421~437.
三宅利雄・藤原昭雄・石井卓爾・乗起 要 (1951) 広島農試報告 1: 1~21.

- 三宅利雄 (1951) 応昆 7: 76. 61~70.
 三宅利雄・藤原昭雄 (1953) 広島県立農試印刷物, pp. 1~13. NODA, I. (1956) Mem. Ehime Univ. II, B, (3): 81~88.
 NODA, I. (1954) Mem. Ehime Univ. II, B, (1): 末永 一 (1950) 九州農業研究 7: 61~62.

Summary

Analysis of the Density Effect as a Determining Factor of the Wing-form in the Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*

By SUSUMU JOHNNO

Entomological Laboratory, College of Agriculture, Kyoto University, Kyoto

The brown planthopper, *Nilaparvata lugens* STÅL has two distinct wing-forms, macropterous and brachypterous form, which was proved to be induced by the influence of population density during larval development. Here, the author intended to analyze the mechanism of this density effect upon the wing-form determination.

The stimulus inducing the density effect upon the wing-form determination is not only to be the interaction among larval individuals but that of adult individuals of the same species and even adults of the small brown planthopper, *Delphacodes striatella*.

The mutual stimulation among individual larvae took some parts in determining the wing-form, but it was not the total. The under-

feeding during the larval period took another part also. The influence of visual stimulus has no important part in the determination of the wing-form, because percentage of the macropterous female was almost equal with both cases of the rearing under dark or light conditions.

Finally, the difference of the determining factor of the wing-form in both sexes was studied. In female, the brachypterous form was induced largely by the low density. In male, however, it was determined mainly by the climatic factors, such as temperature and day-length. The percentage of the brachypterous male increased under the condition of short day-length and high temperature and under the low temperature irrespective of day-length.